

Teemu Juntunen

Energiankulutus eritasoisella rakennusautomaatiolla varustetuissa rivitalokiinteistöissä

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Kevät 2010



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Teemu Juntunen	
Työn nimi Energiankulutus eritasoisella rakennusautomaatiolla varustetuissa rivitalokiinteistöissä	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Allan Mustonen Toimeksiantaja Kiinteistösaakeyhtiö Kajaanin Pietari
Aika Kevät 2010	Sivumäärä ja liitteet 54+25
<p>Nousevat energiakustannukset ja kiristyvät rakentamista ohjailevat normit johtavat kiinteistönomistajia energiatehokkaampaan toimintaan. Valtaosa kiinteistöstä aiheutuvista kustannuksista syntyy käytön aikana. Näistä kustannuksista suurin osa on välttämättömiä rakennuksessa harjoitettavan toiminnan kannalta, mutta myös huomattava osa on sellaisia, jotka pystyttäisiin välttämään ilman, että toiminta siitä millään tavalla kärsisi. Kysymys paljonko auto kuluttaa sadalla voidaan muuttaa rakennuksen ollessa kyseessä muotoon, paljonko rakennus kuluttaa vuoden aikana. Ja taloudellista ajotapaa voidaan verrata rakennuksen taloudelliseen ylläpitoon.</p> <p>Työn tilaaja, kiinteistösaakeyhtiö Kajaanin Pietari, on alkanut muuttaa ajotapaansa energiataloudellisemmaksi ja sitä on alkanut kiinnostaa, ollaanko kehityksessä menossa oikeaan suuntaan ja onko mahdollisia vaikutuksia jo nähtävissä. Tässä työssä tutkittiin rivitalokiinteistöjen energiankulutuksia ja kiinteistöhoitoa Kajaanin Pietarin ja Iisalmessa toimivan kiinteistösaakeyhtiö Petterinkulman välillä. Pietarin kiinteistöt on varustettu DDC-säätöautomaatiikalla, jonka ohjaus ja valvonta hoidetaan keskitetysti. Yhtiö on ottanut käyttöönsä myös kulutusseurantaohjelman, joka kerää kaikki kulutustiedot automaattisesti suoraan seurattavilta mittareilta. Petterinkulmassa luotetaan perinteisiin järjestelmiin, joita hallitaan kiinteistökohtaisesti ja mittarit luetaan manuaalisesti. Tutkimuksella pyrittiin saamaan selville, mitä hyötyä käytettävät järjestelmät tuovat ja onko niillä vaikutusta kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuviin kustannuksiin.</p> <p>Kulutustiedot normeerattiin ja muutettiin ominaiskulutuksiksi, jonka jälkeen suoritettiin vertailu yhtiöiden kesken. Lämmönkulutus oli molemmissa yhtiöissä lähellä toisiaan, mutta sähköä ja vettä Pietarilla kului enemmän. Tuloksista on nähtävissä, että Pietarin kiinteistöjen välillä on suurempi hajonta kuin Petterinkulmalla, kun verrataan lämmön ja sähkön kulutuksia. Pietarilla on ominaiskulutukseltaan sekä vähän kuluttavia että erittäin paljon kuluttavia kohteita, kun Petterinkulmalla kulutus on tasaisemmin lähellä valtakunnallista keskitasoa.</p> <p>Työssä ei huomioitu esimerkiksi rakennuksen vaipan kautta tapahtuvan lämpöhäviön aiheuttamia eroja lämpöenergian kulutuksissa, vaan vertailuun valitut rakennukset olivat samantyyppisiä, samalla lämmitysmuodolla varustettuja ja rakennettu aikavälillä 1980-luvun alusta 1990-luvun loppuun.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Energiankulutus, rakennusautomaatio, kulutusseuranta
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Teemu Juntunen	
Title Profitability of Energy Monitoring and Controlling Solutions	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Mr. Allan Mustonen
	Commissioned by Kiinteistösaakeyhtiö Kajaanin Pietari
Date Spring 2010	Total Number of Pages and Appendices 54+25
<p>Abstract</p> <p>This Bachelor's thesis was commissioned by a real estate corporation called Kajaanin Pietari. The purpose was to examine and analyze the benefits of automation and control systems and the energy monitoring and controlling solutions they are using. Saving energy is one of today's most important issues in the field of real estates and controlling unwanted consumption is one factor to affect. These issues have been taken seriously in Kajaanin Pietari.</p> <p>This study was done by comparing the energy consumption figures in Kajaanin Pietari and in another real estate corporation called Petterinkulma. The study also contained a survey which was intended for property maintenance personnel and the purpose of which was to find benefits provided by the systems used but which is not shown in the numerical data.</p> <p>The results of this thesis inform the commissioner if they made a successful investment by providing their buildings with those systems and how well the corporation has utilized the features they serve. If necessary, changes can be made to improve functions and make energy consumption and maintenance costs lower.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Energy management, Energy consumption, Building automation
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Insinööriyön aiheen saaminen tuntui olevan kiven takana. Itselläni ei ollut mielessä mitään aihetta eikä edes aihepiiriä, josta työtä voisi ryhtyä tekemään. Kysyin useasta paikasta mahdollisuutta tutkimus tai muun insinööriyöksi kelpaavan työn tekemiselle, mutta kenelläkään ei tuntunut olevan sellaiselle tarvetta. Lopulta sain aiheen kiinteistöosakeyhtiö Kajaanin Pietarilta.

Kiitokset aiheen saamisesta ja avusta työn etenemiseksi kuuluvat tasapuolisesti Kajaanin Pietarin rakennuttajapäällikkö Hannu Mustoselle, työn ohjaaja Allan Mustoselle sekä opiskelijatoveri Olli Korpelalle, joka aiheesta alun perin vihjaisi. Erityiskiitokset myös kiinteistöosakeyhtiö Petterinkulman toimitusjohtaja Kari Kämäräiselle vertailuaineiston saamisesta Iisalmen suunnalta sekä molempien yhtiöiden kiinteistöhoitohenkilöstölle paikkojen esittelyistä ja muusta tarpeellisesta avusta työn tekemisen aikana.

Työn edetessä huomasi, että aikaa kului yllättävän helposti ja paljon. Jälkiviisaana voi todeta, että helmikuun loppu ei ole oikea ajankohta aloittaa insinööriyötä, jos aikoo valmistua samana keväänä.

Kajaanissa 18.5.2010

Teemu Juntunen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	3
2.1 Rakennusautomaatiolle asetettavat tavoitteet	3
2.1.1 Toiminnalliset tavoitteet	3
2.1.2 Taloudelliset tavoitteet	4
2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne	5
2.3 Sääto	7
2.4 Rakennusautomaation hyödyntäminen	8
3 KULUTUSSEURANTA	11
3.1 Yleistä	11
3.2 Kulutusten muodostuminen	12
3.2.1 Lämmitysenergiankulutus	12
3.2.2 Sähkönkulutuksen muodostuminen	16
3.2.3 Vedenkulutuksen muodostuminen	17
3.2.4 Kulutuksen normitus	17
3.3 Menetelmät	19
3.4 Kulutusseurantajärjestelmät	20
3.5 Kulutusseurantaohjelmat	21
3.6 Siemens EMC	21
4 KIINTEISTÖNHOITO	23
4.1 Hoidon ja kunnossapidon merkitys	23
4.2 Huolto- ja kunnossapitojärjestelmät	24
5 ASUINKIINTEISTÖJEN ENERGIAATEHOKKUUS	26
5.1 Yleistä	26
5.2 Energiatodistus	26
5.3 Energiakatselmus	27
6 TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MENETELMÄT	30
6.1 Vertailukohteiden valinta	30
6.2 Lähtötietojen keräys	31

6.3 Kulutustietojen vertailu	32
7 TUTKIMUSTULOKSET	33
7.1 Lämmitys	34
7.2 Sähkönkulutus	37
7.3 Vedenkulutus	38
7.4 Kyselytutkimuksen tulokset	40
7.5 Johtopäätökset	43
8 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	46
LIITTEET	

KÄYTETYJÄ KÄSITTEITÄ

Alakeskus	Laitteisto, johon rakennusautomaatiojärjestelmän kenttäpisteet liittyvät ja jossa tietoa käsitellään ja/tai muokataan. [1, s. 217]
Bruttopinta-ala	Kuvaa koko rakennuksen laajuutta, kaikkien kerrostasojen summa.
DDC	Direct Digital Control, Suora numeerinen säätö. [1, s. 219]
Digitaalinen säädin	Säädin, jossa säätimen toiminnot tapahtuvat digitaalisesti.
ET-luku	Energiatehokkuusluku, rakennuksen tai rakennusryhmän kuluttaman energian määrä suhteessa bruttopinta-alaan, yksikkö kWh/brm ² .
Hohtonet	Suomen Talokeskus Oy:n kehittämä HohtoNet-ohjelmisto, kiinteistöjen ylläpidon ohjaus- ja seurantajärjestelmä.
LTO	Lämmöntalteenotto, laitteisto, jolla poistoilman sisältämää lämpöenergiaa siirretään tuloilmaan.
U-arvo	Rakennusosan lämmönvastusta kuvaava luku, yksikkönä W/m ² K.

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tilaajana on Kiinteistöosakeyhtiö Kajaanin Pietari. Työssä tutkitaan erilaisilla taloteknisillä järjestelmillä toteutettujen rivitalokiinteistöjen eroja energiankulutuksen ja kiinteistönhoidon kannalta, vertailemalla energian- ja vedenkulutuksia sekä kiinteistönhoitoa Kajaanin Pietarin ja Iisalmessa toimivan Kiinteistö Oy Petterinkulman kiinteistöjen välillä.

Kajaanin Pietari on Kajaanin kaupungin omistama vuokra-asuntoyhtiö. Yhtiö omistaa noin 3000 asuntoa, joissa asuu noin 5000 kajaanilaista. Yhtiön palveluksessa on 27 henkilöä, joiden lisäksi yhtiö työllistää monia paikallisia ja kainuulaisia yrityksiä ostamalla kiinteistön hoitoon ja ylläpitoon liittyviä palveluja. Pietarin vuotuinen liikevaihto on yli 14 miljoonaa euroa. Yhtiö toimii pelkästään vuokratuloilla ja vuokraa peritään yhtiön rakentamis- tai peruskorjausten aikaisista lainoista sekä hoitokuluista aiheutuvien kustannusten mukaan.[2.]

Yhtiö siirtyi kiinteistöissään rakennusautomaation käyttöön vuonna 1996, jolloin käyttöön otettiin Siemensin Unigyr-järjestelmä. Vuonna 2006 siirryttiin saman valmistajan Desigo-järjestelmään, johon liitettiin myös saman valmistajan EMC-kulutusseurantajärjestelmä. Järjestelmien toiminnan optimoinnin avulla pyritään saavuttamaan säästöjä energiankulutuksen vähenemisen ja kiinteistönhuoltokustannusten pienenemisen kautta. EMC-kulutusseurantaohjelmisto kerää ajantasaista tietoa kiinteistöjen kulutuksista ja laatii niistä monipuoliset raportit, joita hyödynnetään järjestelmien toimintaa arvioitaessa.[2.]

Vuonna 2005 Kajaanin Pietari osallistui ensimmäistä kertaa Motivan järjestämälle energiansäästöviikolle ja sai tapahtuman jälkeen kunniamaininnan teemaviikon järjestelyistä. Viikon jälkeen Pietarissa alettiin kiinnittää entistä enemmän huomiota kiinteistöjen energian-, veden- ja sähkönkulutukseen. Kiinteistöille alettiin hakea vapaaehtoisia energiatiedottajia, jotka toimivat alueellaan asukkaiden opastajina energiankäytön suhteen. Lisäksi siirryttiin uusiin järjestelmiin; kiinteistönhallinnassa Tampuuriin, kiinteistöautomaatiossa Siemens Desigoon ja kulutusseurannassa Siemens EMC:hen.[2.]

Vuoden 2005 jälkeen energiansäästöviikosta on tullut jokavuotinen tapa, jolla toivotaan olevan myönteisiä vaikutuksia asukkaiden asenteisiin ja sitä kautta kulutustottumuksiin. Joka

asuntoon jaetaan ennen teemaviikkoa opas, joka sisältää tietoiskuja koskien viikon aiheita. Viikon aikana järjestetään koulutusta energiatiedottajille ja henkilökunnalle sekä teemailtoja, joissa asiantuntijat kertovat illan aiheista, kuten lämmön ja veden säästömahdollisuuksista sekä jäteasioista ja joihin myös asukkaat voivat osallistua. Varsinkin aluksi oli ongelmana saada asukkaat osallistumaan näihin tilaisuuksiin, mutta hiljalleen he ovat kuitenkin alkaneet oivaltaa idean.[2.]

Käytännössä kaikki kulutus asuinkiinteistöissä perustuu asukkaiden tarpeisiin, poisluettuna laitevioista johtuvat kulut. Kun järjestelmät ovat ajanmukaiset, teknisesti kunnossa ja ne toimivat muutenkin tarkoituksenmukaisesti, voidaan turhiin kulutuksiin vaikuttaa parhaiten vaikuttamalla asukkaiden kulutustottumuksiin. Ympäri vuoden jatkuvalla energiatiedottaja-toiminnalla ja vuotuisella energiansäästöviikolla pyritään juuri tähän.

Kiinteistöosakeyhtiö Petterinkulma on Iisalmen kaupungin omistama vuokra-asuntoyhtiö. Yhtiö on perustettu vuonna 1965, ja sen tehtävänä on tuottaa ja ylläpitää vuokra-asuntoja Iisalmen kaupungin alueella. Yhtiöllä on yli 1500 vuokra-asuntoa, joissa asuu yli 2500 iisalmelaista. Petterinkulman toimintaan kuuluvat kaikki kiinteistönpidon osa-alueet rakennuttamisesta purkamiseen saakka.[3.]

Työn on tarkoitus selvittää KOY Kajaanin Pietarin kiinteistöissään käyttämien teknisten järjestelmien ja niiden seurantaan käytettävien sovellusten vaikutus kiinteistöjen ylläpidosta aiheutuviin kustannuksiin, ja toisaalta arvioida, mitä muita etuja ne mahdollisesti tuovat verrattuna perinteisiin järjestelmiin. Automaation vaikutukset näkyvät erityyppisissä kiinteistöissä eri tavalla, joten sama tutkimus tehtiin myös käyttämällä vertailussa kerrostaloja. Kerrostalotutkimuksen suoritti Olli Korpela.

2 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Rakennusautomaatio, oikein käytettynä, parantaa rakennuksen toimivuutta ja alentaa kiinteistönhoidosta aiheutuvia kustannuksia. Rakennusautomaation tehokas ja oikea käyttö edellyttää kiinteistönhoitohenkilöstöltä hoidettavien rakennusten ja niissä käytettävien järjestelmien hyvää tuntemista.[1, s. 29.]

2.1 Rakennusautomaatiolle asetettavat tavoitteet

Rakennusautomaatiolle asetettavat tavoitteet voidaan jakaa toiminnallisiin ja taloudellisiin tavoitteisiin. Toiminnallisuus tarkoittaa valvonnan laajuutta ja ominaisuuksia. Taloudellisuuden kuuluvat rakennuksen tuottavuus, energian ja veden käytön optimointi sekä työmenekki.[1, s. 37.]

2.1.1 Toiminnalliset tavoitteet

Laajuus

Rakennusautomaation maantieteellinen laajuus voi olla yksi rakennus tai vaikka läänin kokoinen alue. Mitä pienemmän kiinteistömäärän yksi valvontapiste käsittää, sitä suurempi on investoinnin ja valvonnan ylläpitokustannusten määrä suhteessa siitä saatavaan hyötyyn.[1, s. 38.]

Suuria rakennusmassoja käsiteltäessä valvontahenkilöstön ammattitaito ja kokemus kasvavat rakennusten määrän kasvaessa ja jopa useita miljoonia rakennuskuutiometrejä rakennusmassaa voidaan hoitaa yhdellä valvontajärjestelmällä.[1, s. 38.]

Automaatiojärjestelmän käyttöönottoaiheeseen liittyy tavallisesti runsas vikahälytysten määrä. Suurten rakennusmassojen ollessa kyseessä vikahälytysten hoitaminen herättää kiinteistöhoitajissa epäilyksiä. Hälytysten määrä kuitenkin vähenee kolmasosaan jo ensimmäisen 3–4 kuukauden aikana järjestelmän käyttöönotosta. Ennakkohuollolla on suuri vaikutus vikahälytysten määrään.[1, s. 38.]

Ominaisuudet

Rakennusautomaation ominaisuudet tarkoittavat järjestelmän talotekniikan hallintaan liittyviä teknisiä ominaisuuksia. Näihin luetaan myös turvallisuuteen, energiankäytön optimointiin ja rakennuksen käyttöön liittyviä ominaisuuksia. [1, s. 38.]

2.1.2 Taloudelliset tavoitteet

Rakennuksen tuottavuus

Rakennuksessa tapahtuvan tuotantotoiminnan tehokkuuden ja sisäilmaston välillä on todettu olevan yhteys. Rakennusautomaatiolla saadaan pidettyä sisäilmasto halutuissa rajoissa, tuotantotoiminnalle sopivina. Rakennuksen tuottavuus ei koske asuinkäytössä olevaa rakennusta, koska niissä ei yleensä harjoiteta tuotannoksi laskettavaa toimintaa.[1, s. 39.]

Energian säästö

Energian säästö johtuu pääasiassa automaation mahdollistamalla energiankäytön optimoinnilla, johon kuuluvat lämmitys-, sähkö-, ja jäähdytysenergian optimointi. Jatkuva valvonta antaa hyvät mahdollisuudet seurata ja ohjata lämpötiloja, suhteellista kosteutta, pumppuja ja puhaltimia.[4.]

Lämpöenergiaa säästetään pitämällä sisälämpötila mahdollisimman lähellä alinta sallittua. Automaatiolla säädetty sisälämpötila on keskimääräisesti alhaisempi kuin ilman automaatiota ja säästöä kertyy yhtä astetta kohti noin viisi prosenttia.[1, s. 40.]

Myös rakennusautomaatiolla säädetty ilmanvaihto on tarkempi kuin käsin säädetty tai erillisellä automaatio-ohjauksella varustettu ja sillä voidaan saavuttaa huomattava energiansäästö. Yleensä energiansäästö on noin 5–20 %, mutta myös suurempia säästöjä voi syntyä, riippuen aiemmasta järjestelmästä.[1, s. 40.]

Sähköenergian säästöä syntyy LVI-laitteiden automatisoidulla käytöllä, parantuneella valaistuksen ohjauksella ja huipputehon rajoitusohjelmien käytöllä. Säästön määrä on aina tapauskohtainen. [1, s. 41.]

Veden säästö

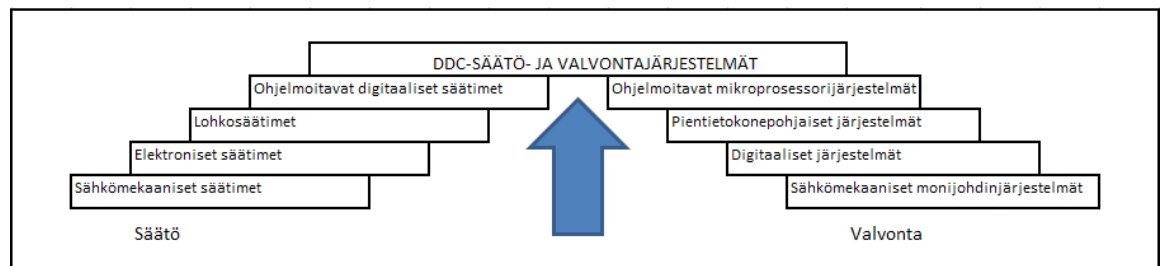
Vedenkulutuksen kulutuskäyriä seuraamalla saadaan selville mahdolliset vuotokohtat, joiden paikantaminen on veden säästön pääasiallinen keino. Vuotokohta paikannetaan käytännössä ottamalla haluttu vesimittari seurantaan ja otetaan kulutuskäyrä ajanjaksolta, jolloin vedenkulutus muuten kuin vuodon kautta on olematonta. Asuinrakennuksessa tämä ajanjakso on yöllä.[1, s. 41.]

Työmenekki

Suurin yksittäinen kustannussäästö automaatiojärjestelmän käyttöönoton jälkeen ovat yleensä työvoimakustannukset. Tämä vaatii kuitenkin henkilöstön perehdyttämisen uusiin järjestelmiin ja menetelmiin. Säästöä voi kertyä aiempiin kustannuksiin nähden jopa 50 %. Rakennusautomaatio itsessään aiheuttaa myös huolto- ja kunnossapitokustannuksia, mutta ne ovat varsin pienet saavutettaviin etuihin verrattuna.[1, s. 41.]

