



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Tampereen ammattikorkeakoulun energiankulutus ja kulutusmittarit

Jussi Syvälä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2016
Rakennustekniikka
Kiinteistönpitotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Kiinteistönpitotekniikka

SYVÄLÄ, JUSSI

Tampereen ammattikorkeakoulun energiankulutus ja kulutusmittarit

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2016

Tampereen ammattikorkeakoulun tavoitteena on vuodesta 2012 alkaen ollut vähentää pääkampuksen energiankulutusta. Tässä opinnäytetyössä oli tarkoitus selvittää, onko energiankulutus vähentynyt ja miltä kulutuksen kehitys näyttää erilaisilla kulutusmittareilla verrattuna. Energiankulutuksessa mitattiin sähkö- ja lämpöenergiankulutusta erikseen Kuntokatu 3:n ja Kuntokatu 4:n kampuksilla vuosina 2011-2015.

Energiankulutusta suhteutettiin kolmeen eri suureeseen: rakennusten tilavuuteen, suoritettuihin henkilötyövuosiin ja vuosittaisiin opintopisteisiin. Tilavuuteen verrattuna sekä lämmön- että sähkönkulutus väheni joka vuosi. Jos energiankulutusta suhteuttaa kampuksella tehtyihin henkilötyövuosiin, se on noussut vuotta 2015 lukuun ottamatta joka vuosi. Opintopisteisiin verrattuna energian kulutus laski vuonna 2012, mutta on sen jälkeen noussut kääntyen taas laskuun 2015.

Jokaisessa tavassa mitata kulutusta on omat hyvät- ja huonot puolensa. Kuitenkin kiinteistöön sidottua kulutusta mitattaessa, selkein vaihtoehto olisi verrata kulutusta tilavuuteen. Kaikkia opintopisteitä ei voida varmuudella olettaa suoritetuksi kampuksen tiloissa. Henkilövuosimäärä puolestaan on vähentynyt.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction engineering
Facility engineering and renovations

SYVÄLÄ, JUSSI:

Indicators for energy consumption at Tampere University of Applied Sciences

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 3 pages
May 2016

The goal of the Tampere University of Applied sciences has been to reduce energy consumption in main campus since 2012.

The objective of this thesis was to compare the energy consumption of the university main campus. Main campus consists of two properties, Kuntokatu 3 and Kuntokatu 4. Another objective was to develop the indicators for comparison of energy consumption. Both electricity and heating consumption was measured between the years 2011 and 2015.

The indicators for the energy consumption were: building volume (cubic meters), annual student credits and man-years of the working staff. The relative consumption, both electricity and heating, compared to cubic meters decreased almost every year. When compared to man-years of the University staff, both heating and electricity consumption increased every year with the exception of the year 2015. The last indicator was the annual student credits. When compared to those the heating energy consumption decreased in 2012 but have increased since and the yearly differences were quite large. However in 2015 it decreased again. Electricity consumption has decreased but the yearly differences again were big.

Key words: energy consumption, volume, student credits, working hours

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ENERGIAN KÄYTÖN KEHITYSNÄKYMÄT	7
2.1	Suomen energiaongelmat.....	7
2.2	EU:n ja Suomen ilmasto- ja energiatavoitteet	8
2.3	Rakennuskanta ja energiankulutus.....	10
2.4	Energiankulutus ja siihen vaikuttavat tekijät	11
2.4.1	Sisäilmasto	12
2.4.2	Sijainti	12
2.4.3	Rakennuksen muoto, koko ja tilankäyttö.....	13
2.4.4	Lämmitys, ilmanvaihto ja sähkölaitteet	14
2.5	Lämmönkulutuksen normeeraus	15
3	KOHTEEN TIEDOT.....	16
3.1	Kiinteistön kehitys	17
3.2	Energian hankinta	18
4	LÄMPÖENERGIAN KULUTUS	19
5	SÄHKÖENERGIAN KULUTUS	22
6	KULUTUSMITTAREIDEN VERTAILU JA TULOKSET	25
6.1	Tilavuus	25
6.2	Henkilötyövuodet.....	26
6.3	Opintopisteet.....	28
7	YHTEENVETO	30
8	POHDINTA.....	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	35
	Liite 1. Opintopisteet.....	35
	Liite 2. Tilavuustiedot	36
	Liite 3. Lämpötilan tilastotietoja 1961-2015	37

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
op	opintopiste
MWh	Megawattitunti
kWh	Kilowattitunti
TWh	terawattitunti
Cd	Celsiusta vuodessa

1 JOHDANTO

Euroopan Unionin energiategokkuusdirektiivin toteuttamiseksi Suomessa on tiukennettu uudistuotannon rakennusmääräyksiä. Suomen rakennusmääräyskokoelman muutokset tulivat voimaan 1.1.2010 ja 1.1.2012. Rakennuskannan energiankulutusta vähentävillä toimenpiteillä alettiin myöntämään valtion avustuksia. Viime vuosina rakennuksiin on asennettu energiaa säästäviä laitteistoja ja rakenteita on parannettu. Energiaa säästävistä moderneista laitteista ja toimenpiteistä huolimatta, ei rakennuksista ole aina saatu kokonaisuutena energiataloudellisia.

TAMK sitoutui kesällä 2012 työ- ja elinkeinoministeriön kanssa tehdyn energiategokkuussopimuksen myötä säästämään energiaa. Katselmusprojekti valmistui loppuvuodesta 2013. Katselmusprojektiä on käytetty eräänlaisena pohjana rakennusten energiankulutusten mittaukseen. Juuri tämän energiategokkuussopimuksen, ja mahdollisten säästöjen takia TAMK:ssa on alettu kiinnittää huomiota energiankulutuksen tasoon ja kuinka se on kehittynyt lähivuosina.

Opinnäytetyön tilaajana toimi TAMK. Työn tarkoituksena oli selvittää järkevin tapa mitata pääkampuksen alueen energiankulutusta ja verrata onko kulutus vähentynyt kaikilla mittareilla. Energiankulutusta selvitettiin tässä opinnäytetyössä vuosien 2011 ja 2015 välillä. Opinnäytetyössä käytetyt kulutustiedot olivat peräisin TAMK:n omasta kulutustietojen seurannasta tai Tampereen sähkölaitokselta. Kampusalue, jonka energiankulutusta tutkittiin on pääkampus joka jaetaan Kuntokatu 3:n ja Kuntokatu 4:n kiinteistöihin.

Kulutustittareina, joihin mitattua energiankulutusta suhteutettiin, olivat tässä opinnäytetyössä kolme: rakennuksen tilavuus, suoritettut opintopisteet ja vuosittaiset henkilötyötunnit. Tilavuuteen verrattuna kulutus on laskenut selvästi. Muilla mittareilla kulutus on hieinan noussut.

2 ENERGIAN KÄYTÖN KEHITYSNÄKYMÄT

Uusiutumattomista energianvaroista loppuu ensimmäisenä öljy, jonka on arvioitu riittävän noin vuoteen 2050 asti. Sen jälkeen loppuu maakaasu noin vuonna 2070, ja uraania riittää näillä näkymin vuoteen 2090 asti. Tunnettuja energiavarantoja on olemassa enemmänkin, mutta niiden olemassaoloa ei ole onnistuttu osoittamaan täysin varmaksi tai niitä ei ole taloudellisesti kannattavaa kaivaa maasta nykyisillä tekniikoilla. International Energy Agency ennustaa, että vuoteen 2030 asti peräti 84 prosenttia maailman energiankulutuksen kasvusta tyydytetään fossiilisilla eli uusiutumattomilla polttoaineilla. (Lappalainen 2010, 10-11)

Energian käytön ja hinnan ennustaminen on vaikeaa johtuen useista monimutkaisista tekijöistä, jotka vaikuttavat energian tarjontaan ja kysyntään. Öljyn ja maakaasun tuotantoa ei enää pystytä merkittävästi taloudellisesti lisäämään. Yhä kiihtyvämällä tahdilla energian tuotannossa otetaan lisää käyttöön bio-, tuuli- ja aurinkoenergiaa. Myös kivihiilen käyttö lisääntyy edelleen sen haitallisuudesta huolimatta. Etenkin teollisesti nopeasti kehittyvissä maissa kuten Kiinassa ja Intiassa kivi- ja ruskohiilen käyttöä lisätään. Joissain maissa, kuten Suomessa lisätään ydinenergian tuotantoa hiilipäästöjä vähentävänä ratkaisuna. (Lappalainen 2010, 10-11)

Euroopan Unionissa on tavoitteena että vuoteen 2020 mennessä kaikki uudisrakennukset ovat matalaenergiatasoisia. Samalla on tarkoitus lisätä kiinteistöjen energiantuotantoa uusiutuvilla energiamuodoilla. Asuintalojen energiankulutus on syynä yli 40 %:iin Euroopan hiilidioksidipäästöistä. Mielipidetutkimukset osoittavat, että rakennusten merkityksestä ympäristölle ei olla kovin tietoisia. Euroopassa energiaa voidaan edelleen huomattavasti säästää parantamalla rakennusten lämmöneristystä, ilmanvaihtoa, jäähdytystä ja lämmityksen säätöä. (Lappalainen 2010, 10-11.)

