LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillinen tiedekunta
Ympäristötekniikan koulutusohjelma
Kandidaatintyö

LOMA- JA KOKOUSHOTELLIN ENERGIARATKAISUJEN KARTOITUS

Energy Solutions Overview for Holiday and Conference Hotel

Työn tarkastaja: Tutkijaopettaja, TkT Mika Luoranen
Työn ohjaaja: Nuorempi tutkija, DI Mihail Vinokurov

Lappeenrannassa 8.4.2013

Sanni Heikkinen

SISÄLLYS

SYMBOLILUETTELO 3
1 JOHDANTO 4
1.1 Taustaa 4
1.2 Tavoite 4
2 RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS 5
2.1 Lämmitys 7
2.1.1 Rakennuksen lämpöhäviöt 8
2.1.2 Lämmöntuottojärjestelmät 9
2.2 Ilmanvaihto 12
2.3 Valaistus 13
2.4 Sähkölaitteet 13
3 MARJOLAN LÄHTÖTIEDOT JA RAJOITUKSET 15
3.1 Rakenteet 19
3.2 Lämmitys 20
3.3 Ilmanvaihto 21
3.4 Lämminvesivaraajat ja pumput 24
3.5 Sähkökiukaat 25
3.6 Keittiön laitteet ja muut sähkölaitteet 26
3.7 Valaistus 27
3.8 Hallintajärjestelmät ja kulutuksen seuranta 28
3.9 Toteutetut mittaukset 28
4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA ENERGIAN KÄYTÖN TEHOSTAMISEKSI 30
4.1 Rakenteelliset ratkaisut 31
4.1.1 Ulkovaippa 32
4.1.2 Ikkunat 32

4.2 Tilojen ja käyttöveden lämmitysvaihtoehdot 33
4.2.1 Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät 34
4.2.2 Tukilämmitysjärjestelmät 35
4.3 Ilmanvaihdon tasapainotus ja parannusehdotukset 36
4.4 Energiatehokkaampien laitteiden valinta 37
4.5 Valaistus 38
4.6 Suunnitelmallinen käyttö ja ylläpito 39
4.6.1 Kulutustottumukset ja motivointi 40
4.6.2 Käyttäjälähtöiset toimenpiteet 41
5 JOHTOPÄÄTÖKSET 42
6 YHTEENVETO 46

SYMBOLILUETTELO

Q	energia	[kWh]
ρ	tiheys	[kg/ m^3]
c_p	ominaislämpökapasiteetti	[kJ/kg°C]
V	tilavuus	[m^3]
T	lämpötila	[°C]

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Suomessa on noin 1,4 miljoona rakennusta ja rakennuskanta uudistuu jatkuvasti noin 1,5 prosentin vuosivauhtia. Asuin- ja palvelurakennukset kuluttavat Suomessa yhteensä noin 40 prosenttia energiasta ja aiheuttavat 30 prosenttia ilmastopäästöistä. (Valtioneuvoston kanslia 2011, 96.) Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on sekä merkittävimpiä että kustannustehokkaimpia tapoja vähentää päästöjä. Sektorin tärkeyden takia on valtioneuvosto asettanut tavoitteen vähentää 30 prosenttia sektorin energiankulutuksen 2011 tasosta vuoteen 2030 mennessä. (Valtioneuvoston kanslia 2011, 104.)

Rakennuskanta on pitkäikäistä ja se uudistuu hitaasti, mikä luo haasteen rakennusten energiatehokkuuden parantamiselle. Uudisrakentamista säädellään jatkuvasti tiukentuvilla rakentamismääräyksillä, mutta haasteen luo nykyinen rakennuskanta. 2010-luvulla merkittävä osa rakennuskannasta tulee peruskorjausikään, mutta energiatehokkuus on vielä heikohkosti otettu huomioon korjausrakentamisessa. Valtioneuvosto on jo selonteoissaan esittänyt uusia ohjauskeinoja myös korjausrakentamisen energiatehokkuuden parantamiseen. Esimerkkinä ohjauskeinoista on tulevaisuusselonteoissa esitetty kiinteistöveron ja tonttivuokran porrastamista käytetyn energialähteen ja energiatehokkuuden mukaan. (Valtioneuvoston kanslia 2011, 105.)

1.2 Tavoite

Usein rakennuksen omistajalle tärkein motiivi energian käytön tehostamisella on ostoenergian kustannukset. Jatkuvasti kohoava energian hinta pakottaa kuluttajaa miettimään energiankulutuksen vähentämistä tai energian tuottamista vaihtoehtoisilla menetelmillä. Etenkin sähkölämmitteiset rakennukset joutuvat ahtaalle lämmitysenergian muodostaessa yli puolet sähkölaskusta ja sähkön hintojen kohotessa jatkuvasti. Tässä kandidaatintyössä paneudutaan ongelmaan esimerkkikohteen, Lappeenrannassa sijaitsevan loma- ja kokoushotelli Marjolan vuonna 1988 rakennetun päärakennuksen Marjohovin, kautta. Työssä on

tavoitteena kartoittaa Marjohovin energiankulutusta ja ratkaisuja sen tehostamiseksi. Rakennuksessa on keittiö, ravintolasali ja 12 majoitushuonetta.

Kandidaatintyössä tavoitteena on tunnistaa eniten energiaa kuluttavat kohteet ja tutkia sitten potentiaalisia energiankulutuksen vähentämisen, tehostamisen tai paremman tuotantomuodon ratkaisuja. Työssä on otettu huomioon rakennuksen erityispiirteet, käyttötarkoitus ja käyttäjien tarpeet. Myös uusiutuvan energian hyödyntämisen mahdollisuuksia on pyritty selvittämään. Kartoituksen tuloksia voidaan käyttää edelleen jatkotoimenpiteisiin, esimerkiksi investoinneista ja mahdollisista korjaustoimenpiteistä päätettäessä ja investointitukia haettaessa sekä jatkotutkimuksia suunniteltaessa.

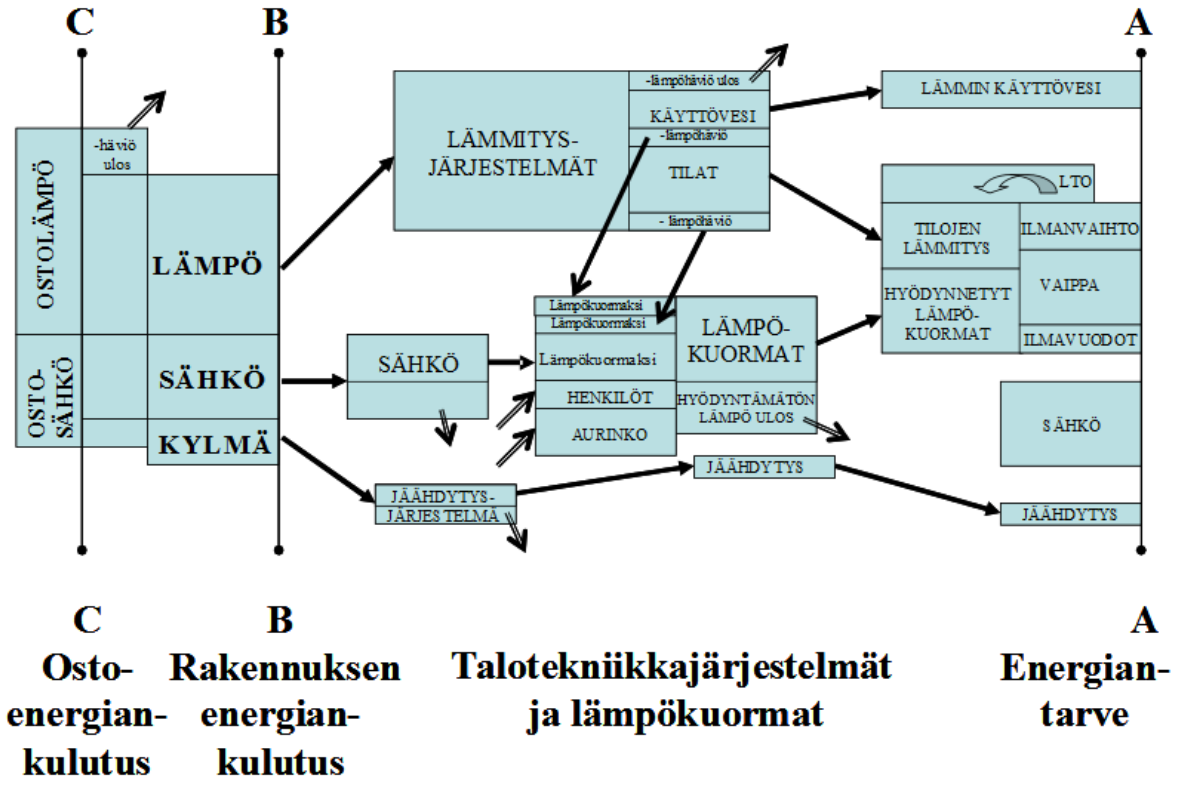
Palvelurakennuksissa kuten Marjohovi ainoa syy energian käytön muutoksiin eivät ole suorat kustannukset. Energiatehokkuutta ja ympäristöystävällisyyttä voi kohteissa käyttää myös kilpailuetuna ja kuten tässä työssä, korostamaan palveluntarjoajan arvoja, samalla kun kuluttajien tietoisuus ja arvostus ympäristönäkökohtiin kasvaa. Yksityistalouksia suurempana energiankuluttajana yritys voi valinnoillaan tehdä suuremman vaikutuksen ympäristön hyväksi. Ympäristönäkökohdat on täten haluttu huomioida tämän kandidaatintyön energiaratkaisujen kartoittamisessa, niin kuin se työn laajuudessa on ollut mahdollista.

2 RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS

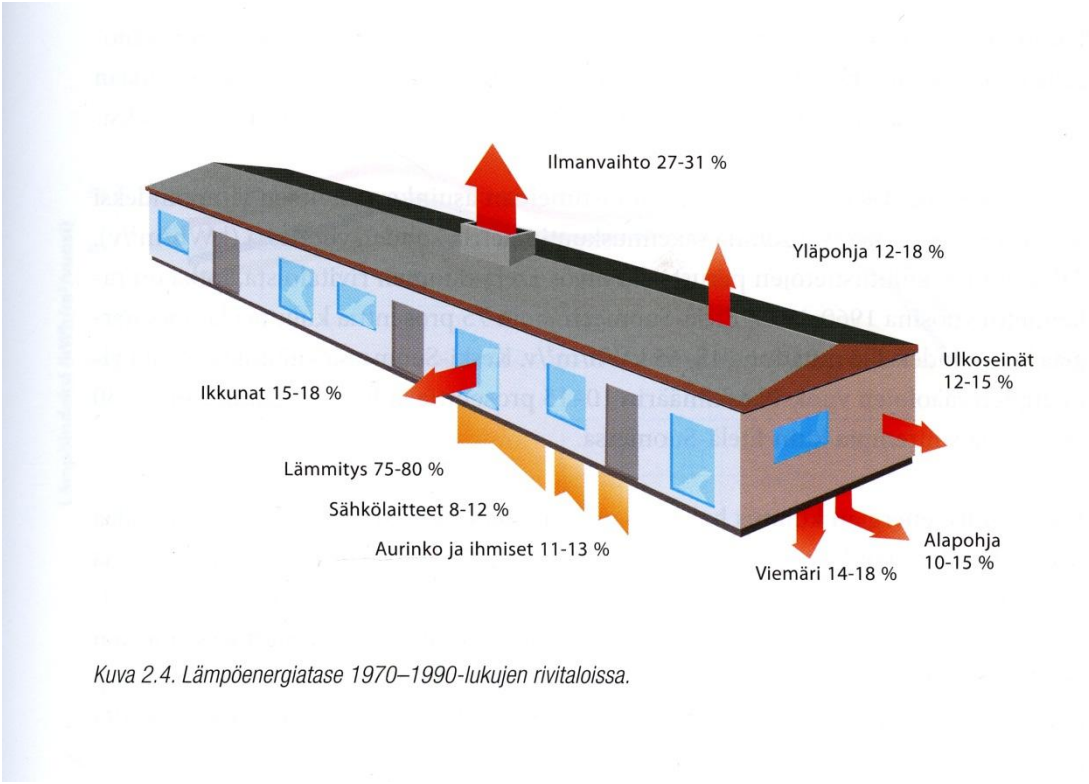
Ennen kuin siirrytään tarkastelemaan rakennusten energiankulutusta esimerkkitapauksessa, on syytä selvittää suurimmat energiankuluttajat rakennuksissa yleensä. Esimerkiksi Suomen rakentamismääräyskokoelmasta voidaan todeta, että suurimmat energiantarpeet ovat: tilojen ja käyttöveden lämmittäminen ja laitesähköenergia muun muassa valaistukseen, ilmanvaihtojärjestelmään, kodinkoneisiin ja kodin elektroniikkaan. (D5 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2007.)

Kuvassa 1 on havainnollistettu energiankulutuksen jakautumista rakennuksessa. Kuvasta käy ilmi, että samalla kun sähköenergiaa kuluu esimerkiksi laitesähköön, synnyttävät laitteet yhdessä muiden kuormien kanssa lämpökuormia, jotka vaikuttavat lämpöenergiantarpeeseen. Tässä työssä tarkastelussa on sähköenergian kulutus, koska tutkittavassa kohtees-

sa ostoenergia on vain sähköä. Kuvassa 1 esiintyvää jäähdytysjärjestelmän energiankulutusta ei juuri tarkastella, koska jäähdytysjärjestelmä ei ole rakennuksessa välttämättömyys ja ei kuulu esimerkkikohteen energiankulutukseen. Jäähdytysjärjestelmät kuitenkin yleistyessään kuluttavat yhä enenevän osan koko rakennuskannan kokonaisenergiankulutuksesta, koska rakennuksiin halutaan erinomaiset sisäolosuhteet ympäri vuoden. Kuvassa 2 on kuvattu prosentuaalisina osuuksina lämpöenergian tuottoa ja poistumista rakennuksesta. Rivitalo on paras vertailukohta lämpöenergian poistumisesta myös Marjolan loma- ja kokoushotellissa.



Kuva 1. Rakennuksen energiankulutuksen ja -tarpeen kaaviokuva. Nuolet kuvaavat energiavirtoja. (D5 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2007, 12.)



Kuva 2. Lämpöenergiantase. (Virta & Pylsy 2011, 19.)

Energiankulutusta mitataan wattitunteina, suuruusluokasta riippuen esitetään kulutus usein kilo- tai megawatteina tunnissa. Kun halutaan vertailla eri rakennusten energiankulutuksia, voidaan käyttää ominaiskulutuslukuja, yleensä käyttökelpoisin mittari on kulutus huoneistopinta-alaa kohden, sen yksikkö on kWh/ htm^2, jossa htm^2 on huoneiston pinta-alan yksikkö. (Holopainen et al. 2007, 32.)

2.1 Lämmitys

Rakennuksen käyttäjä on se, joka määrittelee rakennuksen lämpöolot. Mitoituslämpötilana asuinrakennuksissa käytetään noin 21 °C. Käyttötarkoituksen mukaan esimerkiksi käytävätiloissa voi lämpötila olla alhaisempikin. Lämpöoloihin vaikuttavat lisäksi ilman liikenopeus, pintojen lämpötilat, lämpötilaerot ja muutosnopeudet sekä suhteellinen kosteus. Rajaarvot täyttävä lämpötilakin voidaan kokea epämiellyttävä nopeiden vaihteluiden takia. (Harju & Matilainen 2001, 13–17 .)

2.1.1 Rakennuksen lämpöhäviöt

Rakennuksesta aiheutuu lämpöhäviöitä vaipan kautta yläpohjasta, ulkoseinistä, ikkunoista ja ovista sekä alapohjasta. Rakennuksen vaipalla on yhdessä ilmanvaihdon kanssa suuri merkitys energian hävikkiin. Vuosikymmenien aikana ulkovaipan lämmöneristävyysvaatimukset ovat kiristyneet, samalla kun lämmöneristeet ja tekniikat ovat kehittyneet. (Holopainen et al. 2007, 19.)

Ulkoseinät muodostavat rakennuksen vaipasta suurimman osan ja vanhoissa rakennuksissa niiden lämmöneristävyys on usein heikko verrattuna uudisrakennuksiin. Ulkoseiniä voidaan lisäeristää, ja se on helpointa toteuttaa rakennuksen ulkopuolelta. Uusi lämmöneriste ja ulkoverhous eivät saa kuitenkaan olla liian höyrytiiviitä, jottei kastepiste pääse syntymään vanhan seinän ja uuden lämmöneristeen rajapintaan. Ulkoseinän lisälämmöneristäminen on kannattavaa, jos ulkoverhous joudutaan muutenkin uusimaan tai korjaamaan. Toisaalta jos sisäverhous on korjaustarpeessa voi olla perusteltua lisäeristää seinää sisäpuolelta. Kolmas vaihtoehto on lämmöneristeen vaihto, joka tulee kyseeseen lähinnä purueristetyssä seinärakenteessa. (Holopainen et al. 2007, 21 – 25.)

