

# **Karstulan kunnan kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen**

Samuel Peiponen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2018  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Peiponen, Samuel	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2018
	Sivumäärä 88	Julkaisun kieli suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Karstulan kunnan kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Insinööri (AMK), energiatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Marjukka Nuutinen, Pekka Lähdesmäki		
Toimeksiantaja(t) Karstulan kunta		
Tiivistelmä <p>Karstulan kunnan omistamien rakennusten kunto ja käyttöaste ovat olleet muutoksessa viime vuosina. Nykyisten kiinteistöjen ongelmat, käyttöaste sekä korkeat energiakulut ovat synnyttäneet tarpeen suuremmalle selvitykselle. Opinnäytetyönä tehty energiatehokkuuden parantaminen on yksi näistä selvityksistä.</p> <p>Pääkohteena tarkastelussa oli kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen ja energiatalouden selvitys. Tavoitteena oli selvittää säästömahdollisuuksia ja tehdä havaintoja energiatehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä kohteissa, jotta kunnassa voidaan miettiä kiinteistöjen jatkokäyttöä. Energiataloudellisella selvityksellä haluttiin myös saada kartoitettua kiinteistöjen tila. Tärkeimmät tiedot kohteista olivat lämmön- ja sähkönkulutustiedot, jotka kerättiin yhteen ja analysoitiin taulukkolaskentaohjelman avulla. Kenttätyön aikana tehtiin havaintoja energiankäyttöön liittyvistä asioista sekä selvitettiin tilojen käyttöä.</p> <p>Tuloksina saatiin selvitettyä mahdollisia energiatehokkuuteen vaikuttavia ongelmia. Näitä ongelmia ovat mm. eri järjestelmien käytön ja ohjausten vaikutus kohteiden energiankäyttöön. Muita vaikuttavia tekijöitä on laitteiden kunto ja rakenteelliset ongelmat. Osassa kohteista pohdittiin vaihtoehtoisia energijärjestelmiä ja niiden kannalta huomioon otettavia tilanteita. Energiankulutusten osuuksista pääteltiin käyttöasteiden merkitystä kohteissa. Kohteiden energiataloutta esitettiin graafeilla ja niihin liittyvillä laskelmilla eli esimerkiksi tyhjäkäyttö- ja pohjakulutuksilla. Ominaiskulutuksista arvioitiin rakennusten energiatehokkuutta yleisesti ja niitä vertailtiin käyttöasteisiin sekä havaittuihin ongelmiin. Ongelmista annettiin ohjeita ja suositeltavia jatkotoimenpiteitä. Toimenpiteillä arvioitiin saatutettavan huomattavia säästöjä kunnan energiakustannuksiin.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Energiatehokkuus, energiankulutus, katselmus, sähkönkulutus, rakennukset, kiinteistöt, kaukolämpö, Karstula		
Muut tiedot		

Author(s) Peiponen, Samuel	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 88	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Improving the energy efficiency of real estates in the municipality of Karstula</b>		
Degree programme Degree programme in Energy Technology		
Supervisor(s) Nuutinen Marjukka, Lähdesmäki Pekka		
Assigned by Municipality of Karstula		
Abstract  <p>The condition and utilization rate of the real estates owned by the municipality of Karstula have have been in a shift in the recent years. The problems, the utilization rate and high energy costs have sparked the need for a big survey. Improving energy efficiency was one part of the survey.</p> <p>The main object was improving the energy efficiency and reviewing the energy economy of the real estates. The goal was to find possibilities for energy savings and examine the factors affecting energy efficiency in the target buildings, so that the municipality can consider further utilization of the buildings. The energy economic review was also done to document the current state of the real estates. The most important information from the target buildings were on heating and electricity usage, which were collected and analyzed with a spreadsheet software. During the field work, observations regarding the energy use were made in addition to making an inquiry about the utilization of the buildings.</p> <p>For the outcome, possible problems affecting the energy efficiency were reviewed. One of these problems were the effect of usage and controlling in the energy usage of the target buildings. Other factors are condition of the equipment and structural problems. Alternative energy systems and situations considering the alternative systems were discussed for some of the target buildings. Significance of utilization rate were deducted from the distribution of energy consumption. The energy economy of the buildings was presented with graphs and related calculations eg. idle and base energy usage. Specific consumptions were used to estimate the energy efficiency in general and they were compared to utilization rates and observed problems. Instructions and recommended further measures were given for the problems. With these measures, significant energy savings were estimated.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Energy efficiency, energy usage, audit, electricity consumption, buildings, real estates, district heating, Karstula		
Miscellaneous		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Suomen ilmastopolitiikka .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Energiatehokkuus .....</b>	<b>9</b>
	3.1 Energiatehokkuus Suomessa.....	9
	3.2 Energiakatselmus .....	11
	3.2.1 Energiakatselmusprosessi .....	11
	3.2.2 Katselmusmallit .....	16
	3.2.3 Kiinteistön energiakatsastus ja -katselmus .....	17
	3.3 Kiinteistön energiatehokkuus.....	19
<b>4</b>	<b>Energiajärjestelmät .....</b>	<b>25</b>
	4.1 Järjestelmän valinta.....	25
	4.2 Kaukolämpö.....	26
	4.3 Öljylämmitys.....	29
	4.4 Puu- ja pellettilämmitys .....	30
<b>5</b>	<b>Tarkastelu .....</b>	<b>31</b>
	5.1 Karstulan kunta .....	31
	5.2 Tarkasteltavat kiinteistöt.....	32
<b>6</b>	<b>Energiatehokkuustarkastelu .....</b>	<b>36</b>
	6.1 Yleistilanne .....	36
	6.2 Tolppilan ja Rantatien koulu.....	38
	6.3 Rantatien koulun lämmitys .....	44
	6.4 Tolppilan asuntola .....	46
	6.5 Laaksolan koulu ja Karstulan lukio .....	50
	6.6 Liikuntahalli .....	55
	6.7 Syrjämäen koulu .....	60
	6.8 Karstulan paloasema .....	64
	6.9 Karstulan nuorisotalo .....	67

	2
6.10 Energiajärjestelmien arviointi .....	70
<b>7 Johtopäätökset.....</b>	<b>71</b>
<b>8 Jatkotoimenpiteet .....</b>	<b>72</b>
<b>9 Pohdinta.....</b>	<b>75</b>
<b>Lähteet .....</b>	<b>78</b>
<b>Liitteet.....</b>	<b>81</b>
Liite 1. Kiinteistön energiakatsastuksen tuen työkustannusosuus .....	81
Liite 2. Kiinteistön energiakatselmuksen tuen työkustannusosuus.....	82
Liite 3. Lämmön ominaiskulutukset palvelusektorilla.....	83
Liite 4. Sähkön ominaiskulutukset palvelusektorilla .....	84
Liite 5. Yhteenveto kohteiden arvoista vuonna 2017 .....	85

## **Kuviot**

Kuvio 1. Ilmastopolitiikan toimijat .....	9
Kuvio 2. Katselmushankkeen vaiheet.....	13
Kuvio 3. Energiakatselmuksen tukimenettely.....	15
Kuvio 4. Lämmitystarpeen vertailupaikkakunnat .....	22
Kuvio 5. Pohjatehon määrittäminen pysyvyyssäyrästä .....	24
Kuvio 6. Kaukolämpötuotannon periaate .....	27
Kuvio 7. Kaukolämpölaitteiston rakenne .....	28
Kuvio 8. Öljylämmityslaitteiston toimintaperiaate .....	29
Kuvio 9. Pellettilämmityksen toimintaperiaate .....	31
Kuvio 10. Kohdekiinteistöt .....	34
Kuvio 11. Tolppilan koulun kaukolämmön kulutus .....	38
Kuvio 12. Tolppilan koulun kuukausittainen lämmitys 2017 .....	39
Kuvio 13. Tolppilan koulun kuukausittainen lämmitys 2016 .....	40
Kuvio 14. Tolppilan-Rantatien sähkönkulutus vuosittain .....	41
Kuvio 15. Tolppilan-Rantatien sähköteho tunneittain 2017.....	42
Kuvio 16. Tolppilan-Rantatien kuukausittainen sähkönkulutus 2017.....	43