2.1 Suomen energiaongelmat

Suurinta energian kulutus asukasta kohti Euroopassa on juuri Suomessa. Syitä siihen ovat muun muassa korkea elintaso, kylmä ilmasto, paljon energiaa kuluttava teollisuus ja pitkät välimatkat. Suomen kokonaisenergiankulutus vuonna 2014 oli 372 TWh. Uusiutuvan

energian osuus tästä oli 25%. Pitkällä aikavälillä kokonaiskulutuksen jakauma on muuttunut huomattavasti. Loppukäytöstä lasketusta energiankulutuksessa suurin muutos on tapahtunut teollisuudessa, jonka osuus on tippunut 50:stä 35 prosenttiin. (Wikipedia 2016)

Rakennusten osuus on kasvanut 29:stä 39 prosenttiin. Rakennusten osuuden kasvu johtuu pääosin rakennuskannan ja rakennusten sähkönkulutuksen kasvusta. Rakennusten energiankulutus lisääntyy seuraavista syistä:

- rakennuskanta kasvaa 0,5-1 % vuosittain
- sähkölaitteiden määrä kasvaa elintason kasvun myötä
- taloussähkön kulutus kasvaa
- ilmanvaihtoa lisätään, koska suuressa osassa tiloista se on vielä puutteellinen
- ilmanvaihtoa lisätään myös ”varmuuden vuoksi” sisäilmaongelmien ja homeen takia
- koneellinen jäähdytys lisääntyy
- asuntokohtaisten saunojen määrä lisääntyy
- kakkosasuntojen määrä kasvaa
- varuste- ja laatutaso kohoaa
- peruskorjausten yhteydessä nostetaan laatutasoa

(Lappalainen 2010, 12; Wikipedia 2016.)

Rakennusten määrän kasvaessa myös kasvihuonepäästöjen määrä lisääntyy, jos ei huomattaviin energiansäästötoimiin ryhdytä. Päästöjen määrä riippuu kuitenkin olennaisesti energiantuotannon tulevasta rakenteesta ja päästöjen laskentatavasta. Yksiselitteistä tapaa laskea sähkön ja kaukolämmön päästökertoimet ei ole. (Lappalainen 2010, 12; Wikipedia 2016.)

2.2 EU:n ja Suomen ilmasto- ja energiatavoitteet

Suomen energia- ja ilmastopoliittinen kehitys määräytyy kansainvälisistä sopimuksista ja strategisista tavoitteista. Näihin tavoitteisiin on jo sitouduttu Suomessa. Kööpenhaminassa vahvistettiin joulukuussa 2009 tavoitteeksi rajoittaa maailmanlaajuisesti ilmaston lämpeneminen kahteen asteeseen. Eurooppa-neuvosto linjasi lokakuussa 2009, että EU:n

tavoitteena on vähentää päästöjä 80-95 prosenttia vuoden 1990 päästöihin verrattuna vuoteen 2050 mennessä. (Lappalainen 2010, 13.)

Nykyisen Sipilän hallituksen energiapolitiikan kärkihankkeita on ”Hiilettömään, puhtaaseen ja uusiutuvaan energiaan kustannustehokkaasti”. Tavoitteena on nostaa uusiutuvan energiankäytön osuus 2020- luvulla yli 50 prosenttiin ja omavaraisuus yli 55 prosenttiin. Lisäksi tavoitteena on luopua hiilen käytöstä energiantuotannossa ja puolittaa tuontiöljyn käyttö. (tem.fi 2016)

EU:n energia- ja ilmastotavoitteista sovittiin Eurooppa-neuvostossa 23.10.2014. Tavoitteita ovat vähintään 40 prosentin päästövähennys vuoteen 2040 mennessä vuoden 1990 tasosta, sitova tavoite uusiutuvan energian osuudelle 27%, energiantehokkuuden parantaminen 27% ja 15 prosentin siirtoyhteystavoite vuoteen 2030 mennessä.

EU:ssa on tehty direktiiviehdotus uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämiseksi [KOM(2008) 19]. Sillä on Suomessa seuraavanlaisia vaikutuksia:

- pätevyysvaatimukset biomassapoltinten ja –uunien, aurinkosähkö- ja aurinkolämpöjärjestelmien ja lämpöpumppujen asentajille.
- rakentamismääräyksiin uusiutuvien energianlähteiden vähimmäisosuus uusiin ja korjattaviin rakennuksiin; poikkeuksena matalaenergiarakenteiden käyttö

vähimmäisvaatimukset edistettävillä uusiutuvien energianlähteiden laitteille. (Lappalainen 2010, 13; tem.fi 2016.)

EuP-puitedirektiivin (EuP 2005/32/EY) rakentamiseen liittyvät täytäntöönpanosäännökset vuonna 2009 koskevat seuraavia laitteita:

- toimistovalistus
- kotitalouksien valistus ja hehkulamput
- lämmityskattilat
- käyttövedenlämmittimet ja –varaajat
- kiertovesipumput
- ilmanvaihdon puhaltimet
- -ilmanvaihtolaitteet.

(Lappalainen 2010, 13; tem.fi 2016.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman vuoden 2010 määräykset merkitsevät kehitykseltä lämmitysenergian käytössä. Rakennusten kokonaisenergiankulutuksen muodostaa tässä vaiheessa kolme lähes yhtä suurta pääryhmää: lämmitysenergia, lämpimän käyttöveden tuottamisen energia sekä valaistus- ja kotitaloussähkö. Vuoden 2012 määräysten muutokset kohdistuvat energiankäytön rajoittamiseen. Rakennusten energiatehokkuuden ohella tarkastellaan materiaalitaloutta, päästöjä ilmaan, veteen ja maaperään sekä luonnon monimuotoisuutta. (tem.fi 2016)

2.3 Rakennuskanta ja energiankulutus

Rakennuskanta Suomessa vuoden 2014 lopussa oli 1 497 500 rakennusta. Joka vuosi rakennetaan lisää keskimäärin 30- 40 miljoonaa kuutiota eli puolesta toista kahteen prosenttia koko rakennuskannasta. Samaan aikaan rakennuksia poistuu käytöstä keskimäärin prosentin verran. Rakennuskannan kokonaismäärä kasvaa hitaasti mutta varmasti kaupungistumisen ja ruokakuntakoon pienenemisen myötä. (stat.fi 2015)

Tämänhetkinen rakennuskannan energiankulutus on noin 160 TWh vuodessa. Rakennusten energiankulutusta lisää paitsi rakennuskannan kasvu myös varustetason parantuminen ja laitteiden määrän lisääntyminen. Toisaalta energiansäästötoimet ja tekniikan kehittyminen ovat vähentäneet lämmitysenergian ominaiskulutusta 30 % 1970-luvun tasosta. Suomen rakennuskanta on Eurooppalaisittain nuorta. Useissa talotyypeissä yli 80% rakennuksista on valmistunut vuoden 1960 jälkeen. Korjaustoimien määrä on kasvanut merkittävästi. Tämä johtuu suurimmaksi osaksi energian hinnannoususta. Rakennusten energiataloudellisuutta parantavia korjauksia on jouduttu tekemään aiempaa enemmän. Tulevaisuudessa rakennusten korjaustoiminnan arvioidaan lisääntyvän rakennuskannan tilavauuden kasvun mukaisesti. (Wikipedia 2016)

Lähes puolet Suomen rakennuksista on kytketty kaukolämpöön. Sähkön osuus omakotitalojen lämmityksessä on noin 60 %. Maalämmöllä lämmitetään vain alle prosentti rakennuskannasta. Öljylämmityksellä on vahassa rakennuskannassa viidenneksen, mutta uudistuotannossa alle 10 prosentin osuus. Kotimaisia kiinteitä polttimeita käytetään 10 prosentissa vanhoja rakennuksia. (Lappalainen 2010, 16)

2.4 Energiankulutus ja siihen vaikuttavat tekijät

Suomi kuuluu pohjoisen kylmien ja eteläisten lämpimien ilmassojen raja-alueeseen. Matalapaineet ovat tälle alueelle yleisiä. Matalapaineista johtuen säät ovat kaikkina vuodenaikoina hyvin vaihtelevia. Ilmaston erityispiirteistä johtuen Suomessa on noudatettava verrattain omintakeista rakennustekniikkaa energiataloudelliseen lopputulokseen pääsemiseksi. Rakennusten lämmöneristävyys ja tiiviys joudutaan valitsemaan paljolti talven pakkashuippujen aikaisten viihtyvyys- ja terveellisyysvaatimusten mukaan. Suhteellisen leudosta ilmastosta huolimatta, ovat rakentamisen taso ja kustannukset yleensä korkeammat kuin muualla saman vuosikeskilämmön alueella. Kaaviossa 1 näkyy vuotuiset keskilämpötilan muutokset Tampereella. (Lappalainen 2010, 20)



KAAVIO 1. Vuotuiset keskilämpötilat 2010-2015 (ilmatieteenlaitos)

Lämpötilan ääriarvomittausten avulla saadaan määräytyksi pakkas- ja jääpäivät. Pakkaspäivä on jos lämpötila laskee 2 metrin korkeudella alle 0 °C:n. Jääpäivänä lämpötila on koko vuorokauden 0 °C:n alapuolella. Rakennuksen energiankulutuksen arvioinnissa käytetään säätä kuvaavana terminä lämmitystarvelukua. Lämmitystarveluvun avulla korjataan toteutuneita lämmitysenergian kulutuksia, jotta voidaan verrata toisiinsa saman rakennuksen eri kuukausien tai vuosien kulutuksia ja eri kunnissa olevien rakennusten omi-

naiskulutuksia. Lämmitystarveluvun käyttö lämmitystarpeen arvioinnissa perustuu siihen, että rakennuksen energiankulutus on likipitään verrannollinen sisä- ja ulkolämpötilojen erotukseen. (Lappalainen 2010, 21; ilmatieteenlaitos 2016.)

Lämmitystarveluvun laskennassa ei oteta huomioon päiviä, joiden keskilämpötila on keväällä yli +10 °C ja syksyllä yli +12°C. Tällöin oletetaan että kiinteistöjen lämmitys lopetetaan. Taajamien aikaansaama lämpötilan nousu on melko vähäinen. Vain Helsingin vaikutus näkyy selvästi lämmitystarvelukartassa. Esimerkiksi 0,5 °C:n nousu, jonka 100 000 asukkaan kaupunki saa aikaan, vastaa lämmitystarveluvun alentumista 150:llä.