2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmien rakenne

Kuvassa 1 on esitetty rakennusautomaatiojärjestelmien tekninen kehitys 1990-luvun alkuun mennessä. 1980-luvun alkuun saakka valvonta- ja säätötoiminnot olivat omina järjestelminään. Nykyisin samalla järjestelmällä voidaan toteuttaa säätö-, ohjaus- ja valvontatoiminnot sekä liitännät huoneistokohtaisiin toimintoihin ja muihin erillisjärjestelmiin, kuten murto- ja kulunvalvontaan. Nykyisin valvomoratkaisut ovat suurimmaksi osin Internet-pohjaisia.[1, s. 79],[5]



Kuva 1. Säätö- ja valvontajärjestelmien kehitys [1.]

Rakennusautomaatiojärjestelmä käsittää yleensä seuraavat tasot: [1, s. 79.]

1. Hallintajärjestelmä
2. Valvomotaso järjestelmän operointia varten
3. Alakeskustaso prosessin säätö-, ohjaus- ja valvontatoimintojen toteuttamiseen
4. Kenttälaitteisto mittausantureineen ja toimilaitteineen
5. Väyläratkaisut

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä muodostuu valvomosta, alakeskuksista, kenttälaitteista, kuten mittausantureista ja toimilaitteista, tiedonsiirtoverkosta ja eri ohjelmistoista. Järjestelmiä ohjataan PC-pohjaisesti. Ne valvovat ja raportoivat havaituista vioista valvomon, alakeskusten ja tiedonsiirron toiminnassa. Huonekohtaiset säätimet mahdollistavat lämpötilojen ja il-mavirtojen luennan ja asettamisen valvomosta käsin. Järjestelmien toimintavarmuus on mak-simoitu järjestelmien itsediagnostiikkaohjelmilla.[4.]

Alakeskukset ovat koko järjestelmän ydin. Ne sisältävät prosessorin, joka käsittelee kaiken kenttälaitteilta tulevan tiedon ja välittää tarpeellisen valvomolle. Prosessori toteuttaa moduu-lien kautta mittaukset, hälytykset ja kaksitilaiset ohjaukset, kuten koneiden käytöt ja valais-tukset sekä laskutuksessa tarvittavien impulssitietojen keräyksen. Alakeskuksessa on tyypilli-sesti korkeintaan kaksikymmentä moduulia, mittauksille, hälytyksille, ohjauksille ja laskureille omansa.[4.]

Alakeskukset sijoitetaan yleensä samoihin tiloihin valvottavien laitteiden kanssa, kuten IV-konehuoneeseen. Koska alakeskuksen kenttälaiteliitäntöjen määrä on rajallinen, voi samassa kiinteistössä olla useita ala-asemia. Alakeskukset liitetään toisiinsa ja valvomoon tietoverkon avulla.[4.]

2.3 Sääto

LVI-järjestelmien säädön tehtävänä on pitää rakennuksen lämpötila, lämpimän käyttöveden lämpötila sekä ilmanvaihto halutuissa arvoissa. Lämmityksen säätöä haittaavia häiriötekijöitä ovat mm. ulkolämpötilan ja sisälämpötilakuormituksen muutokset, joihin vaikuttavat tuuli, auringonpaiste, vuorokauden ja vuodenajan vaihtelu, ilmaislämpö jne. Veden lämpötilansäädössä ongelmallisinta on virtaaman vaihtelu, joka vaihtelee välillä 0–100 prosenttia. Yleissääntönä voidaan pitää, että mitä tarkemmaksi säätö halutaan, sitä monimutkaisempi ja kalliimpi säätöjärjestelmä täytyy hankkia.[4.]

Koulu- ja toimistorakennusten käyttö on suurimmaksi osaksi osa-aikaista. Tällöin niiden lämpötilaa voidaan pudottaa säätöautomaation ajastuksella yön ja viikonlopun ajaksi. Massiiviset rakenteet jäähtyvät ja lämpenevät hitaasti, ja se otetaan huomioon lämpötilanmuutoksissa. Lähitulevaisuudessa asuinrakennustenkin turhaa lämpötilan ja sisäilmaston ylläpitoa pyritään vähentämään itseoppivilla säätöjärjestelmillä. Tyhjässä rakennuksessa lämpötilaa voidaan laskea ja ilmanvaihtoa pienentää, kunhan ne ovat taas normaalilla tasolla asukkaiden saapuessa. Joidenkin testien mukaan tällainen järjestelmä vähentää energiasta koituvia kustannuksia lähes viidenneksellä, vastaavan rakennuksen kustannuksiin verrattuna. Säästö on tietysti riippuvainen asukkaiden säännöllisestä rytmistä ja ajasta, jonka rakennus on tyhjiällä.[4.]

Säätimet jaetaan toimintaperiaatteen mukaan analogisiin ja digitaalisiin säätimiin. Analogiset säätimet ovat toiminnaltaan sähköisiä tai pneumaattisia. Sähköisen säätimen toiminta perustuu mittasiltaan. Se muodostaa sille tulevien mittaussuureen ja ohjessuureen eroa ohjaussuureen, joka lähetetään vahvistinosan kautta toimiyksikölle. Tieto pysyy säätimessä koko ajan tasavirta- tai tasajännitemuodossa.[4.]

Digitaalinen säädin eroaa analogisesta säätimestä ohjelmoitavuutensa perusteella. Säätimeen on ohjelmoitu säätöalgoritmi, jonka perusteella säädin laskee määrävällein uuden ohjaussuureen. Digitaalisten säätimien ohjailemat kenttälaitteet, kuten anturit ja toimilaitteet, ovat analogisia. Analogiselta anturilta tuleva mittaustulos muutetaan säätimelle sopivaan digitaaliseen muotoon, ja säätimeltä toimilaitteelle lähtevä digitaalinen ohjaussuure muutetaan analogiseksi.[4.]

Yksikkösäädin voi olla analoginen tai digitaalinen. Yksinkertaisimmillaan säädin suorittaa vain yhden säätötoimen eikä sitä voida laajentaa. Moduulirakenteiset lohkosäätimet ovat laajennettavissa suorittamaan useampia säätötoimintoja. Digitaalisen yksikkösäätimen avulla voidaan ohjata suoraan usean säätöpiirin toimintaa.[4.]

DDC-järjestelmässä säätö toteutetaan tietokoneella. Termi DDC tulee sanoista Direct Digital Control eli suora digitaalinen säätö. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmän säätötoiminnot on toteutettu ohjelmallisesti. Puhuttaessa DDC-järjestelmistä tarkoitetaan useimmiten järjestelmää, joka on mahdollista ohjelmoida vapaasti erilaisiin käyttötarkoituksiin. Samalla laitteistolla voidaan näin suorittaa esimerkiksi hälytys- ja mittauspisteiden valvontaa, loogisia pakko-ohjauksia, aikaohjauksia, säätötoimintoja ja energiankäytön optimointitehtäviä.[1, s. 81.]

Keskitetyn säätö- ja valvontajärjestelmän avulla useiden kohteiden valvonta- ja säätötehtävät voidaan hoitaa samasta paikasta. Esimerkiksi kaupungin omistaman kiinteistöosakeyhtiön kaikki kohteet voivat olla käytettävissä samalta tietokoneelta ja selainpohjaisen järjestelmän avulla jopa paikasta riippumatta.

2.4 Rakennusautomaation hyödyntäminen

Rakennusautomaatiolla on suuri vaikutus kiinteistön ylläpito-, käyttö- ja huoltokustannuksiin. Rakennuksen koko elinkaari huomioon ottaen muodostavat nämä kustannukset suurimman yksittäisen osan kaikista kiinteistöön kohdistuvista kustannuksista. Täysipainoista hyödyntämistä edesauttaa järjestelmän toiminnan huolellinen säätäminen, säännölliset huoltotoimenpiteet ja tekniikan tunteva henkilöstö kiinteistöhoitopuolella. Näin varmistetaan, että järjestelmä toimii oikein ja siitä saadaan paras mahdollinen hyöty.[5.]

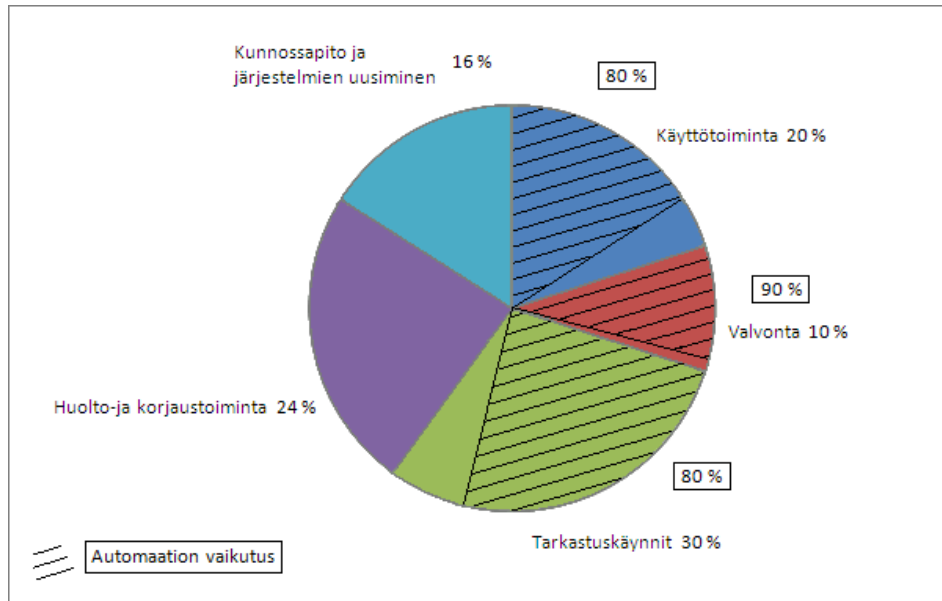
Valvomojärjestelmät ovat hyvä apuväline kiinteistön automaatiojärjestelmien toiminnan seuraamiseen. Selainpohjaisen valvontajärjestelmän avulla useita kiinteistöjä voidaan seurata samasta paikasta. Tällä on suuri vaikutus kiinteistön ylläpitotehtävien hoitoon. Kiinteistössä tehtävien käyntien määrä vähenee ja sitä kautta seurantaan käytettävä aika vähenee.[5.]

Tekninen kiinteistöhoito sisältää seuraavat osa-alueet: Käyttötehtävät, joilla huolehditaan, että rakennuksen ilmanvaihtoa, lämmitystä ja valaistusta ohjataan kuormituksen mukaisesti. Niihin luetaan myös mittareiden seurannat ja esimerkiksi saunan ja ovien käyttö. Käyttöteh-

tävistä voidaan automatisoida 50–90 %. Valvontatehtävät, joiden tarkoitus on varmistaa, että järjestelmät toimivat tarkoituksenmukaisesti ja viat havaitaan ennen seurannaisvaikutusten syntymistä. Esimerkiksi ennaltaehkäistä putkistovuodosta aiheutuvan vesivahingon syntymisen. Valvontatehtävistä voidaan automatisoida 80–90 %. Valvontatehtävät organisoidaan yleensä tarkastustoiminnaksi, jota suoritetaan vuorokausi-, viikko-, kuukausi- tai vuositasolla. Tämä siksi, että ilman automaatiota valvontaan tarvittava henkilötyömäärä kasvaisi hyvin suureksi, joten kustannussyistä valvonta- ja tarkastustoiminta jätetään usein puutteelliseksi. Tarkastustoiminnan työmäärää voidaan vähentää automaatiolla 50–90 %.[1.s 29]

Tekninen kiinteistönhoito sisältää myös huolto- ja korjaustoimintaa. Huolto on toimintaa, jolla huollon kohde saatetaan teknisesti moitteettomaan kuntoon. Huolto voi kohdistua kokonaiseen järjestelmään tai pelkästään tiettyyn järjestelmän osaan. Sen tarkoitus on ennaltaehkäistä vikoja. Varsinaista huoltotyötä ei voida automatisoida, mutta huoltotoiminnan suunnittelun osalta se on mahdollista. Korjauksia tehdään, kun laite tai järjestelmä on vikaantunut. Ne voidaan suorittaa joko huollon yhteydessä tai vikailmoituksen ohjaamana. Korjaustyötä ei voida automatisoida. Viimeinen tekniseen kiinteistönhoitoon liittyvä toimi on kunnossapito. Se on muutamien vuosien aikana tapahtuva toimenpide, jolla kohde kunnostetaan tai uusitaan. Laitteosien tai koko järjestelmän uusiminen on yleisin kunnossapitotoimenpide teknisten järjestelmien osalta. Kunnossapitoa ei voida varsinaisen työn osalta automatisoida, mutta kunnossapitotoimien suunnittelussa on vaihteita, joissa sitä käytetään hyväksi.[1. s 30]

Rakennusautomaatiosta saavutettava hyöty jää usein saavuttamatta, kun kiinteistönhoitoorganisaatiota ei kyetä muuttamaan uuden järjestelmän vaatimuksen mukaiseksi. Henkilöstön työtehtävät jatkuvat usein entisen mallin mukaan, ja uutta järjestelmää osaavat käyttää vain harvat. Henkilöstöpuolella saavutetaan säästöä vain, jos henkilöstöä vähennetään automaation suorittaman työn mukaisesti. Kuvassa 2 on arvioitu automaatiolla suoritettavien tehtävien määrää. Automatisoitu osuus on merkitty vinoviivoilla, ja sen osuus kyseisestä toiminnasta on kehystetty.[1, s. 33.]



Kuva 2. Rakennusautomaation vaikutus tekniseen kiinteistöhoitoon

Kuvan perusteella voi tehdä johtopäätöksen, että mitä suurempi osa kiinteistöhoitotehtävistä kuuluu teknisen kiinteistöhoitoon ja mitä suurempi on automatisoitujen toimintojen osuus vastaavasti teknisestä kiinteistöhoitosta, sitä suuremmat ovat säästöt, jotka automatisoinnilla saavutetaan. Tämä johtopäätös pitää paikkansa, jos kiinteistöhoitohenkilöstön määrä on oikeassa suhteessa automaatioon. Eli henkilöstö pystyy yhdessä automaation kanssa hoitamaan sille kuuluvat tehtävät, mutta ilman automaatiota siihen ei pystyttäisi. Tehtävien hoitaminen vähemmällä henkilöstöllä onnistuu vain, jos automatiikka toimii luotettavasti ja pystyy täyttämään sille asetetut vaatimukset.

3 KULUTUSSEURANTA

3.1 Yleistä

Kulutusseurannalla tarkoitetaan kiinteistön vedenkulutuksen sekä lämmitykseen, ilmanvaihtoon, jäädytysjärjestelmiin, valaistukseen yms. kuluvan energian seuraamista tietyissä jaksoissa. Kulutuksille asetetaan tavoitearvot, joihin on mahdollista päästä nykyisellä LVIS-järjestelmällä kiinteistönhoidon keinoin ja jotka ovat kyseiselle kiinteistölle mahdollisimman taloudelliset. Tavoitearvot asetetaan yleensä aikaisempien kulutuslukemien perusteella.[1.]

Kulutusseurannalla saadaan tietoa energiankulutuksen jakaantumisesta kiinteistön eri järjestelmien välillä sekä kulutuksien ajallisesta vaihtelusta. Nämä tiedot auttavat paikantamaan kulutuksen ongelmakohdat, joihin puuttumalla saadaan turha energiankulutus minimoitua. Seurannan tulee tapahtua tarpeeksi lyhyissä jaksoissa, jotta kulutuksessa tapahtuneiden poikkeamien syyt voidaan todentaa luotettavasti, ja pienetkin poikkeamat saadaan esille.[5], [6]

Kulutusseurannassa tärkeintä on, että kulutuksia seurataan säännöllisesti ja tarpeeksi lyhyissä jaksoissa. Tällöin saadaan hyödyllistä tietoa kiinteistön energian- ja vedenkulutuksen jakaantumisesta sekä ajallisesta vaihtelusta. Tietojen perusteella kulutuksiin pystytään vaikuttamaan.

Energiansäästön kannalta ei ole oleellisinta, että kulutuslukuja kerätään ja seurataan kulutuksia. Lukujen perusteella on tehtävä johtopäätöksiä kiinteistön energiankulutuksen tasosta ja siihen vaikuttavista tekijöistä sekä ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin energian säästämiseksi.

Kulutuskuluja voidaan verrata kiinteistöä aiemmin saatuihin tietoihin, saman yhtiön muihin kiinteistöihin tai valtakunnalliseen tasoon samankaltaisissa kiinteistöissä. Laajempi tarkastelu antaa todenmukaisempaa tietoa siitä, millä tasolla kulutukset keskimäärin ovat ja miten alhaisiin lukemiin on käytännössä mahdollista päästä. Tarkastelussa tulee huomioida erot, jotka johtuvat muusta kuin talotekniikan toimivuudesta, kuten sijainnista johtuvat erot lämmitykseen tarvittavasta energiasta.

Kiinteistön energianhallinnan tavoitteena on ylläpitää kiinteistön olosuhteet ja asumiseen tarvittavien perustarpeiden taso mahdollisimman vähällä energiankulutuksella. Asuinkiinteistön hoitokustannuksista n. 40 % muodostuu energian ja veden kulutuksesta. Energian säästämiseksi ei ole pakko tinkiä viihtyisyydestä. Järkevällä energiataloudellisella ylläpidolla kulutustaso alenee ja samalla voidaan parantaa viihtyisyyttä.[7.]

Energianhallinta voidaan jakaa pitkän ja lyhyen tähtäimen toimintoihin. Pitkän tähtäimen toimiin kuuluvat pitkävaikutteiset energiansäästöinvestoinnit ja energiankäytön opastaminen, joka suunnataan sekä asukkaisiin että huoltohenkilöstöön. Lyhyen tähtäimen toimiin kuuluvat virheiden havaitseminen käytössä ja järjestelmissä, tavoitekulutuksien asettaminen ja energiankulutuksen seuraaminen, kulutuspoikkeamien syiden selvittäminen sekä käyttötekniisten energiansäästötoimenpiteiden toteuttaminen. Kulutusseuranta luo hyvät edellytykset laitteiden ja järjestelmien toimivuuden seurantaan ja auttaa ennakoimaan laitevikoja.[7.]

3.2 Kulutusten muodostuminen

Kulutukset muodostuvat erityyppisissä kiinteistöissä eri tavalla. Kulutusten muodostumiseen vaikuttavat rakennustyyppi, käytetyt rakenneratkaisut, rakennuksen koko ja rakennusten määrä, asuntojen määrä, rakennusten sijainti, rakennusten ikä, asukkaiden määrä, asukkaiden kulutustottumukset, asukkaiden ikärakenne, rakennuksissa käytetyt järjestelmät, niiden ikä, toimivuus, suunnittelu, säätö ja huolto, järjestelmien taso sekä vuotuiset sääolosuhteet.

3.2.1 Lämmitysenergiankulutus

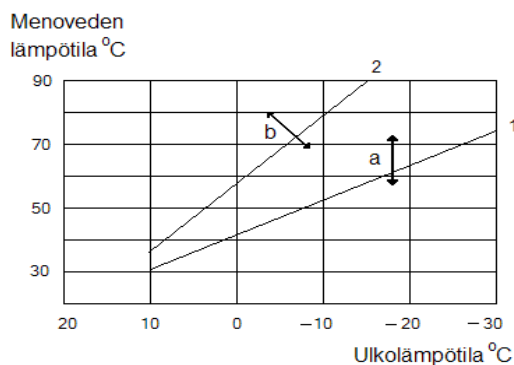
Rakennuksen energiantarve muodostuu tilojen ja käyttöveden lämmityksestä, sähköenergian tarpeesta ja jäähdytystarpeesta. Energiaa kuluu ilmanvaihdon seurauksena, johtumalla, vuotoilman kautta sekä järjestelmien häviöihin. Energiantarpeesta suurin osa katetaan järjestelmillä, jotka siirtävät lämpöä, sähköä ja jäähdytysenergiaa. Osa katetaan auringon säteilyenergialla ja muilla lämpökuormilla.

Rakennuksen eri huoneiden epätasainen lämpeneminen voi johtua patteriverkoston virtaus-ten epätasaisesta jakaantumisesta. Verkoston vesi pyrkii kulkemaan helpointa reittiä, ja osa pattereista lämpiää huonommin kuin toiset. Kun menoveden lämpötila säädetään vastaa-

maan kylmimmän huoneen lämmöntarvetta, nousee lämpötila toisaalla liian korkeaksi. Ennen verkoston säätöä täytyy varmistua, että vika on nimenomaan patteriverkostossa eikä esim. rakenteissa tai muualla LVI-laitteissa. Huoneistojen ilmanvaihto voi olla huonosti säädetty, rakenteiden kautta tapahtua liiallista lämmönjohtumista, esim. ikkunoiden tiivisteet vuotavat tai lämmöneristys on puutteellinen, patterit voivat olla alimitoitettuja tai termostaattit peitetyt pitkillä verhoilla.[4.]