Kuvio 17. Tolppilan-Rantatien sähkötehon pysyvyys 2017.....	43
Kuvio 18. Rantatien koulun kaukolämmön kulutus .....	44
Kuvio 19. Rantatien koulun kuukausittainen lämmitys 2017 .....	45
Kuvio 20. Rantatien koulun kuukausittainen lämmitys 2016 .....	45
Kuvio 21. Tolppilan asuntolan kaukolämmön kulutus .....	46
Kuvio 22. Tolppilan asuntolan kuukausittainen lämmitys 2017 .....	47
Kuvio 23. Tolppilan asuntolan kuukausittainen lämmitys 2016 .....	47
Kuvio 24. Tolppilan asuntolan sähkönkulutus vuosittain.....	48
Kuvio 25. Tolppilan asuntolan sähköteho tunneittain 2017 .....	49
Kuvio 26. Tolppilan asuntolan kuukausittainen sähkönkulutus 2017.....	49
Kuvio 27. Tolppilan asuntolan sähkötehon pysyvyys 2017 .....	50
Kuvio 28. Laaksolan-lukion kaukolämmön kulutus .....	51
Kuvio 29. Laaksolan-lukion kuukausittainen lämmitys 2017 .....	51
Kuvio 30. Laaksolan-lukion kuukausittainen lämmitys 2016 .....	52
Kuvio 31. Laaksolan-lukion sähkönkulutus vuosittain .....	52
Kuvio 32. Laaksolan-lukion sähköteho tunneittain 2017 .....	53
Kuvio 33. Laaksolan-lukion kuukausittainen sähkönkulutus 2017 .....	54
Kuvio 34. Laaksolan-lukion sähkötehon pysyvyys 2017.....	55
Kuvio 35. Liikuntahallin kaukolämmön kulutus .....	56
Kuvio 36. Liikuntahallin kuukausittainen lämmitys 2017.....	57
Kuvio 37. Liikuntahallin kuukausittainen lämmitys 2016.....	57
Kuvio 38. Liikuntahallin sähkönkulutus vuosittain .....	58
Kuvio 39. Liikuntahallin sähköteho tunneittain 2017 .....	59
Kuvio 40. Liikuntahallin kuukausittainen sähkönkulutus 2017 .....	59
Kuvio 41. Liikuntahallin sähkötehon pysyvyys 2017 .....	60
Kuvio 42. Syrjämäen koulun sähkönkulutus vuosittain .....	61
Kuvio 43. Syrjämäen koulun sähköteho tunneittain 2017 .....	62
Kuvio 44. Syrjämäen koulun kuukausittainen sähkönkulutus 2017 .....	63
Kuvio 45. Syrjämäen koulun sähkötehon pysyvyys 2017.....	63
Kuvio 46. Paloaseman sähkönkulutus vuosittain .....	65
Kuvio 47. Paloaseman sähköteho tunneittain 2017 .....	66
Kuvio 48. Paloaseman kuukausittainen sähkönkulutus 2017 .....	66
Kuvio 49. Paloaseman sähkötehon pysyvyys 2017 .....	67

Kuvio 50. Nuorisotalon sähkönkulutus vuosittain .....	68
Kuvio 51. Nuorisotalon sähköteho tunneittain 2017 .....	69
Kuvio 52. Nuorisotalon kuukausittainen sähkönkulutus 2017 .....	69
Kuvio 53. Nuorisotalon sähkötehon pysyvyys 2017 .....	70

## **Taulukot**

Taulukko 1. Vuoden 2017 lämmitystarveluvut .....	20
Taulukko 2. Tarvittavat ominaiskulutukset rakennustyypeittäin .....	37

## Käsitteet

<b>CHP</b>	Combined Heat and Power, lämmön ja sähkön yhteistuotanto
<b>Cleantech</b>	Puhdas teknologia eli puhdasta, ympäristöystävällistä ja kestävää kehitystä edistävää toimintaa.
<b>Kohdekatselmus</b>	Yhden kohteen, esimerkiksi toimistorakennuksen, käsitävä katselmus. Kohdekatselmus on osa energiakatselmuksen kokonaisuutta.
<b>L-pätevyys</b>	Motivan hyväksymä pätevyys lämmön, polttoaineiden ja LVI-järjestelmien katselmointiin
<b>LTO</b>	Lämmöntalteenotto; hyödynnettävä hukkaenergian talteenotto
<b>Lämpöarvo</b>	Polttoaineen sisältämä kemiallinen lämpöenergiamäärä poltettaessa
<b>Motiva Oy</b>	Suomen valtion omistama yhtiö, joka pyrkii edistämään energiatehokkuutta ja kestävää kehitystä.
<b>rm<sup>3</sup></b>	Rakennuksen rakennustilavuus
<b>S-pätevyys</b>	Motivan hyväksymä pätevyys sähköjärjestelmien katselmointiin
<b>Takaisinmaksuaika</b>	Aika, jona investointiin käytetty raha on ansaittu tai säästetty takaisin
<b>Tekes</b>	Valtion virasto, joka rahoittaa tutkimusta ja kehitystä (nykyään nimellä Business Finland)
<b>Yhteistuotanto</b>	Lämpöä ja sähköä ja/tai höyryä tuotetaan voimalaitoksessa samanaikaisesti, jolloin energiantuotannon hyötysuhde paranee pelkkään sähköntuotantoon verrattuna



## 1 Johdanto

Energiatehokkuuden parantaminen on tärkeä valtakunnallinen kehittämiskohde. Valtiolta on mahdollista saada erilaisia tukia uusiin energiatehokkuuden järjestelmiin ja ratkaisuihin. Toimilla tavoitellaan erityisesti energiankulutuksen vähentämistä ja uusiutuvan energian käyttöä, jotka samalla parantavat omavaraisuutta ja energiantuotannon hajautuneisuutta sekä vähentävät hiilidioksidipäästöjä. Suomessa rakennusten lämmitys kuluttaa noin neljäsosan energian loppukäytöstä (Vuoden 2017 energian loppukäyttö 2018), joten rakennusten energiatehokkuudella on suuri vaikutus energiatalouteen. Käyttötottumukset vaikuttavat rakennusten kokonaisenergiankäyttöön. Eri rakennustyypit käyttävät eri määrän sähköenergiaa riippuen sen toiminnassa tarvittavista laitteista. Energiankulutusta ja -käyttöä on syytä tarkkailla, jotta voidaan välttää ylimääräisiä kuluja mukauttamalla energiankäyttöä tarpeen mukaan.

Karstulan kunnalla oli tarve kartoittaa ja kehittää kunnan energiankäyttöä kiinteistökohtaisesti sekä pohtia rakennusten tulevaisuudenkäyttöä uutta kiinteistöstrategiaa varten. Kunnalle oli tärkeää selvittää mahdolliset tulevat investoinnit ja rakennusten kunto energiatalouden näkökulmasta, sillä kunnan rakennusten energiankäyttö sekä energiatehokkuus vaativat kehittämistä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli Karstulan kunnan kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen. Tavoitteeseen pyrittiin energia-analyysien avulla. Lisäksi selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttivat energiatehokkuuteen. Osa kehitystyötä oli myös energiajärjestelmien kunnan arviointi, joka liittyi energiatehokkuuden uusiutuvien energiamuotojen mahdollisuuksien tarkastelemiseen. Kiinteistöjen nykytilan kartoittaminen ja mahdolliset säästöt ovat toimeksiantajalle tärkeitä, jotta kiinteistöjen jatkokäytöstä voidaan päättää ja ehkäistä ylimääräisiä kuluja. Kiinteistöt on pidettävä kunnossa, joten tulevat korjaukset ja investoinnit on tehtävä ottaen huomioon kohteiden energiatalous. Kunta halusi kiinteistöjen energiakulutuksen perusteella ehdotuksia käytöteknisistä toimenpiteistä tai laiteinvestoinneista kulutuksen pienentämiseksi. Kiinteistöjen energiajärjestelmistä arvioitiin niiden korvaus- tai päivitystarve laitteiston kuntoon ja käytännöllisyyteen perustuen.

Energiankäyttöä analysoitiin energiakatselmusohjeita soveltavilla energia-analyyseillä kulutustietojen ja kenttätöinä tehtyjen tietojen keräämisen sekä mittausten ja havaintojen perusteella. Kenttätöihin sisältyi lämmitysjärjestelmän laitteistojen kuvaaminen ja selvitys kohteiden järjestelmistä ja arvio niiden tilasta muiden tietojen keräämisen ohella.

## **2 Suomen ilmastopolitiikka**

Energiankäyttö ja energiatehokkuus ovat nykyään merkittäviä kehityskohteita – ei vain energiansäästönä taloudellisen edun saavuttamiseksi, vaan myös ilmasto- ja ympäristöasioiden kannalta. Ilmastonmuutos on saanut monet tahot panostamaan energiankäytön ja energiatehokkuuden hallintaan sekä ilmastonmuutoksen hillintään. Uusiutuva energia liittyy vahvasti edellä mainittuihin tekijöihin sekä kestäväan kehitykseen. Energiatehokkuus vähentää energiantarvetta ja samalla fossiilisten polttoaineiden käyttöä sekä tuotantoa. Uusiutuva energia vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä entisestään ja tekee meistä riippumattomampia rajallisista resursseista.

Ilmasto- ja ympäristöasioiden lisäksi kustannusten vähentäminen ja omavaraisuus ovat saaneet monet yritykset investoimaan energiatehokkaisiin järjestelmiin ja toimintaan. Energia-asiat tulevat esille myös yritysten markkinoinnissa, sillä yrityksen imagon parantaminen uusiutuvan energian ja kestäväan kehityksen edelläkävijöinä on ollut energiatehokasta kehitystä kiihdyttävä tekijä. Tuotekehityksessä pyritään lisäksi entistä energiatehokkaampiin ratkaisuihin markkinoinnin edistämiseksi. Energiatehokkuus ja ekologisuus ovat kuluttajalle tärkeitä ominaisuuksia tuotteessa.