Alapohjaa voidaan lisäeristää lisäämällä alapohjaan lämmöneristekerroksia tai vaihtamalla lämmöneriste paremmin eristäväksi. Lämmöneristettä ei kuitenkaan yleensä ole mahdollista lisätä lattian päälle, koska tällöin lattiataso nousisi ja aiheutuisi ongelmia esimerkiksi oviaukkojen kanssa. Alapohjan eristävyyden parantaminen on tavallisesti kannattavaa, mikäli pintamateriaalia joudutaan muutenkin uusimaan. (Holopainen et al. 2007, 26 – 27.)

Yläpohjan eristäminen on usein helppoa, jos rakennuksessa on ullakkotila. Yläpohjan eristeet voidaan asentaa puhaltamalla tai levytavarana. Rajoittavana tekijänä on räystäiden tuuletusaukkojen pysyminen auki ja ullakkotilan korkeus. (Holopainen et al. 2007, 26 – 27.)

Ikkunoiden lämpövuoto on usein samaa luokkaa kuin ulkoseinien kautta tapahtuva, vaikka niillä on suhteessa huomattavasti vähemmän pinta-alaa. Syynä on ikkunoiden suuri lämmönläpäisykerroin. Lasiteknologian kehitys on kuitenkin tuonut paljon mahdollisuuksia

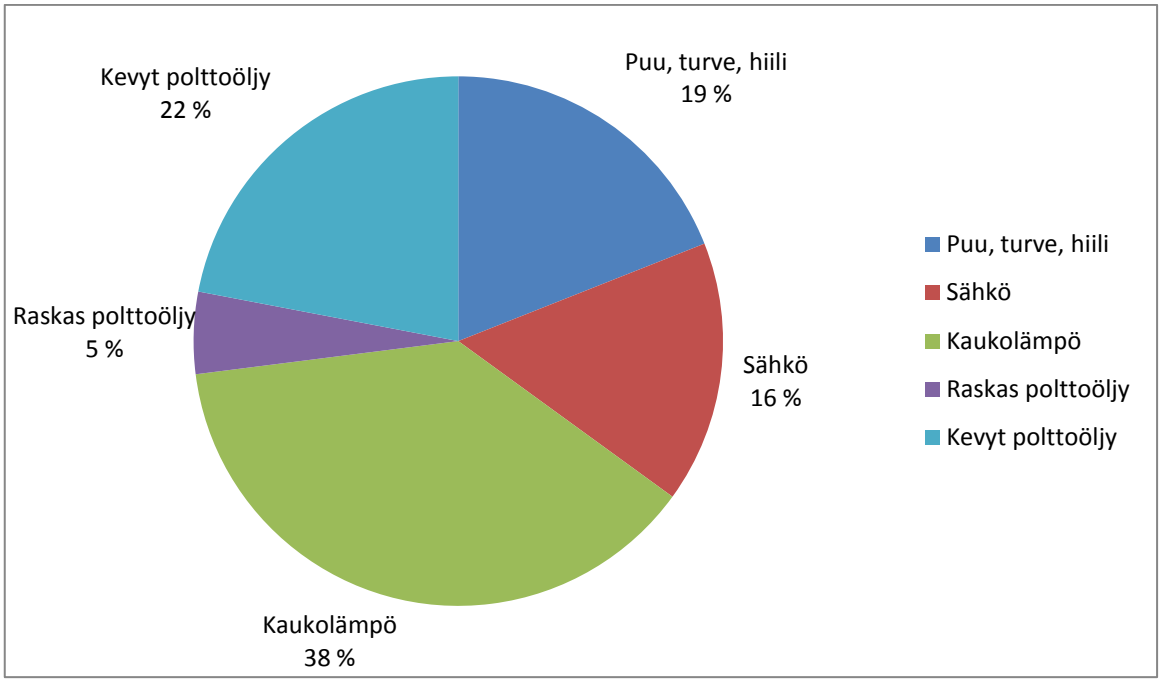
parantaa rakennuksen lämmöneristävyyttä ikkunoiden vaihdolla. Myös ikkunoiden tiivisteiden ja puitteiden vaihto voi parantaa energiatehokkuutta. Yleensä ikkunoiden saneerauksella saavutettu energiasäästö ei kuitenkaan ole niin suuri suhteessa investointikustannuksiin, että remonttiin kannattaisi ryhtyä ainoastaan energiatehokkuuden takia. (Holopainen et al. 2007, 28.)

Rakennuksen vaipan ilmatiiviyttä voidaan lisäksi parantaa ikkunoiden ja ulko-ovien tiivisteiden uusinnalla, jolla voidaan saavuttaa merkittävää parannusta energiatehokkuudessa, jos vanhat tiivisteet ovat huonossa kunnossa. Myös eri taloteknisten läpivientien tiivisteiden kuntoon on syytä kiinnittää huomiota. Rakenteiden välisiä saumoja voidaan parantaa saumausvaahdolla. Vanhoissa rakennuksissa on kuitenkin huomioitava aina, että korvausilmareitit pysyvät avoinna. Rakenteissa tehtävät muutokset aiheuttavat tarpeen myös lämmöntuotto- ja ilmanvaihtojärjestelmien päivitykselle. Lisäksi on varmistuttava, ettei lisäeristys aiheuta uusia ongelmia kuten kosteuden kertymistä rakenteisiin. (Holopainen et al. 2007, 31.)

2.1.2 Lämmöntuottojärjestelmät

Lämmitys on ylivoimaisesti suurin rakennuksen energiankuluttaja. Lämmitysmuodolla on ratkaiseva vaikutus lämmityksen kustannusten sekä energiankulutuksen kannalta. Lämmitysjärjestelmän valinta tehdään tai on tehty aina rakennusvaiheessa vallinneiden olosuhteiden perusteella. Perusperiaatteena on, että lämmitysjärjestelmä pidetään käytössä koko rakennuksen teknisen käyttöiän ajan. Lämmitysjärjestelmän vaihto on teknisesti ja taloudellisesti suuri toimenpide, joka edellyttää kannattavuuslaskelmia. (Holopainen et al. 2001, 44.)

Tavallisimmat lämmitystavat Suomessa ovat kaukolämmitys, öljylämmitys ja sähkölämmitys. Kuvassa 3 on kuvattu yleisimpien lämmitysmuotojen prosenttiosuutta rakennustilavuutta kohden. (Seppänen 2000, 94.)



Kuva 3. Rakennusten lämmitystavat polttoaineen mukaan rakennustilavuutta kohti. (Seppänen 2000, 94.)

Sähkölämmityksen suosiota lämmitysmuotona selittävät sen pienet investointikustannukset. Sähkölämmitys voidaan toteuttaa huonekohtaisena suorana sähkölämmityksenä tai vesikiertoisena järjestelmänä. Haittapuolena sähkölämmityksessä on selkeästi muita energialähteitä korkeampi energianhinta, jonka kehitys näyttää edelleen noususuuntaiselta. Sähkölämmitys voidaan toteuttaa myös ilmalämmitysjärjestelmänä, jossa lämmityslaite on yhdistetty ilmanvaihtojärjestelmään. Ilmalla lämmitettäviin huoneisiin tuodaan ylilämmintä tuloilmaa, mutta huoneissa, joista ilmaa poistetaan, on oltava oma lämmitysjärjestelmänsä. Ilmalämmitys on lähinnä matala- ja passiivirakennusten lämmitysratkaisu. (Motiva 2009, 22–23.)

Maalämpöpumppu hyödyntää maaperän lämpöä ja siirtää sitä kiertävän lämmönsiirtonesteen mukana. Maalämpöpumppu on kiinteistökohtainen. (Holopainen et al. 2007, 47.) Yleisin maalämmön talteenottotapa on kallioon porattu lämpökaivo, mutta lämpöä voidaan ottaa talteen myös noin metrin syvyyteen asennetulla vaakaputkistolla. Maalämmölle investointikustannukset ovat suuret, mutta lämmöntuotto on melko edullista. Maalämpöpumpulla voidaan tyypillisesti tuottaa käyttämäänsä sähköön verrattuna noin kolminkertainen määrä auringosta maaperään sitoutunutta, uusiutuvaa energiaa. (Motiva 2012a, 4, 14.)

Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate on samanlainen kuin maalämpöpumpun, mutta lämpövarastona toimii ulkoilma. Ilmalämpöpumpulla lämpö johdetaan usein suoraan huoneilmaan. Ilmalämpöpumpun käyttöä rajoittaa sen lämpökertoimen voimakas heikkeneminen ulkolämpötilan laskiessa. Ilmalämpöpumpun etuna on, että sillä voidaan täydentää huonekohtaista sähkölämmitystä, jos vesikiertoista järjestelmää ei ole. (Holopainen et al. 2007, 47.)

Kaukolämpö on ympäristöpäästövaikutuksilta hyvä vaihtoehto lämmitysjärjestelmäksi, koska kaukolämpöjärjestelmässä lämpö tuotetaan keskitetysti. Kaukolämpö on suosittu lämmitysvaihtoehto sen edullisuuden, käyttövarmuuden ja helpon huollettavuuden ansiosta. Kaukolämpöön liittyminen aiheuttaa kustannuksia ja se ei ole aina mahdollista, koska lämpöjohtoverkosto ulottuu vain rajatulle alueelle. (Holopainen et al. 2007, 47.)

Puupohjaiset polttoaineet ovat kotimaisia energialähteitä, jotka eivät laskennallisesti lisää kasvihuonekaasu- eikä rikkipäästöjä. Polttoaineena käytetään puupohjaisia polttoainepellettejä, haketta, pilkettä tai halkoja. Pellettilämmitys koostuu polttimosta, siihen kytketystä kattilasta sekä järjestelmää ohjaavasta automatiikasta. Puukattiloissa taas voidaan polttaa haketta, pilkettä tai halkoja. Lämpö jaetaan taloon vesikiertoisella lämmitysjärjestelmällä. Puupohjaiset polttoaineet tarvitsevat varastointitilan, jonka rakentaminen lisää kustannuksia. Lisäksi puupohjaiset järjestelmät vaativat jatkuvaa tarkkailua ja säännöllistä huoltoa. (Motiva 2009, 14–15.) Puupohjaisissa polttoaineissa periaate on samankaltainen kuin öljylämmityksessä, erona on poltettava polttoaine. Öljylämmityksessä polttoaineena on fossiilinen polttoaine, kevyt tai raskas polttoöljy. (Holopainen et al. 2007, 47.)

Aurinkolämmitysjärjestelmässä auringonsäteily kuumentaa lämmönsiirtonestettä. Kertynyt lämpö siirretään varaajassa tai lämmityskattilassa olevaan veteen ja kertyneellä lämmöllä voidaan lämmittää tiloja tai käyttövettä. Tilojen lämmityksen suhteen ongelmana on, että aurinkolämpöä on eniten tarjolla lämmityskauden ulkopuolella. Lämmöntalteenottoon tarkoitetut lämmönkeräimet ovat tasomaisia ja ne voidaan asentaa esimerkiksi rakennuksen etelän- tai lounaanpuoleiselle harjakatolle. Aurinkolämmitys ei toimi ensisijaisena lämmitysjärjestelmänä, mutta se voidaan asentaa osaksi vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, jonka ensisijainen lämmönlähde on esimerkiksi öljy tai sähkö. (Holopainen et al. 2007, 48.)

2.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto on rakennuksessa toteutettava niin, että se vastaa rakennuksen käyttötarkoitusta. Ilmanvaihto luo osansa koko rakennuksen tehokkaalle energiankäytölle. Ilmanvaihdon toiminta-alueet ja -ajat sekä poistoilman lämmöntalteenotto on ryhmiteltävä ja säädettävä tarpeenmukaisiksi. Kanavat ja ilmanvaihtokoneenosat olisi eristettävä niin, ettei näistä aiheudu turhia energiahäviöitä tai tarpeetonta ilmavirran lämpenemistä tai jäähtymistä. Ilmanvaihto olisi lisäksi hyvä järjestää siten, että sen sähkötehonkulutus on tarpeen tullen helposti mitattavissa. Ilmanvaihdon oikean toimivuuden ja energiatehokkuuden tarkkailun kannalta on tärkeää, että ilmanvaihtolaitteisto on varustettu tarvittavilla säätö-, ohjaus- ja mittauslaitteistoilla. (D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2010, 23.)

Ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävä niin, että se takaa terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston. Sisäilmalle voidaan asettaa eri tavoitetasoja sisäilmaluokitusten mukaan tila- ja tilatyyppikohtaisesti. Mitoituksessa voidaan käyttää apuna rakennusmääräyskokoelmassa annettuja mitoitusarvoja, mutta ilmavirtoja on lisäksi tarpeen voida ohjata kuormituksen ja ilmanlaadun mukaan. (D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2010, 13.)

Hyvän ilmanvaihdon ominaisuuksiin kuuluu, että ilma virtaa puhtaista huonetiloista likaisiin tiloihin, joista se poistetaan. Ilman on kierrettävä tiloissa niin, että se huuhtelee mahdollisimman tehokkaasti koko huonetilan. Kun järjestelmä on lisäksi hieman alipaineinen, estetään kosteuden kulkeutuminen rakenteisiin. Ilmanvaihdon on toimittava vedottomasti, hajuttomasti, äänettömästi, jatkuvatoimisesti ja kaiken lisäksi mahdollisimman energiatehokkaasti, niin että se on kuormituksen sitä vaatiessa tarpeen mukaan tehostettavissa tai vähennettävissä. Järjestelmä voidaan rakentaa painovoimaisesti, poistokoneellisesti tai sekä koneellisella tulo- että poistoilmajärjestelmällä varustettuna. (Harju & Matilainen 2001, 66 – 67.) Lämmöntalteenotolla on merkittävä rooli koneellisessa ilmanvaihdossa. Sen avulla voidaan poistettavasta ilmasta kerätä lämpöä talteen vaihtelevalla hyötysuhteella riippuen lämmönsiirtimen tyypistä ja toimivuudesta. (Holopainen et al. 2007, 55.)

Ilmanvaihtojärjestelmän energiataloudelliset parannukset vaativat kannattavuusanalyyseja, ja on huolehdittava, että niiden vaikutus ei laske ilmanlaatutasoa. Ilmanvaihdon energiataloudellisuutta kartoitettaessa voidaan kiinnittää huomiota kolmeen osa-alueeseen: tilojen vaatimusten selvittämiseen, järjestelmäanalyysiin ja järjestelmän yksittäisten komponenttien analyysiin. (Holopainen et al. 2007, 47.)

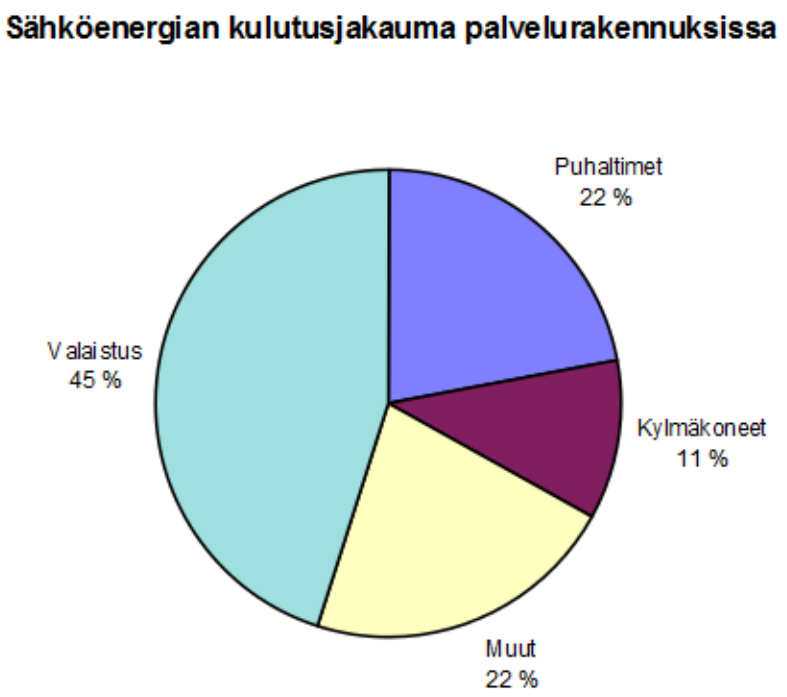
2.3 Valaistus

Valaistuksen osuus koko sähkönkulutuksesta voi olla jopa kolmasosa. Tällöin energiatehokkailla valaistusratkaisuilla voi olla merkittävää vaikutusta, kun halutaan asettaa tavoitteita energiansäästöstä. Valaistushankinnoissa olennaista on kiinnittää huomiota koko valaistuksen elinkaareen: suunnittelusta ylläpitoon. Investointi energiatehokkaampaan vaihtoehtoon voi maksaa itsensä takaisin käyttövaiheessa. Tehokkaassa ja toimivassa valaistuksessa olennaista on oikeiden valaisimien ja lamppujen lisäksi niiden oikea sijoittelu ja ohjaustekniikka. (Motiva 2011, 2.)