Patteriverkoston perussäädöllä tehdään jokaiselle patterille menevä vesireitti virtausvastukseltaan samansuuruisiksi. Ennen säätöä varmistetaan, että muut edellä mainitut lämpötilaan vaikuttavat tekijät ovat kunnossa. Jokainen asteen suuruinen lämpötilan korotus lisää rakennuksen energian kulutusta n. 5 % kyseisen huoneen osalta. Järjestelmän säätämättömyyden aiheuttama energiankulutuksen nousu voi olla koko rakennuksen osalta jopa 20–30 %. Hyvin säädettyssä järjestelmässä menoveden lämpötila valitaan ulkolämpötilan perusteella ja termostaattiventtiili säätää patterin läpi virtaavan vesimäärän huonekohtaisen lämpötilan perusteella.[4.]

Lämmitysjärjestelmän säätö määräytyy kuvassa 3 esitetyn säätökäyrän mukaan. Vaakakselilla on ulkoilman lämpötila ja pystyakselilla patteriverkoston menoveden lämpötila. Esimerkiksi käyrän 1 mukaan -20 °C :n ulkolämpötilassa menoveden lämpötilan asetusarvo on 63 °C . Käyrän jyrkkyydestä voi päätellä rakennuksen johtumis- ja muista lämpöhäviöistä sen, että mitä jyrkempi käyrä on, sitä suuremmat ovat lämpöhäviöt. Suuntaissirrolla (a) korjataan liian korkea tai matalaa huoneen lämpötilaa, ja vastaavasti kaltevuudensäädöllä (b) vaikutetaan pakkaspäivien liian matalaan tai korkeaan lämpötilaan. Säätimestä riippuen suoraa voidaan liikuttaa molemmista päistä ja sitä voidaan taivuttaa useasta kohdasta.[4.]

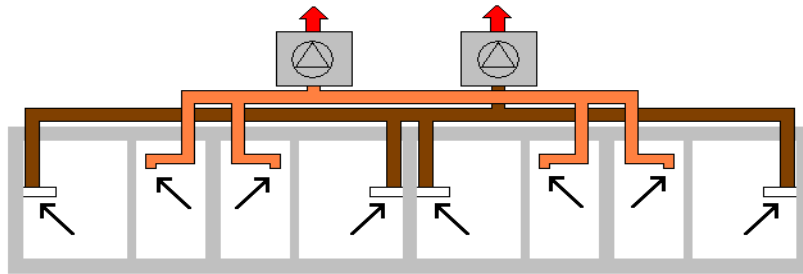


Kuva 3. Patteriverkoston säätökäyrät

Lämmön johtumiseen vaikuttaa rakennuksen vaipan rakenne. Alapohjan, seinien, yläpohjan, ikkunoiden ja ovien lämmöneristävyyttä kuvaa U-arvo, joka on laskennallinen ja riippuu rakenteessa käytetyistä materiaaleista ja niiden paksuuksista. Rakennuksen lämpöhäviö on vaipan, vuotoilman ja ilmastoinnin yhteenlaskettu lämpöhäviö. Laskennassa käytetään kyseessä olevan rakennuksen koko- ja geometriatietoja. Eri rakennusosien pinta-alat lasketaan sisämittojen mukaan.

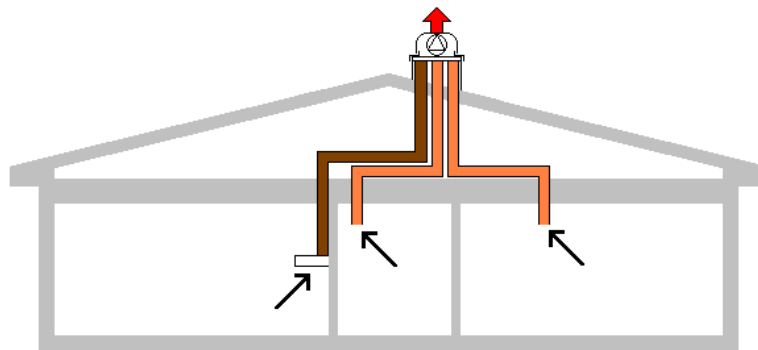
Ilmanvaihdon kautta menetettävän lämmön määrä on riippuvainen ilmanvaihtotavasta. Tapoja ovat painovoimainen, koneellinen poistoilmanvaihto sekä täysin hallittu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Vanhojen järjestelmien energiankulutus on suuri, kun poistoilman lämpöä ei oteta talteen. Painovoimaisen poistoilmanvaihdon ongelmana on poistoilman kautta menetettävä lämpöenergian lisäksi ilmavirtojen vaihtuvuus säätilan mukaan ja sitä kautta mahdolliset sisäilmaongelmat. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimivuus riippuu säätilan lisäksi rakennuksen tiivyydestä ja venttiilien painehäviöistä. Suurimman osan vuodesta ilmanvaihto on joko liian suuri tai liian pieni.[8.]

Koneellisen poistoilmanvaihdon toiminta on toteutettu yleensä joko yhteiskanavapuhaltimilla tai asuntokohtaisissa järjestelmissä huippuimureilla ja talotuulettimilla. Nämä asuntokohtaiset järjestelmät ovat enimmäkseen rivitaloissa käytettyjä ratkaisuja. Kuvassa 4 esitetyssä yhteiskanavajärjestelmässä eri huoneistojen samankaltaisten tilojen poistohormit yhdistetään ja yksi puhallin hoitaa kaikkien asuntojen kyseisen huoneen kautta tapahtuvan ilmanvaihdon. Asuntokohtaisessa ilmanvaihdossa jokaiselle asunnolle on omat poistokoneensa. Keskitetyn ilmanvaihdon ongelma on, että ilmanvaihdolle on olemassa tietyt tehostusajat, jotka eivät vastaa koskaan kaikkien asukkaiden toimintoja. Keittiön ilmanvaihdon ohjauksen muuttaminen käyttäjän tarpeen mukaiseksi on helpoimmin toteutettavissa liesikuvulla, mutta muidenkin tilojen ohjauksen muuttaminen joko käsin tai automaattisesti esimerkiksi kosteuden mukaan muuttuvaan tehostukseen on mahdollista. Tällöin tehostus tapahtuu oikeaan aikaan ja oikein käytettynä tehostusaika jää kello-ohjausta lyhyemmäksi, jolloin kokonaisenergiankulutus vähenee.[8.]



Kuva 4. Esimerkki yhteiskanavapuhaltimilla toteutetusta ilmanvaihdosta

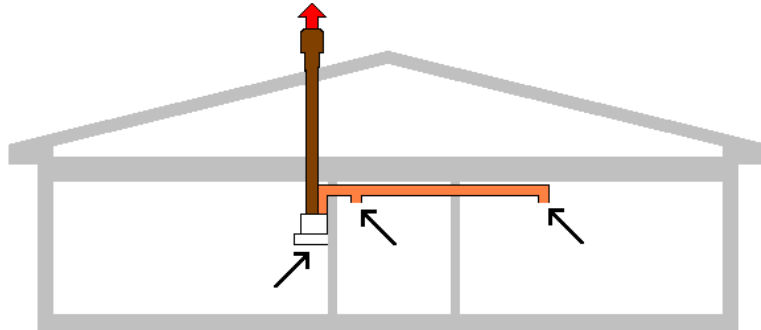
Kuvan 5 huippuimurilla toteutetussa ilmanvaihdossa huoneiston poistoilmakanavat johdetaan katolle ja siellä sijaitsevaan huippuimurin kerääjäsäiliöön, josta poistoilma imetään pihalle. Korvausilman saanti voidaan hoitaa esim. ikkunan karmiin asennetulla korvausilmaventtiilillä. Huippuimuria voidaan ohjata asuinhuoneistokäytössä liesikuvusta, tai yhteistilojen kohdalla ohjaus voidaan järjestää kellokytkimillä tai automaatiojärjestelmissä alakeskukselta.



Kuva 5. Esimerkki huippuimureilla toteutetusta ilmanvaihdosta

Talotuulettimen poistopuhallin on rakennettu liesikuvun yhteyteen. Muiden tilojen poistokanavat johdetaan keittiössä sijaitsevaan talotuulettimeen ja johdetaan poistokanavaa pitkin ulos. Ja kuten muissakin koneellisissa poistoilmavaihtojärjestelmissä, korvausilma saadaan korvausilmaventtiilien kautta. Talotuuletin mahdollistaa huoneistokohtaisen ilmanvaihdon

käytön rivitaloissa. Esimerkki talotuulettimilla toteutetusta ilmanvaihdosta on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Esimerkki talotuulettimilla toteutetusta ilmavaihdosta

Täysin koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto mahdollistaa luonnollisesti huoneistokohtaisen ilmanvaihdon ohjauksen sekä poistoilman sisältämän lämmön talteenottamisen. Rakennuksen tiiviys korostuu, kun ilmavirrat pyritään johtamaan hallitusti niin tulo- kuin poistoilman osalta ja kaikki rakenteiden läpi kulkeva ilma on ylimääräistä. Hatarassa rakennuksessa on vaarana sisätilan ylipaineistuminen ja sen seurauksena sisäilman kosteuden tunkeutuminen rakenteisiin, joka taas johtaa ennen pitkää kosteus- ja homevaurioihin. Myös LTO:sta saatava hyöty on pienempi kuin tiiviissä talossa. Lämmön talteenotossa hyödynnetään poistoilmassa olevaa lämpöä tuloilman lämmityksessä. Tämä vähentää ilmanvaihdon kautta hukkaan menevän energian määrää lämmöntalteenottotavasta riippuen yli 50 prosenttia[9]. Poistoilman sisältämä lämpöenergia voidaan ottaa talteen myös lämpöpumpulla, jolla se siirretään esimerkiksi lämmitettävään käyttöveteen.

Lämmin käyttövesi lämmitetään kaukolämmöllä lämmönsiirtimen avulla haluttuun lämpötilaan, joka on asuinrakennuksessa yleensä + 55 °C.

3.2.2 Sähkökulutuksen muodostuminen

Sähköenergian kokonaiskulutus vuonna 2008 Suomessa oli 87,2 terawattituntia (TWh) [10]. Kiinteistösähkön osuus kiinteistöjen hoitokustannuksista on keskimäärin 5 %. Kulutus riip-

puu kiinteistön varustelutasosta eli käytännössä sähköä kuluttavien laitteiden määrästä. Kiinteistösähköä käyttävät mm. puhaltimet ja pumput, yhteistilojen ja piha-alueiden valaistus, autolämmityspaikat, talosaunat, pesulat sekä kylmätilojen ja kuivaushuoneiden laitteet. Sähkönkulutukseen voidaan vaikuttaa laitevalinnoilla ja laitteiden oikealla käytöllä. [11.]

3.2.3 Vedenkulutuksen muodostuminen

Vedenkulutus muodostuu asukkaiden päivittäisestä veden käytöstä ja esimerkiksi vuotavien hanojen tai wc-istuimien kautta menetettävästä vedestä. Kulutukseen voidaan vaikuttaa helpoiten vuotojen nopealla paikantamisella ja osaksi myös vesihanojen virtaamien säätämällä ohjearvoihin. Vaikein, mutta toteutuessaan suurin säästöpotentiaali on asukkaiden kulutustottumuksissa. Jos suihkun virtaama on säädetty 12 litraan minuutissa, kuluu esimerkiksi 10 minuutin mittaisessa suihkussa 120 litraa vettä.

Nykyaikaiset vesikalusteet kuluttavat vähemmän kuin vanhat, ja niitä vaihdettaessa kannattaa satsata uusimpaan tekniikkaan. Esimerkiksi nykyisissä yksiotehanoissa maksimivirtaama voidaan säätää neljään litraan minuutissa ja wc-istuimissa virtaamaa voi säätää tarpeen mukaan, jopa alle neljään litraan per huuhtelukerta.[12.]

Suomalaiset kuluttavat vuorokaudessa keskimäärin 155 litraa vettä henkilöä kohti. Vedenkulutuksen tavoitetaso on noin 130 litraa asukasta kohden vuorokaudessa. Tutkimusten mukaan huoneistokohtaisilla vesimittareilla kulutus alenee 15–20 % per henkilö, joten uudisrakentamisessa ja vesijohtoverkoston uusittaessa niiden käyttöönottoa kannattaa harkita.[12.]

3.2.4 Kulutuksen normitus

Kulutustietojen vertailua varten eri ajanjaksojen ja paikkakuntien väliset kulutustiedot normeerataan. Normeerauksella otetaan huomioon lämpötilasta johtuvat erot kulutuksissa, johtuivat ne sitten sijainnista tai ajanjaksosta. Lämmitystarveluku S17 on päivittäisten sisä- ja ulkolämpötilojen vuorokausikeskiarvojen erotus, kun sisälämpötilaksi oletetaan +17 °C. Tämä on laskennallinen sisälämpötila, jolla otetaan huomioon lämmitysenergian tarvetta vähentävät sisäiset ja ulkoiset lämmönlähteet. Kuukauden lämmitystarveluku on vuorokausien lämmitystarvelukujen summa, ja vuoden lämmitystarveluku on kuukausittaisten lämmitystar-

velukujen summa. Mitä kylmempi vuosi on, sitä suurempi on vastaavasti lämmitystarveluku. Lämmitystarveluvussa otetaan huomioon vain lämmityskausi. Lämmitystarpeen oletetaan alkavan syksyllä, kun vuorokauden keskilämpötila on alle +12 °C, ja päättyvän keväällä keskilämpötilan noustessa yli +10 °C:n.

Kun halutaan vertailla eri puolella Suomea olevien rakennusten energiankulutuksia, normeerataan kulutuslukemat Jyväskylään, joka on valtakunnallinen vertailupaikkakunta. Normeerattu energiankulutus saadaan yhtälöstä:

$$Q_{norm} = k_2 \times \frac{S_{N\ vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} \times Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad (1)$$

jossa

Q_{norm}	rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus
$Q_{toteutunut}$	rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia
$Q_{lämmin\ käyttövesi}$	käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia
$S_{n\ vpkunta}$	normaalivuoden tai –kuukauden (1971-2000) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla
$S_{toteutunut\ vpkunta}$	toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla
k_2	paikkakuntaakohtainen korjauskerroin Jyväskylään

Koska veden lämmittämiseen kuluvan energian oletetaan olevan riippumaton ulkolämpötilasta, täytyy sen vaatima energia vähentää kokonaisenergiankulutuksesta. Kulutustietona käytetään ensisijaisesti mitattua arvoa. Mikäli käyttöveden energiankulutusta Q_{lkv} (kWh/vuosi) ei ole mitattu erikseen, lasketaan se kaavalla:

$$Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv} \quad (2)$$

jossa

Q_{lkv}	lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh/vuosi
58	veden lämmittämiseen (lämpötilan nousu 50 °C) vaadittava energiamäärä kuutiota kohden, kWh/m ³
V_{lkv}	kulutettu lämpimän käyttöveden määrä, m ³ /vuosi.

Jos lämpimän käyttöveden määrää V_{lkv} ei ole mitattu erikseen, oletetaan sen asuinrakennuksessa olevan 40 % veden kokonaiskulutuksesta.

3.3 Menetelmät

Kulutusseurannasta saatava hyöty vaihtelee käytettävän menetelmän mukaan. Seurantataajuuden perusteella voidaan kulutusseuranta jakaa:

- vuositason tilastointiin
- kuukausitason seurantaan
- vuorokausiseurantaan
- tuntitason seurantaan.

Käytettävät seurantajärjestelmät voidaan jakaa karkeasti kolmeen luokkaan:

- manuaalinen seuranta
- tietokoneohjelman tai ohjelmiston käyttö
- Internet-pohjainen kulutusseuranta/kaukovalvontajärjestelmä.

Manuaalisesti suoritettava seuranta on mahdollista, mutta jo kuukausitasoinen seuranta on työläs ja soveltuu vain yksittäisten kiinteistöjen seurantaan. Tietokonepohjaisella seurannalla voidaan suorittaa useamman kiinteistön tai kiinteistökokonaisuuksien kulutusseuranta.[13.]

Tuntitason seuranta mahdollistaa lois- ja päätötehojen suhteiden seurannan, tehopiikkien selvittämisen, kaukolämmön tilaustehon ja tilausvesivirran selvittämisen. Lisäksi voidaan suorittaa kulutusvalvontaa ja määrittää vuorokausi- ja viikkokulutuskajakaumat.[8.]

Kiinteistöhoito-organisaatio vastaa useimmiten seurantaan tarvittavien lukemien hankinnasta ja toimittamisesta laskentaan. Sähköisellä luennalla tämä vaihe jää pois, kun tiedot saadaan tietoverkkoja pitkin suoraan mittarilta. Yleisimmin seurattavia mittareita kulutusseurannan kannalta ovat kaukolämmön energia- ja vesimittari, päävesimittari ja kiinteistösähkön mittari. Tarkempaa seurantaa varten voidaan seurantaan ottaa myös edellisten ns. alamittareita. Mittareilta saatava tieto kerätään seurantaohjelmaan, joka hoitaa laskenta- ja raportointiprosessin sinne syötettyjen lukemien perusteella. Raporttien tulkinta ja mahdolliset jatkotoimenpiteet kuuluvat isännöinnin ja kiinteistönhoidon tehtäviin.[13.]

3.4 Kulutusseurantajärjestelmät

Energiankulutuksen seurantaan on ollut mahdollisuus jo useimmissa automaatiojärjestelmissä. Kulutusseurannan toteutus on kuitenkin ollut puutteellista, joten niistä saatavaa tietoa ei ole pystytty hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla. Pelkkään kulutusseurantaan suunnitellut ohjelmistot ovat monipuolisempia ja niistä saatava tieto ja raportit antavat hyvät lähtökohdat kiinteistön energiatehokkuuden seurantaan.[14.]

Energiankulutuksen seurantaan on olemassa siihen tarkoitettujen ohjelmien lisäksi myös tarkoitukseen soveltuvia palveluja. Sillä tarkoitetaan järjestelmää, jossa ulkopuolinen yritys hoitaa mittaustietojen käsittelyn ja kulutusten raportoinnin. Tyypillisesti palvelu sisältää myös mittaustietojen keruun, joko kaukolukuna tai manuaalisesti. Yritys raportoi energiankulutuksesta asiakkaalle sovitulla tavalla, sovituisissa jaksoissa.[15.]

Myös energiayhtiöt tarjoavat myymänsä energian kulutusseurantapalvelua asiakkailleen. Palvelut voivat olla hyvinkin monipuolisia ja vaihtelevat kulutustiedon keruusta ja raportoinnista aina kokonaisenergiapalveluihin saakka.[15.]

3.5 Kulutusseurantaohjelmat

Kulutustiedot kerätään ja muutetaan tunnusluvuiksi ja raporteiksi siihen tarkoitettulla ohjelmalla. Kulutusseurantaohjelmat voivat olla paikallisessa PC:ssä, omassa paikallisverkossa tai palveluntuottajan palvelimella toimivia ohjelmia. Ohjelmaa valittaessa tulee selvittää sen sopevuus omien kiinteistöjen tarpeisiin ja käyttöjärjestelmiin, ohjelman tuottaman tiedon konvertointimahdollisuudet, yhteensopivuus huoltokirjajärjestelmiin, ohjelman edellyttämät tietotekniset investoinnit, verkko- ja Internet-käyttömahdollisuudet, palvelun toimittajan luotettavuus, päivitysmahdollisuudet, palvelun jatkuvuus ja kustannukset, käyttäjäkoulutus ja tukipalvelut sekä ylläpitokustannukset.[16]

Ohjelmien kustannukset muodostuvat yleensä lisenssimaksuista, Internet-ohjelmien liittymismaksusta sekä sovellusvuokrasta. Muut palvelut, kuten koulutus ja järjestelmien ylläpito, hinnoitellaan usein erikseen.[16]

Internetissä toimivat seurantaohjelmat sisältävät yleensä paperimuodossa olevien tietojen syöttömahdollisuuden, laajat vastaavien kiinteistöjen vertailuaineistot sekä Internetin kautta tapahtuvan raportointi- ja lukematietojen syöttömahdollisuuden.[13.]