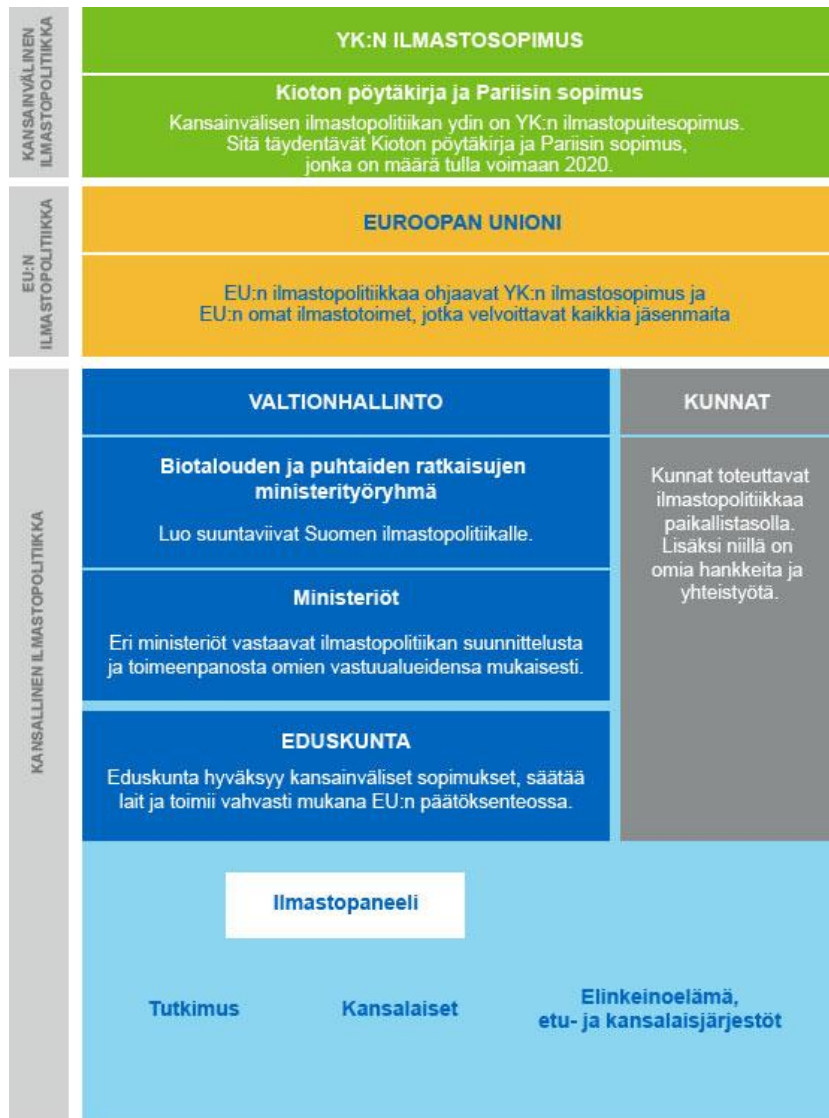
Suomi on sitoutunut sekä kansainvälisiin että kansallisiin tavoitteisiin energiatehokkuuden parantamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi. Merkittävänä ohjaajana tähän muutokseen on ollut lisäksi Euroopan Unioni jäsenmaita koskevilla tavoitteillaan. Suomi on suunnannäyttävä energia- ja ilmastopoliittisissa asioissa, niin asenteeltaan kuin toteuttamiskyvyltäänkin.

EU on asettanut energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteiksi vuoteen 2020 mennessä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen 20 %, uusiutuvan energian osuuden kasvattamisen 20 prosenttiin sekä energiatehokkuuden parantamisen 20 %. Vuodelle

2030 vastaavat tavoitearvot ovat 40 %, 27 % ja 27 %. Näitä arvoja verrataan vuoden 1990 tasoon. (EU:n energia- ja ilmastopolitiikka n.d.) Suomi on asettanut vuodelle 2020 oman kansallisen tavoitteensa uusiutuvan energian osuudeksi: 38 % loppukulutuksesta. Suomi saavutti sen jo vuonna 2014. (Euroopan unionin ilmastopolitiikka 2013.)

EU on osallisena YK:n ilmastopöytäkirjassa, jonka pohjalta EU kunnioittaa kansainvälisiä sopimuksia ja ohjaa jäsenmaitaan velvoittamalla näitä toimenpiteisiin. Kuvion 1 mukaisesti Suomen kunnat ovat paikallistason toimijoita ilmastopolitiikassa, jota ne toteuttavat yhteistyöllä esimerkiksi virastojen kanssa sekä omilla hankkeillaan. Valtionhallinto asettaa Suomelle omat kansalliset tavoitteet ja tehtävät sekä niiden toimeenpanon EU:n ilmastopolitiikan mukaisesti. Eduskunnan tehtävä on säätää lait tavoitteiden mukaisesti. (Ilmastopolitiikan toimijat 2013.)

Suomessa on paljon potentiaalia hiilijalanjäljen pienentämiseen; uusiutuvan energian käytön laajentaminen kaikilla energiankäytön alueilla liikenteestä teollisuuteen, energiatehokkaat teknologiat energiankäytössä ja -tuotannossa sekä energiankulutuksen vähentäminen. Energiaintensiivinen teollisuutemme ja pohjoisen kylmyys asettavat omat haasteensa sille, että sähkön ja lämmön tarvetta emme voi aina vähentää. Kaikki on lopulta riippuvaista yksilön tai yhden tahon päätöksistä ja käyttäytymisestä, energiatehokkuuteen onneksi tarjotaan usein kannustin valtiolliselta tai paikalliselta tasolta. Jokainen voi vaikuttaa omalla käytöksellään moneen asiaan energiansäästössä. Sisälämpötilan nostamisen sijaan voimme laittaa enemmän vaatteita päälle tai voimme kulkea työmatkan oman auton sijasta paikallisliikenteellä tai pyöräillen. Energiatehokkuus on yksi tärkeimmistä energiankulutukseen vaikuttavista tekijöistä kansallisella tasolla.



Kuvio 1. Ilmastopolitiikan toimijat (Ilmastopolitiikan toimijat 2013)

### 3 Energiatehokkuus

#### 3.1 Energiatehokkuus Suomessa

Energiatehokkuuslain mukaan energiatehokkuus tarkoittaa sitä, kuinka suuri on jonkin lopputuotteen ja siihen käytetyn energian välinen suhde (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 3 §). Energiatehokkuuden parantaminen on käytetyn energian suhteen vähentymistä lopputuotteessa. Energiatehokkuutta on esimerkiksi talon lämmityksen ja lämmön säilymisen suhde. Kun taloa lämmitetään eli käytetään energiaa, on toivottavaa, että lämpö säilyy mahdollisimman hyvin eli lopputuotteena on lämmin talo. Mitä kauemmin talo pysyy lämpimänä, sitä energiatehokkaampi se on. Jos taloa täy-

tyy lämmittää usein, käytetyn energian osuus nousee ja energiatehokkuus on alhaisempi. Energiatehokkuus ei siis ole varsinaisen energiankulutuksen määrän muuttamista vaan energian säilymistä eli periaatteessa energiankäytön hyötysuhde, joka tarkoittaa energian alkutuotannon kuluttamaa energiamäärää suhteessa loppuenergian käyttöön (Energy Efficiency Directive n.d.).

Energiatehokkuuden parantamisen pääasiallinen tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen kustannustehokkaasti. Sen lisäksi tärkeitä tavoitteita ovat energian saatavuuden turvaaminen, tuontienergian vähentäminen, energiankäytön ja -tuotannon kustannusten vähentäminen, muiden ympäristöasioiden parantaminen ja resurssitehokkuus. Myös uusiutuvan energian käyttöä pyritään edistämään. Suomessa onkin paljon energiatehokkuuden osaamista ja hyödyntämistä, ja Suomi on jopa kansainvälisesti johtavia maita alalla. Tämä on kustannustehokkaiden ratkaisujen ja vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten ansiota. Suurin osa cleantech-toiminnasta tulee Suomessa energiatehokkuuspalveluiden ja -tuotteiden tuottamisesta. (Energiatehokkuus n.d.)

Vaikka Suomi on energiankäytön tehokkuudessa huippumaita, energiankulutus asukasta kohden on Euroopan suurimpia ja henkilöä kohden korkea pohjoisen sijainnin ja energiantensiivisen teollisuuden vuoksi. Energiankulutus oli vuonna 2015 Suomessa lähes kaksinkertainen Euroopan Unionin keskimääräiseen kulutukseen verrattuna (Energy use 2018). Suuri kulutus johtuu rakennusten lämmitystarpeesta, liikenteen kulutuksesta ja teollisuuden energiankäytöstä mm. paperi-, metalli-, kone- ja kemianteollisuudessa sekä öljynjalostuksessa, joista paperiteollisuuden osuus on noin puolet (Teollisuuden energiankäyttö toimialoittain 2016). Koko teollisuuden energiankäyttö on lähes puolet eli 46 % Suomen energiankäytöstä. Lämmityksen osuus on 25 % eli huomattavan suuri. Lisäksi Suomi on tunnettu pitkistä välimatkoista, mikä näkyy siinä, että autoilun ja logistiikan osuus koko energian loppukäytöstä on 17 %. (Energian loppukäyttö sektoreittain 2016.)

Kansallisella tasolla Suomessa pyritään edistämään energiankäytön tehokkuutta ja vähentämistä esimerkiksi energiakatselmustoiminnalla. Katselmustoiminta rohkaisee yrityksiä innovaatioihin ja energiansäästötoimiin. Taloudelliset hyödyt tekevät pakollisista katselmuksista hyvin houkuttelevan yrityksille. Hyödyt ja tuet voivat rohkaista katselmuksen suorittamista myös niille, joita laki ei velvoita.

## 3.2 Energiakatselmus

### 3.2.1 Energiakatselmusprosessi

Energiatehokkuuslaki määrittelee yrityksen energiakatselmuksen järjestelmälliseksi menettelyksi, joka selvittää yrityksen energiankäytön ja energiansäästömahdollisuudet sekä säästön suuruuden. Kaikki kohteet, joissa käytetään energiaa, otetaan huomioon. Katselmuksessa on selvitettävä kokonaisenergiatehokkuus luotettavasti, jotta erilliset kohdekohtaiset katselmuksot on myös tehtävä. Kohdekatselmus on raportti yksittäisen energiankäyttökohteen energiankulutuksen rakenteen perusteella ehdotetuista toimenpiteistä energiatehokkuuden parantamiseksi. Kohteena voi olla esimerkiksi yrityksen rakennus, prosessi tai muu osa, jossa käytetään energiaa. Energiakatselmus sisältää useita kohdekatselmuksia. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 2 luku.)