Sisävalaistuksessa energiatehokkuuteen vaikuttavat valonlähteen ja valaisimen ominaisuudet sekä valaisimen asennustapa. Tarpeenmukaisella käytöllä, jossa valaistus on työpistekohtainen ja mahdollisesti varusteltu liike- tai hämäryystunnistimella tai kellokytkimellä, on suuri merkitys valaistuksen energiatehokkuuteen. Lisäksi kannattaa hyödyntää luonnonvaloa ja huomioida se jo rakenteellisissa ratkaisuissa sekä tehdä ympäristö pintojen värien ja materiaalien avulla käyttötarkoituksen mukaiseksi. (Motiva. 2011, 24.)

2.4 Sähkölaitteet

Sähköenergiankäyttö on lisääntynyt yleisesti rakennuksissa. Osittain se johtuu siitä että sähkölaitekanta on kasvanut. Varustelutaso, laitteiden hyötysuhteet ja toiminta vaikuttavat paljon kulutukseen. Yksittäisen sähkölaitteen kulutukseen vaikuttavat laitteen teho ja käyttöaika, jolloin huipputeho- ja kulutusjakaumat voivat olla varsin erilaiset. Kuvassa 4 on esitetty sähkönenergian kulutusosuuksia tyypillisessä palvelurakennuksessa. (Shemeikka et al. 1996, 9.)



Kuva 4. Sähköenergian kulutusjakauma laiteryhmittäin palvelurakennuksessa, kun mukaan ei ole sisällytetty lämmityssähköä. (Shemeikka et al. 1996, 10.)

Keittiöstä löytyvät usein kodin merkittävimmät sähköä kuluttavat laitteet. Keittiölaitteiden energiatehokkuus perustuu laitteiden oikeaan mitoitukseen ja suunnitteluun sekä oikeisiin laitevalintoihin. Käyttäjällä on suuri rooli sähkölaitteiden energiakulutuksessa. Keittiössä energia kuluu ruuan valmistamiseen, kylmäsäilytykseen sekä astioiden pesuun. (Motiva. 2010, 4.)

Kylmälaitteilla liitäntätehot ovat suhteellisen pienet, mutta koska ne ovat käytössä ympäri-vuotisesti, on niiden energiakulutus merkittävää. Seurantamittauksissa on kylmälaitteiden sähköenergiankulutukseksi suurkeittiön energiakulutuksesta arvioitu noin 22 – 30 %, mutta kulutusosuudet vaihtelevat paljon erityyppisten keittiöiden välillä. Kylmälaitteen energian-kulutusta lisää tavaran vaihtuminen ja ovien aukominen. Kylmälaitteen asennuksessa on huomioitava sijoitus, esimerkiksi astianpesukoneen tai uunin viereen sijoitettuna kylmälait-teen päivittäinen energiankulutus voi lisääntyä jopa 10–20 %. (Shemeikka et al. 1996, 33.)

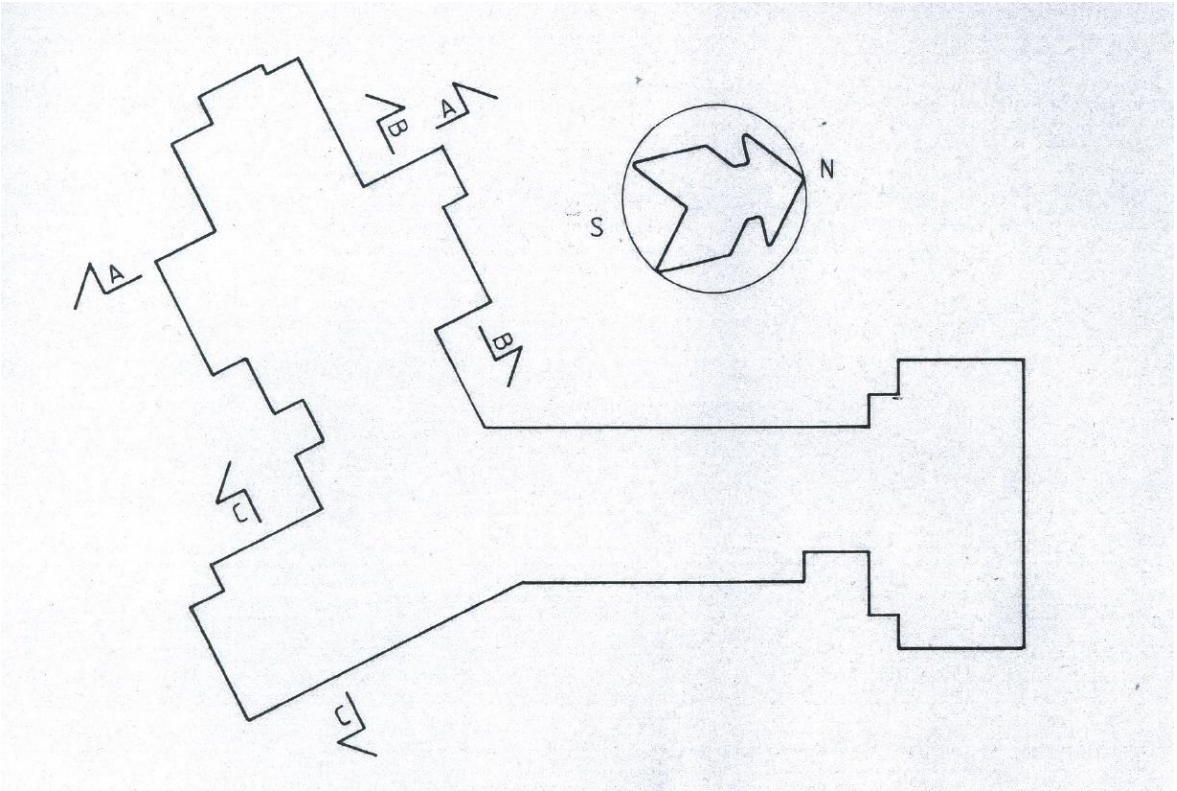
Keittiön ruuanvalmistus- ja astianpesulaitteisto vievät huomattavan osan keittiön sähkön-kulutuksesta. Astianpesun osuus saattaa olla jopa 40 % riippuen keittiötyypistä, samalla

kun ruuanvalmistuksen ja kylmälaitteiden osuus olisi noin neljännes keittiön energiankulutuksesta. Ravintoloissa ja hotelleissa ruuanvalmistuksen osuus on usein suurempi. Säästömahdollisuuksia löytyy usein liesien lämpiämisnopeuden parantamisessa ja tarpeenmukaisessa säädössä. Energiaa voidaan säästää keittiössä esimerkiksi hyödyntämällä induktiotekniikkaa, uunien ja patojen eristyksiä parantamalla tai laitteiden siirtämisestä vähän kuluttavaan lepotilaan, kun niitä ei käytetä. (Shemeikka et al. 1996, 66.)

Toimistolaitteet ovat usein käytössä aktiivisesti vain pienen osan ajasta, jolloin niissä on virta kytkettynä. Toimistolaitteiden energiansäästöratkaisuissa kannattaakin pyrkiä pienentämään laitteiden turhaa sähkönkulutusta silloin, kun laitetta ei käytetä. (Shemeikka et al. 1996, 49.)

3 MARJOLAN LÄHTÖTIEDOT JA RAJOITUKSET

Tässä työssä käsitelty kohde on loma- ja kokoushotelli Marjolan päärakennus Marjohovi. Hotellikokonaisuuteen kuuluu myös muita rakennuksia kuten saunarakennukset, joiden energiankulutus näkyy kiinteistöenergiankulutuksen kulutustiedoissa. Näitä kohteita ei ole kuitenkaan otettu huomioon tämän työn energiaratkaisujen tarkastelussa. Marjohovi on yksikerroksinen, harjakattoinen rakennus, jonka pohjaratkaisu koostuu kolmeen suuntaan erkanevista siivistä. Koska kohde on melko poikkeuksellinen sekä rakenteellisten ratkaisujen että käyttönsä perusteella, on sille vaikeaa löytää luotettavaa vertailukohdetta. Tämän takia työssä on jouduttu valitsemaan mahdollisimman samankaltaisia vertailukohteita joko rakenteeltaan tai käyttötottumuksiltaan. Energiataloudellisesti ajatellen rakenteeltaan Marjohovi muistuttaa eniten asuinrivitaloa, mutta käyttö on enemmän ravintola- tai majoituspalveluita tarjoavan kohteen kaltaista. On siis huomioitava, että mikä on kannattavaa soveltaa asuinrakennuksiin, ei välttämättä sovellu tämän työn kohteeseen. Kuvassa 5 on pohjakuva rakennuksesta tilanteen havainnollistamiseksi.



Kuva 5. Marjohovin pohjapiirros.

Kohteessa tehtiin kaksi käyntiä, joissa ensimmäisessä luotiin perustavanlaatuinen kuva Marjolasta ja saatiin materiaaliksi kartoitukseen kiinteistön tekniikan kytkentä- ja toimintakaavioita. Laitekohtaisia tietoja on saatu näistä kaavioista. Tämän jälkeen käytiin jonkin verran informaation vaihtoa puhelimitse ja sähköpostitse. Sähkönkulutuksen tiedot saatiin tuntitasolla energialaitokselta viimeisen kolmen vuoden ajalta. Toisella käynnillä kohteessa kartoitettiin mittausmahdollisuuksia, jotta Marjolan sähköenergiankulutusta saataisiin paremmin ositettua. Samalla haettiin haastatteluilla Marjolan yhteyshenkilön kanssa tarkentavia tietoja eri energiankulutuksen osa-alueista ja käyttöasteesta. Vesilaskuista saatiin tietoa vedenkulutuksesta ja Marjolan ilmanvaihtoa huoltaneen yrityksen Saimaan Digicontrol Oy:n asentajan kanssa käydystä puhelinhaastattelusta saatiin lisäinformaatiota Marjohovin ilmanvaihtolaitteistosta.

Kiinteistö on erittäin suuri sähkönkuluttaja johtuen siitä, että tilojen lämmitys tapahtuu sähköllä. Taulukossa 1 on esitetty kulutuslukemia kuukausittain viimeisen kolmen vuoden ajalta. Taulukosta voidaan päätellä, että kesällä, kun lämmityksen tarvetta ei tilojen osalta ole, on sähkön kulutus noin 20 MWh kuukaudessa eli alle kolmannes talvikuukausien ku-

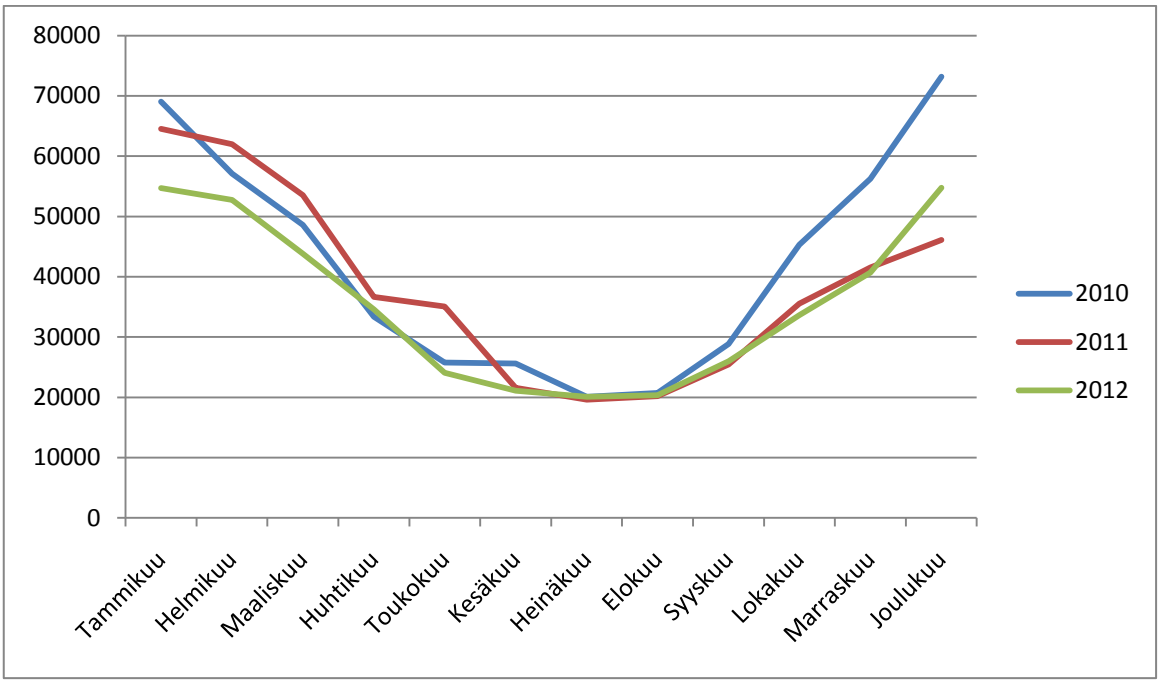
lutuksesta. Kesäajan energiankulutuksen on siis oletettu olevan koko kiinteistön muuhun kuin lämmittämiseen kuluva energiankulutus, kun käyttöaste on lähes 100%. Käyttöasteen muutosten ei oleteta merkittävästi vaikuttavan kokonaiskulutukseen talvellakaan, koska siitä riippumattomien energiaa kuluttavien kohteiden, kuten lämmityksen, osuudet ovat niin suuria. Jos kiinteistön kulutuslukemista tehdään suoria johtopäätöksiä lämmityksen osuudesta kiinteistön kokonaisenergiankulutuksesta, olettamalla muun kuin tilojen lämmityksen energiankulutuksen osuuden olevan noin 20 MWh kuukaudessa, saadaan lämmityksen osuudeksi kokonaiskulutuksesta noin 46 % koko vuoden osalta. Osuudessa on huomioitu myös ilmanvaihdon ottama lämmitysteho. Arvio on karkea johtuen eri vuosien välisistä sähkönkulutuksen eroista ja koska rakennuksen käyttöaste vaihtelee huomattavasti vuodenaikojen välillä. Kesällä käyttöaste lähentelee 100 %, kun se lopputalvesta saattaa olla vain 45 %. Ei myöskään voida olla täysin varmoja kiinteistön todellisista lämmitysajoista. Valaistus on käytössä liki samalla tavalla ympäri vuoden ja ilmanvaihtoa ei säädetä vuodenajan mukaan.

Taulukko 1. Kiinteistön sähkönkulutus viimeisen kolmen vuoden ajalta. (Lappeenrannan energia, sähköpostiviesti 14.3.2013.)

	2010 [kWh]	**2011 [kWh]**	**2012 [kWh]**	**Keskiarvo [kWh]**
Tammikuu	69027	64546	54694	62755
Helmikuu	57106	62002	52764	57290
Maaliskuu	48611	53515	43837	48654
Huhtikuu	33357	36651	34609	34872
Toukokuu	25779	35037	24047	28287
Kesäkuu	25622	21561	21094	22759
Heinäkuu	20108	19624	20079	19937
Elokuu	20716	20208	20341	20421
Syyskuu	28834	25432	25972	26746
Lokakuu	45295	35552	33655	38167
Marraskuu	56232	41536	40683	46150
Joulukuu	73159	46131	54765	58018
Koko vuosi	503846	461795	426545	464062

Kuvaaja 6 havainnollistaa vuodenaikojen ja eri vuosien välistä vaihtelua kiinteistön kokonaissähkönkulutuksessa. Kuvaajassa heinä- ja elokuun kulutukset pysyvät likimain samoi-

na eri vuosien välillä. Haastatteluissa saatujen tietojen perusteella Marjolan käyttöaste on tähän aikaan vuodesta tavallisesti lähes sata prosenttia.