Internetin välityksellä tiedot ovat käyttöoikeuksia jakamalla kaikkien niitä tarvitsevien saatavilla paikasta ja ajasta riippumatta. Sovelluksen käyttäjien laitteistoihin ei tarvitse ladata tai asentaa mitään erityisohjelmia ja niiden päivityksiä, vaan käyttäjälle riittää normaali PC, yleinen selainohjelma ja Internet-yhteys. Sovelluksen kehityksestä, päivityksistä ja muusta ylläpidosta vastaa kyseisen palvelun tuottaja.[13.]

3.6 Siemens EMC

KOY Kajaanin Pietarilla on käytössään Siemens Building Technologiesin EMC-kulutusseurantajärjestelmä. Se on Internet-pohjainen järjestelmä, joka kerää ja rekisteröi kulutustiedot kaikista Pietarin kiinteistöistä. Kulutustietojen syöttö ohjelmaan tapahtuu joko käsisyöttönä tai automaattiluentana suoraan seurattavilta mittareilta. Tässä työssä tutkituissa Pietarin rivitalokohteissa kaikki mittarit luettiin automaattisesti. Ohjelmasta saa kulutustietojen perusteella laaditut raportit aina tarvittaessa tai automaattisesti halutulla aikavälillä. Kulu-

tustietoja käytetään hyväksi paitsi laskutuksessa myös tulevia energiansäästötoimenpiteitä suunniteltaessa ja arvioitaessa jo aikaisemmin tehtyjen toimenpiteiden onnistumista.

Siemens Building Technologies tarjoaa varsinaisen kulutusseurantajärjestelmän lisäksi myös kokonaisvaltaista kiinteistöpalvelua, johon kuuluvat elinkaari-, hälytys-, energia-, käyttö-, ylläpito- sekä tietopalvelut. Palveluista voi koota omiin tarpeisiin sopivan kokonaisuuden. Esimerkiksi energiapalvelu sisältää energiakäytön seuranta-, analysointi- ja optimointipalvelun, jossa seurantapalvelun tuottama tieto rakennusten energiankäytöstä ja toiminnasta yhdessä rakennusten energiakatselmusten kanssa auttavat löytämään säästökohteita ja parantamaan teknisten laitteistojen energiatehokkuutta. Palvelun tarjoaja seuraa vuoden mittaan kerryntyviä kulutustietoja ja arvioi energiankäytön optimoinnin tuloksia, joita käsitellään säännöllisin välein pidettävissä seurantakokouksissa. [17.]

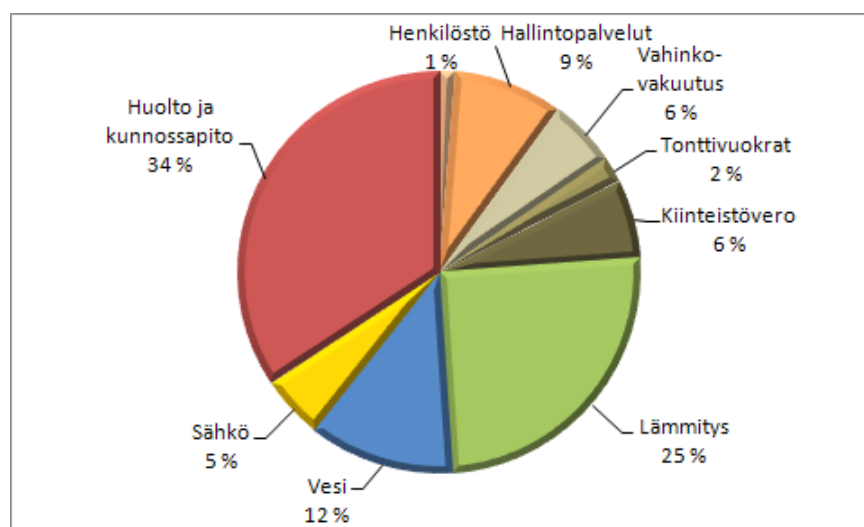
Energiankäytön optimointipalvelu edesauttaa käytössä olevien järjestelmien toimintojen mahdollisimman kustannustehokasta käyttöä. Palvelussa toteutetaan parannuksia, jotka alentavat järjestelmien aiheuttamia käyttökustannuksia.[17.]

4 KIINTEISTÖNHOTTO

4.1 Hoidon ja kunnossapidon merkitys

Kiinteistön elinkaari sisältää eritasoista ylläpitoa hoidon, kunnossapidon ja peruseräparannusten muodossa kiinteistön rakentamisvaiheesta kiinteistön käytöstä luopumiseen asti. Elinkaaren pituus on osaksi riippuvainen ylläpidon tasosta, johon vaikuttavat merkittävästi kiinteistön-omistajan tavoitteet. Omistajat pyrkivät pääsääntöisesti optimoimaan kiinteistöstä sen elinkaaren aikana syntyvät kustannukset, ja ylläpidolle asetetut tavoitteet määräytyvät sen mukaan, mitä omistajat kiinteistönhoidolta odottavat. Kiinteistön ylläpidon tavoite on turvata kiinteistön arvon säilyminen ajan kuluessa ja toisaalta varmistaa asukkaille viihtyisät ja turvalliset asumisolot.[8.]

Asunto-osakeyhtiömuotoisten taloyhtiöiden hoitokulut olivat vuonna 2008 keskimäärin 3,19 euroa huoneistoneliometriä kohti kuukaudessa. Edellisvuoteen verrattuna oli nousua kertynyt 5,6 prosenttia. Kerrostaloasunto-osakeyhtiöiden hoitokulut olivat keskimäärin 3,71 euroa, ja edellisvuoteen verrattuna nousua oli 6,3 prosenttia. Suurin muutos tapahtui henkilöstökuluissa, jotka olivat 14 prosenttia edellisvuotta suuremmat. Kuvassa 7 on esitetty rivitalo-asunto-osakeyhtiöiden kulujen rakenne vuonna 2008. Rivitalo-osakeyhtiöiden hoitokulut olivat keskimäärin 2,41 euroa huoneistoneliometriä kohti kuukaudessa ja aravavuokrataloissa 4,42 euroa kuukaudessa.[18.]



Kuva 7. Rivitalo-osakeyhtiöiden hoitokulujen rakenne vuonna 2008 [18.]

Kiinteistöhoitajan työ vaatii tekijältään laaja-alaisuutta ja monitaitoisuutta teknisissä tehtävissä. Monet yleiset kiinteistönhoidon tehtävät ovat paljon aikaa vieviä, eivätkä välttämättä näy ennen, kuin ne jäävät tekemättä. Lisäksi työhön sisältyy paljon asiakaspalvelua, joka on tärkeä osa palvelun onnistumista arvioitaessa. Laadukkaasti toteutetussa kiinteistönhoidossa asiakas tuntee tulevansa huomioiduksi ja saavansa vastinetta maksamalleen vastikkeelle tai vuokralle.[8.]

Eräs asumisviihtyvyyteen ja samalla asumiskustannuksiin vaikuttava kokonaisuus kiinteistönhoidossa ovat LVIS-järjestelmät. Kiinteistöhoitaja huolehtii järjestelmien tarkoituksenmukaisesta käytöstä ja ohjauksesta sekä käyttö- ja toimintatarkastuksista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että LVIS-laitteet toimivat ja ovat käyttökunnossa, ja niitä käytetään käyttötarpeen ja sääolosuhteiden mukaan niin, että asetetut tavoitteet ja kokonaistaloudellisuus otetaan huomioon. Huolehdittavana ovat erityisesti patteri- ja käyttöveden lämpötila, patteriverkoston vesivirtojen tasapaino, ilmanvaihdon ilmavirrat, valaistuksen oikea-aikaisuus sekä ilmastoinnin käyntiaikojen pitäminen tavoitetasolla.[8.]

Järjestelmien toiminta edellyttää, että niitä huolletaan säännöllisin väliajoin. Kiinteistöhoitaja huolehtii huoltotarkastuksista ja suorittaa tarvittavat huoltotoimenpiteet ja vastaa tarvittavien erikoisammattitöiden teettämisestä. Tarvittavista toimista raportoidaan tarvittaessa isännöitsijälle tai vastaavalle. Tarkastukset ja huollot kattavat koko LVIS-järjestelmän.[8.]

Kiinteistöhoitotehtäviin kuuluu myös energian ja veden käytön seuranta. Manuaalisesti luettavat mittarit luetaan määrätyn väliajoin ja ilmoitetaan tarvittavat lukemat lämmön, sähkön ja veden toimittajille. Kiinteistöhoitaja valvoo myös omalta osaltaan, että kiinteistön menekit ovat oikealla tasolla ja mahdollisten poikkeamien aiheuttajat saadaan selville ja ryhdytään tarvittaessa toimenpiteisiin niiden poistamiseksi.[8.]

4.2 Huolto- ja kunnossapitojärjestelmät

Kunnossapitojärjestelmillä hallitaan kiinteistön kunnossapidon toimintaa. Järjestelmillä on tarvittavat yhteydet kiinteistön muihin järjestelmiin, kuten rakennusautomaatioon. Käyttäjäkunnan muodostavat kiinteistöä hallinnoiva organisaatio sekä kunnossapitoa hoitava mahdollisesti ulkopuolinen yritys. Käyttäjistä tärkeimmässä asemassa ovat kunnossapidon työntekijät, jotka tuottavat järjestelmään jatkuvasti uutta tietoa.[19.]

Kunnossapidon tietojärjestelmät sisältävät yleensä seuraavat osa-alueet: [19.]

1. Kunnossapitokortistot, joihin kuuluvat esimerkiksi laitekortit, laitepaikkakortit ja varaosakortit.
2. Päiväkirjat, kuten kulutusseurannasta saatavat kulutuspäiväkirjat sekä kunnossapitopäiväkirjat.
3. Posti, johon liittyy järjestelmän sisäinen sähköposti, tilausten käsittely ja laskut.
4. Kunnossapitotöiden ohjaus, joka kattaa vikaseurannan, huollon ja työn suunnittelun päivittäis-, viikko- sekä vuodenaikatasolla.
5. Materiaalien ohjaus, varasto- ja ostojärjestelmä.
6. Kustannuslaskenta, jolla hoidetaan kustannusten valvonta ja jälkilaskenta.
7. Pääkäyttäjän toiminnot, kuten käyttöoikeuksien hallinta.
8. Raportointi, jolla saadaan sovelluskohtaiset valmiit raportit.

Kunnossapitokortistot ovat kunnossapidon tietojärjestelmien ydin, jonka tietoja muut käytössä olevat sovellukset käyttävät hyväksi. Kunnossapitokortisto sisältää tiedot ja kuvauksen rakennuksista sekä niissä käytettävistä järjestelmistä hierarkioineen, koneineen, laitteineen ja varaosineen sekä tiedot niihin liittyvistä asiakirjoista ja huolto-ohjeista. Päiväkirjat palvelevat huoltohenkilöstöä pienempien töiden korjaus- ja vikahistoriana, jonne voi tallentaa tiedot tehdyistä toimenpiteistä kaikkien näkyville. Posti-sovelluksella järjestelmässä voi lähettää ja vastaanottaa viestejä eri käyttäjien välillä.[19.]

Kunnossapitotöitä ohjataan niiden luonteen mukaan, ja ne voidaan jakaa sen perusteella kolmeen pääryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat viat ja muut häiriöt, jotka vaativat usein pikaista korjausta. Nämä työt valvotaan vikaseurannan avulla. Toiseen ryhmään kuuluvat säännöllisesti toistuvat toimenpiteet, kuten vuosihuollot ja määräaikaistarkastukset. Nämä toimenpiteet suunnitellaan, ohjataan ja valvotaan huoltosovelluksella. Kolmannen ryhmän muodostavat kertaluonteiset työt, joita on aikaa suunnitella työn edellyttämällä tavalla. Nämä työt voivat olla joko pieniä korjauksia tai suurempia muutostöitä, joihin kiinteistönhuoltohenkilöstö osallistuu. Työt suunnitellaan, ohjataan ja valvotaan työnsuunnittelu-sovelluksella.[19.]

5 ASUINKIINTEISTÖJEN ENERGIATEHOKKUUS

5.1 Yleistä

Rakennus- ja kiinteistöala on energiatehokkuuden parantamisen kannalta keskeinen ala Suomessa. Tuotetusta energiasta yli 40 prosenttia kuluu rakennusteollisuuden, rakentamisen ja olemassa olevan rakennuskannan lämmön- ja sähköntuotantoon.[20.]

Energiatehokkuus käsitteenä tarkoittaa suuremman tuotoksen aikaansaamista samalla tai pienemmällä energiamäärällä, säilyttäen samalla palvelun taso ja huomioiden turvallisuus ja terveellisyysnäkökohdat. Rakennuksen energiatehokkuutta tarkastellessa kiinnitetään huomiota yleiseen laatutasoon, kuten sisäilmastoon ja valaistukseen, käyttöasteeseen, käyttäjien määrään, käytössä oleviin tiloihin ja niiden käyttöaikoihin sekä energiatekniseen laatuun, johon vaikuttavat mm. rakennusvuosi, tehdyt energiakorjaukset ja lämmitystapa.[21.]

5.2 Energiatodistus

Rakennuksen energiatodistuksen taustalla on EU:n direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. Suomessa laki uusien rakennuksien energiatodistuksesta tuli voimaan vuoden 2008 alussa. Se velvoittaa energiatodistuksen tekemiseen kaikille rakennuksille, joiden rakennuslupa on haettu 1.1.2008 jälkeen. Vuoden 2009 alusta alkaen on energiatodistus vaadittu vuokraus- tai myyntitilanteessa myös olemassa olevilta rakennuksilta. Poikkeuksena ovat ennen 1.1.2008 valmistuneet pientalot ja enintään kuusi asuntoa sisältävät asuinrakennukset tai rakennusryhmät, joille todistus on kuitenkin suositeltava, sekä rakennukset, joiden pinta-ala on enintään 50 m², vapaa-ajan rakennukset, joiden käyttö on korkeintaan 4 kk vuodessa, suoje-lukohteet, teollisuus- ja korjaamorakennukset sekä kirkon tai muun uskonnollisen yhdyskunnan omistamat rakennukset, joita käytetään pelkästään kokoontumiseen.[22.]

Energiatodistuksessa ilmoitetaan rakennuksen tarkoitustaan vastaavaan käyttöön tarvitsema energiamäärä. Tätä energiamäärää ilmaisee energiatehokkuusluku. Luku ilmaisee rakennuksen tarvitseman energian sen bruttopinta-alan suhteen. Käyttötarkoituksen perusteella rakennukset jaetaan ryhmiin. Kullekin ryhmälle on olemassa oma asteikkonsa, jolta selviää rakennuksen energialuokka. Uudisrakentamisessa energiatehokkuus arvioidaan laskennallisesti,

ja jo olemassa olevien rakennusten osalta energiatehokkuus ilmoitetaan luotettavien kulutus-tietojen perusteella.[22.]

Erillisen energiatodistuksen voi antaa tehtävän suorittamisen edellyttämät pätevyysvaatimuk-set täyttävä henkilö. Pätevyydestä on säädetty ympäristöministeriön asetuksella, ja pätevyy-den varmentaa ympäristöministeriön hyväksymä pätevyuden toteaja. Uudisrakennuksen energiaselvitykseen sisältyvän energiatodistuksen antaa pääsuunnittelija. Todistus varmenne-taan ennen rakennuksen käyttöönottoa. Energiakatselmuksen yhteydessä annettavan energia-todistuksen antaa katselmoinnin suorittaja ja isännöintitodistukseen sisältyvän energiatodis-tuksen antaa isännöitsijä tai hallituksen puheenjohtaja.[22.]

Energiatodistuksen voimassaolosta on laissa säädetty seuraavaa: [22, §4.]

”Rakennuslupamenettelyn yhteydessä annettu yli kuuden asunnon asuinrakennuksen tai ra-kennusryhmän taikka pääosin liike- tai palvelurakennuksen energiatodistus on voimassa neljä vuotta.

Rakennuslupamenettelyn yhteydessä annettu enintään kuuden asuinrakennuksen tai raken-nusryhmän energiatodistus on voimassa kymmenen vuotta.

Erillinen energiatodistus ja energiakatselmuksen yhteydessä annettu energiatodistus on voi-massa kymmenen vuotta.”

Energiatodistuksen myötä kuluttajilla on parempi mahdollisuus vertailla kiinteistöjä niiden energiatehokkuuden perusteella. Kiinteistönomistajalle energiatodistus kertoo omistamansa kiinteistön energiatehokkuuden tason ja voi antaa aihetta toimiin, joilla energiatehokkuutta pyritään parantamaan.

5.3 Energiakatselmus

Energiakatselmuksen tarkoitus on todentaa katselmoitavan kiinteistön energian käyttö ja energiankäytössä olevat säästömahdollisuudet sekä esittää kannattavuutensa perusteella mahdolliset säästötoimenpiteet. Asuinkerrostalojen energiakatselmuksen tavoitteena on mää-rittää kunkin kohteen energiansäästökohteet ja -potentiaali, sisäilmaston viihtyvyys ja terveel-lisyys sekä mahdollisten säästötoimenpiteiden CO₂-vaikutus huomioon ottaen. Katselmuk-

sella on myös tarkoitus opastaa ja motivoida asukkaita sekä huoltohenkilökuntaa toimimaan energiataloudellisemmin.[23.]

Katselmus sisältää kenttätöosuuden, analysointiosan ja raportoinnin. Kenttätöövaiheessa tutustutaan kohteeseen ja tutkitaan kaikki kohteen energiankulutukseen vaikuttavat tekijät. Tekniset järjestelmät käydään läpi kohteen huollosta vastaavan tai ne muuten hyvin tuntevan henkilön kanssa. Järjestelmien toiminta tarkastetaan energiataloudellisuus huomioiden, tehdään huoneistokäynnit, joiden vähimmäismäärä on 10 % kohteen asunnoista, sekä tarvittavat mittaukset, joita ovat mm. kulutus- ja lämpötilamittaukset. Kohteeseen tulee tutustua niin hyvin, että saatujen tietojen perusteella kohde voidaan luotettavasti mallintaa ja saada mahdolliset säästöpotentiaalit esille.[23.]

Analysointiosassa kohde mallinnetaan toteutuneiden kulutusten mukaan sekä selvitetään mahdolliset säästökohteet. Tavoitteena on malli, joka kuvaa kohdetta mahdollisimman hyvin. Mallin avulla tarkastellaan parannuskohteiden vaikutus nykytilanteeseen. Tässä osassa määritetään myös kaukolämmön tarvittava tilaustaso ja verrataan sitä nykyiseen tilaustasoon. Kun malli saadaan mahdollisimman hyvin todellista vastaavaksi, voidaan säästöpotentiaali määrittellä suoraan mallin avulla.[23.]

Säästötoimenpiteiden käsittelyyn kuuluu säästöpotentiaalini eli tarpeettoman kulutuksen tunnistaminen, säästötoimenpiteen toteutusvaihtoehtojen tarkastelu, parhaan vaihtoehdon valitseminen, investoinnin kannattavuuslaskelmat sekä useiden säästötoimenpiteiden kokonaisvaikutuksen tarkastelu. Säästötoimenpiteet voivat liittyä kiinteistön käyttöön ja taloteknisiin järjestelmiin. Tässä tapauksessa säästöä saadaan pääasiassa talotekniikan tarkoituksenmukaisemmalla käytöllä ja toiminnan optimoinnilla. Tällöin tulee huomioida, että esimerkiksi ilmastoinnin käyntiaikojen muutoksella sisäilmasto pysyy vaatimusten mukaisella tasolla.[23.]

Toinen mahdollinen säästötoimenpide on asukkaiden käyttötottumuksiin vaikuttaminen, jolla pyritään myös karsimaan turhaa kulutusta. Asukkaille kerrotaan heidän mahdollisuudestaan vaikuttaa rakennuksen kulutuksiin, joista aiheutuvat kustannukset tulevat yleensä vuokran tai vastikkeen korotuksina asukkaiden itsensä maksettaviksi. Kulutustottumusten muutoksella saavutettavaa säästöpotentiaalia voidaan käyttää keinona asukkaiden motivointiin.[23.]

Kolmas säästötoimenpide liittyy rakennustekniikkaan. Selvitetään ikkunoiden ja ulko-ovien energiatalouteen liittyvät korjaustarpeet sekä selvät ilmavuodot ja kylmäsilat vaipan osalta.

Näissä säästötoimenpiteissä viitataan mahdolliseen kuntoarvioon tai -tutkimukseen, jos sellainen on tehty. Muussa tapauksessa niitä suositellaan tehtäväksi.[23.]

Raportti on kirjallinen dokumentti, jossa suoritettujen tutkimusten tulokset analysoidaan, esitetään mahdolliset säästö- ja parannusehdotukset sekä annetaan ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi.[23.]

