

KARTOITUS LÄMMITYSENERGIAN, SÄHKÖN- JA VEDENKULUTUKSESTA

Case: Oppilastalo Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Ympäristötekniikan
koulutusohjelma
Energia
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Sami Tiainen

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Environmental Technology

TIAINEN, SAMI:

Survey of energy and water
consumption
Case: Oppilastalo Oy

Bachelor's Thesis in Environmental Engineering 111 pages, 71 pages of
appendices

Spring 2015

ABSTRACT

The objective of this thesis was to do a survey of energy and water consumption in every cost pool of Oppilastalo Oy. Each cost pool was examined by its consumption, and, furthermore key performance indicators for every cost pool were calculated. After careful evaluation, two cost pools with high key performance indicators and consumptions were chosen for further examination.

Theoretical part of the thesis focused on identifying the main variables that have the biggest impact on energy and water consumption. Also special characteristics of Oppilastalo Oy were identified because they have considerable impact on the energy and water consumption.

During the examination of two cost pools, the core of the building and each part of it were identified, while also focusing on ventilation, building automation and heating system. Water flow measurements were made and water consumptions for two cost pools were calculated without consumptions from office premises. After carrying out specific measurements of the building core, a model was created to calculate the estimated annual thermal energy consumption in both cost pools.

After the detailed examination, conclusions were made and reasons for the high key performance indicators were identified. Based on the results and conclusions of this thesis, cost-effective solutions for improving energy efficiency and reducing energy and water consumption were made.

Key words: Energy efficiency, energy management, energy consumption, water consumption, cost-effectiveness

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS	4
2.1	Rakennusten energiankulutus	4
2.2	Energian- ja vedenkulutus sekä kustannukset elinkaaren aikana	6
2.3	Kulutukset käytännön kustannuksiksi	8
2.4	Energian- ja vedenkulutuksen vertailu	9
2.4.1	Vertailussa käytettävät yksiköt, tunnusluvut ja lukuarvot	11
2.4.2	Vertailuarvot	13
2.4.3	Vertailun suorittaminen ja menetelmät	15
2.5	Kulutuksen normitus ja lämmitystarveluvut	16
2.6	Lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutukseen vaikuttavat tekijät	20
2.6.1	Rakennustyyppi	20
2.6.2	Rakennusvuosi ja Suomen rakentamismääräyskokoelma	20
2.6.3	Sääolosuhteet	22
2.6.4	Kiinteistöautomaatio, lämmitysjärjestelmä ja lämmitystapa	23
2.6.5	Ilmanvaihto	25
2.6.6	Vesikalusteet ja vesijohtoverkosto	27
2.6.7	Varustetaso ja talotekniikka	30
2.6.8	Käyttäjät	32
3	OPPILASTALO OY	35
3.1	Oppilastalon kohteet	35
3.1.1	Mukkula	36
3.1.2	Kiveriö	37
3.1.3	Asemantausta	37
3.1.4	Asikkala	38
3.1.5	Kisakylä	38
3.1.6	Fellmanni	39
3.1.7	Paavola	39
3.1.8	Ankkuri	40
3.1.9	Möysä	40

3.1.10	Konduktööri	41
3.2	Oppilastalojen kiinteistöautomaatio	42
3.3	Oppilastalon tekemät toimenpiteet kulutuksien hallitsemiseksi ja vähentämiseksi	43
3.4	Oppilastalon kulutusseuranta	45
3.5	Kohteiden tarkempia kulutuslukemia	46
3.5.1	Vertailu yleisiin arvoihin ja samanlaisiin kohteisiin	49
3.5.2	Mukkula	51
3.5.3	Kiveriö	52
3.5.4	Asemantausta	52
3.5.5	Asikkala	53
3.5.6	Kisakylä	54
3.5.7	Fellmanni	54
3.5.8	Paavola	55
3.5.9	Ankkuri	56
3.5.10	Möysä	57
3.5.11	Konduktööri	57
3.5.12	Oppilastalo Oy:n erikoispiirteitä	58
3.6	Tarkasteltavat kohteet	61
4	KOhteiden YKSITYISKOHTAINEN TARKASTELU	63
4.1	Ankkuri	63
4.1.1	Rakennusvaippa	64
4.1.2	Ilmanvaihto	65
4.1.3	Lämmitysjärjestelmä	66
4.1.4	Kiinteistöautomaatio	68
4.1.5	Vesikalusteet ja virtaamat	69
4.1.6	Hissit, talopesula, sauna ja valaistus	70
4.1.7	Ravintola Casselli	70
4.2	Fellmanni	71
4.2.1	Rakennusvaippa	72
4.2.2	Ilmanvaihto	73
4.2.3	Lämmitysjärjestelmä	74
4.2.4	Kiinteistöautomaatio	74
4.2.5	Vesikalusteet ja virtaamat	75
4.2.6	Hissit, saunat ja valaistus	76

4.2.7	Ravintola Babylon ja café Jokubas	77
4.3	Huomioita rakennuksien ominaisuuksista	77
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOKSET	79
5.1	Ankkuri	79
5.1.1	Rakennusvaippa	79
5.1.2	Ilmanvaihto	83
5.1.3	Lämmitysjärjestelmä	83
5.1.4	Kiinteistöautomaatio	84
5.1.5	Vesikalusteet ja virtaamat	85
5.1.6	Hissit, saunat ja valaistus	86
5.1.7	Cassellin vaikutus ominaiskulutukseen	86
5.1.8	Cassellin vedenkulutuksen laskutus	87
5.2	Fellmanni	88
5.2.1	Rakennusvaippa	89
5.2.2	Ilmanvaihto	92
5.2.3	Lämmitysjärjestelmä	93
5.2.4	Kiinteistöautomaatio	93
5.2.5	Vesikalusteet ja virtaamat	94
5.2.6	Hissit, saunat ja valaistus	95
5.2.7	Liiketilojen vaikutus ominaiskulutukseen	96
5.2.8	Ravintola Banylonin ja café Jokubasin vedenkulutuksen laskutus	97
5.3	Käyttömaksu	98
6	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET KULUTUKSIEN VÄHENTÄMISEKSI	100
6.1	Ylläpitoon liittyvät toimenpide-ehdotukset	100
6.1.1	Ankkuri	100
6.1.2	Fellmanni	101
6.2	Rakennuksien kehitykseen liittyvät toimenpide-ehdotukset	101
6.2.1	Ankkuri	102
6.2.2	Fellmanni	103
6.3	Muut toimenpide-ehdotukset	104
6.3.1	Laskutuksen kehitys	104
6.3.2	Käyttömaksu	105

6.3.3	Asukkaiden ohjeistus ja neuvonta	105
7	TOIMENPITEIDEN KANNATTAVUUS JA TAKAISINMAKSUAIKA	106
7.1	Ylläpidon toimenpiteet	106
7.1.1	Ankkuri	106
7.1.2	Fellmanni	107
7.2	Rakennusautomaation kehitys	107
7.2.1	Ankkuri	108
7.2.2	Fellmanni	108
8	YHTEENVETO	110
9	POHDINTAA OPINNÄYTETYÖSTÄ	111
	LÄHTEET	112
	LIITTEET	1

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Oppilastalo Oy:n kohteiden lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutusta. Oppilastalon kohteiden kulutuslajit käydään läpi kustannuspaikkakohtaisesti, poimitaan normaalia suuremman kulutuksen kohteet ja selvitetään, että mistä korkea kulutus voisi johtua. Tutkimuksen perusteella tehdään johtopäätöksiä kulutuksien syistä ja näiden tuloksien perusteella annetaan toimenpide-ehdotuksia, joilla kulutuksia voitaisiin vähentää kustannustehokkaasti.

Rakennusten lämmitykseen kuluva energiankulutus on suuri osa koko Suomen vuotuisesta energiankäytöstä. Vuonna 2013 rakennusten lämmityksen osuus koko Suomen energiankulutuksesta oli 25 %, eli 63 TWh (Tilastokeskus 2014). Rakennusten energiankulutus muodostaa myös suuren osan suomalaisten asunto-osakeyhtiöiden kiinteistöhoitokuluista, vuonna 2012 tämä luku oli keskimäärin 30 – 40 % (Tilastokeskus 2013). Tämän lisäksi vedenkulutus voi myös lisätä oleellisesti kiinteistöhoitokuluja, joten on ymmärrettävästi lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutusta halutaan vähentää. Rakennusten lämmitykseen tarvittavan energiantuotannosta toteuttamisesta aiheutuu huomattavia ympäristövaikutuksia ilmaan, maaperään ja veteen, joten kulutuksien vähentämisellä ei saavuta pelkästään vain taloudellisia säästöjä, vaan sillä vaikutetaan myös positiivisesti ympäristön tilaan. Vuonna 2012 energiasectori aiheutti 78 % Suomen kasvihuonepäästöistä, tästä rakennusten lämmityksen osa oli 9 % eli 4,3 miljoonaa tonnia CO₂-ekvivalenttia (Tilastokeskus 2013).

Rakennusten energiankulutukseen on kiinnitetty viimeisen vuosikymmenen aikana yhä enemmän huomiota. Tämä johtuu kustannusten noususta ja hankkeista ilmastonmuutoksen estämiseksi, mutta Suomessa on asetettu myös useita kansallisia tavoitteita energiankulutuksen vähentämiseksi sekä energiatehokkuuden parantamiseksi. Suomen rakentamismääräyskokoelma on toiminut jo yli 40 vuotta ohjaavana tekijänä minimirajoitusten suhteen, kun käsitellään rakennusten energiatehokkuutta. Monet tavoitteet ja toimenpiteet tulevat

EU:n ohjaamina, esimerkiksi vuosina 2019 – 2021 vaiheittain voimaan tuleva lähes nollaenergiatalojen rakentaminen, joka perustuu EPBD-direktiiviin (EU-parlamentti 2010). Tämän pohjalta on viimeisten vuosien aikana kehitetty useiden toimijoiden laajassa yhteistyöhankkeessa suomalaista FinZEB-toteutustapaa (FinZEB 2014). Näihin liittyy myös tiiviisti EED-direktiivi (EU-parlamentti 2012), johon sisältyy mm. vuoden 2020 20 – 20 – 20-tavoitteet. Näillä tarkoitetaan sitä, että energiatehokkuuden lisäämistä 20 %, kasvihuonekaasujen vähentämistä 20 % sekä energiankulutuksesta 20 % tulisi saada uusiutuvista energialähteistä vuoteen 2020 mennessä (Euroopan komissio 2008).

Yksi merkittävä tekijä, jolla tähdätään rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen ja vertailukelpoisuuteen, liittyy lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (Finlex 2013). Laki liittyy läheisesti Suomen rakentamismääräyskokoelmaan sekä sen sisältöön, vaikka se on alun perin lähtöisin EU-tasolta. Energiatodistuksen avulla voidaan esittää erilaisten rakennusten laskennallinen energiankulutus suhteutettuna nettoalaan, joka kertoo puolestaan rakennuksen energiatehokkuuden, eli E-luvun. Vertailua vääristää kuitenkin se, että energiamuodoille annetaan erilaisia painotuskertoimia, joka puolestaan vaikuttaa E-lukuun muodostumiseen melko radikaalisti.

Opinnäytetyön tekemisen aikaan on meneillään kansainvälinen NeZer-projekti, johon Suomesta osallistuu suurella panoksella VTT. NeZer-projektissa tähdätään lähes nollaenergiatasoon korjausrakentamisessa. 1970 – 1980 luvuilla Suomessa rakennettiin lähes 60 % nykyisten kerrostalojen kokonaismäärästä sekä 1970 – 1990 luvuilla vastaavasti noin 80 % nykyisten rivitalojen määrästä (Taloyhtiön energiakirja 2011). Näissä asuinkiinteistöissä on todella suuri potentiaali energian- ja vedenkulutuksen suhteen, koska tämän aikakauden rakennuksien ominaiskulutukset ovat yleensä keskiarvoa suuremmat (Motiva, Energiateollisuus ry, Talokeskus). Vuonna 2013 tuli myös voimaan Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostoissa (Ympäristöministeriö 2013).

Uusin askel energiatehokkuuden parantamiseen on laki energiatehokkuudesta (Finlex 2014), joka velvoittaa suuret yritykset, tässä tapauksessa liikevaihto ≥ 50 M€, edistämään energiatehokkuutta energiakatselmuksien tai muilla lain edellyttämällä keinoilla ja toimenpiteillä.

2 RAKENNUSTEN ENERGIANKULUTUS

Rakennusten energiankulutus osana Suomen kokonaisenergiankulutusta on huomattava, varsinkin ottaen huomioon rakennusten pitkä elinkaari ja sen aikana syntyvä kumulatiivinen energian- ja vedenkulutus. Pohjoisessa ilmastossa lämmityskausi on pitkä, joka heijastuu myös rakennusten kokonaisenergiankulutukseen, jolla on puolestaan myös talouteen ja ympäristöön koskevia vaikutuksia. Rakennusten energiankulutusta vähentämällä voidaan saada aikaiseksi merkittäviä säästöjä kustannuksia ja ympäristöä ajatellen.

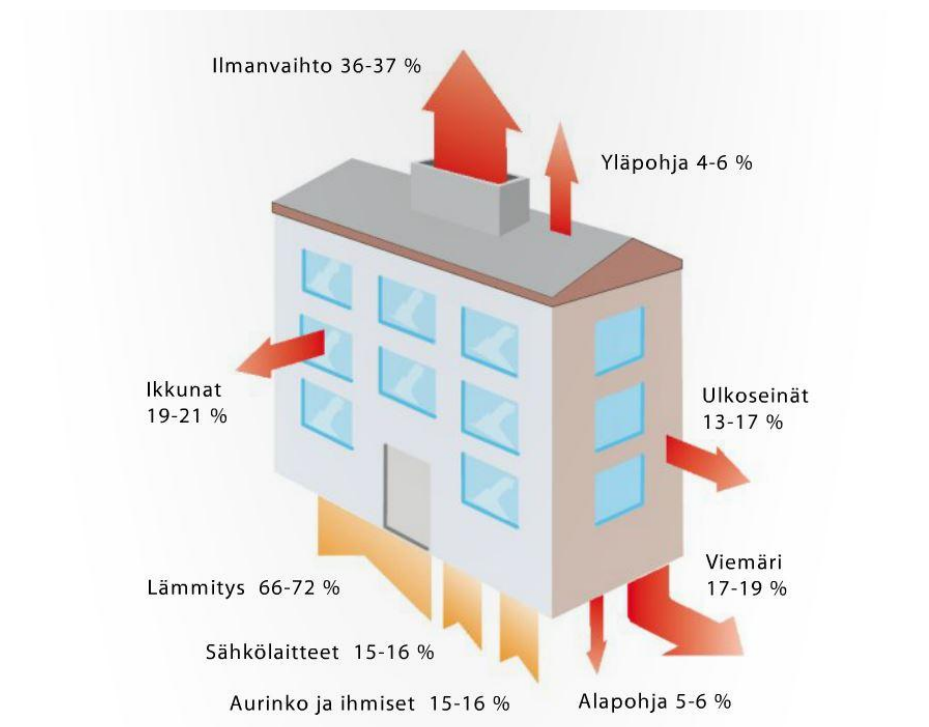
2.1 Rakennusten energiankulutus

Rakennusten energiankulutusta voidaan tarkastella monella eri tasolla ja se voidaan jakaa erilaisiin luokkiin, tarkastelutavasta ja tarkkuudesta riippuen. Yleensä rakennuksen energiankulutusta tarkastellaan ensin kokonaisuutena, ja mahdollisuuksien mukaan, tältä tasolta voidaan siirtyä yksityiskohtaisempiin tietoihin siitä, miten energiankulutus kussakin rakennuksessa jakautuu.

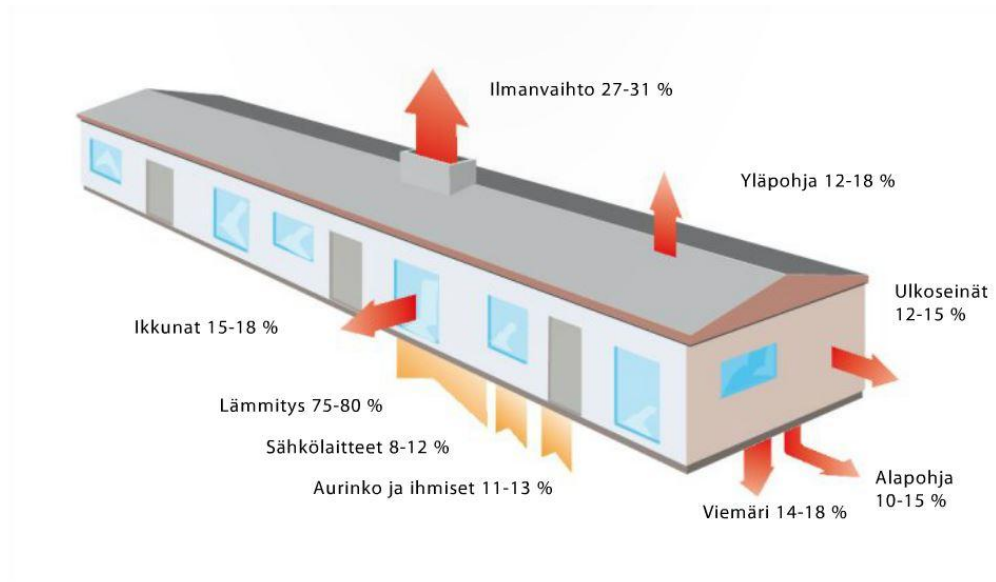
Riippuen lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutuksen mittaroinnista voidaan päästä todella tarkkoihin lopputuloksiin (Ravi 2015), mutta yleensä joudutaan tyytymään hieman karkeamman tason tarkasteluun. Kirjallisuudessa on paljon yleisiä, suuntaa antavia lukemia, rakennuksien energiankulutuksen jakautumisen suhteen, mutta monesti tarkkaa lukemaa, varsinkin toteutunutta, eikä vain laskennallista kulutusta, on todella vaikea arvioida, koska muuttujia rakennuksen energiankulutukseen on niin paljon (Lallukka 2015). Voidaan kuitenkin todeta, että suurin osa rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta menee itse rakennuksen lämmittämiseen ja näin se on samalla suurin yksittäinen asuinrakennuksen kustannuserä. Rakennuksen lämmitysenergian kulutuksessa puolestaan kolme suurinta tekijää ovat yleensä rakennusvaipan johtumishäviöt, ilmanvaihto sekä käyttöveden lämmitys (Motiva 2014). Rakennusvaipan johtumishäviöt vaihtelevat rakennustyyppin mukaan, suurimpina

komponentteina ovat lähes poikkeuksetta ikkunat ja ulkoseinät, kun puhutaan asuinkerrostaloista sekä rivitaloista. Pientalojen, sekä jonkun verran myös lamelli- tai luhtitalotyyppisten rivitalojen kohdalla, tilanne muuttuu, koska pinta-alojen suhteiden jakautuminen poikkeaa paljon kerrostalojen vastaavasta.

Seuraavissa kuvioissa esitellään tyypillisten 1960 - 1990-luvun asuinkerrostalojen sekä 1970 - 1990-luvun rivitalojen energiantaseen jakaumaa. Kuvassa viemärin suhteellinen osuus lämpötaseesta kuvastaa lähinnä lämpimän käyttöveden osuutta.



KUVIO 1. 1960 - 1980 luvun tyypillisen asuinkerrostalon energiataseen jakauma (Taloyhtiön energiakirja 2011, s.19)

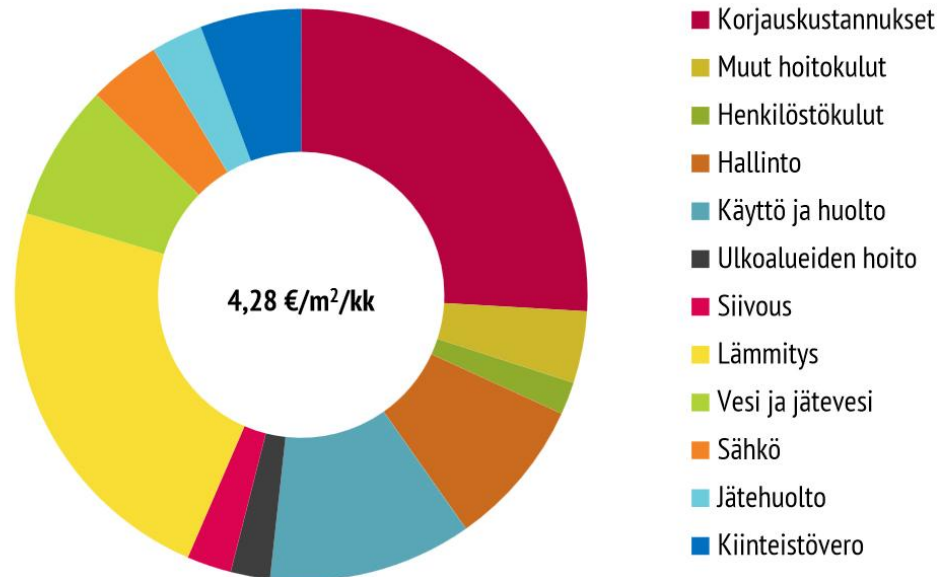


KUVIO 2. 1970 - 1990 luvun tyypillisen rivitalon energiataseen jakauma (Taloyhtiön energiakirja 2011, s.19)

2.2 Energian- ja vedenkulutus sekä kustannukset elinkaaren aikana

Kuten on jo todettu, rakennuksen energian- ja vedenkulutus muodostavat huomattavan osan sen kiinteistöhoitokuluista. Uudessa, energiatehokkaassa ja vesipihissä rakennuksessa tämä luku saattaa olla jopa alle 20 % (Lukkarinen 2015), toisaalta vastaavasti vanhassa, huonosti ylläpidetyssä rakennuksessa tämä luku saattaa olla jopa 50 %. Tämä ero on jo vuositasolla kustannuksissa todella huomattava, ja silloin kohteen energiankulutus on huomattavan korkea.

Hoitokuluista energiaan ja veteen 30-40 %



KUVIO 3. Kiinteistönhoitokulut asunto-osakeyhtiömuotoisissa kerrostaloissa koko maassa vuonna 2012 (Tilastokeskus 2013)

Kun otetaan huomioon, että rakennuksien elinkaari on yleensä vähintään 50 vuotta, niin energian ja veden aiheuttavien kustannuksien kumulatiiviset vaikutukset ovat todella suuret. Hyvin rakennetun sekä ylläpidetyn rakennuksen elinkaari voi olla jopa lähes 200 vuotta (Rakennusteollisuus 2012), joten lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutuksen vaikutus korostuu entisestään. Samaan aikaan rakennuksen kuluttama energia näkyy kumulatiivisina päästöinä ympäristöön, koska lämmitysenergian- ja sähköntuotanto aiheuttaa huomattavia päästöjä ilmaan, maaperään ja veteen.

Koska lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutus muodostavat huomattavan osan rakennuksen kiinteistönhoitokuluista, niin samalla ne vaikuttavat osaltaan myös asuinrakennuksen vuokranmuodostumiseen (Taloyhtiön energiakirja 2011, s.15). Hypoteettisesti voidaan todeta, että

jos asuinrakennuksen ominaiskulutus on lämmityksen, sähkön ja veden suhteen korkea tai kasvava, niin se voi aiheuttaa korotuspaineita vuokraan (Lukkarinen 2015). Näin ollen voidaan todeta, että rakennuksen energiankulutus ja energiatehokkuus sen elinkaaren aikana vaikuttavat myös vuokranmuodostumiseen.

2.3 Kulutukset käytännön kustannuksiksi

Otetaan teoreettinen esimerkki, jossa vertaillaan käytännön helppouden vuoksi kuutta rakennustilavuudeltaan 10000m^3 olevaa asuinkerrostaloa, joiden lämmitysenergian toteutuneet ominaiskulutukset ovat 20,40,45,50,55 ja 60 kWh/r- m^3 , sähkön ominaiskulutukset 2,3,4,5,6,7 kWh/r- m^3 sekä veden ominaiskulutukset 300,325,350,375,400 ja 425 l/r- m^3 . Kaikki rakennukset sijaitsevat samalla paikkakunnalla ja ne käyttävät kaukolämpöä. Pienimmän ominaiskulutuksen omaava asuinkerrostalo edustaa nykyaikaista, lähes passiivitalon mukaista toteutusta (Lukkarinen 2015), muut asuinkerrostalot kuvaavat hyvin Suomen rakennuskannan moninaista kastia. Taulukko 1 havainnollistaa yksinkertaisella tavalla kulutuksen aiheuttamat erot käytännön kustannuksiin. Laskuissa on käytetty kaukolämmön painotettua keskihintaa 72,7 €/MWh vuodelta 2013 (Energieollisuus ry 2014). Veden hintana on 4,18 €/m³ (Vesi ja viemärlaitos 2014) ja sähkön hintana 158 €/MWh (Eurostat 2014), molemmat ovat vuoden 2013 keskihintoja. Lämpimän käyttöveden osuus on laskettu Motivan ohjeen mukaan, joka perustuu rakentamismääräyskokoelman D5-osioon (Motiva 2015). Käytännön helppouden vuoksi ei ole otettu huomioon kiinteitä, kulutuslajien yksilökohtaisia perusmaksuja. Myös kustannuksien on odotettu pysyvän muuttumattomina, joka on ajatuksena todella hypoteettinen. Käytetyistä yksiköistä ja ominaiskulutuksista kerrotaan lisää seuraavassa kappaleessa.

TAULUKKO 1. Rakennuksen lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutuksen vaikutus kustannuksiin vuositasolla ja elinkaaren aikana

Rakennus	1	2	3	4	5	6
Lämmityksen kustannukset, 1 vuosi	14 540 €	29 080 €	32 715 €	36 350 €	39 985 €	43 620 €
Sähkönkulutuksen kustannukset, 1 vuosi	3 160 €	4 740 €	6 320 €	7 900 €	9 480 €	11 060 €
Vedenkulutuksen kustannukset, 1 vuosi	17 629 €	19 098 €	20 567 €	22 036 €	23 505 €	24 974 €
Kustannukset yhteensä, 1 vuosi	35 329 €	52 918 €	59 602 €	66 286 €	72 970 €	79 654 €
Kustannukset 10 vuoden ajalta	353 287 €	529 178 €	596 018 €	662 859 €	729 699 €	796 540 €
Kustannukset 20 vuoden ajalta	706 574 €	1 058 355 €	1 192 037 €	1 325 718 €	1 459 399 €	1 593 080 €
Kustannukset 50 vuoden ajalta	1 766 435 €	2 645 888 €	2 980 091 €	3 314 294 €	3 648 497 €	3 982 700 €

Taulukosta 1 voi helposti nähdä, että rakennusten väliset vuosikustannukset eivät välttämättä poikkea paljoa toisistaan. Mutta kun otetaan huomioon rakennusten elinkaaren pituus, niin nähdään, että kustannuserot alkavat kasvaa huomattaviksi. Ja tämä on tilanne vain yksittäisten rakennusten kohdalla. Jos laajennetaan samaa teoreettista esimerkkiä suureen asuntokantaan, niin lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutuksesta aiheutuvat säästöt ovat todella mittavia, puhutaan sadoista tuhansista, ellei jopa miljoonien eurojen säästöistä tai ylimääräisistä kustannuksista, jos kulutustasot ovat normaalia matalammat tai korkeammat.

2.4 Energian- ja vedenkulutuksen vertailu

Energiankulutusta, eli sähkön ja lämmitysenergian, sekä vedenkulutusta voidaan mitata monella eri tavalla, suureella ja aikavälillä. Riippuen tilanteesta, saatavissa olevasta tiedosta sekä mittausdatasta, on jokaisessa tapauksessa muodostettava omanlainen strategia kulutuksien vertailua varten. Esimerkiksi rakennuksesta, jossa on vain pääsähkönmittaus eikä mittausdataa ole saatavilla tiheällä mittaussyklillä ja vesimittarin lukema luetaan vain vuoden välein, on hankala vetää tarkkoja johtopäätöksiä lyhyen aikavälin kulutuksista sekä niihin liittyvistä muutoksista. Puolestaan rakennuksessa, jossa on paljon talotekniikkaa sekä (etä)mittauspisteitä ja tiheä mittaustietojen tallennusväli, näistä tiedoista voidaan vetää jo hyvin tarkkoja johtopäätöksiä kulutuksista, sekä

niiden syistä ja sen avulla kulutuksia voidaan vertailla tarkasti. Myös vanhan kulutustiedon saatavuus on oleellinen asia kulutusvertailua suorittaessa.

Yleensä kulutuksien vertailuissa keskitytään pidempiin sykleihin, tosin poikkeuksiakin on, mutta kulutusvertailun ajatuksena on seurata, ainakin aluksi ennen kulutuksen pohjalinjan muodostamista, pitkän ajan kehitystä ennen kuin aletaan tarkastella lyhemmän aikavälin muutoksia. Monissa yrityksissä ja asunto-osakeyhtiöissä seurantajakso on yleensä yksi kuukausi (Taloyhtiön energiakirja, s. 47), tosin jos käytössä on kehittyneempi mittaus- ja energianhallintajärjestelmä, niin voidaan suorittaa seurantaa minkä tahansa pituisella, mielekkääksi koetulla, mittausjaksolla. On myös yleinen tapa verrata rakennuksen kulutuslukemia edellisen vuoden vastaaviin lukemiin, koska niistä voidaan monesti vetää johtopäätöksiä energiatehokkuuden kehittymisen suhteen.

Kulutuksia voidaan verrata myös vastaavien samanlaisten rakennuksien keskimääräisiin kulutuksiin sekä niistä muodostettuihin raja-arvoihin, kunhan tiedetään rakennuksen rakennusvuosi, ja mahdollisesti myös muita lisätietoja, joiden avulla voidaan rajata vertailuun sopivat kohteet. Vertailua suorittaessa, toisiin rakennuksiin verrattaessa, mutta myös vertailtaessa vanhoihin kulutuksiin, on tärkeä vertailla normitettua lämmitysenergian kulutusta eikä toteutunutta kulutusta. Lisätietoa kulutuksen normituksesta on kappaleessa 2.5. Sähkön- ja vedenkulutuksen osalta ei voida suorittaa normitusta, joten niiden kohdalla joudutaan vertailemaan toteutunutta kulutusta. Tämä ei ole aivan optimaalinen tilanne, koska vedenkulutus vaikuttaa lämpimän käyttöveden osuuden kautta myös rakennuksen tarvitsemaan lämmitysenergian kulutukseen, tosin sekin voidaan laskea tai arvioida vedenkulutuksen perusteella.

2.4.1 Vertailussa käytettävät yksiköt, tunnusluvut ja lukuarvot

Lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutusta mitataan omilla yksilöillään ja niille kaikille on olemassa omat tunnuslukunsa. Tämä johtuu siitä, että kaikkien kolmen kulutussuureen määrät poikkeavat toisistaan huomattavasti ja siksi niitä käsitellään erilaisten yksiköiden, tunnuslukujen sekä määritelmien kautta.

Lämmitysenergian- ja sähkönkulutusta mitataan yleensä kilowattitunteina, kWh, tai jos kulutusmäärät ovat suuria, niin silloin käytetään yksikkönä megawattitunteja, MWh. Yksiköiden muunnoksesta on hyvä muistaa, että 1 MWh on 1000 kWh, koska sekaannus näiden muunnoksessa, suuntaan tai toiseen, voi aiheuttaa todella suuria vääristymiä kulutuslukemia ja tunnuslukuja tarkastellessa. Tunnuslukuja laskettaessa käytetään lähes poikkeuksetta normitettua kulutusta lämmitysenergian kohdalla, joten toteutuneet kulutukset tulee normittaa. Normitus suoritetaan kaavan 2 mukaisesti, jota käsitellään kappaleessa 2.5.

Vedenkulutuksen yhteydessä puhutaan puolestaan kuutioista, tästä lähtien m³. Vedenkulutusta mitattaessa ja vertaillessa erotellaan yleensä kylmän veden ja lämpimän käyttöveden osuus toisistaan, joko mittaamalla tai arvioimalla. Jos mitattua tietoa lämpimän käyttöveden osuudesta ei ole, niin asuinrakennusten kohdalla käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisesti arvoa 40 % ja toimistorakennusten kohdalla arvoa 30 %. On myös kolmas tapa saada melko tarkka arvio lämpimän käyttöveden osuudesta, mutta sen käyttö ei ole kovin yleistä. Koska kesäkuukausien aikana lämmitystarvetta ei monesti ole, lämmitystarveluku on monena kesäkuukautena nolla (Ilmatieteenlaitos 2015), voidaan lämpimän käyttöveden osuus arvioida kaavan 1 mukaisella laskutavalla, kun otetaan huomioon, että kaikki kulunut lämmitysenergia menee lämpimän käyttöveden muodostamiseen. Tätä varten lämmitysjärjestelmän kiertojen tulee olla suljettu, jotta voidaan varmistaa se, että kaikki lämmitysenergia todella kuluu lämpimän käyttöveden muodostukseen.

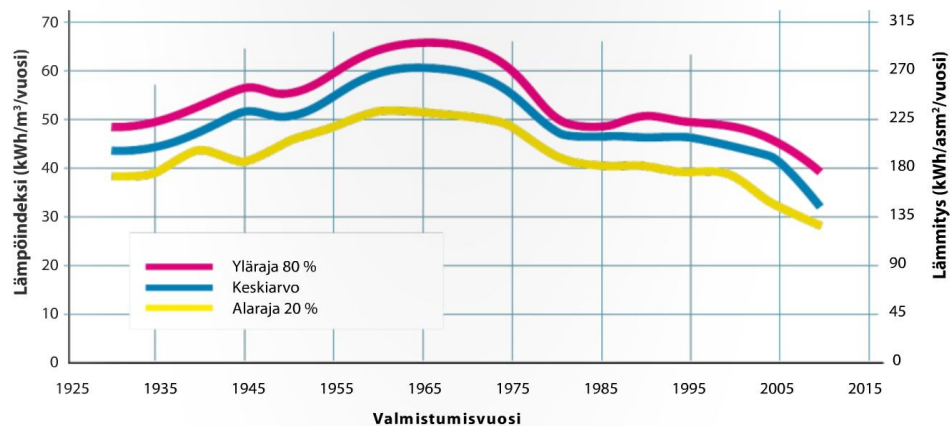
Kun puhutaan tunnusluvuista, niin silloin kulutusluvut ovat suhteutettu johonkin muuttujaan, kuten asukasmäärään, rakennuksen rakennustilavuuteen, rakennuksen bruttoalaan tai rakennuksen lämmitettyyn nettoalaan. Kaikki neljä tapaa ovat käytössä tällä hetkellä, tosin lämmitettyyn nettoalaan, eli kWh/m², perustuva vertailu on yleistynyt viime vuosina, koska laki rakennuksen energiatodistuksesta tuli voimaan vuonna 2013 (Finlex 2013) ja siinä energiankulutus suhteutetaan lämmitettyyn nettoalaan. Aikaisemmin yleisin tapa verrata rakennusten lämmitysenergian- ja sähkönkulutusta oli suhteuttaa se rakennustilavuuteen ja sen takia suurimmassa osassa vertailuarvoja puhutaan yksiköstä kWh/r-m³. Rakennusten ominaiskulutuksia tarkastellaan edelleen pääosin suhteutettuna rakennustilavuuteen, tosin veden osalta tilanne on hieman erilainen. Sähkönkulutusta vertaillaan yleensä kiinteistösähkön osalta, eikä siihen kuulu siis asukkaiden kuluttama huoneistosähkö. Kiinteistösähkö muodostuu mm. rakennuksen aluevalaistuksen, IV-koneiden, lämmitysjärjestelmän pumppujen, kompressoreiden sekä muiden laitteiden sähkönkulutuksesta.

Vedenkulutus ilmaistaan joskus litroina rakennustilavuuteen suhteutettuna, eli l/r-m³. Toinen, yleisemmin käytetty, vertailutapa veden kohdalla, on verrata toteutunutta vedenkulutusta asukasta kohden per vuorokausi, eli l/as/vrk. Tämä antaa havainnollisen kuvan siitä, kuinka paljon jokainen rakennuksen asukas kuluttaa keskimäärin vettä päivän aikana ja tavalliselle kansalaiselle se kertoo hyvin paljon enemmän kuin esimerkiksi arvo 420l/r-m³. Asukasmäärään perustuva keskiarvo voi olla kuitenkin harhaanjohtava, koska kulutustottumukset vaihtelevat paljon ja asukkaiden tarkka lukumäärä ei aina välttämättä pidä paikkaansa. Tarkkaan asukaskohtaiseen vedenkulutukseen päästään huoneistokohtaisilla vesimittareilla, jotka ovat olleet pakollisia vuodesta 2011 asti (Finlex 2010) ja niiden on todettu vähentävän vedenkulutusta keskimäärin 15 - 20 % (Ympäristöministeriö 2009).

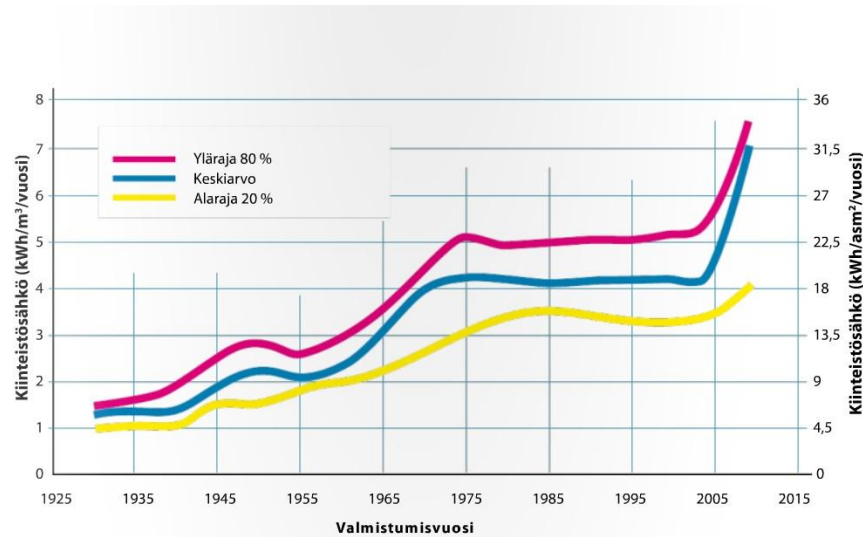
2.4.2 Vertailuarvot

Vertailuarvoja rakennusten ominaiskulutuksien osalta on kerätty jo 1900-luvulla, suurimpana toimijana tällä sektorilla on ollut Talokeskus Oy. Myös Motiva, VTT, Kuntaliitto ja Energiateollisuus ry ovat keränneet tietoa ja julkistaneet niiden perusteella laadittuja vertailuarvoja. Vertailtavat kohteet on yleensä jaettu aikakausien ja rakennustyyppien mukaan, tosin Talokeskuksella on käytössään myös tarkempia tietoja joiden avulla voidaan suorittaa vielä tarkempaa rajausta asian suhteen.

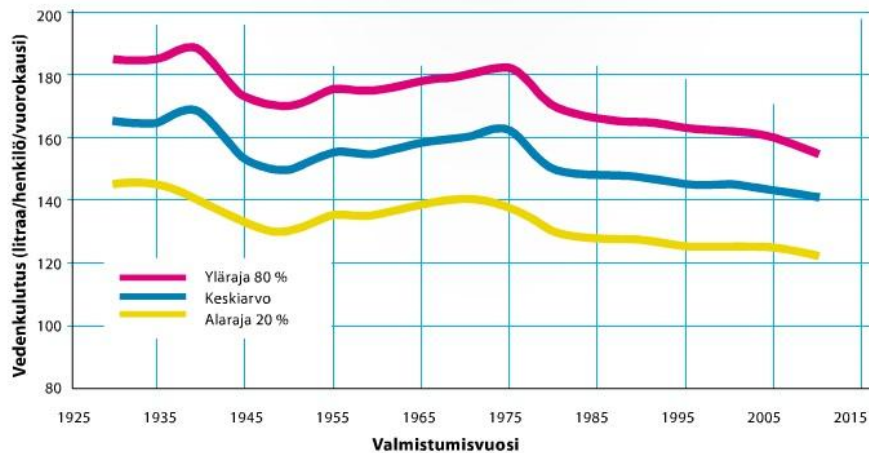
Kuvioissa 4, 5 ja 6 esitellään Taloyhtiön energiakirjassa olevia asuinkerrostalojen lämpöindeksien, sähkön- ja vedenkulutuksien kehitystä ajan funktiona, jonka avulla nähdään hyvin eri aikajaksojen rakennusten tyypilliset ominaiskulutukset sekä energiatehokkuuden kehittyminen vuosien saatossa. Opinnäytetyössä on hyödynnetty useiden eri toimijoiden tilastoja ja vertailuarvoja, mutta käytännön syistä johtuen niitä ei esitetä osana tekstiä eikä liitteissä, vaan niitä voi tarkastella lähteissä mainittujen linkkien kautta.



KUVIO 4. Lämpöindeksin kehitys eri aikakausien asuinkerrostaloissa (Taloyhtiön energiakirja 2011, s. 21)



KUVIO 5. Kiinteistösähkön ominaiskulutuksen kehitys eri aikakausien asuinkerrostaloissa (Taloyhtiön energiakirja 2011, s. 23).



KUVIO 6. Veden ominaiskulutuksen kehitys eri aikakausien asuinkerrostaloissa (Taloyhtiön energiakirja 2011, s.26).

Vedenkulutuksen osalta suomalaisen asukkaan keskimääräinen vedenkulutus on noin 155 l/as/vrk. Vedenkulutuksessa on kuitenkin huomattavia vaihteluja, tyypillisen vedenkulutuksen vaihteluväli asukasta kohden on 90 – 270 litraa vuorokaudessa (Motiva 2015). Myös rakennustyyppien välisissä vedenkulutuksissa on eroa, esimerkiksi rivitaloissa kulutetaan keskimäärin vähemmän vettä kuin vastaavissa

asuinkerrostaloissa (Taloyhtiön energiakirja 2011, s 26). Vedenkulutuksen keskimääräistä jakaumaa suomalaisessa kotitaloudessa esitellään kuviossa 7.



KUVIO 7. Vedenkulutuksen jakaantuminen (Motiva 2015).

2.4.3 Vertailun suorittaminen ja menetelmät

Rakennuksen ominaiskulutukset eivät välttämättä kerro vielä kaikkea tarpeellista liittyen rakennuksen energiatehokkuuteen ja kulutuslukemiin. Täytyy tietää minkälainen kohde on ja minkälaisella käytöllä se on, jotta voidaan verrata sitä sopivaan aineistoon. Rakennusten vertailussa täytyy ottaa huomioon rakennusten tai niiden käytön erityispiirteet, koska niiden vaikutukset tunnuslukuihin voivat olla suuret ja näin voidaan tehdä virheellisiä johtopäätöksiä, mikäli niitä ei huomioida asianmukaisesti.

Vertailumenetelmiä on monia, mutta jos käytössä on jonkinlainen energianhallinta- tai kulutusseurantajärjestelmä, niin kyseinen järjestelmä sisältää monesti vertailuaineistoa, jonka perusteella halutun rakennuksen kulutuslukemia voidaan vertailla samanlaisten kohteiden keskimääräisiin kulutuksiin ja raja-arvoihin, tietysti ottaen samalla huomioon rakennuksen mahdolliset erityispiirteet. Jos käytössä ei ole mitään erilaista järjestelmää joka suorittaisi kyseisen toimenpiteen, niin joudutaan suorittamaan kulutuksen normitus tiedettyjen toteutuneiden kulutuksien pohjalta ja sen avulla voidaan laskea rakennuksen lämpöindeksi, sähkön ja veden

kohdalla normitusta ei suoriteta. Näitä tunnuslukuja voidaan puolestaan vertailla vastaavan kaltaisten kohteiden arvoihin. Vertailua tehtäessä on tärkeä muistaa, että rakennusten pitää olla joko samalta paikkakunnalta tai kaikki lähtötiedot täytyy normittaa samalle vertailupaikkakunnalle, jotta tiedot ovat aidosti vertailukelpoisia.