Suuria yrityksiä koskevat energiatehokkuuslain mukaan teetettävä katselmus, joka tehdään neljän vuoden välein. Kohdekatselmuksot voidaan tehdä eri aikoina, mutta pakollisen energiakatselmuksen on sisällettävä kaikki enintään neljä vuotta vanhat kohdekatselmuksot. Lain mukaan suuri yritys on yli 250 henkilömäärän yritys tai yritys, jonka liikevaihto ylittää 50 miljoonaa euroa vuodessa yli 43 miljoonan euron taseella. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014.)

Energiatehokkuus ja energiansäästö ovat rinnastettavia termejä ja usein riippuvaisia toisistaan; energiatehokkuuden parantamisella odotetaan säästöjä energiankäytössä. Energiaa voidaan säästää esimerkiksi alentamalla yleistä huonelämpötilaa. Energiakatselmuksen tavoitteena on energiankäytön ja -kulutuksen optimointi.

Työ- ja elinkeinoministeriö asettaa energiakatselmustoiminnan tavoitteeksi kansallisen ilmastostrategian toteuttamisen. Katselmustoiminnalla edistetään energian säästämistä kustannustehokkaasti sekä uusiutuvien energianlähteiden käyttöä, mikä kuuluu myös Suomen ilmastostrategiaan. Lisäksi kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen tavoitteet on saavutettava, jolloin katselmustoiminnan tasoa ja etenemistä on ylläpidettävä. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 7.)

Katselmustoiminnan osapuolina ovat työ- ja elinkeinoministeriö (TEM), Motiva Oy, energiakatselmoijat ja asiakkaat. Ministeriö on pääosallisena vastuussa katselmustoinnasta, jota ministeriön Energiavirasto hallinnoi ja jolle se toimeenpanee ohjauksen. Motiva Oy koordinoi katselmustoimintaa Energiaviraston toimeksiannosta, mikä sisältää toiminnan seuranta, kehittämistä, laadunvarmistusta, koulutusta, ohjausta sekä neuvontaa. Asiakas tilaa katselmuksen ja hakee tarvittaessa energiatukea. Katselmuksella on oltava vastuuhenkilöinä Motivan hyväksymät katselmuksen suorittavat katselmoijat, joista yhdellä S- sekä toisella L-pätevyys. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 7-8.)

TEM antaa tukea yleisohjeen (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017) mukaisesti tehdyille katselmuksille. Tukea voi saada katselmuksen kokonaiskustannuksiin, jolloin muun muassa kunnille tehtävistä katselmuksista voi saada tukea korkeintaan 50 % työvoimakustannuksista. Muissa katselmushankkeissa korkeintaan 40 %. Tuettava osuus määritetään kohteen laajuuden sekä energiankäytön ja -kustannusten mukaan. Yleiskustannuksista voidaan korvata enintään 10 %. Hakijan työkustannusosuudeksi enintään 10 % voidaan hyväksyä ilman selvitystä, mutta hakijan osuuden mennessä yli työnjako on oltava selvä. Yli 30 % hakijan osuudessa on vähintään toisen vastuuhenkilön oltava hakijan organisaatiosta ja 70 % ylittäessä molempien on oltava (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 8, 26). Kunnillekin sekä pienemmillä yrityksillä voidaan tehdä energiakatselmus, mutta siihen ei ole velvoitetta. Valtio voi kuitenkin antaa tukea katselmuksen toteuttamiseen myös kyseisille tahoille liitteiden 1 ja 2 mukaisesti rakennustilavuuden perusteella, kuitenkin enintään 50 %. Suurille yrityksille ei myönnetä tukea, sillä niillä on velvoite toteuttaa katselmus. (Energiakatselmus kannattaa 2015.)

Ohjeistuksena katselmustoimintaan toimii yleisohje ylimmällä tasolla. Motivan laatimat toteutus- ja raportointiohjeet ovat yleisohjetta seuraavalla tasolla. Motivan Energiakatselmoijan käsikirja on toteutus- ja raportointiohjeita alemmalla tasolla ja saatavilla vain katselmoijille. Tässä työssä Motivan ohjeita sovelletaan kohteiden ominaispiirteiden ja tarpeiden mukaisesti. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 8.)

Energiakatselmushanke etenee vaiheittain. Tilaaja laatii suunnitelman aikataulusta, henkilöresursseista sekä budjetista. Samalla nimetään vastuuhenkilöt ja yhteyshenkilöt hankkeelle. Katselmuskohteiden määrän ollessa suuri, suositellaan ensin muuttaman kohdekatselmuksen käynnistämistä, joista edetään muihin kohteisiin edellisistä kohteista saatuja kokemuksia ja havaintoja hyödyntäen. Katselmushankkeen vaiheet näkyvät kuviossa 2. Vaiheet aloituspalaverista energiatuen maksamisselvitykseen ovat itse katselmustyötä, muut osat ovat hankkeen aloitukseen ja seurantaan liittyviä toimenpiteitä. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 9.)



Kuvio 2. Katselmushankkeen vaiheet (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 9)

Tilaaja valitsee katselmoijan ja hankkeeseen nimetään myös Motivan hyväksymät vastuuhenkilöt, joilla on tarvittavat pätevyudet. Sitovaa sopimusta katselmuksesta ei saa tehdä ennen Tekesille lähetettävää tukihakemusta mahdollista tukea varten. Sopimuksen on oltava purettavissa, jos tukea ei myönnetä. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 10.)

Katselmuksen tilaaja tekee Tekesiin hakemuksen ennen hankkeen käynnistämistä, mikä tarkoittaa ennen sitovan sopimuksen tekemistä. Tukihakemuksen jättämistä edeltäviä kuluja ei oteta huomioon tuen maksamisessa. Tuen hakijan on hyväksyttävä tuen myöntämispäätös Tekesille lähetettävällä hyväksymislomakkeella, jotta tuki voidaan maksaa. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 10.)

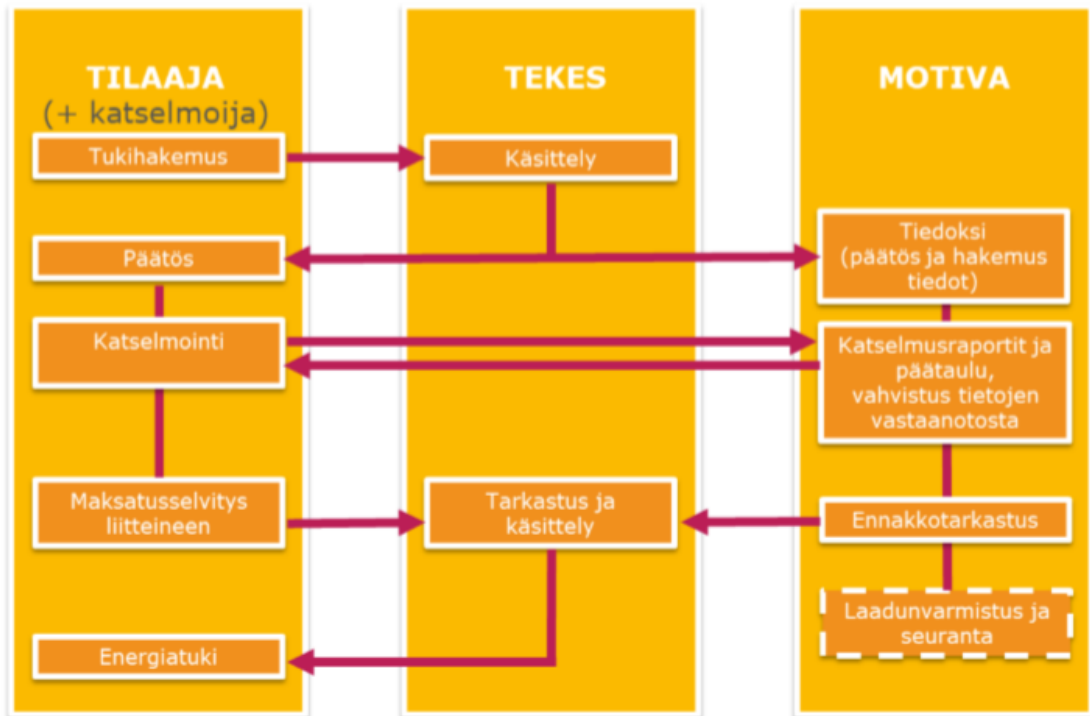
Energiakatselmusprosessin vaiheet suoritusjärjestyksessä ovat



1. aloituspalaveri, jossa sovitaan hankkeen toteutus ja asiat, joihin kiinnitetään huomiota
2. kohteiden lähtötietojen ja energiankäytön kokoaminen
3. kenttätyö mittauksineen, sisältäen mittauksia lämpö-, polttoaine-, sähkö- ja vesijärjestelmistä
4. kulutuksen säästömahdollisuudet mittausten ja havaintojen perusteella
5. kenttätyön tulosten mukaan määritetyt käyttötekniset toimenpiteet sekä laiteinvestointien arviointi
6. tulosten selkeä raportointi vaadittuine ja toivottuine tietoineen
7. ehdotukset toimenpiteistä ja potentiaaliset säästömahdollisuudet
8. tulosten ja ehdotusten esittely tilaajalle
9. jatkotoimenpiteistä sopiminen ja niiden kirjaaminen raporttiin
10. käyttötekniisten toimenpiteiden läpikäyminen säästömahdollisuuksien osalta
11. katselmoija on velvoitettu toimenpiteisiin havaitessaan käyttötekniisiä säästömahdollisuuksia katselmoinnin aikana ennen katselmuksen luovutustilaisuutta.