6 TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MENETELMÄT

6.1 Vertailukohteiden valinta

Tutkimukseen valittiin kahdeksan kappaletta KOY Kajaanin Pietarin rivitalokohteita ja niille vertailukohteet Petterinkulmalta. Kohteille asetettiin vaatimukseksi lämmitysmuodon osalta kaukolämpö. Pietarin kohteissa DDC-järjestelmä sisältää säätöpiirit lämmitysverkostolle ja lämminvesiverkostolle. LVIS-järjestelmien hälytykset, ohjaukset ja käyntivalvonnat on liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Petterinkulman lämmitys- ja lämminvesiverkostojen säätö on toteutettu digitaalisilla yksikkösäätimillä. Ihanteellinen lähtökohta tutkimukselle olisi ollut, jos vertailukohteiksi olisi löytynyt useammalta eri vuosikymmeniltä olevia, erilaisella ilmanvaihtotekniikalla varustettuja, sekä korjaamattomia että peruskorjattuja rakennuksia. Tällaista lähtökohtaa ei kuitenkaan saavutettu jo senkään takia, että edes Pietarin tarjonta ei ollut tarpeeksi monipuolista kattamaan kaikkia ehtoja. Valitut kohteet on rakennettu 1980- ja 1990-luvuilla, ja ne ovat kahta kohdetta lukuun ottamatta peruskorjaamattomia.

Vertailuun valittiin seuraavat rivitalokohteet:

KOY Kajaanin Pietari

Askeltie 2

Askeltie 3

Haukantie 9–11

Kankurintie 1

Kankurintie 2

Kankurintie 3

Tattitie 2

Tilhitie 1–3

KOY Petterinkulma

Honkakatu 2

Lohkarekuja 2

Poskipuronkatu 9

Saunatie 1

6.2 Lähtötietojen keräys

Valituista kohteista kerättiin tiedot taloteknisistä järjestelmistä, lämmitettävien tilojen pinta-aloista, rakennusvuosista, tehdyistä peruskorjauksista, asukasmäärästä sekä kulutuksista. Kulutustiedot kerättiin vuosilta 2007–2009. Jokaisen kohteen kerätyt tiedot ovat liitteenä (liite 2). Pietarin kohteiden tiedot saatiin perustietojen osalta yhtiön kotisivuilta ja Hohtonetistä sekä energian-, sähkön-, ja vedenkulutuksen osalta EMC-sovelluksesta, josta saatiin myös toteutuneet lämmitystarveluvut Kajaanissa kyseisinä vuosina. Petterinkulman perustiedot saatiin lämpimien tilojen pinta-aloja lukuun ottamatta valmiiksi lomakkeille täytettynä suoraan kiinteistöasakeyhtiöstä. Tarvittavat pinta-alat selvitettiin kohteiden piirustuksista ja lämmitystarveluvut Iisalmen vertailupaikkakunnalla, eli Kuopiossa, Talotekniikka-lehden Internet-sivuilta.

Vertailussa oleviin Pietarin kohteisiin käytiin tutustumassa paikanpäällä. Kerättyjen lähtötietojen perusteella kohteista saatiin hyvä kuva jo ennen kohteeseen menoa, mutta mahdollisiin epäselvyyksiin pyrittiin saaman vastaukset kohteessa käynnin aikana. Kunkin kohteen huoltomiehen ollessa mukana saatiin järjestelmien käyttäjänkin kommentit tarvittaessa esimerkiksi laitteiden toimivuuteen liittyen. Kohteissa kiinnitettiin erityisesti huomiota lämmönjakohuoneisiin, joissa lämmönjakeluun ja kiinteistöautomaatioon liittyvä tekniikka rivitalossa pääasiassa sijaitsee.

Automaatiojärjestelmien ja kulutusseurantaohjelman vaikutusta kiinteistönhoitoon lähdettiin arvioimaan huoltohenkilökunnalle suunnatun kyselyn (liite 1) perusteella. Kysely lähetettiin molempien yhtiöiden huoltohenkilökunnalle sähköpostilla. Kyselyllä pyrittiin saamaan selville, miten automaatiotekniikka vaikuttaa päivittäisiin ja pidemmän aikavälin työtehtäviin ja sitä kautta kiinteistöhoitokustannuksiin, mitä tehtäviä automaatio lisää, mitä vähentää, mitä uusia tehtäviä se tuo ja mitkä tehtävät jäävät automaation myötä mahdollisesti kokonaan pois. Lisäksi arvioitiin, saadaanko järjestelmistä paras mahdollinen hyöty ja toimivatko ne tarkoituksenmukaisesti.

6.3 Kulutustietojen vertailu

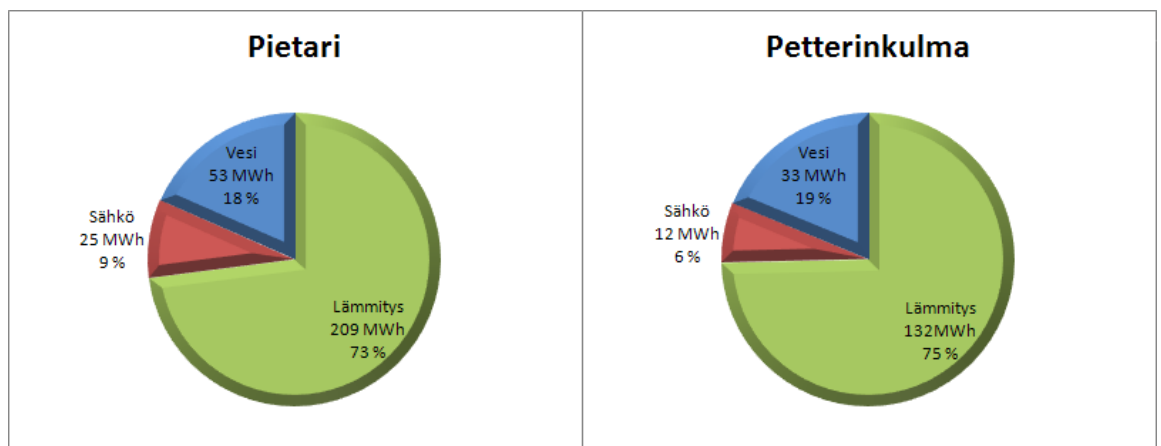
Lämmitysenergiankulutukset normeerattiin Jyväskylään (kaava 1), jolloin eri paikkakuntien tiedot saatiin sijainnin puolesta toisiinsa nähden vertailukelpoisiksi. Keskinäistä vertailua varten lämmitys- ja sähkönkulutustiedot suhteutettiin rakennusten lämmitettävään pinta-alaan. Normitetun lämmönkulutuksen ja sähkönkulutuksen summa jaettuna lämmitettävällä pinta-alalla on energiatehokkuuslukua vastaava luku sillä erotuksella, että se huomioi pelkästään tilat, joissa lämpöenergiaa kuluu. Tällöin rakennus, jossa kylmien tilojen osuus bruttopinta-alaan nähden on suuri, saa suhteessa korkeamman ET-luvun kuin rakennus, jossa kylmää tilaa on vähän. Tällä toimenpiteellä saatiin yksi osatekijä vähemmäksi, kun tarkoitus oli verrata käytetyistä järjestelmistä johtuvia eroja, eikä rakenteellisia eroja alettu selvittää yksityiskohteisesti. Lämmönkulutuksesta vähennettiin lisäksi lämpimän käyttöveden kuluttaman energian osuus, käyttäen kulutustietona 40 % kokonaisvedenkulutuksesta. Energiankulutus laskettiin kaavalla 2.

Veden kulutuksesta käytettiin vertailussa ominaiskulutusta litroina asukasta kohden vuorokaudessa. Lisäksi vertailtiin veden lämmittämiseen käytettävän energian kulutuksia.

Vertailu tehtiin Excel-ohjelmalla, jolla laskettiin kerättyjen lähtötietojen perusteella tarvittavat vertailutiedot jokaiselle kohteelle. Liite 3 sisältää laaditut Excel-taulukot.

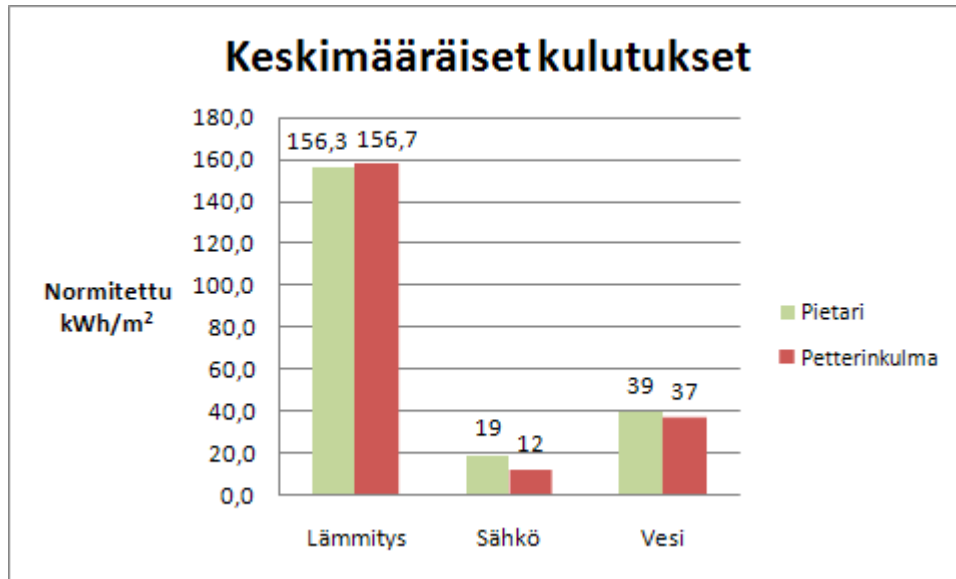
7 TUTKIMUSTULOKSET

Kuvassa 8 on vuosina 2007–2009 toteutuneiden kulutuslukemien perusteella esitetyt Pietarin ja Petterinkulman kulutusjakaumat. Molempien yhtiöiden kulutukset jakaantuivat hyvin samalla tavalla. Suurin yksittäinen ero on sähkön osuudessa, joka on Pietarilla 9 % ja Petterinkulmalla 6 % kokonaisenergiankulutuksesta. Kuviot perustuvat todellisiin mitattuihin lukemiin, joita ei ole normitettu.



Kuva 8. Kulutusjakaumat

Keskimääräiset lämmityksen, sähkön ja lämpimän käyttöveden energiankulutukset vuosina 2007–2009 on esitetty kuvassa 9. Pietarin kohteissa kului tilojen lämmitykseen 156,3 kWh/m², sähkөөn 19 kWh/m² ja veden lämmitykseen 39 kWh/m². Petterinkulman vastaavat luvut ovat 156,7 lämmityksen, 12 kWh/m² sähkön ja 37 kWh/m² veden lämmityksen osalta. Lämmityksen osalta tulos on erittäin tasainen. Pietarin kohteet kuluttavat tilojen lämmitykseen keskimäärin noin 0,4 kWh vähemmän neliötä kohden kuin Petterinkulman kohteet. Sähköä ja lämpimään käyttöveteen kuluva energiaa Pietarin kohteissa käytettiin enemmän. Sähkön osalta erotus on 7 kWh, ja lämpimään käyttöveteen energiaa käytettiin 2 kWh enemmän neliötä kohden. Prosentteina erot ovat 1,2 % lämmityksen, 57 % sähkön ja 7 % veden lämmityksen osalta. Pinta-aloissa on huomioitu pelkästään lämmitettävät tilat.



Kuva 9. Keskimääräiset kulutukset vuosina 2007-2009

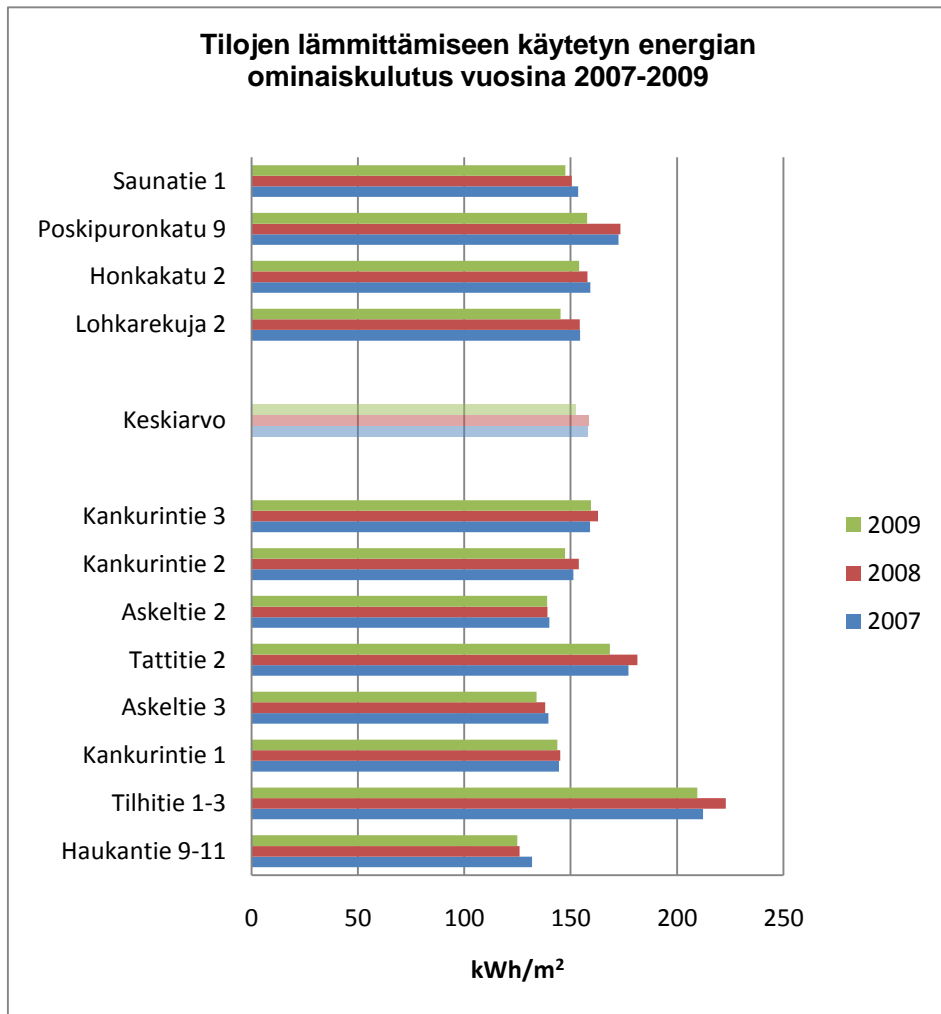
7.1 Lämmitys

Kuvassa 10 on esitetty tilojen lämmittämiseen käytetyn energian ominaiskulutukset kohteittain. Pietarin kohteista Tilhitie 1–3:ssa sekä Tattitie 2:ssa kului eniten lämmitysenergiaa lämmintä neliometriä kohti. Tilhitiellä lämmitysenergiankulutus oli keskimäärin 215 kWh/m² ja Tattitiellä 176 kWh/m² vuodessa. Petterinkulman kohteista eniten lämmitysenergiaa kului Poskipuronkatu 9:ssä, jossa kolmen edellisvuoden keskiarvo oli 168 kWh/m² vuotta kohden. Tilhitie 1-3:n suurta lämmitysenergiankulutusta voidaan selittää osaksi sillä, että kohde sijaitsee hyvin avonaisella paikalla, jossa ei ole muita kiinteistöjä tai puita suojaamassa tuulelta. Tuulen vaikutuksesta lisääntyvä lämmön johtuminen on niin suuri, että pelkästään ulkolämpötilakompensoitu lämpötilansäätö ei riitä pitämään sisälämpötilaa sopivalla tasolla ja tästä johtuen kohteessa on käytössä tuulianturi, jolla korjataan pattereille menevän veden lämpötilaa tuulen mukaan. Kohde on rakennettu vuonna 1981 ja peruskorjattu vuonna 2002, jolloin energiankulutukseen vaikuttavina toimenpiteinä vaihdettiin ulko-ovet ja ikkunat sekä lämmitysjärjestelmää parannettiin vaihtamalla lämmönsiirtimet ja samalla järjestelmä tasapainotettiin.

Pietarin kohteet Kankurintie 1,2 ja 3 ovat niin sanottuja SAVE-taloja, joissa on käytössä asuntokohtaisen lämmön- ja vedenmittauksen mahdollistava SAVE-järjestelmä. Näissä kohteissa asukas voi itse vaikuttaa asuntonsa lämpötilaan, joko nostamalla tai laskemalla sitä.

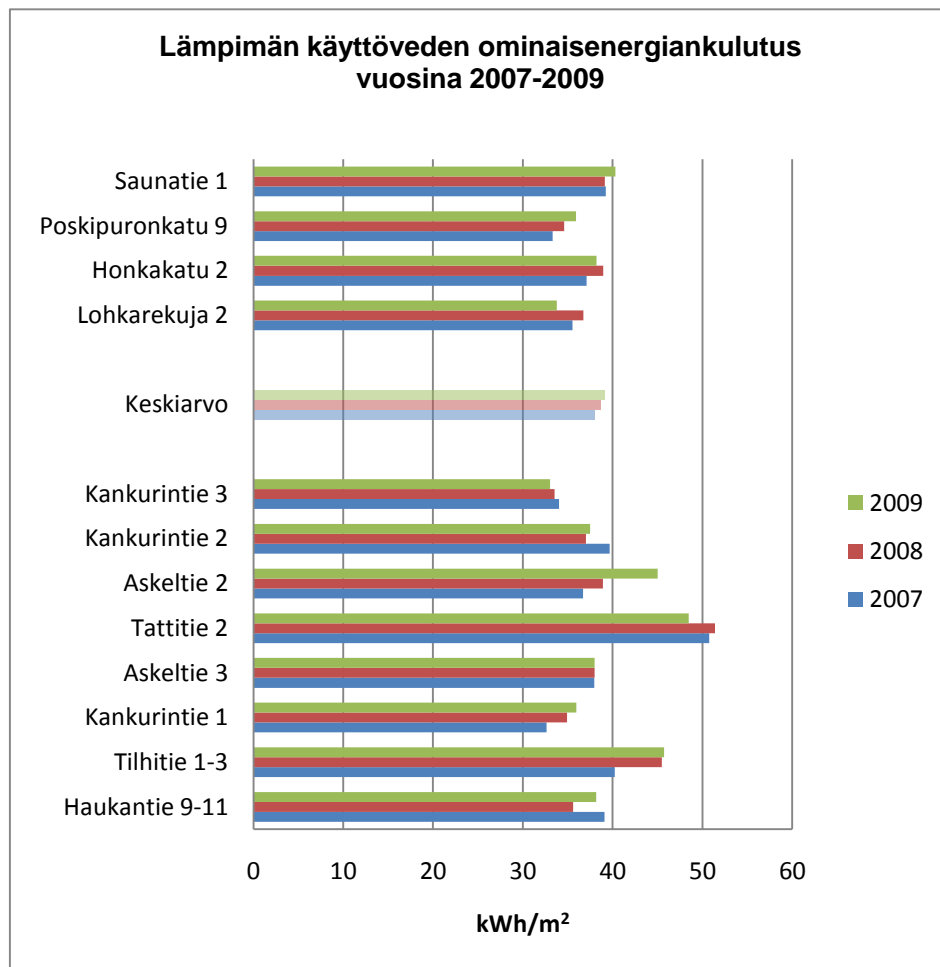
Asukkaita laskutetaan kuukausittain lämmöstä ja vedestä arvioon perustuen, ja puolivuositaisella tasauslaskulla varmistetaan, että asukkaat maksavat vain oman kulutuksensa mukaan. SAVE-talojen lämmitysenergian kulutus on vertailukohteiden keskitasoa, mutta suurempia kulutuksia ei Pietarin kohteissa ole muualla kuin Tilhitie 1–3:ssa ja Tattitie 2:ssa. Lämmönkulutus voi olla hieman suurempaa kuin ilman asuntokohtaista lämmönsäätöä, koska asukkaat voivat pitää lämpötilaa asunnossaan normaalia tasoa korkeammalla. Tämän väitteen tueksi tulostettiin yhdestä SAVE-kohteen asunnosta kuluva vuoden alusta kulutustiedot, joista nähtiin, että asunnon lämpötila oli säädetty hieman yli 22 asteeseen. Pietarin asunnoissa lämpötila pyritään normaalisti pitämään 21 asteessa.