2.5 Kulutuksen normitus ja lämmitystarveluvut

Jotta lämmitysenergiankulutusta voidaan vertailla, on suoritettava kulutuksen normitus, jolla lukemat saadaan vertailukelpoiseksi vuosien välillä. Normituksen avulla voidaan myös vertailla eri paikkakunnilla sijaitsevien rakennuksien lämmitysenergian kulutusta. Toteutuneen kulutuksen vertailu toimii vain kustannusten säästöjen laskennassa, mutta vertailussa se ei anna todellista kuvaa nykyisestä kulutuksesta tai sen kehittymisestä, koska eri vuosien sääolosuhteet voivat poiketa toisistaan huomattavasti ja näin antaa väärän kuvan tilanteesta, jos verrataan pelkästään toteutunutta kulutusta.

Kulutuksen normitus koostuu monista eri osa-alueista ja niiden muodostaman kokonaisuuden avulla voidaan normittaa lämmitysenergian kulutusta. Osana kulutuksen normitusta ovat lämmitystarveluvut, joita Ilmatieteenlaitos on kerännyt jo 1900-luvun alusta alkaen. Vertailukautena käytetään vuosia 1981 – 2010 joiden perusteella keskimääräinen lämmitystarveluku on laskettu (Ilmatieteen laitos 2015).

Lämmitystarveluvulla normitetaan toteutuneita lämmitysenergian kulutuksia, jotta niistä saadaan vertailukelpoisia. Lämmitystarveluvun käyttö normituksessa perustuu siihen, että rakennuksen lämmitysenergiankulutus on lähes verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilojen erotukseen (Motiva 2014).

Lämmitystarveluku saadaan laskemalla yhteen vuoden kaikkien päivien sisä- ja ulkolämpötilan erotus, tätä kautta saadaan johdettua lämmitystarveluku jokaiselle kuukaudelle ja kokonaisille vuosille. Yleensä laskennassa käytetään lämmitystarvelukua S17, joka lasketaan +17 °C:ksi

oletetun sisä- ja ulkolämpötilan vuorokauden keskiarvon erotuksen pohjalta. Sisäiset- ja ulkoiset lämpökuormat pienentävät rakennuksen lämmitysenergian tarvetta ja sen oletetaan kattavan oletetun sisälämpötilan, eli +17 °C, ja todellisen sisälämpötilan eron. Lämmitystarveluvun laskennassa ei oteta huomioon keväisin päiviä, joiden keskilämpötila on yli +10 °C ja syksyllä yli 12 °C, koska tällöin kiinteistöjen lämmityksen oletetaan loppuvan (Motiva 2014). Vertailukauden 1981 - 2010 lämmitystarveluvut esitetään taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Lämmitystarveluvut vertailukaudella 1981 - 2010 (Ilmatieteenlaitos 2015)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vuosi
Maarianhamina	592	567	551	406	216	34	3	17	135	308	432	542	3803
Vantaa	682	640	586	376	146	16	2	21	158	348	497	625	4097
Helsinki	647	612	566	383	153	11	1	12	125	316	464	588	3878
Pori	677	633	585	389	181	26	3	25	171	352	497	622	4161
Turku	663	625	575	377	161	19	2	18	149	338	486	608	4021
Tampere	724	675	612	400	176	28	5	34	192	382	529	667	4424
Lahti	726	677	610	395	159	20	4	31	191	383	528	668	4392
Lappeenranta	759	699	621	403	165	22	5	28	184	386	546	692	4510
Jyväskylä	785	721	646	440	206	40	10	56	227	414	569	718	4832
Vaasa	719	666	619	424	214	29	5	35	192	377	526	663	4469
Kuopio	812	741	653	445	198	31	7	38	194	400	571	735	4825
Joensuu	826	753	665	456	216	39	10	47	215	416	589	752	4984
Kajaani	864	777	695	479	251	57	17	75	245	441	618	785	5304
Oulu	824	742	677	465	249	47	9	55	224	423	593	749	5057
Sodankylä	946	838	760	548	345	106	49	136	316	523	722	891	6180
Ivalo	923	819	755	557	377	146	69	147	318	523	722	875	6231

Toinen normituksessa huomioitava seikka on lämmin käyttövesi. Lämpimän käyttöveden kulutus pysyy lähes muuttumattomana, joten sen osuus on erotettava normeerauksen kohteena olevasta lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta. Lämpimän käyttöveden vaatima energiamäärä ei ole suoraan verrannollinen laskennalliseen energiamäärään, varsinkaan vanhoissa rakennuksissa, koska kiertojohtojen lämpöhäviöt ovat usein

merkittäviä (Motiva 2015). Lämpimän käyttöveden energiankulutuksena käytetään ensisijaisesti mitattua arvoa, mikäli se on saatavilla. Muissa tapauksissa se lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelmasta D5-osioista löytyvällä laskukaavalla, joka esitetään kaavassa 1.

3.7 Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve

3.7.1

Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve lasketaan kaavan (3.18) avulla

$$Q_{\text{ikv,netto}} = \rho_v c_{pv} V_{\text{ikv}} (T_{\text{ikv}} - T_{\text{kv}}) / 3600 - Q_{\text{ikv,LTO}} \quad (3.18)$$

jossa

$Q_{\text{ikv,netto}}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian nettotarve, kWh
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kg K)
V_{ikv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m ³
T_{ikv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
T_{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h
$Q_{\text{ikv,LTO}}$	jäteveden lämmöntalteenotolla talteenotettu ja käyttöveden lämmityksessä hyväksikäytetty energia, kWh

Nettotarve sisältää kulutetun lämpimän käyttöveden lämmittämisen kylmän veden lämpötilasta lämpimän veden lämpötilaan ilman mahdollista lämmityslaitteen, varaajan tai putkiston lämpöhäviö-energiaa.

Ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja, käytetään lämpimän ja kylmän veden lämpötilaerona ($T_{\text{ikv}} - T_{\text{kv}}$) arvoa 50 °C.

$$V_{\text{ikv}} = n V_{\text{ikv,omin,henk}} \Delta t / 1000 \quad (3.19)$$

$$V_{\text{ikv}} = V_{\text{ikv,omin}} A_{\text{netto}} \Delta t / 365 \quad (3.20)$$

joissa

V_{ikv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m ³
n	henkilöiden lukumäärä, -
$V_{\text{ikv,omin,henk}}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, dm ³ henkilöä kohti vuorokaudessa
Δt	ajanjakson pituus, vuorokautta
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kuutiometreiksi, dm ³ /m ³
$V_{\text{ikv,omin}}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, m ³ /m ² vuodessa
A_{netto}	rakennuksen lämmitetty nettoala, m ²
365	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos vuosikulutuksesta vuorokausikulutukseksi, vuorokautta/vuosi.

Jos laskelmien lähtötietona on käyttöveden kokonaiskulutus, niin asuinrakennuksissa lämpimän käyttöveden osuutena voidaan käyttää 40 % kokonaiskulutuksesta.

KAAVA 1. Suomen rakentamismääräyskokoelman D5-osion mukainen laskentakaava lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarpeen laskemista varten

Mikäli veden kokonaiskulutusta ei ole mitattu, voidaan käyttää taulukko 3:ssä annettuja arvoja, jotka perustuvat Suomen rakentamismääräyskokoelman D3-osioon.

TAULUKKO 3. Lämpimän käyttöveden ominaiskulutus pinta-alaa kohden

Käyttötarkoitukseluokka	LKV:n ominaiskulutus $\text{dm}^3/(\text{m}^2 \text{ a})$
Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalot, asuinkerrostalo	600
Toimistorakennus	103
Liikerakennus	68
Majoitusliikerakennus	685
Opetusrakennus ja päiväkot	188
Liikuntahalli	343
Sairaala	515

Kun tiedetään kaikki lämmitysenergian normittamiseen tarvittavat tiedot, niin normitus suoritetaan kaavan 2 mukaisesti. Kaavasta 2 on olemassa erilaisia variaatioita joiden avulla normitusta voidaan suorittaa eri paikkakunnille ja näin voidaan vertailla minkä tahansa rakennuksen energiankulutusta halutulle paikkakunnalle tai vuodelle. Kulutusta normittaessa on ehdottomasti muistettava käyttää oikean paikkakunnan lämmitystarvelukua, koska muuten saatu laskennallinen normitettu lämmitysenergiankulutus ei ole aidosti vertailukelpoinen.

$$Q_{norm} = \frac{S_{N \text{ vpkunta}}}{S_{toteutunut \text{ vpkunta}}} \times Q_{toteutunut} + Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$$

Huom. Normitus koskee vain rakennuksen lämmittämiseen kuluva energiaa. Säystä riippumaton käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia on ensin poistettava rakennuksen kokonaislämmitysenergian kulutuksesta eli

$$Q_{toteutunut} = Q_{kok} - Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$$

Kaavan selitteet:

Q_{norm}	rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus
$Q_{toteutunut}$	rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia
Q_{kok}	rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus
$Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$	käyttöveden lämmittämisen vaatima energia. Lue lisätietoja kohdasta: Laskukaavat: lämmin käyttövesi
$S_N \text{ vpkunta}$	normaalivuoden tai -kuukauden (1981-2010) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla
$S_{toteutunut \text{ vpkunta}}$	toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla

KAAVA 2. Lämmitysenergiankulutuksen normitus (Motiva 2015)

2.6 Lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutukseen vaikuttavat tekijät

Lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutukseen vaikuttavia muuttujia on todella suuri määrä. Muuttujia voidaan määritellä vaikka kuinka paljon, mutta tämän opinnäytetyön tapauksessa käsitellään vain huomattavimpia muuttujia, jotka vaikuttavat rakennuksien ominaiskulutuksiin, koska kaikkien muuttujien käsittely ei ole mielekästä opinnäytetyön sisällön kannalta.

2.6.1 Rakennustyyppi

Rakennustyypillä on huomattava merkitys siihen, kuinka paljon lämmitysenergiaa, sähköä ja vettä rakennus sekä sen asukkaat kuluttavat. VTT:n, Talokeskuksen, Energiateollisuuden ja muiden toimijoiden keräämistä tilastoista rakennusten ominaiskulutusten voidaan nähdä helposti suuria eroja jo asuinkerros- ja rivitalojen välillä, sama pätee myös tietysti pientaloihin.

Myös rakennustyyppien sisäiset erot voivat olla huomattavia, koska esimerkiksi lamelli- ja pistetyyppisten asuinkerrostalojen rakennusvaippojen prosentuaaliset pinta-alat eroavat toisistaan mittavasti ja tämä taas vaikuttaa puolestaan lämmönjohtumisesta aiheutuvaan energiankulutukseen. Sama huomataan jos verrataan asuinkerrostaloa ja useaa rivitaloa, jotka yhdessä muodostavat rakennustilavuudeltaan asuinkerrostaloa vastaavan kokonaisuuden. Rivitalojen ulkoseinien sekä ala- ja yläpohjan pinta-alat ovat suurella todennäköisyydellä isommat, joka aiheuttaa suuremmat johtumishäviöt vaikka rakenteiden lämmönläpäisykertoimet olisivat samanlaiset.

2.6.2 Rakennusvuosi ja Suomen rakentamismääräyskokoelma

Rakennusvuosi ja sen aikaiset Suomen rakentamismääräyskokoelman vähimmäisvaatimukset esimerkiksi lämmönläpäisykertoimien, veden perusvirtaamien ja muiden ominaisuuksien suhteen asettavat tiettyjä raja-

arvot siihen miten paljon tai vähän rakennuksen energian- ja vedenkulutus kokonaisuudessaan on. Suurin osa rakennuksista on rakennettu aikansa minimivaatimusten mukaan, tietysti joukossa on myös poikkeuksia.

Rakennusvaipan eristystaso ja rakennuksen muut ominaisuudet rakennusvuoden mukaan eivät kuitenkaan tarkoita sitä, että rakennus ei voisi olla energiatehokas, mutta se asettaa kuitenkin rajat esimerkiksi sille kuinka paljon lämmönjohtumishäviöitä rakennuksesta tulee. Myös ilmanvaihdolla ja sen toteutustavalla, joka on yleensä sidottu tiettyyn aikakauteen, on hyvin suuri vaikutus rakennuksen energiankulutukseen. Hyvin hoidettu rakennus voi omata ikäluokkaansa nähden matalan ominaiskulutuksen, mutta jos verrataan vastaavalla tasolla hoidettua, mutta 30 vuotta uudempaa rakennusta niin on hyvin todennäköistä, että uuden rakennuksen kokonaisenergian- ja vedenkulutus on huomattavasti pienempi kuin vanhan rakennuksen (Lukkarinen 2015).

Taulukko 4 (A-Insinöörit) esittelee rakenteiden u-arvon kehitystä eri aikakausilla, joka havainnollistaa hyvin aikakausien väliset erot rakentamismääräyksien vähimmäistasossa, tämä heijastuu myös hyvin kuviossa 4 nähtävään asuinkerrostalojen lämpöindeksin kehitykseen.

TAULUKKO 4. Rakenteiden u-arvot eri aikakausina (A-insinöörit)

	1969*)	1976	1978	1985	2003	2007	2010
Ulkoseinä	0,81	0,40	0,29	0,28	0,25	0,24	0,17
Yläpohja	0,47	0,35	0,23	0,22	0,16	0,15	0,09
Alapohja	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,17
Ikkunat	3,14	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0
Ovet	3,14	0,7	0,7	0,7	1,4	1,4	1,0
n50-luku		6	6	6	4	4	2
LTO:n vuosihyötysuhde					30 %	30 %	45 %
Vaipan lämpöhäviön jousto					10 %	20 %	30 %

A-INSINÖÖRIT *) 1969 – Eteläinen vyöhyke "normaali vaatimukset"

2.6.3 Sääolosuhteet

Sääolosuhteet ovat yksi suurin muuttuja, joka vaikuttaa suuresti lämmitysenergian, sähkön – ja vedenkulutukseen. Sääolosuhteista erilaisen verrattuna muihin muuttujiin tekee sen, että siihen ei voida vaikuttaa käytännössä millään tavalla. Jos ulkona on äärimmäisen kylmä, niin lämmitysenergiaa kuluu välttämättä enemmän ja esimerkiksi sähkönkulutus nousee monesti samaan aikaan autojen sähköisestä esilämmityksestä johtuen. Puolestaan jos on oikein lämmintä, niin energiaa kuluu huomattavasti vähemmän, toisaalta samaan aikaan vedenkulutus voi nousta vilvoittelun seurauksena, varsinkin kesäisin, tämä huomataan myös Oppilastalon kulutuslukemista heinäkuun aikana.

Myös korkea ilmankosteus ja nopeasti vaihtelevat sääolosuhteet lisäävät yleensä lämmitysenergian kulutusta, koska kostea korvausilma vääristää lämpötilan tuntemusta ja sitä kautta aiheuttaa tarvetta lämmityskäyrän nostamiselle, kun taas nopeasti vaihtuvat lämpötilat voivat aiheuttaa pientä sahausefektia lämmitysjärjestelmän suhteen. Näitä molempia

tilanteita voidaan kuitenkin minimoida hyvin toimivalla ja säädetyllä kiinteistöautomaatiolla, mutta silti ne vaikuttavat huomattavalla tavalla lämmitysenergian kokonaiskulutuksen muodostumiseen.

Normitetun ja toteutuneen kulutuksen vertailulla voidaan todeta hyvin, kuinka suuri vaikutus sääolosuhteilla voi olla kulutuslukemiin.

Lämmitystarvelukujen tarkastelun perusteella tämä heitto voi olla vuositasolla jopa 10 %. Sama voidaan todeta Oppilastalojen kulutuksiin liittyvästä aineistosta.

2.6.4 Kiinteistöautomaatio, lämmitysjärjestelmä ja lämmitystapa

Rakennuksen kiinteistöautomaatiolla voi olla hyvin suuri vaikutus siihen kuinka paljon lämmitysenergiaa ja sähköä rakennus kokonaisuudessaan kuluttaa, joko positiivisessa tai negatiivisessa suhteessa. Hyvin suunniteltu, toteutettu ja ylläpidetty kiinteistöautomaatio sekä siihen kytketyt laitteet voivat pienentää kulutuksia todella huomattavasti (Niemelä 2015). Samoin lämmitysjärjestelmän valinnalla on hyvin kauaksi kantoisia ja pitkäaikaisia vaikutuksia rakennuksen lämmitysenergian, sähkön- ja veden kokonaiskulutuksiin sekä sitä kautta näistä kulutuksista aiheutuviin kustannuksiin.

Esimerkkinä voidaan mainita, että kun Lahden Talot konserni siirtyi täysin kiinteistöautomaatioon piiriin kaikkien kustannuspaikkojen osalta, niin samaan aikaan lämmitysenergian kokonaiskulutus laski 8 % ja sähkön kokonaiskulutus tippui myös merkittävästi (Lukkarinen 2015). Jo yhden rakennuksen kohdalla tämä tarkoittaa kulutuksien sekä kustannuksien huomattavaa tippumista, puhumattakaan suuresta asuntokannasta, jossa kaikki vaikutukset kerääntyvät kumulatiivisesti.

Nykyaikaisilla ja myös hieman vanhemmilla kiinteistöautomaatiojärjestelmillä pystytään ohjaamaan todella monta asiaa ja sitä kautta vaikuttamaan lämmitysenergian- ja sähkönkulutukseen. Yleensä, varsinkin asuinkerros- ja rivitaloissa, kiinteistöautomaation piirissä on vähintään lämmitysjärjestelmä ja lämmin käyttövesi. Jo

lämpimän käyttöveden oikealla oletuslämpötilalla saadaan pitkällä ajanjaksolla aikaiseksi suuret kumulatiiviset säästöt (Ravi 2015). Näiden lisäksi voidaan mahdollisuuksien ja muiden laitteiden ominaisuuksien mukaan ohjata mm. ilmanvaihtoa, aluevalaistuksia, saunoja, talouspesuloita ja ovien lukituksia. Uusimmalla tekniikalla toteutusmahdollisuudet ovat lähes rajoittamattomat, ilmanvaihtoa voidaan esimerkiksi ohjata sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mukaan, lämmitysjärjestelmää voidaan ohjata lämmityskäyrän säätämisen lisäksi ulkolämpötilan, kosteuden ja asuntojen sisälämpötilojen mukaan. Jo pelkästään sillä, että lämmitysjärjestelmä, ilmanvaihto, valaistukset ja saunat kytketään kiinteistöautomaation piiriin sekä niihin lisätään aikaohjaukset, saadaan aikaiseksi useiden, jopa kymmenien, prosenttien säästöt verrattuna siihen, että kyseisiä toimenpiteitä ei ole tehty (Niemi 2015).

Lämmitysjärjestelmän valinta sekä toteutustapa, varsinkin uudisrakennuksen kohdalla vaikuttavat suoraan rakennuksen energiankulutukseen ja samalla myös lämmityksestä sekä mahdollisesta jäähdytyksestä aiheutuviin kustannuksiin. Ilmatieteen laitoksen vuonna 2014 tekemän tutkimuksen mukaan ilmastonmuutos aiheuttaa sen, että lämmitystarveluku tulee tulevaisuudessa pienenemään jopa puoleen, joka tarkoittaa lämmityskauden lyhenemistä ja samaan aikaan jäähdytyksen tarve tulee viisin- tai kuusinkertaistumaan nykyisestä. Tämä yhdistettynä kiristyviin rakennusmääräyksiin, jotka johtavat rakennuksiin joiden lämmitysenergian tarve on pieni tarkoittaa sitä, että tulevaisuuden rakennuksien lämmitysjärjestelmää valittaessa tulisi ottaa myös huomioon jäähdytysenergian tarve ja siitä aiheutuvat mahdolliset kustannukset. Jo nykyisten rakennusten suunnitteluvaiheessa on tarpeen tehdä simulointi siitä, onko kyseisellä rakennuksella jäähdytyksen tarvetta vai ei. Jos rakennuksen kohdalla on jäähdytyksen tarvetta, niin lämmitysjärjestelmä ja tapa tulisi valita myös sen perusteella, että sillä voidaan toteuttaa energia- ja kustannustehokas jäähdytys. Tämä puoltaisi omalta osaltaan esimerkiksi maalämmön valintaa uudisrakennuksiin, koska sen avulla voidaan suorittaa jäähdytys pienin kustannuksin, kun maalämpö kytketään

osaksi rakennuksen ilmanvaihtoa lämmöntalteenoton kautta. Kehitteillä on myös mm. kaukokylmä, joka olisi hyvä lisä kaukolämmön rinnalle, mutta se vaatii energiayhtiöiltä suuria investointeja infrastruktuurin kehittämiseen.

Lämmitysjärjestelmän lisäksi vesikiertoisessa järjestelmässä kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että valitseeko lämmönjakotavaksi lattialämmityksen vai patteriverkoston. Varsinkin jos käytössä on aurinkolämpöjärjestelmä, ilma-vesilämpöpumppu, maalämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu tai joku näiden yhdistelmä, niin voidaan saada aikaan kohtuullisen suuria säästöjä valitsemalla lattialämmitys patterilämmityksen sijaan, koska lattialämmitys ei vaadi niin korkeaa menoveden lämpötilaa. Tämä perustuu siihen, että matalamman lämpötilan menovettä voidaan valmistaa huomattavasti paremmalla hyötysuhteella kuin korkean lämpötilan menovettä lämmitysjärjestelmään (Ravi 2015).

Sähkölämmitetyissä pientaloissa on ollut aikaisemmin heikommin kiinteistöautomaatiota, mikä johtuu myös osittain siitä, että tarjonta helpokäyttöisistä ja kohtuuhintaisista järjestelmistä on ollut niukkaa. Viimeisten vuosien aikana markkinoille on tullut useita kustannuksiltaan kohtuullisia tuotteita, joita voidaan ohjata rakennuksessa sijaitsevalla päätelaitteella, älypuhelimella tai tietokoneella, joten esimerkiksi sähköpattereiden toimintaa voi säätää vaikka olisi toisella puolella maailmaa. Tämä mahdollistaa energiankulutuksen hallinnan lisäksi myös kustannusten optimoinnin, koska älykkään kiinteistöautomaation avulla voidaan ohjata siihen liittyvien laitteiden toimintaa siihen aikaan, kun sähkön hinta on normaalia alhaisempi (Niemelä 2015).

2.6.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon toteutustapa ja sen käyttö sekä säädöt ovat monissa rakennuksissa yksi suurin tekijä, kun tarkastellaan koko rakennuksen energiatasetta, kuviot 1 ja 2 havainnollistavat myös asian selvästi.

Rakennuksen ilmanvaihtotavalla, käytöllä ja säädöillä on suora vaikutus lämmitysenergian kokonaiskulutukseen, mutta sillä on myös oma, pienempi, vaikutuksensa rakennuksen sähkönkulutukseen.

Ilmanvaihdossa on olemassa kolme toteutustapaa ja ne ovat painovoimainen ilmanvaihto, koneellinen poistoilmanvaihto sekä koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto. Kaikilla näillä on omat hyvät ja huonot puolensa sekä niiden vaikutus energiankulutukseen on erilainen (Motiva 2010). Painovoimaisen ilmanvaihdon eduksi voidaan laskea se, että se ei kuluta yhtään sähköä ja sen toimintaa käyttäjän on vaikea sotkea, koska se toimii rakennuksen sisäisen ja ulkoisen ilmanpaineen erotuksen mukaisesti. Huonona puolena on puolestaan se, että ilmanvaihtoa on käytännössä mahdotonta kontrolloida kunnolla. Esimerkiksi talviaikaan, paine-eroista johtuen, painovoimainen ilmanvaihto toimii hieman liiankin tehokkaasti, mikä saattaa aiheuttaa vedon ja kylmyyden tunnetta. Liian tehokas ilmanvaihtuminen tarkoittaa myös lämmitysenergian kulutuksen lisääntymistä, koska myös korvausilman määrä kasvaa ja sen lämmitykseen kuluu huomattava määrä energiaa. Kesällä tilanne on taas monesti päinvastainen eikä paine-ero riitä toteuttamaan tehokasta ilmanvaihtoa. Painovoimainen ilmanvaihto on tyypillisin 1900-luvun alkupuolen rakennuksissa (Kerrostalot 1880 – 2000, s.115), 1970-luvulla koneellinen poistoilmanvaihto alkoi syrjäyttää painovoimaista ilmanvaihtoa.

Koneellinen poistoilmanvaihto yleistyi samaan aikaan betonielementtirakentamisen kanssa (Kerrostalot 1880 – 2000, s.115) ja se piti asemansa yleisimmin käytettynä ilmanvaihdon muotona aina 2000-luvulle asti, kunnes 2003 tulleiden määräysten (Kerrostalot 1880 – 2000, s.232) jälkeen sen syrjäytti koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto. Koneellisen poistoilmanvaihdon hyvänä puolena voidaan pitää parempaa säädettävyyttä verrattuna painovoimaisen ilmanvaihtoon ja säädettävyyden avulla voidaan saada myös säästöjä lämmityskuluissa, koska poistoilman määrä on lähes suoraan verrannollinen lämmitettävään korvausilmaan, sekä samaan aikaan voidaan parantaa sisäilman laatua ja

asumisviihtyvyyttä (Niemelä 2015). Koneellisen poistoilmanvaihdon kohdalla korvausilma saadaan joko korvausilmaventtiileistä, vuotoilmana ikkunoiden ja ovien, tai huonossa tapauksessa rakenteiden, kautta. Korvausilmaventtiilit ovat parempi vaihtoehto verrattuna vuotoilmaan, koska sitä voidaan kontrolloida enemmän ja esimerkiksi ikkunoihin integroitu korvausilmaventtiili myös lämmittää hieman tuloilmaa, joten lämmityksen tarve pienenee hieman. Koneellisen poistoilmanvaihdon huonoksi puoleksi voidaan lukea omalla tavallaan sen säädettävyys, koska tietämätön käyttäjä voi sitä kautta pilata rakennuksen sisäilman, lisätä energiankulutusta huomattavasti tai jopa saada aikaan homevaurioita, jos ilmanvaihtoa käytetään väärin.

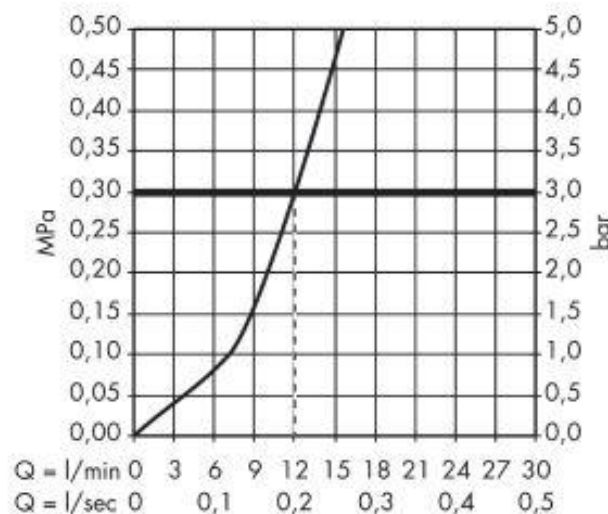
Uusin ja nykyisin käytössä oleva ilmanvaihtotapa on koneellinen tulo- ja poisto. Sen on myös kaikkein tehokkain ja parhaiden säädettävä kaikista kolmesta toteutustavasta. Koska molemmat ilmavirrat ovat täysin säädettäviä, niin niitä voidaan ohjata monella eri tavalla, tietysti noudattaen Suomen rakentamismääräyskokoelmassa olevia raja-arvoja sekä sisäilmaluokkaa S3 (Sisäilmayhdistys 2008). Ilmanvaihtoa voidaan ohjata mm. sisäilman hiilidioksidipitoisuuden sekä lämpötilan ja ulkoilman kosteuden mukana. Usein koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa on mukana myös lämmöntalteenotto, jonka avulla voidaan ottaa talteen poistoilmasta vuositasolla jopa 75 % energiasta ja lämmittää sen avulla tuloilmaa. Tämä vaikuttaa todella huomattavasti rakennuksen tarvitsemaan lämmitysenergian tarpeeseen, mutta toisaalta se lisää hieman sähkönkulutusta, tosin lämmitysenergian säästöt ovat moninkertaiset verrattuna sähkönkulutuksen lisääntymiseen. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on vuodesta määritetty alaraja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteelle ja se tulee kiristymään entisestään tulevaisuudessa (FinZEB 2014).

2.6.6 Vesikalusteet ja vesijohtoverkosto

Vesikalusteet, niiden kunto ja ikä sekä vesijohtoverkosto vaikuttavat paljon siihen kuinka paljon vettä kokonaisuudessaan kulutetaan. Suomessa

lämmitysenergian- ja veden hinnat ovat Eurooppalaista keskitasoa alhaisemmat (Eurostat 2014) sekä hyvälaatuista pohjavettä on saatavilla paljon, joten vedenkulutukseen ei ole ennen 2000-lukua kiinnitetty kovin paljon huomiota Suomessa (Salminen 2015).

Vesikalusteet sekä niiden perusvirtaamat määrittävät, kulutustottumusien lisäksi, kuinka paljon vettä kulutetaan, tähän vaikuttaa myös lisäävästi tai vähentävästi vesijohtoverkoston painetaso. Jos perusvirtaamat ovat korkeat, niin vedenkulutusta ei voi saada kovin alhaiseksi, vaikka käyttäjät olisivat hyvin tietoisia vedenkulutuksestaan, toisaalta vesipihitkään vesikalusteet eivät auta, jos niiden käyttäjät tuhlaavat vettä holtittomasti. Vesijohtoverkoston paineella on oleellinen vaikutus, koska korkeampi peruspaine tarkoittaa myös korkeampaa virtaamaa kaikissa vesikalusteissa paitsi wc-istuimissa, koska niiden kuluttama vesimäärä on riippumaton vesijohtoverkoston paineesta. Kuvio 8 esittää Hansgrohen nykyaikaisen keittiöhanan virtaamakaavion, josta näkee hyvin paineen vaikutuksen hanan virtaamaan.



KUVIO 8. Paineen vaikutus virtaamaan (Hansgrohe 2015)

Vesikalusteiden virtaamiin ja sitä kautta veden kokonaiskulutuksen muodostumiseen voidaan vaikuttaa monella eri keinolla. Helpoin keino on asentaa vesijohtoverkoston paineenalennusventtiili, jonka avulla painetta

ja samalla virtaamia saadaan tiputettua. Tosin paineenalennusventtiilin sopivuus jokaiseen kohteeseen ja vesijohtoverkoston tulee tarkastaa erikseen, jotta voidaan varmistua sen sopivuudesta, koska väärin suunniteltu paineenalennusventtiili voi aiheuttaa ongelmia loppukäyttäjille. Poresuuttimet ovat myös tehokas vaihtoehto hanojen virtaamien vähentämiseksi, poresuuttimissa voidaan vielä tarpeen mukaan valita tasapaineella toimiva malli, joka toimii paremmin useissa kohteissa vesijohtoverkoston painetasosta huolimatta.

Myös vesikalusteiden uusimisella voidaan saada aikaan huomattavia vähennyksiä vedenkulutukseen, koska uusien nykyaikaisten vesikalusteiden virtaamat ovat jopa 70 % alemmat kuin esimerkiksi 1970-kuvulla valmistettujen vastaavien tuotteiden (Lahti 2015). Varsinkin vanhoissa kaksiotehanoissa virtaamat ovat todella korkeat, jopa lähes 30 l/min. Toisaalta kaksiotehanojen lämpimän käyttöveden kulutus on ollut Mora Mattssonin tutkimusten mukaan vähäisempi kuin markkinoille aikaisin tulleiden yksiotehanojen, tosin kehityksen myötä nykyisten yksiotehanojen lämpimän käyttöveden kulutus saattaa olla vain 10 % veden kokonaiskulutuksesta (Salminen 2015). Iäkkäissä wc-istumissa yksi huuhtelu voi olla kulutukseltaan 8 – 10 l, kun nykyaikaisissa wc-istumisissa sama lukema on 3 – 6 l, kaksitoimisissa wc-istumisissa yksi huuhtelu voi kuluttaa vettä jopa alle 3 litraa (Carling 2015). Yksi keino vähentää vanhojen wc-istumien vedenkulutusta ilman niiden uusimista on vaihtaa tilalle nykyaikainen ja vähemmän vettä kuluttava vetolaitteisto, joka toiminnallaan rajoittaa huuhtelussa käytettävää vesimäärää (Energio 2015).

Oman osansa tekevät myös rakennuksissa olevat astian- ja pyykinpesukoneet tai talopesulat. Kuten kuvio 7 esittää, niin 13 % rakennusten vedenkulutuksesta tulee pyykinpesusta. Astianpesukoneiden osuutta ei ole eritelty, mutta se sisältyy keittiön osuuteen, joka on 22 % kokonaiskulutuksesta (Motiva 2015). Pesemisessä käytettävät koneet, käyttötottumuksien lisäksi, ovat avainasemassa vedenkulutuksen suhteen, kuten myös astioiden pesutapa. Astioiden koneellinen peseminen on

huomattavasti vähemmän vettä kuluttavaa kuin käsin tiskaaminen (Motiva 2014). Asukkaiden käyttämien ja valitsemien koneiden vedenkulutukseen on vaikea vaikuttaa, mutta jos koneiden hankinta on taloyhtiön tai vuokranantajan vastuulla, niin silloin asian hyväksi voidaan vaikuttaa merkittävästi laitevalintojen avulla, varsinkin talopesuloiden konevalintojen yhteydessä.

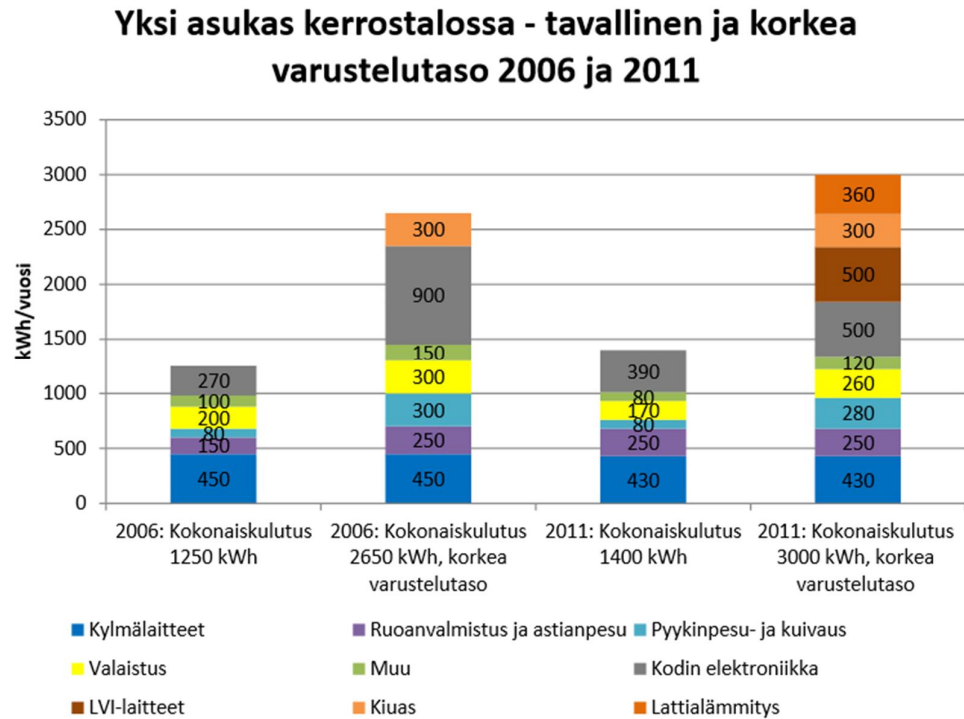
Samoin pesulämpötilaan tulisi kiinnittää huomiota, koska yhden kuution raakaveden lämmitys 60 °C-asteiseksi kuluttaa 23,3 kWh enemmän energiaa kuin veden lämmittäminen vain 40 °C-asteiseksi, laskenta on suoritettu kaavan 4 perusteella. EU-komission päätöksiin pohjautuva lainsäädäntö on ohjannut pesu- ja muiden laitteiden kehitystä energiatehokkaampaan suuntaan viimeisten vuosien aikana, moniin energianintensiivisiin laitteisiin on tullut energiamerkintä (Motiva 2014), joka helpottaa vertailua laitteita ostettaessa. Samaan aikaan myös valmistajat ovat alkaneet kehittää pesuohjelmia, jotka pesevät tehokkaasti yhä pienemmällä energia- ja vesimäärällä täyttääkseen nykyiset vaatimukset.

2.6.7 Varustetaso ja talotekniikka

Rakennuksen varustetaso, asukkaiden ja rakennuksen perustason osalta, vaikuttaa merkittävästi kulutuksien pohjatason muodostumiseen, erityisesti sähkönkulutuksen osalta. Varustetasoa tarkastellessa on tärkeää erottaa toisistaan kiinteistö- ja huoneistosähkö, koska niihin vaikuttavat eri tekijät. Huoneistosähkön tapauksessa asukkaat ovat vaikuttava tekijä, kiinteistösähkön osalla rakennuksen varustetaso sekä tekniset laitteet ja niiden ominaisuudet sekä säädöt.

Sähkönkulutuksen kehitystä on tutkinut mm. Adato Energia Oy vuonna 2013 tutkimusraportissaan Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011. Sen mukaan sähkön kokonaiskulutus on kasvanut vaikka samaan aikaan esimerkiksi valaistuksen osuus sähkönkäytöstä on lähes puolittunut. Tutkimuksessa huomattiin myös lisääntynyt tietokoneiden ja lisälaitteiden

aiheuttama sähkönkulutus, joka oli kasvanut vuodesta 2006 vuoteen 2011 verrattuna 85 %. Huoneistosähkön osalta varustetason muutokset vaikuttavat Adaton tutkimuksen mukaan merkittävästi kokonaiskulutukseen, tämä näkyy selkeästi kuviossa 9.



KUVIO 9. Varustetason vaikutus huoneistosähkön kokonaiskulutuksen muodostumiseen (Adato Energia 2013)

Sama ilmiö huomataan myös kiinteistösähkön osalta verrattaessa uusia ja vanhoja rakennuksia, joissa talotekniikan määrä on erilainen. Myös energiaintensiivisten laitteiden määrä, kuten huoneisto- ja talosaunojen, hissien, kylmäkellareiden sekä kattokaivo- ja räystäslämmitysten määrä vaikuttaa oleellisesti kiinteistösähkön kokonaiskulutukseen. Suuri talosauna voi nostaa kiinteistösähkön kulutusta 250 % verrattuna keskimääräiseen tasoon, hissit puolestaan 20 – 30 % (Motiva 2013) ja Lahden Talojen pienkerrostaloissa huomattiin talvella 2015 jopa 400 % kasvu kiinteistösähkön kulutuksessa verrattuna edelliseen vuoteen. Tämä johtui poikkeuksellisista sääolosuhteista jotka vaativat lisäystä

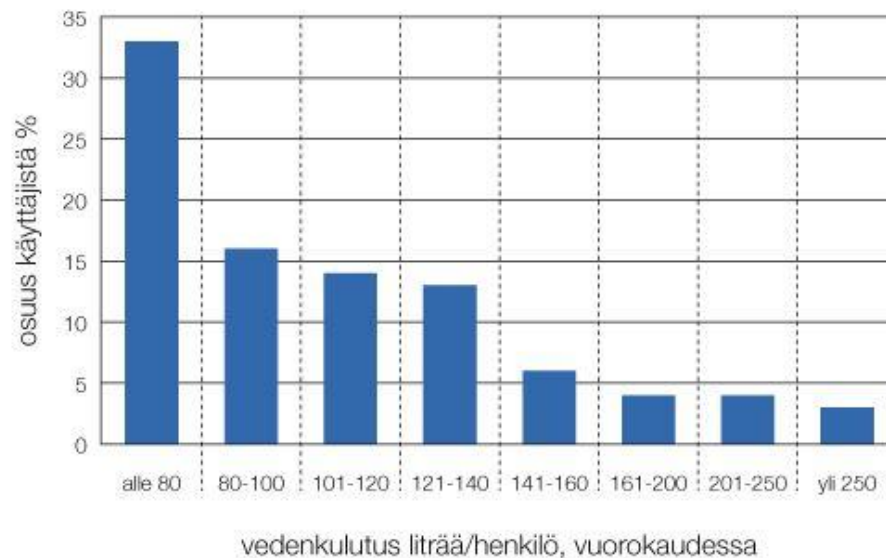
kattokaivojen- ja räystäslämmitysten osalta (Lukkarinen 2015). Uusien rakennusten osalta talotekniikan määrän kasvu tarkoittaa myös sähkön ominaiskulutuksen kasvua, kuten kuviossa 5 esitetään, jos verrataan samankaltaisiin vanhemman aikakauden rakennuksiin.

EU-Parlamentin 2010 tekemän päätöksen mukaan energiamerkintädirektiivi, 2010/30/EU, ohjaa energiamerkintöjä eri tuotekohtaisia ryhmiä koskien. Energiamerkintä koskee yhä useampia tuoteryhmiä, kuten kylmäsäilytyslaitteita, pesukoneita, kuivausrumpuja, uuneja, liesituulettimia ja lamppeja (Motiva 2014). Joissain maissa, kuten Ruotsissa, on laadittu omia energiamerkintöjä, esimerkiksi vesikalusteille (Kiwa 2015). Näiden direktiivien ja energiamerkintöjen tarkoitus on ohjata valmistajia sekä kuluttajia kohti energiatehokkaampia ratkaisuja ja valintoja osana 20 – 20 – 20-tavoitteita.

2.6.8 Käyttäjät

Käyttäjillä on todella suuri rooli siinä, että kuinka suureksi tai pieneksi lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutus muodostuu. Vaikka kaikki edellä mainitut muuttujat olisivat keskiarvoa paremmalla tasolla, niin käyttäjien toiminta voi nostaa kulutuslukemat huomattavasti keskiarvoa suuremmiksi (Taloyhtiön energiakirja, s.27). Käyttäjien asenteissa ja kulutustottumuksissa yhdistyy monta asiaa, joiden vaikutus kertyy kumulatiivisesti, joko positiivisella tai negatiivisella tavalla.

Vedenkulutusta tarkastellessa voidaan kuvion 10 mukaan huomata, että keskimääräinen kulutustaso ei välttämättä kerro kaikkea kulutustottumuksista. Jos useat asukkaat kuluttavat paljon vettä, niin kokonaiskulutus nousee huomattavasti verrattuna normaalitilanteeseen. Vedenkulutuksen osalla lisääntynyt kulutus tarkoittaa myös lisääntynyttä energiankulutusta, koska käyttöveden lämmittämiseen kuluu huomattava määrä energiaa. Lisääntynyt kokonaiskulutus tarkoittaa myös kustannusten nousua.