Lopuksi raportit liitteineen ja taulukoineen toimitetaan Motivalle laadunvarmistukseen, jossa niiden laajuutta katselmustoiminnan ohjeisiin verrataan. Motiva ilmoittaa raportin laadunvarmistuksen tuloksen Tekesille, joka päättää projektin hyväksymisestä. Valmiin hankkeen jälkeen raportoidaan katselmushankkeen kustannukset Tekesille energiatuen maksamista varten. Katselmoija on velvoitettu auttamaan raportoiduissa toimenpiteissä sekä energiansäästöissä hankkeen aikana. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 10-14.)

Katselmustukea voi hakea kohteen omistaja tai taho, jonka vastuulla on kohteen energiakustannukset. Kunnan omistamassa kohteessa siis kunta itse hakee tukea. Hakijan toimiala on ilmoitettava tukea haettaessa eli teollisuus, yksityinen tai julkinen palvelusektori vai energia-ala. Kunnallisissa palveluissa kyse on julkisesta palvelusektorista. Kuvion 3 kaaviossa kuvataan hakemusprosessi. Tukihakemus laaditaan ja lähetetään Tekesille, joka päättää tuen myöntämisestä ja ilmoittaa asiakkaalle sekä tiedottaa Motivalle päätöksestä. Katselmointi aloitetaan päätöksen jälkeen ja raportoinnin päätyttyä Motiva vahvistaa tiedot. Maksatusselvityksen tarkistaa Tekes ja Motiva, minkä jälkeen tuki maksetaan asiakkaalle. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 13.) Liitteissä 1 ja 2 nähdään, kuinka suuri on työkustannusosuuden yläraja, josta tuki lasketaan.



Kuvio 3. Energiakatselmuksen tukimenettely (Energia katselmustoiminnan yleisohjeet 2017)

Energia katselmuksen tuloksena on virallinen raportti katselmoitujen kohteiden energiatehokkuudesta. Raportoinnilla edistetään energiatehokkuutta antamalla hakijalle neuvoja ja toimenpide-ehdotuksia energian säästämiseen ja käytön sekä kulutuksen tehokkuuteen. Katselmoija on veloitettu antamaan ohjeita jatkotoimenpiteiden suorittamiseksi. Ohjeen mukaan katselmuksen raportoinnista on selvittävä

- energiatalous kustannuksineen ja niiden määräytyminen sekä vaikuttavat tekijät
- kulutustiedot vuositasolla, tarkemmalla tasolla sekä ajallinen vaihtelu
- järjestelmäkohtainen kulutusjakauma
- energiatalouden ja säästötoimenpiteiden yhteenveto sisältäen kustannusarviot ja takaisinmaksuajat
- kustannussäästö toimenpiteistä
- investointikustannukset
- CO<sub>2</sub>-päästövaikutus
- säästötoimenpiteiden perustelut
- mahdollinen toteuttamisjärjestys, jos merkitystä.

Katselmustuen lisäksi on haettavissa myös energiatuki. Energiatukea voi saada uusiutuvaan energiaan, energiansäästöön ja -tehokkuuteen tai hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen pyrkivään investointiin tai hankkeeseen. Investoinneiksi lasketaan pienen mittakaavan energiantuotantohankkeet, liikenteen biopolttoainehankkeet ja muun uuden teknologian hankkeet. Energiatehokkuuteen liittyvät hankkeet ovat myös uuden teknologian hankkeet sekä energiatehokkuussopimushankkeet. Lisäksi energiakatselmukset ja energia-analyysit sisältyvät energiatuen piiriin. Tuen saamiseen vaaditaan mm. hankkeen toteuttaminen, jos hanketta ei muuten toteutettaisi. Energiatukea on mahdollista hakea myös kunnille. (Energiatuki n.d.)

### 3.2.2 Katselmusmallit

Katselmusmalli riippuu kohteesta. Esimerkiksi pienestä kohteesta ei ole mielekästä tehdä katselmusta samalla tavalla kuin suuresta tai palvelukiinteistössä teollisuushallin vertaista katselmusta. Huomioon on otettava kiinteistön ominaispiirteet ja käyttötapa. Malli valitaan rakennustyyppin, -tilavuuden sekä energiakustannusten perusteella. Valinta on tehtävä kaikki kannattavat energiansäästömahdollisuudet huomioon ottaen, joten mallin on vastattava kohteen ominaispiirteitä riittävästi. Suurin osa Karstulan kunnan kohteista on kunnallispalveluja, joten valintaperiaatteena voidaan käyttää palvelurakennusten malleja rakennustilavuuden ja teknisten järjestelmien mukaan. Kohteen rakennustilavuuden ollessa alle 5000 m<sup>3</sup> yleisohje suosittelee kiinteistön energiakatsastuksen tekemistä. Rakennustilavuuden ollessa 5000–10000 m<sup>3</sup> kohteeseen suositellaan joko kiinteistön energiakatsastusta tai energiakatselmusta järjestelmistä riippuen. Yli 10000 m<sup>3</sup>:n rakennustilavuudelle suositellaan yksinomaan kiinteistön energiakatselmusta, jotta energiansäästömahdollisuuksia tutkittaisiin riittävästi. (Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet 2017, 15-16.)

Opinnäytetyön toimeksianto sisälsi useita kohteita, joihin valittuja katselmusmalleja sovellettiin. Osa kohteista oli pieniä opetusrakennuksia ja kunnan palvelu- tai asuinrakennuksia, muut kohteista olivat suuria opetusrakennuksia. Tuloksista haluttiin yhtenäiset ja samankaltaiset, joten malleja sovellettiin tapauskohtaisesti, jotta yhtenäisyys saavutettiin. Yksikään kohteista ei ollut teollisuudesta tai energia-alalta, joten niitä katselmusmalleja ei sovellettu. Energiakatsastusmalleja on sovellettu niin, että joitakin mittauksia jätettiin tekemättä kunnan tarpeen mukaan. Tärkeintä oli saada

energiankäytöstä kulutusjakaumat, arvio energiansäästöistä ja säästötoimenpide-ehdotukset sekä energiajärjestelmien vertailu kohteissa, joissa se oli tarpeen.

### 3.2.3 Kiinteistön energiakatsastus ja -katselmus

Kiinteistön energiakatsastus on pienten palvelurakennusten katselmusmalli. Energia-katsastuksessa keskitytään säästömahdollisuuksien raportointiin, energian ja veden käytön kokonaistarkasteluun sekä uusiutuvien energiamuotojen mahdollisuuksiin. Katsastus on pikainen katselmus, jossa pyritään saamaan nopea katsaus kohteesta. (Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet 2015, 9-10.) Opinnäytetyössä on useita pieniä palvelurakennuksia, kuten vanha kyläkoulu, liikerakennus ja nuorisotalo, joille sovellettiin energiakatsastusta.

Energiakatsastus on melko tiivis työ, joten aloituspalaverissa on hyvä keskittyä vain tavoitteisiin ja tarvittaviin lähtötietoihin. Kenttätyössä on osattava keskittyä nopealla aikavälillä energiatehokkuuteen ja sen parantamiseen vaikuttaviin asioihin. Alkutietojen perusteella arvioidaan energian käytön kulutusjakauma, jota täydennetään arvioilla taloudellisista säästömahdollisuuksista energiatehokkuuden parantamiseksi. Kenttätyön aikana voidaan käyttää Motivan laatimia dokumentointilomakkeita, jotka sisältävät tietoja mm. kulutuksista ja laitteistoista.

Kenttätyön mittaukset ovat tärkeitä säästöjen arvioinnin, kulutusjakaumien laskemisen ja järjestelmien toimimisen selvittämisen vuoksi. Täydentävät mittaukset saattavat olla tarpeellisia, jotta saadaan varmistus mitatuista arvoista, esimerkiksi tilanteen muuttuessa mitattavassa laitteistossa. Mittaukset ja tulokset on dokumentoitava raporttiin, niitä on arvioitava, tulkittava ja hyödynnettävä verraten muihin havaintoihin. Kenttätyössä tutkittavia asioita ja mittausarvoja ovat

- LVI-järjestelmistä
  - lämpötiloja
  - vesivirtaamat
  - LTO-laitteiden hyötysuhteet
  - kattilan palamishyötysuhde
- sähköjärjestelmistä
  - valaistustasot
  - sähkön kuormituksen vaihtelu
  - kulutuksen ajoittuminen
- muista järjestelmistä kuten paineilma ja jäähdytys
  - jäähdytyksen ja lämmityksen yhtäaikainen toiminta

- paineilmavuodot
- muihin kuin järjestelmiin liittyvät tiedot
  - tilojen käyttöajat
  - järjestelmien ja laitteiden säätö- ja ohjaustavat
  - järjestelmien ja laitteiden käynti- ja käyttöajat
  - suunniteltu ilmanvaihdon ilmavirta
  - vesilaitteiden nimellisvesivirrat
  - sähkölaitteiden nimellistehot.

Lisäksi ikkunoiden ja liuku- tai nosto-ovien määrä, tiiveys, lämmöneristys sekä käyttö- tekniset tiedot on tarpeellista tietoa. (Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet 2015, 11-13.)