Vähiten lämmitysenergiaa Pietarin kohteissa käytettiin Haukantie 9–11:ssä, jossa ominaiskulutus oli samalla myös Petterinkulman kohteet huomioituna kaikista matalin. Energiaa kului 128 kWh/m² vuodessa. Petterinkulman kohteista matalimmat lämmitysenergian kulutukset olivat Lohkarekuja 8:ssa ja Saunatie 1:ssä, joissa energiaa kului vuodessa 151 kWh/m². Haukantien kulutus on yllättävän pieni, kun kyseessä on koko vertailun vanhin kiinteistö. Se on rakennettu vuonna 1980, mutta peruskorjattu vuonna 1999, jolloin yläpohjaan lisättiin puhallusvillaa 100 mm, uusittiin lämmönsiirtimet ja lämmitysjärjestelmä tasapainotettiin. Petterinkulman Lohkarekuja 8:ssa on vertailun ainoana käytetty lämmöntalteenottoa.



Kuva 10. Tilojen lämmittämiseen käytetyn energian ominaiskulutus vuosina 2007–2009. Vertailuperusteena kWh/m².

Käyttöveden lämmitykseen kulunut lämpöenergia on esitetty kuvassa 11. Luvut on laskettu kokonaisvedenkulutuksen perusteella, käyttäen lämpimän veden osuutena 40 prosenttia. Pienin kulutus Pietarin kohteista oli Kankurintie 3:ssa, keskimäärin 34 kWh. Selvästi eniten energiaa käyttöveden lämmitykseen kului Tattitie 2:ssa, jossa keskimääräinen kulutus oli 50 kWh lämmintä neliötä kohti. Petterinkulman vastaavat ääripäät olivat Poskipuronkatu 9; 35 kWh, ja Saunatie 1; 40 kWh.

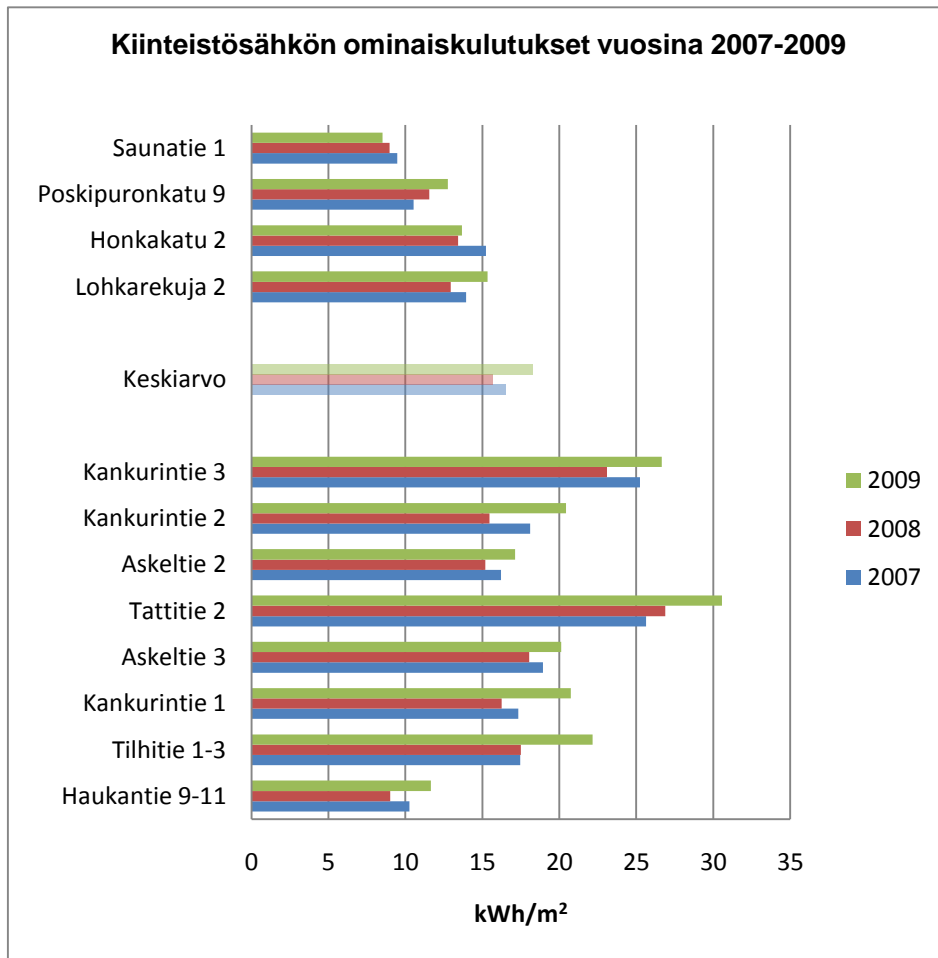


Kuva 11. Lämpimän käyttöveden ominaisenergiankulutus vuosina 2007–2009. Vertailuperusteena kWh/m².

7.2 Sähkönkulutus

Kiinteistösähkön ominaiskulutukset on esitetty kuvassa 12. Pietarin kohteista matalin sähkönkulutus oli Haukantie 9–11:ssä; keskimäärin 10 kWh/m² vuodessa. Se on koko joukon toiseksi matalin lukema, kun Petterinkulman kohteista vähiten sähköä kului Saunatie 1:ssä, jossa kulutus oli 9 kWh/m².

Sähköä Pietarin kohteista eniten kuluttivat Tattitie 2 ja Kankurintie 3. Tattitien kulutus oli 28 kWh/m² ja Kankurintie 3:n 25 kWh/m² vuodessa. Kuvasta näkee, että Pietarin kaikki muut kohteet Haukantie 9-11:tä lukuun ottamatta kuluttivat enemmän sähköä kuin yksikään Petterinkulman kohde.



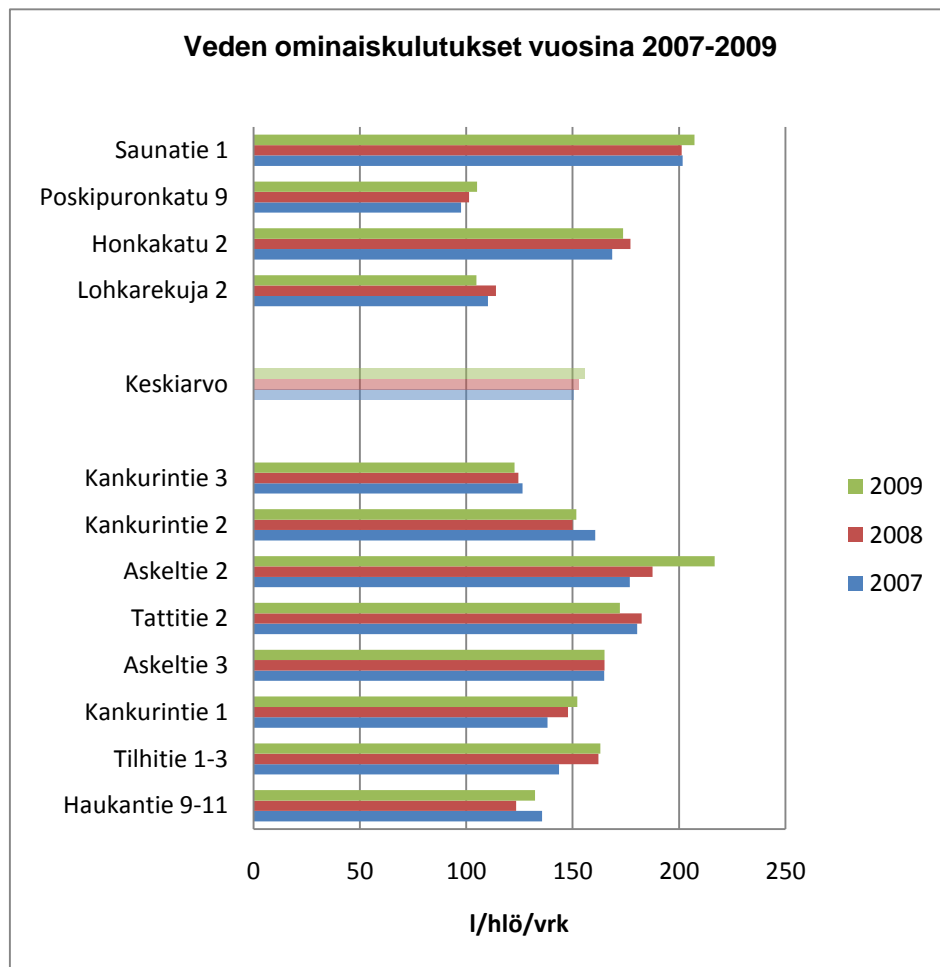
Kuva 12. Kiinteistösähkön ominaiskulutukset vuosina 2007–2009. Vertailuperusteena kWh/m².

7.3 Vedenkulutus

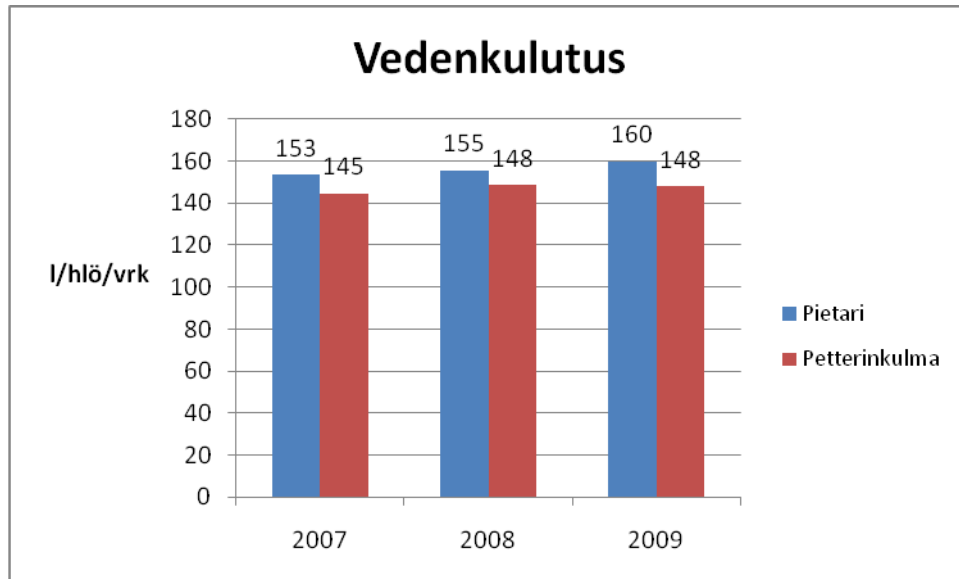
Veden ominaiskulutukset on esitetty kuvassa 13. Siinä erottuvat selvästi Pietarinkulman kohteet Poskipuronkatu 9 ja Lohkarekuja 2, joissa on asuntokohtainen vedenmittaus. Molemissa kulutus oli keskimäärin vain vähän yli 100 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa. Pietarin kohteista matalin kulutus oli Kankurintie 3:ssa, jossa on myös asuntokohtainen mittaus. Siellä vettä kului keskimäärin 125 litraa henkilöä kohti vuorokaudessa. Kankurintie 1:ssä ja 2:ssa on myös asuntokohtainen vedenkulutuksen mittaus, ja niissä vedenkulutus oli 150 litran luokkaa. Haukantie 9–11:ssä oli Pietarin kohteista toiseksi matalin vedenkulutus. Siellä ei ole käytössä asuntokohtaista vedenmittausta, ja vettä kului keskimäärin 130 litraa. Suurin

keskimääräinen vedenkulutus oli Pietarin kohteista Askeltie 2:ssa 194 litraa ja Petterinkulman kohteista Saunatie 1:ssä 203 litraa per asukas per vuorokausi.

Kuvassa 14 on esitetty vielä vedenkulutuksen vuosittaiset keskiarvot molempien yhtiöiden osalta. Kuvasta nähdään, että Pietarin kohteissa käytetään asukasta kohti keskimäärin noin 9 litraa enemmän vettä vuorokaudessa verrattuna Petterinkulman kohteisiin.



Kuva 13. Veden ominaiskulutukset vuosina 2007–2009. Vertailuperusteena l/hlö/vrk.



Kuva 14. Vedenkulutus vuosina 2007–2009

7.4 Kyselytutkimuksen tulokset

Kysely lähetettiin kymmenelle Pietarin huoltomiehelle ja kuudelle Petterinkulman miehelle. Kyselyyn vastasi Pietarin huoltomiehistä kuusi ja Petterinkulman miehistä kolme. Vastausprosentti oli Pietarin osalta 60 % ja Petterinkulman vastaavasti 50 %. Kokonaisuutena kyselyyn vastasi 56,3 prosenttia kyselyn saaneista.

Kyselyn toisessa kohdassa tiedusteltiin henkilöstön kokemusta kiinteistönhoito- ja huolto- tehtävistä. Kyselyyn vastanneet Pietarin huoltomiehet olivat kaikki olleet alalla yli 5 vuotta, ja heistä 5/6 oli toiminut alalla ainakin 15 vuotta. Petterinkulman vastaajista kaikki olivat toimineet alalla yli 10 vuotta, ja heistä 2/3:lla oli ainakin 15 vuoden kokemus kiinteistönhuoltotehtävistä. Vastaajien kokemuksen perusteella voi tehdä johtopäätöksen, että joukossa on hyvin vähän jos ollenkaan niin sanotun tietokonesukupolven edustajia, mutta kohtalaisen hyvä vastausprosentti osoittaa, että tietokonetta on totuttu työssä kuitenkin käyttämään.

Kolmas kohta koski huoltohenkilöstön vastuulla olevien kiinteistöjen määrää. Kyselyn vastausten perusteella Pietarin yksi huoltomies vastasi keskimäärin kymmenen kiinteistön huollosta, kun Petterinkulman henkilöstön vastuulla oli yhtä miestä kohden keskimäärin

kaksitoista kiinteistöä. Jos otetaan tarkasteluun yhtiöiden kotisivuilla ilmoitetut kiinteistöt ja jaetaan ne tasan kyseisen yhtiön huoltomiesten kesken, on tulos seuraava:

KOY Kajaanin Pietarilla on yhtiön kotisivujen mukaan yhteensä 99 kiinteistöä ja yhtiöllä on kymmenen huoltomiestä. Yhden miehen vastuulla on silloin noin kymmenen kiinteistöä.

KOY Petterinkulmalla on yhtiön kotisivujen mukaan yhteensä 67 kiinteistöä ja huoltomiehiä on yhtiössä kuusi. Yhden miehen vastuulla on siis noin yksitoista kiinteistöä.

Tarkastelu osoittaa, että kyselyn keskiarvo vastaa tältä osin varsin hyvin todellista tilannetta. Vertailussa mukana olleiden kiinteistöjen koossa oli eroa yhtiöiden välillä. Liite 3:n neljännen sivun taulukossa näkyy kohteiden pinta-alojen keskiarvo, joka on Pietarilla noin 47 % suurempi kuin Petterinkulmalla. Eli vaikka Pietarin huoltomiehillä on vähemmän kiinteistöjä vastuullaan, ne ovat kuitenkin keskimäärin suurempia kuin Petterinkulman huoltomiesten vastuulla olevat kiinteistöt.

Kyselyn neljännessä kohdassa kysyttiin vastaajien mielipidettä siihen, miten hyvin he kokivat olevansa perillä vastuullaan olevien kiinteistöjen energiankulutukseen vaikuttavien järjestelmien kunnosta. Petterinkulman miehet olivat vastausten mukaan hieman paremmin tietoisia kyseisten järjestelmien kunnosta, kuin Pietarilla oltiin. Tähän voi vaikuttaa se, mikä tuli esille myös kyselyn kahdeksannessa ja yhdeksännessä kysymyksessä, joissa kysyttiin, miten viat järjestelmissä havaitaan ja miten ne paikannetaan. Petterinkulmassa huoltomiehet käyvivät useammin paikanpäällä, esimerkiksi lukemassa mittarit ja lisäksi laitteen toimintaa seurattiin fyysisesti, jolloin myös viat useimmin havaittiin ja paikannettiin. Pietarilla paikanpäällä käyntejä oli vähemmän ja laitteiden toimintaa seurattiin enemmän seurantajärjestelmällä, jolla vikojen paikantaminen myös useimmiten tapahtui.

Kyselyn viidennessä kohdassa kysyttiin, miten hyvin huoltomiehet voivat mielestään itse vaikuttaa siihen, että huoltotoimenpiteet tehtäisiin ennakoivasti. Vastausten perusteella Petterinkulmassa ennakoiviin huoltoihin voitiin vaikuttaa paremmin kuin Pietarilla. Petterinkulmasta kaikki vastasivat kysymykseen, että voivat vaikuttaa ennakoivaan huoltoon hyvin, kun Pietarilta vastaukset painottuivat kohtalaiseen. Seitsemännessä kohdassa kysyttiin, missä vaiheessa järjestelmissä viat useimmin havaitaan. Molempien yhtiöiden vastaukset painottuvat samalla tavalla. Ennakoivan huollon ansiosta vikoja pystyttiin jonkin verran välttämään ja viat havaittiin usein silloin, kun laitteen teho heikkenee vian seurauksena.

Vikojen havaitseminen ei tapahtunut ainakaan usein vasta silloin, kun järjestelmän toiminta lakkaa tai asukkailta tulee palautetta.

Kymmenes kohta koski vikahälytyksiä, ja niitä tulee Pietarin huoltomiehille keskimäärin noin neljä kertaa viikossa jokaista kiinteistöä kohti, kun Petterinkulmassa niitä tulee vain yksi. Kyselyssä kävi ilmi, että automaatio itsessään aiheutti Pietarilla paljon hälytyksiä ja niistä turhia hälytyksiä oli paljon. Toimivat järjestelmät vähensivät paikalla käyntejä, mutta huonosti toimivat lisäsivät käyntejä selvästi. Yhdennessätoista kohdassa kysyttiin asukkailta tulevista yhteydenotoista eri asioihin liittyen, ja vastausten perusteella Petterinkulmassa asukkaat olivat tyytyväisempiä, kun tyytyväisyyttä mitataan yhteydenottojen määrällä. Lämmityskaudella tuli molempiin yhtiöihin valituksia viikoittain ja valitukset koskivat useimmin sisälämpötiloja.

Kohdat 13 ja 14 koskivat kulutusten seuraamista, eli miten ja kuinka usein yhtiöissä kulutuksia seurattiin. Pietarin huoltomiehet seurasivat kulutuksia seurantaohjelmasta ja kulutustiedot saatiin etäluentana suoraan seurattavilta mittareilta. Petterinkulmassa kulutustiedot kerättiin mittareilta manuaalisesti, mutta kulutuksia tarkkailtiin keskimäärin useammin kuin Pietarilla.

Kohdissa 15, 16 ja 17 kysyttiin järjestelmien säädöistä. Mihin säätöihin voitiin vaikuttaa ja miten säätöjä toteutettiin. IV-koneiden käyntiaikoihin voitiin vaikuttaa molemmissa yhtiöissä. Vastausten perusteella Pietarin huoltohenkilöstöstä kaikki eivät pystyneet vaikuttamaan patteriverkoston menoveden säätökäyrän asetuksiin, joko jyrkkyyden tai suuntaissiirron osalta, mutta Petterinkulman huoltomiehet pystyivät kaikki vaikuttamaan molempiin säätöihin. Molemmissa yhtiöissä säätöjä tehtiin esimerkiksi ilmastointikanavien nuohouksen tai muun huollon yhteydessä ja tarpeen tullen myös silloin, kun säädölle nähtiin olevan aiheutta.

Lopuksi kysyttiin järjestelmien tuntemuksesta ja käytetyistä laitevalmistajista kohdissa 18 ja 19, ja kohdat 20, 21 ja 22 oli varattu oman mielipiteensä esittämistä varten. Vastauksista päätellen järjestelmien nimityksiä ei tunnettu kovin hyvin nimeltä. Kulutusseurantaohjelma oli kuitenkin tuttu lähes kaikille. Pietarin huoltomiehet olivat tekemisissä pääasiassa Siemensin ja SAVE-järjestelmän kanssa, ja Petterinkulmassa käytettiin eniten Oumanin laitteita, mutta myös muiden valmistajien, kuten Siemensin ja Computecin laitteita, oli käytössä.

7.5 Johtopäätökset

Vertailukohteiden energiatehokkuutta tarkasteltiin vielä valtakunnallisella tasolla. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Tarkastelussa käytettiin Motiva Oy:n julkaisussa ”*Asuinkiinteistöalan energiansäästösopimuksen vuosiraportti*” esitettyjä tietoja vuodelta 2008. Asuinkiinteistöalan energiansäästösopimuksessa oli vuoden 2008 loppuun mennessä mukana 33 yhteisöä, joista kyseisen vuoden raportissa on mukana 25. [24.]