KUVIO 10. Vedenkulutuksen jakauma luokittain (Vercon 2015)

Käyttäjät voivat myös monesti vaikuttaa, ainakin rajallisesti, huoneistojen sisälämpötilan muodostumiseen. Oikea huoneistojen lämpötila parantaa asumismukavuutta ja samaan aikaan se vähentää lämmitysenergian kokonaiskulutusta, koska yhden asteen muutos sisälämpötilassa tarkoittaa noin viiden prosentin muutosta lämmityskuluissa (Taloyhtiön energiakirja 2011, s.38). Motivan vuonna 2014 tekemän ohjeistuksen mukaan kodin eri tiloissa tulisi olla myös erilaiset lämpötilat, koska eri tilojen käyttötarpeet poikkeavat toisistaan huomattavasti. Täytyy myös ottaa huomioon, että kosteus ja vedon tunne vaikuttavat siihen, kuinka ihminen kokee lämpötilan, joten nämä tekijät tulisi minimoida, mikäli se on mahdollista.

Käyttäjien tulisi huomioida lämmityksen- ja ilmanvaihdon laitteiden suhteen oikeat säädöt ja käyttö, koska esimerkiksi yksiputkisessa lämmitysjärjestelmässä yksi asukas voi termostaatin esisäätöjä muuttamalla vaikuttaa koko rakennuksen lämmitysjärjestelmän toimintaan (Niemelä 2015). Sama koskee myös verhojen asettelua lämmityspattereiden eteen tai muuta toimintaa, joka voi vaikuttaa termostaattien toimintaan. Ilmanvaihdon suhteen käyttäjän toimet

vaikuttavat lämmitysenergiankulutuksen lisäksi huomattavalla tavalla sisäilman laatuun ja siitä aiheutuviin positiivisiin tai negatiivisiin muutoksiin. Hyvin toteutettu ilmanvaihto voidaan pilata käyttäjän virheillä, joka voi pahimmissa tapauksissa pitkällä aikavälillä johtaa homeongelmiin, koska ilmanvaihdon puutteellisen toiminnan takia kosteus ei pääse poistumaan rakennuksesta tarpeeksi tehokkaasti (Niemelä 2015).

Myös muiden sähkölaitteiden- ja varusteiden oikeaoppinen käyttö vähentää lähes aina energiankulutusta. Esimerkiksi saunan lämpötilan valinnalla on suuri vaikutus sähköenergian kokonaiskulutukseen (Motiva 2013), varsinkin jos sen käyttöaste on korkea. Samoin voidaan todeta, että mitään sähkölaitteita ei tulisi jättää valmiustilaan, vaan ne tulisi joko sammuttaa aina, koska valmiustila kuluttaa aina sähköä, ja ison asuinkerrostalon kohdalla käyttäjien aiheuttamat kumulatiiviset vaikutukset voivat saada aikaan jo suuren kokoluokan muutoksia.

3 OPPILASTALO OY

Oppilastalo on vuonna 1969 perustettu osakeyhtiö, jonka liiketoimintana on asuntojen- ja tilojen vuokraaminen sekä uusien asuinkäyttöön tarkoitettujen tilojen rakennuttaminen (Palmgren & Heinonen 2004, s.15). Oppilastalojen liikevaihto vuonna 2013 oli 4,22 miljoonaa euroa, tulos 1,05 miljoonaa euroa ja Oppilastaloilla on kuusi vakituista työntekijää (Suomen Asiakastieto Oy 2015). Oppilastalojen pääomistajana on tällä hetkellä Lahden kaupunki 79,27 % osuudella, mutta tilanne tulee muuttumaan, koska Lahden kaupunginvaltuusto päätti marraskuussa 2014, että Lahden kaupunki myy Oppilastalot Oy:n osakekannan Lahden Taloilille vuoden 2015 aikana.

3.1 Oppilastalon kohteet

Oppilastalo Oy omistaa tällä hetkellä 10 kustannuspaikkaa, joista yhdeksän sijaitsee Lahdessa ja yksi Asikkalassa. Rakennusten määrä vaihtelee kustannuspaikoittain yhdestä seitsemään. Suurin osa oppilastalon rakennuksista on asuinkerrostaloja, tarkalleen ottaen 15, ja mukana on myös yhdeksän rivitaloa (Jokinen 2015).

Oppilastalon asuntokanta on suhteellisen uutta, vanhin rakennus on vuonna 1970 rakennettu Mukkulan A-rakennus. 10 Oppilastalon rakennuksista on rakennettu 1980-luvun aikana, 1990-luvulla on rakennettu viisi rakennusta. 2000- sekä 2010-luvulla on rakennettu vain kaksi rakennusta. Koko asuntokannan keski-ikä on 26 vuotta, joka on suhteellisen matala (Lukkarinen 2015).

Oppilastalon kohteet ovat pääsääntöisesti kytkettynä kaukolämpöön, jonka tuottamisesta ja jakelusta vastaa Lahti Energia. Ainoa poikkeus joukossa on Konduktööri, joka on nykyaikainen, lähes passiivitaloa edustava asuinkerrostalo. Raakavesi tulee Lahti Aqualta ja sama yhtiö vastaa myös Lahden alueella jätevesien käsittelystä. Vain yhdessä Oppilastalon kustannuspaikoista, Konduktöörissä, on huoneistokohtainen vedenmittaus. Sähkön kohdalla Oppilastalojen tilanne on hieman

hajautetumpi kuin kaukolämmön osalta, koska sähkö tulee Lahti Energialta ja sähkönsiirrosta vastaa puolestaan LE-Sähköverkko, poikkeuksena Asikkalan kustannuspaikka, jossa sähkön toimittaja on Nordic Green Energy ja sähkönsiirrosta huolehtii Elenia Oy.

Seuraavassa kappaleessa käydään läpi Oppilastalon kohteiden tiedot läpi hieman yksityiskohtaisemmalla tasolla. Syvällisempää tarkastelua suoritetaan vielä kahden kustannuspaikan osalta, jotka valitaan jatkoon kulutuslukemien vertailun perusteella.

3.1.1 Mukkula

Mukkulan kustannuspaikka, Ritaniemenkatu 10 A - E, pitää sisällään kolme eri rakennusta, joista kaikki ovat kaukolämpöön kytkettyjä asuinkerrostaloja. A-rakennus on rakennettu vuonna 1970, peruskorjattu vuonna 1998, ja B-rakennus vuonna 1980, peruskorjaus on suoritettu vuotena 1994. Rakennus C on rakennettu vuonna 1981 ja se on peruskorjattu vuonna 1995. Rakennukset edustavat hyvin aikakauden aikaan tehtyjen rakennuksien perustyyppisiä (Kerrostalot 1880 - 2000, s.149 - 150) ja ne ovat betonielementeistä rakennettuja lamellitaloja. Kaikissa rakennuksissa on koneellinen poistoilmavaihto ja niissä on neljä kerrosta, kellari mukaan lukien. Kustannuspaikalla on kaksi talosaunaa ja kaksi talopesulaa.

Mukkula on asunto- ja asukasmääriltään, kulutuksiltaan, neliöiltään sekä tilavuudeltaan Oppilastalon huomattavasti suurin kustannuspaikka. Koko kustannuspaikan rakennustilavuus on 25836m^3 , bruttoala 9172m^2 ja asuntoala 5410m^2 . Asuntoja kohteessa on 155, joista 91 on yksiöitä, 45 kaksioita sekä 18 kolmiota. Vuoden 2014 kulutukset olivat kaukolämmön osalta 1145,9 MWh, sähkön osalta 344,4 MWh ja veden osalta 10551m^3 , asukkaita samana vuonna oli keskimäärin 209. Lämpimän käyttöveden laskennallinen määrä oli $4220,4\text{m}^3$, sen lämmitykseen kului 246,2 MWh, joka on 21,5 % vuoden 2014 kaukolämmön kulutuksesta.

3.1.2 Kiveriö

Kiveriön kustannuspaikka, Hirsimetsäntie 94, sisältää kaksi, vuonna 1983 rakennettuja asuinkerrostaloja, joka on kytketty kaukolämpöön. Kiveriön asuinkerrostalot on peruskorjattu vuonna 2003. Rakennukset ovat tyypiltään betonielementeistä rakennettu pistetaloja, jossa on 5 - 6 kerrosta, kolme Kone Oy:n valmistamaa hissiä ja rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto.

Kiveriö on keskikokoinen kustannuspaikka kaikkien ominaisuuksien suhteen. Vuonna 2014 asukkaita oli keskimäärin 123, kaukolämmön kulutus oli 547,6 MWh, sähkönkulutus oli 201,87 MWh ja vedenkulutus 5709m³. Kiveriö koostuu lähinnä kahden- ja kolmen henkilön soluasunnoista, joka selittää korkean asukasmäärän suhteutettuna asuntoalaan. Kiveriön rakennustilavuus on 13589m³, bruttoala 4656m², asuntoala 3274,5m² sekä asuntoja on 63. Lämmintä käyttövedtä kulutettiin laskennallisesti 2283,6m³, sen lämmittämiseen käytettiin 133,2 MWh, joka on osuutena koko rakennuksen lämmitysenergiankulutuksesta 24,3 %.

3.1.3 Asemantausta

Asemantaustan kustannuspaikalla, Ruopankatu 1-3, sijaitsee seitsemän rivitaloa. Ruopankatu 1:n rivitalot ovat valmistuneet vuonna 1985 ja Ruopankatu 3:n rivitalot puolestaan vuonna 1983. Kaikki rakennukset ovat peruskorjattu vuonna 2005, rivitalot ovat tyypiltään luhtitaloja, niissä on kaksi kerrosta ja ne kytketty kaukolämpöön sekä niissä on koneellinen poistoilmanvaihto.

Asemantaustassa asui vuonna 2014 keskimäärin 113 asukasta, suurin osa asunnoista on soluasuntoja, asuntoja on kokonaisuudessaan 56 kappaletta. Samana vuonna kaukolämpöä kului 366 MWh, sähköä 163,6 MWh ja vettä 4531m³. Kustannuspaikan rakennustilavuus on 9798m³, bruttoala 3227m² ja asuntoala 2814m². Lämpimän käyttöveden laskennallinen kulutus vuonna 2014 oli 1812,4m³, sen lämmittämiseen

meni 105,7 MWh ja sen osuus koko kustannuspaikan lämmitysenergiasta oli 20,6 %.

3.1.4 Asikkala

Asikkalan kustannuspaikka, Maakaupantie 4, on Oppilastalon toinen rivitalokohde ja samalla ainoa kustannuspaikka, joka ei sijaitse Lahdessa. Rivitalot ovat malliltaan kaksikerroksinen lamellitalo, ne ovat valmistuneet vuonna 1987, ja ne on perusparannettu vuonna 2004. Rakennuksen lämmitysenergiasta vastaa kaukolämpö, ilmanvaihto on tyyppiä koneellinen poisto.

Asikkala on kohteena todella pieni, vuonna 2014 siellä oli keskimäärin vain 13 asukasta. Samana vuonna kaukolämpöä meni 109,9 MWh, sähköä 26,4 MWh ja vettä 697m³, jotka ovat suuria lukemia tuon ikäluokan tyyppilliselle rakennukselle. Asikkalan rakennustilavuus on vain 1724m³, asuntoala 473m² ja siellä on 12 asuntoa. Asikkalassa kului 2014 laskennallisesti 278,8m³ lämmintä käyttövettä, sen lämmitykseen kului 16,3MWh ja vastaava osuus lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta oli 14,8 %.

3.1.5 Kisakylä

Kisakylän kustannuspaikalla, Lautamiehenkatu 5-7, sijaitsee kaksi asuinkerrostaloa, molemmat on rakennettu vuonna 1989 ja peruskorjattu 2010 - 2011 välisenä aikana. Niissä on 3 kerrosta, kaukolämpö sekä koneellinen poistoilmanvaihto. Kisakylässä pääosa asunnoista on kaksioita, mutta myös yksiöitä on jonkun verran.

Kisakylä edustaa kokoluokaltaan Oppilastalon keskimääräistä kustannuspaikkaa. Asukkaita oli vuonna 2014 103 ja samaan aikaan kaukolämpöä kului 464,9 MWh, sähköä 130,7 MWh ja vettä 3611m³. Kisakylässä on 55 asuntoa, rakennustilavuus on 10903m³, bruttoala 3812,5m² ja asuntoala 2956m². Kisakylän laskennallinen käyttöveden

kulutus oli 469,4m³, sen lämmitykseen kului 84,3 MWh ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 18,1 %.

3.1.6 Fellmanni

Fellmannin kustannuspaikka, Vapaudenkatu 28, pitää sisällään yhden asuinkerrostalon, joka on rakennettu vuonna 1992. Se on kytketty kaukolämpöön, siinä on 5 kerrosta sekä kaksi hissiä, ilmanvaihto on mallia koneellinen poistoilmanvaihto. Fellmannian asuinkerrostalo on tyypiltään kaksirappuinen lamellitalo. Fellmanni on toinen Oppilastalojen kustannuspaikoista, jossa on asuntojen lisäksi myös käytössä olevia liiketiloja. Fellmannissa niitä on kaksi, ravintola Babylon ja cafe Jokubas.

Fellmanni on kustannuspaikkana hieman Oppilastalon keskiarvoa pienempi. Vuonna 2014 asukkaita oli keskimäärin 79, kaukolämmön kulutus oli 426,5 MWh, sähköä kului 110 MWh ja vettä 4190m³. Fellmannissa on yhteensä 38 asuntoa, rakennustilavuus on 9180m³, bruttoala 3056m² ja asuntoala 1925m². Fellmannissa kului vuoden 2014 aikana laskennallisesti 1707,6m³ lämmintä käyttövettä, ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 23,1 %.

3.1.7 Paavola

Paavolan kustannuspaikka, Laaksokatu 16 – 20, sisältää kolme asuinkerrostaloa, jotka kaikki on kytketty kaukolämpöön. Laaksokatu 16 on rakennettu vuoden 1993 asuntomessuille ja Laaksokatu 18 sekä Laaksokatu 20 ovat rakennettu puolestaan vuonna 1997. Kaikki rakennukset ovat varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla, niissä on 6 kerrosta sekä hissi. Paavolasta löytyy yksiöitä, kaksioita, kolmioita sekä soluasuntoja, joten sen asuntotarjonta on todella monipuolista.

Paavola on kokoluokaltaan keskimääräisen kokoinen kustannuspaikka, asukkaita vuonna 2014 oli keskimäärin 104. Kaukolämmön kulutus oli samana vuonna 589,5 MWh, sähköä meni 206 MWh sekä vettä 4564m³.

Paavolassa on yhteensä 72 asuntoa, sen rakennustilavuus on 13861m³, bruttoala 4561,5m² ja asuntoala 3078,5m². Vuonna 2014 Paavolan laskennallinen lämpimän käyttöveden kulutus oli 1817,2m³ ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 18,0 %.

3.1.8 Ankkuri

Ankkurin kustannuspaikka, Borupinraitti 4, on hieman muista kustannuspaikoista poikkeava. Kustannuspaikka sijaitsee kaukolämpöön kytketty pistetalomainen asuinkerrostalo, jossa on kaksi hissiä ja kuusi kerrosta. Rakennus on tehty betonielementistä, joka on verhottu tiilisellä julkisivulla, sekä rakennus on varustettu koneellisella poistoilmanvaihdolla ja on rakennettu vuosina 1998 - 1999. Ankkurissa on pelkästään yksiöitä, mutta poikkeuksena pohjakerroksessa sijaitsee yksi liikehuoneisto, ravintola Casselli.

Kokoluokaltaan Ankkuri on keskimääräinen kustannuspaikka, vaikka ravintola Casselli pienentääkin asukaslukua, joka oli vuonna 2014 keskimäärin 102. Kulutukseltaan kustannuspaikka on huomattavasti kokoaan suurempi, mikä johtuu oletettavasti Cassellin osuudesta. Kaukolämpöä meni vuonna kustannuspaikan kokoon, rakennustyyppiin- ja vuoteen suhteutettuna paljon, eli 779,9 MWh, sähköä myös huomattavasti keskiarvoa enemmän eli 460 MWh ja vedenkulutuskin oli huomattavasti Oppilastalon keskiarvoa korkeampi, kulutuksen ollessa 5912m³. Ankkurin rakennustilavuus on 18776m³, bruttoala 6048m², asuntoala 3322,5m² ja kokonaisuudessaan Ankkurissa on 94 asuntoa. Ankkurissa kului vuonna 2014 laskennallisesti 2003,2m³ lämmintä käyttövettä, ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 14,0 %.

3.1.9 Möysä

Möysän kustannuspaikka, Mikonkatu 3, on Oppilastalojen toiseksi uusin kohde, se on rakennettu vuonna 2002. Kustannuspaikalla sijaitsee kaksi pistetalon tyyppistä asuinkerrostaloa, jotka on tehty betonielementeistä.

Rakennukset on kytketty kaukolämpöön. toisessa on kolme ja toisessa viisi kerrosta, molemmissa on hissi ja niissä on koneellinen poistoilmanvaihto. Möysän asunnoista suurin osa on yksiöitä, muutamia kaksioita lukuun ottamatta.

Möysä on kustannuspaikkana kokoluokaltaan varsin keskimääräinen kohde Oppilastalojen asuntokannassa. Siellä oli vuonna 2014 keskimäärin 97 asukasta. Möysän kaukolämmön kulutus samana vuonna 393,7 MWh, sähköä meni 152,7 MWh ja vettä 3437m³. Möysän rakennustilavuus on 13110m³, bruttoala 4444m², huoneistoala 2934m² ja asuntoja on 92. Möysän lämpimän käyttöveden laskennallinen kulutus oli vuonna 2014 1374,8m³ ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 20,4 %.

3.1.10 Konduktööri

Konduktöörin kustannuspaikka, Helkalankatu 4, on Oppilastalojen uusin kohde, se on valmistunut vuonna 2010. Konduktööri on tyypiltään nykyaikainen, lähes passiivitaloa edustava asuinkerrostalo. Konduktööri on kytketty kaukolämpöön, mutta siellä käytetään myös maalämpöä. Kaukolämmöllä lämmitetään patteriverkostoa ja lämmintä käyttövettä, maalämmöllä hoidetaan puolestaan märkätilojen lattialämmitys sekä käyttöveden esilämmitys. Konduktöörissä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jossa on lämmöntalteenotto sekä hissi.

Konduktööri on kustannuspaikkana hieman Oppilastalon asuntokannan keskiarvoa pienempi, kulutuksien ja asukasmäärien osalta. Vuonna 2014 kaukolämpöä kului 127,8 MWh, sähköä kului 123,7 MWh ja vettä käytettiin 2556m³. Konduktöörissä on 63 yksiötä, sen rakennustilavuus on 7429m³ ja asukkaita oli vuonna 2014 keskimäärin 63. Lämpimän käyttöveden laskennallinen määrä oli 2014 1022,4m³ ja sen osuus kaukolämmön kulutuksesta oli 46,7 %. Lukema on poikkeuksellinen, mutta se johtuu kahden lämmitysmuodon yhdistelmästä sekä uudesta, lähes passiivitason veroisista lämmönläpäisykertoimista. Samoin sähkönkulutuksen määrä on

suhteellisen korkea, mutta se selittyy maalämpöpumpun sähkönkulutuksella sekä sillä, että uusien asuinkerrostalojen sähkönkulutus on koko asuntokantaa suurempi, kuten kuviosta 5 voidaan todeta.

3.2 Oppilastalojen kiinteistöautomaatio

Kaikissa Oppilastalon kustannuspaikoissa on käytössä Ouman Oy:n toimittama kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Oppilastalojen kiinteistöautomaatio on liitetty EH-Net-järjestelmään, joka on internet-pohjainen sovellus, tämän avulla kiinteistöautomaatioon pääsee käsiksi mistä tahansa. Hämeen Kiinteistöautomaation Jari Niemelän mukaan Oppilastalojen EH-Net poikkeaa hieman normaaliversiosta, koska se on kehitetty erikseen, toisena kohteena Suomessa, kyseisellä tavalla.

Kustannuspaikkojen välisessä toteutustavassa ja laajuudessa kiinteistöautomaation suhteen on pieniä eroja, jotka johtuvat lähinnä kustannuspaikkojen ominaispiirteistä. Kaikilla kustannuspaikoilla rakennusautomaatio ohjaa mm. lämmityspiiriä, lämmintä käyttövetä, ilmanvaihtoa ja käytössä on aikaohjauksia sekä mahdollisia talopesuloita- ja saunoja ohjataan niiden avulla.

Yleisellä tasolla tarkastellessa Oppilastalojen kiinteistöautomaatio on hyvin toteutettu ja sen säätöihin on kiinnitetty huomiota, EH-Net alkaa olla järjestelmänä hieman vanhanaikainen, tosin silti täysin toimiva ratkaisu. Ilmanvaihtoa, lämmintä käyttövetä ja lämmityspiiriä on optimoitu aikaohjelmien ja pudotusten avulla lähes jokaisella kustannuspaikalla. Lämmityskäyrät on haettu erikseen jokaisen kustannuspaikan osalta ja aluevalaistuksia ja saunoja on aikaohjattu kulutusten optimoimiseksi. Oppilastalon EH-Netin erikoisominaisuutena on myös kulutusseurantaosio sekä mittauslaitteisto, jonka avulla voidaan havaita mahdolliset vesivuodot.

Oppilastalo on pitänyt kiinteistöautomaation omassa hallinnassaan, ja sen hallinnoinnista vastaa ensisijaisesti tekninen isännöitsijä Juha Jokinen. Kiinteistöautomaation toimintaan kiinnitetään päivittäistä huomiota, ja

siihen tehdään muutoksia, mikäli sille on tarvetta (Jokinen 2015). Kiinteistöautomaation kehitystä ja laajentamista Oumanin kehittyneempään versioon on harkittu useaan kertaan, mutta toimenpiteisiin ei kuitenkaan ole toistaiseksi ryhdytty.

Kiinteistöautomaatioon ja siihen liittyvien laitteiden huollosta vastaavat Hämeen Kiinteistöautomaatio, tekninen isännöitsijä Jokinen sekä jokaisen kustannuspaikan aluehuoltomies. Aluehuoltomiehelle kuuluvat pienemmät tehtävät, Jokinen tekee satunnaisia tarkastuksia teknisiin toimilaitteisiin ja Hämeen Kiinteistöautomaatio suorittaa mahdolliset korjaukset kiinteistöautomaatioon ja tekee mm. ilmanvaihtokoneisiin liittyviä vuosihuoltoja- ja tarkastuksia.

3.3 Oppilastalon tekemät toimenpiteet kulutuksien hallitsemiseksi ja vähentämiseksi

Oppilastalot Oy on tehnyt vuosien saatossa paljon laajamittaisia sekä myös hieman pienempiä kulutuksien hallitsemiseksi ja vähentämiseksi. Tämä on tärkeää, koska energian- ja vedenkulutus vaikuttaa suoraan Oppilastalojen kustannusrakenteeseen sillä asukkaiden vuokraan sisältyy energia sekä vesi. Liikehuoneistoja laskutetaan erikseen sähkön- ja vedenkulutuksen osalta. Toimenpiteistä käydään läpi tärkeimmät ja ne, joilla on suurin vaikutus, koska koko kiinteistökantaan on kohdistunut valtavasti toimenpiteitä.

Kaikilla Oppilastalojen kustannuspaikoilla vesijohtoverkoston on asennettu paineenalennusventtiili, useilla kustannuspaikoilla vesikalusteisiin on vaihdettu poresuuttimia sekä wc-istuimiin huuhtelua rajoittavia mekanismeja. Samoin perusparannusten yhteydessä on vaihdettu vesikalusteita uusiin, vähemmän kuluttaviin malleihin, esimerkiksi Möysään on vaihdettu Mora Mattssonin hanat (Jokinen 2015). Näiden toimenpiteiden vaikutus vedenkulutukseen on huomattava ja voidaan todeta, että Oppilastalo on tehnyt todella laajasti toimenpiteitä vedenkulutuksen vähentämiseksi.

Myös kiinteistöautomaation kautta on haettu kustannussäästöjä energiansäästön kautta. Aikaohjelmien ja lämmityksen ohjaamisen avulla saadaan aikaan energiansäästöä, koska turhaa käyttöä voidaan rajoittaa ja esimerkiksi lämmitysjärjestelmän toimintaa saadaan parannettua. Yksittäisen toimenpiteen vaikutus voi olla pieni, mutta useiden toimenpiteiden yhdistetty vaikutus kiinteistökannan osalta on jo huomattava (Niemelä 2015).

Oppilastalo on tehnyt myös useita projekteja aluevalaistuksien suhteen, joiden kautta sähkönkulutusta on yritetty pienentää. Esimerkiksi Mukkulan kustannuspaikalle on osiin rakennuksista asennettu uudet liiketunnistimilla ohjatut led-valaisimet, jotka kuluttavat laskennallisesti jopa 75 % vähemmän sähköä kuin alkuperäinen valaistus (Sitra 2014). Samoin aikaohjaukset valaistuksien suhteen vähentävät turhaa käyttöä ja vähentävät täten sähkönkulutusta.

Kolmella Oppilastalon kustannuspaikalla, Asemantaustassa, Konduktöörissä ja Möysässä lämmitysjärjestelmää on lisätty Oumanin Lämmönvahti, jonka avulla voidaan vaikuttaa lämmitysenergian kokonaiskulutukseen sekä asuntojen sisälämpötilojen väliseen vaihteluun. Lämmönvahdin toimintaperiaate ottaa huomioon monia muuttujia kuten auringon lämpösäteilyn, ihmisistä aiheutuvan lämpökuorman, sää- ja tuuliolosuhteet sekä muut sisäiset lämmönlähteet (Ouman 2015). Näiden muuttujien huomioimisen avulla lämpöä voidaan ohjata sinne missä sitä tarvitaan ja samalla vältetään ylimääräiseltä lämmitykseltä. Myös Mukkulan kustannuspaikalle asennettiin Lämmönvahti vuonna 2014, mutta se poistettiin myöhemmin, koska se aiheutti kulutusten nousua. Syy huonoon toimintaan oli suurella todennäköisyydellä epätasapainossa oleva lämmitysjärjestelmä, koska Lämmönvahdin toimintaperiaate häiriintyy, mikäli lämmitysjärjestelmä ei ole hyvin säädetty ja tasapainossa (Miettinen 2015).

Oppilastalojen kohteisiin on vaihdettu taajuusmuuntajilla toimivia huippuimureita, jotka säästävät sähköä ja omaavat tavallista huippuimuria

paremman säätökyvyn (Niemelä 2015). Asemantaustassa on suoritettu myös yläpohjan lisäeristys puhallusvillalla vuonna 2005 tapahtuneen perusparannuksen yhteydessä (Jokinen 2015).

3.4 Oppilastalon kulutusseuranta

Oppilastalojen kulutusseurannan toteutuksesta on vastannut tekninen isännöitsijä Juha Jokinen. Kulutusseuranta on tehty lähinnä kuukausitasolla kaikkien kustannuspaikkojen osalta, mutta ajoittain on suoritettu myös tarkempaa seuranta lyhemmällä aikavälillä kaikkien kulutuslajien osalta. Huomattavaa on, että tähän mennessä Oppilastalojen lämmitysenergiaa on vertailtu toteutuneen eikä normitetun kulutuksen kautta, joten eri vuosien kulutukset eivät ole suoraan vertailukelpoisia toistensa kanssa ja ne eivät välttämättä kerro energiankulutuksen kehityksestä suuntaan tai toiseen.

Kuukausitason tiedot ovat aluehuoltomiehien kirjaamia lukemia, jotka laitetaan Oppilastalojen omaan Excel-pohjaiseen taulukkoon, jonka avulla kulutuksia seurataan ja suhteutetaan. Kulutusseurantaan ei ole hankittu mitään erillistä järjestelmää. Tietoja otetaan myös Lahti Energialta, joka tarjoaa tällä hetkellä tuntitason mittausdataa lämmitys- ja sähköenergiasta, jonka avulla voidaan analysoida, mikäli se koetaan mielekkääksi, energiankulutusta aivan eri tarkkuudella kuin kuukausitiedon perusteella. Oppilastalon kaikki vesimittarit ovat liitettyinä kiinteistöautomaatioon ja EH-Net-järjestelmään, jonka kautta vedenkulutusta voidaan seurata täysin reaaliaikaisesti, tämän avulla myös vesivuotoihin päästään normaalia helpommin käsiksi.

Kulutusseurannan perusteella on ryhdytty toimenpiteisiin kustannuspaikkojen osalta, mikäli se on koettu tarpeelliseksi. Myös lämmitysenergian suhteen on tehty toimenpiteitä, mutta niiden lähtötiedot eivät ole olleet vertailukelpoisia, koska normitusta ei ole suoritettu lämmitysenergian kulutuksen osalta. Tätä kautta muodostuu tilanne, jossa

toimenpiteitä on lähdetty suunnittelemaan alusta alkaen hieman vääristyneillä tiedoilla.

3.5 Kohteiden tarkempia kulutuslukumia

Osana opinnäytetyötä suoritettiin kulutuksien vertailua aikajaksolla 2010 – 2014 Oppilastalon toimittaman aineiston perusteella, joka löytyy liitteistä. Lämmitysenergiankulutus normitettiin kappaleen 2.5 kaavojen mukaisesti, jotta lukemista saatiin vertailukelpoisia. Lukemat taulukoitiin ja suhteutettiin joko asukasmäärään tai rakennustilavuuteen, joiden avulla saatiin laskettua jokaisen kustannuspaikan ominaiskulutukset kyseiseltä aikajaksolta, ne ovat esitelty taulukossa 5.

Kokonaisuudessaan Oppilastalojen ominaiskulutukset ovat pääosin varsin maltillisella tasolla, erityisesti vedenkulutuksen osalta, jonka keskiarvo koko kiinteistökannan osalta on huomattavasti suomalaista keskiarvoa, eli 155l/as/vrk, matalampi. Myös kiinteistökannan lämpöindeksi on melko pieni, mutta pienessä otoksessa Konduktöörin kustannuspaikan vaikutus laskennalliseen keskiarvoon on vähentävästi noin 2 kWh/r-m³. Kustannuspaikkojen välisissä lämpöindekseissä on huomattavia eroja, mutta ne selittyvät lähinnä erilaisilla rakennustyypeillä ja rakennusteknisillä ominaisuuksilla. Sähkönkulutus on melko keskimäärisellä tasolla kiinteistökannan osalta, mutta poikkeuksiakin löytyy.

Vaikka keskimääriset kulutukset ovat lähtökohtaisesti kohdillaan, niin silti joukosta erottuu usea korkean kulutuksen kustannuspaikka, mutta samaan aikaan joukossa on myös poikkeuksellisen pienen kulutuksen kohteita. Samoin taulukosta nähdään hyvin, että kustannuspaikoilla on tapahtunut sekä positiivista että negatiivista kehitystä ominaiskulutuksien suhteen. Osa näistä muutoksista on täysin selitettävissä ja pääteltävissä, mutta osa niistä vaatii syvällisempää tarkastelua, jotta saadaan edes karkean tason tietoa kulutuksen muutoksiin johtaneista syistä.

Vuositason muutokset, varsinkaan koko kiinteistökannan tasolla, eivät ole olleet kovin dramaattisia, mutta joillain kustannuspaikoilla on tapahtunut

melko suuria vaihteluja vuosien välillä. Vielä vuosien välillä olevaa vaihtelua suurempaa on ollut vaihtelu kuukausien välillä, jota ei aina voi selittää edes kulutukseen vaikuttavien monien muuttujien perusteella. Kuukausi- ja viikkotason muutoksista on kerrottu tarkemmin kappaleessa 3.5.2, koska Oppilastalon kustannuspaikoilla on tapahtunut huomattavia muutoksia keskimääräisissä kulutuksissa, kun verrataan yleisiin arvoihin ja normaalin käytön rakennuksiin. Nämä puolestaan vaikuttavat joissain kustannuspaikoissa huomattavasti koko vuoden ominaiskulutuksiin, joten taulukon 5 lukemat eivät välttämättä anna realistista kuvaa kulutuksista kaikkien kustannuspaikkojen osalta.

TAULUKKO 5. Oppilastalojen ominaiskulutukset kustannuspaikoittain vuosilta 2010 – 2014

Kustannuspaikka	2014	2013	2012	2011	2010	Keskiarvo
Mukkula						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	47,1	50,9	47,9	46,9	43,6	47,3
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	13,3	13,1	13,0	11,8	12,5	12,7
Veden kulutus, l/as/vrk	139,2	134,7	137,9	135,2	121,9	133,8
Kiveriö						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	42,7	41,9	41,4	43,2	39,5	41,7
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	14,9	15,4	15,9	14,4	14,0	14,9
Veden kulutus, l/as/vrk	132,0	112,2	109,0	112,0	106,4	114,3
Asemantausta						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	55,7	56,3	56,8	54,7	48,9	54,5
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	16,7	17,1	16,7	17,8	15,8	16,8
Veden kulutus, l/as/vrk	109,6	118,1	113,8	106,1	101,8	109,9
Asikkala						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	68,0	69,6	64,8	68,4	61,5	66,4
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	15,3	14,5	17,4	16,2	14,4	15,6
Veden kulutus, l/as/vrk	147,5	133,9	141,6	125,4	90,2	127,7
Kisakylä						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	45,4	45,5	44,5	47,0	49,2	46,3
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	12,0	11,8	12,0	12,0	12,7	12,1
Veden kulutus, l/as/vrk	95,9	93,4	100,6	122,1	131,8	108,8
Fellmanni						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	49,7	49,7	48,0	47,9	44,2	47,9
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	12,4	11,9	12,0	12,3	12,6	12,2
Veden kulutus, l/as/vrk	147,3	148,0	139,7	135,4	123,9	138,8
Paavola						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	45,1	45,7	46,0	47,0	44,0	45,6
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	14,9	14,8	15,0	15,2	15,5	15,1
Veden kulutus, l/as/vrk	121,0	121,4	113,4	120,6	116,4	118,5
Ankkuri						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	47,3	44,7	45,0	45,7	42,0	44,9
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	25,3	24,5	25,0	24,4	24,2	24,7
Veden kulutus, l/as/vrk	144,1	158,7	152,6	147,5	156,0	151,8
Möysä						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	31,9	34,4	35,1	37,2	36,2	35,0
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	11,6	12,0	12,5	13,1	13,0	12,5
Veden kulutus, l/as/vrk	98,4	91,6	92,2	105,3	115,3	100,6
Konduktööri						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	17,9	17,0	19,4	19,8		18,5
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	16,6	16,5	16,8	13,9		16,0
Veden kulutus, l/as/vrk	110,3	98,8	95,0	90,5		98,7
Kiinteistökanta						
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	40,6	41,0	40,3	41,1	40,6	40,7
Sähkön kulutus, kWh/r-m ³	15,3	15,2	15,6	15,1	15,0	15,2
Veden kulutus, l/as/vrk	124,5	121,1	119,6	120,0	118,2	120,7

3.5.1 Vertailu yleisiin arvoihin ja samanlaisiin kohteisiin

Opinnäytetyötä varten kysyttiin vertailuarvoja monelta eri toimijalta ja yritykseltä. Energiateollisuuden, Motivan, Talokeskuksen ja VTT:n vertailuarvot ovat saatavilla monissa eri julkaisuissa, joten niiden saaminen ja käyttäminen vertailuun oli helppoa. Tosin johtuen Oppilastalon Oy:n erikoispiirteistä, joita käsitellään kappaleessa 3.5.2, vertailuarvoja olisi hyvä saada myös samanlaisista kohteista, koska suora vertailuaineisto antaa luotettavamman lopputuloksen kuin hieman epäsuora aineisto.

Suoran vertailuaineiston saaminen osoittautuikin opinnäytetyön kannalta hieman haastavaksi vaikka sitä kysyttiin usealta eri toimijalta. Kartoitus suoran vertailuaineiston saamiseksi aloitettiin tammikuussa, mutta siitä huolimatta huhtikuun loppuun mennessä keneltäkään toimijalta ei saatu käyttöön laajamittaista ja täysin suoraa vertailuaineistoa opinnäytetyötä varten. Laajan ja suoran vertailuaineiston vähyyys aiheuttaa hieman ongelmia kulutuksien vertailussa ja sitä kautta se heikentää myös rajauksen perusteita. Tämä puolestaan vaikuttaa johtopäätöksiin ja niiden kautta tuloksiin sekä toimenpide-ehdotuksiin negatiivisella tavalla, koska epäsuora vertailuaineisto ei anna yhtä luotettavaa kokonaiskuvaa tilanteesta kuin vastaava laajamittainen suora vertailuaineisto. Vertailua tehdessä hyödynnettiin mm. Taloyhtiön energiakirjan, Motivan, Energiateollisuuden, VTT:n ja Kuntaliiton tilastoja ja vertailuaineistoja. Kuntaliiton ja Taloyhtiön energiakirjan tilastot ovat normitettu vanhan vertailukauden aineistolla, joten sen vaikutus, noin 1 % (Ilmatieteenlaitos 2015), on huomioitava vertailua tehtäessä.

Vertailussa muista erottautuivat Ankkurin, Asemantaustan, Asikkalan ja Fellmannin kustannuspaikat, vertailtaessa yleisiin vertailuarvoihin, samanlaisiin kohteisiin sekä Oppilastalojen sisäisessä vertailussa. Ankkurin osalta vedenkulutus on huomattavasti Oppilastalojen keskiarvoa korkeampi, tosin se on silti suomalaisen keskiarvon alapuolella. Sähkönkulutuksen osalta Ankkuri erottuu joukosta ylivoimaisesti, sen

ominaiskulutuksen ollessa 65,4 % korkeampi, eli 25,3 kWh/r-m³, kuin Oppilastalojen keskiarvo vuonna 2014. Myös verrattuna E³Portaalin tietoihin (VTT 2015) Ankkurin sähkön ominaiskulutus on 83,3 % korkeampi kuin vertailuaineiston keskiarvo. Ankkurin lämpöindeksi ja vedenkulutus ovat myös hieman korkeat verrattuna rakennusvuoteen.

Asemantaustan osalta huomataan, että sen lämpöindeksi on keskiarvoa korkeampi, sähkön- ja vedenkulutus ovat maltillisella tasolla.

Asemantaustan korkeaa lämpöindeksiä voidaan selittää monilla eri tavoilla, mutta suurimpana syynä lienee kustannuspaikalla sijaitsevien rakennusten määrä- ja tyyppi. Asemantaustassa sijaitsee seitsemän rivitaloa, joten niiden yhteenlaskettu ulkoseinien pinta-ala on huomattavan suuri. Kun samaan aikaan otetaan huomioon se, että rivitalot ovat rakennettu pääosin aikakautensa minimivaatimuksilla (Suomen rakentamismääräyskokoelma), niin korkeahko lämpöindeksi alkaa vaikuttaa enemmän ominaisuudelta kuin lisätarkastelua vaativalta seikalta.

Asikkalan kustannuspaikan lämpöindeksi on kaikilla mittareilla verrattuna korkea ja myös vedenkulutus on Oppilastalojen keskiarvoa huomattavasti korkeampaa. Asikkalan korkeaa lämpöindeksiä selittää hieman sen rakennustyyppi, tässä tapauksessa rivitalo, joita on kaksi, mutta joka tapauksessa lämpöindeksi on rakennustyyppi, ominaisuudet- ja vuosi huomioiden normaalimpaa suurempi.

Fellmannin tapauksessa joukosta erottuu Oppilastaloa keskiarvoa korkeampi vedenkulutus sekä hieman korkea lämpöindeksi, sähkönkulutuksen ollessa selvästi keskimääräistä alhaisempi. Mikään Fellmannin ominaisuuksista ei viittaa siihen, että lämpöindeksiin löytyisi yksi suora selitys, vaan tätä ilmiötä täytyy tutkia tarkemmin. Myös vedenkulutusta täytyy tarkastella syvällisemmin, koska kustannuspaikalla on tehty toimenpiteitä kulutuksien hallitsemiseksi (Jokinen 2015).

Muiden kohteiden kulutuslukemat ja vertailuarvot ovat melko normaaleja ja niitä käsitellään hieman pintapuolisesti. Monella kustannuspaikalla kulutuksista huomaa suoraan, että vedensäätön eteen on tehty paljon

toimenpiteitä, koska kulutukset ovat maltillisia, joissain tapauksissa jopa poikkeuksellisen alhaisia. Yleisesti ottaen koko Oppilastalo Oy:n kiinteistökannan kulutukset ovat hyvällä tasolla eikä niissä ole varaa massiivisiin parannuksiin ilman suuria investointeja.

3.5.2 Mukkula

Mukkulan kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 47,3 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 12,7 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 133,8 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 50,9 kWh/r-m³, 13,3 kWh/r-m³ ja 139,2 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 50 – 54 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 13 - 15 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 160 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella huomataan, että Mukkulan kustannuspaikan kaikki tunnusluvut kulutuksien suhteen ovat keskimääräiset tai keskimääräisiä pienemmät. Varsinkin vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on huomattavasti alhaisempi kuin vastaavien rakennusten keskiarvo, lämpöindeksi on hieman keskimääräistä pienempi ja sähkön ominaiskulutus myös vähän keskimääräistä pienempi.

Voidaan siis todeta, että Mukkulan kustannuspaikan ominaiskulutukset ovat hyvällä tasolla, kun niitä verrataan samankaltaisten rakennusten ominaiskulutuksiin. Mukkulan kustannuspaikan Oppilastalojen keskiarvoa suurempi lämpöindeksi johtuu lähinnä rakennusvuodesta ja lamellitalon tyyppillisistä ominaisuuksista, jotka lisäävät lämmönjohtumisesta aiheutuvaa lämmitysenergiankulutusta. Mukkulan kohdalla tulisi kuitenkin seurata lämpöindeksin kehitystä, vaikka kustannuspaikkaa ei valitakaan yksityiskohtaiseen tarkasteluun, koska se on noussut vuodesta 2010 vuoteen 2014 noin 10 %.

3.5.3 Kiveriö

Kiveriön kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 41,7 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 14,9 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 114,3 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 43,2 kWh/r-m³, 15,9 kWh/r-m³ ja 132,0 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 42 – 47 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 14 - 15 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 150 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella nähdään, että Kiveriön kustannuspaikan kaikki tunnusluvut kulutuksien suhteen ovat melko keskimääräistä tasoa, paitsi vedenkulutus. Vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on yli 30 l/as/vrk alhaisempi kuin vastaavien rakennusten keskiarvo, lämpöindeksi on hiukan keskimääräistä pienempi ja sähkön ominaiskulutus on keskimääräisellä tasolla.

Kuten vertailusta huomataan, niin Kiveriön kulutuksen tunnusluvut ovat hyvällä tasolla, varsinkin vedenkulutuksen osalta, eivätkä lämmitys- ja sähkönenergian tunnusluvut ole huonoja, joten Kiveriön kustannuspaikka saa kulutuslukemien vertailusta puhtaat paperit eikä sitä valita yksityiskohtaiseen tarkasteluun.

3.5.4 Asemantausta

Asemantaustan kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 54,5 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 16,8 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 109,9 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 56,8 kWh/r-m³, 17,8 kWh/r-m³ ja 118,1 l/as/vrk.

Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat

ominaiskulutuksen osalta 50 – 62 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 14 - 15 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 155 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella voidaan todeta, että Asemantaustan kustannuspaikan kaikki tunnusluvut kulutuksien suhteen ovat lähellä keskimääräistä tasoa, paitsi vedenkulutus. Vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on lähes 40 l/as/vrk alhaisempi kuin vastaavien rakennusten keskiarvo, lämpöindeksi on keskimääräisellä tasolla ja sähkön ominaiskulutus on hieman keskiarvoa korkeampi.

Vertailun suorittamisen jälkeen nähdään, että Asemantaustan kulutuslukemat ovat hyvällä tai keskimääräisellä tasolla, joten kohdetta ei oteta yksityiskohtaisempaan tarkasteluun.