Säästömahdollisuuksia analysoitaessa tärkeimmät raportoitavat asiat ovat kohteen energian ja veden kulutus sekä kulutusjakaumat, perustellut toimenpide-ehdotukset säästömahdollisuuksista ja ehdotus uusiutuvien energiamuotojen käyttöönotosta. Toimenpiteistä tulee käydä ilmi toteutustapa sekä kustannukset, säästö ja kannattavuus sekä CO<sub>2</sub>-päästöjen muutos toimenpiteiden toteuttamisen jälkeen. (Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet 2015, 13.)

Energiakatsastusraportin sisällön on oltava selkeä ja siinä esitetään

- yhteenveto
  - katsastuksen tulokset tiivistetysti
  - säästötoimenpiteet ja kehityskohteet selvästi esillä
- nykyinen energiankäyttö
  - kulutuksen jakautuminen
  - kulutuksen vaihtelu
  - veden kokonaiskulutuksen jakautuminen, vesikustannusten ollessa merkittäviä
- energiatalouden arviointi
  - kustannuksiltaan ja kulutukseltaan merkittävimmät järjestelmät
  - järjestelmien käyttö ja käyttötarve
  - järjestelmien ohjaus, tehot ja tarpeenmukaisuus
- ehdotetut toimenpiteet
  - parannettavat asiat
  - tekotapa
  - toteuttamisjärjestys
  - säästöt
  - vertailu
  - investoinnit
  - kokonaiskustannus
  - takaisinmaksuaika
  - hiilidioksidipäästövaikutus.

Energiatalous on perusta nykyiselle energiatehokkuudelle ja kehitysehdotuksille. Toimenpiteet perustellaan, jotta asiakas osaa painottaa ja lopulta päättää investoinneista. (Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet 2015, 14.)

Kiinteistön energiakatselmuksessa kartoitetaan rakennuksen ja sen eri järjestelmien energiansäästömahdollisuudet. Katselmus tehdään yleensä tavallisilla ja vaativilla järjestelmillä varustettuihin palvelurakennuksiin. Katselmus tehdään hyvin samaan tapaan kuin energiakatsastus, mutta keskittyen enemmän yksityiskohtiin ja toimenpiteiden vaikutuksiin, useat eri järjestelmät huomioon ottaen. (Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet 2015, 15.)

### 3.3 Kiinteistön energiatehokkuus

Kiinteistöissä käytetään energiaa esimerkiksi lämmitykseen ja sähkölaitteisiin. Lämmityksen energiatehokkuus riippuu rakennuksen rakenteiden fyysisistä ominaisuuksista, järjestelmien sekä laitteiden hyötysuhteista ja käytötavasta. Sähkönkulutuksen energiatehokkuus riippuu sähkölaitteiden hyötysuhteista ja käyttötottumuksista. Lämpövuodot rakenteiden kautta tai läpi nostavat lämmityksen tarvetta ja energiatehokkuus laskee. Valaisimen teho voi olla suuri sen valaisutehoon nähden tai valaisin on päällä silloin, kun sitä ei tarvita ja hyödynnettävä energia menee hukkaan. Sähkö- ja lämmityslaitteiden hyötysuhde merkitsee niiden kykyä muuttaa energia haluttuun muotoon. Sähkölaitteen moottori voi esimerkiksi vioittua, jolloin sähkönkulutus saattaa kasvaa sen tuottamaan tehoon nähden.

Rakennuksen lämmitys säädetään usein ulkolämpötilan suhteen. Mitä kylmempää ulkona on, sitä enemmän tarvitaan lämmitysenergiaa. Lämmitys on vertailukelpoista normitettuna, jolloin kulutukseen otetaan huomioon kuukausien tai vuosien keskilämpötilat. Normitetun lämmitysenergian laskennassa tarvitaan lämmitystarvelukuja, jotka kuvaavat lämmityksen todellista tarvetta tiettyinä ajankohtana. Ilmatieteen laitos julkaisee lämmitystarveluvut kuukausittain 16 vertailupaikkakunnalle. Taulukossa 1 esimerkkinä vuoden 2017 lämmitystarveluvut. Lämmitystarveluku on laskettu lämpötilaerosta sisä- ja ulkolämpötilan välillä kuukauden aikana. Suurempi luku tarkoittaa suurempaa lämmitystarvetta. Lämmitystarvelukuja tarvitaan kaavassa 2.

Taulukko 1. Vuoden 2017 lämmitystarveluvut (Lämmitystarveluku n.d.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vuosi
<b>Maarianhamina</b>	547	494	475	429	250	35	0	18	73	299	388	471	3479
<b>Vantaa</b>	617	567	507	440	175	22	6	25	135	373	429	506	3802
<b>Helsinki</b>	586	532	489	427	183	28	0	17	82	346	388	471	3549
<b>Pori</b>	593	562	500	442	221	29	5	30	143	379	424	512	3840
<b>Turku</b>	602	551	495	429	192	27	5	24	119	369	414	498	3725
<b>Tampere</b>	639	601	521	466	225	40	12	37	190	404	453	544	4132
<b>Lahti</b>	647	602	524	460	219	54	12	35	188	393	470	540	4144
<b>Lappeenranta</b>	673	630	539	478	235	44	7	20	180	396	489	551	4242
<b>Jyväskylä</b>	674	638	565	497	265	53	26	44	225	415	487	569	4458
<b>Vaasa</b>	604	589	536	473	247	46	17	39	186	385	455	546	4123
<b>Kuopio</b>	701	662	577	503	297	53	13	35	203	406	492	580	4522
<b>Joensuu</b>	721	671	578	518	315	63	26	35	218	417	512	579	4653
<b>Kajaani</b>	734	703	619	542	381	77	14	55	246	446	536	617	4970
<b>Oulu</b>	698	662	624	515	372	73	14	48	222	438	527	628	4821
<b>Sodankylä</b>	845	759	702	586	446	153	48	102	295	515	674	840	5965
<b>Ivalo</b>	808	760	704	588	457	207	60	116	300	499	688	869	6056

Kaavalla 1 voidaan laskea lämpimän käyttöveden lämmitykseen käytetty energia.

Lämmitykseen vaadittavaa energiaa tarvitaan normitetun lämmitysenergian kulutuksen laskemisessa.

$$Q = \frac{\rho \cdot c_p \cdot V \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad (1)$$

missä  $Q$  = lämpimän käyttöveden lämmitykseen käytetty energia, kWh

$\rho$  = veden tiheys, 1000 kg/m<sup>3</sup>

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

$V$  = lämpimän käyttöveden kulutus, m<sup>3</sup>

$t_2$  = lämmitetyn veden lämpötila, °C

$t_1$  = lämmitettävän veden lämpötila, °C

3600 = yksikkömuunnoskerroin kilojouleista kilowattitunneiksi

Lämpimän käyttöveden kulutuksen  $V$  arvioidaan olevan 30 % kokonaisvedenkulutuksesta ja asuinrakennuksissa 40 %, jos lämpimän käyttöveden kulutusta ei ole mitattu erikseen (Lämmin käyttövesi n.d.). Lämpimän käyttöveden arvioinnissa käytettiin jo-

kaisen kiinteistön kohdalla samaa tapaa, sillä saatavilla oli vain vuosittaiset kokonaisvedenkulutukset. Lämmin käyttövesi on otettava lopullisessa normitetussa lämmönkulutuksessa huomioon, mutta tilojen lämmityksestä se on vähennettävä.

Lämmönkulutus on normitettava vastaamaan todellista lämmitystarvetta, sillä verrattaessa esimerkiksi opinnäytetyön tilanteessa saman rakennuksen lämmönkulutusta eri ajankohtina, on otettava huomioon niiden ajankohtien lämmitystarve. Lämmitystarveluvut kuvaavat lämmitysenergian tarvetta, sillä suora vertailu ajankohtien välillä ei ole järkevää eri lämpötilakeskiarvoista johtuen. Kaavalla 2 saadaan laskettua normitettu lämmitysenergia lämmitystarvelukujen avulla. (Kulutuksen normitus 2016.)

$$Q_{norm} = \frac{S_{N\ vpkunta}}{S_{toteutunut\ vpkunta}} \cdot Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \quad (2)$$

missä  $Q_{norm}$  = rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus, kWh

$S_{N\ vpkunta}$  = normaalivuoden tai -kuukauden (1971-2010) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

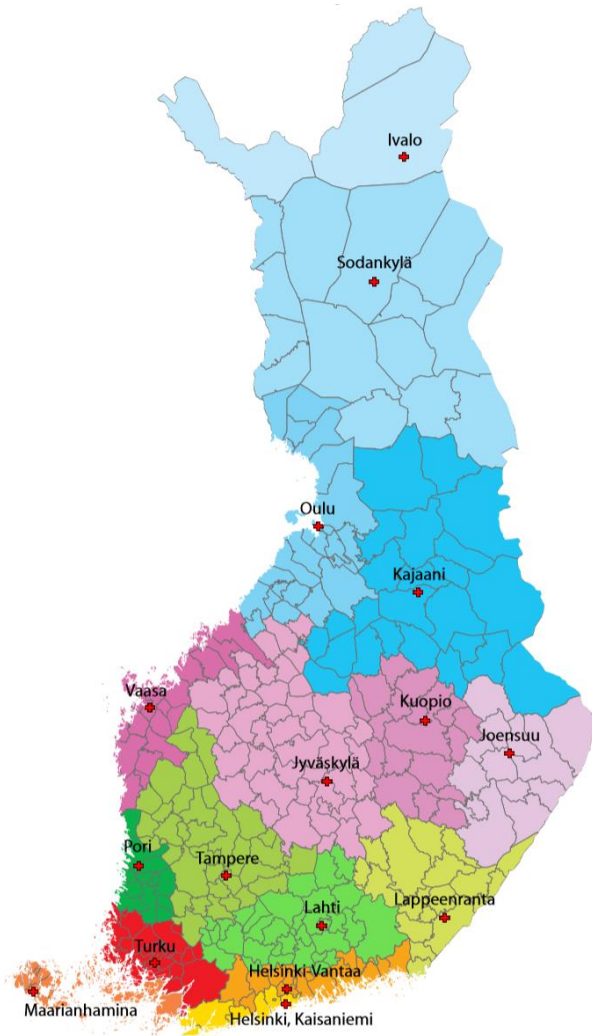
$S_{toteutunut\ vpkunta}$  = kuukauden tai vuoden toteutunut lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$Q_{toteutunut}$  = rakennuksen tilojen lämmitykseen kuluva energia eli lämmitykseen kuluva kokonaisenergia ilman lämmitetyn käyttöveden osuutta, kWh

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$  = lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh

Lämmitystarve on laskettu vertailupaikkakunnittain ja jokaiselle kunnalle on määritetty vertailtava paikkakunta. Paikkakuntakohtaista lämmitystarvetta ei tarvita, jos tutkitaan samaa rakennusta eri ajankohtina. Kuviossa 4 on esitetty kartta vertailupaikkakunnista ja kunnista, joita verrataan kyseiseen paikkakuntaan. Karstulan vertailupaikkakunta on Jyväskylä.