Taulukko 1. Kulutukset Pietarissa, Petterinkulmassa ja valtakunnallisella tasolla. Taulukon tiedot ovat vuodelta 2008.

	Pietari	Petterinkulma	Valtakunnallinen taso
Lämmitysenergian kulutus (kWh/m ²)	193	181	208,4
Kiinteistösähkön kulutus (kWh/m ²)	18	12	16,4
Vedenkulutus (l/hlö/vrk)	155	148	144,2

Vertailussa oli Pietarilta kahdeksan kiinteistöä ja Petterinkulmalta vastaavasti neljä. Luotettavampi lopputulos olisi saavutettu, jos vertailukohteita olisi ollut Petterinkulmaltakin enemmän. Molemmilta oli vertailussa kuitenkin kohteet, jotka on rakennettu aikavälillä 1980 luvun alusta 1990-luvun loppuun. Rakenteellisista eroista johtuviin eroihin kulutuksessa ei kiinnitetty muuten huomiota kuin, että kylmät tilat jätettiin laskuista pois, ja että rakennuksia oli molemmilta yhtiöiltä tasaisesti samalta aikaväliltä.

Kun lopputulosta katsotaan suoraan keskiarvojen perusteella, molempien yhtiöiden tilojen lämmitykseen käytettävän energiankulutus näyttää olevan lähes samaa tasoa. Pietarin kohteista Tilhitie 1–3 ja myös Tattitie 1 ovat kuitenkin lämmönkulutuksen osalta selvästi muita kohteita heikompia ja nostavat yhtiön lämmönkulutuksen keskiarvoa selvästi. Tattitie 1 oli vertailun uusin kohde, joten sen korkea lämpöenergiankulutus hieman ihmetyttää. Myös sähkön- ja vedenkulutus olivat kyseisessä kohteessa korkeimmasta päästä, sähkönkulutus neliötä kohti jopa korkein. Jos kyseiset kohteet olisi jätetty vertailusta pois, olisi lopputulos ollut Pietarin kannalta selvästi parempi. Näin ei kuitenkaan tehty, koska lopputulos olisi ollut tekemällä tehty, ja käytettyjen järjestelmien eroista olisi voinut vetää liian suoraa johtopäätöksiä.

Kuvista 10–13 nähdään, että Petterinkulmalla kulutusten vaihtelu on lämmön ja sähkönkin osalta huomattavasti pienempää eri kohteiden välillä kuin Pietarilla. Näistä varsinkin lämmönkulutus on se, mihin automaatiolla pitäisi pystyä eniten vaikuttamaan. Veden kulutuksessa on samanlaista vaihtelua molemmilla, ja alhaiseen kulutukseen vaikuttaa ensisijaisesti asuntokohtainen mittaus. Petterinkulman kohteissa järjestelmät toimivat tasaisen varmasti ja ovat käytössä luotettavia, kulutustaso on valtakunnallisen keskitason tuntumassa ja jopa hie-man sen alla, mutta erityisen alhaisiin lukuihin ei päästä. Pietarin kohteissa on ongelmia järjestelmien toimivuuden ja sen myötä luotettavuuden kanssa. Osassa kiinteistöjä kulutus on selvästi valtakunnallisen keskiarvon alapuolella, mutta vastaavasti on myös erittäin paljon kuluttavia kohteita.

Sähkönkulutus on Pietarilla selvästi Petterinkulman tasoa korkeampi, mutta valtakunnallisessa tarkastelussa vain vähän keskitason yläpuolella. Sähkönkulutuksen vertailuperusteena käytettiin neliöitä, vaikka kulutukseen vaikuttavat kohteen koon lisäksi myös asukkaiden määrä sekä sähköä kuluttavat koneet ja laitteet. Asukkaiden määrä on tosin myös riippuvainen neliöistä, joten suurta vaikutusta vertailuperusteen muuttamisella tuskin olisi ollut.

Kyselytutkimus lähetettiin kaikille Pietarin ja Petterinkulman huoltomiehille, joita oli yhteensä 16. Kyselyyn vastasi heistä 9. Kun vastaajajoukko oli niin pieni, olisi ollut toivottavaa, että kyselyyn olisi vastannut jokainen, jolloin lopputulos olisi sen osalta ollut mahdollisimman luotettava. Näin pienessä joukossa yhdenkin vastaajan mielipide voi olla ratkaiseva lopputuloksen kannalta. Kyselyssä kävi kuitenkin ilmi, että automaatio ja kulutusseurantaohjelman käyttö vähentävät ja helpottavat tietynlaisia töitä, mutta sen mukana seuraa joukko uusia tehtäviä, joita ennen ei ole ollut.

8 YHTEENVETO

Energiansäästäminen on tämän päivän teema niin asumisessa kuin monessa muussakin toiminnassa. Ympäristöystävällisempiä ja energiatehokkaampia ratkaisuja kehitetään koko ajan ja kuluttajia kehoitetaan valitsemaan ympäristöä ja energiaa säästäviä tuotteita. Rakennukset kuluttavat suuren määrän kaikesta tuotettavasta energiasta, ja niiden energiatehokkuuteen on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota. Energiatehokkuuteen panostaminen tuo säästöä lämmitys-, sähkö- ja vesilaskun pienenemisen kautta.

Kiinteistön ylläpitoon on olemassa erilaisia hoitoa ja huoltoa helpottavia järjestelmiä, joiden avulla kiinteistössä tehtävää työn määrää pystytään vähentämään ja samalla saadaan energialaskua pienennettyä energiankäytön optimoinnin avulla hoitokustannusten alenemisen lisäksi. Käytettävä tekniikka on hyvin monimutkaista ja altis häiriöille, jolloin järjestelmät voivat itessään aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Säästöjen aikaansaamiseksi järjestelmät on saatava luotettaviksi ja toimimaan niin kuin on tarkoitettu.

Pietarilla on rivitalokiinteistöjä, jotka pärjäävät energiatehokkuudessa hyvin valtakunnallisella tasolla tarkasteltuna. Vastaavasti on myös kiinteistöjä, joissa energiankulutuksen taso on selvästi normaalia korkeampi. Näiden kiinteistöjen kulutukseen voisi alkaa kiinnittää erityistä huomiota ja selvittää tarkemmin, mistä korkea kulutus johtuu. Johtuuko kulutus järjestelmien huonosta toiminnasta, voidaanko kulutukseen vaikuttaa kiinteistönhoidon keinoin yhdessä asukkaisiin vaikuttamalla vai vaatisiko kulutustason alentaminen järeämpiä toimenpiteitä?

Tulosten perusteella kulutuksissa on vielä parantamisen varaa, mutta hyviäkin tuloksia on jo saavutettu. Tulevaisuudessa eteen tulevien peruskorjausten yhteydessä harkintaan kannattaa ottaa vaipan lämpöhäviöiden pienentäminen, ilmastoinnin muuttaminen LTO-malliseksi ja asuntokohtaiset vesimittarit ainakin silloin, kun putkistoja joudutaan myös muilta osin uusimaan.

LÄHTEET

1. Heinonen M. 1993. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköurakoitsijaliiton Koulutus ja Kustannus Oy. ISBN 952-9756-09-7.
2. Meidän Pietari –lehtiarkisto. Kajaanin Pietarin Internet-sivut. Saatavissa:
<http://www.kajaaninpietari.fi/meid%C3%A4n-pietari-lehti> (Luettu 20.3.2010).
3. Kiinteistöosakeyhtiö Petterinkulman laatukäsikirja.
4. Harju P. 2002. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. Penan Tieto-opus Ky. ISBN 951-98799-3-5.
5. Piikkilä V. 2001. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. ISBN 952-5382-10-9.
6. Motiva Oy. [www-sivu]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutusseuranta (Luettu 26.2.2010).
7. Motiva Oy.[www-sivu]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiankulutus_ja_seurantatiedot (Luettu 26.2.2010).
8. Suomen kiinteistöliitto. 2003. Kiinteistönhoidon käsikirja. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. ISBN 951-685-121-5.
9. Motiva Oy. [www-sivu]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus (Luettu 27.2.2010).
10. Tilastokeskus. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www.stat.fi/til/ekul/index.html> (Luettu 2.3.2010).
11. Taloyhtiö.net. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www.taloyhtio.net/hoku/energia/sahkonkulutus/default.html> (Luettu 7.5.2010).
12. Motiva Oy. [www-sivu]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus (Luettu 7.5.2010).

13. Taloyhtiö.net. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www.taloyhtio.net/hoku/energia/seuranta/> (Luettu 26.2.2010).
14. Luoma J. 2008. Opinnäytetyö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Saatavissa:
<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/43153/Luoma.Jaakko.pdf?sequence=1>.
15. Ahonen M. 2001. Kulutusseurantaohjelmistot ja –palvelut. Helsinki: Motiva Oy. [www-dokumentti]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/julkaisut/kaikki_julkaisut/kulutusseuranta_ohjelmistot_ja_palvelut.2316.shtml (Luettu 27.2.2010).
16. KH ohjetiedosto 10-00353, 2004.
17. Siemens Oy. [www-sivu]. Saatavissa:
http://www.siemens.com/finland/fi/industry/talotekniikka/rakennusautomaatio/rakennusautomaation_palvelut.htm (Luettu 5.5.2010).
18. Tilastokeskus. 2008. Asuntoyhteisöjen taloustilasto. [www-dokumentti]. Saatavissa:
http://www.stat.fi/til/asyta/2008/asyta_2008_fi.pdf (Luettu 7.5.2010).
19. Opetushallitus. Kunnossapito menestystekijä. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html> (Luettu 13.3.2010).
20. Valtion ympäristöhallinto. [www-sivu]. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=2194&lan=fi> (Luettu 12.3.2010).
21. Opetusministeriö. 2008. Energiatohokkuus ja parhaat käytännöt julkisella sektorilla. [www-dokumentti]. Saatavissa:
http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Tiede/setu/liitteet/Setu_3-2008.pdf (Luettu 14.3.2010).
22. Laki rakennusten energiatodistuksesta 13.4.2007/487.
23. Motiva Oy. 2005. Asuinrakennusten energiakatselmuksen toteutusohje. [www-dokumentti]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/45/Asuinrakennusten_energiakatselmuksen_toteutusohje.pdf (Luettu 14.3.2010).
24. Motiva Oy. 2009. Asuinkiinteistöalan energiansäästösopimuksen vuosiraportti 2008. [www-dokumentti]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/2589/Asuinkiinteistoalan_energiansaastositimuksen_vuosiraportti_2008.pdf (Luettu 13.5.2010)

Kiinteistönhuollon menetelmätutkimus

Johdanto

Teemme tutkimusluontoista insinööriä kiinteistöautomaation ja sen seurantasovellusten vaikutuksista kiinteistöhoitoon ja -huoltoon sekä rakennusten energiankulutukseen. Tämä kyselytutkimus on tarkoitettu ensisijaisesti kiinteistöyhtiön huoltomiehille ja huollon esimiehille. Tarkoituksena on selvittää työskentelytapojen ja rutiinien eroja eritasoisella tekniikalla varusteltujen yhtiöiden toiminnassa sekä analysoida niiden vaikutusta kiinteistön ylläpidon kustannuksiin.

Ohje:

Kyselylomake täytetään pääosin rasti ruutuun -menetelmällä. Pyydämme, että luet kysymyksen ja vastausvaihtoehdot tarkoin läpi kyselyn kaikissa kohdissa. Tämän jälkeen rastita parhaiten sopiva vaihtoehto, vaikka juuri ajatustesi mukaista vastausvaihtoehtoa ei olisikaan.

Kysymyskohtien väliin on joissakin kohdissa jätetty Kommentti -rivi, johon voi tarkentaa edeltävää vastausta ja sen syitä. Lopussa on kysymykset, joihin vastataan kirjallisesti.

HUOM! Kyselyllä ei mitata tai arvioida vastaajan ammattitaitoa eikä työskentelyä, eivätkä vastaukset tule työnantajan tietoon.

Kiitos osallistumisestasi! Kyselyllä on ensisijaisesti merkitystä insinööriä aineistona, mutta myös mahdollisia vaikutuksia toimintojen kehittämiseen työpaikallasi tulevaisuudessa.

Insinööriopiskelijat

Olli Korpela Teemu Juntunen

Kajaanin ammattikorkeakoulu

1. Työnantaja/toimeksiantaja?

- KOY Kajaanin Pietari
- KOY Petterinkulma
- Kuopion opiskelija-asunnot OY

2. Kuinka pitkään olet ollut kiinteistöhoitajana tai kiinteistöhuoltotehtävissä?

- 1-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- 10-15 vuotta
- yli 15 vuotta

3. Monenko kiinteistön huollosta vastaat ollessasi työvuorossa? _____

4. Kuinka hyvin olet perillä hoitamiesi kiinteistöjen energiankulutukseen vaikuttavien järjestelmien? (Lämmitys, IV, sähkö)

- Erinomaisesti; tiedän järjestelmien kunnon tarkalleen ja viat osataan yleensä ennakoida
- Hyvin; yllättäviä huolto- ja korjaustoimenpiteitä tulee harvoin
- Kohtalaisesti; yllättäviä huolto-/ korjaustoimenpiteitä tulee ajoittain
- Välttävästi; yllättäviä huolto-/ korjaustoimenpiteitä tulee usein
- Huonosti; lähes kaikki vikahälytykset tulevat yllätyksenä tai asukaslähtöisesti

5. Miten hyvin voit mielestäsi vaikuttaa siihen, että huoltotoimenpiteet tehtäisiin ennakoivasti?

- Hyvin
 Kohtalaisesti
 Huonosti

6. Perustelut/kommentti edelliseen:

7. Missä vaiheessa mahdolliset viat järjestelmissä havaitaan? Valitse kuhunkin kohtaan sopivin vaihtoehto

	Aina	Useimmiten	Silloin tällöin	Harvemmin	Ei koskaan
Ennakoivan huollon ansiosta toimintaa heikentäviä vikoja ei ehdi tulla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ennen varsinaista vikaantumista (esim. laitteen tehon heikkenemisenä)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vikaantumisen sattuessa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kun vikaantumisen johdosta jokin järjestelmän osa lakkaa toimimasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vasta asukkailta saadun palautteen jälkeen/näkyvän vian seurauksena	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Miten hoitamissasi kiinteistöissä edellämainittujen järjestelmien viat havaitaan? Valitse kuhunkin kohtaan sopivin vaihtoehto

	Aina	Useimmiten	Silloin tällöin	Harvemmin	Ei koskaan
Raportointiohjelman ansiosta pienikin kulutuksen kasvu ja viat havaitaan nopeasti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Seurantajärjestelmän tekemien vikahälytysten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

tihentymisenä

Viat havaitaan paikan päällä rutiinikäyntien yhteydessä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Viat havaitaan valitusten vuoksi tehtävien tarkastuskäyntien yhteydessä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
---	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

9. Miten viat paikannetaan? Valitse kuhunkin kohtaan sopivin vaihtoehto

	Aina	Useimmiten	Silloin tällöin	Harvemmin	Ei koskaan
Seurantajärjestelmästä nähdään vikaantunut komponentti, eikä vikaa tarvitse etsiä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vikaantunut komponentti löydetään helposti paikan päällä kokemuksen perusteella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vikaantunutta komponenttia etsitään oireiden perusteella, ja löytäminen on joskus vaikeaa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Kuinka usein teet vikahälytyksistä (myös asukasyhteydenotot) aiheutuvia tarkastuskäyntejä hoitamiisi kiinteistöihin? Arvioi käyntien määrä viikossa kiinteistöä kohti.

11. Kuinka usein asukkailta tulee yhteydenottoja liittyen: (Valitse kuhunkin kohtaan sopivin vaihtoehto)

	Lähes päivittäin	Viikottain	Kuukausittain	Harvemmin	Ei koskaan
Ilmanvaihdon toimivuuteen (esim. huurtuvat ikkunat/vedon tunne)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ilman laatuun (esim. tunkkaisuus, hajut)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käyttöveden lämpötiloihin (esim. lämpimän veden odotusaika)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huonelämpötiloihin (esim. liian kuuma/kylmä)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lämmityksen					

toimivuuteen (esim. vaihtelu huonelämpötiloissa)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sähköjärjestelmän toimivuuteen (esim. usein paukkuvat sulakkeet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Kommentti edelliseen:

13. Millä tavalla seuraat hoitamiesi kiinteistöjen kulutuksia?

- Minulla ei ole tietoa kulutusten seurannasta; se ei kuulu minulle
- Katsomalla reaaliaikaiset kulutustiedot raportointiohjelmasta tietokoneelta
- Tarkkailemalla kiinteistökohtaisia mittareita käydessäni paikanpäällä
- Lukemalla lämpö-/sähkö-/vesiyhtiön raportit laskutuksen yhteydessä
- Muulla tavalla, miten? _____

14. Kuinka usein tarkkailet kulutuksia?

- Lähes päivittäin
- Viikottain
- Kuukausittain
- Harvemmin
- En koskaan

15. Voitko itse vaikuttaa seuraavien toimintojen säätöihin?

	Kyllä	En
IV-koneiden tehon säätö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IV-koneiden käyntiaikojen säätö	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. Voitko vaikuttaa patteriverkoston menoveden lämpötilan säätökäyrän asetuksiin?

	Kyllä	En	En osaa sanoa
Käyrän kaltevuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Suuntaissiirto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

17. Miten hoitamiesi kiinteistöjen järjestelmien säädöt tavallisimmin toteutetaan? (IV:n ilmamäärien mittaus ja säätö, patteriverkoston tasapainotus, käyttöveden virtaamien säädöt jne.)

- Säädöt toteutetaan vuosihuoltoina tai muuten säännöllisesti
- Säätöjä tehdään kun rakennuksen arvellaan kuluttavan liikaa (esim. energiakatselmuksen perusteella)

- Seurantajärjestelmistä saatujen vertailu- ym. tietojen perusteella nähdään säätöjen tarve
- Muulla tavalla, miten? _____

18. Tiedätkö mitä tarkoittavat:

	Kyllä	En
Laitekohtainen, ns. yksikkösäädin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tietokoneohjattu digitaalinen säätö, ns. DDC-järjestelmä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulutusseurantaohjelma (esim. Siemens EMC)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Kuinka usein olet tekemisissä seuraavien järjestelmien tai sen osien kanssa?

	Lähes päivittäin	Viikottain	Kuukausittain	Harvemmin	En koskaan
Yksikkösäädin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DDC-järjestelmä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kulutusseurantaohjelma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Minkä valmistajan laitteiden kanssa olet pääasiassa tekemisissä? Luettele merkit (esim. Siemens, Schneider, T.A.C, Fidelix, Computec jne.).

21. Mieliipide automaatiojärjestelmistä (miten ovat muuttaneet työnkuvaa, mitkä tehtävät lisääntyneet, mitkä vähentyneet, mitkä jääneet kokonaan pois jne.)?