3.5.5 Asikkala

Asikkalan kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 66,4 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 15,6 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 127,7 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 69,6 kWh/r-m³, 17,4 kWh/r-m³ ja 147,5 l/as/vrk. Vertailujakson ominaiskulutuksissa on hieman enemmän vaihtelua vuodesta toiseen, kun verrataan muihin Oppilastalojen kustannuspaikkoihin.

Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta 50 – 62 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 15 - 16 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 155 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella huomataan, että Asikkalan kustannuspaikan tunnusluvut ovat melko keskimääräisellä tasolla. Vedenkulutus on hieman keskimääräistä pienempi ja lämpöindeksi on puolestaan jonkun verran keskiarvoa korkeampi.

Vertailun pohjalta Asikkalan kustannuspaikka olisi voitu valita yksityiskohtaiseen tarkasteluun lämpöindeksin osalta, mutta opinnäytetyön tilaajan ohjeiden mukaisesti se jätettiin valinnan ulkopuolelle.

3.5.6 Kisakylä

Kisakylän kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 46,3 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 12,1 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 108,8 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 49,2 kWh/r-m³, 12,7 kWh/r-m³ ja 131,8 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 42 – 48 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 12 - 14 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 150 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella huomataan, että Kisakylän kustannuspaikan lämmitys- ja sähköenergian ominaiskustannukset ovat varsin keskimääräisellä tasolla. Samaan aikaan vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on noin 40 l/as/vrk alhaisempi kuin vastaavien rakennusten keskiarvo.

Kisakylän tunnusluvut ovat kohtalaiset lämpöindeksin ja sähkön ominaiskulutuksen osalta, vedenkulutus on todella matala. Vuosina 2010 – 2011 tehdyn perusparannuksen vaikutukset näkyvät selkeästi lämpöindeksissä ja vedenkulutuksessa, lämpöindeksi laski perusparannuksen jälkeen noin 10 % ja vedenkulutus noin 25 %. Kulutukset eivät ole niin korkeat, että Kisakylän kustannuspaikka otettaisiin mukaan yksityiskohtaiseen tarkasteluun.

3.5.7 Fellmanni

Fellmannin kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat:

Lämpöindeksi 47,9 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 12,2 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 138,8 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 49,7 kWh/r-m³, 12,6 kWh/r-m³ ja 148,0 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 42 – 46 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 13 - 15 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 145 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailussa nähdään, että Fellmannin kustannuspaikan sähköenergian ja veden ominaiskulutukset ovat varsin keskimääräisellä tasolla, mutta lämpöindeksi on normaalia korkeampi. Vedenkulutuksessa huomataan myös, että Fellmannin keskiarvo vertailujaksolla on lähes 20 l/as/vrk suurempi kuin Oppilastalojen keskiarvo.

Hieman korkea lämpöindeksi ja Oppilastalojen keskiarvoa korkeampi vedenkulutus yhdistettynä vertailujakson aikana nousseisiin kulutuksiin, tässä tapauksessa noin 15 % nousu lämpöindeksissä ja noin 20 % nousu vedenkulutuksessa, tarkoittaa sitä, että Fellmanni valitaan yksityiskohtaisempaan tarkasteluun, jotta saadaan selvyys mistä kulutuksien nousu johtuu.

3.5.8 Paavola

Paavolan kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 45,6 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 15,1 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 118,5 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 47,0 kWh/r-m³, 15,5 kWh/r-m³ ja 121,4 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 40 – 46 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 15 - 17 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 145 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella voidaan todeta, että

Paavolan kustannuspaikan sähköenergian ominaiskulutus on keskimääräistä luokkaa ja lämpöindeksi on hieman korkeahkon rajamailla. Vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on lähes identtinen Oppilastalojen keskiarvon kanssa, mutta kuitenkin noin 25 l/as/vrk vastaavien rakennuksien keskiarvoa pienempi.

Vertailun tulokset antavat Paavolalle pääosin puhtaat paperit tunnuslukujen suhteen, ainoastaan hieman korkeahko lämpöindeksi kiinnittää vähän huomiota. Kokonaisuudessaan kustannuspaikan ominaiskulutukset ovat hyvällä tasolla eikä niiden perusteella ole syytä ottaa Paavolaa yksityiskohtaisempaan tarkasteluun.

3.5.9 Ankkuri

Ankkurin kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 44,9 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 24,7 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 151,8 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 47,3 kWh/r-m³, 25,3 kWh/r-m³ ja 158,7 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 39 – 45 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 15 - 17 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 145 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailussa huomataan heti, että Ankkurin kustannuspaikan sähköenergian ominaiskulutus on todella suuri ja lämpöindeksi myös korkean rajamailla. Vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on lähes identtinen suomalaisen keskiarvon ja vastaavien rakennusten kanssa, mutta samaan aikaan se on noin 30 l/as/vrk korkeampi kuin Oppilastalojen keskiarvo.

Suoritettun vertailun perusteella Ankkurin kustannuspaikka valitaan yksityiskohtaiseen tarkasteluun, koska sen kaikki kulutuslukemat ovat joko korkean rajamailla tai todella korkeita ja ne ovat olleet poikkeuksetta

nousussa koko vertailujakson ajan. Sähkön ominaiskulutus on erityisen korkea ja sen syy on selvitettävä yksityiskohtaisessa tarkastelussa.

3.5.10 Möysä

Möysän kustannuspaikan viimeisen viiden vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 35,0 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 12,5 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 100,6 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 37,2 kWh/r-m³, 13,1 kWh/r-m³ ja 115,3 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 34 – 42 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 16 - 18 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 145 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailun perusteella huomataan, että Möysän kustannuspaikan kaikki ominaiskulutukset ovat reilusti keskimääräistä alhaisemmat. Varsinkin vedenkulutus asukasmäärään suhteutettuna on todella matala, verrattuna vastaaviin rakennuksiin kulutus on 45 l/as/vrk pienempi, joka on todella suuri ero.

Möysän kustannuspaikan kaikki tunnusluvut ovat hyvällä tai todella hyvällä tasolla, joten ne eivät edellytä yksityiskohtaisempaa tarkastelua. Möysän kohdalla, varsinkin lämpöindeksissä, voidaan huomata kiristyneiden rakentamismääräysten suora vaikutus kulutuksiin.

3.5.11 Konduktööri

Konduktöörin kustannuspaikan viimeisen neljän vuoden vertailujakson ominaiskulutuksien keskiarvot olivat keskiarvoltaan seuraavat: Lämpöindeksi 18,5 kWh/r-m³, sähkön ominaiskulutus 16,0 kWh/r-m³ ja vedenkulutus 98,7 l/as/vrk. Vertailujakson vastaavat korkeimmat vuosittaiset lukemat olivat 19,8 kWh/r-m³, 16,8 kWh/r-m³ ja 110,3 l/as/vrk.

Energiateollisuuden, Kuntaliiton, Motivan, Taloyhtiön energiakirjan sekä VTT:n arvot vastaavan rakennusajankohdan ja rakennustyyppin rakennuksille olivat ominaiskulutuksen osalta noin 20 – 23 kWh/r-m³ lämpöindeksille, 18 - 21 kWh/r-m³ sähkön ominaiskulutukselle ja noin 135 l/as/vrk vedenkulutuksen osalta. Vertailussa huomataan heti, että Konduktöörin kustannuspaikan kaikki ominaiskulutukset ovat huomattavan alhaisia, erityisesti lämpöindeksi on todella matala, myös sähkön- ja vedenkulutus ovat normaalia alhaisempia.

Konduktöörin kustannuspaikan vertailua hankaloittaa hieman se fakta, että kaukolämpö ei kata yksistään koko rakennuksen lämmitysenergian tarvetta, vaan osan siitä hoitaa sähköä käyttävä maalämpöpumppu. Maalämpöpumpun käyttämää tarkkaa sähköenergian määrää ei tiedetä, joten Konduktöörin oikeaa lämpöindeksiä ja sähkön ominaiskulutusta ei saada laskettua.

Tästä huolimatta voidaan todeta, että Konduktöörin tunnusluvut ovat erinomaisella tasolla. Sähkön ominaiskulutus on suhteellisen pieni vaikka Konduktöörissä on maalämpöpumppu, paljon talotekniikkaa ja koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, jotka kaikki lisäävät sähköenergian kokonaiskulutusta (Ravi 2015), matala lämpöindeksi on puolestaan lähes passiivitalon mukaisten eristystason sekä ilmanvaihdon lämmöntalteenoton ansiota. Konduktöörin kulutuslukemissa mikään ei anna viitteitä siitä, että se tulisi valita osaksi yksityiskohtaisempaa tarkastelua.

3.5.12 Oppilastalo Oy:n erikoispiirteitä

Oppilastalon asukkaille lämmitysenergian, sähkön- ja vedenkulutus ovat tällä hetkellä näkymättömiä suureita, koska kaikki niihin liittyvät kustannukset katetaan vuokraan sisältyvällä käyttömaksulla. Asukkaat eivät tee itse, käytännön syiden vuoksi, edes sähkösopimusta (Jokinen 2015), joten omat kulutustottumukset ja laitevalinnat eivät vaikuta suoranaisesti millään tavalla maksettuihin kustannuksiin. Tietysti jos

asukkaista suurin osa käyttäisi todella paljon sähköä sekä vettä niin se muodostaisi lopulta välillisen vaikutuksen, koska luultavasti käyttömaksua tai vuokraa korotettaisiin tästä syystä.

Koska Oppilastalot maksavat kaikki energiasta sekä vedestä aiheutuvat kustannukset, ne muodostavat oletettavasti huomattavan osan Oppilastalo Oy:n kiinteistöhoitokuluista ja sen takia kulutuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska niiden taloudelliset vaikutukset ovat todella merkittävät. Oppilastaloilta kysyttiin tilastoja kiinteistöhoitokulujen suhteen opinnäytetyötä varten, mutta Oppilastaloilla ei ollut toimittaa aineistoa kiinteistöhoitokuluihin liittyen.

Osana opinnäytetyötä suoritettiin myös pienimuotoista vertailua, lähinnä kuukausi- ja viikkotasolla sekä eri vuosien kesken siitä, että kuinka paljon kuukausittaiset kulutusjakaumat poikkeavat keskenään ja samalla verrattuna yleisiin arvoihin. Oppilastalojen asukkaista johtuen kulutuksissa on tiettyjä ominaispiirteitä, jotka näkyvät kulutuksissa melko huomattavasti. Oppilastalojen viimeisen viiden vuoden asukkaiden keskiarvo on ollut 1007, mutta poismuuttoa tapahtuu huomattavasti enemmän kuin normaaleissa asunto-osakeyhtiöissä tai kuntien ja kaupunkien omistamissa vuokra-asuntoyhtiöissä. Saman ajanjakson keskimääräinen poismuuttomäärä on ollut noin 800 (Jokinen 2015), joka on todella huomattava määrä, etenkin kun sitä verrataan asukkaiden kokonaislukumäärään.

Toinen vertailussa esille noussut asia on, jonka myös tekninen isännöitsijä Jokinen on havainnut, että kulutukset muuttuvat huomattavasti erityisesti kesän, joulun ja uuden vuoden aikaan. Yleisesti kulutukset nousevat joulun ja tammikuussa lähes poikkeuksetta vuoden suurimmiksi (Ravi 2015), mutta Oppilastalojen kohdalla tilanne on täysin päinvastainen, varsinkin Kiveriön ja Mukkulan kustannuspaikoilla. Muutenkin kyseisten kustannuspaikkojen asukasluvut ja sitä kautta kulutuslukemat vaihtelevat paljon eri kuukausien välillä, tämä johtuu lähinnä suuresta vaihto-oppilaiden määrästä (Jokinen 2015). Taulukosta 6 näkee hyvin sen,

kuinka paljon asukasmäärät vaihtelevat kustannuspaikoilla kesäisin kuukausitasolla.

TAULUKKO 6. Asukasmäärien muutos kesäkuun ja elokuun välisenä aikana. Arvot ovat prosentteja verrattuna koko vuoden keskiarvoon kustannuspaikoittain vertailujaksolla 2010 - 2014.

Kohde	Prosenttia maksimista, pienin arvo	Prosenttia maksimista, suurin arvo
Mukkula	58	67
Kiveriö	54	86
Asemantausta	83	93
Asikkala	53	92
Kisakylä	37	84
Fellmanni	88	95
Paavola	93	96
Ankkuri	96	98
Möysä	83	98
Konduktööri	98	100

Edellä luetellut poikkeavuudet, varsinkin tietyillä kustannuspaikoilla, puolestaan aiheuttavat sen, että tiettyjen kuukausien ja myös vuosien väliset kulutuslukemat, etenkin jos verrataan vedenkulutusta per asukas, eivät anna täysin realistista kuvaa kulutuksesta, koska laskennassa käytetty asukasmäärä ei pidä kesäisin paikkaansa teknisen isännöitsijä Jokisen mukaan. Osa lukemista on selitettävissä remonteilla ja perusparannuksilla, mutta kaikille ei voida löytää yhtä suoraa loogista syytä. Nämä seikat vaikuttavat veden lisäksi tietysti myös lämmitysenergian- ja sähkönkulutukseen sekä niistä muodostettuihin tunnuslukuihin ja ne vääristävät hieman todellisuutta. Varsinkin, kun otetaan huomioon, että opinnäytetyön vertailuaineisto sisältää lähes pelkästään kohteita joiden käyttö ei poikkea normaalista, toisin kuin Oppilastalojen kohteiden käyttö.

Oppilastalojen toimittamien kulutusaineistojen ja asukasmäärien pohjalta laskettiin, että esimerkiksi Fellmannin vedenkulutus asukasta kohden vuonna 2013 olisi 10 % suurempi, jos keskiarvosta huomattavasti vähentävällä tavalla poikkeavat kuukaudet jätettäisiin huomioimatta koko vuoden kulutuksesta. Lähes kaikissa kustannuspaikoissa havaittiin viiden vuoden tarkastelujaksolla yli 30 % kuukausittaisia tiputuksia

sähkönkulutuksessa verrattuna vuoden keskiarvoon, joka antaa lisää taustatukea ajatukselle, että vuoden kuukausittaisista kulutuksista johdetut tunnusluvut eivät välttämättä kuvasta todellista tilannetta riittävän hyvin. Kaukolämmön kulutusta on hieman vaikeampi seurata ja arvioida, osin eri kuukausien lämmitystarpeesta johtuen. Mutta on otettava huomioon, että vuonna 2014 Oppilastalojen lämpimän käyttöveden osuus kaukolämmön kulutuksesta oli keskimäärin 22,2 %, joten vedenkulutuksen muutokset vaikuttavat osaltaan suoraan myös kaukolämmön kulutukseen.

Oman vaikeutensa vertailuun tekee myös se fakta, että Oppilastaloilla mitataan vain sähkön kokonaiskulutusta ja kiinteistö- ja huoneistosähköä ei ole eritelty. Yleensä vertailua tehdessä nämä on erotettu toisistaan, mutta koska näin ei ole Oppilastalojen tapauksessa, niin edes karkean tason määrittely kiinteistö- ja huoneistosähkön osalta on käytännössä mahdotonta. Huoneistosähkön osalla on niin paljon muuttujia, että niiden suuruusluokan määrittäminen ei ole tarvittavalla tarkkuudella mahdollista, vaikka laskennallinen kulutus voidaankin määrittää Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeiden mukaisesti, mikäli se koetaan mielekkääksi.

Kahdessa Oppilastalon kustannuspaikassa sijaitsee myös liikehuoneistoja, eli kolme ravintolaa, joiden kulutuksia ei ole eritelty kokonaiskulutuksesta. Näiden osalta opinnäytetyön tekoprosessin aikana sattui pieni sekaannus, koska tammikuussa saadun tiedon mukaan missään liikehuoneistoissa ei olisi ollut erillismittauksia minkään kulutuslajin osalta. Huhtikuussa tilanteen todellinen laita kuitenkin tuli ilmi ja selvisi, että kaikkiin on asennettu erillismittauksia sähkön- ja veden osalta.

3.6 Tarkasteltavat kohteet

Kulutuslukemien tarkastelun, vertailun ja analysoinnin perusteella tarkasteltaviksi kohteiksi valittiin seuraavat kustannuspaikat; Ankkuri ja Fellmanni. Asikkalan kustannuspaikka jätettiin pois tarkasteltavien kohteiden listalta, koska opinnäytetyön tilaajan ohje oli, että tarkastellaan

vain suuren kulutuksen kohteita, koska niissä on samalla suurin rahallinen säästöpotentiaali.

Ankkurin osalta tarkastellaan kaikkia kulutuslajeja, mutta niistä keskitytään erityisesti sähkönkulutukseen, joka on poikkeuksellisen suuri. Koska Oppilastalojen kulutusseurannassa Ankkurissa sijaitsevan ravintola Cassellin osuutta ei ole eroteltu rakennuksen kokonaiskulutuksista, niin Cassellin kulutuksista täytyy saada selvät tiedot, jotta voidaan päätellä mitään tarkempaa Ankkurin korkeiden kulutuslukemien syistä. Ankkurin kulutuslukemat ovat olleet korkeahkot jo pitkän aikaa, eikä niissä ole tapahtunut dramaattisia muutoksia, pientä lämpöindeksi kasvua lukuun ottamatta, joten voidaan päätellä, että asukkaiden suhteellinen vaikutus kulutuksiin ei ole merkittävä tekijä kokonaiskulutuksien muodostumisessa Ankkurin osalta.

Toiseksi syvällisemmän tarkastelun kohteeksi valikoitui Fellmanni, jossa keskitytään viimeisen kolmen vuoden aikana kohonneeseen lämpöindeksiin sekä vedenkulutukseen. Lämpöindeksi on hieman korkea rakennusvuosi- ja tyyppi huomioiden, mutta ei kuitenkaan poikkeuksellisen suuri. Sama pätee myös vedenkulutukseen, joka on suomalaista keskikulutusta hieman pienempi, mutta 18 % Oppilastalon vuoden 2014 kiinteistökannan keskiarvoa korkeampi. Fellmannin vedenkulutus näkyy suoraan kulutusvertailussakin, mutta koska Oppilastalot ovat seuranneet lämmitysenergian kohdalla vain toteutunutta kulutusta, niin todellinen lämpöindeksi nousu ei ole suoranaisesti paljastunut sitä kautta.

4 KOHTEIDEN YKSITYISKOHTAINEN TARKASTELU

Molempia yksityiskohtaiseen tarkasteluun valittuja kohteita tutkittiin, tarkasteltiin ja analysoitiin mm. rakennuspiirustusten, kulutuksien, asukasmäärien, rakennusfysikaalisten ominaisuuksien ja kohteissa suoritettujen vierailujen perusteella. Myös teknistä isännöitsijää Juha Jokista haastateltiin kohteiden erityispiirteiden ja kulutuslukemien tarkemmaksi selvittämiseksi. Osana tarkastelua ja analysointia konsultoitin myös Hämeen Kiinteistöautomaation toimitusjohtaja Jari Niemelää. Kiinteistöautomaation tutkimista ja tarkastelua varten opinnäytetyön ajaksi saatiin käyttöön katselutunnukset EH-Net-järjestelmään, jotta saatiin muodostettua tarkempi kokonaiskuva kiinteistöautomaatiosta ja kaikesta siitä mitä se ohjaa kyseisissä kohteissa. Kohteiden yksityiskohtaisen tarkastelun perusteella tehdyt johtopäätökset ja tulokset esitetään kappaleessa 5.

4.1 Ankkuri

Ankkurin kustannuspaikka sijaitsee Niemen kaupunginosassa aivan Vesijärven rannassa Sibeliustalon välittömässä läheisyydessä ja siellä on kaksi Oppilastalo Oy:n omistamaa asuinkerrostaloa joiden rakennusvuodet ovat 1998 ja 1999. Ankkuri on rahallisesti Oppilastalojen arvokkain kustannuspaikka, koska sen tontti on Oppilastalojen omistuksessa (Jokinen 2015).

Ankkurin kustannuspaikan kohdalla käytiin läpi kaikki rakennuspiirustukset, joiden perusteella saatiin kattava kuva rakennusteknisistä ominaisuuksista ja niistä suoritettujen laskujen perusteella tehtiin johtopäätöksiä siitä kuinka Ankkurin lämmitysenergian kokonaiskulutus muodostuu. Samalla tutkittiin myös ravintola Cassellin osalta saatuja, vaikkakin pääosin virheellisiä, kulutustietoja joiden pohjalta voitiin laskennallisesti erottaa asukkaiden ja Cassellin muodostamat kulutukset, tämä puolestaan helpottaa vertailua yleisiin arvoihin ja samanlaisiin kohteisiin. Myös Ankkurin kiinteistöautomaatioon tutustuttiin

siihen saaduilla käyttäjätunnuksilla, joka antoi tietoa siitä kuinka paljon asioita sen piirissä on ja mitä kaikkea kiinteistöautomaation avulla ohjataan tällä hetkellä. Kustannuspaikalle suoritettiin vierailu teknisen isännöitsijän kanssa 12.5, jonka aikana tarkasteltiin mm. lämmitysjärjestelmää, vesikalusteiden toimintaa ja virtaamia sekä rakennuksien yleiskuntoa.

4.1.1 Rakennusvaippa

Ankkurin rakennusvaipan ominaisuuksien tutkimisen tarkoituksena on havainnollistaa, että mitkä ovat eri rakenteiden pinta-alat sekä niiden väliset suhdeluvut. Samalla voidaan suorittaa vertailua rakennusajankohtana voimassa olleisiin Suomen rakentamismääräyskokoelman vähimmäisvaatimuksiin.

Ankkurin rakennusvaipan analysointia varten saatiin käyttöön Oppilastalojen hallussa olevat alkuperäiset rakennuspiirustukset DWG-muodossa. Suoritettiin pinta-alojen mittaus sekä tilavuuksien laskenta käyttäen AutoCAD-ohjelmistoa. Rakennusosista ovien ja ikkunoiden u-arvot arvioitiin Ankkuriin 12.5 tehdyn vierailun aikana niiden ominaisuuksiin perustuen. Myös yhden ikkunavalmistajan tietoja hyödyntäen varmistettiin kyseisen ajankohdan MSE-ikkunatyypin u-arvo (Skaala 2009). Laskennasta saatuja tuloksia hyödynnettiin kappaleessa 5.1.1 esiteltävissä laskuissa ja niiden tuloksissa sekä johtopäätöksissä.



KUVIO 8. Ankkurin kustannuspaikan tyypillinen MSE-ikkuna

Taulukossa 7 esitetyt arvot ovat laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman D5-osion perusteella.

TAULUKKO 7. Ankkurin kustannuspaikan rakennusosien jakaumat, ominaisuudet, pinta-alat, lämmitetty nettoala sekä ilmatilavuus

Ankkuri, nykytilanne	Yläpohja	Alapohja	Ulkoseinät	Ikkunat	Ovet	Yhteensä
Pinta-ala, m ²	1480,9	1465,2	2315,9	644,8	145,9	6052,7
Osuus, %	24,5	24,2	38,3	10,7	2,4	100,0
U-arvo, W/m ² K	0,22	0,23	0,28	1,8	1,4	
RakMK, U-arvo, W/m ² K	0,22	0,36	0,28	2,1	1,4	
Lämmitetty nettoala, m ²						5708,3
Ilmatilavuus, m ³						17040

4.1.2 Ilmanvaihto

Ankkurin ilmanvaihtojärjestelmä on mallia koneellinen poisto, paitsi ravintola Cassellissa sijaitsee yksi tulo- ja poistoilmakone, jossa on myös lämmöntalteenotto. Korvausilma tulee ikkunoiden ja ovien tiivisteiden välistä

vuotoilmana, joka edellyttää sitä, että ikkunoiden ja ovien ylätiivisteet tulee olla poistettu riittävän korvausilman saannin turvaamiseksi.

Korvausilmaventtiilejä ei ole asennettu mihinkään tiloihin, joten korvausilman saanti ei ole helposti hallittavissa korvausilmaventtiilejä säätämällä.

Ankkurissa on yhteensä poistoilmakonetta kuusi, jotka palvelevat kustannuspaikalla sijaitsevia kahta rakennusta. Ravintola Cassellissa sijaitsee tulo- ja poistoilmakone, mutta se kattaa vain osittain koko Cassellin ilmanvaihdon. Cassellin lisäksi Ankkurissa on viisi poistoilmakonetta, jotka kattavat A ja B-talon asunnot, saunan sekä Cassellin keittiötiloja. Kaikki poistoilmakoneet ovat aikaohjattuja, joko puoli tai täysteholle, ja niiden ajastukset on laadittu asuntojen, saunojen ja Cassellin käyttöaikoja ajatellen.

Ankkurissa 12.5 suoritetun käynnin aikana kahden asunnon tarkastelun yhteydessä suoritettiin yksinkertainen, mutta periaatteeltaan luotettava, testi (Motiva 2010) jossa A4-paperin avulla testataan onko asunnoissa riittävästi poistoa ilmanvaihdon osalta, jotta saadaan karkean tason tieto ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta.

4.1.3 Lämmitysjärjestelmä

Ankkurin lämmitysmuoto on kaukolämpö, joka vastaa koko kustannuspaikan lämmitysenergian tarpeesta. Lähes koko kustannuspaikan lämmönjako on toteutettu lattialämmityksellä, mutta 1.kerroksessa sijaitsevassa Oppilastalojen toimistossa on myös muutama lämmityspatteri. Näihin on kytketty Bauerin valmistama järjestelmä, jonka avulla voidaan vähentää lämmitysverkostossa olevia epäpuhtauksia, jotta ne eivät aiheuta ongelmia tukkeutumisen seurauksena.

Lämmitysjärjestelmän putkien eritystaso (Kuvio 8) on hyvä, joka parantaa lämmitysjärjestelmän hyötysuhdetta, koska lämmitysenergia saadaan siirrettyä paremmin käyttökohteeseen ja sen johtumishäviöt pienenevät.



KUVIO 9. Ankkurin lämmitysjärjestelmän putkien lämmöneristys

Ankkurin lämmityskäyriä ohjaa Oumanin EH-686 sekä EH-203 ja niille on annettu ohjeavrot tietyille lämpötiloille, jonka perusteella lämmitysverkostoon ajettavaa veden lämpötilaa säädetään. Jokisen mukaan lämmityskäyrien säädöt ovat haettu optimaalisiksi energiankulutusta ajatellen, mutta niitä ei ole kuitenkaan laskettu liikaa, jotta sisälämpötilat eivät tippuisi liian alhaisiksi. On huomioitava, että Ankkurissa on toteutettu aikaohjelmien avulla lämmityspiirin toiminnan tiputus aikavälillä 05.00 – 23.00, jonka avulla on haettu kustannussäästöjä.

Ankkurin lämmitysjärjestelmän osalta on suoritettu tasapainotus vuosina 2013 – 2014, eli vesivirtojen säätäminen huoneistokohtaisesti sisälämpötilojen tasaamiseksi. Lämmitysjärjestelmän tasapainotuksella on haettu säästöä lämmitysenergian kulutuksen suhteen ja samalla on yritetty korjata Ankkurin kustannuspaikalla olleita hieman korkeahkoja sisälämpötiloja (Jokinen 2015).

4.1.4 Kiinteistöautomaatio

Ankkurin kustannuspaikan kiinteistöautomaatiota ohjaavat Oumanin EH-686 ja EH-203 säätimet, jotka ovat Oumanin EH-Net-järjestelmään, jonka avulla kaikkia siihen liitettyjä pisteitä voidaan ohjata reaaliaikaisesti. Kiinteistöautomaation on kytketty mm. energia- ja vesimittaukset, kaikki poistoilmakoneet, Casselli tulo- ja poistoilmakone, lämmin käyttövesi, koko lämmitysjärjestelmä, kiuas, ulkovalot, hälytykset, räystäslämmitykset ja ulkovalaistus.



KUVIO 10. Oumanin EH-203 säädin jonka avulla ohjataan Ankkurin kiinteistöautomaatiota

Lähes kaikkea kiinteistöautomaatiota ohjataan joko aikapohjaisesti tai muilla keinoin, esimerkiksi lämmitysjärjestelmää ohjataan ulkolämpötilan mukaan tehdyn lämmityskäyrän avulla ja saunan kiuas sekä saunaa palveleva poistoilmanvaihto on aikaohjattu saunan käyttöaikojen mukaisesti. Muutenkin kiinteistöautomaatiota ja sen mahdollisuuksia hyödynnetään Ankkurissa huomattavissa määrin, tätä kautta saadaan välittömiä ja välillisiä säästöjä energiankulutuksen suhteen ja samalla saadaan parannettua asumismukavuutta sekä laitteiden käyttöä.

4.1.5 Vesikalusteet ja virtaamat

Osana Ankkurin kustannuspaikalle suoritettua tarkastelua mitattiin vesikalusteiden virtaamat kahdessa asunnossa, jotka esitetään taulukossa 8, tarkastettiin vesijohtoverkoston painetasoa ja vesikalusteiden kuntoa.

Ankkurin kaikki hanat ja suihkut ovat Oraksen valmistamia, mutta niihin on jälkikäteen asennettu virtausta rajoittavia poresuuttimia. Ankkurissa käytetään IDO:n valmistamia WC-istuimia, joiden oletettu huuhteluun käytettävä vesimäärä on noin 6 l/huuhtelu (Carling 2015). Ankkurin vesijohtoverkoston on myös asennettu paineenalennusventtiili, joka laskee painetasoa hieman alle kuuden baarin, myös tämä toimenpide on tehty vedensäästöä ajatellen. Paineenalennusventtiili ei vaikuta pesukoneiden tai wc-istuinten käyttämään vesimäärään, koska niiden vedenkulutus on riippumaton vesijohtoverkoston painetasosta (Lahti 2015).

TAULUKKO 8. Ankkurin virtaamat mitattuina vesikalusteittain, verrattuna Suomen rakentamismääräyskokoelman D2-osion virtaamiin

Ankkuri, virtaamat, l/min	Hana, keittiö	Hana, kph	Suihku
Mitattu virtaama, As 18, 3.krs	6	8	12
Mitattu virtaama, As 77, 5.krs	6	8	9
RakMK D1 minimivirtaama	4,2	8,4	8,4
RakMK D1 normivirtaama	6	12	12

Mittaukset suoritettiin käyttäen Oraksen virtaamamittaria hanojen osalta, suihkun tapauksessa mitattiin tietyn vesimäärän kertymiseen kuluva aika, jonka kautta saatiin laskettua suihkun virtaama. Huomioitavaa on, että kahdessa asunnossa suihkuhana oli samaa mallia, mutta suihkupäätä oli asunnossa 18 erilainen ja uudempi, joka omalta osaltaan vaikutti mitattuun virtaamaan.

4.1.6 Hissit, talopesula, sauna ja valaistus

Ankkurin kustannuspaikalla on kaksi Kone Oy:n hissiä, yksi talopesula sekä sauna. Ankkurin sauna, talopesula ja aluevalaistukset ovat kiinteistöautomaation piirissä aikaohjattuina niiden käytön optimoimiseksi sekä väärinkäytön estämiseksi. Ankkurin sisäalueiden valaistusta on kehitetty uusimalla lamppuja (Kuvio 9) vähemmän energiaa kuluttaviin malleihin. Talopesulan laitteiden valinnassa on myös käytetty huomiota niiden energian- ja vedenkulutukseen, koska korkean käyttöasteensa (Jokinen 2015) vuoksi niiden kumulatiiviset kulutuslukemat nousevat suuriksi.



KUVIO 11. Ankkurin parannettu käytävävalaistus

4.1.7 Ravintola Casselli

Opinnäytetyötä varten saatiin tarkasteltavaksi ravintola Cassellin kulutustietoja vuosilta 2011 – 2014. Oppilastalojen toimittamat taulukot kulutuksista, jotka löytyvät liitteistä, olivat hieman sekavia ja eivät välttämättä täysin luotettavia, varsinkin vuosilta 2011 ja 2013. Vain vuosilta

2012 ja 2014, taulukosta 9, löytyy täysin virheettömät kulutuslukemat, joten vuosien 2011 ja 2013 kulutuksia ei huomioitu tarkastellessa ravintola Cassellin kulutuslukemia.

TAULUKKO 9. Ravintola Cassellin sähkön- ja vedenkulutus

Ankkuri, Casselli, kulutuslukemat					
Vuosi	2014	2013₁	2012	2011₁	2010₁
Vesi, m³	1402		2510		
Lämmin vesi, m³	1055		1351		
Kylmä vesi, m³	347		1159		
Sähkö, MWh	264,7		276,2		
Lämmin vesi, MWh	61,5	0,0	78,8	0,0	0,0
₁ Vertailtavien vuosien kulutuslukemat virheellisiä, joten niitä ei huomioida					

4.2 Fellmanni

Fellmannin kustannuspaikka sijaitsee aivan kaupungin ydinkeskustan läheisyydessä kaupungilta vuokratulla tontilla (Jokinen 2015) ja kustannuspaikka koostuu yhdestä vuonna 1992 rakennetusta asuinkerrostalosta.

Fellmannin kustannuspaikan kohdalla käytiin läpi kaikki rakennuspiirustukset, joiden perusteella saatiin kattava kuva kustannuspaikan rakennusteknisistä ominaisuuksista ja niistä suoritettujen laskujen perusteella tehtiin johtopäätöksiä, kuinka Fellmannin lämmitysenergian kokonaiskulutus muodostuu. Samalla tutkittiin myös ravintola Babylonin sekä cafe Jokubasin osalta saatuja kulutustietoja joiden pohjalta voitiin laskennallisesti arvioida asukkaiden ja ravintola Babylonin sekä cafe Jokubasin muodostamat kulutukset, tämän avulla voidaan suorittaa helpommin vertailua yleisiin arvoihin ja samanlaisiin kohteisiin. Myös Fellmannin kiinteistöautomaatioon tutustuttiin siihen saaduilla käyttäjätunnuksilla, jonka avulla saatiin tietoa siitä, että kuinka paljon asioita sen piirissä on ja mitä kaikkea kiinteistöautomaation avulla

4.2.2 Ilmanvaihto

Fellmannia ilmanvaihto on tyypiltään koneellinen poisto, mutta liiketilojen, eli ravintola Babylonin ja cafe Jokubasin, ilmanvaihto on tyyppiä koneellinen tulo- ja poisto, siinä ei kuitenkaan Ankkurin tavoin ole lämmöntalteenottoa. Korvausilmaventtiilejä ei ole, vaan korvausilma tulee vuotoilmana ikkunoiden ja ovien tiivisteiden välistä, joten korvausilman saantia ei voida hallita korvausilmaventtiilejä säätämällä.

Liiketilojen ilmanvaihtoa säätelee yksi tuloilmakone sekä kaksi poistoilmakonetta, jotka on aikaohjattu toimimaan tehokkaammin samaan aikaan kun liiketilat ovat aktiivisessa käytössä. Tuloilman lämpötilan yläasetuksena on 25 °C, jolla on haettu järkevää energiankäyttöä, koska liian korkea asetusarvo nostaa tuloilman lämmitystarvetta huomattavasti. Tuloilman lämmitys toteutetaan tuloilmakoneessa olevalla lämmityspatterilla, joka on puolestaan kytketty Fellmannin lämmitysjärjestelmään.

Fellmannissa on näiden lisäksi vielä kolme poistoilmakonetta, joiden palvelualueita ovat A ja B-rappujen asunnot sekä sauna. Kaikki poistoilmakoneet ovat aikaohjattuja ne toimivat joko puoli tai täysiteholla. Saunan poistoilmakoneen aikaohjaus on täysiteholla saunan käyttöaikojen mukaan, muuten se on puoliteholla. Asuntojen kohdalla ohjaukset ovat suurimman osan ajasta puoliteholla, mutta suuremman käytön aikaan, eli neljä kertaa päivässä, niitä on ohjattu myös täysteholle.

Fellmannissa 12.5 suoritetun käynnin aikana kahden asunnon tarkastelun yhteydessä suoritettiin yksinkertainen, mutta periaatteeltaan luotettava, testi (Motiva 2010) jossa A4-paperin avulla testataan onko asunnoissa riittävästi poistoa ilmanvaihdon osalta, jotta saadaan karkean tason tieto ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta.

4.2.3 Lämmitysjärjestelmä

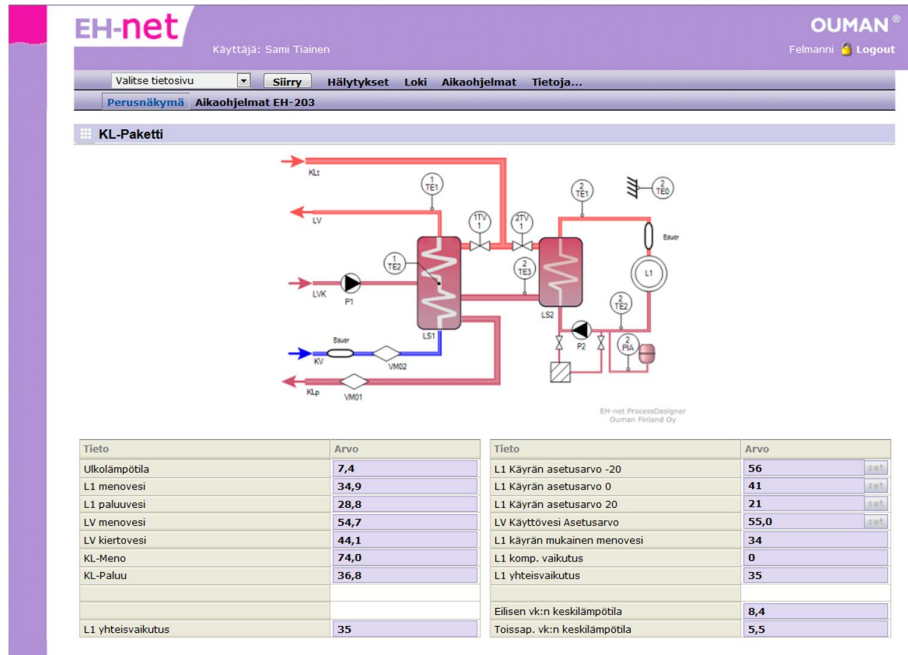
Fellmannin lämmitysmuoto on kaukolämpö, joka vastaa koko kustannuspaikan lämmitysenergian tarpeesta. Fellmannin lämmönjako on toteutettu patteriverkostolla, johon on kytketty Bauerin valmistama järjestelmä, jonka avulla voidaan vähentää lämmitysverkostossa olevia epäpuhtauksia, jotta ne eivät aiheuta ongelmia tukkeutumisen seurauksena.

Fellmannin lämmityskäyriä ohjaa Oumanin EH-203 ja sille on annettu ohjeavot tietyille ulkolämpötiloille, jonka perusteella patteriverkoston ajettavaa veden lämpötilaa säädetään. Lämmityskäyrien säätöjä on haettu sisälämpötilojen tasapainon perusteella (Jokinen 2015), jotta asumisviihtyvyys ei kärsi liian kylmistä sisälämpötiloista, mutta samalla koitetaan välttää liiallista lämmitystä ja siitä aiheutuvia ylimääräisiä kustannuksia. Jokisen mukaan Fellmannin lämmitysjärjestelmää ei ole tasapainotettu vuoden 1992 rakennusvuoden alkuperäisistä säädöistä.

Kaikkien huoneistojen lämmityspattereissa on esisäädetyt termostaatit, jotka pitävät huolta lämmitysenergian tasaisesta jakautumisesta jokaiseen huoneistoon. Jokisen mukaan lämmityspatterien termostaatit ovat alkuperäiset, joten niiden toiminnallinen käyttöikä alkaa lähestyä loppuaan.

4.2.4 Kiinteistöautomaatio

Fellmannin kustannuspaikka on kytketty Oumanin toimittamaan rakennusautomaatioon ja sitä kautta EH-Net-järjestelmään, josta lähes kaikkia tietoja voidaan selata ja muuttaa reaaliaikaisesti. Säätimenä toimii Oumanin EH-203, jonka avulla kiinteistöautomaatioon liitettyjä pisteitä, voidaan ohjata. Kiinteistöautomaation piiriin on liitetty mm. ulkovalaistus, saunat, sen lukot ja ilmanvaihtokoneet, ovisummerit, energian- ja vedenkulutuksen seuranta, lämmitysjärjestelmä, joka näkyy kuviossa 12, ja lämmin käyttövesi.



KUVIO 12. Fellmannin lämmitysjärjestelmä Oumanin EH-Net-järjestelmässä

Lähes kaikkea kiinteistöautomaatiota ohjataan joko aikaperusteisesti tai muilla keinoin, esimerkiksi lämmitysjärjestelmää ohjataan ulkolämpötilan mukaan tehdyn lämmityskäyrän avulla ja saunan kiuas sekä saunaa palveleva poistoilmanvaihto on aikaohjattu saunan käyttöaikojen mukaisesti. Muutenkin kiinteistöautomaation käyttöaste ja hyödyntäminen Fellmannin kustannuspaikalla on viety pitkälle, ja sen avulla on mm. haettu kustannussäästöjä, asumisviihtyvyyden parantamista ja koitettu estää tilojen väärinkäyttöä. Kiinteistöautomaation avulla voidaan myös päästä käsiksi mahdollisiin vesivuotoihin ja Jokisen mukaan vedenkulutuksen avulla päästään kiinni myös muihin lieveilmiöihin.

4.2.5 Vesikalusteet ja virtaamat

Osana Ankkurin kustannuspaikalle suoritettua tarkastelua mitattiin vesikalusteiden virtaamat kahdessa asunnossa, jotka esitetään taulukossa 11, tarkastettiin vesijohtoverkoston painetasoa ja vesikalusteiden kuntoa.

Fellmannin keittiön sekä kylpyhuoneiden hanat ja suihkut ovat Oraksen valmistamia, mutta niihin on jälkikäteen asennettu virtausta rajoittavia poresuuttimia. Ankkurissa käytetään Arabian wc-istuimia, jotka ovat IDO:n valmistamia, joiden oletettu huuhteluun käyttämä vesimäärä on noin 6 l/huuhtelu (Carling 2015). Fellmannin vesijohtoverkoston ei ole asennettu paineenalennusventtiiliä ja vesijohtoverkoston painetasoa ei pystyttävä tarkastamaan, koska painemittarin neula oli rikkinäinen.

TAULUKKO 11. Fellmannin virtaamat mitattuina vesikalusteittain, verrattuna Suomen rakentamismääräyskokoelman D2-osion virtaamiin

Fellmanni, virtaamat, l/min	Hana, keittiö	Hana, kph	Suihku
Mitattu virtaama, As 1, 1.krs	5	8	12
Mitattu virtaama, As 12, 3.krs	5	8	12
RakMK D1 minimivirtaama	4,2	8,4	8,4
RakMK D1 normivirtaama	6	12	12

Mittaukset suoritettiin käyttäen Oraksen virtaamamittaria hanojen osalta, suihkun tapauksessa mitattiin tietyn vesimäärän kertymiseen kuluva aika, jonka kautta saatiin laskettua suihkun virtaama. Mittausten kannalta olisi ollut mielekästä saada mittauspiste esimerkiksi viidennestä kerroksesta, jotta olisi saatu selvyys vesijohtoverkon paineen mahdollisista vaikutuksesta vesikalusteiden virtaamiin.

4.2.6 Hissit, saunat ja valaistus

Fellmannissa on kaksi Semagin valmistamaa hissiä, yksi talopesula ja sauna. Ulkovalaistus, sauna ja sitä palveleva ilmanvaihtokone sekä saunan ovien lukitukset ovat kiinteistöautomaation piirissä, ja ne ovat aikaohjattuja käytön ja tarpeen mukaisesti.