Kuva 6. Marjolan sähkönkulutus esitettynä kuvaajana viimeisen kolmen vuoden ajalta. (Lappeenrannan energia, sähköpostiviesti 14.3.2013.)

Leikkaus- ja pohjakuvien avulla laskettiin Marjohoville pinta-alat ja tilavuudet. Pinta-alaksi saatiin 1164 m^2. Bruttotilavuudeksi, jossa on huomioitu myös lämmittämättömät ullakkotilat saatiin 3823 m^3 ja netto- eli lämmitetyksi tilavuudeksi 2897 m^3. Kun tiedetään rakennuksen mitat, voidaan laskea kiinteistölle ominaisenergian- ja lämmönkulutuksia, joko pinta-alaa tai tilavuutta kohden yksiköillä kWh/m^2 ja kWh/m^3 käyttäen laskennassa nettopinta-aloja ja -tilavuuksia. Taulukkoon 2 on koottu vertailuksi Marjolan kulutuslukuja ja muiden majoitusliikerakennusten kulutuslukuja. Marjolan kulutusarvot on arvioitu kokonaisenergiankulutuksen avulla, ja arviot on jaettu rakennuksen tilavuudella. Taulukossa on kyseisen sektorin, majoitusliikerakennusten ominaiskulutuksia. Mukaan vertailuun on otettu pienin, mediaani sekä suurin mitattu ominaiskulutus ennen kuin kohteessa on suoritettu energiakatselmusta. Taulukosta nähdään että Marjola sijoittuu jokaisella osa-alueella mediaanin yläpuolelle, mutta selvästi alle suurimman ominaiskulutuksen omaavan kohteen. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että Marjolasta on löydettävissä energiansäästöpotentiaalia, mutta kulutus ei silti radikaalisti poikkea sektorille tyypillisestä.

Taulukko 2. Majoitusliikerakennuksien ennen energiakatselmuksia tilastoituja ominaiskulutuksia verrattuna Marjolan kolmen viimeisen vuoden keskiarvoisiin ominaisenergiankulutukseen. (Palvelusektorin ominaiskulutuksia 2013.)

	Sähkö-ominaiskulutus [kWh/r-m³]	Lämpö- ominaiskulutus [kWh/r-m³]	Vesi - ominaiskulutus (dm³/r-m³)
Majoitusliikerakennus minimi	11	31,6	53
Majoitusliikerakennus mediaani	40	57,6	307
Majoitusliikerakennus maksimi	102,8	144,9	1140
Marjola keskiarvo	82,8	77,3	499,8

3.1 Rakenteet

Rakennus on rakennettu vuonna 1987 voimassa olleiden rakennusmääräysten mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että vaipan lämmöneristävyydet eivät ole nykymääräysten tasolla. Taulukossa 3 näkyy vertailuna eri rakenneosien U-arvojen ylärajat rakennusmääräyksien mukaan. Erityisesti ikkunoiden ja yläpohjan osalta rakennustekniikassa voi olettaa tapahtuneen huomattavaa kehitystä.

Taulukko 3. Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet, W/m^{2}K. (Ympäristöministeriö 2013, 3)

	1985–	2012–
Ulkoseinä	0,28	0,17
Maavarainen alapohja	0,36	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,4	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,22	0,09
Yläpohja	0,22	0,09
Ovi	1,4	1
Ikkuna	2,1	1

Rakennuksessa ei ole sen valmistumisen jälkeen tehty merkittäviä rakenteellisia huoltotöitä. Ulkoverhous on huoltomaalattu ja hyvässä kunnossa. Perähuoneiden lisälämmöneristykseksi on lisätty puhallusvillaa putkien toistuvan jäätymisen estämiseksi. Ravintolatilassa sisustusremontti alkaa olla ajankohtainen, koska alalle on tyypillistä noin viiden vuoden välein tapahtuva sisustuksen uusiminen, joka saattaa sisältää myös huonepintojen remontointia. (Viljanen, haastattelu 20.3.2013.)

Paikan päällä Marjohovissa tehdyissä pintapuolisissa tarkasteluissa havaittiin, että rakennuksen seinät ovat erityisesti läpivientien kohdilta ja sähkökeskuksissa huomattavan kylmiä ja vetoisia. Alapohja tuntuu tuntoaistin varaisissa tarkasteluissa vetävän lattian ja seinän liityntäkohdista. Vaipan lämmöneristävyydessä ja ilmapitävyydessä on siis todennäköisesti jonkin asteisia puutteita.

3.2 Lämmitys

Marjolassa lämmitys tapahtuu suoralla sähkölämmityksellä, huonekohtaisilla sähköpattereilla ja kattolämmityksellä. Märkätiloissa on lisäksi sähköllä toimiva lattialämmitys. Kuvassa 7 on sähköpattereita Marjohovin ravintolasalista.

Kuva 7. Marjohovin ravintolasalin tämän hetkisiä sähköpattereita. (Tero Ahonen 2013)

Suora sähkölämmitys tuottaa lämpöä aina sen hetkisen tarpeen mukaan. Lämmitys reagoi nopeasti lisälämpöön, jota saattaa aiheutua esimerkiksi auringosta. Sähkölämmityksen etuna on huoltovapaus ja edullinen hankintahinta. Huolloksi riittää usein pölyjen pyyhkiminen. (Harju & Matilainen 2001, 13–17.)

Kattolämmityselementit ovat tavallisesti muovikalvon ympäröimä taipuisa vastus, joka sijoitetaan lämmittävän osan pintamateriaalin alle. Lämmitys tapahtuu pääasiassa läm-

pösäteilynä. (Seppänen & Seppänen 2004, 28.) Kohteessa on Tevalin 150 W/m2 kattolämmityselementti, jonka mitoitusteho on 11,9 kW.

Varaavuutensa ansiosta lattialämmitys on säätöominaisuuksiltaan hitaampi kuin patteri- tai kattolämmitys. Lattialämmitys soveltuu hyvin nimenomaan märkätiloihin. (Seppänen 1995, 364). Marjohovissa majoitushuoneiden kylpyhuoneiden lattialämmitys on toteutettu Teval Hador RLG lattialämmityskaapeleilla.

3.3 Ilmanvaihto

Lämmöntalteenotolla varustetut koneelliset tulo- ja poistoilmajärjestelmät, jotka on asennettu myös Marjohoviin, alkoivat yleistyä 1980-luvulla. Niiden avulla voidaan ilmanjako tuottaa vedottomasti, sillä tuloilma lämpenee lämmönvaihtimessa, jonka jälkeen se voidaan vielä lämmittää esilämmityspatterilla sopivan lämpöiseksi jo ennen huoneeseen puhaltamista. (Harju & Matilainen 2001, 64.)

Huoneilmanvaihdon tarpeeseen vaikuttaa suuresti tilan käyttötarkoitus. Perusilmanvaihdon on kuitenkin oltava aina toiminnassa vaikka tilassa ei olisi toimintaa, koska rakenteista erittyy päästöjä ja kosteutta on poistettava. Marjohovin käyttötavat asettavat tiettyjä vaatimuksia ilmanvaihdolla. Ravintolasalissa on ilmanvaihto tarvittaessa oltava erittäin tehokasta, koska tila saattaa hetkellisesti olla täynnä ihmisiä. Myös keittiö vaatii riittävän ilmanvaihdon. Käytävillä ja majoitushuoneissa vaatimukset eivät ole aivan yhtä korkeat. Kuvassa 8 on osa ilmanvaihtokoneistoa rakennuksen ullakkotilassa ja kuvassa 9 havainnollistetaan leikkauskuvalla sen sijoittumista rakennuksessa.

Kuva 8. Ilmanvaihtolaitteistoa Marjohovin ullakkotilassa. Kuvassa keskellä ylhäällä poistokojeen poistopuhallinelementti. (Ahonen 2013)

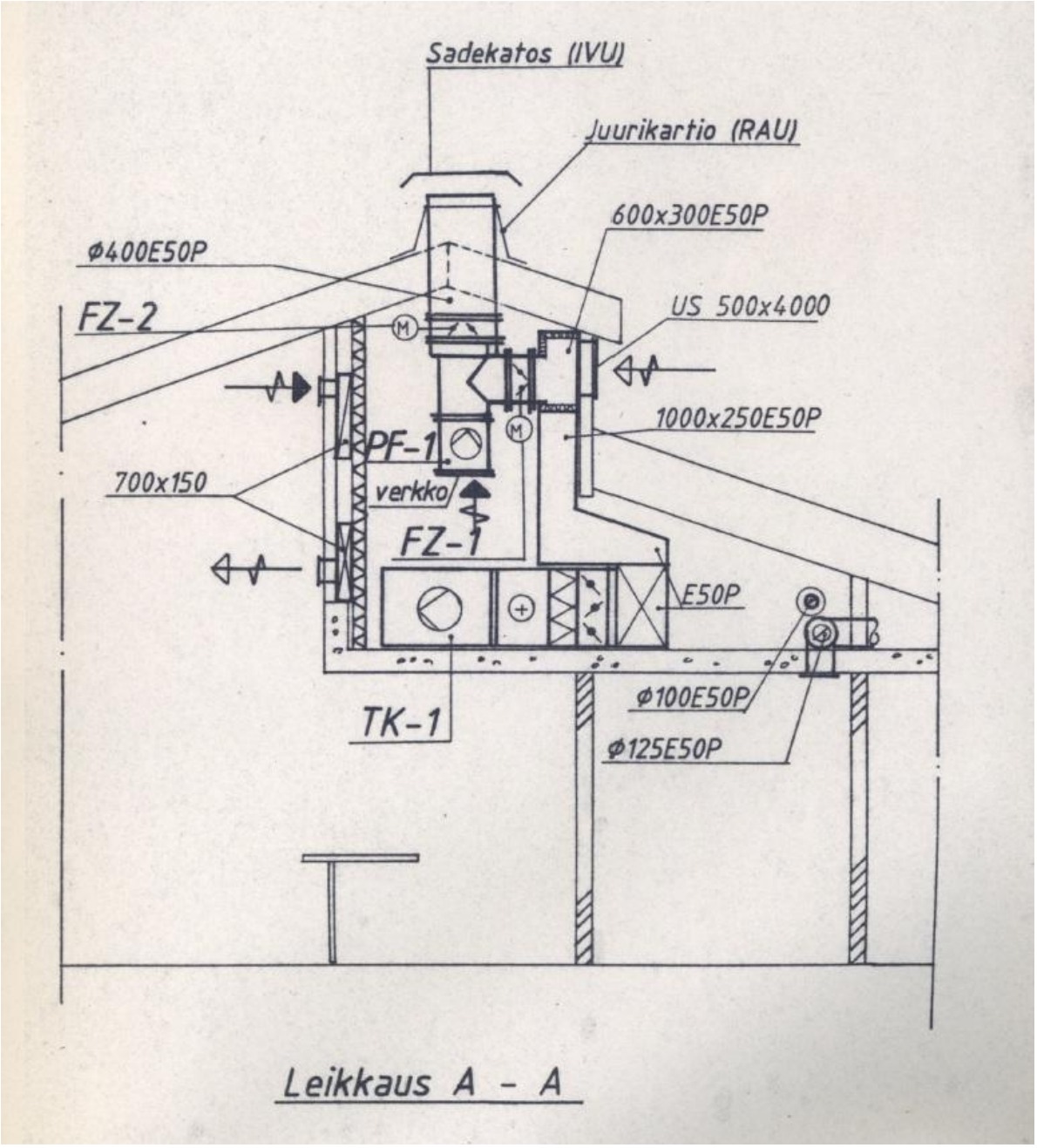
Tulokone 1:ssä on ilmavirran sulkupelti ja ilman suodatus ennen lämmöntalteenottoa ja lämmityspatteria. Lämmityspatterin tehoa ohjataan asetusarvon mukaisesti lämpötila-anturilla, joka mittaa ilman lämpötilaa ennen sen puhaltamista kanavistoon. Tulokoje 1 puhaltaa ilman keittiötiloihin. Poisto tapahtuu keittiötiloista kahdella huippuimurilla.

Tuloilmakojeella 2 otetaan sisään muihin paitsi keittiötiloihin puhallettava ilma. Ilmavirta ohjataan suodattimen läpi lämmöntalteenottolaitteelle ja edelleen esilämmityspatterille. Esilämmityspatterilta puhalletaan asetusarvoisesti +16 °C:sta tuloilmaa ilmanvaihtokanaviin, joista ilma vapautuu huonekohtaisista tuloilmapäätelaitteista rakennuksen sisätiloihin.

Poistoilma tuodaan keskitetysti eri huonetiloista poistoilmapäätelaitteiden ja –kanavien kautta poistoilmanvaihtokoneelle. Poistettava ilma suodatetaan ja ohjataan lämmöntalteenottolaitteelle, jonka sähkömoottorin kierroslukua ohjataan poistoilman lämpötilanmittauksella. Poistoilman lämpötilanmittausanturi ohjaa myös tuloilman esilämmityspatteria. Lämmöntalteenottoelementin jälkeen ilmanvaihtokoneessa on sulkupelti ja tämän jälkeen ilma puhalletaan pihalle poistoilmapuhaltimella. Lämmityskauden ulkopuolella ilmanvaihdon lämmityspatteri ja lämmöntalteenottolaite eivät luonnollisesti ole toiminnassa.

Ilmanvaihtokoneet alkavat olemaan käyttöikänsä loppupuolella, ja tiettyjä perusparannuksia on edessä. Kojeet ovat jo osoittaneet ikääntymisen merkkejä. Vuoden 2013 helmikuus-

sa tulokojeesta jouduttiin vaihtamaan peltimoottori ja sähkömoottori. On siis oletettavaa, että myös kojeen muut osat saattavat olla lähitulevaisuudessa vaihdon tarpeessa.



Kuva 9. IV-laitteiston leikkauskuva. Laitteisto on sijoitettu ullakolle.

3.4 Lämminvesivaraajat ja pumput

Lämpimän veden käyttö on rakennuksessa runsasta. Vettä kulutetaan keittiössä ruuanvalmistuksessa ja astioidenpesussa, myös vierailijat kuluttavat vettä peseytyessään. Sähköenergiaa voi olettaa kuluvan melko paljon veden lämmittämiseen kahdessa 1000 litran nimellisteholtaan 6 kW:n lämminvesivaraajassa. Lämminvesivaraajat on sijoitettu rakennuksen tekniseen tilaan. Lämmintä vettä kierrätetään lämpimän veden 0,045 kW:n kiertovesipumpulla ja kylmävesisäiliöstä vesi pumpataan 3,7 kW:n kaivovesipumpulla Jätevedelle on lisäksi oma pumppu.

Lämpimän veden käyttöön kuluvaa energiaa voidaan arvioida esimerkiksi seuraavalla yhtälöllä 1, joka on peräisin Motivan ohjeistuksista lämpimän käyttöveden kulutuksen arviointiin. Varsinaisen käyttöveden lämmittämisen vaatiman energiamäärän lisäksi lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöt sisältyvät käyttöveden lämmittämiseen tarvittavaan energiaan. (Laskukaavat: Lämmin käyttövesi 2013.) Laskennallisesti saatua arvoa voidaan pitää vain karkeana arviona tilanteesta, koska häviöiden lisäksi epätarkkuutta aiheuttaa epävarmuus käyttöveden todellisista lämpötiloista, kun laskennassa on käytetty tyyppiarvoja.

$$Q = \frac{\rho * c_p * V * (T_2 - T_1)}{3600} \tag{1}$$

Q =Veden lämmittämiseen kuluva energia (kWh)

ρ =Veden tiheys (1000 kg/ m^3)

c_p =veden ominaislämpökapasiteetti (4,2 kJ/kg°C)

V =vedenkulutus (m^3)

T_2 =lämmitetyn veden lämpötila, tyypillisesti 55 °C

T_1 =lämmitettävän veden lämpötila, tyypillisesti 5…10 °C (käytetty 10 °C)

3600 =yksikkömuunnoskerroin (kJ → kWh)

Laskennallisesti saadut tulokset on esitetty taulukossa 4 kahdelle edelliselle vuodelle, joille vedenkulutuslukemat olivat saatavilla. Laskenta havainnollistaa, että arviolta käyttöveden lämmittäminen muodostaa alle 6 %:n osuuden kiinteistön koko sähkönkulutuksesta.

Taulukko 4. Vedenkulutus tietoja vuosilta 2011 ja 2012.