22. Automaatiojärjestelmien hyödyt:

23. Automaatiojärjestelmien haitat:

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Haukantie 9-11		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Jukka Heikura		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	20
Valmistumisvuosi	1979-1980		
Peruskorjausvuosi	1999		
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet	Pesulassa huippuimuri	
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus	-		
Lämmöntalteenotto	-		
Jäähdytys	-		
Tasapainotettu	1999		
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	1999		
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	20		
Pinta-ala	1498		
Tilavuus	5010		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	51		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSEL 3-kerros	2 leht. terassiovet, puurunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	147		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	252,28	236,15	251,54
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	15381	13510	17460
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	2524	2299	2464
Kulutus [l/hlö/vrk]	136	124	132

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Tilhitie 1-3		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Jukka Heikura		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	34
Valmistumisvuosi	1981		
Peruskorjausvuosi	2002		
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Huippuimurit		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Tasapainotettu	2002		
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	2002		
Kiinteistöautomaatio	DDC	Tuulikorjaus	
Asuntojen määrä	45		
Pinta-ala (lämm. m²)	1933		
Tilavuus	7410		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	64		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE 3-kerros	2 leht. terassiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	F		
ET-luku	242		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	480,06	505,17	508,94
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	33751	33854	42857
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	3354	3789	3810
Kulutus [l/hlö/vrk]	144	162	163

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Kankurintie 1		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Lassi Kinnunen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	24
Valmistumisvuosi	1986		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö	SAVE-järjestelmä	
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu			
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	24		
Pinta-ala	1326		
Tilavuus	4910		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	37		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE 3-kerros	2 leht. terassiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	157		
Kulutuskulut:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	231,32	232,59	245,68
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	22983	21565	27526
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	1866	1996	2056
Kulutus [l/hlö/vrk]	138	148	152

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Askeltie 3		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Heikki Kinnunen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	16
Valmistumisvuosi	1991		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet	yhteistiloissa huippuimurit	
Ilmanvaihtotapa	As.kohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Tasapainotettu	2006		
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	2006		
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	20		
Pinta-ala	1103		
Tilavuus	3623		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	30		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSEK 3-kerros	2 leht. terrasiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	E		
ET-luku	182		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	192,89	189,34	195,39
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	20897	19913	22205
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	1805	1807	1807
Kulutus [l/hlö/vrk]	165	165	165

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Tattitie 2		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Pertti Sarkkinen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	22
Valmistumisvuosi	1996		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet	Yhteistiloissa huippuimuri	
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	1996		
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	21		
Pinta-ala	1233		
Tilavuus	4053		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	41		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE 3-kerros	2 leht. terrassiovet, puurunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	E		
ET-luku	228		
Kulutuskulutukset:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	276,84	279,92	275,5
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	31622	33158	37690
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	2698,68	2731,43	2576,42
Kulutus [l/hlö/vrk]	180	183	172

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Askeltie 2		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Raimo Sissonen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	22
Valmistumisvuosi	1991		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet	yhteistiloissa huippuimurit	
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Tasapainotettu	2006		
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	2006		
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	20		
Pinta-ala	1550		
Tilavuus	4975		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	38		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSEK 3-kerros	2 leht. terassiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	172		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	269,82	269,17	293,43
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	25134	23539	26552
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	2452	2602	3007
Kulutus [l/hlö/vrk]	177	188	217

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Kankurintie 2		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Lassi Kinnunen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	18
Valmistumisvuosi	1985		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö	SAVE-järjestelmä	
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu			
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	18		
Pinta-ala	960		
Tilavuus	3560		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	28		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE 3-kerros	2 leht. terassiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	164		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	180,59	178,51	182,9
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	17382	14841	19624
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	1642	1533	1551
Kulutus [l/hlö/vrk]	161	150	152

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Kankurintie 3		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Lassi Kinnunen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	19
Valmistumisvuosi	1986		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Kajaani		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö	SAVE-järjestelmä	
Lämmönjakotapa	patterit		
Järjestelmä tasapainotettu			
Kiinteistöautomaatio	DDC		
Asuntojen määrä	18		
Pinta-ala	975		
Tilavuus	3350		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	31		
U-arvot:			
Ulkoseinä			
Yläpohja			
Alapohja			
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE 3-kerros	2 leht. terassiovet, teräsrunko ulko-ovet	
Energiaselvitykset	energiakatselmus 2003		
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	172		
Kulutuserät:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	185,38	186,5	193,82
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	24614	22513	25995
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	1431	1409	1389
Kulutus [l/hlö/vrk]	126	125	123

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Lohkarekuja 2		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Juha Reijonen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	25
Valmistumisvuosi	1996		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Iisalmi		
Ilmanvaihtojärjestelmä		Vallox MUH ilmava 100	
Ilmanvaihtotapa	Huoneistokohtainen		
Ulkoilmaventtiilit	on		
Tuloilmansuodatus	on		
Lämmöntalteenotto	on		
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	Patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	1997		
Kiinteistöautomaatio	Oumanin säätölaitteet		
Asuntojen määrä	19		
Pinta-ala	1208		
Tilavuus	3970		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	46		
U-arvot:			
Ulkoseinä	tiili 85+tuul.rak.15+ts9mm+50+125+ek13mm (0,26W/m2K)		
Yläpohja	min.villa50+250puh.villa (0,19W/m2K)		
Alapohja	tb70mm+styrox100/reuna-alue150		
Ikkunat ja ulko-ovet	MSE		
Energiaselvitykset			
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	166		
Kulutuslukumat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	216	213	214
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	16 853	15 644	18 528
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	1850	1913	1760
Kulutus [l/hlö/vrk]	106	109	105

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Honkakatu 2		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Seppo Knuutinen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	22
Valmistumisvuosi	1982		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Iisalmi		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit			
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	Patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	>10 vuotta		
Kiinteistöautomaatio	Oumanin säätölaitteet		
Asuntojen määrä	26		
Pinta-ala	1309		
Tilavuus	4657		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	34		
U-arvot:			
Ulkoseinä	tiili 85+tuul.rak.12+tsl50mm+min.villa125+ek13mm (0,25W/m2K)		
Yläpohja	min.villa50+200+KL40-30 (0,17W/m2K)		
Alapohja	tb70mm+styrox70		
Ikkunat ja ulko-ovet	MSK		
Energiaselvitykset			
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	176		
Kulutuskäytännöt:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	242	238	249
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	19 948	17 578	17 898
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	2093	2198	2156
Kulutus [l/hlö/vrk]	164	172	174

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Poskipuronkatu 9		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Teemu Metsälä		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	10
Valmistumisvuosi	1991		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Iisalmi		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit			
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	Patterit		
Järjestelmä tasapainotettu			
Kiinteistöautomaatio	Landis&gyr säätölaitteet		
Asuntojen määrä	10		
Pinta-ala	595		
Tilavuus	2117		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	24		
U-arvot:			
Ulkoseinä	tiili 85+tuul.rak.17+min.villa50+125 (0,25W/m2K)		
Yläpohja	min.villa 300 (0,17W/m2K)		
Alapohja	tb70mm+styrox100 (0,27 W/m2K)		
Ikkunat ja ulko-ovet	MSKL 170mm		
Energiaselvitykset			
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	176		
Kulutuslukemat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	115	114	114
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	6 268	6 880	7 598
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	855	888	921
Kulutus [l/hlö/vrk]	102	116	105

	Tieto	Huomioitavaa	
Kiinteistö	Saunatie 1		
Huoltomiehen nimi ja yhteystiedot	Juha Reijonen		
Rakennustyyppi	Rivitalo	Autopaikat	8
Valmistumisvuosi	1992		
Peruskorjausvuosi			
Paikkakunta	Iisalmi		
Ilmanvaihtojärjestelmä	Talotuulettimet		
Ilmanvaihtotapa	Asuntokohtainen poisto		
Ulkoilmaventtiilit	Ø VM 100/huone (mh, oh)		
Tuloilmansuodatus			
Lämmöntalteenotto			
Jäähdytys			
Lämmitysmuoto	Kaukolämpö		
Lämmönjakotapa	Patterit		
Järjestelmä tasapainotettu	alkup.		
Kiinteistöautomaatio	Oumanin säätölaitteet		
Asuntojen määrä	10		
Pinta-ala	479		
Tilavuus	1800		
Asukkaita keskim. [hlöä/vuosi]	11		
U-arvot:			
Ulkoseinä	tiili 85+tsl9mm+min.villa 50+125+ek13mm		
Yläpohja	min.villa 100+250puh.villa (0,19W/m2K)		
Alapohja	tb70mm+styrox 70/reuna-alue120		
Ikkunat ja ulko-ovet	MSKEL		
Energiaselvitykset			
Energiatodistus			
Vuosi	2008		
ET-luokka	D		
ET-luku	158		
Kulutuskerrat:	2007	2008	2009
Lämmitysenergia [MWh]	87	84	89
Lämpimän käyttöveden osuus [%]	40	40	40
Kiinteistösähkö [kWh]	4 541	4 301	4 082
Vedenkulutus:			
Kokonaiskulutus [m ³]	810	808	832
Kulutus [l/hlö/vrk]	202	201	207

VERTAILUTAULUKOT

Tämä liite sisältää vertailutaulukot, jotka on laadittu kerättyjen lähtötietojen perusteella. Lähtötiedot on kerätty liitteenä 2 oleviin lomakkeisiin. Aluksi käydään lyhyesti läpi, mistä numerot edempänä oleviin taulukoihin tulevat. Esimerkkilaskuissa on käytetty Haukantie 9–11 tietoja.

Toteutuneet kulutuslukemat -taulukko

Taulukossa on kerätty yhteen liitteessä 2 esitetyt tiedot kiinteistöjen rakennusvuosista, peruskorjausvuosista, lämmitettävistä pinta-aloista, tilavuuksista ja asukasmäärästä sekä kunkin kohteen toteutuneista kulutuslukemista vuosilta 2007–2009. Toteutuneet kulutuslukemat tarkoittavat todellisia, mitattuja kulutuslukemia. Tarvittavat tila- ja henkilömäärätiedot näkyvät jokaisen taulukon vasemmassa reunassa.

Taulukon alosaan on laskettu molempien yhtiöiden keskiarvot lämmön, sähkön ja lämpimän käyttöveden energiankulutuksen osalta. Lämpimän veden energiankulutus on laskettu kaavalla

$$Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv} \quad ,$$

jossa

Q_{lkv}	lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh/vuosi
58	veden lämmittämiseen (lämpötilan nousu 50 °C) vaadittava energiamäärä kuutiota kohden, kWh/m ³
V_{lkv}	kulutettu lämpimän käyttöveden määrä, m ³ /vuosi

Lämpimän käyttöveden määrää V_{lkv} ei ole mitattu erikseen, joten sen osuudeksi on otettu 40 % veden kokonaiskulutuksesta.

Ominaiskulutukset -taulukko

Taulukossa on laskettu jokaiselle kohteelle ominaiskulutukset lämpöenergian, kiinteistösähkön ja käyttöveden osalta. Kulutuksia ei ole tässä vielä vaiheessa normitettu.

Lämpöenergian kulutus kWh/m² on laskettu kohteen kulutus- ja tilatietojen perusteella, lämpöenergian kulutus jaettuna lämmitettävällä pinta-alalla.

$$\text{Lämpöenergian kulutus kWh/m}^2 = \frac{236 \text{ MWh}}{1498 \text{ m}^2} \approx 158 \text{ kWh/m}^2$$

Lämpöenergian kulutus kWh/m³ on laskettu kohteen kulutus- ja tilatietojen perusteella, lämpöenergian kulutus jaettuna rakennustilavuudella.

$$\text{Lämpöenergian kulutus kWh/m}^3 = \frac{236 \text{ MWh}}{5010 \text{ m}^3} \approx 47 \text{ kWh/m}^3$$

Kiinteistösähkön kulutus kWh/m² on laskettu kohteen kulutus- ja tilatietojen perusteella, kiinteistösähkön kulutus kilowattitunteina jaettuna lämmitettävällä pinta-alalla.

$$\text{Kiinteistösähkön kulutus kWh/m}^2 = \frac{13510 \text{ kWh}}{1498 \text{ m}^2} \approx 9 \text{ kWh/m}^2$$

Vedenkulutus l/hlö/vrk on laskettu kohteen kulutustietojen ja asukasmäärien perusteella, vedenkulutus litroina jaettuna henkilöiden lukumäärällä jaettuna 365 vuorokaudella.

$$\text{Veden kulutus l/hlö/vrk} = \frac{2299 \text{ m}^3}{51 \text{ hlö}} / 365 \text{ vrk} \approx 0,124 \approx 124 \text{ l/hlö/vrk}$$

Alle on laskettu molemmille yhtiöille keskiarvot jokaiselle vuodelle ja kaikille kulutuksille. Alimmalla rivillä on laskettu keskiarvojen erotus prosentteina.

Normitetut kulutukset -taulukko

Taulukossa on laskettu jokaiselle kohteelle ominaiskulutukset tilojen lämmityksen, lämpöenergian ja kiinteistösähkön yhteenlasketun kulutuksen eli ET-luvun ja käyttöveden osalta.

Sarakkeessa ”lämmitys kWh/m²” tarkoitetaan tilojen lämmitykseen käytettävää energiaa, jossa ei ole mukana lämpimän käyttöveden osuutta. Toteutuneet kulutuslukemat -taulukosta löytyvät kulutustiedot on normitettu jättämällä lämpimän käyttöveden osuus pois ja tulos on jaettu kunkin kohteen tilatiedoilla.

$$\text{Lämmitys kWh/m}^2 = \frac{0,91 \times \frac{5420}{4775} \times (236000 \text{ kWh} - 53337 \text{ kWh})}{1498 \text{ m}^2} \approx 126 \text{ kWh/m}^2$$

Tarvittavat lämmitystarveluvut ja korjauskertoimet löytyvät taulukon alaosasta.

Lämpöenergia + sähkö -sarakkeessa on normitetut lämpöenergian kulutustiedot lämpimän veden osuus mukaan luettuna lisätty mitattuihin sähkönkulutuslukemiin ja jaettu kunkin kohteen tilatiedoilla. Tulos vastaa ET-lukua.

$$\begin{aligned} \text{Lämpöenergia + sähkö kWh/m}^2 \\ = \frac{0,91 \times \frac{5420}{4775} \times (236000 \text{ kWh} - 53337 \text{ kWh}) + 53337 \text{ kWh} + 13510 \text{ kWh}}{1498 \text{ m}^2} \\ \approx 171 \text{ kWh/m}^2 \end{aligned}$$

Lämmin käyttövesi -sarakkeessa on lämpimän käyttöveden energiankulutus laskettuna tämän liitteen ensimmäisen sivun kaavalla.

$$\text{Lämmin käyttövesi kWh} = 58 \times (0,4 \times 2299 \text{ m}^2) \approx 53337 \text{ kWh}$$

Alle on laskettu molemmille yhtiöille keskiarvot jokaiselle vuodelle ja kaikille kulutuksille ja keskiarvoille on laskettu erotus prosentteina.

Yhteenvetotaulukko

Taulukossa on kerätty yhteen edellisten taulukoiden tietoja ja kullekin kohteelle on laskettu keskiarvo kolmelta tarkastellulta vuodelta. Kaikki lämmitysenergian kulutustiedot ovat tässä taulukossa normitettuja.

Alle on laskettu molempien yhtiöiden keskiarvot kaikkien kulutustietojen osalta ja alimpana niiden erotus sekä käytettynä yksikkönä, että prosentteina.

TOTEUTUNEET KULUTUSLUKEMAT						Kulutukset vuosina 2007-2009								
						Lämpöenergian kulutus MWh			Kiinteistösähkön kulutus kWh			Veden kulutus m ³		
PIETARI	R.vuosi	Pk.vuosi	Lm ²	Tilavuus m ³	Hlö lkm.	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Haukantie 9-11	1980	1999	1498	5010	51	252	236	252	15381	13510	17460	2524	2299	2464
Tilhitie 1-3	1981	2002	1933	7410	64	480	505	509	33751	33854	42857	3354	3789	3810
Kankurintie 1	1986	-	1326	4910	37	231	233	246	22983	21565	27526	1866	1996	2056
Askeltie 3	1991	-	1103	3623	30	193	189	195	20897	19913	22205	1805	1807	1807
Tattitie 2	1996	-	1233	4053	41	277	280	276	31622	33158	37690	2699	2731	2576
Askeltie 2	1991	-	1550	4975	38	270	269	293	25134	23539	26552	2452	2602	3007
Kankurintie 2	1985	-	960	3560	28	181	179	183	17382	14841	19624	1642	1533	1551
Kankurintie 3	1986	-	975	3350	31	185	187	194	24614	22513	25995	1431	1409	1389
PETTERINKULMA														
Lohkarekuja 2	1996	-	1208	3970	46	216	213	214	16853	15644	18528	1850	1913	1760
Honkakatu 2	1982	-	1309	4657	34	242	238	249	19948	17578	17898	2093	2198	2156
Poskipuronkatu 9	1991	-	595	2117	24	115	114	114	6268	6880	7598	855	888	921
Saunatie 1	1992	-	479	1800	11	87	84	89	4541	4301	4082	810	808	832
						KESKIARVOT MWh	Lämpö	Sähkö	Vesi					
						PIETARI	209	25	53					
						PETTERINKULMA	132	12	33	Lämpimänvedenkulutuksen arvioitu osuus 40% kokonaisvedenkulutuksesta				

Taulukoissa ”Lämmitys” sarakkeet tarkoittavat tilojen lämmittämiseen kuluva energia ilman lämpimän käyttöveden osuutta.

”Lämpöenergia” tarkoittaa kokonaisenergiaa, jossa on mukana sekä tilojen, että veden lämmittämiseen kuluva energia.

Lm² tarkoittaa kiinteistön lämmitettävää pinta-alaa.

OMINAISKULUTUKSET				Ominaiskulutukset vuosina 2007-2009											
				Lämpöenergian kulutus kWh/m ²			Lämpöenergian kulutus kWh/m ³			Kiinteistösähkön kulutus kWh/m ²			Veden kulutus l/hlö/vrk		
PIETARI	Lm ²	Tilavuus m ³	Hlö lkm.	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Haukantie 9-11	1498	5010	51	168	158	168	50	47	50	10	9	12	136	124	132
Tilhitie 1-3	1933	7410	64	248	261	263	65	68	69	17	18	22	144	162	163
Kankurintie 1	1326	4910	37	174	175	185	47	47	50	17	16	21	138	148	152
Askeltie 3	1103	3623	30	175	172	177	53	52	54	19	18	20	165	165	165
Tattitie 2	1233	4053	41	225	227	223	68	69	68	26	27	31	180	183	172
Askeltie 2	1550	4975	38	174	174	189	54	54	59	16	15	17	177	188	217
Kankurintie 2	960	3560	28	188	186	191	51	50	51	18	15	20	161	150	152
Kankurintie 3	975	3350	31	190	191	199	55	56	58	25	23	27	126	125	123
PETTERINKULMA															
Lohkarekuja 2	1208	3970	46	179	176	177	54	54	54	14	13	15	110	114	105
Honkakatu 2	1309	4657	34	185	182	190	52	51	53	15	13	14	169	177	174
Poskipuronkatu 9	595	2117	24	193	192	192	54	54	54	11	12	13	98	101	105
Saunatie 1	479	1800	11	182	175	186	48	47	49	9	9	9	202	201	207
KESKIARVOT				Lämpöenergian kulutus kWh/m ²			Lämpöenergian kulutus kWh/m ³			Kiinteistösähkön kulutus kWh/m ²			Veden kulutus l/hlö/vrk		
				2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
PIETARI				193	193	199	56	55	57	19	18	21	153	155	160
PETTERINKULMA				185	181	186	52	51	53	12	12	13	145	148	148
Erotus %				4,5	6,5	7,1	6,2	8,1	9,0	51,6	50,8	68,5	6,1	4,7	8,0

YHTEENVETO				Keskimääräiset kulutukset vuosina 2007-2009											
				Lämmitys				Lämpöenergian kulutus (normitettu)				Sähkönkulutus		Lämpöenergia+Sähkö	
PIETARI	Lm ²	Til. m ³	HIö lkm.	kWh/m ² / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	kWh/m ³ / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	m ³ / vuosi	l/hlö/ vrk	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi
Haukantie 9-11	1498	5010	51	128	247545	165	49	15450	10	262995	176	2429	130	56353	38
Tilhitie 1-3	1933	7410	64	215	500106	259	67	36821	19	536927	278	3651	156	84701	44
Kankurintie 1	1326	4910	37	145	237375	179	48	24024	18	261399	197	1973	146	45765	35
Askeltie 3	1103	3623	30	137	193263	175	53	21005	19	214268	194	1806	165	41906	38
Tattitie 2	1233	4053	41	176	278551	226	69	34157	28	312707	254	2669	178	61917	50
Askeltie 2	1550	4975	38	139	278413	180	56	25075	16	303488	196	2687	194	62337	40
Kankurintie 2	960	3560	28	151	181365	189	51	17282	18	198647	207	1575	154	36546	38
Kankurintie 3	975	3350	31	161	189267	194	56	24374	25	213641	219	1410	125	32708	34
PETTERINKULMA															
Lohkarekuja 2	1208	3970	46	151	225525	187	57	17008	14	242533	201	1841	110	42711	35
Honkakatu 2	1309	4657	34	157	255482	195	55	18475	14	273956	209	2149	173	49857	38
Poskipuronkatu 9	595	2117	24	168	120499	203	57	6915	12	127415	214	888	101	20602	35
Saunatie 1	479	1800	11	151	91042	190	51	4308	9	95350	199	817	203	18947	40
KESKIARVOT				Lämmitys	Lämpöenergian kulutus (normitettu)			Sähkönkulutus		Lämpöenergia+Sähkö				Vedenkulutus	
	Lm ²	Til. m ³	HIö lkm.	kWh/m ² / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	kWh/m ³ / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi	m ³ / vuosi	l/hlö/ vrk	kWh/ vuosi	kWh/m ² / vuosi
PIETARI	1322	4611	40	156,3	263236	196	56	24774	19	288009	215	2275	156	52779	39
PETTERINKULMA	898	3136	29	156,7	173137	194	55	11677	12	184813	206	1424	147	33029	37
Erotus	425	1475	11	-0,4	90099	2	2	13097	7	103196	9	851	9	19750	3
Erotus %	47,3	47,0	39,1	-0,2	52,0	1,2	2,8	112,2	57,1	55,8	4,5	59,8	6,2	59,8	7,0