Fellmannin alue- ja ulkovalaistus on toteutettu rakennusajankohdan mukaisella tekniikalla eikä sitä ole uusittu vuosien varrella. Talopesulan koneita on uusittu, ja niitä hankittaessa on otettu huomioon niiden energian- ja vedenkulutus (Jokinen 2015), koska korkean käyttöasteen

vuoksi niiden kumulatiiviset kulutuksen ja kustannukset nousevat suureksi koneiden elinkaaren aikana.

4.2.7 Ravintola Babylon ja café Jokubas

Opinnäytetyötä varten saatiin aluehuoltomiehen Juha Jokiselle toimittamat mittaustulokset ravintola Babylonin vedenkulutuksesta viimeisen kuuden kuukauden ajalta. Café Jokubasin osalta tarkkoja mittaustietoja ei ollut saatavilla, mutta Jokisen mukaan Jokubasin vedenkulutus on ollut noin puolet ravintola Babylonin kulutuksesta. Saatujen kulutuslukemien perusteella arvioitiin, taulukosta 12 löytyviä, vedenkulutuksia 6kk ja 12kk aikajaksolla.

TAULUKKO 12. Fellmannin liikehuoneistojen arvioidut vedenkulutukset

Fellmanni, kaksi liikehuoneistoa, kulutuslukemat		
Aikajakso	6kk	12kk₁
Vesi, m³	149	447
Lämmin vesi, m³	108	324
Kylmä vesi, m³	41	164
Lämmin vesi, MWh	6,3	18,9
₁Perustuu laskentaan, saatavilla vain 6kk kulutuslukema yhdestä liikehuoneistosta, joten luvut arvioitu nykytietojen pohjalta, jotta saadaan molempien arvioitu kokonaiskulutus		

4.3 Huomioita rakennuksien ominaisuuksista

Kummankaan kustannuspaikan rakennuksissa ei ole mitään huomattavasti normaalista poikkeavaa. Molempien ilmanvaihto on toteutettu pääosin rakennusajankohdan mukaisella tekniikalla eikä muissakaan rakennusteknisissä ratkaisuissa ole erikoisia poikkeamia. Voidaan silti todeta, että molempien rakennusten ikkunapinta-ala suhteutettuna rakennusvaippaan on melko suuri, joka puolestaan vaikuttaa lämmönjohtumisesta aiheutuvaan energiankulutukseen. Myös molemmilla

kustannuspaikoilla sijaitsevat liiketilat, joissa on yhteensä kolme ravintolaa, vaikuttavat omalta osaltaan huomattavasti energian- ja veden kokonaiskulutuksen muodostumiseen ja sitä kautta ne voidaan luokitella molempien kustannuspaikkojen osalta erikoispiirteeksi.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULOKSET

Molemmille kustannuspaikoille suoritettujen vierailujen, yksityiskohtaisen tarkastelun sekä laskujen perusteella tehtiin johtopäätöksiä ja tuloksia kulutuksien ja niiden muodostumisien suhteen. Joitain laskuja sekä huomioita jalostettiin lisää ja niistä johdettiin tarkempia ja syvällisempiä tietoja, joiden avulla saadaan selkeämpi käsitys siitä, että mihin esimerkiksi suurin osa rakennuksen lämmitysenergiasta kuluu. Tuloksissa pureudutaan myös enemmän taloudellisiin näkökulmiin, koska opinnäytetyön aikana tuli ilmi, että sillä puolella on kehittämisen varaa Oppilastalojen osalta.

5.1 Ankkuri

Ankkurin osalta suoritettua vierailun, yksityiskohtaisen tarkastelun ja siitä saatujen tulosten perusteella tehtiin laskuja ja johtopäätöksiä liittyen Ankkurin energian- ja vedenkulutukseen. Tulosten ja johtopäätöksien avulla voidaan mallintaa Ankkurin energian- ja vedenkulutusta ilman ravintola Cassellin osuutta, joka vaikuttaa Ankkurin kustannuspaikan tunnuslukuihin merkittäväällä tavalla. Johtopäätöksien ja tulosten pohjalta suositellaan toimenpiteitä Ankkurin kustannuspaikan kehittämiseksi.

5.1.1 Rakennusvaippa

Ankkurin rakennusvaippaa ja sen rakennusosien pinta-aloja sekä u-arvoja tutkiessa huomataan, että Ankkuri on ikkunoita ja alapohjaa lukuun ottamatta rakennettu aikansa vähimmäisvaatimuksia noudattaen. Pinta-aloista ja niiden suhteista nähdään nopeasti, että ikkunoiden suhteellinen osuus Ankkurin rakennusvaipasta on todella huomattava. Voidaankin olettaa, että Ankkuriin on tarkoituksella valittu hieman paremman u-arvon omaavat ikkunat, koska ikkunoiden osuus lämmönjohtumisesta aiheutuvasta energiankulutuksesta on huomattava, kuten taulukosta 14 voidaan huomata.

Ankkurin rakennusvaipan tutkimisen yhteydessä selvitettiin rakenneosien lämmönläpäisykertoimet, oletetut ilmavirrat sekä ilmanvaihdon käyttöajat, niiden sekä vuoden 2014 sisä- ja ulkolämpötilojen perusteella selvitettiin Ankkurin kustannuspaikan laskennallinen energiankulutus ilman ulkoisia ja sisäisiä lämmönlähteitä. Ulkoisten ja sisäisten lämmönlähteiden huomioimatta jättäminen tehtiin laskujen yksinkertaistamiseksi, mutta nekin voitaisiin selvittää laskennallisesti ja ottaa huomioon kokonaisuudessa, mutta sitä ei koettu mielekkääksi laskennan monimutkaisuuden vuoksi.

Laskennassa käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman D1, D2, D3 ja D5-osion taulukoita sekä kaavaa 3 ja siitä johdettuja kaavoja, joiden pohjalta lasketaan myös rakennuksen energiatodistus, joka perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta. Laskennassa käytettiin vuoden 2014 toteutuneita lämpötiloja ja niiden perusteella saatiin laskennallinen energiankulutus, jota puolestaan verrattiin saman vuoden aikana toteutuneeseen kaukolämmön energiankulutukseen. Laskenta voidaan myös suorittaa normitetuilla lämpötiloilla jolloin voidaan laskea vastaavat lukemat miltä tahansa vuodelta. Ero näiden laskutapojen kohdalla Ankkurin tapauksessa oli 0,6 %. Kaavasta 3 poiketen laskelmissa käytettiin vuoden 2014 toteutunutta vedenkulutusta ja siitä johdettua lämpimän käyttöveden määrä, koska kaavan 3 mukaisesti laskettuna lämpimän käyttöveden kulutus olisi poikennut todella merkittävästi toteutuneesta kulutuksesta, ja sitä kautta se olisi heikentänyt huomattavasti laskennan tarkkuutta.

Tilojen lämmitysenergian tarve lasketaan kaavalla 3

$$Q_{tila} = Q_{joht} + Q_{vuotoilma} + Q_{iv,tuloilma} + Q_{iv,korvausilma}$$

3

jossa

Q_{tila}	tilojen lämmitysenergian tarve, kWh
Q_{joht}	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{vuotoilma}$	vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{iv,tuloilma}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{iv,korvausilma}$	korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh.

KAAVA 3. Tilojen lämmitysenergian tarpeen laskeminen Suomen rakentamismääräyskokoelman D5-osion mukaisesti

TAULUKKO 13. Ankkurin kustannuspaikan laskennallinen energiatase

Energiatase, Ankkuri	Lämmönjohtuminen	Korvausilman lämmitys	Lämmin käyttövesi	Vuotoilman lämmitys	Yhteensä
Arvio, MWh	379,0	222,4	127,4	72,2	801,0
Osuus, %	47,3	27,8	15,9	9,0	100,0
Toteutunut kulutus, MWh					779,9
Ero kulutuksissa, %					2,7

Kuten taulukosta 13 voidaan nähdä, niin laskennallinen ja toteutunut kulutus vuoden 2014 tiedoilla ovat melko lähellä toisiaan, vaikka sisäisten ja ulkoisten lämpökuorimien vaikutusta ei ole huomioitu. Koska näitä muuttujia ei ole huomioitu laskuissa, niin Ankkurin toteutuneen lämmitysenergian kokonaiskulutuksen voisi olettaa olevan pienempi, mutta suurimman osan siitä selittänee ravintola Casselli ja sen lämpimän käyttöveden kulutus, jota käsitellään tarkemmin kappaleessa 5.1.8. Lämmönjohtuminen rakennusosien suhteen on eritelty taulukossa 14, josta voidaan huomata ikkunapinta-alan suuri vaikutus laskennalliseen energiataseeseen.

TAULUKKO 14. Ankkurin rakennusosien lämmönjohtumiset ja niiden väliset suhdeluvut

Energiatase, Ankkuri	Yläpohja	Alapohja	Ulkoseinät	Ikkunat	Ovet	Kylmäsiilat	Yhteensä
Lämmönjohtuminen, MWh	43,7	30,5	87,1	155,8	27,4	34,5	379,0
Osuus lämmönjohtumisesta, %	11,5	8,0	23,0	41,1	7,2	9,1	100,0
Osuus energiataseesta, %	5,5	3,8	10,9	19,5	3,4	4,3	47,3

Kaavan 3 ja siihen liittyvien muuttujien avulla voidaan helposti saada karkea arvio siitä, että kuinka paljon jonkun tietyn rakennusosan parannus, ilmanvaihdon käyntiajan muutos ja sisä- tai ulkolämpötila vaikuttaa rakennuksen energiankulutuksen muodostumiseen. Esimerkiksi yhden °C-asteen korkeampi sisälämpötila aiheuttaa laskennallisesti noin 5,6 % nousun Ankkurin energiataseeseen. Motivan mukaan yhden °C-asteen muutos sisälämpötilassa aiheuttaa noin 5 % korotuksen lämmityskuluihin, joten voidaan olettaa, että kaavan 3 mukaisesti tehdyt laskut, ja niiden tulokset ovat ainakin karkealla tasolla paikkaansa pitäviä.

Tutkittiin kaavan 3 mukaan laskettuna rakennusteknisten ominaisuuksien parantamisella aikaan saatua energian- ja kustannuksiensäästöä, kun jokainen rakenneosia on päivitetty vastaamaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D5-osion nykyvaatimuksia. Laskennan tulokset esitetään taulukossa 15. Lämmitysenergian säästö laskettiin vuoden 2015 Lahti Energian kaukolämmön hinnoilla, jotka on painotettu Energiateollisuus ry:n ohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa rakennusteknisten muutostöiden vaikutuksista rakennuksen ilmanvaihtoa, kosteuden siirtymistä ja muuta toimivuutta ajatellen.

TAULUKKO 15. Rakenneosien u-arvon paranemisen vaikutus energiankulutukseen ja siitä aiheutuviin säästöihin

Energiatase, parannettu tilanne	Yläpohja	Alapohja	Ulkoseinät	Ikkunat	Ovet
Lämmönjohtuminen, MWh	17,9	21,2	52,9	86,6	19,6
Säästö, MWh/vuosi	25,8	9,3	34,2	69,2	7,8
Säästö, €/vuosi	1704	612	2254	4565	516

Voidaan todeta, että Ankkurin kustannuspaikan hieman korkea lämpöindeksi johtuu pääosin ravintola Cassellin lämpimän käyttöveden korkeasta kulutuksesta, joka nostaa lämpöindeksiä huomattavasti. Samoin suoritettujen laskujen pohjalta nähdään, että ikkunoiden suhteellinen osuus lämpöhäviöistä on korkea, joka lisää Ankkurin kustannuspaikan lämmitysenergian kokonaiskulutusta. Toisaalta suuren ikkunoiden pinta-alan avulla voidaan myös hyödyntää tehokkaammin auringon lämpösäteilyn energiaa osana Ankkurin lämmitysenergian tarvetta.

Lämmitysenergian kokonaiskulutus korjattuna ilman Cassellin osuutta on maltillinen Ankkurin tyyliselle rakennukselle, joten rakennusvaipan parantamisen ei nähdä tuottavan suurta hyötyä lämmitysenergian kokonaiskulutukseen, varsinkin ottaen huomioon, että yläpohjan lisäeristystä on vaikea toteuttaa rakennusteknisistä syistä (Könönen 2015) ja ikkunoiden uusiminen pelkästään säästösyistä ei ole todennäköisesti kannattavaa, koska ikkunoiden suuren pinta-alan takia niiden uusimiseen liittyvät kustannukset nousevat korkeiksi.

5.1.2 Ilmanvaihto

Molemmissa asunnoissa suoritettussa testissä A4-paperi tarttui poistoilmaventtiin, joten ainakin pääosin Ankkurin poistoilmanvaihto on riittävällä tasolla. Jos asiaa halutaan tutkia tarkemmin, niin ammattilaisen tulisi suorittaa tiloissa ilmamäärien mittaus, jolla saataisiin täysi selvyys asiaan. Ankkurissa ei ole teknisen isännöitsijän mukaan tehty ilmamäärien mittausta tai säätöä viimeisen kahdeksan vuoden aikana.

Kaavan 3 perusteella suoritettiin laskelmat, joissa ilmavirrat olivat 15 % suuremmat kuin suunnitelmien mukaiset ilmamäärät ja laskettiin niiden vaikutus energiataseeseen. Ilmavirran muutos vaikuttaa lähes suoraan verrannollisesti korvausilman määrään (Niemelä 2015) ja sen lämmitystarpeeseen, joka puolestaan vaikuttaa merkittäväällä tavalla koko rakennuksen energiankulutukseen, kuten taulukosta 13 voidaan nähdä. Ilmamäärien muutoksen vaikutus Ankkurin laskennalliseen energiataseeseen oli 4,2 % ja se lisäsi laskennallista energiankulutusta 33,7 MWh vuodessa.

Kun tiedetään laskennallinen poistoilmavirta ja sen lämpötila, niin Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan pystyttäisiin laskemaan lämmöntalteenottojärjestelmän ja poistoilmalämpöpumpun avulla poistoilmasta talteen saatavan energian määrä. Molemmat toimenpiteet ovat kuitenkin lähes poikkeuksetta kannattavia vain tilanteessa, jossa rakennuksessa on vain yksi poistoilmakone (Niemelä & Ravi 2015), joten Ankkurin kohdalla poistoilmalämpöpumpun tai lämmöntalteenoton mahdollisuuksia ei tarkastella syvällisemmin, koska kohteessa on useita poistoilmakoneita.

5.1.3 Lämmitysjärjestelmä

Ankkurin lämmitysjärjestelmän toiminnasta on vaikea vetää tarkkoja johtopäätöksiä, koska sen analysointi vaatisi pitkäaikaista seuranta ja useita yhtäaikaisesti tehtyjä sisälämpötilan mittauksia lämmityskauden aikana. Tätä kautta voitaisiin löytää mahdollisia ongelmia esimerkiksi

lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen kanssa. Samalla päästäisiin paremmin käsiksi mahdollisiin huonekohtaisiin sisälämpötiloihin ja niihin liittyviin eroihin. Toisaalta ei ole syytä epäillä, että lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen kanssa on ongelmia, koska järjestelmä on tasapainotettu äskettäin (Jokinen 2015). Kiinteistöautomaation kautta tarkasteltuna lämmityskäyrän säädöt suhteutettuna ulkolämpötilaan ja rakennuksen ikään sekä tyyppiin olivat kohdillaan (Niemelä 2015), varsinkin lattialämmitysverkoston menoveden lämpötila oli todella maltillinen.

5.1.4 Kiinteistöautomaatio

Tarkastellessa Ankkurin kiinteistöautomaatiota sieltä ei löytynyt mitään varsinaisia poikkeamia tai ongelmia, jotka saattaisivat vaikuttaa kiinteistöautomaation ja sitä kautta sen piirissä olevien laitteiden toimintaan. Ainoastaan kahden poistoilmakoneen kanssa oli ollut useita hälytyksiä liittyen puolitehon indikointiin, joka vaikuttaa osaltaan poistoilmakoneiden palvelualueiden ilmanvaihdon toimintaan.

Oumanin EH-686 ja EH-203 ovat säätiminä vielä täysin toimivia, mutta niiden ja EH-Net-järjestelmän rajallisuuden vuoksi Ankkurin kiinteistöautomaatiota ei voida kehittää kovin paljoa nykyistä laajemmaksi ilman laitekannan uusimista. Huomioiden Ankkurin sijainnin aurinkoisella ja lähes varjottomalla paikalla yhdistettynä suhteellisen suureen ikkunapinta-alaan kiinteistöautomaatioon liitettyllä sääolosuhteiden huomioimisella pystyttäisiin hyödyntämään nykyistä laajemmin auringosta saatavaa lämpösäteilyä ja sitä kautta voitaisiin laskea lämmityskäyrää tilanteen salliessa. Tätä kautta saataisiin säästöjä lämmityskuluissa ja samaan aikaan vältettäisiin tilojen yllämmitystä, tosin tätä varten Ankkurin ja koko Oppilastalojen kiinteistöautomaatio tulisi päivittää Ounet-palvelun piiriin. Samalla voitaisiin ottaa myös käyttöön kosteuskompensointi ja monta muuta pientä muuttujaa, joiden avulla lämmityskäyrän säätöjä voitaisiin optimoida. Sääolosuhteiden kautta saatuja säästöjä heikentää hieman se, että Ankkurin lämmityspiirin toimintaa on laskettu aikavälillä 05.00 – 23.00, joten periaatteessa jo tälläkin hetkellä Ankkurissa pyritään

hyödyntämään auringon lämpösäteilyä, tosin ei täysin ohjatusti ja niin tehokkaasti kuin se olisi mahdollista.

Kaikkia kiinteistöautomaation piirissä olevia laitteita on ohjattu aikaperusteisesti tai jonkun muun muuttujan, kuten valoisuuden mukaan. Poistoilmakoneiden ja saunan aikaohjauksia ei voi enää parantaa merkittävästi nykytilanteesta ilman, että se aiheuttaa muutoksia sisäilman laatuun ja asumisviihtyvyyteen. Samoin ilman lisätoimenpiteitä lämmityskäyrän säätöjä on vaikea pudottaa nykyisestä, eikä esimerkiksi lämpimän käyttöveden säädöissä tai räystäslämmityksen aikaohjauksissa ole huomautettavaa. Tehtyjen huomioiden perusteella todetaan, että ilman kiinteistöautomaation kehitystä sen suhteen ei ole mahdollista tehdä suuria parannuksia, joilla olisi vaikutusta Ankkurin kustannuspaikan kokonaisenergiankulutuksen muodostumiseen.

5.1.5 Vesikalusteet ja virtaamat

Ankkurin vedenkulutuksen pohjataso on suhteellisen korkea, varsinkin verrattuna Oppilastalojen muihin kohteisiin, mutta kun siitä on erotettu ravintola Cassellin osuus, niin Ankkurin kustannuspaikan vedenkulutuksen keskiarvo tippuu todella matalaksi. Kuitenkin ottaen huomioon saatujen kulutustietojen virheiden määrä ja se, että Cassellin kulutuksen kokonaan huomiotta jättäminen ei ole optimaalinen ratkaisu vertailun kannalta, kannattaa lukemia tulkita pienellä varovaisuudella.

Virtaamien kohdalta voidaan todeta, että paineenalennusventtiilin ja poresuuttimien asentamisella on saatu aikaiseksi huomattavia alennuksia virtaamiin ja sitä kautta veden kokonaiskulutukseen. Keittiön hanojen virtaamat ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman D1-osion normivirtaamien tasolla, kun taas kylpyhuoneen hanan ja suihkun virtaamat ovat normivirtaamia alemmat. Huomioimisen arvoista on se, että kylpyhuoneen virtaamien mitattu arvo on alhaisempi kuin D1-osiossa mainittu minimivirtaama. Wc-istuimien kohdalla voidaan todeta, että niiden

huuhteluun käyttämä vesimäärä on normaalilla tasolla eikä se aiheuta toimenpiteitä, koska suurta vähennystä vedenkulutukseen ei ole saatavilla.

5.1.6 Hissit, saunat ja valaistus

Ankkurin aluevalaistusta on kehitetty energiatehokkaammaksi, saunan kiuas ja saunan ilmanvaihtokone ovat aikaohjattuja käyttöaikojen mukaan sekä ulkovalaistus on aikaohjattu pois päältä välille 09.00 – 15.00. Hissit ovat suhteellisen moderneja, joten niiden suhteen on vaikea hakea kehitettävää, tosin on huomioitava, että yhden hissin keskimääräinen kuluttama sähköenergian määrä on vuodessa noin 6 MWh per hissi (VAETS), joten niiden vaikutus Ankkurin sähköenergian kokonaiskulutukseen ilman ravintola Cassellin osuutta on noin 5,7 %.

Aluevalaistuksen lisäkehitystä kannattaa tutkia jatkossa, koska LED-tekniikan kehitys ja hintojen lasku tekee siitä entistä kannattavampaa, mutta aluevalaistuksen osuus koko sähköenergian kulutuksesta ei ole kovin iso, koska siihen kuuluu myös asukkaiden käyttämä huoneistosähkö, jonka kulutukseen voi vaikuttaa suorasti vain Oppilastalojen tekemillä laitehankinnoilla, kuten liesillä ja jääkaapeilla. Näiden valintojen kumulatiivinen vaikutus korostuu laitteiden pitkän käyttöikänsä takia. Ulkovalaistuksen aikaohjaus on samanlainen ympäri vuoden, joten sen aikaohjausta suositellaan muutettavaksi eri kuukausien ja niiden valaistuksen tarpeen mukaan, jotta vältetään ulkovalaistuksen turhaa käyttöä.

5.1.7 Cassellin vaikutus ominaiskulutuksiin

Ankkurin kustannuspaikan kohdalla suoritettiin uusi kulutusten normitus ja ominaiskulutusten laskeminen, kun ravintola Cassellin, taulukossa 9 esitetyt, kulutukset jätettiin huomioimatta osana lämmitysenergian, sähkön- ja veden kokonaiskulutusta. Tämä ei ole vertailutapana optimaalinen, koska jos vastaava tila olisi esimerkiksi asuinkäytössä, niin se vaikuttaisi kokonaiskulutuksien muodostumiseen nostaen niitä hieman.

Kuitenkaan tällä hetkellä ei ole olemassa vertailutapaa jolla voitaisiin arvioida kulutusten muodostumista mielekkäällä tavalla, joten nähtiin parhaaksi jättää Cassellin osuus kokonaan pois laskennan osalta.

TAULUKKO 16. Ankkurin ominaiskulutukset vuosilta 2012 ja 2014 ilman ravintola Cassellin osuutta

Ominaiskulutukset, Ankkuri	2012	2012 ₁	2014	2014 ₁
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	45,0	40,8	47,3	43,9
Sähkön ominaiskulutus, kWh/r-m ³	25,0	10,3	25,3	11,2
Veden ominaiskulutus, l/as/vrk	152,6	84,4	144,1	107,3
₁ Ankkurin korjatut kulutuslukemat ilman ravintola Cassellin osuutta				

Kuten taulukosta 16 voidaan huomata, niin ravintola Cassellin kulutuksilla on todella dramaattinen vaikutus Ankkurin kustannuspaikan ominaiskulutuksiin. Kun tarkastellaan ominaiskulutuksien muutosta, niin Ankkurin lämpöindeksi tippuu lähes 10 % ja sen arvo alkaa olla normaalin ominaiskulutuksen rajoissa. Vielä huomattavammat muutokset tapahtuvat sähkön- ja veden ominaiskulutusta tarkastellessa. Ankkurin kustannuspaikan todella korkea sähkön ominaiskulutus muuttuu todella matalaksi, kun Cassellin osuus jätetään huomioimatta, samoin vedenkulutus tippuu todella alhaiseksi ja se muuttuu lähes Oppilastalojen vähiten vettä asukasta kohden kuluttamaksi kustannuspaikaksi. Jatkossa Oppilastalojen kannattaisikin erottaa Cassellin kulutukset kustannuspaikan kokonaiskulutuksesta jolloin päästäisiin paremmin käsiksi itse rakennuksen kulutuslukemiin sekä niiden muutoksiin.

5.1.8 Cassellin vedenkulutuksen laskutus

Tarkastellessa Cassellin energian- ja vedenkulutuksia huomattiin, että Oppilastalojen laskutuksessa olisi tilaa kehitykselle, koska nykyinen laskutus pohja ei vastaa enää tämän hetken hintoja kaukolämmön- ja veden osalta. Tällä hetkellä liiketiloja laskutetaan 3,7 €/m³ vedenkulutuksesta, joka on korkeampi kuin tämän hetken Lahti Aquan yhdistetty maksu jäte- ja raakavedestä, eli 3,39 €/m³. Vaikka

laskutuksessa käytettävä summa on suurempi kuin se mitä Oppilastaloilta laskutetaan, niin silti se ei pysty kattamaan kokonaisuudessa liiketilojen toteutunutta kulutusta vastaavia kustannuksia. Tämä johtuu liiketilojen runsaasta lämpimän käyttöveden kulutuksesta, joka on Cassellin kohdalla ollut vuonna 2012 noin 54 % ja vuonna 2014 noin 75 % veden kokonaiskulutuksesta. Tämä on lukuna korkea verrattuna keskimääräiseen lämpimän käyttöveden osuuteen, joka on Motivan mukaan noin 40 %. Kun otetaan huomioon lämpimän käyttöveden muodostamiseen tarvittava energiamäärä osana veden hintaa, niin lämpimän käyttöveden hinnaksi muodostuu 7,24 €/m³. Lämpimän käyttöveden hinta laskettiin käyttäen vuoden 2015 hintoja, kaukolämmön painotettu keskihinta muodostettiin Energiateollisuus ry:n ohjeiden mukaisesti. Vedenkulutuksen arvoina käytettiin vuoden 2014 lukemia.

TAULUKKO 17. Cassellin nykyisen ja ehdotetun laskutuksen erotus,

Ankkuri, Casselli, laskutuksen kehitys	
Vesi	2015
Nykyinen laskutus, €/vuosi	5187
Ehdotettu laskutus, €/vuosi	8809
Erotus, €/vuosi	3622

Kuten taulukosta 17 nähdään hyvin, niin Oppilastalojen laskutus on tällä hetkellä alimitoitettu eikä se riitä Cassellin osalta kattamaan oikeita kustannuksia vaan laskutusta tulisi korjata vastaamaan nykyisen hintatason tilannetta. Tätä varten Oppilastaloille on toimitettu laskutus pohja, jolla pystytään veloittamaan ravintola Cassellia toteutuneen kulutuksen suhteen.

5.2 Fellmanni

Fellmannin osalta suoritettua vierailun, yksityiskohtaisen tarkastelun ja siitä saatujen tulosten perusteella tehtiin laskuja ja johtopäätöksiä liittyen Fellmannin energian- ja vedenkulutukseen. Tulosten ja johtopäätöksien avulla voidaan mallintaa Ankkurin energian- ja vedenkulutusta ilman

ravintola Babylonin ja café Jokubasin osuuksia, joiden vaikutus Fellmannin kustannuspaikan tunnuslukuihin on huomattava. Johtopäätöksien ja tulosten pohjalta suositellaan toimenpiteitä Fellmannin kustannuspaikan kehittämiseksi.

5.2.1 Rakennusvaippa

Fellmannin rakennusvaippaa ja sen rakennusosien pinta-aloja sekä u-arvoja tutkiessa huomataan, että Fellmannin on ikkunoita ja alapohjaa lukuun ottamatta rakennettu aikansa vähimmäisvaatimuksia noudattaen. Pinta-aloista ja niiden suhteista voidaan päätellä, että ikkunoiden sekä ovien suhteellinen osuus Fellmannin rakennusvaipasta on normaalia suurempi, tämä johtuu lähinnä etelän julkisivun suuresta ikkunapinta-alasta sekä oviaukkojen isoista kokoluokista. Laskettujen ja arvioitujen tietojen pohjalta voidaan päätellä, että Fellmannin kustannuspaikalle on tarkoituksella valittu hieman pienemmän u-arvon omaavat ikkunat, koska ikkunoiden osuus lämmönjohtumisesta aiheutuvasta energiankulutuksesta on huomattava, kuten taulukosta 20 voidaan huomata.

Fellmannin rakennusvaipan tutkimisen yhteydessä selvitettiin rakenneosien lämmönläpäisykertoimet, oletetut ilmavirrat sekä ilmanvaihdon käyttöajat, niiden sekä vuoden 2014 sisä- ja ulkolämpötilojen perusteella selvitettiin Fellmannin kustannuspaikan laskennallinen energiankulutus ilman ulkoisia ja sisäisiä lämmönlähteitä. Ulkoisten ja sisäisten lämmönlähteiden huomioimatta jättäminen tehtiin laskujen yksinkertaistamiseksi, mutta nekin voitaisiin selvittää laskennallisesti ja ottaa huomioon kokonaisuudessa, mutta sitä ei koettu mielekkääksi laskennan monimutkaisuuden vuoksi.

Laskennassa käytettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman D1, D2, D3 ja D5-osion taulukoita sekä kaavaa 3 ja siitä johdettuja kaavoja, joiden pohjalta lasketaan myös rakennuksen energiatodistus, joka perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta. Laskennassa käytettiin vuoden 2014 toteutuneita lämpötiloja ja niiden perusteella saatiin laskennallinen

energiankulutus, jota puolestaan verrattiin saman vuoden aikana toteutuneeseen kaukolämmön energiankulutukseen. Laskenta voidaan myös suorittaa normitetuilla lämpötiloilla jolloin voidaan laskea vastaavat lukemat miltä tahansa vuodelta. Ero näiden laskutapojen kohdalla Fellmannin tapauksessa oli 0,5 %. Kaavasta 3 poiketen laskelmissa käytettiin vuoden 2014 toteutunutta vedenkulutusta ja siitä johdettua lämpimän käyttöveden määrää, koska kaavan 3 mukaisesti laskettuna lämpimän käyttöveden kulutus olisi poikennut todella merkittävästi toteutuneesta kulutuksesta ja sitä kautta se olisi heikentänyt huomattavasti laskennan tarkkuutta.

TAULUKKO 18. Fellmannin kustannuspaikan laskennallinen energiatase

Energiatase, Fellmanni	Lämmönjohtuminen	Korvausilman lämmitys	Lämmin käyttövesi	Vuotoilman lämmitys	Yhteensä
Arvo, MWh	223,2	92,6	99,6	37,0	452,5
Osuus, %	49,3	20,5	22,0	8,2	100,0
Toteutunut kulutus, MWh					426,5
Ero kulutuksissa, %					6,1

Kuten taulukosta 18 voidaan nähdä, niin laskennallinen ja toteutunut kulutus ovat kohtuullisen lähellä toisiaan, vaikka sisäisten ja ulkoisten lämpökuorimien vaikutusta ei ole huomioitu. Koska näitä muuttujia ei ole huomioitu laskuissa, niin Fellmannin toteutuneen lämmitysenergian kokonaiskulutuksen voisi olettaa olevan pienempi. Lämmönjohtuminen rakennusosien suhteen on eritelty taulukossa 19, joka saattaa osaltaan selittää Fellmannin kustannuspaikan hieman korkeaa lämpöindeksiä.

TAULUKKO 19. Fellmannin rakennusosien lämmönjohtumiset ja niiden väliset suhdeluvut

Energiatase, Fellmanni	Yläpohja	Alapohja	Ulkoseinät	Ikkunat	Ovet	Kylmäsiilat	Yhteensä
Lämmönjohtuminen, MWh	16,2	13,3	57,4	94,2	21,8	20,3	223,2
Osuus lämmönjohtumisesta, %	7,2	6,0	25,7	42,2	9,8	9,1	100,0
Osuus energiataseesta, %	3,6	2,9	12,7	20,8	4,8	4,5	49,3

Kaavan 3 ja siihen liittyvien muuttujien avulla voidaan helposti saada karkea arvio siitä, että kuinka paljon jonkun tietyn rakennusosan parannus, ilmanvaihdon käyntiajan muutos ja sisä- tai ulkolämpötila vaikuttaa rakennuksen energiankulutuksen muodostumiseen. Esimerkiksi yhden °C-

asteen korkeampi sisälämpötila aiheuttaa laskennallisesti noin 5,2 % nousun Fellmannin energiataseeseen. Motivan mukaan yhden °C-asteen muutos sisälämpötilassa aiheuttaa noin 5 % korotuksen lämmityskuluihin, joten voidaan olettaa, että kaavan 3 mukaisesti tehdyt laskut ja niiden tulokset ovat ainakin karkealla tasolla paikkaansa pitäviä.

Tutkittiin kaavan 3 mukaan laskettuna rakennusteknisten ominaisuuksien parantamisella aikaan saatuja energian- ja kustannuksiensäästöä, kun jokainen rakenneosia on päivitetty vastaamaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D5-osion nykyvaatimuksia. Laskennan tulokset esitetään taulukossa 20. Lämmitysenergian säästö laskettiin vuoden 2015 Lahti Energian kaukolämmön hinnoilla, jotka on painotettu Energiateollisuus ry:n ohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyössä ei oteta kantaa rakennusteknisten muutostöiden vaikutuksista rakennuksen ilmanvaihtoa, kosteuden siirtymistä ja muuta toimivuutta ajatellen.

TAULUKKO 20. Rakenneosien u-arvon paranemisen vaikutus energiankulutukseen ja siitä aiheutuviin säästöihin

Energiatase, parannettu tilanne	Yläpohja	Alapohja	Ulkoseinät	Ikkunat	Ovet
Lämmönjohtuminen, MWh	6,5	7,5	34,9	52,3	15,6
Säästö, MWh/vuosi	9,7	5,9	22,6	41,9	6,2
Säästö, €/vuosi	639	387	1488	2759	411

Voidaan todeta, että Fellmannin kustannuspaikan hieman korkea lämpöindeksi ja vedenkulutus johtuvat ainakin osittain ravintola Babylonin ja café Jokubasin lämpimän käyttöveden korkeahkosta kulutuksesta, joka nostaa omalta osaltaan vedenkulutusta sekä lämpöindeksiä. Samoin suoritettujen laskujen pohjalta nähdään, että ikkunoiden ja ovien suhteellinen osuus lämpöhäviöistä on huomattava, joka lisää Fellmannin kustannuspaikan lämmitysenergian kokonaiskulutusta. Ikkunoiden laajaa pinta-alaa ei päästä hyödyntämään kovin tehokkaasti Fellmannin kustannuspaikan kohdalla, koska alueen viereiset rakennukset muodostavat varjostusta, joka estää auringon lämpösäteilyn hyödyntämistä ikkunoiden kautta.

Lämmitysenergian kokonaiskulutus korjattuna ilman ravintola Babylonin ja café Jokubasin osuutta on hyvin tyypillinen Fellmannin tyylliselle rakennukselle, joten rakennusvaipan parantamisen ei nähdä tuottavan suurta hyötyä lämmitysenergian kokonaiskulutukseen, varsinkin ottaen huomioon, että yläpohjan helppoa ja yksinkertaista lisäeristystä on vaikea toteuttaa rakennusteknisistä syistä (Könönen 2015) ja ikkunoiden uusiminen pelkästään säästösyistä ei ole todennäköisesti kannattavaa, koska ikkunoiden suuren pinta-alan takia niiden uusimiseen liittyvät kustannukset muodostuvat huomattaviksi. Muutenkin rakennusvaipan u-arvot eivät ole kaukana nykyaikaista arvoista, joten niiden parantamisella ei saada suurta vaikutusta Fellmannin lämmitysenergian kokonaiskulutukseen.

5.2.2 Ilmanvaihto

Molemmissa asunnoissa suoritettussa testissä A4-paperi tarttui poistoilmaventtiiliin, joten ainakin pääosin Fellmannin poistoilmavaihto on riittävällä tasolla. Jos asiaa halutaan tutkia tarkemmin, niin ammattilaisen tulisi suorittaa tiloissa ilmamäärien mittausta, jolla saataisiin täysi selvyyttä asiaan. Fellmannissa ei ole teknisen isännöitsijän mukaan tehty ilmamäärien mittausta tai säätöä viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Kaavan 3 perusteella suoritettiin laskelmat, joissa ilmavirrat olivat 15 % suuremmat kuin suunnitelmien mukaiset ilmamäärät ja laskettiin niiden vaikutus energiataseeseen. Ilmamäärien muutoksen vaikutus Ankkurin laskennalliseen energiataseeseen oli 2,0 % ja se lisäsi laskennallista energiankulutusta 13,9 MWh vuodessa.

Kun tiedetään laskennallinen poistoilmavirta ja sen lämpötila, niin Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan pystyttäisiin laskemaan lämmöntalteenottojärjestelmän ja poistoilmalämpöpumpun avulla poistoilmasta talteen saatavan energian määrä. Molemmat toimenpiteet ovat kuitenkin lähes poikkeuksetta kannattavia vain tilanteessa, jossa rakennuksessa on vain yksi poistoilmakone (Niemelä & Ravi 2015), joten

Fellmannin kohdalla poistoilmalämpöpumpun tai lämmöntalteenoton mahdollisuuksia ei tarkastella syvällisemmin, koska kohteessa on viisi poistoilmakonetta.

5.2.3 Lämmitysjärjestelmä

Fellmannin lämmitysjärjestelmän toiminnasta on vaikea vetää tarkkoja johtopäätöksiä, koska sen analysointi vaatisi useita yhtäaikaaisesti suoritettuja sisälämpötilan mittauksia lämmityskauden aikana, jotta voitaisiin löytää mahdollisia ongelmia esimerkiksi lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen suhteen. Samalla päästäisiin paremmin käsiksi mahdollisiin huonekohtaisiin sisälämpötiloihin ja niihin liittyviin eroihin, jota kautta pystyttäisiin säätämään paremmin kiinteistöautomaatiolla Fellmannin lämmityskäyrää. Kiinteistöautomaation kautta tarkasteltuna lämmityskäyrän säädöt suhteutettuna ulkolämpötilaan ja rakennuksen ikään sekä tyyppiin olivat hyvällä tasolla.

Patteriverkostossa olevat termostaatit ovat vuodelta 1992, joten niiden toiminta ei välttämättä ole aivan parhaalla mahdollisella tasolla, niiden uusimista tulisi harkita lähitulevaisuuden aikana. Samoin lämmitysjärjestelmän tasapainotuksen tarve tulisi selvittää, tämä onnistuu helposti lämmityskauden aikana suoritetuilla sisälämpötilojen mittaamisella.

5.2.4 Kiinteistöautomaatio

Tarkastellessa Fellmannin kiinteistöautomaatiota sieltä ei löytynyt mitään varsinaisia poikkeamia tai ongelmia, jotka saattaisivat vaikuttaa kiinteistöautomaation ja sitä kautta sen piirissä olevien laitteiden toimintaan. Ainoat hälytykset liittyivät ovisummereiden ja saunan ovien lukituksen toimintaan, mutta niiden vaikutus rakennuksen muuhun toimintaan ei ole merkittävä.

Oumanin EH-203 on säätimenä vielä täysin toimivia, mutta sen ja EH-Net-järjestelmän rajallisuuden vuoksi Fellmannin kiinteistöautomaatiota ei voida kehittää kovin paljoa nykyistä laajemmaksi, ellei kiinteistöautomaatiota uusita. Fellmannin sijainti ei ole optimaalinen, varsinkaan eteläisen julkisivun kohdalla, jotta voitaisiin hyödyntää tehokkaasti auringosta saatavaa lämpösäteilyä, mutta ottaen huomioon Fellmannin suuren ikkunapinta-alan, niin auringon lämpösäteilyä voitaisiin hyödyntää, ainakin pienessä mittakaavassa, täydentämään rakennuksen lämmitysenergiantarvetta, mikäli tilanne sen sallii. Tätä kautta saataisiin säästöjä lämmityskuluissa ja samaan aikaan vältettäisiin tilojen yllämmitystä, tosin tätä varten Fellmannin ja koko Oppilastalojen kiinteistöautomaatio tulisi päivittää Ounet-palvelun piiriin. Samalla voitaisiin ottaa myös käyttöön kosteuskompensointi ja monta muuta pientä muuttujaa, joiden avulla lämmityskäyrän säätöjä voitaisiin optimoida.

Myös Fellmannin kustannuspaikan kohdalla kiinteistöautomaation piirissä olevia laitteita on ohjattu aikaperusteisesti tai jonkun muun muuttujan, kuten valoisuuden mukaan. Poistoilmakoneiden ja saunan aikaohjauksia ei voi enää parantaa merkittävästi nykytilanteesta ilman, että se aiheuttaa muutoksia sisäilman laatuun ja asumisviihtyvyyteen, tälläkin hetkellä täysitehon aikaohjaus on minimoitu. Lämmityskäyrien ja lämpimän käyttöveden ohjausarvot ovat kohdillaan, mutta auringon lämpösäteilyä ei voida tällä hetkellä hyödyntää täysimääräisesti. Tähän päästäisiin päivittämällä kiinteistöautomaatiota tai toisena vaihtoehtona olisi, kuten Ankkurissa on tehty, tiputtaa aikaohjauksella lämmityspiirin toimintaa päiväaikaan, jolloin voidaan mahdollisuuksien rajoissa hyödyntää ulkoisia lämpökuormia lämmitysenergian kokonaistarpeen kattamiseen.

5.2.5 Vesikalusteet ja virtaamat

Fellmannissa suoritettujen mittauksien perusteella huomattiin, että vesikalusteiden virtaamat ovat pääosin Suomen rakentamismääräyskokoelman D1-osion normivirtaamia pienemmät, osa virtaamista on jopa alhaisemmat kuin mainittu minimivirtaama. Suihkujen

virtaama on hieman korkeampi kuin nykyaikaisissa suihkuissa, mutta niitä voitaisiin hallita esimerkiksi vaihtamalla suihkupäätte vähemmän vettä kuluttavaan tai asentamalla virtaaman rajoitin ennen suihkupäätettä. Toisaalta vedenkulutus on kokonaisuudessaan sellaisella tasolla, että se ei edellytä, ainakaan laajamittaisia, toimenpiteitä lähitulevaisuuden aikana. Kokonaisuudessaan Fellmannin vedenkulutus on hieman Oppilastalojen keskiarvoa korkeampi, vaikka ravintola Babylonin ja café Jokubasin osuudet jätetään huomioimatta asukkaiden vedenkulutuksessa, mutta samaan aikaan se on noin 20 l/as/vrk alle suomalaisten keskiarvon (Motiva 2015).

5.2.6 Hissit, saunat ja valaistus

Fellmannin aluevalaistus on alkuperäistä mallia, saunan kiuas ja saunan ilmanvaihtokone ovat aikaohjattuja käyttöaikojen mukaan sekä ulkovalaistus on aikaohjattu pois päältä välille 09.00 – 15.00. Hissit eivät ole vanhentuneita, joten niiden suhteen on vaikea hakea kehitettävää, tosin on huomioitava, että yhden hissin keskimääräinen kuluttama sähköenergian määrä on vuodessa noin 6 MWh per hissi (VAETS), joten niiden vaikutus Fellmannin sähköenergian kokonaiskulutukseen on suhteellisen suuri, noin 10,5 %.

Alue- ja sisävalaistuksen kehittämistä kannattaa tutkia jatkossa, koska LED-tekniikan kehitys ja hintojen lasku tekee siitä entistä kannattavampaa, mutta aluevalaistuksen osuus koko sähköenergian kulutuksesta ei ole kovin iso, koska siihen kuuluu myös asukkaiden käyttämä huoneistosähkö, jonka kulutukseen voi vaikuttaa suorasti vain Oppilastalojen tekemillä laitehankinnoilla, kuten liesillä ja jääkaapeilla. Näiden hankintojen ja valintojen kumulatiivinen vaikutus korostuu laitteiden pitkän käyttöiän takia.