Kuvio 4. Lämmitystarpeen vertailupaikkakunnat (Vertailupaikkakunnat n.d.)

Sähköä kiinteistöissä kuluu muun muassa ilmastointi- ja ilmastointijärjestelmän laitteisiin, puhaltimiin, pumppuihin, valaistukseen, kodinelektroniikkaan, kylmälaitteisiin sekä joissain kiinteistöissä sähkölämmitykseen. Myös esimerkiksi turvajärjestelmät vaativat jatkuvaa sähkövirtaa. Näistä ilmastointi ja ilmanvaihto, sekä usein puhaltimet, kylmälaitteet ja sähkölämmitysjärjestelmä kuluttavat sähköä siitä huolimatta onko rakennuksessa käyttäjiä vai ei. Ilman on vaihdettava myös yöaikaan ja pientä lämmitystä on ylläpidettävä siitakin huolimatta, että tiloja ei käytetä. Tätä kiinteistön vähimmäisenergiankulutusta kuvaa peruskuorma. Peruskuorma on säästä riippumaton energiaa, jota ei käytetä suoraan rakennuksen lämmitykseen. Se voidaan yleensä olettaa pysyvän samana koko vuoden aikana. Peruskuormaa on esimerkiksi lämpimään käyttöveteen käytetty energia, mutta myös valaistus, jäähdytyslaitteet ja elektroniikka. (Astepäiväluku ja lämmitystarveluku n.d.)

Lämmitys- ja sähköenergian ominaiskulutukset rakennustilavuuden tai pinta-alan mukaan lasketaan kaavalla 3. Kaavaa voidaan käyttää sähkölle ja lämmitykselle sekä molemmat huoneistoalan tai rakennustilavuuden suhteen. Useimmiten ominaiskulutus lasketaan rakennustilavuuden suhteen.

$$E_{ok} = \frac{E_{norm}}{AV} \quad (3)$$

missä  $E_{ok}$  = rakennuksen ominaiskulutus, kWh/m<sup>2</sup> tai kWh/rm<sup>3</sup>

$E_{norm}$  = rakennuksen sähköenergian kulutus, kWh tai normitettu lämmitysenergian kulutus, kWh

$AV$  = huoneistoala, m<sup>2</sup> tai rakennustilavuus, rm<sup>3</sup>

Sähkön tuntiteho kuvaa sähkönkulutusta vuorokauden aikana jaoteltuna tunneittain. Tuntitehoista voidaan havaita poikkeamia sähkölaitteiden kulutuksessa ja käytössä. Tehoarvojen kautta on mahdollista arvioida esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon kytketyminen suuremmalle teholle aamulla ja pienemmälle illalla sekä tilojen valaistuksen ja muiden sähkölaitteiden käytön. Kylmälaitteet taas kuluttavat melko tasaisesti ympäri vuorokauden, jolloin kulutusta ei juuri erota.

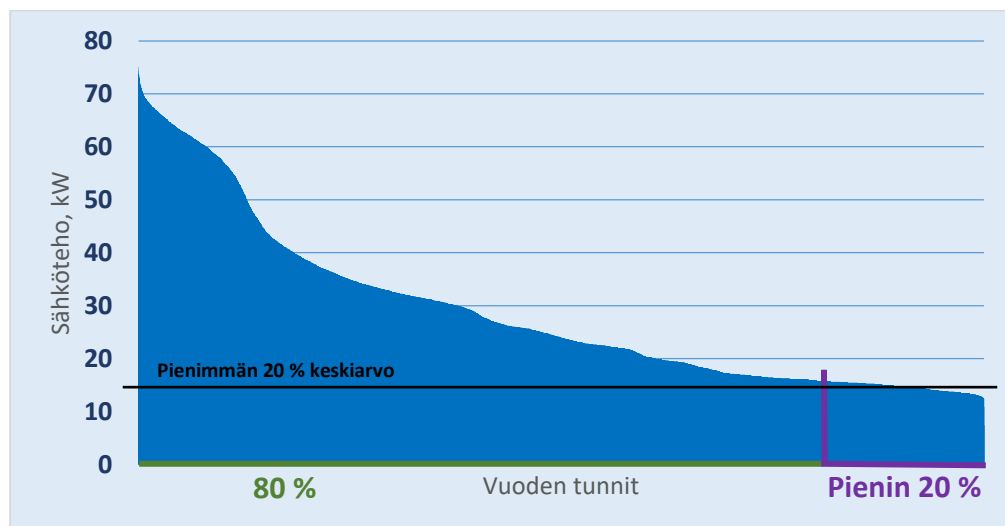
Huipputeho on kohteen vaatima suurin sähköteho. Tehopiikki syntyy, kun sähkölaitteita on päällä suuria määriä yhtä aikaa. Huipputeho vaikuttaa esimerkiksi sähkölaskun hintaan, jos sopimuksessa on sovittu tehoerustaisesta laskutuksesta, sekä liittymätehoon. Lisäksi suuren vaihtelun vuoksi sähköverkko ei välttämättä toimi yhtä tehokkaasti kuin tasaisella kuormituksella. Pääsulakkeet rajoittavat kiinteistön huipputehon ja pääsulake määrittää usein sähkösopimuksen liittymismaksun ja/tai perusmaksun. Huipputehoa voi pienentää välttämällä suuria määriä sähkölaitteita yhtäaikaaisesti.

Sähkötehon pysyvyys on vuoden jokaisen tunnin sähkötehon arvosta koostettu käyrä tai diagrammi. Pysyvyyssäyrä muodostuu vuoden sähkötehon arvoista suuruusjärjestyksessä. Tämän perusteella voidaan havaita sähkönkäytön ajallinen vaihtelevuus sekä laskea pohjateho. Ajallisen vaihtelevuuden voi erottaa käyrän tasaisuudesta ja jyrkkyydestä. Jyrkempi käyrä tarkoittaa suurempaa vaihtelua ja loivempi tarkoittaa

suurta peruskuormaa ilman suuria vaihteluita. Kuviossa 5 on esitetty sähkötehon pysyvyyskäyrä.

Tehontarvetta, jolla ei ensisijaisesti tuoteta rakennuksen käyttäjille palveluita, kutsutaan pohjatehoksi. Pohjatehon ja käyttöajan avulla voidaan laskea kulutettu energia, jota kutsutaan tyhjäkäyttökulutukseksi. Tyhjäkäyttökulutus on yleensä suuri osa koko vuoden kulutuksesta ja vähäisen käytön kiinteistöissä se voi olla muun ajan käyttöä suurempi. Kiinteistön käyttöastetta nostettaessa käytön tehokkuus kasvaa energiataloudellisesti. Tyhjäkäyttökulutus on tärkeä havainnointikeino turhien kulutuskohteiden ja väärin ajastetun tekniikan korjaamiseksi. Lisäksi se auttaa parantamaan kiinteistön käyttöastetta. (Pohjateho n.d.)

Pohjatehon laskemiseen tarvitaan vuoden tuntikulutuksen pysyvyyskäyrä eli tuntitehot suuruusjärjestyksessä. Pohjateho on vuoden pienimmän 20 % tehoarvon keskiarvo. Kuvion 5 esimerkissä on havainnollistettu pohjatehon määrittäminen. Esimerkissä tehojen keskiarvoksi eli pohjatehoksi saadaan 14,6 kW. Tyhjäkäyttökulutus saadaan kertomalla pohjateho ja viikon tyhjäkäyttötunneilla. Vuoden pohjakulutus, joka on kuvion 5 mustan viivan alle jäänyt ala, saadaan kertomalla vuoden 8760 tuntia pohjateholla (Pohjateho n.d.). Pohjakulutus on pienin jatkuva sähkötehon tarve eli kiinteistön tarpeellisia toimintoja ylläpitävä sähköteho eli sähköteho lukuun ottamatta valaistusta ja käyttölaitteita (Pohjakulutukseen perustuva mitoitus n.d.).



Kuvio 5. Pohjatehon määrittäminen pysyvyyskäyrästä

Kiinteistöjen energiatehokkuutta mitataan laskennallisella energialuvulla, E-luvulla. E-luvun tarkoituksena on määrittää rakennuksen energiatehokkuus ja vaikuttaa energiatehokkuustoimiin. Energiatodistuksilla rakennuksille määritetään oma E-luku, jonka avulla niitä voidaan verrata muiden rakennusten kanssa ja havainnoida energiatehokkuuden tasoa. E-luvun yksikkö on kWh/m<sup>2</sup>, joka tarkoittaa ostoenergiankulutusta lämmitysalaa kohden.