2.4.1 Sisäilmasto

Sisäilmasto vaikuttaa olennaisesti sekä rakennuksen energiatalouteen että oleskeluviihtyvyyteen. Valittaessa rakennuksen huonetiloissa ylläpidettäviä sisäilmastotekijöiden arvoja valitaan samalla myös osittain energiankulutuksen määrä. Valinnoissa on pyrittävä energiankulutuksen kannalta sisäilmastosuureiden vähimmäistasoon, jotta viihtyvyydestä ei jouduta tarpeettomasti tinkimään. Rakentamismääräyksissä on annettu vähimmäistasoja sisäilmastotekijöille.

Ilman laatu on energiankulutukseen eniten vaikuttava sisäilmastotekijä. Riittävä ulkoilmavirta on tärkeää ilman laadun kannalta. Vähittäiskriteerinä ihmisten käyttämissä rakennuksissa on tavallisesti ihmisperäisen epämiellyttävän hajun voimakkuus.

(Lappalainen 2010, 23-25)

2.4.2 Sijainti

Energiankulutus riippuu paitsi maantieteellisestä myös paikallisesta sijainnista. Paikalliset tekijät, kuten tuuli ja aurinkoenergian saanti, saattavat aiheuttaa epäedullisissa oloissa jopa 30 %:n lisäyksen energiankulutuksessa. Yleensä rakennus pyritään sijoittamaan mahdollisimman aurinkoiseen paikkaan ja jonkinlaiseen tuulensuojaan. Yleensä kuitenkin aurinkoinen paikka on myös alttiina tuulelle, joten auringon hyöty ja tuulen haitta tasaantuvat. (Lappalainen 2010, 26)

Tuuli jäädyttää rakennusta kahdella tavalla:

- ilmavirtaus julkisivu- ja kattopinnoilla lisää lämmön siirtymistä pois pinnalta, jolloin seinän ja katon pintavastus pienenee.
- ilmapuodot vaipan läpi huonontavat osaltaan rakennusten lämpötaloutta ja vaikeuttavat sisäolosuhteiden hallintaa.

Auringon säteilyllä on huomattavasti suurempi merkitys. Jopa 10-20% rakennuksen tarvitsemasta lämmitysenergiasta saadaan auringosta. Luonnollisesti auringon säteilyn merkitys on suurempi etelässä kuin pohjoisessa. Metsä, puut tai rakennukset varjostavat kuitenkin rakennuksia ja vähentävät lämmitysvaikutusta etenkin syksyllä.

Myös lumen määrä vaikuttaa energiatalouteen. Se vähentää maan routimista niin, että roudan syvyys metsissä ja pelloilla on keskimäärin vain noin 30-50 cm. Lumi vähentää maan lämpöhäviötä. Katoilla lumen lämmöneristyskykyä voidaan käyttää vain osittain hyväksi. (Lappalainen 2010, 22-23)

2.4.3 Rakennuksen muoto, koko ja tilankäyttö

Johtumishäviöt ja hallitsematon ilmanvaihto ovat verrannollisia vaipan alaan. Lisäksi kerrostaloissa kerrosluvun nostamien kahdesta kolmeen vähentää energiankulutusta noin 10 kWh/k-m². Kerrosluvun kasvu kuitenkin pienentää saavutettuja säästöjä ja kuudennen kerroksen jälkeen kerroslukujen lisäämisellä ei käytännössä ole energiataloudellista hyötyä.

Mitä suurempia rakennuksia rakennetaan sitä vähemmän ne kuluttavat energiaa hyötyneliötä kohti. Kerrostaloissa kuitenkin koon merkitys on huomattavasti pienempi kuin omakotitaloissa. Kerrostaloissa rakennuksen käytöllä on vähintään yhtä suuri merkitys kuin teknisillä ratkaisuilla. Tilankäytöllä on myös merkitys. Tärkeintä on vähentää turhien tilojen lämmittämistä ja ilmanvaihtoa.

Vaipan kautta tapahtuviin energiahäviöihin vaikuttavat pääasiassa vaipan lämmöneristävyys, lämpökapasiteetti sekä ilman- ja tuulenpitävyys. Lämmöneristävyyttä parannetaan minimoimalla lämmön johtuminen, -konvektio ja -säteily. Lämpökapasiteetin vaikutus puolestaan on säästävä yllälämmön varastoituessa rakenteisiin pienentäen huonelämpötilan nousua ja vapautuessaan vähentää lämmitystarvetta. Tuulenpitävyys kuvaa ulkoilmasta rakenteeseen ja takaisin ulkoilmaan tapahtuvaa ilmavirtauksen estävää ominaisuutta. (Lappalainen 2010, 27-36)

2.4.4 Lämmitys, ilmanvaihto ja sähkölaitteet

Lämmitysjärjestelmän energiataloudellisen käytön perusedellytyksenä on tasainen, suunnitelmien mukaiset huonelämpötilat tuottava lämmönjako. Keskitetyn lämmitystehon ohjaus (säätökäyrän asetus) tehdään käytännössä kylmimmän huonetilan mukaan. Rakennuksissa joiden käyttö ei ole jatkuvaa, kuten toimistoissa ja kouluissa on mahdollista säästää energiaa pitämällä yllä termiset viihtyisyysolosuhteet ja vaadittu sisäilman taso vain käyttöjakson aikana.

Ilmanvaihdon tulee täyttää rakentamismääräysten lämpöolojen ja sisäilmanlaadun vähimmäisvaatimukset. Niihin kuuluvat seuraavat suureet: huonelämpötila, ilman liikenopeus, mitoitusilmavirta, lämmitys- ja ilmastointilaitteiden äänitaso, ilma- ja askeläänieristys, rakennuksen ulkopuolisen äänen melutaso, valaistusvoimakkuus, radonpitoisuus ja hiilidioksidipitoisuus. Ilmanvaihto tulee mitoittaa mahdollisimman tarkasti vastaamaan rakennuksen todellista henkilökuormitusta. Lisäksi tulee huolehtia lämmöntalteenotosta, jossa poistoilman lämpöä voidaan hyödyntää tuloilman lämmittämisessä sekä kesäisin riittävästä jäädytyksestä.

Rakennuksessa kulutetaan lämmitysenergian lisäksi myös sähköenergiaa. Sähkölaitteiden osalta energiankulutukseen vaikuttavat käyttö, laitekuormat, valaisintyypit, muut laitevalinnat ja konehuoneiden sijoitus. Rakennusten sähköenergian kulutuksesta aiheutuneet kustannukset ovat usein suuremmat kuin lämmityskustannukset. Siksi nykyään kiinnitetään huomiota mahdollisuuteen vähentää sähkönkulutusta. Sähkönkulutuksen hajonnan suuruus johtuu mm. erilaisesta varustetasosta ja käytöstä. Eniten sähköä kuluttavia laiteryhmiä julkisissa rakennuksissa ovat valaistus ja ilmastointi. (Lappalainen 2010, 42-50)

2.5 Lämmönkulutuksen normeeraus

Kiinteistön kulutusseuranta mahdollistaa tavoitteellisen energiankäytön hallinnan. Mikäli halutaan pysyä selvillä kulutuksen tasosta ja sen muutoksista, jatkuva kulutusseuranta on välttämätöntä. Lisäksi, jotta energiankulutus saadaan vaihtelevissa olosuhteissa vertailukelpoiseksi, kulutustiedot tulee normeerata lämmitystarvelukujen avulla. Mikäli normeeratuissa kulutustiedoissa on suuria poikkeamia vuosien tai vastaavanlaisten rakennusten keskimääräiseen tasoon verrattuna, poikkeamien syyt tulee selvittää ja ryhtyä mahdollisiin toimenpiteisiin. (motiva.fi 2016)

Tässä työssä esitettävät lämpöenergian lukemat ovat lämpötilakorjattuja. Mitatun energiankulutuksen lämpötilakorjaus tapahtuu seuraavasti:

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

jossa

Q_{norm} rakennuksen lämpötilakorjattu lämmitysenergian käyttö

$Q_{toteutunut}$ rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia
 $= Q_{kok} - Q_{lämmin\ käyttövesi}$

Q_{kok} rakennuksen kokonaislämmitysenergian käyttö

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$ käyttöveden lämmittämisen vaatima energia

$S_{N\ vpkunta}$ normaalivuoden tai –kuukauden (1971-2000) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$S_{toteutunut\ vpkunta}$ toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla

KAAVA 1. Kulutuksen normitus (motiva.fi)

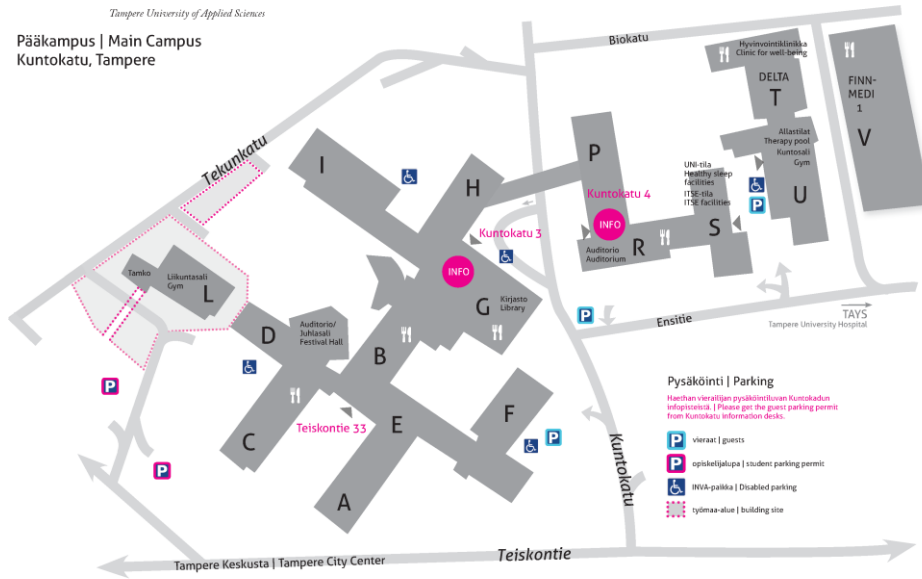
3 KOHTEEN TIEDOT

Seuraavassa on lyhyesti koottu tietoja opinnäytetyön kohteena olevista kiinteistöistä. Kaikki mainittu tieto vaikuttaa jollakin tavalla kiinteistöjen energiankulutuksiin. Lisäksi on otettava huomioon, että L-talon laajennus ei vaikuta tämän opinnäytetyön tulokseen.