Veden kulutus laskutus-kausittain [m3]		Vedenkulutus vuosittain [m3]		Veden lämmittämiseen kuluva energia [kWh/a]	Osuus kiinteistön koko-naisenergiankulutuksesta [%]
1.1. – 31.8.2011	1400	2011	1752	30660	6,6
1.9.–31.12.2011	352				
1.1.–31.6.2012	527	2012	1144	20020	4,7
1.7–31.12.2012	617				

3.5 Sähkökiukaat

Kiukaat kuluttavat osan kiinteistön kokonaissähkönkulutuksesta. Kiukaat ovat kiinteistön suurimmat sähkölaitteet keittiön suurimpien laitteiden jälkeen. Niiden energiankulutusta voidaan vähentää, varmistamalla kiukaan oikea koko kyseiseen saunaan sekä optimoimalla käyttöajat ja välttämällä tarpeetonta lämmitystä. Marjohovin päärakennuksessa on sauna, minkä lisäksi on rantasauna, joka ei kuulu tämän työn tarkastelualueeseen, mutta näkyy kokonaiskulutuksissa.

Kiinteistön sähkökiukaat ovat Helo SKLA 210 nimellisteholtaan 12 kW ja Helo SKSM 60 ST nimellisteholtaan 6 kW. Vertailuna voidaan sanoa että perinteisen omakotitalon saunan nimellisteho on 6 kW ja keskimääräinen kulutuslukema 1000 kWh/a. (Korhonen et al. 2002, 74.) Jos halutaan laskea Marjolan kiukaille karkeita keskimääräisiä kulutuslukemia vuodessa, voidaan se tehdä nimellistehojen ja arvioitujen käyttötuntien avulla. Haastattelussa kävi ilmi, että kiukaiden käyttöajat vaihtelevat paljon, mikä vaikeuttaa kiukaiden sähkönkulutuksen arviointia. Jos arvioidaan, että nimellisteholtaan yhteensä 18kW:n kiukaiden lämmittämiseen kuluu aikaa 4 tuntia viikossa, kuluttaisivat ne lämmittämisjakson aikana yhteensä noin 3700 kWh sähköä vuodessa. Lisäksi energiaa kuluu lämmön ylläpitämiseen saunomisvaiheessa, mutta tällöin tehontarve on huomattavasti nimellistehoa pienempi. Lämmitysvaiheeseen kuluu noin 50 % saunan sähköenergiankulutuksesta (Sauna 2013.). Tällöin voidaan arvioida kiukaiden kokonaisenergiankulutuksen olevan noin 7400

kWh vuodessa. Kiukaiden osuus olisi tällöin noin 1,6 % kiinteistön eri vuosien keskiarvoisesta kokonaissähkönkulutuksesta.

3.6 Keittiön laitteet ja muut sähkölaitteet

Keittiössä on erilaisia ammattikeittiön laitteita, jotka kuluttavat enemmän energiaa kuin pienemmät kotitalouksien keittolevyt, uunit ja pienkoneet. Taulukossa 5 on esitetty käytössä oleva keittolaitteisto. Keittiön muiden kuin kylmälaitteiden yhteenlaskettu nimellisteho on 50 kW. Jos tästä tehdään karkeita arvioita niiden käyttämästä sähkötehosta, olettamalla jokaisen laitteen keskimääräiseksi käyttöajaksi vuorokaudessa 3 tuntia, saadaan kulutukseksi 54 759 kWh vuodessa. Tämä on noin 11,8 % kiinteistön kokonaisenergiankulutuksesta. Luku on todennäköisesti yläkanttiin, mutta suuruusluokka liikkuu kymmenissä tuhansissa kilowattitunneissa.

Taulukko 5. Keittiössä käytössä oleva keittolaitteisto. (Viljanen, haastattelu 20.3.2013.)

Laite	**Tyyppi ja nimellisteho**
Yleiskone	Meta Gastronomi 7,75kW
Astianpesukone	Meiko DV80T 9,5 kW
Kiertoilmauuni	System Rational MD 9,4kW
Sähköliesi	Metos 2213 12,0 kW
Pikkupata 40 l	Metos Viking 9,0 kW
Kahvinkeitin	Metos Matic 200 2,35 kW
Pakastin	Metos Gold 15 0,8 kW
Kylmiöt, 4 kpl	yksi yhteinen jäähdytyskompressori 1kW

Keittiössä on lisäksi 4 kylmiötä. Kylmiöt jäähdytetään yhden kompressorikoneiston avulla. Lämpö poistetaan varastosta höyrystimissä kylmäaineeseen. Mitoitus kylmäteho on 3 kW ja käyntiaika 12–14 h/vrk. Kylmiöiden kompressori näkyy kuvassa 10. Kylmiön ja pakastimen tehontarvetta tarkastellessa, voidaan myös niiden nimellistehot laskea yhteen, ja saada niiden vuotuiseksi sähkönkulutukseksi laitteiden ollessa jatkuvalla käytöllä 15 768 kWh, eli noin 3,4 % kokonaissähkönkulutuksesta. Yhteensä keittiön laitteiden osuudeksi muodostuisi tällöin 15, 2 %. On kuitenkin muistettava, että nimellistehot eivät vastaa laitteiden todellista kulutusta ja laitteiden käyttöaikoja on vaikeaa tarkkaan määrittää.

Majoitushuoneissa on huonekohtaiset jääkaapit ja keittolevyt. Ne vaikuttavat jonkin verran kokonaissähkönkulutukseen, mutta niiden käyttöastetta on hankala arvioida. Suhteessa niiden vaikutus voidaan arvioida pieneksi. Käyttö on täysin hotellin vieraiden varassa, joten vaikutusmahdollisuudet huonekohtaisten keittonurkkausten sähkönkulutukseen ovat melko vähäiset. Rakennuksessa on myös muita pieniä sähkölaitteita, kuten kaksi tietokonetta ja kopiokone. Toimistolaitteiden ja muiden pienkoneiden sähkönkulutuksen osuuden koko kiinteistön kulutuksesta voi kuitenkin arvioida olevan melko marginaalinen.

3.7 Valaistus

Valaistuksena Marjohovin tiloissa on ravintolasalissa ja majoitushuoneissa halogeenilamppuja. Halogeenilamppu on hehkulamppua parempi vaihtoehto, mutta ei siltikään kovin tehokas vaihtoehto energiankulutuksen kannalta (Motiva 2007, 21). Tämän lisäksi käytävillä on loisteputkivalaisimet, joilla saavutetaan hyvä valaistusteho. Haastatteluissa kävi ilmi, että itse valaisimet alkavat kohteessa olla ikääntyneitä ja vaihto ajankohtaista. Lisäksi ainakin osassa rakennusta valaistusteho koetaan liian heikoksi. Lamppuja on myös joudutu vaihtamaan huomattavan usein. (Viljanen, haastattelu 20.3.2013.)

Luonnonvaloa hyödynnetään jonkin verran päiväsaikaan ravintolasalissa. Majoitushuoneet ovat valaistuna riippuen käyttöasteesta ja käyttäjien valaisimien käytöstä. Majoitussiipien käytävät ovat valaistuna ympäri vuorokauden liki jokaisena päivänä vuodessa. Keittiö, vastaanotto ja ravintolasali ovat valaistuna niiden käyttöaikana maksimissaan noin 10 tuntia päivässä. Valaistuksen osuutta kokonaisenergiankulutuksesta on hankalaa määrittää, mutta kuvan 4 arviossa sen osuudeksi on arvioitu lähes puolet energiankulutuksesta, jos lämmitysenergiaa ei huomioida. Rakennusmääräyskokoelman osasta D5 löytyy rakennustyyppikohtaisia ominaissähköenergiankulutusarvoja valaistukselle. Hotellille löytyy arvo 60 kWh/brm^2/vuosi. Laskennalliseksi valaistussähkönkulutukseksi saataisiin tällöin, kertomalla bruttopinta-alalla 1164 m^2, 69840 kWh/vuosi. (D5 Suomen Rakentamismääräyskokoelma 2007, 33.) Rakentamismääräyskokoelman arvo on kuitenkin tarkoitettu uudisrakennuksen suunnitteluvaiheen laskennalliseen valaistussähkönkulutuksen arviointiin. Näin ollen, kun Marjolassa valaistusratkaisut ovat vanhempaa tekniikkaa, myös valaistussähkön-

tarve on todennäköisesti laskennallisesti saatua arvoa jonkin verran suurempi, kun valaistustekniikka sittemmin on kehittynyt energiatehokkaampaan suuntaan.

3.8 Hallintajärjestelmät ja kulutuksen seuranta

Tällä hetkellä Marjolassa ei ole käytössä minkäänlaista kiinteistön- tai energiankäytön seurantajärjestelmää, johon kerättäisiin kootusti käyttö- ja seurantatietoja. Myöskään huolloista ei löydy dokumentoitua tietoa, vaan lähinnä muistitietoa. (Viljanen, haastattelu 20.3.2013.)

3.9 Toteutetut mittaukset

Kohteessa pyrittiin energiankäytön kartoittamiseksi toteuttamaan suuntaa-antavia mittauksia. Kohteeseen parhaiten soveltuvia mittalaitteita ei valitettavasti ollut saatavilla nopealla aikataululla toteutettuihin mittauksiin. Mahdollisuutta Marjohovin eri kohteiden sähkötehon mittaukseen lähdettiin kartoittamaan sähkötekniikan osaston tutkijan Tero Ahosen avustuksella. Mittaukseen valittiin mittariksi Fluke 199 Scopemeter, joka mittaa virtaa sähköjohtimen ympärille asetettavalla virtapihdillä. Mittari näkyy kuvassa 11. Teknisten tilojen ja sähkökeskusten tarkastelussa kävi ilmi, ettei tehoja pystytä mittaamaan avaamatta säätökeskusten koteloita. Tämä työ vaatisi sähköalan ammattilaista, jolla on kokemusta ja vaadittava pätevyys operointiin.

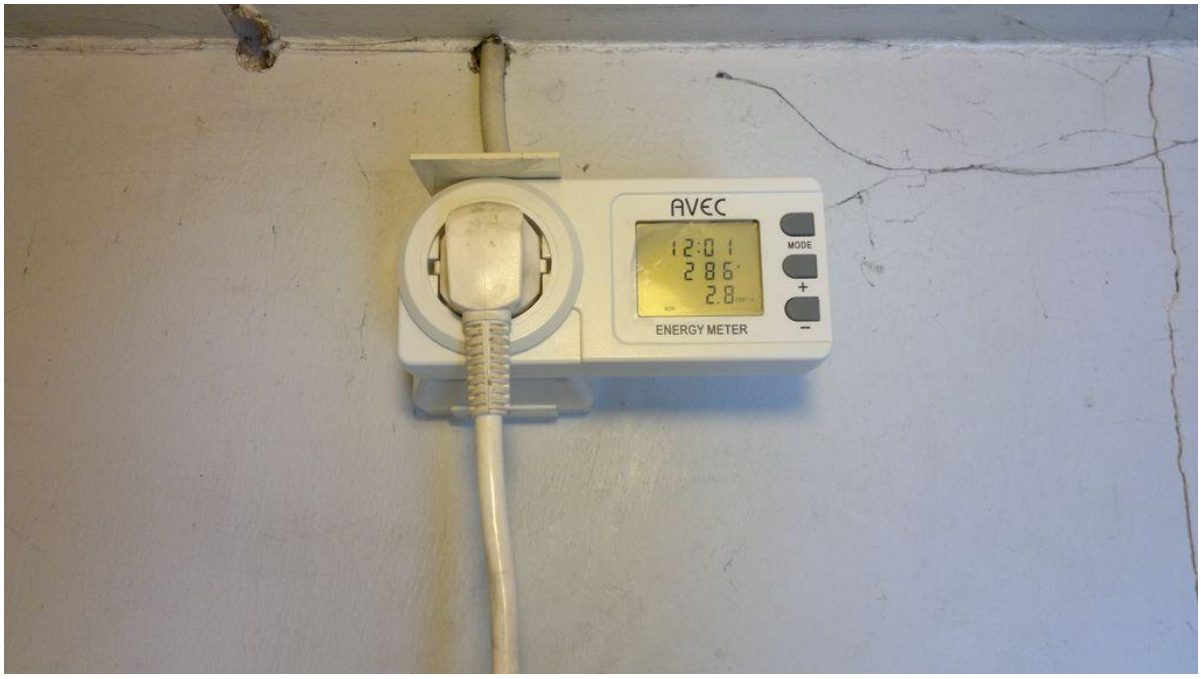
Testimielessä suoritettiin mittaus virtapihdillä Marjohovin kylmiöiden jäähdytyskompressorilta, joka näkyy kuvassa 10. Kompressorille mitattiin virta kolmesta eri vaihejohdosta, joista saatiin tulokset 2,4; 3,2 ja 2,4 Ampeeria. Käytetty mittari ja pihtivirtamittari näkyvät kuvassa 11. Lisäksi mitattiin tunnin ajan keittiön tuulikaapissa pakastimen sähkötehoa. Tämä mittaus suoritettiin pistorasiaan asennettavalla AVEC:n energy meter–mittarilla, joka näkyy kuvassa 12. Tunnin aikana pakastimen kompressorin teho vaihteli noin 200 ja 1000 watin välillä. Tuloksena saatiin kyseiselle tunnille pakastimen keskimääräiseksi tehoksi noin 0,8 kW, joka vastaa taulukossa 5 kerrottua pakastimen nimellistehoa. Tällaisella laitekohtaisella mittauksella voitaisiin helposti määrittää yksittäisten laitteiden tehoja pi-

demmältä ajalta, jos laitteiden virtajohdot ovat näkyvissä ja mittari mahtuu pistorasian ympäristöön.

Kuva 10. Kylmiöiden jäähdytyskompressori (Ahonen 2013)

Kuva 11. Hetkellisen sähkövirran mittaus kylmiön kompressorilta pihtivirtamittarilla. (Ahonen 2013)

Vaikka mittauksia ei pystytty toteuttamaan halutussa laajuudessa, voidaan tarkastelujen perusteella todeta, että jos Marjohovissa halutaan tehdä suurempia investointeja esimerkiksi lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmiin, on kannattavaa hankkia paikalle pätevöitynyt sähköalan asiantuntija, joka pystyy turvallisesti riittävän pitkältä aikaväliltä ja kohteeseen hyvin soveltuvalla laitteistolla, mittaamaan Marjohovin eri sähkönkulutuksen osa-alueiden suuruusluokat.



Kuva 12. Pakastimen tehon mittaus pistorasiamallisella mittarilla. (Ahonen 2013)

4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA ENERGIAN KÄYTÖN TEHOSTAMISEKSI

Energian käytön tehostamiseksi on kerätty toimenpiteitä, joilla on aikaisemmissa tutkimuksissa ja vertailuun sopivissa kohteissa saatu aikaan energiataloudellisia parannuksia. Yleisesti voidaan sanoa, että yksittäisillä ratkaisuilla voi olla vaikea saada merkittävää energiansäästöä, mutta useamman ratkaisun summana voidaan käyttöä saada tehostetuksi merkittävästi tai ohjatuksi parempiin tuotantomuotoihin. Usein energiatehokkuuden parantaminen teknisillä tai rakenteellisilla toimenpiteillä ei ole kannattavaa, jos muuta korjaus-

tarvetta ei ole. Toisaalta jos perusparannukset ovat muutenkin ajankohtaisia, on ne kannattavaa toteuttaa energianäkökohdat huomioon ottaen. Yksinkertaisempia ja investointikustannuksiltaan edullisempia säästöjä voidaan saada puuttumalla käyttötottumuksiin.

4.1 Rakenteelliset ratkaisut

Rakenteellisilla ratkaisuilla voitaisiin parantaa vaipan lämmöneristävyyttä. Tämä olisi sähkönkulutuksen vähentämisen kannalta oikea ratkaisu. Rakennuksen lämmityksen voi vuoden kulutusjakson sisällä tapahtuvien sähkönkulutuksen vaihteluiden perusteella olettaa olevan ylivoimaisesti suurin sähkönkuluttaja. Suurimpana kuluttajana lämmityksen voisi siis ajatella olevan myös potentiaalisin säästökohde.

Ennen kuin voidaan perustellusti lähteä harkitsemaan vaipan lisäeristämistä, tulisi määrittää rakenteiden kunto. Kuntotutkimuksella voidaan paikantaa lämpövuotoja ja arvioida vaipan nykytilaa. Näiden perusteella voidaan määrittää korjauksen tarvetta ja tavoitteita. (Kouhia, Nieminen & Puhakka 2010, 10.) Kuntotutkimuksessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi lämpökameramittauksia tai pintalämpötilan mittauksia rakenteista ja niiden liitoskohdista. Tämä voisi olla perusteltua, koska Marjolassa havaittiin aistinvaraisissa tarkasteluissa suuria eroja pintojen lämpötiloissa. Mittauksilla voitaisiin selvittää myös ikkunoiden ja ovien sekä niiden liitoskohtien ja tiivisteiden kautta tapahtuvia lämpövuotoja (Kouhia et al. 2010, 26).