5.2.7 Liiketilöjen vaikutus ominaiskulutuksiin

Fellmannin kustannuspaikan kohdalla suoritettiin uusi kulutusten normitus ja ominaiskulutusten laskeminen, kun ravintola Babylonin ja café Jokubasin, taulukossa 12 esitetyt, kulutukset jätettiin huomioimatta osana lämmitysenergian, sähkön- ja veden kokonaiskulutusta. Tämä ei ole vertailutapana optimaalinen, koska jos vastaavat tilat olisivat esimerkiksi asuinkäytössä, niin se vaikuttaisi kokonaiskulutuksien muodostumiseen nostaten niitä hieman. Kuitenkaan tällä hetkellä ei ole olemassa vertailutapaa jolla voitaisiin arvioida kulutusten muodostumista mielekkäällä tavalla, joten nähtiin parhaaksi jättää ravintola Babylonin ja café Jokubasin osuudet kokonaan pois laskennan osalta.

TAULUKKO 21. Fellmannin ominaiskulutukset ilman liikehuoneistojen osuutta

Ominaiskulutukset, Fellmanni	2014	2014 ₁
Lämpöindeksi, kWh/r-m ³	49,7	46,8
Sähkön ominaiskulutus, kWh/r-m ³	12,4	12,4
Veden ominaiskulutus, l/as/vrk	147,3	132,3
₁ Korjattu kulutus ilman kahden liiketilän osuutta		

Kuten taulukosta 21 voidaan huomata, niin Fellmannin ominaiskulutukset muuttuvat lämpöindeksin ja veden ominaiskulutuksen kohdalla hieman, tosin eivät niin dramaattisesti kuin Ankkurin kustannuspaikalla, kun liiketilöjen osuus jätetään huomioimatta. Lukemat selittävät omalla tavallaan myös Fellmannin kulutuksissa ollutta nousevaa trendiä viimeisten vuosien osalta. Kun verrataan korjattuja kulutuslukuja, niin nähdään että Fellmannin hieman korkeahko lämpöindeksi tippuu lähes keskimääräiselle tasolle ja vedenkulutus on enää vain noin 10 l/as/vrk korkeampi kuin Oppilastalöjen keskiarvo.

5.2.8 Ravintola Banylonin ja café Jokubasin vedenkulutuksen laskutus

Tarkastellessa Fellmannin liiketilojen energian- ja vedenkulutuksia huomattiin, että Oppilastalojen laskutuksessa olisi tilaa kehitykselle, koska nykyinen laskutus pohja ei vastaa enää tämän hetken hintoja kaukolämmön- ja veden osalta. Tällä hetkellä liiketiloja laskutetaan 3,7 €/m³ vedenkulutuksesta, joka on korkeampi kuin tämän hetken Lahti Aquan yhdistetty jäte- ja raakavedestä, eli 3,39 €/m³. Vaikka laskutuksessa käytettävä summa on suurempi kuin se mitä Oppilastaloilta laskutetaan, niin silti se ei pysty kattamaan kokonaisuudessa liiketilojen toteutunutta kulutusta vastaavia kustannuksia. Tämä johtuu liiketilojen runsaasta lämpimän käyttöveden kulutuksesta, jonka on ravintola Babylonin ja café Jokubasin kohdalla arvioitu olevan vuonna 2014 noin 72 % veden kokonaiskulutuksesta. Tämä on lukuna korkea verrattuna keskimääräiseen lämpimän käyttöveden osuuteen, joka on Motivan mukaan noin 40 %. Kun otetaan huomioon lämpimän käyttöveden muodostamiseen tarvittava energiamäärä osana veden hintaa, niin lämpimän käyttöveden hinnaksi muodostuu 7,24 €/m³. Lämpimän käyttöveden hinta laskettiin käyttäen vuoden 2015 hintoja, kaukolämmön painotettu keskihinta muodostettiin Energiategollisuus ry:n ohjeiden mukaisesti.

TAULUKKO 22. Fellmannin kustannuspaikan liiketilojen nykyisen ja ehdotetun laskutuksen ero vuoden 2015 hinnoilla vuositasolla.

Fellmanni, Babylonin ja Jokubasin laskutus	
Vesi	2015
Nykyinen laskutus, €/vuosi	1654
Ehdotettu laskutus, €/vuosi	3176
Erotus, €/vuosi	1523

Kuten taulukosta 22 nähdään hyvin, niin Oppilastalojen täällä hetkellä käyttämä laskutus ei riitä kattamaan liiketilojen toteutuneesta kulutuksesta aiheutuvia kustannuksia. Osana opinnäytetyötä Oppilastaloille toimitettiin

laskupohja jonka avulla saadaan laskutettua liiketiloja toteutuneiden kulutuksien mukaan.

5.3 Käyttömaksu

Oppilastalo ei laskuta asukkaitaan erikseen toteutuneiden kulutuksien osalta vaan kaikki niistä aiheutuvat kustannukset ovat sisällytetty kuukausittaisen vuokran yhteydessä maksettavaan 30 € käyttömaksuun. Liikehuoneistojen kohdalla Oppilastalo toimii eri tavalla ja se laskuttaa niitä toteutuneiden kulutuksien perusteella.

Käyttömaksun tarkoituksena on kattaa lähes kaikki asukkaiden energian- ja vedenkulutuksesta aiheutuvat kustannukset sekä niitä koskevat perusmaksut, koska asukkaat eivät maksa toteutuneista kulutuksista, joten käyttömaksun suuruudella on merkittävä vaikutus Oppilastalojen kustannusrakenteeseen, joko positiivisella tai negatiivisella tavalla. Tutkittiin vuoden 2014 kustannusrakennetta Oppilastalo Oy:n osalta ja todettiin, että käyttömaksu ei riitä kattamaan kulutuksista aiheutuvia kustannuksia. Tämä tulee ilmi taulukosta 23, jossa on eritelty kaukolämmön, sähkön- ja vedenkulutuksesta aiheutuvat kulutukset kustannuspaikoittain ja kustannuspaikalta saatu käyttömaksu. Näissä lukemissa ei ole mukana kulutuslajeihin liittyviä perusmaksuja, joten oikea tilanne käyttömaksun ja kustannuksien suhteen on hieman heikompi kuin taulukko 23 antaa ymmärtää. Kustannukset laskettiin käyttäen vuoden 2014 energian- ja veden hintoja, kiinteistösähkön kulutuksen oletettiin olevan puolet sähkön kokonaiskulutuksesta, joka on tarkoituksella arvioitu hieman yläkanttiin. Saaduissa käyttömaksuissa ei ole mukana liikehuoneistoilta perittyjä kustannuksia.

TAULUKKO 23. Käyttömaksun ja kulutuksien muodostamien kustannusten ero kustannuspaikoittain vuonna 2014

2014: Käyttömaksu ja energian- ja vedenkulutuksesta aiheutuneet kustannukset, erotus, €/vuosi	
Mukkula	-52 515 €
Kiveriö	-20 429 €
Asemantausta	-16 236 €
Asikkala	-6 114 €
Kisakylä	-12 178 €
Fellmanni	-17 766 €
Paavola	-27 563 €
Ankkuri	-7 440 €
Möysä	-10 775 €
Konduktööri	-976 €
Yhteensä	-171 993 €

6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET KULUTUKSIEN VÄHENTÄMISEKSI

Molemmille kustannuspaikoille tehtyjen vierailujen, yksityiskohtaisen tarkastelun, niiden perusteella tehtyjen johtopäätöksien ja tuloksien pohjalta ehdotetaan toimenpiteitä joilla voi vähentää energian- ja vedenkulutusta, siitä aiheutuvia kustannuksia sekä päästöjä. Toimenpide-ehdotukset jaetaan kolmeen eri luokkaan, koska toimenpiteet ja niiden tarkoitukset poikkeavat toisistaan huomattavasti.

6.1 Ylläpitoon liittyvät toimenpide-ehdotukset

Ylläpitoon liittyvät toimenpiteet eivät ole parannusehdotuksia nykyiseen tilanteeseen vaan ne liittyvät suoraan kustannuspaikkojen ylläpitoon. Ylläpidon toimenpiteet vaikuttavat välillisesti myös energiankulutukseen ja kustannuksiin, mutta sitäkin enemmän rakennuksen elinkaareen sekä asumisolosuhteisiin. Ylläpitoon liittyviin toimenpiteisiin lasketaan mm. lämmitysjärjestelmä, sen toiminta, ilmanvaihto kokonaisuutena, kiinteistöautomaatio ja laitteiden huolto sekä ylläpito yleisellä tasolla.

6.1.1 Ankkuri

Ankkurissa ei ole suoritettu ilmanvaihdon nuohousta ja säätöä viimeisen kymmenen vuoden aikana, suositeltu aikaväli ilmanvaihdon nuohoukselle ja säädölle on 8 – 10 vuotta (Niemelä 2015). Ilmanvaihdon nuohouksella ja säädöllä on useita ja laajamittaisia vaikutuksia, koska ilmajärjestelmien oikeat säädöt ja ilmanvaihtokanavien puhtaus parantavat mm. ilmanvaihdon toimintaa, asukkaiden viihtyvyyttä, sisäilman laatua sekä lisää ilmanvaihdon ja sitä kautta myös koko rakennuksen energiatehokkuutta (Motiva 2010 & 2014). Suositellaan tehtäväksi ilmanvaihdon nuohous ja ilmajärjestelmien säätö huoneistokohtaisesti, varsinkin kun otetaan huomioon, että kustannuspaikalla on jo tehty lämmitysjärjestelmän tasapainotus. Kun molemmat toimenpiteet on suoritettu, niin voidaan hakea lämmityskäyrän hienosäädön kautta säästöjä energiankulutuksesta, kun ilmajärjestelmät ovat hallittuja ja vedon tunne on vähentynyt. Samalla kannattaisi suunnitella

korvausilmaventtiilien lisäämistä tiloihin, jotta korvausilman määrä ja laatu olisi parempi sekä sen saaminen olisi ohjatumpaa. Suurin vaikutus toimenpiteillä on asuinolosuhteiden paraneminen, mahdollinen energiansäästö tulee vain sivutuotteena.

6.1.2 Fellmanni

Ilmanvaihdon nuohous ja säätö suositellaan tehtäväksi kymmenen vuoden välein, mutta Fellmannissa tätä toimenpidettä ei ole tehty viimeisen kymmenen vuoden aikana (Jokinen 2015). Ilmanvaihdon nuohouksella ja säädöllä on useita ja laajamittaisia vaikutuksia, koska ilmavirtojen oikeat säädöt ja ilmanvaihtokanavien puhtaus parantavat mm. ilmanvaihdon toimintaa, asukkaiden viihtyvyyttä, sisäilman laatua sekä lisää ilmanvaihdon ja sitä kautta koko rakennuksen energiatehokkuutta (Motiva 2010 & 2014). Myös Fellmannissa tulisi ilmanvaihdon nuohouksen ja säädön yhteydessä miettiä korvausilmaventtiilien asentamista kaikkiin tiloihin.

Koska Fellmannin lämmitysjärjestelmää ei ole tasapainotettu rakennusajankohdan jälkeen, niin sen tarve tulisi selvittää. Tämä tapahtuu mielellään talvella suoritettujen sisälämpötilojen mittauksien perusteella, jos sisälämpötilojen väliset erot ovat suuria, niin sen perusteella voidaan päätellä, että lämmitysjärjestelmän toiminta ei ole tasapainossa. Samalla suositellaan uusittavaksi patteriventtiilit jolloin saadaan parannettua lämmitysjärjestelmän toimintaa. Myös lämmönsiirtimen uusimiseen tulisi varautua lähivuosien aikana.

6.2 Rakennuksien kehitykseen liittyvät toimenpide-ehdotukset

Rakennusten kehittämisen piiriin kuuluvat tämän opinnäytetyön tapauksessa rakennusvaippa ja sen osat, kiinteistöautomaatio ja vesikalusteet. Näillä toimenpiteillä saadaan vaikutettua suoraan energian- ja vedenkulutukseen sekä sitä kautta niistä aiheutuviin kustannuksiin, mutta ne vaikuttavat välillisesti myös asuinolosuhteisiin.

6.2.1 Ankkuri

Ankkurin kustannuspaikan osalta ei suositella tehtäväksi mitään rakennusvaihtoa koskevia muutoksia, koska niiden toteuttaminen on joko hankalaa ja kallista, tai joissain tapauksissa molempia. Opinnäytetyön perusteella nähdään, että kiinteistöautomaation suhteen olisi järkevää harkita sen kehittämistä, koska nykyaikaisen kiinteistöautomaation avulla pystyttäisiin tekemään monta lämmitykseen ja ilmanvaihtoon liittyvää asiaa paljon järkevämmiin ja tehokkaampiin sekä kustannukset sen suhteen ovat suhteellisen maltilliset. Lämmitysjärjestelmän osalta säästöjä voidaan saada lähinnä keväällä ja kesällä, koska talvella ulkolämpötila määrää lämmitysenergian kokonaiskulutuksen minimitason (Ravi 2015).

Suosittelaa nykyisen kiinteistöautomaation kehitystä siten, että EH-Net-järjestelmä päivitetään Ounet-versioon, EH-686 ja EH-203 säätimet jätetään osaksi kiinteistöautomaatiota, mutta Ankkurin kustannuspaikalle lisätään Oumanin Ouflex, joka ohjaa nykyisiä säätimiä ja muita siihen liitettyjä laitteita. Näiden päivitysten avulla voidaan ottaa käyttöön mm. sääolosuhteiden vaikutusten ohjelmointi lämmityskäyrän säätöön ja se avaa ovet myös muille tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuville laajennuksille. Sääolosuhteiden vaikutusten ohjelmointi osaksi lämmityskäyrän säätöä tarkoittaa sitä, että otetaan huomioon mm. auringon nykyinen ja sääennusteen pohjalta arvioitu lämpösäteily, tuulen nopeus ja ulkolämpötila sekä niiden kehittyminen seuraavien 12 tunnin aikana, näiden muuttujien pohjalta lämmityskäyrän säätöjä voidaan ohjata jo ennakkoon ja vaikka lopettaa lämmitys, jos tiedetään ulkoisten lämpökuormien kattavan rakennuksen lämmitysenergian kokonaistarpeen. Ja esimerkiksi jos lisätään sisälämpötilojen automaattisia mittauksia, niin lämmityskäyrää voidaan ohjata niiden eikä ulkolämpötilan perusteella ja poistoilmakoneiden uusimisen jälkeen niitä voidaan ohjata mm. ulkolämpötilan sekä kosteuden mukaan, kuitenkin säilyttäen sisäilmaluokka S3. Rakennusautomaation kehityksen myötä voidaan myös ohjata kiertovesipumppuja nykyistä paremmin, muutenkin rakennusautomaation kehityksen myötä avautuisi paljon uusia mahdollisia

alueita joita voitaisiin parantaa. Näiden yksittäisten toimenpiteiden vaikutus ei ole välttämättä suuri, mutta kokonaisuutena niiden vaikutus on jo huomattava, varsinkin mitä enemmän pieniä yksityiskohtia pystytään huomioimaan osana kokonaisuutta. Tätä varten Oppilastalojen olisi hyvä luoda oma toimintakonsepti, jonka avulla rakennusautomaation kehityksen hyödyt saataisiin maksimoitua.

6.2.2 Fellmanni

Fellmannin kohdalla suositellaan tehtäväksi samanlaiset toimenpiteet kuin Ankkurin kustannuspaikalla, koska ei nähdä järkeväksi tehdä muutoksia rakennusvaippaan. Kiinteistöautomaation kehityksellä ja laajennuksella saadaan todennäköisesti aikaan kustannustehokkaimmat investoinnit, mutta Fellmannin sijainnista johtuen niiden vaikutus kulutuksiin ja kustannuksiin ei luultavasti ole yhtä suuri kuin Ankkurissa. Lämmitysjärjestelmän osalta säästöjä voidaan saada lähinnä keväällä ja kesällä, koska talvella ulkolämpötila määrää lämmitysenergian kokonaiskulutuksen minimitason (Ravi 2015).

Suosittelaa nykyisen kiinteistöautomaation kehitystä siten, että EH-Net-järjestelmä päivitetään Ounet-versioon, EH-203 säädin jätetään osaksi kiinteistöautomaatiota, mutta Fellmannin kustannuspaikalle lisätään Oumanin Ouflex, joka ohjaa nykyistä säädintä ja muita siihen liitettyjä laitteita. Näiden päivitysten avulla voidaan ottaa käyttöön mm. sääolosuhteiden vaikutusten ohjelmointi lämmityskäyrän säätöön, ja se avaa ovet myös muille tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuville laajennuksille. Sääolosuhteiden vaikutusten ohjelmointi osaksi lämmityskäyrän säätöä tarkoittaa sitä, että otetaan huomioon mm. auringon nykyinen ja sääennusteen pohjalta arvioitu lämpösäteily, tuulen nopeus ja ulkolämpötila sekä niiden kehittyminen seuraavien 12 tunnin aikana, näiden muuttujien pohjalta lämmityskäyrän säätöjä voidaan ohjata jo ennakkoon ja vaikka lopettaa lämmitys, jos tiedetään ulkoisten lämpökuormien kattavan rakennuksen lämmitysenergian kokonaistarpeen. Ja esimerkiksi jos lisätään sisälämpötilojen automaattisia mittauksia, niin

lämmityskäyrää voidaan ohjata niiden eikä ulkolämpötilan perusteella ja poistoilmakoneiden uusimisen jälkeen niitä voidaan ohjata mm. ulkolämpötilan sekä kosteuden mukaan, kuitenkin säilyttäen sisäilmaluokka S3. Rakennusautomaation kehityksen myötä voidaan myös ohjata kiertovesipumppuja nykyistä paremmin, muutenkin rakennusautomaation kehityksen myötä avautuisi paljon uusia mahdollisia alueita joita voitaisiin parantaa. Näiden yksittäisten toimenpiteiden vaikutus ei ole välttämättä suuri, mutta kokonaisuutena niiden vaikutus on jo huomattava, varsinkin mitä enemmän pieniä yksityiskohtia pystytään huomioimaan osana kokonaisuutta. Tätä varten Oppilastalojen olisi hyvä luoda oma toimintakonsepti, jonka avulla rakennusautomaation kehityksen hyödyt saataisiin maksimoitua.

Fellmannin kustannuspaikalta ei löytynyt suoritettua vierailun perusteella vesijohtoverkoston asennettua paineenalennusventtiiliä, joten sen asentamista vesijohtoverkoston tulisi harkita. Vesikalusteiden virtaamat olivat kyllä maltillisella tasolla, varsinkin hanojen osalta, mutta suihkujen osalta painetason rajoituksella voitaisiin saada noin 10 – 20 % vähennys virtaamiin. Paineenalennusventtiilin sopivuus kohteeseen voidaan tarkistaa esimerkiksi Oraksen tekemän laskentaohjelman perusteella.

6.3 Muut toimenpide-ehdotukset

Muihin toimenpiteisiin kuuluvat kaikki rakennuksien kehityksen ja ylläpidon ulkopuolelle jäävät toimenpiteet, tämän opinnäytetyön yhteydessä puhutaan lähinnä laskituksen sekä käyttömaksun kehittamisestä ja asukkaiden neuvomisesta.

6.3.1 Laskituksen kehitys

Osana opinnäytetyötä Oppilastalo Oy:n käyttöön toimitettiin uusi laskutus pohja, joka löytyy liitteestä 5, jonka avulla laskutus vastamaan kulutuksesta aiheutuvia kustannuksia. Excelissä toimivaan laskutus pohjaan syötetään halutun ajanjakson kylmän- ja lämpimän veden

kulutukset ja se laskee automaattisesti kustannukset kyseiseltä ajanjaksolta. Mikäli energian- ja veden hinnoittelu muuttuu, niin laskutus pohjaan syötetään uudet lukemat erilliselle välilehdelle ja laskutus pohja päivittää kustannukset vastaamaan uudistunutta hinnoittelua, joten samaa laskutus pohjaa voidaan hyödyntää vaikka hinnoittelu muuttuisi tulevaisuudessa. Laskituksen kehityksellä saadaan vuositasolla aikaan noin 5000 € arvioitu rahallinen hyöty. Ellei laskutusta kehitetä, niin sen aiheuttamat taloudelliset tappiot tulevat kasvamaan tulevaisuudessa, koska on odotettavissa, että energian- ja veden hinnoittelu tulee nousemaan.

6.3.2 Käyttömaksu

Suoritettujen laskujen perusteella suositellaan, että Oppilastalo Oy tarkastaa käyttömaksun suuruuden lähitulevaisuudessa, jotta se saadaan vastaamaan paremmin energian- ja vedenkulutuksesta aiheutuvia kustannuksia. Tällä hetkellä näiden välinen erotus on miinuksella noin 172 000 €. Vaikka liiketilojen osuus tiedettäisiin ja otettaisiin huomioon laskuissa, niin silti voidaan huomata, että käyttömaksussa olisi nostamisen varaa, jotta kulutuksien aiheuttamat kustannukset ja käyttömaksusta saatu rahamäärä olisivat nykyistä enemmän tasapainossa.

6.3.3 Asukkaiden ohjeistus ja neuvonta

Oppilastalojen kohdalla asukkaiden vaihtuvuus on suurta, mutta siitä huolimatta asukkaille suunnattua neuvontaa energian- ja vedenkulutuksen suhteen kannattaisi lisätä. Esimerkiksi Helsingin seudun opiskelija-asuntosäätiöllä on internet-sivuillaan kattavat ohjeet siitä kuinka asukkaat voivat pienentää omaa energian- ja vedenkulutustaan. Laajan ohjeistuksen ja neuvonnan laadinta voisi tapahtua esimerkiksi opinnäytetyön puitteissa.

7 TOIMENPITEIDEN KANNATTAVUUS JA TAKAISINMAKSUAIKA

Opinnäytetyön alkuperäisenä tarkoituksena oli laskea suositelluille toimenpiteille ainakin karkean tason takaisinmaksuaikaa, jotta nähtäisiin onko investointi kannattava. Takaisinmaksuaika määritettiin käyttäen nettonykyarvo-menetelmää, jossa otettiin huomioon mm. omalle ja ulkoiselle pääomalle lasketut korot, kustannuksien nousu sekä diskonttaustekijä. Nettonykyarvo-menetelmällä saadaan aikaan luotettava ja paikkaansa pitävä tulos kannattavuuden suhteen verrattuna suoraan säästöjen kautta laskettuun takaisinmaksu-aikaan (Lukkarinen 2015). Laskettiin myös vertailun vuoksi takaisinmaksuaika ilman diskonttaustekijää ja omalle sekä ulkoiselle pääomalle asetettua korkoa.

Takaisinmaksuaika ja kannattavuuslaskenta ovat opinnäytetyön toimenpide-ehdotuksien osalta mielekästä vain kehittämiseen liittyvien toimenpiteiden kohdalla, koska opinnäytetyön aikana kehitetty laskutus pohja on Oppilastaloille ilmainen ja ylläpidon toimenpiteille ei tulisi laskea kannattavuutta tai takaisinmaksuaikaa, koska se kuuluu osaksi rakennuksien ylläpitoa.

7.1 Ylläpidon toimenpiteet

Ylläpidon toimenpiteille ei tulisi laskea takaisinmaksuaikaa, koska ne ovat toimenpiteitä jotka tulisi tehdä joka tapauksessa, joko rakennuksen ylläpitoa tai asukkaita ajatellen. Voidaan kuitenkin laskea, että mitkä ovat toimenpiteiden mahdolliset vaikutukset laskennalliseen energiankulutukseen ja tutkia sitä kautta myös niiden taloudellisia vaikutuksia, vaikka se ei ole kovin mielekästä.

7.1.1 Ankkuri

Suoritetaan ilmanvaihdon nuohous ja säätö, oletetaan kappaleen 5.1.2 mukaan, että ilmavirrat muuttuvat noin 15 %, joka on myös lähellä kokemusperäistä muutosta ilmanvaihdon säätöjen vaikutuksesta (Niemelä

2015). Säästetyn energiamäärän, tässä tapauksessa 13,9 MWh, ja kaukolämmön painotetun keskihinnan avulla laskettu säästö on vuositasolla noin 920 €.

7.1.2 Fellmanni

Suoritetaan ilmanvaihdon nuohous ja säätö, oletetaan kappaleen 5.1.2 mukaan, että ilmavirrat muuttuvat noin 15 %, joka on myös lähellä kokemusperäistä muutosta ilmanvaihdon säätöjen vaikutuksesta (Niemelä 2015). Säästetyn energiamäärän, tässä tapauksessa 33,7 MWh, ja kaukolämmön painotetun keskihinnan avulla laskettu säästö on vuositasolla noin 2220 €.

7.2 Rakennusautomaation kehitys

Rakennusautomaation kehittämisen tuottamat säästöt ja niiden takaisinmaksuajan sekä kannattavuuden laskenta on hieman monimutkaista ja hankalaa, koska säästöjen arviointi on vaikeaa ja rakennusautomaation kehityksen kautta voidaan kehittää monia alueita joiden yhteenlasketut säästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin yhden toimenpiteen vaikutukset.

Tiedetään, että Oumanin kiinteistöautomaatioon liitetyllä sääolosuhteiden huomioinnilla saadaan kokemusperäisesti keskimäärin noin 2 – 5 °C-asteen alentava vaikutus lämmitysverkoston menoveden lämpötilaan, ajanjakson pituus on rakennustyyppistä ja muista tekijöistä riippuen noin maaliskuusta lokakuuhun (Niemelä 2015). Kun tiedetään kyseisen ajanjakson kaukolämpöveden tilavuusvirta, sen tulo- ja menolämpötila, lämpimän käyttöveden muodostumiseen kuluva energia sekä kaukolämmön kokonaiskulutus, niin voidaan laskea säästyvä energiamäärä, kun kaukolämmön kulutus laskee sääolosuhteiden huomioimisen ansiosta. Säästöt laskettiin käyttäen vuoden 2015 hintoja.

7.2.1 Ankkuri

Ankkurin sijainti ja varjostuksen vähäisyys huomioon ottaen laskennassa käytettiin sääolosuhteilla saavutettuna menoveden lämpötilan alenemana arvoa 3,5 °C-astetta ja vertailujaksoksi otettiin vuosi 2014 huhtikuusta syyskuuhun. On todennäköistä, että myös maaliskuu- ja lokakuussa voitaisiin saada aikaan säästöjä, mutta kannattavuuden ja takaisinmaksuajan suhteen haluttiin säilyttää mieluummin hieman pessimistinen kuin optimistinen lähestymistapa. Laskentatapa ja nettonykyarvon laskeminen löytyvät liitteestä 6.

Kyseisellä laskutavalla vuotuisesti energiansäästöksi saatiin noin 16 MWh, jonka rahallinen vaikutus vuositasona on noin 860 €. Prosentuaalinen säästö kaukolämmön osalta vertailujakson aikana on 8,4 %. Kun tiedetään, että toimenpiteiden vaatimat investoinnit ovat noin 5500 € (Niemelä 2015), niin saadaan suoraksi takaisinmaksuajaksi 6,4 vuotta. Käyttäen nettonykyarvo-menetelmää vastaavaksi takaisinmaksuajaksi saadaan hieman alle 10 vuotta, mutta tässä on otettu huomioon mm. 10 % korko sijoitetulle pääomalle, joka kasvattaa takaisinmaksuaikaa huomattavasti.

On otettava huomioon, että kiinteistöautomaation kehityksellä on saatavissa enemmän säästöjä kuin pelkästään tässä esimerkissä on käsitelty (Niemelä 2015) sekä että laskelmat on tehty hieman alakanttiin. Tämän perusteella voidaan opinnäytetyön tilaajan ohjeiden (Lukkarinen 2015) mukaisesti todeta, että rakennusautomaation kehittäminen on investointina kannattava, koska sen takaisinmaksuaika on kaikilla laskutavoilla alle 10 vuotta.

7.2.2 Fellmanni

Fellmannin sijainti ja varjostuksen vähäisyys huomioon ottaen laskennassa käytettiin sääolosuhteilla saavutettuna menoveden lämpötilan alenemana arvoa 3,0 °C-astetta ja vertailujaksoksi otettiin vuosi 2014 huhtikuusta syyskuuhun. On todennäköistä, että myös maaliskuu- ja

lokakuussa voitaisiin saada aikaan säästöjä, mutta kannattavuuden ja takaisinmaksuajan suhteen haluttiin säilyttää mieluummin hieman pessimistinen kuin optimistinen lähestymistapa. Laskentatapa ja nettonykyarvon laskeminen löytyvät liitteestä 6.

Kyseisellä laskutavalla vuotuisesti energiansäästöksi saatiin noin 13 MWh, jonka rahallinen vaikutus vuositasona on noin 650 €. Prosentuaalinen säästö kaukolämmön osalta vertailujakson aikana on 9,2 %. Kun tiedetään, että toimenpiteiden vaatimat investoinnit ovat noin 5500 € (Niemelä 2015), niin saadaan suoraksi takaisinmaksuajaksi 8,5 vuotta. Käyttäen nettonykyarvo-menetelmää vastaavaksi takaisinmaksuajaksi saadaan hieman yli 13 vuotta, mutta tässä on otettu huomioon mm. 10 % korko sijoitetulle pääomalle, joka kasvattaa takaisinmaksuaikaa huomattavasti.

On otettava huomioon, että kiinteistöautomaation kehityksellä on saatavissa enemmän säästöjä kuin pelkästään tässä esimerkissä on käsitelty (Niemelä 2015) sekä että laskelmat on tehty hieman alakanttiin. Tämän perusteella voidaan opinnäytetyön tilaajan ohjeiden (Lukkarinen 2015) mukaisesti todeta, että rakennusautomaation kehittäminen on kannattavaa vain suoraan lasketun takaisinmaksuajan perusteella, mutta nettonykyarvo-menetelmällä takaisinmaksuaika kasvaa liian pitkäksi, jotta toimenpide olisi kannattava.

8 YHTEENVETO

Kokonaisuudessaan Oppilastalojen kulutuslukemat ovat pääosin hyvällä, osittain jopa erinomaisella tasolla, mutta muutaman kustannuspaikan kohdalla tilanne on vain kohtalainen. Tarkasteluun otettujen kustannuspaikkojen hieman korkeat arvot selittyivät lähinnä liiketilojen korkeilla kulutuslukemilla joita ei ollut eroteltu rakennusten kokonaiskulutuksesta. Samoin kulutusten normitusta ei ollut suoritettu minkään kustannuspaikan osalta, joten Oppilastalojen omat tiedot lämmitysenergian kokonaiskulutuksesta ja sen kehityksestä eivät ole olleet vertailukelpoisia.

Kulutuksien vähentämiseksi, erityisesti veden osalta, on tehty paljon toimenpiteitä ja niiden vaikutukset ovat näkyviä. Muutenkin energiankulutukseen on kiinnitetty huomiota, joka näkyy ominaiskulutuksissa lähes poikkeuksetta. Tästä johtuen myös Oppilastalojen energian- ja vedenkulutuksen kustannustehokas kehittäminen on hankalaa, koska ei ole mitään ongelmakohtia joiden parantamisella saataisiin aikaan suuria vaikutuksia, vaan on keskityttävä enemmän pienten yksityiskohtien huomioimiseen. Toisaalta monien pienten toimenpiteiden kumulatiivinen vaikutus voi olla jo huomattava.

Oppilastalojen tulisi keskittyä hieman enemmän normaaliin ylläpitoon liittyviin toimenpiteisiin, koska niiden toteuttamisella saadaan aikaan parempi asumisviihtyvyys sekä hieman säästöjä energiankustannuksissa. Myös laskutukseen ja käyttömaksuun tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota, koska käyttömaksun suuruus ja sen suhteutus energian- ja vedenkulutuksesta aiheutuviin kustannuksiin ja sitä kautta Oppilastalojen talouteen on merkittävä.

9 POHDINTAA OPINNÄYTETYÖSTÄ

Opinnäytetyön tekoprosessi oli kokonaisuudessaan mielenkiintoinen ja todella opettavainen kokemus, vaikka opinnäytetyöhön liittyvät monet ongelmat aiheuttivat useita tuskallisia hetkiä opinnäytetyön suhteen. Nämä seikat puolestaan vaikuttivat radikaalisti opinnäytetyön suunniteltuihin aikatauluihin ja sitä kautta myös opinnäytetyön sisältöön, mutta kaikesta huolimatta opinnäytetyöstä tuli ehjä kokonaisuus. Tosin henkilökohtaisesti harmittaa se, että moneen asiaan olisi ehtinyt paneutua syvällisemmin mikäli aikataulut ja ongelmat olisi vältetty, nyt opinnäytetyön laajuus ja sisältö jäivät hieman vajaaksi siitä mitä alun perin oli suunniteltu. Toisaalta opinnäytetyön laajuus oli jo nyt hieman liian suuri ja sen takia moni asia jäi vähän pinnallisesti käsitellyksi. Opinnäytetyön rajaus olisi tullut suorittaa tarkemmin jotta sen sisällössä olisi pystytty käsittelemään enemmän käytännön asioita ja toimenpiteitä energian- ja vedenkulutuksen kehittämiseksi.

LÄHTEET

Astianpesukoneet. Motiva Oy. 2014 [viitattu 28.4.2015]. Saatavissa: http://motiva.fi/koti_ja_asuminen/ostajan_opas/kodinkoneet/astianpesukoneet

Asuinkerros- ja rivitalon energiataseen jakauma. Taloyhtiön energiakirja, s.19. 2011. [viitattu 15.2.2015] Saatavissa: http://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja/5?e=0

Asumisen energiankulutus [verkkojulkaisu]. ISSN=2323-3273. 2013. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 14.2.2015]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/asen/2013/asen_2013_2014-11-14_tie_001_fi.html

E³Portaali. VTT. 2015 [viitattu 12.4.2015]. Saatavissa: <http://e3portal.vtt.fi/>

EED-direktiivi. Euroopan parlamentti. 2012 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0027&from=EN>

Energiaeksperttitoiminta. Motiva Oy. 2014 [viitattu 28.4.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta

Energiamerkinnät. Kiwa. 2015 [viitattu 29.4.2015]. Saatavissa: <http://tjanster.kiwa.se/produktcertifiering/energimarkning>

Energiamerkintä. Motiva Oy. 2014 [viitattu 24.4.2015]. Saatavissa: http://motiva.fi/koti_ja_asuminen/ostajan_opas/energiamerkinta

Energian loppukäyttö sektoreittain 2013*. Helsinki: Tilastokeskus. 2014 [viitattu: 27.1.2015]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk_2013_04_2014-03-24_kuv_014_fi.html

Energiatehokas ilmavaihto. Motiva Oy. 2010 [viitattu 8.3.2015].

Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas_ilmavaihto.pdf

Energiatehokkuuslaki. Finlex. 2014 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>

EPBD-direktiivi. EU-Parlamentti. 2010 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa:

[\[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF\]\(http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:EN:PDF\)](http://eur-</p></div><div data-bbox=)

EU-direktiivi energiamerkinnästä 2010/30/EU. EU-parlamentti. 2010

[viitattu 29.4.2015]. Saatavissa: [\[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:FI:PDF\]\(http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:FI:PDF\)](http://eur-</p></div><div data-bbox=)

EU-Komissio. 2020-tavoitteet. 2008 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa:

[\[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0772:FIN:EN:PDF\]\(http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0772:FIN:EN:PDF\)](http://eur-</p></div><div data-bbox=)

FinZeb-hanke. 2015 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa: <http://finzeb.fi/taustaja-tavoitteet/>

Heinonen, J., Palmgren, U. 2004. Asuntoja opiskelijoille, Oppilastalo Oy 1969 – 2004. Lahti

Hoitokulujen jakautuminen As Oy kerrostaloissa 2012. Tilastokeskus. 2013 [viitattu 27.1.2015].

Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/8174/Energiaekspertti_kalvoaineisto_2013.pdf

Huoneistokohtaisten vesimittareiden käyttö ja vaikutukset rakennusten energiankulutukseen. Ympäristöministeriö. 2009 [viitattu 12.4.2015].

Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/5725/Tyoryhmamuistio_Huoneistokohtaisten_vesi_mittareiden_kaytto_ja_vaikutukset_rakennusten_energiankulutukseen.pdf

Jokinen, J. Tekninen isännöitsijä. Oppilastalo Oy. Haastattelu. 14.1.2015, 29.1.2015, 9.2.2015, 4.3.2015, 13.4.2015, 4.5.2015, 12.5.2015 & 19.5.2015.

Jyväskylän resurssiviisaiden kokeilujen vaikutusarviointi sekä laajenemisvaikutukset. Sitra. 2014 [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4-sarja/Selvityksia75.pdf>

Kaukolämmitettyjen talojen ominaiskulutuksen kehitys. Energiateollisuus ry. 2013 [viitattu 27.1.2015]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kaukolampotilasto_2013_web.pdf

Kaukolämmön hinta. Energiateollisuus ry. 2015 [viitattu 8.5.2015]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/hinta_010115_0.pdf

Kaukolämmön hinta. Lahti Energia Oy. 2015 [viitattu 10.3.2015]. Saatavissa: <http://www.lahtienergia.fi/lammitys/50/50>

Kaukolämmön käyttöraportti. Energiateollisuus ry. 2013 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://energia.fi/sites/default/files/kl-kayttoraportti__suositusm1_2010_paivitetty20130918.pdf

Kerrostalot 1880 - 2000 : arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. 2006. Rakennustieto. Helsinki.

Kiinteistösähkönkulutus. Motiva Oy. 2013 [viitattu 12.3.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja_energian-_ja_vedenkulutuksesta/kiinteistosahkonkulutus

Kotitalouksien sähkönkäyttö. Adato Energia Oy. 2013 [viitattu 22.3.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/8300/Kotitalouksien_sahkonkaytto_2011_Tutkimu_sraportti.pdf

Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus. Kuntaliitto. 2014 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://www.kunnat.net/fi/asiantuntijapalvelut/ty/toimitilat/energiansaasto/kulutusseuranta/Sivut/default.aspx>

Könönen, J. Projekti-insinööri. Lahden Talot Oy. Puhelinhaastattelu 13.5.2015.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Finlex. 2013 [viitattu 2.2.2015]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>

Laskukaavat: Lämmin käyttövesi. Motiva Oy. 2015 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiansaaston_tehostaminen/kiinteisten_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi

Laskukaavat: Lämmitysenergiankulutus. Motiva Oy. 2015 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiansaaston_tehostaminen/kiinteisten_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammitusenergiankulutus

Lahti, L. Oras Oy. Tekninen päällikkö. Sähköpostikeskustelu 09.04.2015.

Lukkarinen, E. Lahden Talot Oy. Kiinteistöjohtaja. Haastattelu 29.1.2015 & 7.5.2015.

Lähes nollaenergiatalot. EPBD. 2014 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa: [http://www.epbd-ca.eu/themes/nearly-zero-energy,](http://www.epbd-ca.eu/themes/nearly-zero-energy)

Lämmitystarveluku. Ilmatieteen laitos. 2015 [viitattu 10.4.2015]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitustarveluvut>

Lämmönkulutus, Lämmin käyttövesi. Motiva Oy. 2015 [viitattu 15.2.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiansaaston_tehostaminen/kiinteisten

tojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovessi

Lämmönvahti. Ouman Oy. 2015 [viitattu 18.3.2015]. Saatavissa:
<http://ouman.fi/palvelut/energiatehokkuuspalvelut/lammonvahti/>

Ravi, P. Projektipäällikkö. Schneider Electric Finland. 2015. Haastattelu
 4.3.2015

Mitä ovat lämmitystarveluvut. Motiva Oy. 2014 [viitattu 9.4.2015].
 Saatavissa:
http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteis tojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/mita_ovat_lammitystarveluvut

Niemelä, J. Hämeen Kiinteistöautomaatio. Toimitusjohtaja. Haastattelu
 22.4.2015, 27.4.2015, 30.4.2015 & 13.5.2015.

Oppilastalo Oy. Suomen Asiakastieto Oy. 2015 [viitattu 13.5.2015].
 Saatavissa: <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/oppilastalo-oy/01503451/taloustiedot>

Oppilastalo Oy:n osakkeiden myyminen. Lahden kaupunginvaltuusto.
 2014 [viitattu 12.1.2015]. Saatavissa:
www4.lahti.fi/ktwebbin/ktproxy2.dll?doctype=0&docid=3331353739323a31&dclid=11.11.2014%2014:44:56&extension=pdf

Paineen vaikutus virtaamaan. Hansgrohe. 2015 [viitattu 14.4.2015].
 Saatavissa:
<http://www.hansgrohe.fi/articledetail.html?article=31806000&fsid=ffffffdx000770800006CC100007611&pageid=23044018-9954-4c6e-8bd0-9aa2ad83eff9&q=>

Carling, P. Gustavsberg Oy. Tekninen päällikkö. Sähköpostikeskustelu
 09.04.2015.

Pirinen, P. Simola, H. Nevala, S. Karlsson, P. Ruuhela, R. Ilmastonmuutos
 ja lämmitystarveluku paikkatietoarvioina Suomessa. 2014 [viitattu

23.4.2015]. Saatavissa:

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135722/2014nro3.pdf?sequence=1>

Rakennuksen elinkaari. Rakennusteollisuus. 2012 [viitattu 15.2.2015].

Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Lallukka, P. Diplomi-insinööri. Karves Oy. 2015. Haastattelu 3.2.2015.

Rakennuksen energiankulutus. Motiva Oy. 2014 [viitattu 15.2.2015].

Saatavissa:

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/lammonkulutus

Rakennusten energiankulutus. Motiva Oy. 2013 [viitattu 15.2.2015].

Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja_energia-_ja_vedenkulutuksesta/lammitysenergiankulutus

Rakennusten lämmitysenergiankulutuksen normitus. Motiva Oy. 2015

[viitattu 13.3.2015]. Saatavissa:

http://www.motiva.fi/files/2840/Rakennusten_lammitysenergiankulutuksen_normitus.pdf

Rakenteiden u-arvot eri aikakausina. A-Insinöörit. 2012 [viitattu

23.4.2015]. Saatavissa:

http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari2/images/stories/File/Ajankohtaista_Tilaisuudet/JSY_vuosikokousseminaari08052012/Linne.pdf

Salminen, S. Avainasiakaspäällikkö. Mora Mattsson Oy.

Sähköpostikeskustelu 09.04.2015.

Sisäilmastoluokitus. Sisäilmayhdistys. 2008 [viitattu 10.3.2015].

Saatavissa: <http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>

Sisälämpötila. Motiva Oy. 2014 [viitattu 28.4.2015]. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lammonsaaasto/sisalampotila

Ikkunoiden kehitys Suomessa. Skaala Oy. 2009 [viitattu 12.5.2015].
 Saatavissa:
http://www.asuntotieto.com/20000i_RAKENNUS_JA_REMONTTITieto/0_TV-talo%202009/seminaari%2028-3-09/Skaala_Jaskari.pdf

Suomen kasvihuonekaasupäästöt 1990–2012. Tilastokeskus. 2014
 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa:
http://www.tilastokeskus.fi/tup/khkinv/suominir_2014.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma D1. Ympäristöministeriö. 2007
 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Ympäristöministeriö. 2011
 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3. Ympäristöministeriö. 2011
 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. Ympäristöministeriö. 2013
 [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa:
www.ymparisto.fi/download/noname%2F%257B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%257D%2F40468&ei=eIYmVbGLDomMsAG4joSYAQ&usg=AFQjCNFmxXepmYJ-cnxP_pYVLvXDY8w1fw&bvm=bv.90237346,d.bGg

Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus
 [verkkojulkaisu].