Tampereen ammattikorkeakoulun pääkampuksen alueella opiskelee noin 8000 opiskelijaa ja henkilökuntaa on 720. TAMK- yrityksenä kuuluu suurimmalta osin Tampereen kaupungin omistukseen (87%). Organisaatio yrityksessä on jaettu viiteen tehtäväalueeseen: Koulutus ja TKI- toiminta, liiketoiminta, kehittäminen, henkilöstöpalvelut ja korkeakoulupalvelut.

Kampusalueen rakennus on tyypiltään koulurakennus ja suurin käyttötarkoitus korkeakoulupalveluiden tuottaminen. Opiskelua tapahtuu kello 7:30-20:00 pääosin arkisin, mutta osittain myös lauantaisin kello 8:00-18:00. Sunnuntaisin opetustiloilla on satunnaiskäyttöä. Kuntokatu 3:n keittiö on arkisin auki kello 7:00-19:30 ja lauantaisin 8:00-15:00. Kuntokatu 4:n keittiö on auki vain arkisin kello 8:00- 15:00.

Tampereen ammattikorkeakouluun kuuluu useampia kiinteistöjä, kaikki lähinnä Tampereella. Lisäksi TAMK:lla on Pirkanmaalla kolme tukipaikkakuntaa: Ikaalinen, Mänttä-Vilppula ja Virrat. Tässä opinnäytetyössä keskitytään vain Kuntokadun kampukseen johon kuuluu Kuntokatu 3 ja sen 10 rakennusta: A-,B-,C-,D-,E-,F-,G-,H-,I- ja L-rakennukset. Toinen käsiteltävä kokonaisuus on Kuntokatu 4 johon kuuluu 3 rakennusta: P-, R- ja S- rakennukset. (Kuva 1) Kampusalueella sijaitsee myös vuokratiloja, mutta niiden energiankulutusta ei tässä työssä huomioida. Lisäksi mainittakoon että opinnäytetyön tekemisen aikaan L-talossa on käynnissä laajennusremontti, joten sen energiankulutus tulee tulevaisuudessa todennäköisesti lisääntymään. Lisääntynyt kulutus kuitenkin katetaan uusiutuvalla energialla, jotta ostoenergian määrä ei kasvaisi. (Tamk.fi 2016; kiinteistötieto 2016; TAMK energiankatselmusraportti 2013)



KUVA 1. TAMK pääkampusalue

3.1 Kiinteistön kehitys

Vuodesta 2011 alkaen Tampereen ammattikorkeakoulun toimintaa on keskitetty pääkampusalueelle. Tämän myötä sekä henkilökunnan että opiskelijoiden määrä Kuntokadun kampuksella on lisääntynyt. Se johtaa myös suurempaan energiankulutukseen. Suurimmat muutokset olivat vuosina 2012-2013 valmistuneet G- ja H-talon remontit. H-talon tilavuus pysyi samana, mutta G-talo uudistettiin täysin, jolloin sen käyttötarkoitus ja tilavuus muuttuivat yli 20000 m³. Lisäksi G-talon yhteydessä uudistettiin tuotantokeittiö sekä opetuskeittiö. Muuten suurimmaksi osaksi pääkampusalueen rakennukset ovat melko iäkkäitä kuten taulukosta 1 näkyy. Samasta taulukosta voidaan myös nähdä että lähes kaikkiin rakennuksiin on tehty peruseräparannus 2000-luvun puolella. Katettu yhdyskäytävä, joka yhdistää H-talon P-taloon, valmistui 2013.

TAULUKKO 1. Rakennusten tiedot

Siipi	Valmistusvuosi	Perusparannusvuosi
A	1961	1999
B	1961 ja 1967	2003
C	2000	
D	1967	2000
E	1961	2004
F	1967 ja 2001	2001
G	2012	
H	1976	2013
I	1976	2010
L	1976	2015
P	1967	2003
R	1967	2003
S	1967	2003

Suuria tilavuudellisia ja pinta-alallisia muutoksia kampusalueella on mitattavalla ajanjaksolla tapahtunut vuonna 2012. Muina vuosina ne ovat pysyneet jokseenkin samana, joten niiden vaikutus energiankulutukseen on suurin vuoden 2012 jälkeen.

3.2 Energian hankinta

Tampereen ammattikorkeakoulu saa sekä sähkö- että lämpöenergiansa Tampereen sähkölaitos Oy:ltä. Kaukolämmön tilausteho on 3628 kW Kuntokatu 3:ssa ja 749kW Kuntokatu 4:ssä. Sähkön hankintaa ei ole kilpailutettu. Siirtotariffina on keskijännitetelesiirto ja pienjännitetelesiirto. TAMK siirtyi kokonaan keskijännitetelesiirtoon 12.7.2013. Sähkön sopimusmyynti on yksiaikainen. (TAMK energiankatselmusraportti 2013)

4 LÄMPÖENERGIAN KULUTUS

Seuraavassa on esitelty Tampereen ammattikorkeakoulun lämpöenergian kulutusta ja sen kehitystä vuosina 2011-2015. Eri taulukoissa on ilmaistu mitattu kulutus ja lopuksi vielä kulutustietoja on verrattu kolmeen erilaiseen kulutusmittariin.

Lämpöenergian kulutusta mitataan erikseen Kuntokatu 3:ssa ja Kuntokatu 4:ssä. Kuntokatu 3:ssa lämpöenergian kulutus on noussut tasaisesti vuoden 2011 jälkeen. Osasyinä voidaan pitää G-rakennuksen laajentumista sekä toiminnan keskittämistä pääkampukselle, joka aloitettiin vuonna 2011. Kuitenkin vuonna 2015 kulutus laski. Taulukossa 2 on ilmaistu Kuntokatu 3:n vuosittaiset kulutuslukemat. Lisäksi vuosi 2014 oli hieman keskiarvoa kylmempi kun taas vuosi 2015 keskiarvoa lämpöisempi (Ilmatieteenlaitos 2016).

Kuntokatu 4:n lämpöenergian kulutus on keskimääräisesti vähentynyt. Se johtuu osin kiinteistöjen käytön huomattavasta vähentämisestä (toimistotiloja otettiin pois käytöstä) varsinkin vuoden 2015 aikana, sekä energiansäästötoimista. Vuoden 2013 kesällä ei lämpöä kulutettu ollenkaan tai tietoja ei ollut saatavilla. Lisäksi kulutus on huomattavasti pienempää kuin Kuntokatu 3:ssa vähemmän käytön ja rakennusten lukumäärän johdosta.

TAULUKKO 2. Kuntokatu 3 lämmönkulutus (MWh)

Kuntokatu 3 lämmönkulutus (normeerattu MWh)					
	2011	2012	2013	2014	2015
tammikuu	990,6	954,4	1014,9	1366,78	1056,38
helmikuu	926,4	913,1	933,8	829,13	806,17
maaliskuu	801,3	787,6	823,1	775,83	747,51
huhtikuu	503	520,2	512,7	541,73	554,13
toukokuu	282,4	360,9	327,3	363,68	347,52
kesäkuu	89,4	219,5	87,7	232,69	200,7
heinäkuu	55,3	140,5	82,5	82,87	131,15
elokuu	105	159,2	109	152,41	119,42
syyskuu	415,3	346,1	470,7	308,1	256,19
lokakuu	451,7	511,2	625	640,99	571,07
marraskuu	668,5	678,8	916,3	791,19	646,98
joulukuu	868,8	930,9	993,25	957,24	794,99
yht.	6157,7	6522,4	6896,25	7042,64	6232,21

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3) on esitetty Kuntokatu 4:n kiinteistöjen kuukausittainen lämmönkulutus.

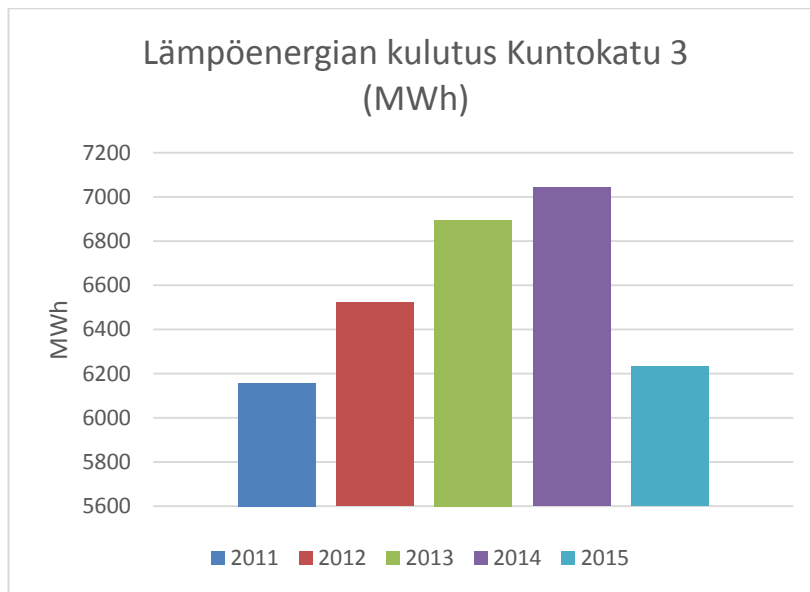
TAULUKKO 3. Kuntokatu 4 lämmönkulutus (MWh)