Rakenteelliset energiakorjaukset on huomioitava ennen muita energiakorjauksia, koska ne vaikuttavat koko rakennuksen lämmitysenergian ja ilmanvaihdon tarpeeseen. Jos parannuksia ulkovaippaan tehdään parantamalla lämmöneristävyyttä tai ilmanpitävyyttä, muutokset on huomioitava myös ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien säädöissä. Ilmanvaihto on säädettävä muuttuneisiin olosuhteisiin sopivaksi ja lämmityksen tehontarvetta on tarkasteltava uudelleen varsinkin jos lämmitysjärjestelmää ollaan uudistamassa.

4.1.1 Ulkovaippa

Luvussa 2.1.2 todettiin, että lämpöeristyksen lisääminen alapohjaan on usein hankalaa ja seinien lisäeristys kannattamatonta ilman muuta korjauksen tarvetta. Marjolassa julkisivun korjaukset eivät ole ajankohtaisia, joten seinien lisäeristäminen tuskin on kannattava ratkaisu. Sen sijaan yläpohjan lämmöneristys on usein todettu jo pelkän energiatalouden kannalta kannattavaksi, jos se on helposti toteutettavissa. Marjolassa kattopinta-alaa on suhteessa paljon, joten sen kautta voisi olettaa tapahtuvan melko suuria lämpöhäviöitä. Vertailuna on taulukossa 6 esitetty vuonna 1980 valmistuneeseen rivitaloon puhallusvillalla tehdyn yläpohjan lämmöneristävyyden parannuksen vaikutuksia energiatalouteen. Marjola on rakennettu vuoden 1985 rakentamismääräysten mukaisesti, jolloin yläpohjan lämmöneristävyysvaatimus oli 0,22 W/m^2 K.

Taulukko 6. Yläpohjan ullakkotilan lisälämmöneristäminen vaikutus kiinteistön energiankulutukseen. (Virta & Pylsy 2011, 84.)

	Vanhan yläpohjan U-arvo [W/m^2 K]	Uuden yläpohjan U-arvo [W/m^2 K]	Investointikustannukset [€/yläpohja-m^2]	Energiansäästö [%]
Rivitalo -80	0,23	0,13 (+200 mm)	5 - 6	7
Rivitalo -80	0,23	0,10 (+300 mm)	7 - 9	9

Marjolan seinäpintojen aistinvaraisissa tarkasteluissa todettiin että kylmiä pintoja oli erityisesti sähköläpivientien kohdilla. Tämä lienee joissain määrin tyypillistä kaikissa rakennuksissa, mutta lisäselvityksillä voitaisiin selvittää onko vuoto poikkeuksellisen suurta, ja olisiko korjaustoimenpiteet kannattavasti toteutettavissa energiataloudelliset ja viihtyvyysnäkökohdat huomioonottaen.

4.1.2 Ikkunat

Ikkunoiden ja ovien vaihdolla energiatehokkaampiin saataisiin rakennuksen vaipan ilmahäviöitä pienennettyä. Niin laajat remontit ovat kuitenkin kalliita ja takaisinmaksuaika saattaisi kasvaa liian pitkäksi, toisaalta myös ikkunoiden käyttöikä on pitkä. Nykyisten ikkunoiden lämmöneristävyys olisi myös selvitettävä, ennen kuin voidaan sanoa energian-

säästöpotentiaalin suuruutta. Taulukossa 7 on vertailukohteeksi tuotu esille 1980 rakennetun rivitalon ikkunoiden uusimisen vaikutus energiatalouteen. Rakentamismääräyksissä 1988 Marjolan ikkunoiden lämmöneristävyysvaatimus on ollut sama kuin vertailukohteena olevassa vuonna 1980 valmistuneessa rivitalossa.

Taulukko 7. Ikkunoiden uusimisen vaikutus kiinteistön energiankulutukseen. (Virta Jari & Pylsy Petri 2011, 80.)

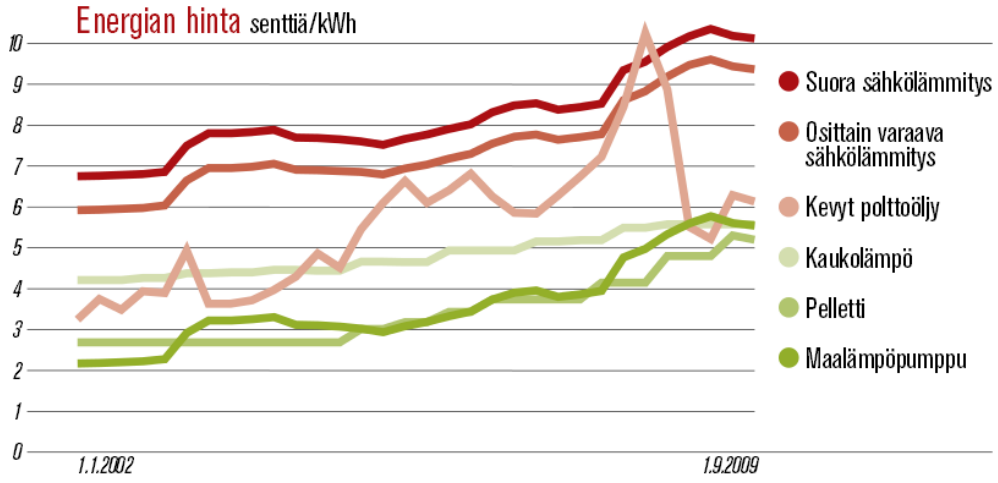
	Vanhan ikkunan U-arvo [W/m^2 K]	Uuden ikkunan U-arvo [W/m^{2}K]	Investointikustannukset [€/ikkuna-m^2]	Energiansäästö [%]
Rivitalo – 80	2,1	1	350–450	8
Rivitalo – 80	2,1	0,7	450–550	10

4.2 Tilojen ja käyttöveden lämmitysvaihtoehdot

Lämmitystavan vaihto ei vaikuta juurikaan itse rakennuksen lämmöntarpeeseen, vaan ostettavan lämmitysenergian määrään ja laatuun. Tilojen lämmitysvaihtoehtojen pohdinnassa on syytä miettiä, halutaanko kohteessa edelleen jatkaa huonekohtaisella sähkölämmityksellä, joka rajaa pois suuren osan lämmöntuotanto vaihtoehdoista, vai kenties asentaa vesikiertoinen lämmönsiirtojärjestelmä. Vesikiertoista järjestelmää puoltaa se, että siihen voidaan liittää lähes mikä tahansa lämmöntuotantotapa. Toisaalta jälkiasennuksena toteutetun järjestelmän kustannukset saattavat nousta huomattavan suuriksi. Rakennukseen olisi asennettava kiertoputkisto ja huonekohtaiset lämmönluovuttimet olisi uusittava. Investoinnin taloudellinen kannattavuus olisi laskettava tarkasti, mutta arvioita sen suuruudesta on vaikea antaa. Kyse on todennäköisesti tuhansista, ellei kymmenistä tuhansista euroista, parempia arvioita saataisiin järjestelmän myyjien tarjouksista.

Lämmöntuottovaihtoehtoja tarkasteltaessa on huomioitava monia valintaan vaikuttavia tekijöitä. Itse lämmitysjärjestelmän ominaisuuksien lisäksi on huomioitava asennuskohteen erityispiirteet. Kustannukset ovat usein merkittävin tekijä. Ne muodostuvat hankintakustannuksista ja käyttökustannuksista. Käyttökustannuksista saatavilla säästöillä pitäisi pystyä kuolettamaan tehty investointi kohtuulliseksi arvioidussa takaisinmaksuajassa. Periaatteessa Marjolan kaltaisessa kohteessa, jossa energiaa kuluu lämmitykseen paljon, olisi kannattavaa valita käyttökustannuksiltaan edullisin lämmitysenergiamuoto. Eri energia-

muotojen hintakehitystä on esitetty kuvassa 13. Mukaan valintakriteereiksi voidaan lisäksi ottaa esimerkiksi ympäristövaikutukset ja tekniikan kehittyneisyys sekä mahdolliset investointituet. Ennen lämmitysjärjestelmän uusimista on myös toteutettava mahdolliset rakennuksen vaipan lämmöneristyksen parannukset, koska ne vaikuttavat oleellisesti lämmityksen tehontarpeeseen.



Kuva 13. Eri energialähteiden hintojen vertailu. (Motiva 2009, 13)

Hallitus on päättänyt tukea siirtymistä sähkö- tai öljylämmityksestä uusiutuvien energiamuotojen käyttöön energia-avustuksin. Tukea voi saada maalämpö- ja ilmavesilämpöpumppujen käyttöönottoon tai pelletti tai muuhun puulämmitykseen siirtymiseen. Myös erilaisiin useamman energialähteen hybridiratkaisuihin on mahdollista saada energia-avustuksia. (Ympäristöministeriö 2013.) Avustusten vaikutus Marjohovin tapauksen investointien kannattavuuteen vaatisi lisäselvityksiä aiheesta.

4.2.1 Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät

Jos vesikiertoista järjestelmää halutaan tarkastella vaihtoehtona, voidaan lämmönlähteistä ensimmäiseksi pois lukea kaukolämmön mahdollisuus, koska kaukolämpöverkkoa ei ole käytettävissä alueella. Jäljelle jäävistä vaihtoehdoista mielekästä on tarkastella puupohjaisilla polttoaineilla lämmitystä ja lämpöpumppusovelluksia. Lämpöpumppusovelluksilla voidaan sähköllä tuottaa lämpöä huomattavasti perinteistä sähkölämmitystä paremmalla

hyötysuhteella. Fossiilisten polttoaineiden tai varaavan sähkölämmityksen tulevaisuuden näkymät eivät ole valoisat, niiden käyttö aiheuttaa eniten haitallisia ympäristövaikutuksia ja polttoaineiden hintakehitys on arvaamatonta. Myöskään investointitukia ei öljy- tai varaavaan sähkölämmitykseen siirtymiseen ole saatavilla.

Maalämpöpumppu olisi varteen otettava vaihtoehto sillä perusteella, että kiinteistön alueelta löytyy kaksi porakaivoa, joiden soveltuvuutta lämmönlähteeksi voisi lähteä tutkimaan (Viljanen, haastattelu 20.3.2013). Kohteessa voidaan harkita myös vesistöasennuksen mahdollisuutta, koska etäisyys vesistöön on riittävän lyhyt.

Vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään voidaan asentaa lämmönlähteeksi myös puupohjaista polttoainetta hyödyntävä kattila. Esimerkiksi pellettilämmityksen investointikustannukset ovat ainakin pientaloissa samaa luokkaa kuin myös verrattain kalliin maalämpöpumpun (Motiva 2009, 13). Taulukossa 8 on esitetty arvioituja hankintakustannuksia rivitalokohteessa ja kuvassa 13 on vertailtu eri energialähteiden hintoja. Marjolan kaltaisessa suuremmassa kohteessa todelliset kustannusten vertailut vaatisivat lisäperehtymistä ja tarjouspyyntöjä eri toimittajilta. Tämän lisäksi Marjolassa päälle tulisivat lämmönjakojärjestelmän vaativat investoinnit, joiden suuruutta on hyvin vaikea arvioida. Pellettilämmityksen soveltuvuutta Marjolaan pohdittaessa olisi huomioitava myös, että lämmöntuottolaitteistoa on huollettava ja puhdistettava säännöllisesti ja että pellettilämmitys tarvitsee varastotilan polttoaineelle. Maalämpö olisi käytettävyydeltään helpompi vaihtoehto.

4.2.2 Tukilämmitysjärjestelmät

Vaihtoehtoja lämmitysmuodoiksi on vaikea löytää, jos suljetaan pois vesikiertoiset järjestelmät. Jäljelle jää lähinnä ratkaisuja, jotka soveltuvat paremmin varsinaisen järjestelmän tukijärjestelmiksi. Tällaisia ovat esimerkiksi lämpöpumppusovelluksista ilmalämpöpumppu. Jolla voidaan parhaiten saada aikaan säästöjä juuri suorasähkölämmitteisissä rakennuksissa. Ilmalämpöpumput ovat huonekohtaisia ja siksi on hyvä pohtia tarkasti, olisiko niiden asentaminen huonekohtaisesti kannattavaa näin suureen, monen huoneen rakennukseen. Motivan mukaan ilmalämpöpumpun suorituskyky on myös huono, kun lämpötila laskee alle -20 °C:een. Ilmalämpöpumpun tehokerroin on tyypillisesti 2, mutta uudemmissa

malleissa jopa suurempi, tämä tarkoittaa että jokaista sähkökilowattia kohden kaksi kilowattia lämpötehoa. (Motiva 2008, 5.) Kun pumpun tehokerroin on huono, on myös käytössä voimalaitoskapasiteetin kaikkein eniten päästöjä ilmaan aiheuttavat tuotantotavat (Motiva 2012a, 14). Eli hankinta ei välttämättä ympäristövaikutusten kannalta ole merkittävästi parempi vaihtoehto kuin sähkölämmitys.

Aurinkolämpöä hyödynnettäessä aurinkokeräimillä, auringon säteily kuumentaa aurinkolämmityspiirissä kiertävää lämmönsiirtonestettä, jolloin piiriin saadulla lämmöllä voidaan lämmittää käyttövettä tai tiloja. Keräimet on usein sijoitettu harjakatolle. (Holopainen et al. 2007, 46.) Marjolassa aurinkolämpöä pystyttäisiin hyödyntämään ainakin käyttöveden lämmityksessä. Kattopinta-alaa tasokeräinten alustaksi on käytettävissä runsaasti ja lämminvesivaraajien sijainti on edullinen. Yhden neliömetrin keräin tuottaa energiaa yleensä 250 – 400 kWh vuodessa. (Aurinkokeräimet 2013.) Jos aikaisempien laskelmien perusteella arvioidusta lämpimän käyttöveden lämmittämisen energiantarpeesta puolet, eli noin 13 000 kWh vuodessa, haluttaisiin tuottaa aurinkolämmöllä, olisi vaadittu keräinpinta-ala noin 32 m^2. Puolet lämpimän veden tarpeesta vuodessa on usein arvioitu tuotto aurinkolämpöjärjestelmissä. Mitoituksessa olisi huomioitava myös, että käyttöveden suurin kulutusjakso ajoittuu Marjolassa aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta potentiaalisimmalle vuodenajalle, kesälle. Toisaalta aurinkolämpö on vielä lämmönlähteenä Suomessa vähäisellä käytöllä, ja tekniikka ei ole kovin yleistynyttä ja siksi kallista, joten järjestelmän takaisinmaksuaika saattaisi muodostua kohtuuttomaksi. Aikaisemmin työssä, kappaleessa 3.4 arvioitiin käyttövedenlämmityksen muodostavan kohtuullisen pienen osan, vain noin 4-6 % kiinteistön kokonaisenergiankulutuksesta.

4.3 Ilmanvaihdon tasapainotus ja parannusehdotukset

Nykyistä ilmanvaihtojärjestelmää voidaan parantaa suorittamalla laitteille perushuolto ja varmistamalla oikeat käyntiajat. Tarpeen voi olla myös venttiilien ja kanaviston puhdistus sekä ilmanvaihdon perussäätö. (Harju & Matilainen. 2001.75.)

Ilmanvaihtokoneen saneerauksessa kysyttiin puhelinkonsultaatiota ilmanvaihtojärjestelmää aiemmin huoltaneelta yritykseltä. Asentajan mielipide oli, että ensimmäisenä toimenpitee-

nä olisi säätöautomatiikan uusiminen. Säätöautomatiikka on jo ikääntynyttä, ja sen toimivuudesta ei ole täyttä varmuutta. Toimenpiteiden tarkoituksena olisi olosuhteiden vakioiminen kohteessa ja käytön tarpeenmukaistaminen. Koneiden lämpötilaohjaus on jo nyt esittänyt merkkejä ikääntymisestä. Ilmanvaihdon säätöjärjestelmän huolto saattaisi olla kannattava ratkaisu myös kokonaistaloudellisesti, koska rikkoutuessaan järjestelmästä saattaa aiheutua kustannuksia, jotka olisivat muutoin vältettävissä. Kustannusarvio säätölaitteiden uusinnalle olisi noin 3500 euroa ilmanvaihtokonetta kohden.