ISSN=1799-795X. 4. vuosineljännes 2013, Liitekuvio 16. Energian

kokonaiskulutus ja loppukäyttö 1970–2013* . Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 14.2.2015]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/ehk/2013/04/ehk_2013_04_2014-03-24_kuv_016_fi.html

Suomen virallinen tilasto (SVT): Kasvihuonekaasut [verkkajulkaisu]. ISSN=1797-6049. 2012, Liitekuvio 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain vuonna 2012 . Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 14.2.2015]. Saatavissa: http://www.tilastokeskus.fi/til/khki/2012/khki_2012_2014-04-15_kuv_002_fi.html

Sähkön keskihinta kotitalouksille Suomessa 2013. Eurostat. 2014 [viitattu 16.2.2015]. Saatavissa: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_and_natural_gas_price_statistics

Miettinen, T. Myyntipäällikkö. Ouman Oy. Haastattelu 10.12.2014.

Hissien energiankulutus. VAETS. 2010 [viitattu 13.5.2015]. Liite 4

Wc-istuimen huuhtelumekanismien uusiminen. Energo Oy. 2015 [viitattu 28.4.2015]. Saatavissa: <http://www.energo.fi/vetovahti/>

Veden hinta. Lahti Aqua Oy. 2012 & 2015 [viitattu 8.5.2015]. Saatavissa: <http://www.lahtiaqua.fi/vuosikertomus/2012/> & <http://www.lahtiaqua.fi/Asiakaspalvelu/Lahti/Asiakkaalle/Hinnastot%20sek%C3%A4%20sopimus-%20ja%20toimitusehdot>

Veden keskihinta Suomessa 2013. Vesi ja viemärlaitosyhdistys. 2014 [viitattu 16.2.2015]. Saatavissa: <http://www.vercon.fi/fi/tietoa-vedenkulutuksesta/veden-hinta/>

Vedenkulutus. Motiva Oy. 2015 [viitattu 14.4.2015]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus

Vedenkulutus. Vercon Oy. 2015 [viitattu 28.4.2015]. Saatavissa: <http://www.vercon.fi/fi/tietoa-vedenkulutuksesta/energiansaasto/>

Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistosta annetun asetuksen muuttamisesta. Finlex. 2010 [viitattu 20.4.2015]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/36380-D1_2010.pdf

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/2013. Ympäristöministeriö.2013 [viitattu 14.2.2015]. Saatavissa: <http://www.ymp.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396>

LIITTEET

LIITE 1. Oppilastalo Oy:n energian- ja vedenkulutukset
kustannuspaikoittain vuosilta 2010 – 2014

LIITE 2. Ravintola Cassellin kulutuslukemat vuosilta 2011 – 2014

LIITE 3. Oppilastalo Oy:n asukasmäärät 2004 – 2014

LIITE 4. VAETS, Hissien energiankulutus

LIITE 5. Laskutus pohja Oppilastalot 2015

LIITE 6. Sääolosuhteiden säästöjen laskentatapa ja nettonykyarvo-
menetelmä

LIITE 7. Hissien tiedot

LIITE 8. Asuntojen tiedot

LIITE 1/1. Kulutuslukemat Ankkuri 2010

ANKKURI	Rak. tilavuus			Mittakerroin:			Lämpöverailu													
	18810 l-m ³	1	1	Sähkölukema / kWh	Sähköl. kWh	Sähkön omin. kul./ kWh-l-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesil. m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./ lhlö/vrk	Sn	S-maailu 2002	Q _{kok} 2002	Q _{romiahtu} 2002	Sähköl. 2002	Vesi 2002	S-maailu 2003	Q _{kok} 2003	Q _{romiahtu} 2003	
Tammikuu	31	9889.98	147.56	7.84	0	34407	1.83	213.00	502.00	103	157.22									
Helmi	29	10024.09	134.11	7.13	0	38801	2.06	697.00	484.00	101	165.24									
Maaliskuu	31	10134.81	110.72	5.89	0	40233	2.14	1215.00	518.00	102	163.82									
Huhtikuu	30	10191.61	56.80	3.02	0	34012	1.81	1704.00	489.00	103	158.25									
Toukokuu	31	10221.16	29.55	1.57	0	38968	2.07	2222.00	518.00	103	162.23									
Kesäkuu	30	10236.44	15.28	0.81	0	34946	1.86	2687.00	465.00	104	149.04									
Heinäkuu	31	10247.28	10.84	0.58	0	38716	2.06	3132.00	445.00	105	136.71									
Elokuu	31	10260.81	13.53	0.72	0	38194	2.03	3648.00	516.00	103	161.60									
Syyskuu	30	10291.26	30.45	1.62	0	38013	2.02	4170.00	522.00	103	168.93									
Lokakuu	31	10360.58	69.32	3.69	0	39015	2.07	4628.00	458.00	102	144.85									
Marraskuu	30	10468.58	108.00	5.74	0	39203	2.08	5144.00	516.00	101	170.30									
Joulukuu	31	10617.53	148.95	7.92	0	41110	2.19	5663.00	419.00	101	133.82									
Yhteensä	366,00	875,11	46,52	46,52	0	455618	24,22	5852,00	102,58	156,00										
LÄMPÖ LUKEMAT																				
SAHKO LUKEMAT																				
VESILUKEMAT																				
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002																				

LIITE 1/3. Kulutuslukemat Ankkuri 2012

ANKKURI	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia Ma/Mwh	Kokonaistilutus (Qkok)/ Mwh	Ominaiskulutus kWh/m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkölukema kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/m ³	Vesilukema a/ m3	Vesi/ m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./ l/ho/vrk	Lämpövertailu								
												Lämpövertailu	Smilattu 2002	Qkok 2002	Qnormitettu 2002	Sähköt 2002	Vesi 2002	Smilattu 2003	Qkok 2003	Qnormitettu 2003
			18776,2	r-m ³	1	Mittarikerroin:														
Tammikuu	31	194,17	121,12	6,45	1061007	35477	1,89	11379,00	458,00	99	149,23									
Heinäkku	29	346,97	152,80	8,14	1101341	40334	2,15	11841,00	462,00	100	159,31									
Maaliskuu	31	436,27	89,30	4,76	1138180	36839	1,96	12254,00	413,00	100	133,23									
Huhtikuu	30	513,08	76,81	4,09	1178678	40498	2,16	12718,00	464,00	99	156,23									
Toukokuu	31	541,99	28,91	1,54	1217296	38618	2,06	13158,00	440,00	101	140,53									
Kesäkuu	30	560,51	18,52	0,99	1252223	34927	1,86	13540,00	382,00	102	124,84									
Heinäkuu	31	575,70	15,20	0,81	1293458	41235	2,20	14016,00	476,00	102	150,54									
Elokuu	31	592,55	16,85	0,90	1333265	39807	2,12	14456,00	439,00	101	140,21									
Syyskuu	30	623,84	31,29	1,67	1370335	37070	1,97	14947,00	492,00	100	164,00									
Lokakuu	31	705,47	81,63	4,35	1416041	45706	2,43	15523,00	576,00	100	185,81									
Marraskuu	30	787,43	81,96	4,36	1450827	34786	1,85	16053,00	530,00	101	174,92									
Joulukuu	31	923,09	135,66	7,22	1494464	43637	2,32	16526,00	473,00	100	152,58									
Yhteensä	366,00		850,04	45,27		488934	24,97		5605,00	100,42	152,62									
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		VESI LUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002														

LIITE 1/4. Kulutuslukemat Ankkuri 2013

ANKKURI	Vuorokausien lkm	Lämpöke- mä /Mwh	Rak. tilaus 18776,2 r-m ³	Kokonaiskul- utus (Qkok) /Mwh	Ominais- kulutus kWh/r-m ³	Mittakerroin: 1	Sähkökema / kWh	Sähkö/ kWh	Sähkön omin- kul- /r-m ³	Vesilukem- a / m ³	Vesil m ³	Asuk- lkm.	Om- kul- /hlö/vk	Lämpövertailu		Q _{kok} 2002	Q _{normoitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S määrä 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normoitu} 2003		
														Lämpövertailu 1971-2000 2013	Smiatuu 2013									
Tammikuu	31	1050,53	127,44	6,79	1533060	38596	2,06	17052,00	526,00	101	168,00	737	730											
Helmikuu	29	1150,60	100,07	5,33	1568857	35797	1,91	17508,00	456,00	101	155,68	666	564											
Maalisuu	31	1286,81	136,22	7,25	1611439	42582	2,27	18064,00	556,00	101	177,58	615	763											
Huhtikuu	30	1354,00	67,18	3,58	1646238	34799	1,85	18518,00	454,00	101	149,53	419	0											
Toukokuu	31	1377,34	23,35	1,24	1682768	36530	1,95	19018,00	500,00	102	158,13	172	0											
Kesäkuu	30	1390,89	13,54	0,72	1776595	33827	1,80	19432,00	414,00	102	135,29	25	0											
Heinäkuu	31	1405,76	14,87	0,79	1755902	39307	2,09	19886,00	454,00	102	143,58	6	0											
Elokuu	31	1423,77	18,01	0,96	1798741	42839	2,28	20417,00	531,00	102	167,93	36	0											
Syyskuu	30	1456,65	32,88	1,75	1833306	34565	1,84	20893,00	476,00	102	155,56	215	0											
Lokakuu	31	1525,07	68,41	3,64	1873469	40163	2,14	21427,00	534,00	102	168,88	394	0											
Marraskuu	30	1603,32	78,26	4,17	1912952	39483	2,10	21966,00	539,00	103	174,43	533	0											
Joulukuu	31	1702,99	99,67	5,31	1954336	41384	2,20	22438,00	472,00	102	149,27	674	0											
Yhteensä		366,00	779,91	41,54	459872	24,49		5912,00	101,75	158,68	4512	2057	0								0	0,00	0,00	
LÄMPÖ LUKEMAT																								
SÄHKÖ LUKEMAT																								
VESI LUKEMAT																								
LÄMMITYSTARVE LUKUJA 2001-2002																								

LIITE 1/5. Kulutuslukemat Ankkuri 2014

ANKKURI	Vuorokau sien lkm	Lämpöläke ma /Mwh	Kokonaistul utus (Q/kokk)/ Mwh	Omnaisk ulutus kWh/m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl/ kWh	Sähkön omn. kul./- m ³	Vesilukema al m ³	Vesi/ m ³	Asuk lkm.	Om. kul./ l/höwvk	Lämpövertailu		Sähköl 2002	Vesi 2002	S 2003	Q 2003	Q 2003	
												lkm/1971-2000	S 2013						
Tammikuu	31	1853,83	151,39	8,06	1996791	42349	2,26	22919,00	481,00	101	153,63	737	730						
Helmikuu	29	1956,74	102,91	5,48	2035591	38800	2,07	23363,00	444,00	101	151,59	686	564						
Maaliskuu	31	2054,74	98,01	5,22	2077277	41636	2,22	23847,00	484,00	100	156,13	615	763						
Huhtikuu	30	2119,44	64,70	3,45	2116076	38849	2,07	24332,00	485,00	102	158,50	419	0						
Toukokuu	31	2160,93	41,49	2,21	2156282	40206	2,14	24882,00	550,00	102	173,94	172	0						
Kesäkuu	30	2183,63	22,70	1,21	2191370	35088	1,87	25238,00	356,00	102	116,34	25	0						
Heinäkuu	31	2196,45	12,82	0,68	2230958	39588	2,11	25689,00	351,00	102	111,01	6	0						
Elokuu	31	2212,84	16,39	0,87	2271322	40364	2,15	25998,00	399,00	104	123,76	36	0						
Syyskuu	30	2246,98	34,14	1,82	2310812	39490	2,10	26499,00	511,00	107	159,19	215	0						
Lokakuu	31	2328,25	81,27	4,33	2353038	42226	2,25	26964,00	465,00	107	140,19	394	0						
Marraskuu	30	2425,46	97,20	5,18	2392896	39858	2,12	27446,00	482,00	107	150,16	533	0						
Joulukuu	31	2535,98	110,52	5,89	2428843	35947	1,91	23363,00	454,00	109	134,36	674	0						
Yhteensä	366,00		833,54	44,39		474401	25,27		5462,00	103,687	144,06	4512	2057					0	0,00
LÄMPÖLUKEMAT											474,40								
SÄHKÖLUKEMAT																			
VESILUKEMAT																			
LÄMMITYSTARVELUKUMA 2001-2002																			

LIITE 1/6. Asemantaustan kulutuslukemat 2010

ASEMANTAUSTA		Rak. tilavuus 9940 l-m ³	Mittankerroin: 1	Lämpövertailu																
Vuorokausi sien lkm	Lämpö- ma /Mwh	Kokonaiskul- utus (Qkok)/ Mwh	Omnaisk- ulutus kWh/l-m ³	Sähkökulu- kema / kWh	Sähkö/ kWh	Sähkön omn. kul./ kWh/l-m ³	Vesilukem a/ m3	Vesi/ m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./ l/hövrk	Lämmitystarve- luku	S _{ml} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{norm} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{ml} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{norm} 2003	
Tammikuu	31	564,37	67,06	6,75	49891	13740	1,38	35573	320,00	112	92,17									
Helmikuu	29	644,93	80,56	8,10	65224	15333	1,54	136	354,00	109	111,99									
Maalisuu	31	704,77	59,84	6,02	79050	13826	1,39	472	336,00	112	96,77									
Huhtikuu	30	750,84	46,07	4,63	93223	14173	1,43	856	384,00	110	116,36									
Toukokuu	31	774,74	23,90	2,40	104192	10969	1,10	1172	316,00	105	97,08									
Kesäkuu	30	792,38	17,64	1,77	114610	10418	1,05	1477	305,00	97	104,81									
Heinäkuu	31	805,92	13,54	1,36	125059	10449	1,05	1800	323,00	95	109,68									
Elokuu	31	821,28	15,37	1,55	136180	11121	1,12	2102	302,00	114	85,46									
Syyskuu	30	847,93	26,65	2,68	148723	12543	1,26	2467	365,00	115	105,80									
Lokakuu	31	892,25	44,32	4,46	162214	13491	1,36	2797	330,00	115	92,57									
Marraskuu	30	470,67	61,61	6,20	178442	16228	1,63	3175	378,00	115	109,57									
Joulukuu	31	0,0	81,37	8,19	193668	15226	1,53	3511	336,00	109	99,44									
Yhteensä	366,00		537,92	54,12		157517	15,85		4099,00		101,81									
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VE SİL UKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002														

LIITE 1/7. Asemantaustan kulutuslukemat 2011

ASEMANTAUSTA		Rak. tilaus	9/97,79 r-m ³	Mittakerron:	1	Lämpövertailu		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002											
Vuorokausien lkm	Lämpökuutus ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/Mwh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkö kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m3	Vesi m ³ lkm.	Auuk. lkm.	Om. kul./ l/ih/vrk	Sn	Smalattu 2002	Qkok 2002	Qnimitattu 2002	Sähkio 2002	Vesio 2002	Smalattu 2003	Qkok 2003	Qnimitattu 2003
Tammikuu	31	105,84	70,61	209245	15577	1,59	3854	343,00	114	97,06									
Heinäkku	29	180,45	74,60	224074	14829	1,51	4210	356,00	113	108,64									
Maaliskuu	31	242,07	61,62	239785	15711	1,60	4610	400,00	115	112,20									
Huhtikuu	30	281,64	39,57	249995	10210	1,04	5000	390,00	114	114,04									
Toukokuu	31	308,47	26,83	267022	17027	1,74	5397	397,00	117	109,46									
Kesäkuu	30	324,59	16,12	277605	10583	1,08	5724	327,00	112	97,32									
Heinäkuu	31	344,05	19,46	289934	12329	1,26	6086	362,00	112	104,26									
Elokuu	31	354,93	10,88	300592	10658	1,09	6396	310,00	119	84,03									
Syyskuu	30	380,01	25,08	313928	13336	1,36	6812	416,00	120	115,56									
Lokakuu	31	422,24	42,23	328180	14252	1,45	7218	406,00	118	110,99									
Marraskuu	30	13,58	50,24	343706	15526	1,58	7642	424,00	120	117,78									
Joulukuu	31	66,9	53,29	359357	15651	1,60	8026	384,00	121	102,37									
Yhteensä	366,00	490,53	50,07	165689	16,91	4515,00	106,14												
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VESI LUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002													

LIITE 1/11. Asikkalan kulutuslukemat vuonna 2010

ASIKKALA	Rak. tilavuus			Mittankerroin:		Lämpövertailu													
	1720 r-m ³	1	1	Sähkölukema / kWh	Sähköl/kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukem a/ m ³	Vesi/ m ³ Asuk. lkm.	Om. kul./ lhtö/yrk	Sn	S _{mlattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{normattu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mlattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normattu} 2003	
Vuorokausi sien lkm	Lämpölukema MWh	Kokonaistulutus (Q _{kok}) MWh	Omitraistulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl/kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukem a/ m ³	Vesi/ m ³ Asuk. lkm.	Om. kul./ lhtö/yrk	Sn	S _{mlattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{normattu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mlattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normattu} 2003	
Tammikuu	31	901,88	17,25	10,03	0	2340	1,36	5142	25,00	13	62,03								
Heinäkkuu	29	918,24	16,36	9,51	1803	2083	1,21	5171	29,00	13	76,92								
Maalisakuu	31	930,43	12,19	7,09	3828	2025	1,18	5201	30,00	13	74,44								
Huhtikuu	30	940,49	10,06	5,85	5737	1909	1,11	5235	34,00	14	80,95								
Toukokuu	31	946,67	6,18	3,59	7709	1972	1,15	5272	37,00	13	91,81								
Kesäkuu	30	950,55	3,88	2,25	9158	1449	0,84	5299	27,00	10	90,00								
Heinäkuu	31	953,63	3,08	1,79	10763	1605	0,93	5332	33,00	9	118,28								
Elokuu	31	956,95	3,32	1,93	12594	1831	1,06	5373	41,00	13	101,74								
Syyskuu	30	962,82	5,87	3,41	14624	2030	1,18	5413	40,00	14	95,24								
Lokakuu	31	972,81	9,98	5,80	16932	2308	1,34	5455	42,00	14	96,77								
Marraskuu	30	984,71	11,90	6,92	19562	2630	1,53	5498	43,00	14	102,38								
Joulukuu	31	1003,03	18,32	10,65	22181	2619	1,52	5538	40,00	14	92,17								
Yhteensä	366,00	118,40	68,84	0	24801	14,42	421,00	90,23											
LÄMPÖLUKEMAT																			
SÄHKÖLUKEMAT																			
VESELUKEMAT																			
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002																			

LIITE 1/12. Asikkalan kulutuslukemat vuonna 2011

ASIKKALA	Vuorokausien lkm	Lämpölukema ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/ Mwh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m3	Vesi lkm.	Om. kul./ l/hö/vrk	Lämpövertailu									
										Mittakerroin: 1	1724,1 r-m ³	1	1	Lämpövertailu	S _{ml} 2002	Q _{norm} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{ml} 2003
Tammikuu	31	1019,07	16,04	9,30	25062	2881	1,67	5682	44,00	14	101,38								
Heinäk.	29	1035,91	16,84	9,77	27595	2533	1,47	5629	47,00	14	115,76								
Maaliskuu	31	1048,95	13,04	7,57	30156	2561	1,49	5678	49,00	15	105,38								
Huhtikuu	30	1057,66	8,70	5,05	32139	1983	1,15	5715	37,00	12	102,78								
Toukokuu	31	1064,09	6,43	3,73	34239	2100	1,22	5762	47,00	12	126,34								
Kesäkuu	30	1068,18	4,09	2,37	36380	2141	1,24	5822	60,00	11	181,82								
Heinäk.	31	1071,59	3,41	1,98	38695	2315	1,34	5892	70,00	10	225,81								
Elokuu	31	1073,35	1,76	1,02	41241	2546	1,48	5956	64,00	14	147,47								
Syyskuu	30	1080,54	7,19	4,17	43566	2120	1,23	6009	53,00	13	135,90								
Lokakuu	31	1088,46	7,92	4,59	45486	2201	1,23	6057	48,00	12	129,03								
Marraskuu	30	1097,69	9,22	5,35	47787	2301	1,33	6109	62,00	13	133,33								
Joulukuu	31	1109,69	12,01	6,96	50189	2402	1,39	6159	49,66	0	0,00								
Yhteensä	366,00		106,66	61,86		28008	16,24		620,66	125,42									
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VESI LUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002													

LIITE 1/14. Asikkalan kulutuslukemat vuonna 2013

ASIKKALA	Vuorokausien lkm	Lämpölukema ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok) /Mwh	Ominaiskulutus (Qom) /kWh/m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön om. kul. / kWh/m ³	Vesilukema / m ³	Asuk. lkm.	Om. kul. / Ih/vrk	Lämpövertailu Lämpöstarveluku V. 1971-2000	Sähköluku 2013	Qkok 2002	Qom 2002	Sähköluku 2002	Vesiluku 2002	S mluku 2003	Qkok 2003	Qom 2003
Tammikuu	31	26,33	14,36	8,33	82938	2769	1,61	6881	56,00	12	150,54	737	730					
Helmi	29	40,95	14,62	8,48	85304	2366	1,37	6938	57,00	11	178,68	686	564					
Maalis	31	57,95	17,00	9,86	87700	2396	1,39	7005	67,00	12	180,11	615	763					
Huhti	30	67,53	9,58	5,56	89650	1950	1,13	7053	48,00	13	123,08	419	0					
Touko	31	73,52	5,99	3,48	91586	1936	1,12	7108	55,00	13	136,48	172	0					
Kesä	30	77,24	3,73	2,16	93122	1536	0,89	7149	41,00	11	124,24	25	0					
Heinä	31	81,40	4,16	2,41	94966	1844	1,07	7194	45,00	12	120,97	6	0					
Elo	31	85,14	3,74	2,17	96801	1835	1,06	7240	46,00	13	114,14	36	0					
Syys	30	91,22	6,08	3,53	98963	2162	1,25	7295	55,00	13	141,03	215	0					
Lokaku	31	100,19	8,97	5,20	101001	2038	1,18	7344	49,00	13	121,59	394	0					
Marrasku	30	112,23	12,03	6,98	103439	2438	1,41	7399	55,00	13	141,03	533	0					
Joulukuu	31	123,01	10,79	6,26	105149	1710	0,99	7429	30,00	13	74,44	674	0					
Yhteensä	366,00		111,04	64,40		24980	14,49		604,00		133,86	4512	2057			0	0,00	0,00
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		VESILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002												

LIITE 1/15. Asikkalan kulutuslukemat vuonna 2014

ASIKKALA		Rak. tilaus		Mittikerroin:					Lämpövertailu										
		1724,1 l-r-m ³		1															
Vuorokausien lkm	Lämpölukema / Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok) / Mwh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl / kWh	Sähkön omin. kul. kWh/r-m ³	Vesilukema al / m ³	Vesi / m ³	Asuk. lkm.	Om. kul. / l/hlö/vrk	Lämpövertailu Lämmitystarveluku Vik 197-2000 Smlaitu 2013	Qkok 2002	Qomietu 2002	Sähk 2002	Vesi 2002	Smlaitu 2003	Qkok 2003	Qomietu 2003	
Tammikuu	31	139,47	16,46	9,55	107505	2356	1,37	7481	52,00	13	129,03	737	730						
Heinäkku	29	151,44	11,97	6,94	109677	2172	1,26	7530	49,00	12	140,80	686	564						
Maaliskuu	31	163,67	12,43	7,21	112076	2399	1,39	7585	56,00	12	147,85	615	763						
Huhtikuu	30	172,95	9,08	5,27	114209	2133	1,24	7642	57,00	14	135,71	419	0						
Toukokuu	31	180,56	7,61	4,41	116119	1910	1,11	7688	46,00	11	134,90	172	0						
Kesäkuu	30	184,42	3,85	2,24	117301	1182	0,69	7720	32,00	8	133,33	25	0						
Heinäkuu	31	188,88	4,47	2,59	119455	2154	1,25	7781	61,00	14	140,55	6	0						
Elokuu	31	193,24	4,35	2,52	121902	2447	1,42	7858	77,00	14	177,42	36	0						
Syyskuu	30	199,06	5,82	3,38	124030	2128	1,23	7928	70,00	13	179,49	215	0						
Lokakuu	31	209,35	10,29	5,97	126516	2486	1,44	8004	76,00	14	175,12	394	0						
Marraskuu	30	220,70	11,35	6,58	128481	1965	1,14	8063	59,00	14	140,48	533	0						
Joulukuu	31	232,93	12,24	7,10	131596	3115	1,81	8126	63,00	15	135,48	674	0						
Yhteensä	366,00	109,92	63,76	26,447	26,447	15,34	697,00	13	147,51	4512	2057	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00		
LÄMPÖ LUKEMAT				SÄHKÖ LUKEMAT				VESILUKEMAT				LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002							

LIITE 1/16. Fellmannin kulutuslukemat vuonna 2010

FELLMANNI	Vuorokausien lkm	Lampolukema /Mwh	Kokonaiskulutus (Otoky) /Mwh	Omnaiskulutus /Mwh	Sähkölukema / kWh	Sähkön kWh / kwh/r-m ³	Sähkön omnia / kwh / kwh/r-m ³	Vesilukema / m ³	Vesinormi / m ³ / lkm	Asukaslkm	Omnaiskulutus / lkm	Lämpövertailu																	
												Lämmitystarveluku 2002	Otoky 2002	Omnaisluku 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S-miatu 2003	Otoky 2003	Omnaisluku 2003										
Tammikuu	31	2951	62,77	6,84	39256	10895	1,19	2594	306,00	80	123,39																		
Helmi	29	3008	56,88	6,20	50261	11005	1,20	2920	326,00	80	140,52																		
Maalis	31	3063	55,67	6,07	62488	12227	1,33	3295	375,00	80	151,21																		
Huhtik	30	3099	35,42	3,86	72189	9701	1,06	3622	327,00	80	136,25																		
Toukok	31	3123	24,54	2,67	81606	9417	1,03	3946	324,00	80	130,55																		
Kesäku	30	3139	15,30	1,67	89151	7545	0,82	4177	231,00	75	102,67																		
Heinäk	31	3150	11,77	1,28	96604	7453	0,81	4402	225,00	72	100,81																		
Eloku	31	3166	15,59	1,70	105281	8677	0,95	4678	276,00	81	109,92																		
Syysku	30	3189	22,64	2,47	114506	9225	1,01	4998	320,00	80	133,33																		
Lokaku	31	3224	34,89	3,80	123356	8850	0,96	5272	274,00	80	110,48																		
Marrask	30	3276	52,23	5,69	134358	11002	1,20	5619	347,00	79	146,41																		
Jouluku	31	3336	60,01	6,54	143532	9174	1,00	5869	250,00	80	100,81																		
Yhteensä	366,00		447,71	48,80		115171	12,55		3581,00	78,92	123,87																		
LÄMPÖ LUKEMAT												SAHKO LUKEMAT						VESI LUKEMAT						LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002					

LIITE 1/17. Fellmannin kulutuslukemat vuonna 2011

FELLMANNI	Vuorokausi sien lkm	Lämpölukema Ma /Mwh	Kotonaistalutus (Qkoky) /Mwh	Ominaiskulutus /kWh/m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön ominn. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesi/ m ³ /Asuk. lkm.	Om. kul./ l/hövrk	Lämpövertailu									
										Lämmitystarveluku	S _{mittattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{oimittu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mittattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{oimittu} 2003	
Tammikuu	31	3393	57,58	6,27	155075	11543	1,26	6196	327,00	78	135,24								
Heinäkkuu	29	3454	60,47	6,59	165183	10108	1,10	6506	310,00	76	140,65								
Maaliskuu	31	3503	49,62	5,41	176741	11558	1,26	6827	321,00	78	132,75								
Huhtikuu	30	3536	32,09	3,50	185519	8778	0,96	7136	309,00	78	132,05								
Toukokuu	31	3560	24,85	2,71	194535	9016	0,98	7496	360,00	77	150,82								
Kesäkuu	30	3575	14,98	1,63	202139	7604	0,83	7767	271,00	77	117,32								
Heinäkkuu	31	3589	13,92	1,52	210422	8283	0,90	8080	313,00	75	134,62								
Elokuu	31	3604	14,20	1,55	218108	7686	0,84	8313	233,00	76	98,90								
Syyskuu	30	3626	22,04	2,40	227223	9115	0,99	8692	379,00	79	159,92								
Lokakuu	31	3659	33,82	3,68	236575	9352	1,02	9043	351,00	80	141,53								
Marraskuu	30	3697	37,70	4,11	246814	10239	1,12	9411	368,00	78	157,26								
Joulukuu	31	41,53	4,52	4,52	256165	9351	1,02	9713	302,00	79	123,32								
Yhteensä	366,00		402,80	43,88		112633	12,27	3844,00	77,58	135,36									
LÄMPÖ LUKEMAT										SAHKO LUKEMAT									
VE SILUKEMAT										LÄMMITYSTARVELUKUUA 2001-2002									

Rak. tilavuus
9179,91 r-m³

Mittankerroin:
1

LIITE 1/19. Fellmannin kulutuslukemat vuonna 2013

FELLMANNI		Rak. tilavus 9179,91 r-m ³		Mittikerroin: 1		Lämpövertailu									
Vuorokausien lkm	Lämpölukema Ma/Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/Mwh	Ominaiskulutus (Qom)/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesikulutus lkm	Om. kul./ l/hövrk	Vk 1971-2000	S _{miattu} 2013	Q _{kok} 2002	Q _{oimietu} 2002	S _{miattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{oimietu} 2003
31	464	57,46	6,26	376720	1,15	13952	335,00	78	138,54	737	730				
29	570	49,03	5,34	386255	1,04	14290	338,00	78	149,43	686	564				
31	631	60,64	6,61	396816	1,15	14664	374,00	77	156,68	615	763				
30	672	40,71	4,44	408861	0,99	15029	365,00	76	160,09	419	0				
31	692	20,06	2,18	414119	0,90	15369	340,00	75	146,24	172	0				
30	705	13,48	1,47	420953	0,74	15642	273,00	70	130,00	25	0				
31	721	15,88	1,73	429396	0,92	15971	329,00	79	134,34	6	0				
31	737	15,61	1,70	437394	0,87	16298	327,00	79	133,52	36	0				
30	762	25,67	2,80	446884	1,03	16690	392,00	80	163,33	215	0				
31	800	37,67	4,10	456460	1,04	17064	374,00	79	152,72	394	0				
30	846	45,82	4,99	466941	1,14	17480	416,00	79	175,53	533	0				
31	890	44,47	4,84	475765	0,96	17807	327,00	78	135,24	674	0				
Yhteensä	366,00	426,50	46,46	109635	11,94	4190,00	77,33	147,97	4512	2057			0	0,00	0,00
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VE SILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELLUKUNNAN 2001-2002									

LIITE 1/20. Fellmannin kulutuslukemat vuonna 2014

FELLMANNI		Rak. tilaus	Mittikerroin:		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu						
		9179,91 r-m ³	1														
Vuorokausien lkm	Lämpökuorma /Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/Mwh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema al m ³	Vesilukema m ³ / lkm	Ominaiskulutus / lkm/vrk	Lämpövertailu Vik 197-2000 Smilattu 2013	Qkok 2002	Qnormattu 2002	Sähkölukema 2002	Vesilukema 2002	Smilattu 2003	Qkok 2003	Qnormattu 2003	
Tammikuu	31	963	63,10	486332	1,16	18155	348,00	140,32	737	730							
Helmikuu	29	1000	46,11	496868	1,15	18487	332,00	141,34	686	564							
Maaliskuu	31	1047	47,59	508148	1,23	18877	390,00	155,32	615	763							
Huhtikuu	30	1084	36,66	518087	1,08	19248	371,00	152,67	419	0							
Toukokuu	31	1112	28,47	527691	1,05	19667	419,00	168,95	172	0							
Kesäkuu	30	1133	20,46	536155	0,92	19971	304,00	131,60	25	0							
Heinäkuu	31	1147	14,40	544303	0,89	20277	306,00	128,19	6	0							
Elokuu	31	1165	17,44	552773	0,92	20606	329,00	134,34	36	0							
Syyskuu	30	1188	23,55	561438	0,94	21076	470,00	195,83	215	0							
Lokakuu	31	1226	37,88	570409	0,98	21383	307,00	123,79	394	0							
Marraskuu	30	1270	44,47	580339	1,08	21725	342,00	146,15	533	0							
Joulukuu	31	1321	50,33	589707	1,02	22076	351,00	148,98	674	0							
Yhteensä	366,00	430,46	46,89	114002	1,02	17807	4269,00	79,17	147,29	4512	2057	0	0,00	0	0,00	0,00	
				LÄMPÖ LUKEMAT	114,00			VESILUKEMAT			LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002						

LIITE 1/22. Kisakylän kulutuslukemat vuonna 2011

KISAKYLÄ		Rak. tilaus	10902.93 r-m ³	Mittakeron:	1	Lämpövertailu												
Vuorokausien lkm	Lämpölukema Ma	Kokonaiskulutus (Q _{kok}) Mwh	Ominaiskulutus (Q _{om}) kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema m ³	Vesi/Asuk. lkm.	Om. kul./l/hö/vrk	S _N	S _{mittattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{om} mittattu 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mittattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{om} mittattu 2003	
Tammikuu	31	79	75,96	6,97	192622	14501	1,33	10803	510,00	112	146,89							
Helmikuu	29	159	79,99	7,34	206698	14076	1,29	11311	508,00	114	153,66							
Maaliskuu	31	227	67,29	6,17	220479	13781	1,26	11825	514,00	104	159,43							
Huhtikuu	30	268	41,46	3,80	232096	11617	1,07	12267	442,00	98	150,34							
Toukokuu	31	289	20,53	1,88	240398	8302	0,76	12535	268,00	50	172,90							
Kesäkuu	30	300	11,75	1,08	249166	8768	0,80	12679	144,00	44	109,09							
Heinäkuu	31	311	10,29	0,94	256268	7102	0,65	12857	178,00	43	133,53							
Elokuu	31	7	14,02	1,29	263423	7156	0,66	13039	182,00	100	58,71							
Syyskuu	30	28	21,52	1,97	273662	10239	0,94	13367	318,00	102	103,92							
Lokakuu	31	64	35,20	3,23	284856	11194	1,03	13654	297,00	102	93,93							
Marraskuu	30	106	41,92	3,84	297551	12695	1,16	13977	323,00	103	104,53							
Joulukuu	31	154	48,10	4,41	308865	11314	1,04	14227	280,00	103	78,30							
Yhteensä	366,00		468,04	42,93		130744	11,99		3934,00		122,10							
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		VESELUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002												

LIITE 1/23. Kisakylän kulutuslukemat vuonna 2012

KISAKYLÄ		Rak. tilaus	10902.93 r-m ³	Mittikerroin:	1	Lämpövertailu		S _{mitattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{normoitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mitattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normoitu} 2003			
Vuorokausi	Lämpöteke ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Q _{kok}) /Mwh	Ominaiskulutus / kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl / kWh	Sähkön omn. kul. / kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesil / m ³	Asuk. lkm.	Om. kul. / l/hö/vk	S _{mitattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{normoitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mitattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normoitu} 2003
Tammikuu	31	221	67.58	322158	13293	1.22	14535	308.00	103	96.46								
Helmikuu	29	292	70.95	335056	12898	1.18	14857	322.00	103	107.80								
Maaliskuu	31	341	48.35	346370	11314	1.04	15175	318.00	101	101.56								
Huhtikuu	30	385	44.52	357982	11612	1.07	15517	342.00	99	115.15								
Toukokuu	31	410	24.81	368111	10129	0.93	15821	304.00	99	99.06								
Kesäkuu	30	424	13.92	374356	6245	0.57	15995	174.00	81	71.60								
Heinäkuu	31	440	15.90	383820	9464	0.87	16274	279.00	87	103.45								
Elokuu	31	456	16.12	392635	8815	0.81	16528	254.00	103	79.55								
Syyskuu	30	479	23.19	403093	10458	0.96	16861	333.00	103	107.77								
Lokakuu	31	521	41.65	415249	12156	1.11	17216	355.00	104	110.11								
Marraskuu	30	568	47.79	427920	12671	1.16	17578	362.00	102	118.30								
Joulukuu	31	642	74.05	440068	12148	1.11	17888	310.00	104	96.15								
Yhteensä	366,00	488,83	44,83	440068	131203	12,03	3661,00	3661,00	100,58									
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		VESILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002												

LIITE 1/24. Kisakylän kulutuslukemat vuonna 2013

KISAKYLÄ	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia /Mwh	Rak. tilaus		Ominaiskulutus kWh/l-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkölkm kWh	Sähkön ominkul./ kWh-l-m ³	Vesilukema al/ m ³	Vesilukema / m ³	Asuk.lkm	Om.kul./ lhl/vk	Lämpövertailu		Sähkö 2002	Vesi 2002	Smlattu 2003	Qkok 2003	Qomniettu 2003	
			10902,93 l-m ³	10902,93 l-m ³									17888	Lämpövertailu						
		642				440068	1													
Tammikuu	31	708	65,21	5,98	452347	12279	1,13	18176	288,00	104	89,33	737	730							
Helmi	29	761	53,55	4,91	463441	11094	1,02	18475	299,00	104	99,14	686	564							
Maalis	31	825	63,64	5,84	476328	11887	1,09	18807	332,00	102	105,00	615	763							
Huhtik	30	869	44,27	4,06	486224	10896	1,00	19113	306,00	102	100,00	419	0							
Toukok	31	890	20,67	1,90	495452	9228	0,85	19384	271,00	105	83,26	172	0							
Kesäku	30	903	13,53	1,24	502738	7286	0,67	19595	211,00	94	74,82	25	0							
Heinäku	31	920	16,80	1,54	512169	9431	0,86	19883	288,00	95	97,79	6	0							
Elokuu	31	936	15,75	1,44	520989	8820	0,81	20151	268,00	110	78,59	36	0							
Syyskuu	30	962	25,90	2,38	532916	11927	1,09	20516	365,00	111	109,61	215	0							
Lokakuu	31	1001	38,90	3,57	544601	11685	1,07	20847	331,00	112	95,33	394	0							
Marrasku	30	1051	49,95	4,58	557616	13015	1,19	21202	355,00	110	107,58	533	0							
Joulukuu	31	1103	52,84	4,85	568590	10974	1,01	21478	276,00	110	80,94	674	0							
Yhteensä	366,00	460,99	42,28	4,28	128522	11,79	11,79	3590,00	93,45	4512	2057	0	0,00	0,00						
LÄMPÖ LUKEMAT																				
SAHKO LUKEMAT																				
VESILUKEMAT																				
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002																				

LIITE 1/26. Kiveriön kulutuslukemat vuonna 2010

KIVERIÖ	Rak. tilaus		Mittikerroin:		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu		Lämpövertailu				
	13670	r-m ³	1	1	Q _{kok} 2002	Q _{normitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mittau} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normitu} 2003	Q _{kok} 2002	Q _{normitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mittau} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normitu} 2003	
Vuorokausien lkm	31	833,4	83,21	6,09	60150,0	16406	1,20	104	412,00	137	97,01								
Lämpöenergia kWh	29	917,9	84,55	6,19	78785,0	16835	1,36	560	456,00	131	120,03								
Kokonaistilutus (Q _{kok}) Mwh	31	978,6	60,73	4,44	95623,9	16839	1,23	971	411,00	127	104,39								
Omnaiskulutus kWh/m ³	30	26,0	47,35	3,46	110669,0	15045	1,10	1387	416,00	128	108,33								
Sähköenergia kWh	31	56,7	30,72	2,25	125585,0	14916	1,09	1782	395,00	130	98,01								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	30	80,7	23,97	1,75	139513,0	13928	1,02	2147	365,00	119	102,24								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	31	98,6	17,92	1,31	154514,0	15101	1,10	2557	410,00	117	113,04								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	31	118,3	19,70	1,44	167542,0	12928	0,95	2919	362,00	133	87,80								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	30	149,5	31,22	2,28	182960,0	15418	1,13	3370	451,00	134	112,19								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	31	199,4	49,90	3,55	199582,0	16622	1,22	3839	469,00	137	110,43								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	30	260,9	61,50	4,50	217769,0	18187	1,33	4329	490,00	138	118,36								
Sähkölaitteiden tilutus kWh	31	345,5	84,55	6,18	234419,0	16650	1,22	4779	450,00	138	105,19								
Yhteensä	366,00	595,32	43,55	13,95	190675	190675	13,95	5087,00	5087,00	106,42	106,42								
LÄMPÖ-LUUKEMAT																			
SÄHKÖ-LUUKEMAT																			
VESI-LUUKEMAT																			
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002																			

LIITE 1/27. Kiveriön kulutuslukemat vuonna 2011

KIVERIÖ	Rak. tilavuus			Mittikerroin:			Lämpövertailu								
	13589,68	r-m ³	1	Sähkön om. kul./kWh/r-m ³	Vesilukem. a/ m ³	Asuk. lkm.	S _N	S _{mittattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{oimittu} 2002	Sähk _ö 2002	Vesi 2002	S _{mittattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{oimittu} 2003
Vuorokausien lkm	31	422,6	77,15	5,68	252826,0	18407	1,35	5203	424,00	131	104,41				
Maaliskuu	29	501,7	79,08	5,82	286638,0	16812	1,24	5654	451,00	133	116,93				
Huhtikuu	30	600,0	36,91	2,64	301157,0	15104	1,11	6582	461,00	128	120,05				
Toukokuu	31	644,9	44,90	3,30	317168,0	16011	1,18	7072	490,00	133	118,85				
Kesäkuu	30	665,4	20,55	1,51	330383,0	13216	0,97	7443	371,00	110	112,42				
Heinäkuu	31	683,7	18,30	1,35	343761,0	13378	0,98	7874	431,00	126	110,34				
Elokuu	31	706,4	22,66	1,67	359051,0	15290	1,13	8260	386,00	103	120,89				
Syyskuu	30	8,0	29,34	2,16	375716,0	16665	1,23	8696	436,00	136	106,86				
Lokakuu	31	49,4	41,37	3,04	392324,0	16608	1,22	9107	411,00	136	97,49				
Marraskuu	30	103,6	54,16	3,99	412666,0	20342	1,50	9629	522,00	135	128,89				
Joulukuu	31	155,4	51,81	3,81	429648,0	16982	1,25	9992	363,00	129	90,77				
Yhteensä	366,00	537,58	39,56	195229	14,37	111,98									
LÄMPÖ LUKEMAT															
SAHKO LUKEMAT															
VE SILUKEMAT															
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002															

LIITE 1/28. Kiveriön kulutuslukemat vuonna 2012

KIVERIÖ	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia MWh	Kokonaiskulutus (Qkok)/MWh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkön omikul./kWh-r-m ³	Vesilukema m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./lhlb/rtk	Lämpövertailu									
										Rak. tilavuus 13589,18 r-m ³	Mittanikeroin: 1	Sn	Smittattu 2002	Qkok 2002	Qromittettu 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	Smittattu 2003	Qkok 2003
Tammikuu	31	226,1	70,74	5,21	449279,0	1,44	10394	131	98,99										
Helmi	29	304,7	78,53	5,78	468650,0	1,43	10813	132	109,46										
Maaliskuu	31	360,1	55,45	4,08	486838,0	1,26	11224	127	104,39										
Huhtikuu	30	411,4	51,32	3,78	503827,0	1,32	11664	125	117,33										
Toukokuu	31	441,4	29,99	2,21	520192,0	1,20	12060	125	102,19										
Kesäkuu	30	466,5	25,09	1,85	535599,0	1,13	12440	123	102,98										
Heinäkuu	31	490,0	23,45	1,73	553142,0	1,29	12945	118	138,05										
Elokuu	31	512,3	22,36	1,65	569469,0	1,20	13331	136	91,56										
Syyskuu	30	544,0	31,68	2,33	587373,0	1,32	13795	137	112,90										
Lokakuu	31	592,3	48,26	3,55	607388,0	1,47	14280	127	123,19										
Marraskuu	30	644,4	52,16	3,84	626724,0	1,42	14744	133	116,29										
Joulukuu	31	721,5	77,06	5,67	645681,0	1,40	15111	130	91,07										
Yhteensä	366,00	566,10	41,66	15,90	216033	1,40	5119,00	109,03											
LÄMPÖ LUKEMAT										SAHKO LUKEMAT									
VESELUKEMAT										LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002									