Kuntokatu 4 lämmönkulutus (normeerattu MWh)					
	2011	2012	2013	2014	2015
tammikuu	286,9	283,1	303,4	271,1	292,3
helmikuu	259,9	270,2	282,5	268,8	261,9
maaliskuu	236,8	223,6	226,9	214,6	231,2
huhtikuu	160,6	147,1	148	133,7	154,1
toukokuu	99,5	87,9	89	64,5	90
kesäkuu	27,6	44,1	13,1	25,5	27,8
heinäkuu	17	0	14,9	14,8	17,1
elokuu	26,5	0	17,2	22,2	15,4
syyskuu	135,1	72,9	90,2	67,7	91,1
lokakuu	150,5	147,5	147,9	154,7	141,1
marraskuu	209,7	197,7	219,9	206,6	203,4
joulukuu	273,1	285,4	279,8	263,9	264,6
yht.	1883	1759,5	1832,8	1708,1	1790

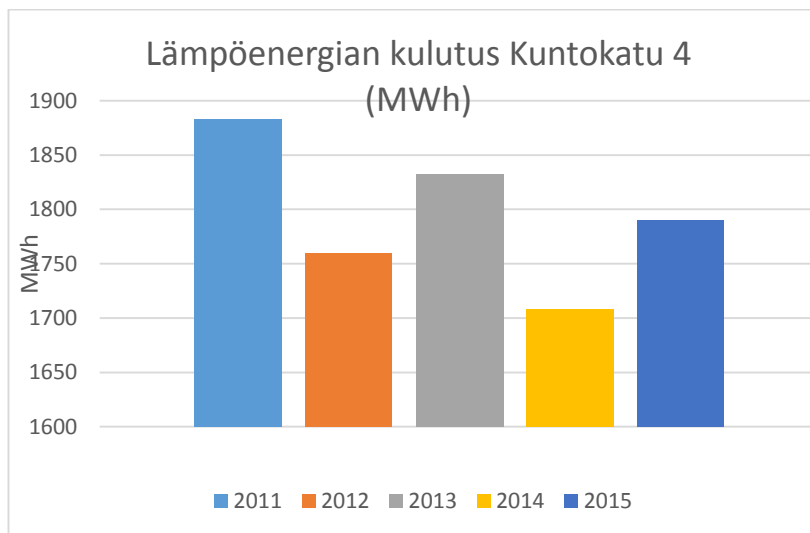
Lämmönkulutustilastointi on saatu Tampereen Sähkölaitos Oy:n kaukolämmön jakelulta. Normaali vuoden lämmitystarvelukuna on käytetty vuosien 1981-2010 keskimääräistä lämmitystarvelukua. Tampereen sähkölaitos Oy:n kaukolämmön toimitusalueella normaali vuoden lämmitystarveluku on 4424 °Cd. (Tampereen sähkölaitos 2016)

Seuraavissa pylväsdiagrammeissa (kaaviot 2 ja 3) on esitetty Kuntokatu 3:n ja Kuntokatu 4:n rakennusten lämmönkulutus vuosilta 2011 - 2015. Lämmönkulutuksen yksikkönä on käytetty megawattituntia (MWh).

KAAVIO 2. Kuntokatu 3 lämpöenergian kulutus



KAAVIO 3. Kuntokatu 4 lämpöenergian kulutus



5 SÄHKÖENERGIAN KULUTUS

Pääkampuksen sähkönkulutus on mitattu erikseen Kuntokatu 3:ssa ja Kuntokatu 4:ssä 12.7.2013 asti jolloin kulutusten mittaaminen yhdistettiin. Siitä eteenpäin on mitattu yhdistetty keskijännite. Sähkönkulutus on mitattu kilowattitunteina mutta selkeyden vuoksi tässä tapauksessa vuosikulutus merkitään megawattitunteina. Taulukossa 3 on vuotuiset sähkönkulutukset.

TAULUKKO3. Sähkönkulutus yhdistetty Kuntokatu 3 ja 4

Yhdistetty sähkönkulutus (MWh)

2011	5809,6
2012	5826,4
2013	5784
2014	6155
2015	5868,9

Kuntokadun kampusrakennusten suurimpia sähkönkuluttajia on ilmanvaihto, ATK-laitteet, suurkeittiölaitteet, valaistus sekä laboratoriotiloissa käytettävät laitteet. Keittiön sähkönkulutus lisääntyi varsinkin G-talon laajennuksen ja tuotantokeittiön saneerauksen sekä opetuskeittiön valmistumisen myötä, kun keittiöitä varusteltiin uudelleen, mutta varsinkin kun valmistettujen aterioiden määrä nousi 2000:sta 3000:een ateriaan päivässä. Sähkönkulutus on suurimmillaan lukuvuoden aikana eli syyskuusta toukokuuhun.

Sähkönkulutus on käytännössä vähentynyt hieman joka vuosi. Vuodesta 2013 on vaikea tehdä kiinteistökohtaista arviota johtuen sähkönkulutuksen mittauksen yhdistyessä vuoden puolen välin kohdalla.

Taulukoista 4 ja 5 voidaan päätellä, että sähkönkulutus on Kuntokatu 3:n puolella pysynyt jotakuinkin samana. Jonkinlaista vuosittaista heittoa on, mutta ei tarpeeksi suuria, jotta niistä voisi tehdä pitäviä johtopäätöksiä. Kuntokatu 4:ssä kulutus on tasaisesti hieman laskenut joka vuosi. Kaaviossa 4 vuoden 2013 kulutuksessa puolet vuoden kulutuksesta on arvioita, sillä yhdistymisen takia niitä ei ole mitattu. Vertailun vuoksi on kuitenkin hyvä olla jonkinlainen arvio.

Taulukon 4 vihreällä merkatusta kohdasta eteenpäin on kulutusta mitattu vain yhdestä mittauspisteestä.

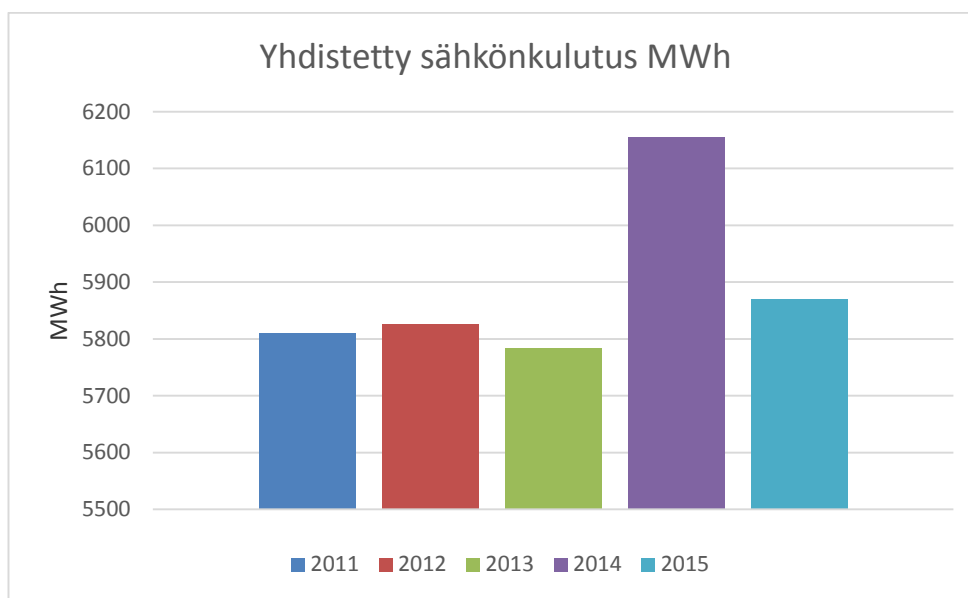
TAULUKKO 4. Sähkönkulutus Kuntokatu 3 ja yhdistetty (kWh)

Sähkönkulutus Kuntokatu 3 ja yhdistetty (kWh)					
	2011	2012	2013	2014	2015
tammikuu	434631	454810	441442	537852	518006
helmikuu	414724	445527	410018	504613	478994
maaliskuu	450629	459135	435379	559526	545339
huhtikuu	404911	426549	424590	522577	510517
toukokuu	407039	409214	398564	510056	485844
kesäkuu	378546	351590	355033	425365	408528
heinäkuu	368615	196373	364412	464391	367172
elokuu	393738	143157	452983	501024	484801
syyskuu	413881	402879	500055	545704	527614
lokakuu	419320	409187	532636	540878	508174
marraskuu	445183	450620	560008	549112	536761
joulukuu	419104	446403	512816	494347	497173
yhteensä	4950321	5002307	5387936	6155445	5868983
	12.7.2013 eteenpäin yhdistetty kulutus kuntokatu 3 ja 4				

TAULUKKO 5. Sähkönkulutus Kuntokatu 4 (kWh)

Sähkönkulutus Kuntokatu 4 (kWh)			
	2011	2012	2013
tammikuu	72196	72228	74 918
helmikuu	69876	71997	66 165
maaliskuu	75427	73953	66 512
huhtikuu	70285	68555	66 552
toukokuu	74610	71010	62 930
kesäkuu	61963	57278	45 092
heinäkuu	58773	44815	13 729
elokuu	77537	67565	
syyskuu	76536	71422	
lokakuu	76075	78206	
marraskuu	77350	77638	
joulukuu	68683	69518	
yhteensä	859311	824185	395 898

Myös yhdistetyn sähkönkulutuksen (Kaavio 4) vuoteen 2013 tulee suhtautua varauksella se ollessa myös arvio. Kuitenkin voitaneen olettaa että yleisesti sähkönkulutus on pysynyt melkein saman suuruisena.



KAAVIO 4. Yhdistetty sähkönkulutus

Vuoden 2014 suurta kulutuksen kasvua selittänee lämmin kesä, jolloin kesäaikana jäähdytykseen on tarvinnut käyttää enemmän sähköenergiaa.