Toinen nykyaikaiseen ilmanvaihtokoneeseen, ja Marjolankin toisinaan suurelle kuormitukselle joutuviin tiloihin, soveltuva ratkaisu käynnin säädölle olisi hiilidioksidiantureiden asentaminen tiloihin. Hiilidioksidin mittauksella voitaisiin säätää ilmanvaihtokoneen käyntiä niin, että hiilidioksidipitoisuuksien noustessa ilmanvaihto tehostuisi eikä tarpeettomasti kävisi täysillä tehoilla, kun pitoisuudet ovat hyvällä tasolla. Jos järjestelmää halutaan edelleen kehittää energiatehokkaampaan suuntaan, on vaihtoehtona asentaa ilmanvaihtokojeiden puhaltimiin taajuusmuuttajat, jotka säätävät puhaltimen kierroslukuja tarpeen mukaan. Ratkaisujen energiataloudellisten ratkaisujen merkittävyyttä ja vaikutusta kiinteistön kokonaisenergiankulutukseen on kuitenkin vaikeaa arvioida. Tarkempi arvio vaatisi ilmamäärien ja lämpötilojen mittauksia kohteessa. Hiilidioksidimittaus ja taajuusmuuttajat olisivat sähkönkulutuksen kannalta kannattavia ratkaisuja, mutta ne myös nostaisivat tuhansilla euroilla ilmanvaihtojärjestelmän saneerauksen kustannuksia.

Lämmöntalteenotto on kohteessa käytössä ja vaikuttaisi tehtyjen tarkastusten perusteella toimivan hyvin, mutta sen hyötysuhdetta on vaikea arvioida. Lämmöntalteenoton kennosto saattaa olla puhdistuksen tarpeessa. Puhdistuksella saattaisi olla sähkönkulutuksen ja lämmöntalteenoton hyötysuhteen kannalta edullisia vaikutuksia. Myös lämmöntalteenoton hyötysuhdetta ja sen parannustarvetta voitaisiin jatkotutkia tarvittavin mittauksin.

4.4 Energiatehokkaampien laitteiden valinta

Marjohovissa keittiön laitekanta on vanhenemassa ja uusien hankinta ajankohtaista. Energiatehokkuus on kannattavaa ottaa huomioon laitevalintoja tehdessä. Luvussa 3.5 esiteltiin

keittiön laitteisto. Laitteista erityisesti sähköliesi Metos 2213 oli haastattelujen perusteella käyttöikänsä päässä (Viljanen, haastattelu 203.2013).

Kun kypsennys TTS:n tutkimuksen mukaan muodostaa vähintäänkin kolmanneksen, ellei jopa puolet keittiön energiankulutuksesta, on lieden energiatehokkuus merkittävässä roolissa säästökohteita kartoitettaessa. Ruuan kuumentamiseen käytetään suuritehoisia laitteita, siksi laitteiden energiatehokkuuteen on tuotekehityksessä kiinnitetty runsaasti huomiota. Uusien laitteiden hyötysuhteet ovat merkittävästi parantuneet. (Holopainen et al. 2007.)

Energiatehokkuus huomioon ottaen induktioliesi olisi paras valinta kohteen uudeksi liesityypiksi. Induktioliedessä lämpö siirretään suoraan energialähteestä kuumennusastian kautta ruokaan eikä lämpö vapaudu ympäristöön. Hankinnan taloudellisuutta arvioitaessa on kannattavaa ottaa huomioon lieden koko elinkaaren aikaiset kustannukset. Induktiolieden sähkönkulutuksen on arvioitu olevan 80 % pienempi kuin valurautalieden. Motivan mukaan induktioliesi on liesityypeistä ylivoimainen vaihtoehto nopeuden, käyttöturvallisuuden ja energiatehokkuuden takia. (Motiva 2010, 14 – 16.) Marjolassa liesi on nimellisteholtaan suurin sähkölaite rakennuksessa, jolloin sen käytön aikainen energiatehokkuus näkyy suhteessa pienempiä laitteita enemmän sähkönkulutuksessa, kun sen käytön tiedetään olevan päivittäistä.

Muiden kuin keittiön laitteiden käytössä kannattaa kiinnittää huomiota laitteiden tarpeenmukaiseen käyttöön. Esimerkiksi tietokoneiden ja kopiokoneen pitämisen valmiustilassa tarpeenmukaisuutta kannattaa pohtia. Uusia laitteita hankittaessa varmistetaan niiden soveltuvuus käyttötarkoitukseensa ja kiinnitetään huomiota laitteiden energiatehokkuuteen.

4.5 Valaistus

Valaistus saattaa olla yksi kohde, joka joudutaan uusimaan Marjohovissa lähitulevaisuudessa. Uusiminen saattaa olla kannattavaa toteuttaa, etenkin jos ravintolasalissa suunnitellaan sisustusremonttia. Valaistuksessa tilanteen kokonaistaloudellinen tarkastelu on kannattavaa (Motiva 2011, 15). Tällöin vertailuperusteissa otetaan huomioon koko valaistuksen elinkaarenaikaiset kustannukset sekä muut laatutekijät (Motiva 2011, 16).

Marjohovissa valaistusta ei ole uusittu vuoden -88 jälkeen. Tällä hetkellä käyttöikää on siis jo 25 vuotta. Koska valaisinratkaisut ovat kokonaisuudessaan, liitännät mukaan lukien, vaihdon tarpeessa, on myös liitäntöjen energiatehokkuuteen hyvä kiinnittää huomiota hankintavaiheessa. Valaisimet on myös sijoiteltava asianmukaisesti niin, että kohteet, jotka tällä hetkellä koetaan liian heikosti valaisuiksi, valaistaan tehokkaalla kohdevalaistuksella. Tilat, jotka eivät tarvitse niin tehokasta valaistusta, valaistaan riittävällä yleisvalaistuksella. Motiva suosittelee kohdevalaistukseksi riittävän tehokkaita ledi- tai halogeenispotteja, kun yleisvalaistukseen soveltuvat parhaiten energiansäästö- tai ledilamput. (Motiva 2012b, 1) Valaisintyypeistä valitaan kohteeseen sopivin ja kokonaistaloudellisesti kannattavin ratkaisu.

Säätöön ja ohjaukseen on valaistuksen osalta olemassa erilaisia teknisiä ratkaisuja, joiden soveltuvuutta voi olla hyvä pohtia. Käytävillä valaistus on tällä hetkellä jatkuvasti päällä, mutta kohteeseen saattaisi soveltua esimerkiksi kerrostalojen rappukäytävissä käytetty ratkaisu, joissa valaistusta ohjataan liike- ja hämärätunnistimilla. Näiden ratkaisujen kokonaistaloudellisuutta voidaan pohtia siinä vaiheessa, jos valaistuksen uusintaan päädytään investoimaan.

4.6 Suunnitelmallinen käyttö ja ylläpito

Keskeinen asia energiatalouden hallinnassa on rakennuksen käyttäjien käyttö- ja kulutustottumukset sekä kiinteistön ylläpidon suunnitelmallisuus ja tavoitteellisuus. Marjohovissa rakennuksen käyttäjien on pohdittava tavoitteita, millaisessa kiinteistössä halutaan toimia. Toimintaa on pohdittava yleisten parannusten, energiatalouden ja viihtyvyyden kannalta. Yhteisten näkemysten pohjalta on helpompaa lähteä arvioimaan mihin suuntaan kiinteistöä halutaan lähteä kehittämään. Arvioon on sisällytettävä rakennuksen tekniset, taloudelliset ja sosiaaliset edellytykset. Ylläpitosuunnitelmaan voidaan laatia käyttäjien ja sidosryhmien yhteinen näkemys siitä, mitä rakennukselta halutaan, mikä on sen nykykunto ja millaisilla toimenpiteillä rakennusta halutaan ylläpitää ja kehittää.

4.6.1 Kulutustottumukset ja motivointi

Marjolassa henkilökunta vaikuttaa haastatteluiden ja käydyn yhteydenpidon perusteella motivoituneelta ja kiinnostuneelta energiansäästötoimenpiteistä. Tällä perusteella kulutustottumukset ovat hyvällä pohjalla. Toisaalta myös hotellin vieraiden kulutustottumuksilla on merkittävä vaikutus kohteen energiankulutukseen, niiltä osin kuin siihen voidaan käyttötottumuksilla vaikuttaa. Henkilökunta ja vieraat yhdessä muodostavat hotellin käyttäjäkunnan, jolla on suuri vaikutus koko kiinteistön energiankulutukseen.

On kannattavaa varmistaa, että henkilökunnalla on riittävästi osaamista ja tietoa toimia energiankäytön kannalta tehokkaasti. Tiedonvälityksellä on tässä tärkeä rooli. Perehtymällä laitteiden oikeaan käyttöön, kouluttamalla ja jakamalla tietoa, voidaan löytää paljon energiansäästön käyttäjälähtöisiä toimenpiteitä. Esimerkiksi kylmäsäilytyksessä purkutilanteessa ei ovia kannata pitää turhaan auki, sama koskee uuneja, lisäksi kylmätiloja ei tule käyttää jäähdytykseen. Astianpesussa pestään vain täysiä korillisia ja vain ruuantähteet poistetaan ennen pesua, mutta varsinaista esipesua ei ole tarpeen suorittaa. (Motiva 2009, 7, 15.) Huollolle on ilmoitettava aina puutteista, koska esimerkiksi keittiön rikkinäiset tai likaantuneet tiivisteet saattavat heikentää eri laitteiden energiatehokkuutta. Käyttötottumuksista on tässä yhteydessä esitetty vain esimerkkejä.

Hotellin vieraiden energiankäyttöön voidaan vaikuttaa jakamalla enemmän tietoa. Vieraat voivat omalla käytöksellään vaikuttaa ainakin vedenkulutukseen, valojen palamiseen ja ikkunoiden ja ovien avaamiseen ja sulkemiseen. Yksinkertainen ratkaisu voi olla kohtelias muistutusteksti, kuten: varmista, että suljet ulko-oven. Toisaalta hotelliasumisessa vierailijat odottavat usein tiettyjä mukavuustekijöitä, joten kovin suurta energiansäästöä ei osaalueelta ehkä voida vaatia.

Kulutustottumusten osalta voidaan todeta, että tiedon jakaminen lisää motivaatiota energiatehokkuuden parantamiseen. Kuukausittain olisi hyvä seurata ja tilastoida lämmön, sähkön ja veden kulutuksia ja niiden aiheuttamia kustannuksia. On kannattavaa varmistaa että käyttäjät ovat tietoisia omista vaikutusmahdollisuuksistaan kiinteistön energiankäytön parantamiseksi (Virta & Pylsy 2011, 34.) Tieto itsessään saattaa motivoida energiatehokkuu-

den parantamiseen, mutta sen seuraaminen ja kerääminen saattaa olla myös hyödyllistä mahdollisten jatkotutkimusten kannalta. Lämmönkulutuksen erittelymahdollisuutta sähkönkulutuksesta olisi hyvä selvittää, koska sen kulutusta ei tällä hetkellä eriytetysti Marjolassa seurata.

4.6.2 Käyttäjälähtöiset toimenpiteet

Henkilökunnan kannalta oleellisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi vedenkäytön ja vesivuotojen, sisälämpötilan, ilmanvaihdon toimivuuden seuranta sekä jatkuvasti käytössä olevien lamppujen ja valaisimien uusiminen. Vedenkulutusta voidaan vähentää kiinnittämällä huomiota vesikalusteiden vesivirtaamiin. Vettä säästävillä suihkupäillä on mittaustulosten perusteella onnistuttu vähentämään suihkuveden kulutusta 35–45 %. (Virta & Pylsy 2011, 35.)

Sisälämpötilat ovat usein liian korkeat rakennuksissa. Sopiva lämpötila on 20–22 °C (Virta & Pylsy 2011, 36). Marjolassa lämpötilojen säätö tapahtuu seinillä olevien termostaattien avulla. Termostaattien osoittaman lämpötilan oikeellisuutta voitaisiin lisäksi arvioida sisälämpötilan mittauksilla, jotta saataisiin arvioita termostaattien toimivuudesta ja tarpeettoman korkeat lämpötilat voitaisiin säätää riittävän lämpimiksi. Poikkeuksellisten lämpötilavaihteluiden syy on hyvä pyrkiä selvittämään, mahdollisesti korjaamaan ja tapahtuma raportoimaan. Eri tiloihin voidaan määrittää tarpeenmukaiset sisäilmaluokat, joiden mukaisiin ilmanlaatu- ja lämpötilaoloihin tilassa pyritään.

Ilmanvaihdon toimintaa tai puutteita on hyvä seurata, jos sisäilmanlaatu vaikuttaa heikolta. Seurattavia asioita ovat esimerkiksi: kosteuden kertyminen pinnoilla kuten ikkunoihin, tuntuuko vedontunnetta, pysyykö paperiarkki poistoilmaventtiilin edessä, tuntuuko ilma tunkkaiselta, imeekö keittiön ilmanvaihto käryt, vinkuuko esimerkiksi ulko-ovi tai onko sen avaaminen raskasta. (Virta & Pylsy 2011, 36.) Yksinkertaisilla havainnoilla voidaan päästä kiinni ilmanvaihdon puutteisiin, ja tehdä tulkintoja ilmanvaihdon riittämättömyydestä tai ylimitoituksesta.

Ilmanvaihtojärjestelmä vaatii myös pieniä huoltotoimenpiteitä, jotka kuuluvat henkilökunnan vastuulle. Tällaisia ovat esimerkiksi ilmanvaihtoventtiilien puhtaanapito ja korvausil-

maventtiilien pitäminen avoinna. Esimerkiksi tällaisia toimenpiteitä voidaan selostaa ja tarkastaa niiden toteutumista rakennuksen huoltokirjasta. Huoltokirjaan voidaan myös kirjata historiassa tapahtuneita ja säännöllisyyttä vaativia muita huolto- ja korjaustoimenpiteitä. Osa edellä mainituista yksinkertaisista toimenpiteistä on Marjolassa jo seurannassa ja ilmanvaihdon osalta on parannuksia tehty juuri tämän työn kirjoittamisen aikana. Tiedon suunnitelmallinen kokoaminen tiedostokokonaisuudeksi olisi kuitenkin tulevaisuudessa kannattava toimenpide. Huoltokirjaan olisi hyvä kerätä ajantasaisesti tieto kiinteistön hoidosta, huollosta sekä kunnossapidon lähtötiedot, tavoitteet sekä niiden ajoitukset ja ohjeet (Virta & Pylsy 2011, 44).

Perusteluja huoltokirjan laatimiselle:

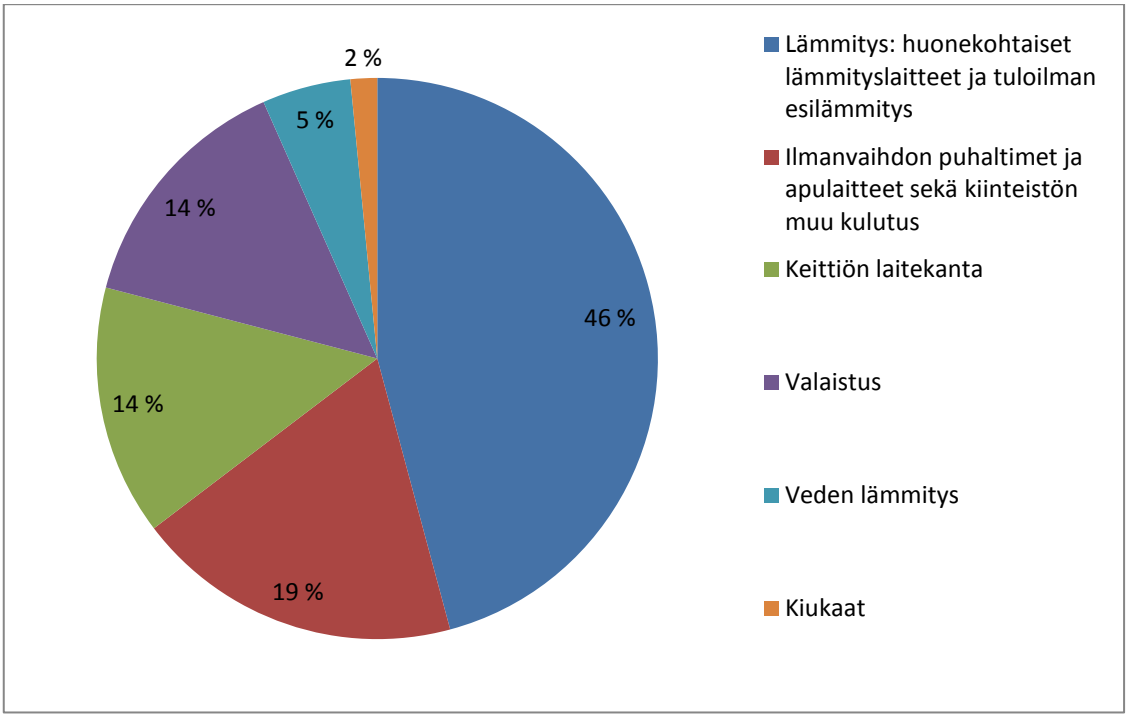
- Energiatalous pysyy asianmukaisella tasolla
- Miellyttävien sisäolosuhteiden ylläpito helpottuu
- Kiinteistönhoito on ennakoivaa, suunnitelmallista ja tarpeen mukaista, jolloin yllättävät vikakorjaukset ja kriisitilanteet vähenevät
- Huollon tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin on heti käytettävissä selkeät laajuus- ja tehtävämäärittelyt
- Rakennusosille ja rakennuksessa olevilla laitteille voidaan saavuttaa optimaalinen elinkaari asianmukaisen huollon avulla
- Kiinteistönhoidollisten töiden suunnittelu tarkentuu ja työnjohto helpottuu
- Huoltotyöstä saadaan palautetietoja ja töiden seuranta helpottuu
- Kiinteistön tekniikka ja huoltokohteet sekä huoltohistoria saadaan dokumentoitua helposti käytettävään muotoon, jolloin henkilöiden vaihtuessa asioihin perehtyminen helpottuu (Virta & Pylsy 2011, 44.)