LIITE 1/29. Kiveriön kulutuslukemat vuonna 2013

KIVERIÖ	Vuorokausien lkm	Lampolukema Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/Mwh	Ominaiskulutus (Qkok)/kWh-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl / kWh	Sähkön omin. kul./ kWh-m ³	Vesilukema a/m ³	Vesiv / m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./hlö/vrk	Lämpövertailu		Qkok 2002	Qnormitettu 2002	Sähköl 2002	Vesi 2002	Smlaitu 2003	Qkok 2003	Qnormitettu 2003	
												Lämpövertailu	Lämpövertailu								
		721,5	13589,18	18,7	645681	1	15111														
			Rak. tilavuus			Mittanumeron:															
			13589,18	m ³		1															
Tammikuu	31	792,0	70,49	5,19	664917	19236	1,42	15528	417,00	131	102,68	737	730								
Helmikuu	29	851,6	59,63	4,39	682970	18053	1,33	15936	408,00	126	113,94	686	564								
Maaliskuu	31	919,1	67,45	4,96	701222	18252	1,34	16374	438,00	124	113,94	615	763								
Huhtikuu	30	973,3	54,26	3,99	719815	18593	1,37	16817	443,00	124	119,09	419	0								
Toukokuu	31	1002,3	29,03	2,14	736749	16934	1,25	17228	411,00	119	111,41	172	0								
Kesäkuu	30	1022,0	19,61	1,44	751727	14978	1,10	17604	376,00	112	111,90	25	0								
Heinäkuu	31	1044,5	22,57	1,66	768124	16397	1,21	18030	426,00	103	133,42	6	0								
Elokuu	31	1065,6	21,06	1,55	783642	15518	1,14	18422	392,00	134	94,37	36	0								
Syyskuu	30	1099,4	33,84	2,49	801105	17463	1,29	18928	506,00	138	122,22	215	0								
Lokakuu	31	1147,7	48,28	3,55	819331	18226	1,34	19407	479,00	138	111,97	394	0								
Marraskuu	30	1199,0	51,33	3,78	838553	19222	1,41	19898	491,00	136	120,34	533	0								
Joulukuu	31	1253,8	54,74	4,03	855237	16684	1,23	20279	381,00	132	93,11	674	0								
Yhteensä	366,00	532,28	39,17	209556	15,42	5168,00	112,18	4512	2057	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LÄMPÖ LUKEMAT																					
SAHKO LUKEMAT																					
VESILUKEMAT																					
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002																					

LIITE 1/30. Kiveriön kulutuslukemat vuonna 2014

KIVERIÖ	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia MWh	Kokonaistilutus (Oloku) MWh	Ominaiskulutus kWh/m ³	Sähköenergian / kWh	Sähkön kWh	Sähkön omin. kul. kWh/m ³	Vesilukemat m ³	Vesi m ³	Asuk. lkm.	Omin. kul. / l/asuk.	Lämpövertailu		Q _{lask} 2002	Q _{normattu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mlattu} 2003	Q _{lask} 2003	Q _{normattu} 2003	
												Lämmitystarveluku	Smilattu 2013								
		1253,8			856889			20279													
			Rak. tilaus 13589,18 r-m ³		Mittakerroin: 1																
Tammikuu	31	1332,5	78,72	5,79	876539	19670	1,45	20767	488,00	131	120,17	737	730								
Helmikuu	29	1388,9	56,39	4,15	893092	16553	1,22	21193	426,00	132	111,29	686	564								
Maaliskuu	31	1446,7	57,83	4,26	910372	17280	1,27	21683	490,00	131	120,66	615	763								
Huhtikuu	30	1491,5	44,81	3,30	926407	16035	1,18	22130	447,00	127	117,32	419	0								
Toukokuu	31	1526,2	34,63	2,55	941643	16236	1,12	22536	406,00	115	113,88	172	0								
Kesäkuu	30	1551,6	25,40	1,87	953973	12330	0,91	22852	316,00	76	138,60	25	0								
Heinäkuu	31	1575,7	24,14	1,78	969037	15064	1,11	23512	660,00	77	276,50	6	0								
Elokuu	31	1597,0	21,28	1,57	982714	13677	1,01	23868	366,00	132	87,00	36	0								
Syyskuu	30	1629,7	32,76	2,41	1000136	17422	1,28	24465	597,00	142	140,14	215	0								
Lokakuu	31	1680,3	50,59	3,72	1019209	19073	1,40	24981	516,00	142	117,22	394	0								
Marraskuu	30	1737,8	57,50	4,23	1039847	20638	1,52	25572	591,00	137	143,80	533	0								
Joulukuu	31	1801,3	63,52	4,67	1058734	18887	1,39	25988	416,00	138	97,24	674	0								
Yhteensä	366,00	547,58	547,58	40,29	207885	207885	14,85	5709,00	5709,00	123	131,98	4512	2057	0	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
		LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		201,87		VESI LUKEMAT		201,87		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002									

LIITE 1/34. Konduktöörin kulutuslukemat vuonna 2013

KONDUKTÖÖRI	Vuorokau sien lkm	Lämpö- luku /Mwh	Rak. tilavuus		Mittikerroin:		Lämpövertailu		Lämmitystarveluku 1977-2009	S mläät 2013	Q _{kok} 2002	Q _{osmittau} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S mläät 2003	Q _{kok} 2003	Q _{osmittau} 2003		
			7428,8 r-m ³	Mwh	Omnaisk ulutus kWh/r-m ³	Sähkö/Sähkö/ kWh	Sähkön omn. kul./ kWh/r-m ³	Vesiluke ma/ m ³										Vesi/ m ³	Asuk. lkm.
Tammikuu	31	503,80	18,29	2,46	284642	12247	1,65	5295	210,00	63	107,53	737	730						
Helmi	29	518,54	14,74	1,98	297029	12387	1,67	5481	186,00	63	101,81	686	564						
Maalis	31	534,39	15,85	2,13	310330	13301	1,79	5695	214,00	63	109,58	615	763						
Huhtik	30	547,08	12,70	1,71	323098	12768	1,72	5929	234,00	63	123,81	419	0						
Toukok	31	553,25	6,17	0,83	331569	8471	1,14	6113	184,00	63	94,21	172	0						
Kesäku	30	557,33	4,08	0,55	338107	6538	0,88	6268	155,00	63	82,01	25	0						
Heinäku	31	561,15	3,82	0,51	345329	7222	0,97	6416	148,00	63	75,78	6	0						
Eloku	31	565,33	4,18	0,56	352973	7644	1,03	6573	157,00	63	80,39	36	0						
Syysku	30	571,25	5,92	0,80	361346	8373	1,13	6766	193,00	64	100,52	215	0						
Lokaku	31	581,20	9,96	1,34	371493	10147	1,37	6991	225,00	64	113,41	394	0						
Marrask	30	592,90	11,70	1,57	384294	12801	1,72	7209	218,00	64	113,54	533	0						
Jouluku	31	605,77	12,87	1,73	394790	10496	1,41	7374	165,00	64	83,17	674	0						
Yhteensä		366,00	120,26	16,19		122395	16,48		2289,00		98,81	4512	2057			0		0,00	
		LÄMPÖLUKEMAT		SÄHKÖLUKEMAT		VESILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002											

LIITE 1/35. Konduktöörin kulutuslukemat vuonna 2014

KONDUKTÖÖRI	Vuorokau sien km	Lämpöök ema /Mwh	Kokonais kulutus (Q)kwh/ Mwh	Ominask ulutus kWh/r-m ³	Sähkölk Sähkö/ kWh	Sähköluk Sähkö/ kWh	Sähkön omn. kul./ kWh/r-m ³	Vesiluke mal/ m ³	Vesi/ m ³	Asuk /km	Om. kul./ lhlövrk	Lämpövertailu		Qkok 2002	Qoormittu 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S mlattu 2003	Qkok 2003	Qoormittu 2003	
												Lämpövertailu vks 1971-2000	Smlattu 2013								
		605,77			394938	1		7374													
			7428,8 r-m ³			Mittakerroin: 1															
Tammikuu	31	625,19	19,42	2,61	409770	14832	2,00	7589	215,00	63	110,09	737	730								
Helmikuu	29	638,73	13,53	1,82	421369	11599	1,56	7786	196,00	63	107,28	686	564								
Maaliskuu	31	652,03	13,30	1,79	433443	12074	1,63	8003	218,00	63	111,62	615	763								
Huhtikuu	30	662,51	10,48	1,41	443868	10425	1,40	8242	239,00	63	126,46	419	0								
Toukokuu	31	670,39	7,89	1,06	452961	9093	1,22	8424	182,00	63	93,19	172	0								
Kesäkuu	30	675,64	5,26	0,71	460535	7574	1,02	8590	166,00	63	87,83	25	0								
Heinäkuu	31	679,81	4,17	0,56	467223	6688	0,90	8739	149,00	63	76,29	6	0								
Elokuu	31	684,25	4,44	0,60	474610	7387	0,99	8920	181,00	63	92,68	36	0								
Syyskuu	30	692,33	8,08	1,09	483722	9112	1,23	9179	259,00	64	134,90	215	0								
Lokakuu	31	703,88	11,54	1,55	494735	11013	1,48	9461	282,00	64	142,14	394	0								
Marraskuu	30	717,81	13,93	1,88	506889	12154	1,64	9715	254,00	64	132,29	533	0								
Joulukuu	31	733,61	15,80	2,13	518621	11732	1,58	9930	215,00	64	108,37	674	0								
Yhteensä	366,00		127,84	17,21		123683	16,65		2556,00		110,26	4512	2057						0	0,00	0,00
LÄMPÖ LUKEMAT						SÄHKÖ LUKEMAT			123,68			VESILUKEMAT			LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002						

LIITE 1/36. Mukkulan kulutuslukemat vuonna 2010

		Rak. tilavuus 25940	$r\text{-m}^3$	Mittikerroin: 1	Lämpövertailu														
					Lämmitystasveluku														
Vuorokausien lkm	Lämpöenergia MWh	Kokonaistilutus (Qkok) MWh	Ominaiskulutus $\text{kWh}/\text{r-m}^3$	Sähkölukema / kWh	Sähkö kWh	Sähkön omin. kul./ $\text{kWh}/\text{r-m}^3$	Vesilukema m^3/m^3	Vesi m^3/lkm	Asuk./huone	Om. kul./huone	S _{mitattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{oimittu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mitattu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{oimittu} 2003	
Tammikuu	31	8487,4	180,13	6,94	103356,0	28738	1,11	458	731,00	216	109,17								
Helmikuu	29	8662,1	174,65	6,73	136118,0	32762	1,26	1356	898,00	215	144,03								
Maaliskuu	31	8797,8	135,75	5,23	164442,0	28324	1,09	2156	800,00	203	127,13								
Huhtikuu	30	8910,2	112,35	4,33	193829,0	29387	1,13	3018	862,00	210	136,83								
Toukokuu	31	8970,9	60,79	2,34	217518,0	23689	0,91	3742	724,00	210	111,21								
Kesäkuu	30	9014,3	43,31	1,67	238712,0	21194	0,82	3963	221,00	150	49,11								
Heinäkuu	31	9042,0	27,71	1,07	261257,0	22545	0,87	4758	795,00	143	179,34								
Elokuu	31	9080,1	38,16	1,47	281492,0	20235	0,78	5339	581,00	210	89,25								
Syyskuu	30	9145,4	65,30	2,52	308831,0	27339	1,06	6183	844,00	218	129,05								
Lokakuu	31	9244,9	99,45	3,83	335649,0	26818	1,03	6966	783,00	217	116,40								
Marraskuu	30	9379,2	134,37	5,18	367763,0	32114	1,24	7904	938,00	219	142,77								
Joulukuu	31	9557,9	178,60	6,89	398027,0	30264	1,17	8710	806,00	202	128,71								
Yhteensä	366,00	1250,58	48,21		323409	12,47		8983,00		121,92									
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT			VESI LUKEMAT			LÄMMITYSTARVELUKUJA 2002-2003											

LIITE 1/41. Möysän kulutukset vuonna 2010

MOYSÄ		Rak. tilaus	13043 r-m ³	Mittakerron:	1	Lämpövertailu	Lämpövertailu												
Vuorokausi sien lkm	Lämpölukema Ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/ Mwh	Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähkö/kWh	Sähkön omn. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesiv. m ³	Asuk. lkm	Om. kul./ lhlö/vkk	Sn	Smittattu 2002	Qkok 2002	Qnormoitu 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S mittattu 2003	Qkok 2003	Qnormoitu 2003
Tammikuu	31	946,43	83,26	6,38	53099	1,20	30849,00	339,00	98	111,59									
Heinäkku	29	22,89	76,46	5,86	68240	1,16	347,00	357,00	98	125,62									
Maaliskuu	31	87,61	64,72	4,86	84129	1,22	728,00	381,00	98	125,41									
Huhtikuu	30	127,77	40,17	3,08	98137	1,07	1075,00	347,00	98	118,03									
Toukokuu	31	150,90	23,12	1,77	111746	1,04	1438,00	363,00	97	120,72									
Kesäkuu	30	163,34	12,45	0,95	123197	0,88	1725,00	287,00	86	112,55									
Heinäkuu	31	172,29	8,94	0,69	134697	0,88	2022,00	297,00	95	100,85									
Elokuu	24	184,57	12,28	0,94	148019	1,02	2368,00	346,00	98	147,11									
Syyskuu	30	207,49	22,93	1,76	161904	1,06	2716,00	348,00	102	113,73									
Lokakuu	31	248,04	40,55	3,11	175675	1,06	3024,00	308,00	102	97,41									
Marraskuu	30	309,72	61,68	4,73	193370	1,36	3397,00	373,00	102	121,90									
Joulukuu	31	385,66	75,93	5,82	207661	1,10	3677,00	280,00	102	88,55									
Yhteensä	31	359,00	522,49	40,06	170156	13,05	4026,00	4026,00	115,29										
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VESI LUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002													

LIITE 1/44. Möysän kulutukset vuonna 2013

MOYSÄ	Vuorokau- sien lkm	Lämpöluke ma /Mwh	Kokonaiskul- utus (Qkok)/ Mwh	Ominaisk- ulutus kWh/l-m ³	Sähkölukum- a / kWh	Sähköl- MWh	Sähkön omin. kul/ kWh/l-m ³	Vesilukum a/ m ³	Vesi/ m ³	Asuk- lkm	Om- kul/ l/hövrk	Lämpövertailu		Q _{kok} 2002	Q _{ommitettu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S mlattu 2003	Q _{kok} 2003	Q _{ommitettu} 2003	
												Lämpövertailu Lämpöstarveluku v. 1971-2000	Smlattu 2013								
		588,78	13109,9	5,03	543289	1		10718,00													
			13109,9	5,03																	
Tammikuu	31	654,69	65,91	5,03	557829	14540	1,11	11007,00	289,00	100	93,23	737	730								
Helmikuu	29	709,09	54,40	4,15	571463	13634	1,04	11281,00	274,00	99	95,44	686	564								
Maaliskuu	31	780,40	71,31	5,44	584605	13142	1,00	11542,00	261,00	98	85,91	615	763								
Huhtikuu	30	814,41	34,01	2,59	599454	14849	1,13	11870,00	328,00	99	110,44	419	0								
Toukokuu	31	832,21	17,80	1,36	612166	12712	0,97	12151,00	281,00	98	92,50	172	0								
Kesäkuu	30	841,22	9,01	0,69	622848	10682	0,81	12366,00	215,00	98	73,13	25	0								
Heinäkuu	31	850,27	9,04	0,69	634469	11621	0,89	12596,00	230,00	98	75,71	6	0								
Elokuu	24	860,13	9,86	0,75	646082	11613	0,89	12835,00	239,00	97	102,66	36	0								
Syyskuu	30	880,46	20,34	1,55	660020	13938	1,06	13146,00	311,00	96	107,99	215	0								
Lokakuu	31	917,56	37,09	2,83	673849	13829	1,05	13412,00	266,00	96	89,38	394	0								
Marraskuu	30	969,84	42,29	3,23	687854	14005	1,07	13693,00	281,00	96	97,57	533	0								
Joulukuu	31	1008,30	48,46	3,70	700207	12353	0,94	13919,00	226,00	97	75,16	674	0								
Yhteensä	359,00		419,51	32,00		156918	11,97		3201,00		91,59	4512	2057						0	0,00	0,00
LÄMPÖ LUKEMAT		SÄHKÖ LUKEMAT		VE-SILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002															

LIITE 1/45. Möysän kulutukset vuonna 2014

MOYSA	Rak. tilaus			Mittakerroin:	Lämpövertailu			Sämiattu 2013	Q _{kok} 2002	Q _{normitettu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	Sämiattu 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normitettu} 2003
	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia /Mwh	Kokonaiskulutus (Q _{kok})/Mwh		Ominaiskulutus kWh/r-m ³	Sähkölukema / kWh	Sähköl kWh								
	1008,30	13109,8	8 r-m ³	1	701692			13919,00							
Tammikuu	31	1082,74	74,45	5,68	715875	14183	1,08	14229,00	310,00	98	102,04	737	730		
Helmi	29	1133,01	50,27	3,83	728383	12508	0,95	14487,00	258,00	98	90,78	686	564		
Maaliskuu	31	1181,94	48,92	3,73	742163	13780	1,05	14820,00	333,00	98	109,61	615	763		
Huhtikuu	30	1210,98	29,05	2,22	754614	12451	0,95	15117,00	297,00	98	101,02	419	0		
Toukokuu	31	1230,55	19,57	1,49	766569	11955	0,91	15401,00	284,00	97	94,45	172	0		
Kesäkuu	30	1241,27	10,72	0,82	777152	10583	0,81	15658,00	257,00	96	89,24	25	0		
Heinäkuu	31	1249,04	7,77	0,59	788302	11150	0,85	15893,00	235,00	96	78,97	6	0		
Elokuu	24	1257,38	8,34	0,64	799910	11608	0,89	16122,00	229,00	97	98,37	36	0		
Syyskuu	30	1273,20	15,82	1,21	812974	13064	1,00	16453,00	331,00	98	112,59	215	0		
Lokakuu	31	1306,67	33,47	2,56	826970	13996	1,07	16762,00	309,00	97	102,76	394	0		
Marraskuu	30	1350,49	43,82	3,34	841354	14384	1,10	17105,00	343,00	97	117,87	533	0		
Joulukuu	31	1401,98	51,49	3,93	854417	13063	1,00	17356,00	251,00	97	83,47	674	0		
Yhteensä	359,00	393,69	30,03	152,73	152725	11,65	3437,00	98,43	4512	2057	0	0,00	0,00	0,00	
LÄMPÖ LUKEMAT															
SÄHKÖ LUKEMAT															
VESI LUKEMAT															
LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002															

LIITE 1/46. Paavolan kulutukset vuonna 2010

PAAVOLA	Vuorokausien lkm	Lämpöenergia Ma/Mwh	Kokonaiskulutus (Qkok)/Mwh	Omnaskulutus kWh/r-m ³	Sähköenergia / kWh	Sähkö/ kWh	Sähkön omin. kul./ kWh/r-m ³	Vesilukema a/ m ³	Vesi/ m ³	Asuk. lkm.	Om. kul./ /h/vrk	Lämpövertailu							
												S _N	S _{mitattu} 2002	Q _{kok} 2002	Q _{ommitettu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mitattu} 2003	Q _{kok} 2003
Tammikuu	31	4238,56	106,27	7,61	65313	18303	1,31	38375,00	366,00	106	111,38								
Helmikuu	29	4338,81	100,25	7,18	85648	20336	1,46	219,00	277,00	104	91,84								
Maaliskuu	31	4411,12	72,31	5,18	104567	18919	1,35	613,00	394,00	106	119,90								
Huhtikuu	30	4466,87	54,75	3,92	124694	20127	1,44	1076,00	463,00	110	140,30								
Toukokuu	31	4493,67	27,81	1,99	140578	15884	1,14	1477,00	401,00	109	118,67								
Kesäkuu	30	4513,13	19,45	1,39	156201	15623	1,12	1844,00	367,00	110	111,21								
Heinäkuu	31	4527,91	14,79	1,06	177920	15719	1,13	2194,00	350,00	109	103,58								
Elokuu	31	4546,51	18,60	1,33	188286	16366	1,17	2565,00	371,00	108	110,81								
Syyskuu	30	4577,27	30,75	2,20	205345	17059	1,22	2963,00	398,00	108	122,84								
Lokakuu	31	4629,70	52,43	3,75	223100	17755	1,27	3339,00	376,00	107	113,36								
Marraskuu	30	4706,66	76,96	5,51	243678	20578	1,47	3784,00	445,00	108	137,35								
Joulukuu	31	4813,09	106,43	7,62	263212	19534	1,40	4162,00	378,00	106	115,03								
Yhteensä	366,00		680,81	48,73		216202	15,48		4586,00		116,36								
LÄMPÖ LUKEMAT		SAHKO LUKEMAT		VE SILUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUJA 2001-2002													

Rak. tilavuus 13970 r-m³

Mittankerroin: 1

LIITE 1/50. Paavolan kulutukset vuonna 2014

PAAVOLA		Rak. tilaus	Mittakeron:	Lämpövertailu		Q _{kok} 2002	Q _{normoitu} 2002	Sähkö 2002	Vesi 2002	S _{mltatu} 2003	Q _{kok} 2003	Q _{normoitu} 2003
Vuorokausien lkm	Lämpökuutus ma /Mwh	Kokonaiskulutus (Q _{kok}) /Mwh	Omniaiskulutus kWh/m ³	Sähkökuutus / kWh	Sähkölkm / kWh	Sähkön omilkm / kWh/m ³	Vesikuutus a / m ³	Vesikuutus lkm / m ³	Asuk. lkm	Om. kul. / l/hövrk	Lämmitystapenluku V _k : 1971-2000	Smltatu 2013
	1440,33	13860,65	7,21	887400	1	18186	427,00	102	135,04	737	730	
Tammikuu	1540,30	99,97	4,89	924385	17317	1,25	18982	369,00	103	123,54	686	564
Helmikuu	1608,14	67,84	4,62	942787	18402	1,33	19389	407,00	104	126,24	615	763
Maaliskuu	1715,94	43,80	3,16	959549	16762	1,21	19759	370,00	102	120,92	419	0
Huhtikuu	1748,60	32,67	2,36	976244	16695	1,20	20159	400,00	102	126,50	172	0
Toukokuu	1770,73	22,13	1,60	991729	15485	1,12	20461	302,00	102	98,69	25	0
Kesäkuu	1786,12	15,38	1,11	1007376	15647	1,13	20790	329,00	101	105,08	6	0
Heinäkuu	1803,54	17,42	1,26	1023406	16030	1,16	21114	324,00	102	102,47	36	0
Elokuu	1831,17	27,63	1,99	1039628	16222	1,17	21613	499,00	102	163,07	215	0
Syyskuu	1885,26	54,09	3,90	1057667	17939	1,29	21980	367,00	104	113,83	394	0
Lokakuu	1950,88	65,62	4,73	1076100	18533	1,34	22366	376,00	104	120,51	533	0
Marraskuu	2028,23	77,35	5,58	1094073	17973	1,30	22729	373,00	104	115,69	674	0
Joulukuu												
Yhteensä	366,00	587,90	42,41	206,67	14,91	4543,00	120,97	4512	2057	0	0,00	0,00
LÄMPÖ LUUKEMAT		SAHKO LUUKEMAT		VESI LUUKEMAT		LÄMMITYSTARVELUKUUA 2001-2002						

LIITE 3/1. Oppilastalon asukasmäärät vuonna 2010

ASUKASMÄÄRÄT KOHTEITTAIN KUUKAUSITTAIN (kuun 16. päivän tilanne)												
1.1. - 31.12.2010												
	Mukkula	Kiveriö	Asemantaus	Asikkala	Kisakylä	Fellmanni	Paavola	Ankkuri	Ascot	Möysä	Konduktöc	
tammii	216	137	112	13	125	80	106	103	103	98		
helmi	215	131	109	13	121	80	104	101	101	98		
maalis	203	127	112	13	111	80	106	102	101	98		
huhti	210	128	110	14	103	80	110	103	100	98		
touko	210	130	105	13	66	80	109	103	97	97		
kesä	150	119	97	10	53	75	110	104		85		
heinä	143	117	95	9	46	72	109	105		95		
elo	210	133	114	13	114	81	108	103		98	63	
syys	218	134	115	14	116	80	108	103		102	64	
loka	217	137	115	14	116	80	107	102		102	64	
marras	219	138	115	14	115	79	106	101		102	64	
joulu	218	139	114	14	116	80	106	101		102	64	
keskiarvo	202	131	109	13	100	79	107	103	42	98	27	

LIITE 3/2. Oppilastalon asukasmäärät vuonna 2011

ASUKASMÄÄRÄT KOHTEITTAIN KUUKAUSITTAIN (kuun 16. päivän tilanne)												
1.1. - 31.12.2011												
	Mukkula	Kiveriö	Asemantaus	Asikkala	Kisakylä	Fellmanni	Paavola	Ankkuri	Möysä	Konduktröö	yht.	
tammii	212	131	114	14	112	78	111	100	102	64	1038	
helmi	211	133	113	14	114	76	111	101	99	64	1036	
maalis	217	130	115	15	104	78	112	101	99	64	1035	
huhti	215	128	114	12	98	78	113	101	100	63	1022	
touko	213	133	117	12	50	77	111	99	99	63	974	
kesä	147	110	112	11	44	77	105	99	99	63	867	
heinä	144	126	112	10	43	75	107	99	98	63	877	
elo	216	130	119	14	101	78	112	98	99	63	1030	
syys	219	136	120	13	102	79	110	98	100	63	1040	
loka	218	136	118	12	102	80	109	98	101	63	1037	
marras	215	135	120	13	103	78	111	99	101	63	1038	
joulu	212	129	121	13	103	79	111	99	100	63	1030	
keskiarvo	203	130	116	13	90	78	110	99	100	63	1002	

LIITE 3/3. Oppilastalon asukasmäärät vuonna 2012

ASUKASMÄÄRÄT KOHTEITTAIN KUUKAUSITTAIN (kuun 16. päivän tilanne)												
1.1. - 31.12.2012												
	Mukkula	Kiveriö	Asemantaus	Asikkala	Kisakylä	Fellmanni	Paavola	Ankkuri	Möysä	Konduktöö	yht.	
tammi	215	131	121	13	103	79	112	99	101	63	1037	
helm	217	132	119	12	103	79	112	100	101	63	1038	
maal	213	127	118	12	101	77	112	100	100	63	1023	
huht	212	125	118	13	99	75	113	99	100	63	1017	
touko	211	125	119	13	99	75	109	101	101	63	1016	
kesä	144	123	105	13	81	72	110	102	92	63	905	
heinä	144	118	110	13	87	74	109	102	99	63	919	
elo	219	136	120	13	103	76	112	101	99	63	1042	
syys	223	137	116	13	103	77	112	100	98	63	1042	
loka	222	138	116	13	104	77	110	100	98	63	1041	
marras	220	133	117	13	102	77	108	101	99	63	1033	
joulu	220	130	118	13	104	77	108	100	100	63	1033	
keskiarvo	205	130	116	13	99	76	111	100	99	63	1012	

LIITE 3/4. Oppilastalon asukasmäärät vuonna 2013

ASUKASMÄÄRÄT KOHTEITTAIN KUUKAUSITTAIN (kuun 16. päivän tilanne)													
1.1. - 31.12.2013													
	Mukkula	Kiveriö	Asemantaus	Asikkala	Kisakylä	Fellmanni	Paavola	Ankkuri	Möysä	Konduktio	yht.		
tammi	225	131	115	12	104	78	107	101	100	63	1036		
helm	222	126	112	11	104	78	104	101	99	63	1020		
maal	217	124	115	12	102	77	104	101	98	63	1013		
huhti	216	124	116	13	102	76	103	101	99	63	1013		
touko	217	119	112	13	105	75	104	102	98	63	1008		
kesä	152	112	102	11	94	70	103	102	98	63	907		
heinä	151	103	104	12	95	79	101	102	98	63	908		
elo	217	134	116	13	110	79	101	102	97	63	1032		
syys	224	138	117	13	111	80	101	102	96	64	1046		
loka	223	138	117	13	112	79	102	102	96	64	1046	yht.	
marr	222	136	118	13	110	79	102	103	96	64	1043		
joulu	221	132	116	13	110	78	102	102	97	64	1035		
keskiarvo	209	126	113	12	105	77	103	102	98	63	1009		

LIITE 3/5. Oppilastalon asukasmäärät vuonna 2014

ASUKASMÄÄRÄT KOHTEITTAIN KUUKAUSITTAIN (kuun 16. päivän tilanne)												
1.1. - 31.12.2014												
	Mukkula	Kiveriö	Asemantaus	Asikkala	Kisakylä	Fellmanni	Paavola	Ankkuri	Möysä	Konduktöö	yht.	
tammii	226	131	116	13	107	80	102	101	98	63	1037	
helmi	225	132	117	12	109	81	103	101	98	63	1041	
maalis	224	131	117	12	104	81	104	100	98	63	1034	
huhti	223	127	115	14	100	81	102	102	98	63	1025	
touko	213	115	111	11	100	80	102	102	97	63	994	
kesä	140	76	100	8	92	77	102	102	96	63	856	
heinä	132	77	104	14	93	77	102	101	96	63	859	
elo	225	132	112	14	101	79	104	102	97	63	1029	
syys	222	142	115	13	106	80	107	102	98	64	1049	
loka	222	142	116	14	107	80	107	104	97	64	1053	
marras	227	137	115	14	107	78	107	104	97	64	1050	
joulu	225	138	116	15	106	76	109	104	97	64	1050	
keskiarvo	209	123	113	13	103	79	104	102	97	63	1006	



ENERGIATEHOKKUUS-
sopimukset

5.7 Sähköjärjestelmä

Sähköenergiaa säästävänä toimina ei ole huomioitu asukkaiden toteuttamia säästötoimenpiteitä (esimerkiksi hehkulamppujen korvaaminen pienloistelampuilla), jotka vaikuttavat esimerkiksi lämmitysenergian kulutukseen.

Rakennuksen sähköjärjestelmään liittyvinä toimenpiteinä tarkasteltiin seuraavia toimia

1. hehkulamppujen korvaaminen energiansäästölampuilla porraskäytävissä, kellareissa, yleisissä tiloissa
2. valaistuksen ohjauksen ja säädön parantaminen (hämäräkytkin, liuketunnistin) piha- ja aluevalaistuksessa, kellarikäytävillä
3. autolämmitysten käyttöajan lyhentäminen ohjauksia parantamalla
4. sähköisten sulatuslämmitysten käyttöajan lyhentäminen lämpötilarajoitusten muutoksella
5. talosaunan kiukaan aikaohjelman lyhentäminen
6. loisteputkivalaisimien uusiminen yleisissä tiloissa
7. hissien uusiminen

Energiatehokkuussopimukseen liittyneiden kommentoissa ehdotettuja energiansäästötoimia kävi ilmi, että etenkin sähköenergiaa säästävistä toimista on raportoinnissa saatavissa hyvin vähän tietoja. Esimerkiksi uusittujen lamppujen tai valaisimien määrää tai sähköisten sulatuslämmitysten tehodataa ei ole käytettävissä. Tämä johtaa siihen, että säästöjen arvioimiseksi on tehtävä karkeita oletuksia asuinkerrostalojen porraskäytävien ja kerrosten lukumäärästä sekä kellaritilojen valaisimien määräästä.

Säästön laskemiseksi joudutaan siis tekemään hyvin karkeita yleistyksiä. Näitä ovat:

- yleisten tilojen valaistuksen käyttöajaksi oletetaan 1400 h/a
- hehkulamppuvalaisimien määräksi kerrostalossa oletetaan 45 kpl – oletus perustuu siihen, että kerrostalossa on keskimäärin viisi kerrosta, kolme porraskäytävää ja yhdessä porraskäytävässä on kolme lamppua kerrosta kohti.
- valaistuksen ohjauksen muutoksessa kappalemäärä on sama kuin edellä, yksittäisen valaisimen tehoksi on oletettu 11 W (pienloistelamppu), teho ei muutu ja käyttöajan vähenemäksi on oletettu 400 tuntia vuodessa (noin 28 % lyhennys käyttöajassa)
- tyypillisen asuinkerrostalon pysäköintialueen autolämmityspistorasioiden lukumääräksi on oletettu 15 kpl ja yhtäaikaisesti käytössä olevaksi lämmitystehoksi 15 kW
- säästötoimenpiteenä toteuttavan autolämmitysten käyttöajan muutoksen vaikutuksen on oletettu olevan 800 h/a → 550 h/a
- Sulatuslämmitysten (räystäskouru- ja syöksytorvilämmitykset yhteensä) tehoksi tyypillisessä kerrostalossa on oletettu 800 W. Käyttöajan muutokseksi ohjausta parantamalla on oletettu 3600 h/a → 2500 h/a. Tällöin lämmityksen oletetaan olevan käytössä ulkolämpötilavälillä -3 °C...+3 °C.
- Talosaunan kiukaan keskimääräiseksi tehoksi on oletettu 9 kW. Käyttöajan lyhennykseksi on oletettu 3h / viikko.
- Loisteputkivalaisimien määräksi on arvioitu 15 kpl yhtä kerrostaloa kohti. Vanhan loisteputkivalaisimien korvaaminen elektronisella liitäntälaitteella varustetulla valaisimella tuo 20 % säästön.
- Oletetaan vanhan hissien sähkönkulutukseksi 6 MWh/a. Uuden hissien sähkönkulutukseksi oletetaan 4 MWh/a. Oletukset perustuvat kokemuseräisiin, hissivalmistajilta saatuihin tietoihin.

Tehdyt oletukset pätevät pääosin kerrostaloille ja sen vuoksi rivitalokohteiden osalta toimenpiteiden vaikutus tulee todennäköisesti yliarvioituksi. Tästä johtuen suositellaan, että toimijat raportoivat sähköjärjestelmiin kohdistuvat toimenpiteet erikseen omina toimenpiteinä ja laskevat niiden säästövaikutuksen tapauskohtaisesti.

LIITE 5/1. Laskutus pohja Oppilastalot 2015

Kuukausi	Painotus	Kausihinta, €/MWh	Osahinta, €/MWh
Tammikuu	0,145	71,37	10,35
Helmikuu	0,135	71,37	9,63
Maaliskuu	0,126	71,37	8,99
Huhtikuu	0,095	62,12	5,90
Toukokuu	0,055	62,12	3,42
Kesäkuu	0,028	35,45	0,99
Heinäkuu	0,025	35,45	0,89
Elokuu	0,027	35,45	0,96
Syyskuu	0,049	62,12	3,04
Lokakuu	0,08	62,12	4,97
Marraskuu	0,105	71,37	7,49
Joulukuu	0,13	71,37	9,28
Kaukolämmön hinta, alv 24 %, €/MWh			65,92
Kaukolämmön hinta, alv 0 %, €/MWh			53,16
Vesi, alv 24 %, €/m ³			3,39
Vesi, alv 0 %, €/m ³			2,74
Lämpimän käyttöveden tuottamiseen tarvittava energia on laskettu Motivan (2015) ohjeen ja Ympäristöministeriön (2012) antamien arvojen mukaisesti. Hinnat päivittyvät laskuun tältä välilehdeltä. Kaukolämmön keskihinta on painotettu Energiateollisuuden ohjeiden mukaisesti.			
Täytä kausihinnat ja veden hinnat mikäli ne muuttuvat.			

LIITE 5/2. Laskutus pohja Oppilastalot 2015, Casselli

Vesilasku 2015

Kustannuspaikka: Ankkuri, Casselli

Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015 0 m³

Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015 0 m³

Lämpimän käyttöveden kulutus ajanjaksolla 0 m³

Kylmän veden lukema x.x.2015 0 m³

Kylmän veden lukema x.x.2015 0 m³

Kylmän veden kulutus ajanjaksolla 0 m³

Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m³, alv 0 % 2,74

Lämpimän käyttöveden hinta, €/m³, alv 0 % 5,84

Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m³, alv 24 % 3,39

Lämpimän käyttöveden hinta, €/m³, alv 24 % 7,23

Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 0 % 0,00 €

Kylmän- ja jäteveden kustannukset, alv 0 % 0,00 €

Yhteensä, alv 0 % 0,00

Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 24 % 0,00 €

Kylmän- ja veden kustannukset, alv 24 % 0,00 €

Yhteensä, alv 24 % 0,00 €

Excel laskee automaattisesti vesilaskun, vain keltaisia soluja saa muuttaa!

LIITE 5/3. Laskutus pohja Oppilastalot 2015, Jokubas

Vesilasku 2015

Kustannuspaikka: Fellmanni, Jokubas

Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015	0	m ³
Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015	0	m ³
Lämpimän käyttöveden kulutus ajanjaksolla	0	m ³
Kylmän veden lukema x.x.2015	0	m ³
Kylmän veden lukema x.x.2015	0	m ³
Kylmän veden kulutus ajanjaksolla	0	m ³
Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m ³ , alv 0 %	2,74	
Lämpimän käyttöveden hinta, €/m ³ , alv 0 %	5,84	
Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m ³ , alv 24 %	3,39	
Lämpimän käyttöveden hinta, €/m ³ , alv 24 %	7,23	
Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 0 %	0,00	€
Kylmän- ja jäteveden kustannukset, alv 0 %	0,00	€
Yhteensä, alv 0 %	0,00	
Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 24 %	0,00	€
Kylmän- ja veden kustannukset, alv 24 %	0,00	€
Yhteensä, alv 24 %	0,00	€

Excel laskee automaattisesti vesilaskun, vain keltaisia soluja saa muuttaa!

LIITE 5/4. Laskutus pohja Oppilastalot 2015, Babylon

Vesilasku 2015

Kustannuspaikka: Fellmanni, Babylon

Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015	0	m ³
Lämpimän käyttöveden lukema x.x.2015	0	m ³
Lämpimän käyttöveden kulutus ajanjaksolla	0	m ³
Kylmän veden lukema x.x.2015	0	m ³
Kylmän veden lukema x.x.2015	0	m ³
Kylmän veden kulutus ajanjaksolla	0	m ³
Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m ³ , alv 0 %	2,74	
Lämpimän käyttöveden hinta, €/m ³ , alv 0 %	5,84	
Kylmän- ja jäteveden hinta, €/m ³ , alv 24 %	3,39	
Lämpimän käyttöveden hinta, €/m ³ , alv 24 %	7,23	
Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 0 %	0,00	€
Kylmän- ja jäteveden kustannukset, alv 0 %	0,00	€
Yhteensä, alv 0 %	0,00	
Lämpimän käyttöveden kustannukset, alv 24 %	0,00	€
Kylmän- ja veden kustannukset, alv 24 %	0,00	€
Yhteensä, alv 24 %	0,00	€

Excel laskee automaattisesti vesilaskun, vain keltaisia soluja saa muuttaa!

LIITE 6/1. Ankkurin sääolosuhteiden laskentatapa

Kuukausi	Kaukolämmön kulutus (MWh)	Tilavuusvirta (m ³)	Menoveden lämpötilä	Palmuveden lämpötilä	Jäähdytys	Keskilämpötilä (°C)	LKV (MWh)	LKV/jäähdytys	Lämmitys (MWh)	Lämmitys/jäähdytys	MWh/m ³ °C	Sääolosuhteiden vaikutus Δ°C	Vaihtuvuus (MWh)	Vaihtuvuus (€)
04/2014	64,703	1234,5	76,9	30,98	45,07	4,7	11,32	7,66	53,38	37,21	0,00116667	3,5	4,63	300,15
05/2014	41,488	776,5	75,42	30,83	46	10,3	12,83	14,18	28,66	31,82	0,00116667	4	3,49	216,71
06/2014	22,898	451,28	72,93	31,27	43,25	12,9	8,31	14,39	14,39	27,47	0,00116667	4,5	2,30	81,44
07/2014	12,818	277,87	68,76	33,58	39,66	19,2	8,19	25,26	4,63	14,40	0,00116667	4,5	1,42	50,33
08/2014	16,392	344,41	71,38	33,33	40,92	16	9,31	23,17	7,08	17,75	0,00116667	4	1,58	55,20
09/2014	34,144	646,41	74,58	30,1	45,42	10,5	11,92	15,81	22,22	29,61	0,00116667	3,5	2,53	157,18
Yhteensä	192,243	3729,95					61,88		130,38				16,1	881,0

LIITE 6/3. Fellmannin sääolosuhteiden lasketatapa

Kuukausi	Käyttölämmön kulutus (MMWh)	Tiivisyys ² (m ³)	Menoveden lämpötilä	Päluveden lämpötilä	Jäähdytyslämpötilä (°C)	LKV (MMWh)	LKV jäähdytys	Lämmitys (MMWh)	Lämmitys jäähdytys	MMWh/°C	Sääolosuhte vaikutus	Δ°C/Vaihtus	Vaihtus, MMWh	Vaihtus, €
04/2014	36,688	701,46	78,38	34,11	4,7	8,66	10,58	28,00	34,36	0,00116867	3,5		2,74	170,50
06/2014	28,466	582,47	76,11	35,36	10,3	9,78	14,39	18,69	27,63	0,00116867	4		2,63	163,35
07/2014	20,46	474,61	74,26	38,07	12,9	7,09	12,81	13,37	24,26	0,00116867	4		2,15	76,17
08/2014	14,403	380,29	74,08	40,52	19,2	7,14	16,99	7,26	17,38	0,00116867	4		1,64	88,04
09/2014	17,438	403,62	74,9	38,89	16	7,88	16,30	9,76	20,85	0,00116867	4		1,83	84,80
09/2014	23,551	487,38	76,81	36,03	10,5	10,97	19,29	12,58	22,26	0,00116867	3,5		1,92	118,98
Yhteensä	140,976	3009,83				51,31		89,67					12,9	661,9

LIITE 8. Asuntojen tiedot

	1H+ KN/KK/K/tupak/alkovi kpl	AS m ²	2H+KK/K/tupak kpl	AS m ²	2H+H+K kpl	AS m ²	3H+KK/K/tupak/OH kpl	AS m ²	4H+K/O H kpl	AS m ²	YHTEENSÄ kpl	AS m ²
Ankkuri	94	3322,5									94	3322,5
Asemantausta	16	704	12	528	14	791	14	791			56	2814
Asikkala			12	457							12	457*
Fellmanni	13	350	17	803					8	772	38	1925
Kisakylä	1	52	54	2904							55	2956
Kiveriö			30	1245	12	738	21	1291,5			63	3274,5
Konduktööri	63	1512									63	1512
Mukkula	91	2131,5	45	2137			18	1098			155	5366,5*
Möysä	86	2682	6	252							92	2934
Paavola	57	2204	12	560			2	140,5	1	105	72	3009,5*
											700	27571

*Asikkala + kerhuhuone 16m² (Asikkala B)

*Mukkula + vuokratila 43,5m² (Mukkula3.as.66)

*Paavola + tutkijanh. 69m² (Paavola A.as.23,24,25,26)