6 KULUTUSMITTAREIDEN VERTAILU JA TULOKSET

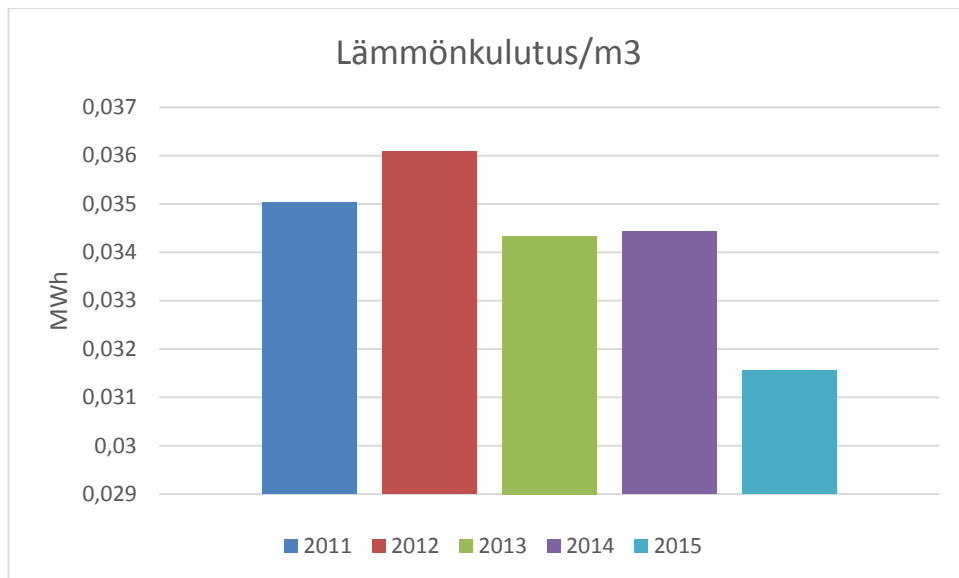
Tavoitteena kulutusmittareiden vertailussa on saada selville miten kulutus muuttuu eri mittareilla mitattuna. Lisäksi on tarkoitus vertailla kunkin vaihtoehdon hyvät- sekä huonot puolet. Myös vuosittaiset kulutuserot tulevat selville.

Erilaisia kulutusmittareita on hyvä pystyä vertailemaan keskenään mahdollisimman selkeästi. Siitä syystä tässä vertailussa energiankulutuksissa ei ole eritelty Kuntokatu 3:n ja Kuntokatu 4:n kampuksia. Kaikista lähtötiedoista ei ollut saatavissa erikseen eri kampusten tunnuslukuja, joten jo senkin takia koko kampusaluetta on syytä käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Lisäksi sähkönkulutuksen mittauksen yhdistymisen takia kesken vertailujankohdan on vertailu tarkempaa.

6.1 Tilavuus

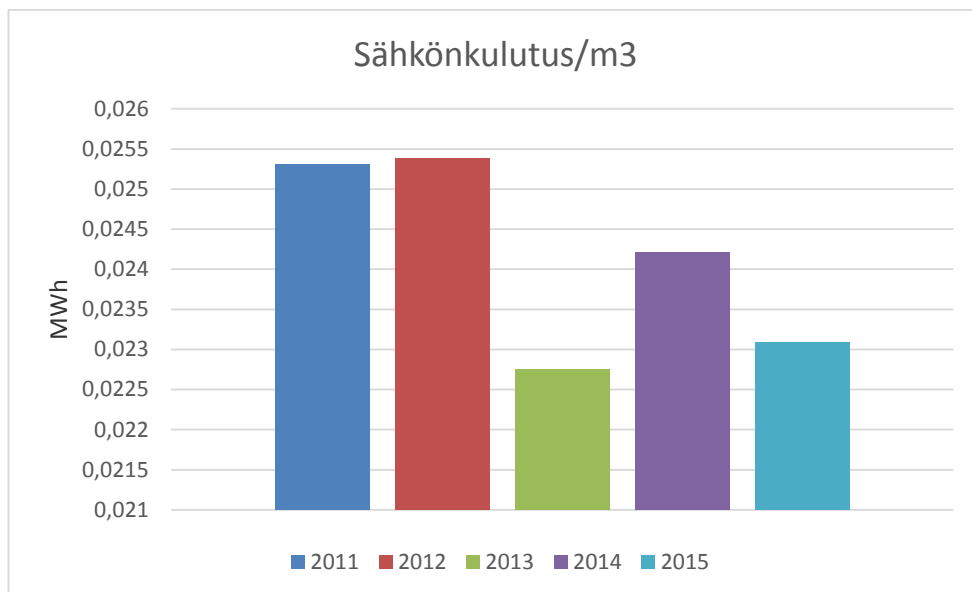
Yli 20 000m³:n kasvu tilavuudessa tapahtui vuonna 2012 G- talon laajentamisen myötä. (Liite 2.) Muuten energiankulutuksen vertailu tilavuuteen nähden muuttuu samassa suhteessa kuin absoluuttinen kulutus. Kaaviossa 5 on kuvattu kiinteistöjen lämmönkulutusta verrattuna tilavuuskuutioihin. Vuodesta 2011 vuoteen 2015 kulutus on vähentynyt n. 0,0035 MWh/m³. Suurin pudotus tapahtui juuri tultaessa vuodelle 2013, jolloin rakennusten tilavuus kasvoi n. 24700 m³. G-talon laajennus ja keittiön saneeraus näkyvät kunnolla energiankulutuksessa vasta vuonna 2014. Toinen pudotus tapahtui 2015 energian säästämisen ansiosta. Kokonaisuutena lämpöenergiankulutus on kuitenkin laskenut.

Sähkönkulutuksen osalta trendi on viiden vuoden aikavälillä myös laskeva. Ennen laajennusta sähkönkulutus on käytännössä katsoen saman suuruinen. Vuoden 2013 ja 2014 muutokset voitaneen arvioida suureksi osaksi tapahtuneen samoista syistä kuin lämmönkulutuksessa



KAAVIO 5. Lämmönkulutus/m³

Myös sähkönkulutus tilavuusyksikköä kohden on vähentynyt. Kulutuksen suhteellista muutosta on kuvattu kaaviossa 6.



KAAVIO 6. Sähkönkulutus/m³

6.2 Henkilötyövuodet

Energiankulutuksen vertaaminen työvuosiin antaa aineettoman vertailukohteen rakennuksen fyysisiin ominaisuuksiin verrattuna. TAMK:ssa henkilötyötuntien määrä väheni

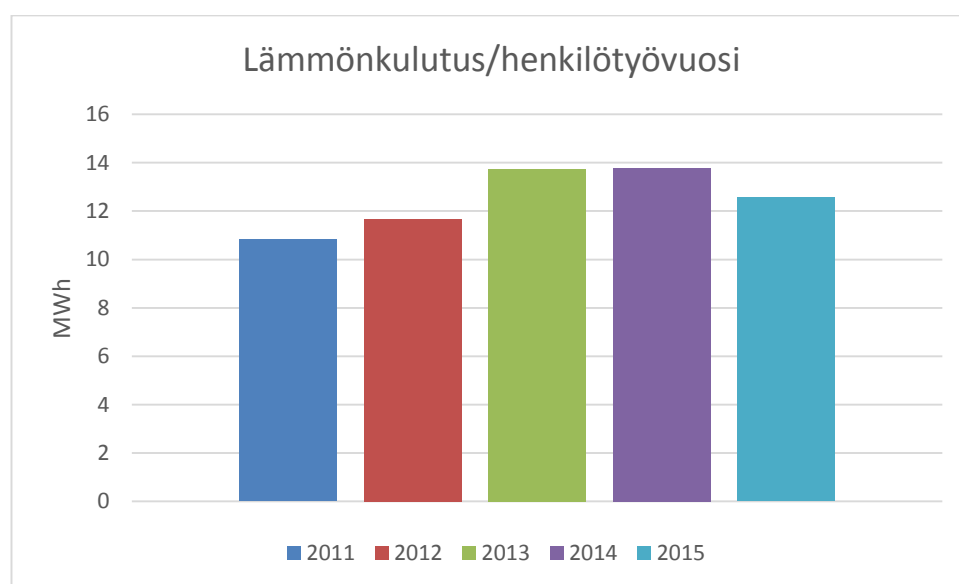
yli sadalla vuodesta 2011 vuoteen 2013. Sen jälkeen työvuosien määrä on pysynyt lähes tulkoon samana, kuitenkin hieman lisääntyen vuoteen 2015. Säästötoimenpiteiden takia, varsinkin vuodesta 2013 alkaen, kampusalueelta on jouduttu vähentämään työntekijöitä, josta työvuosien väheneminen johtuu (Taulukko 6).