Kun huoltokirja lisäksi laaditaan internetpohjaiseksi, on se ominaisuuksiltaan ja käytettävyydeltään monipuolisessa muodossa ja tarvittaessa useamman käyttäjän saatavilla.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuvassa 14 on esitetty jakaumaa Marjolan sähkönkulutuksesta. Kuvaajaa ei voida pitää absoluuttisen oikeana, vaan sitä on tulkittava suuntaa-antavasti. Punainen, toiseksi suurin sektori kuvaa osa-alueita, joiden suuruutta ei tämän työn laajuudessa pystytty eritellysti

arvioimaan. Tähän sektoriin sisältyy ilmanvaihdon puhaltimien ja apulaitteiden ottamat tehot. Ilmanvaihdon ilmamäärät ja puhaltimien tehontarpeet mittaamalla, voitaisiin saada tarkempi käsitys suuruusluokista, ja varmistaa ettei ilmanvaihto käy tarpeettoman suurilla kierroksilla. Myös kiinteistön muun kulutuksen osuuden arviointi on hankalaa, koska se koostuu pienistä kuormista.



Kuva 14. Suuntaa-antava sähkönkulutuksen jakauma Marjolan keskimääräisestä 464 MWh:n vuotuisesta sähköenergiankulutuksesta.

Taulukkoon 8 on kerätty ehdotuksia, mihin suuntaan energiatehokkuustoimintaa voitaisiin Marjolassa seuraavaksi lähteä kehittämään. Kovin vahvoja näkemyksiä tai suosituksia suuremmista investoinneista ei tämän kandidaatintyön laajuudessa pystytä esittämään, mutta jatkotutkimusta vaativia potentiaalisia toimenpiteitä on pyritty osoittamaan. Lisäksi on haluttu esittää joitain arvioita niiden kustannuksista, niiltä osin kuin se työn laajuuden puitteissa on ollut mahdollista. Muita kriteereitä, joita kannattaa huomioida toimenpidejärjestyksessä, jos toimenpiteitä lähdetään toteuttamaan, on niiden kiireellisyys, muu korjauksen tai uusimisen tarve sekä energiansäästöpotentiaali.

Taulukko 8. Toimenpide-ehdotuksia Marjohovin energiankäytön tehostamiseksi.

Kohde	**Toimenpiteet**	**Huomioitavia asioita ja kustannusarvioita**	
Rakenteet ja Lämmöneristys	Kiinteistön kuntokartoitus	Ikääntymiseen liittyvien korjaus- ja kuntotarpeiden kartoittamiseksi	
	Vuotokohtien paikannus ja korjausmahdollisuuksien kartoitus	Lämpökamera-kuvaus tai pintalämpötilamittaus, esimerkiksi kuntokartoituksen yhteydessä	
	Yläpohjan lisäeristämisen mahdollisuus	Selvitys toimenpiteen toteutettavuudesta sekä kustannus- ja energian-säästöarvio	Investointikustannus: 5-9 € /m² (Virta & Pylsy 2011)
	Ikkunoiden ja ovien kuntotarkastus	Korjauksen tarpeen arviointi sekä tiivisteiden vaihto/korjaus tarvittaessa	Ikkunoiden uusimiskustannus: 350–550 €/m² (Virta & Pylsy 2011)
Lämmöntuotto	Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä • Maalämpö • Puupolttoaine	Tarjouspyyntö vesikiertoisesta järjestelmästä, jonka jälkeen mahdollisesti jatkotutkimuksena lämmöntuottojärjestelmän arviointi	Järjestelmän investointikustannukset: Pelletti: 300–600 €/kWh Maalämpö: 800 m²:n rivitaloon 25000–30000 € (Lämpökaivo 6000–8000 €/kpl) Lisäksi: lämmönjakojärjestelmänkustannukset ja käyttökustannukset
	Tukilämmitysjärjestelmä • Lämpöpumppu • Aurinkolämpö	Voidaan asentaa sähkö- tai muun lämmöntuottojärjestelmän rinnalle	Investointikustannukset: ilmalämpöpumppu: n. 2000 €/pumppu Aurinkolämpö: 10 asukkaan rivitalo, 50 % käyttövedestä (565 m³/vuosi) 25 000 € (Virta & Pylsy 2011.)
Ilmanvaihto	Mittaukset: ilmavirrat, lämpötilat, puhaltimien tehot, LTO:n hyötysuhteen määritys	Varmistetaan LTO:n toimivuus, voidaan määrittää ilmanvaihdon sähkönkulutus ja tarpeenmukaisuus	
	1. Säätölaitteiden uusiminen	Säätölaitteet ovat käyttöikänsä päässä ja toimenpide on siksi hyvin ajankohtainen	3000 €/IV-kone (Saimaan digicontrol Oy , Puhelin-haastattelu 25.3.2013.)
	2. CO2-anturit ja taajuusmuuttajat	Säästöpotentiaalin arviointi vaatii mittauksilla saatavaa tietoa	
Valaistus	Valaistuksen uusiminen koko elinkaaren aikaiset vaikutukset ja valaistustarpeet huomioiden	Parhaiten tilaan soveltuvien valaisintyyppien- ja niiden liitäntöjen valinta	
	Valaistuksen säätö	Liike- ja/tai hämärätunnistimien kannattavuuden ja tarpeellisuuden arviointi	
Keittiö	Keittolaitteiden uusinta, tehoiltaan suurimmista laitteista pienempiin tai uusimistarpeen mukaan	Laitekohtaiset kulutusmittaukset, potentiaalisimpien säästökohteiden tunnistamiseksi	

Kiinteistön huolto	Huoltokirja	Sisältää: rakennuksen ja laitekannan perustiedot, kulutustiedot sekä kaikki tehdyt ja määräajoin suoritettavat huollot ja tarkastukset
	Ylläpitosuunnitelma	Kirjallinen, kiinteistön vastuuhenkilöiden näkemys siitä, miten kiinteistöä tullaan kehittämään ja ylläpitämään
	Huonelämpötilojen optimointi	Sisälämpötilojen mittaus ja tarvittaessa termostaattien säätö
	Ilmanvaihdon esteettömyyden varmistaminen	Päätelaitteiden puhdistus ja esteiden poisto päätelaitteilta ja siirtoilmareiteiltä
Vedenkäyttö	Vesikalusteiden tarkistus vuotojen varalta ja virtaamien mittaus	Vesikalusteiden uusimisen kannattavuuden tarkastelemiseksi
	Vesikalusteiden uusiminen	Tyypillisesti 10–25 % säästö vedenkulutuksesta

Marjolassa olisi todennäköisesti kannattavaa tehdä laajempi selvitys ja kustannuslaskelmat erityisesti lämmitysratkaisujen ja lämmöneristävyyden parantamisen osalta. Tätä työtä laajempaan energiakatselmukseen, jonka avulla voidaan antaa tarkempia ohjeita erityisesti suurten investointien osalta, on mahdollista yritysten saada työ- ja elinkeinoministeriöltä 40 %:n tuki työkustannuksista (Työ- ja elinkeinoministeriö 2013). Tarkemmissa analyyseissa voidaan huomioida myös investointeihin mahdollisesti saatavissa oleva tuki erilaisten hankkeiden kannattavuutta pohdittaessa.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoituksena oli selvittää Lappeenrannassa sijaitsevan loma- ja kokoushotelli Marjolan energiankäyttöä. Työssä perehdyttiin ensin rakennusten energiankäyttöön yleisellä tasolla, jonka jälkeen siirryttiin tarkastelemaan hotellin energiankäyttöä. Loppuun kerättiin saadun informaation pohjalta suosituksia mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

Rakennuksissa energiaa kuluu tilojen ja käyttöveden lämmittämiseen sekä laitesähköenergiana: valaistukseen, ilmanvaihtoon sekä erilaisiin sähköä käyttäviin laitteisiin. Kiinteistön lämpöolojen ylläpito on suurin energiaa vaativa osa-alue. Lämpö poistuu rakennuksesta vaipan lämpöhäviöinä, sekä ilmanvaihdon ja viemärin kautta. Toisaalta lämmitysjärjestelmän lisäksi sähkölaitteet ja muut kuormituslähteet kuten ihmiset osaltaan muodostavat lämpöä. Kun aletaan pohtia rakennuksen energiankäytön vähentämistä, voidaan säästökohteita etsiä jokaiselta energiaa kuluttavalta osa-alueelta.

Marjolan loma- ja kokoushotelli on rakennettu 1988, mikä tarkoittaa sitä, että se on ollut käytössä 25 vuotta. Päärakennus on rakennettu silloin voimassa olleiden rakennusmääräysten mukaisesti. Rakennustekniikka on kehittynyt silloisesta ja esimerkiksi tehokkaampia eristysratkaisuja on saatavilla. Rakennusaikana sähkölämmitys oli kannattava ratkaisu, mutta ei suurten käyttökustannustensa takia ole sitä enää. Sähkölämmityksen voisi arvioida muodostavan noin puolet kiinteistön energiankulutuksesta. Osa kiinteistön LVI-laitteista ja muista sähkölaitteista alkaa olla käyttöikänsä päässä tai ainakin perusteellisen huollon tarpeessa. Rakennuksen kulutustiedoista löytyy heikosti materiaaleja ja korjaus- ja huoltotoimenpiteistä ei ole kirjattua tietoa.

Kaikkein potentiaalisimpien teknisten parannusratkaisujen löytäminen sähkönkäytön vähentämiseksi vaatii jatkoselvityksiä. Erityisesti ratkaisut sähkölämmityksen korvaajaksi tai täydentäjäksi olisivat tarpeen, kun sähköenergianhintakehitys jatkaa nousujohteisena. Investoinneille laajempiin energiakartoituksiin ja parempiin lämmitysmuotoihin on saatavissa investointitukia. Kannattavaa on myös kartoittaa lisäeristysratkaisujen mahdollisuutta toteutettavuuden ja taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Ilmanvaihtolaitteiston peruskorjaukset ovat tällöin myös tarpeen, mutta perusparannukset ovat käyttöiän takia

edessä lämmöneristävyyden parannuksista huolimatta, sama uusimistarve koskee valaistusta ja osaa keittiön laitekannasta. Kaikissa hankinnoissa on huomioitava kokonaistaloudellisuus hankintavaiheessa.

Käyttäjillä on myös merkityksensä energiakäytön tehostamisessa. Pienillä käyttäytymistapojen muutoksilla voidaan karsia turhaa energiankulutusta. Tässä tärkeänä tekijänä on riittävä tieto ja koulutus. Yhtenä yksinkertaisimpana ja painavimpana jatkotoimenpide-ehdotuksena tämän työn osalta on kulutuksen seurannan tehostaminen ja tilastoiminen sekä huoltokirjan kokoaminen. Näiden apuvälineiden avulla voidaan laatia kiinteistölle ylläpitosuunnitelma, jonka puitteissa lähteä jatkotoimenpiteiden kartoitukseen.

LÄHTEET

Aurinkokeräimet. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 10.5.2013 [Viitattu 6.6.3013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet

D2 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. 2010. Rakennusten energiatehokkuus. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

D5 Suomen Rakentamismääräyskokoelma. 2007. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeenlaskenta. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Harju Pentti & Matilainen Veijo. 2001. LVI-tekniikka, Korjausrakentaminen. Vantaa: Opetushallitus, Suomen LVI-liitto

Holopainen Riikka, Hekkanen Martti, Hemmilä Kari & Norvasuo Markku. 2007. Suomalaisten rakennusten energiakorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. Espoo: VTT. 104. VTT Tiedotteita 2377.

Korhonen Anna, Pihala Hannu, Ranne Aulis, Ahponen Veikko & Sillanpää Liisa. 2002. Kotitalouksien ja toimistotilojen laitesähkön käytön tehostaminen. Helsinki: Työtehoseura. Työtehoseuran julkaisuja 384. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavissa: http://www.tts.fi/images/stories/tts_julkaisut/tj384.pdf

Kouhia Ilpo, Nieminen Jyri & Pulakka Sakari. 2010. Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset. Espoo: VTT. Tutkimusraportti VTT-R.04017-10. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.4.2013]. Saatavissa: http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf

Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 15.1.2013 [viitattu 26.3.2013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi

Metos eKuvasto [Metoksen www-sivuilla]. [Viitattu 8.4.2013]. Saatavissa: http://www.metos.fi/page.asp?pageid=prods&languageid=FI&groupid=81&prodid=4210011#.UWL_NFfahqY

Saimaan Digicontrol Oy. 2013. Lappeenranta. Puhelinhaastattelu 25.3.2013.

Motiva. 2012a. Lämpöä omasta maasta. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.3.2013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/6058/Lampoa_omasta_maasta.pdf

Motiva 2012b. Hyvästit hehkulampuille – Lamppujen valintaopas. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.4.2013]. Saatavissa: http://www.digipaper.fi/Motiva/104820/

Motiva. 2011. Kokonaistaloudelliset valaistushankinnat. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 13.3.2013]. Saatavissa: http://www.digipaper.fi/Motiva/62462/

Motiva. 2010. Energiatehokas ammattikeittiö. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 13.3.2013].
Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/3056/Energiatehokas_ammattikeittio.pdf

Motiva. 2009. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 31.3.2013].
Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf

Motiva. 2008. Lämpöä ilmassa. Helsinki: Motiva Oy [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.3.2013].
Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/211/Lampoa_ilmassa_Lammitysjarjestelmat_ilmalampopumppu.pdf

Palvelusektorin ominaiskulutuksia [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 18.3.2013 [Viitattu 1.4.2013].
Saatavissa:
http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/palvelusektorin_ominaiskulutuksia

Sauna [Motivan www-sivuilla]. Päivitetty 1.3.2013 [viitattu 30.5.2013].
Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lampo/sauna

Shemeikka Jari, Kosonen Risto, Hoving Patrik, Laitila Päivi, Pihlala Hannu & Lainen Tuomas. 1996. Rakennuksen sähköenergiankulutuksen tavoitearvot. Espoo: VTT. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 13.3.2013].
Saatavissa: http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1996/T1756.pdf

Seppänen Olli. 1995. Rakennusten lämmitys. Espoo: Suomen LVI-yhdistysten liitto ry.

Seppänen Olli & Seppänen Matti. 2004. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Espoo: SIY Sisäilmayhdistys Oy.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 13.3.2013. Energiatehokkuussopimukset. Energiakatselmuksille ja energiatehokkuus investoinneille tukea. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 27.3.2013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/6953/Energiatuki_2013_energiatehokkuus_130313.pdf

Valtionneuvoston kanslia. 2009. Valtion tulevaisuusselonteko ilmaston ja energiapolitiikasta: Kohti vähäpäästöistä Suomea. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 28/2009. Valtioneuvoston kanslia [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.2.2013]. Saatavissa: http://vnk.fi/julkaisut/fi.jsp

Viljanen Maarit. Loma- ja kokoushotelli Marjola. Lappeenranta. Haastattelu 20.3.2013.

Virta Jari & Pylsy Petri. 2011. Taloyhtiön energiakirja. Helsinki. Kiinteistöalan kustannus Oy.

Ympäristöministeriö. 2013. Laskentaliite ympäristöministeriön asetuksen ”Rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä”.
Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142193&lan=fi