TAULUKKO 6. Henkilötyövuodet

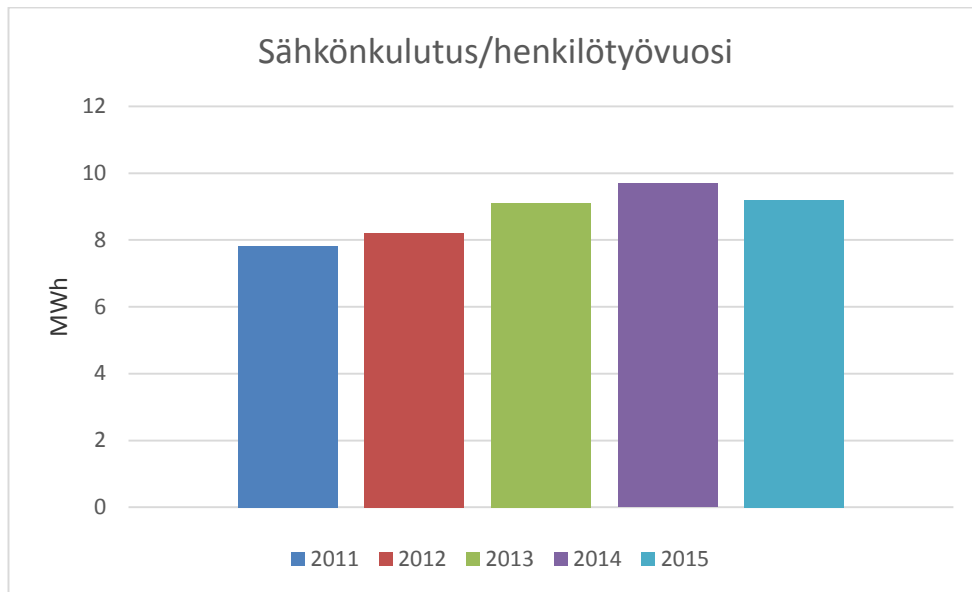
Henkilötyövuodet Pääkampus	
2011	743
2012	710,1
2013	635,24
2014	634,31
2015	638,65

Kummatkin kaaviot, sekä lämmönkulutuksen että sähkönkulutuksen osalta näyttävät lähes identtisiltä. Energiankulutus on kummassakin tapauksessa hieman noussut verrattuna henkilötyövuosien määrään. Suurin huippu saavutettiin 2014, jolloin uudistettujen tilojen lämmitys ja sähkölaitteet vaikuttivat koko vuoden kulutukseen. 2015 kulutus palautui vuoden 2013 tasolle.

Alla olevissa kaavioissa (KAAVIO 7 ja KAAVIO 8) on kuvattu kampusalueen energian kulutusta suhteutettuna henkilötyövuosiin. Lämmön- ja sähkönkulutukset ovat kaavioissaan.



KAAVIO 7. Lämmön kulutus/henkilötyövuosi



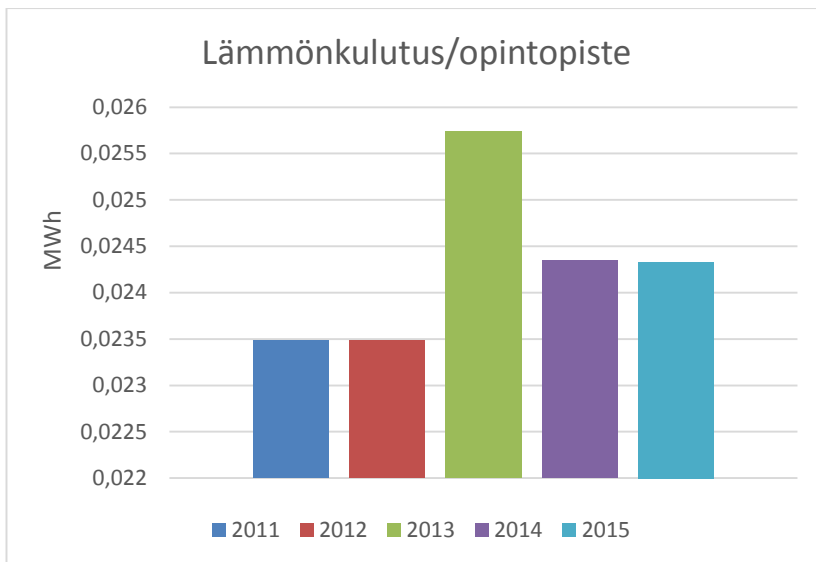
KAAVIO 8. Sähkönkulutus/henkilötyövuosi

6.3 Opintopisteet

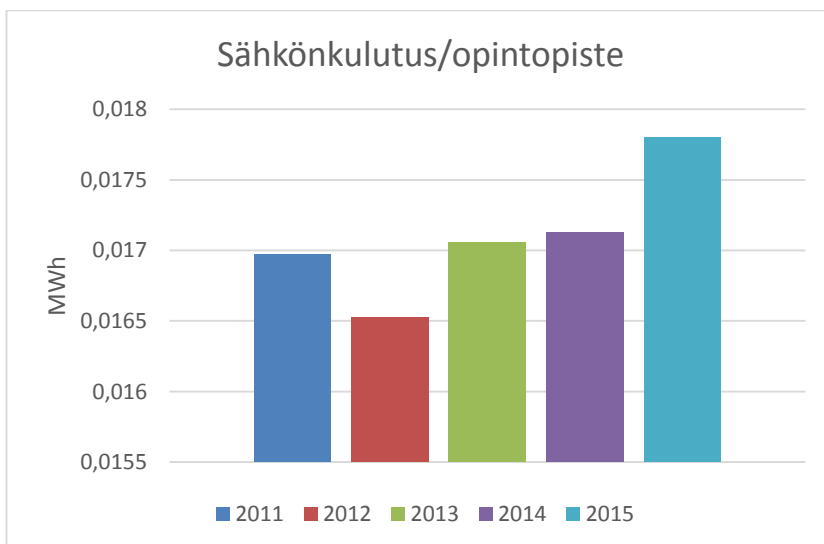
Yksi TAMK:n tuottamista aineettomista, ja samalla lähes tärkeimmistä, tuotteista ovat opintopisteet. Suoritettujen opintopisteiden määrällä voidaan verrata korkeakoulun tehokkuutta vuosittain. Huomioitavaa on, että vuoden 2015 toisella vuosipuolikkaalla tuotetut opintopisteet ovat arvioita perustuen edellisinä vuosina suoritettuihin opintopisteisiin.

Vuonna 2012 opintopisteitä suoritettiin eniten mitatulla ajanjaksolla, joten kulutus opintopistettä kohden on silloin ollut luonnollisesti vähäisintä. Kuitenkin sekä lämpö- että sähköenergian kulutus opintopistettä kohden on jonkin verran kasvanut. Vuoden 2015 opintopisteiden määrästä osa on arvioitu, mutta siitä huolimatta lämmönkulutus on sinä vuonna kasvanut.

Sähkönkulutuksessa on pieniä vuosittaisia heittoja, kuitenkin siinäkin pienin energiankulutus saavutettiin vuonna 2012. Siitä lähtien kulutus on ollut nousussa. Seuraavissa kaavioissa (KAAVIO 9 ja KAAVIO 10) on kuvattu energiankulutus opintopistettä kohden.



KAAVIO 9. Lämmönkulutus/opintopiste



KAAVIO 10. Sähkönkulutus/opintopiste

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyöstä kävi selville, että mitattu lämpöenergian kulutus nousi Kuntokatu 3:ssa tasaisesti lukuun ottamatta vuotta 2015. Kuntokatu 4:ssä se taas pitkällä aikavälillä laski. Sähkönkulutus pysyi melko tasaisena, tosin vuonna 2014 kulutus nousi selvästi. Koulurakennuksissa on tehty energiansäästötoimenpiteitä mm. parantamalla tilojen käyttöasteita, energiaa käyttävien laitteiden seurannalla (mm. säätökäyrät) sekä valaistuksen ohjaus. Potentiaalisia säästökohteita on tulevaisuudessakin tulossa kuten yläpohjan lisäeristys sekä B-taloon paremmin kylmäsiltoja ehkäisevät ikkunat.

Yleinen tapa mitata kulutusta on verrata sitä kiinteistön tilavuuteen ja siihen verrattuna kulutus väheni. Se ei kuitenkaan kerro tilankäytön tehokkuudesta ja millaisia tiloja on rakennettu. Kuitenkin useimpina vuosina tilavuus pysyi muuttumattomana, joten vuosien vertailu toisiinsa on selkeää. Sekä sähkön- että lämmönkulutus laskivat mitattuna aikavälillä.

Toinen tapa verrata vuotuista energiankulutusta työssä oli vertaaminen henkilökunnan henkilötyövuosiin. Tällä tavoin saadaan kulutusta verrattua jollakin tavalla myös tehokkuuteen, joka ei riipu rakennuksen fyysistä ominaisuuksista. Lisäksi työvuodet on kulutettu kampuksen alueella ja lähinnä sisätiloissa. Ongelmana taas on tulosten vertailu keskenään, sillä työvuosien määrä vaihtelee vuosittain. Kulutus yhtä henkilötyövuotta kohden on hieman noussut lähes joka vuosi, mutta samaan aikaan henkilökuntaa on vähennetty, josta johtuen myös työvuodet ovat vähentyneet.

Kolmas tapa työssä verrata kulutusta oli kulutus verrattuna suoritettuihin opintopisteisiin. Opintopisteet ovat sinällään hyvä tapa verrata sillä ne ovat rakennuksen pääsääntöisiä tuotteita kuten tehtaan tuotteet. Joten tällä tapaa vertaamalla voidaan saada selville energiankäytön tehokkuus per tuotettu tuote. Aivan ongelmaton ei tämäkään tapa ole sillä opintopisteiden määrästä ei käy selville kuinka suuri osa niistä on suoritettu itse kiinteistön sisällä, sillä usein iso osa opintojakson tehtävistä tehdään kotona. Kulutus suhteutettuna opintopisteisiin on vaihtelevaa. Se on kuitenkin noussut

vuodesta 2011, mutta vuoden 2013 kulutuspiikin jälkeen, lämmönkulutus opintopistettä kohden on kääntynyt laskuun.

Näistä kolmesta eri vertailumittarista tarkin on tilavuuteen vertailu. Vaikka kiinteistöjen tilojen vuosittaisia käyttöasteita ei ollut tähän työhön saatavilla, niin tilavuuden suhteen voidaan olla varmoja että kulutus on tapahtunut juuri kampusalueen sisällä. Opitopisteiden suorituksessa ei voida olla varmoja että ne olisi suoritettu kohteena olevien rakennusten sisällä ja sen energiaa käyttäen. Suoritettujen työvuosien määrä taas on vähentynyt paljon mitattavalla aikavälillä. Näistä kolmesta mittarista kahdella mitattuna energiankulutus on noussut tai pysynyt lähes samana. Ainoastaan tilavuuteen verrattaessa kulutus on selvästi laskenut.

8 POHDINTA

Tavoitteena oli saada selville miltä energiankulutus näyttää erilaisiin mittareihin verrattuna. Se onnistuikin siinä mielessä, että jokaisesta saatiin näkyvät tulokset ja niitä voi verrata keskenään. Jotkut lähtötiedot oli melko vaikeaa löytää ja niiden paikkaansapitävyydestä ei ole täyttä varmuutta.

Kuitenkin joihinkin tietoihin on pakko suhtautua hieman varauksella. Sähkönkulutus yhdistyi kesken mitattavana ajanjakson Kuntokatu 3:n ja Kuntokatu 4:n kampuksilla. Tästä syystä tässä opinnäytetyössä jouduttiin myös aikaisemmat kulutustiedot yhdistämään ja täyttä varmuutta ei ole ovatko ne vertailtavissa myöhempien vuosien tietoihin. Lisäksi opintopistetietoja ei ollut koko vudelle 2015, joten tässä opinnäytetyössä loppuvuoden opintopisteet on arvioitu perustuen edellisvuosien suoritettujen opintopisteiden määrään. Myös tilavuustiedot poikkesivat lähteestä riippuen hieman toisistaan.

Kuitenkin kokonaisuutena opinnäytetyö saavutti tavoitteensa. Mitatulta aikaväliltä saatiin tarvittavat tiedot joko lähteistä tai osa itse laskemalla. Saatuja tuloksia voi käyttää hyödyksi tulevaa energiankulutusta arvioitaessa. Muutenkin työstä saa osviittaa onko jo tehdyistä energiansäästötoimenpiteistä ollut hyötyä.

LÄHTEET

Ilmatieteenlaitos. 2016. Tilastoja vuodesta 1961. Luettu 18.4.2016. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>

Kulmala, A. 2016. Tampereen ammattikorkeakoulun opintosihteri. Opintopisteet. Sähköpostiviesti. 6.4.2016

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja suunnittelu ja rakentaminen. Tampere. Tammerprint Oy

Moberg, R. 2015. Toimistosihteri. Energian kulutuksia. Sähköpostiviesti. Luettu 20.7.2015

Motiva. 2016. Energiankulutus ja seurantatiedot. Luettu 18.4.2016. http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiankulutus_ja_seurantatiedot

Motiva. 2016. Kulutuksennormitus. Luettu 2.4.2016. www.motiva.fi/kulutuksennormitus

Ojala, P. 2016. Tampereen ammattikorkeakoulun kiinteistöpäällikkö. Opinnäytetyöpala- veri 10.2.2016

Ojala, P. 2016. Tampereen ammattikorkeakoulun kiinteistöpäällikkö. Tilavuudet 2011. Luettu 1.4.2016

Pihlajanmaa, P., Linne, M. 2013. Energiakatselmusraportti. Julkaistu 30.12.2013. Luettu 15.4.2016

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2014. Sijainti ja yhteystiedot.. Luettu 22.3.2016. <http://www.tamk.fi/paakampus>

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2016. Avaintietoa. Luettu 12.3.2016. <http://www.tamk.fi/web/tamk/avaintietoa>

Tampereen ammattikorkeakoulu. 2016. Organisaatio. Luettu 12.3.2016 <http://www.tamk.fi/web/tamk/organisaatio>

Tampereen sähkölaitos. 2016. Energialasku. Luettu 20.2.2016

Tampereen sähkölaitos. 2016. Kaukolämpö. Luettu 18.4.2016. <https://www.tampereen-sahkolaitos.fi/kaukolampojaahdytysjamaakaasu/kaukolampo/tilaapalveluitakljohdokartta>

TEM. 2016. Energia- ja ilmastostrategia. Luetty 18.4.2016. https://www.tem.fi/ajankoh-taista/vireilla/karkihankkeet_ja_ohjelmat/energia-_ja_ilmastostrategia_2016

TEM. 2016. Energia- ja ilmastotavoitteet. Luettu 18.4.2016 https://www.tem.fi/ajankoh-taista/vireilla/karkihankkeet_ja_ohjelmat/energia-_ja_ilmastostrategia_2016/energia-_ja_ilmastotavoitteet

Tiainen, J. 2015. Kiinteistön tilavuudet. TAMK kiinteistötieto.

Tiainen, J. 2016. Tampereen ammattikorkeakoulun kiinteistöinsinööri. Tapaaminen
10.4.2016

Wikipedia. 2016. Energia suomessa. Luettu 22.3.2016. https://fi.wikipedia.org/wiki/Energia_Suomessa

LIITTEET

Liite 1. Opintopisteet

Pääkampus:

toimipiste	TAMK
tutkinto	(Kaikki)
Koulutustunnus	(Useita kohteita)

Riviot	Arvot					Summa /
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hyvinvointi- ja sosiaalipalvelut	24809	28952,5	37079,25	39787	37913,5	16661
Liiketoiminta ja palvelut	68064,5	76576,5	76103	73285,5	78358	31066,5
Rakentaminen ja teknologia	75397	77855	84551	78016	82320	43728
Taide, musiikki ja media	18508,75	18280	17283,5	17751,5	19364,5	7330
Teollisuusteknologia	66563	73056,5	68410,5	64770	68979,5	35746
Terveyspalvelut	65048,83	67645,51	69185,25	65533,25	72440	30330,75
Kaikki yhteensä	318391,08	342366,01	352612,5	339143,25	359375,5	164862,25

Opintopisteet

Lähde. Kulmala, A. Opintopisteet. Sähköpostiviesti. Luettu 31.5.2016

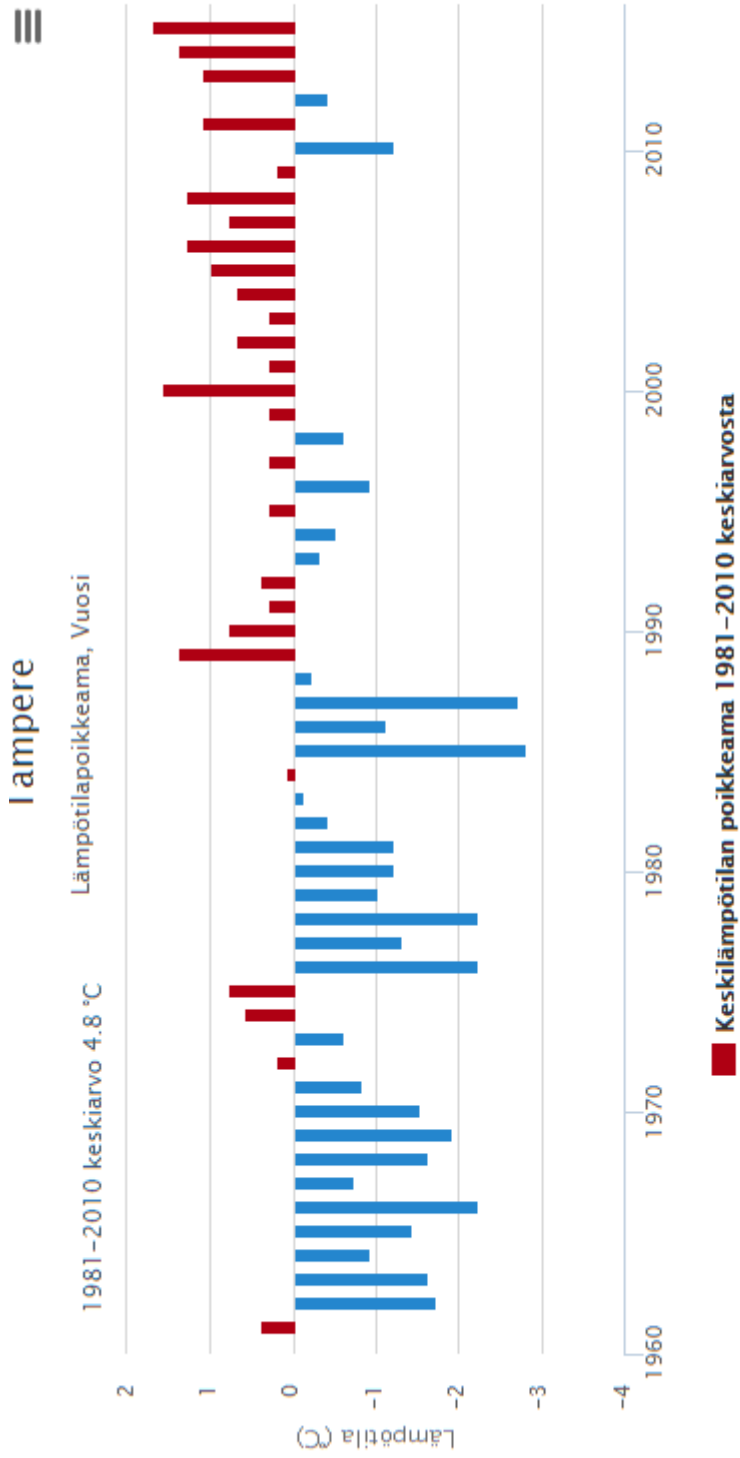
Liite 2. Tilavuustiedot

Tilavuus	2011				Tilavuus	2013
A-talo	20660				A-talo	20660
B-talo	55000				B-talo	55000
C-talo	23000				C-talo	23000
D-talo	8500				D-talo	8500
E-talo	10 950				E-talo	10950
F-talo	20270				F-talo	20270
G-talo	4200				G-talo	28880
H-talo	23000				H-talo	23000
I-talo	15640				I-talo	15640
L-talo	5900				L-talo	5900
yht.	187120				yht.	211800
k4	2011				k4	2013
P-talo	13900				P-talo	13900
R-talo	7400				R-talo	7400
S-talo	21100				S-talo	21100
yht.	42400				yht.	42400
Kaikki yht	229520				Kaikki yht	254200

Tilavuustiedot

Lähde: Ojala, P., Tiainen, J. TAMK:n kiinteistötiedon verkkolevy

Liite 3. Lämpötilan tilastotietoja 1961-2015



Lähde: Ilmatieteenlaitos