Kiinteistön energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat siis pääasiassa rakennustekniset ja käyttötekniset tekijät sekä energialaitteistot. Energialaitteistoissa tärkeää on oikea mitoitus ja säädöt, jotta voidaan mahdollistaa tehokas energiantuotanto. Oikea mitoitus varmistaa, että järjestelmä on joustava eikä käy ylikierroksilla tai pitkäaikaisesti liian alhaisella teholla. Vanhoissa laitteissa ongelmana voi olla lisäksi laitteiston ikä ja sen myötä kulumiset, sakkautumiset ja rikkoontumiset, jotka huonontavat järjestelmän hyötysuhdetta. Nykyään energiajärjestelmän hankintaan vaikuttaa investoinnin hinta, taloudelliset säästöt, käytettävyys, polttoainesaatavuus ja tuotannon ympäristöystävällisyys.

## 4 Energiajärjestelmät

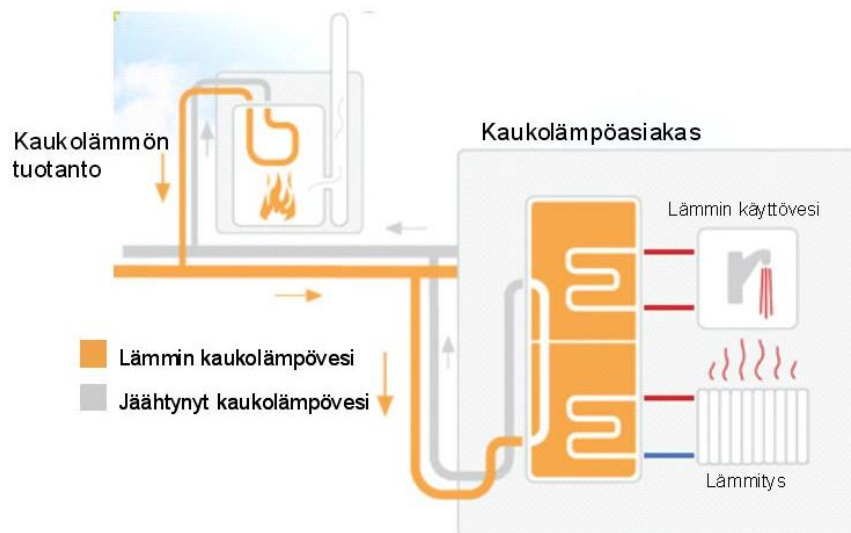
### 4.1 Järjestelmän valinta

Energiajärjestelmä on rakennuksen sähkö- tai lämpöenergian tuottamiseen tarkoitettu järjestelmä. Energiajärjestelmällä voidaan tuottaa energia kiinteistöön epäsuorasti, kuten kaukolämpöjärjestelmällä, tai suorasti, kuten puukattilalla. Rakennusten energiankäytössä ja energiatehokkuudessa ehkä tärkeimmässä osassa ovat energiajärjestelmät. Lämpöenergian tuotossa se on tärkein järjestelmä. Joissain rakennuksissa aurinkosähköjärjestelmä tuottaa kiinteistön käyttöön myös sähköä. Energiamuotoa on mietittävä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa, jolloin siihen vaikuttavat muiden muassa polttoaineen saatavuus, investointi- ja käyttökustannukset sekä niihin liittyvät työt ja takaisinmaksuaika verrattuna muihin energiamuotoihin. Energiamuotoja ja -järjestelmiä on monia erilaisia ja eri yhdistelmiä on lukematon määrä, mutta jokaisen energiajärjestelmän suunnittelussa käytetään samoja periaatteita ja mitoituskeinoja.

Vanhaa kattilaa tai kakluunia voidaan käyttää uuden järjestelmän ohella tarvittaessa tai massavaraajana, jos laitteiston kunto on riittävä. Käyttäminen voi muuttua työllämmäksi, jos uusi laitteisto vaatii enemmän kunnossapitoa ja huoltoa kuten sähkölämmitystä verrattaessa puupolttoainekattilaan. Myös polttoaineen hinta ja saatavuus vaikuttavat lämmitysjärjestelmän valintaan; öljyn hinta saattaa vaihdella paljon, mutta toisaalta pellettiä ei ole myöskään joka paikassa saatavilla. Pelletin tai hakkeen varastointi voi kaupungissa viedä myös paljon tilaa, kuten polttopuukin. Käyttö- tai toimitushäiriöt voivat estää energiansaannin pitkäksiin aikaa, jolloin järjestelmän monikäyttöisyys on etu. Järjestelmäinvestoinnin takaisinmaksuaika tulisi olla järkevä ja huomioon on otettava myös muuttuvat kustannukset. Takaisinmaksuaika on oletus taloudellisesta kannattavuudesta. (Lappalainen 2010, 135.)

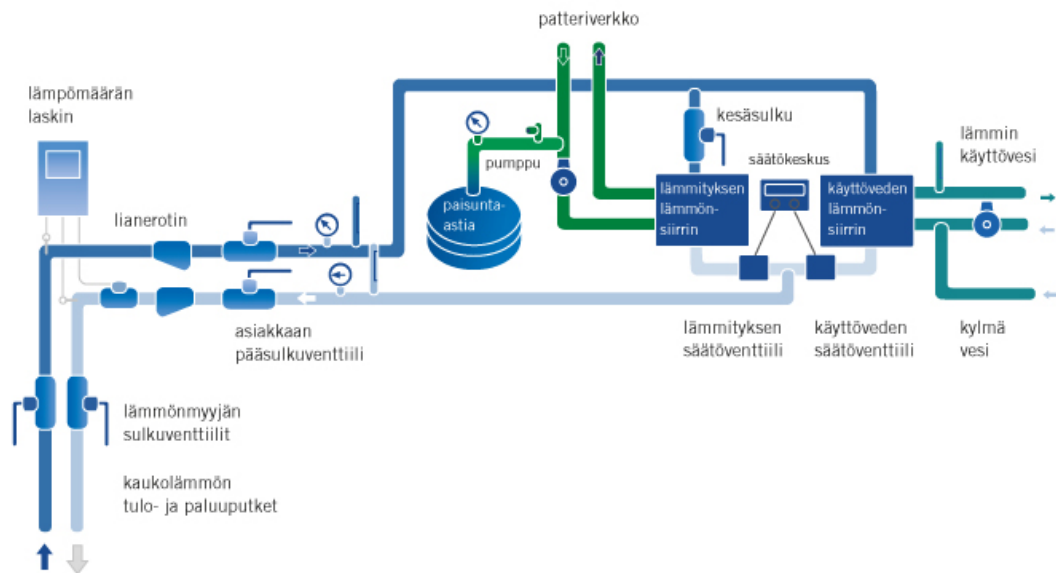
## 4.2 Kaukolämpö

Kaukolämpö on tehokasta ja edullista lämmitysenergiaa sekä tiloihin että lämpimälle käyttövedelle. Se on käytännöllistä myös erilaisissa teollisuusprosesseissa tuottaen esimerkiksi prosessilämpöä ja tehdasrakennuksissa samalla tilojen lämmitykseen. Kaukolämmön tuotanto tapahtuu useimmiten CHP-laitoksissa yhteistuotantona sähkön ohella. Tällä tavoin tuotannosta saadaan energiatehokasta ja polttoaineen energiasäilytyksestä jopa 90 % saadaan hyödynnettyä. (Pietikäinen, Rekonen 2007, 8) Kaukolämmön tuotantolaitoksissa eli kaukolämpölaitoksissa voidaan käyttää kaasua tai öljyä sekä lähes kaikkia kiinteitä polttoaineita energijäte mukaan lukien. Kattilan ja prosessin teknologiasta riippuen pystytään mahdollisesti käyttämään useita eri polttoaineita yhtäaikaaisesti. Kaukolämpö on erittäin käytännöllistä alueilla, joissa talvet ovat kylmiä, kuten Suomessa. Käytännöllisen siitä tekee erityisesti suora lämmön siirto hyvällä hyötysuhteella. Kotitalouksien ei siis tarvitse käyttää sähköä erikseen lämmitykseen vaan lämmitys hoidetaan valmiiksi lämmitetyllä vedellä. Kuviosta 6 näkyy kaukolämmön tuotannon periaate; lämpölaitoksella lämmitetty vesi tulee suoraan laitokselta kohteelle eristettyjä putkia pitkin. Kiinteistössä laitokselta saapuva vesi kulkee kaukolämpölaitteiston kautta palaten takaisin laitokselle lämmitettäväksi.



Kuvio 6. Kaukolämpötuotannon periaate (Kaukolämpö on kaikkien etu 2009)

Kaukolämmön jakelu tehdään kaukolämpöverkoston välityksellä kaikkiin verkoston kohteisiin samalla kertaa. Verkostoon kuuluu useita lämmönjakokeskuksia, joista kaukolämpö jaetaan yksittäisiin kohteisiin. Keskuksilla ja kohteilla on omat lämmönsiirtimet, joilla lämpö siirretään tuloputkea pitkin verkostosta lopulta kiinteistöön. Paluuputkea pitkin jäähtynyt vesi palaa lämpölaitokselle. Kuviossa 7 on havainnollistettu kaukolämpölaitteiston rakenne. Laitteistossa tuloputki kiertää lämmityksen ja käyttöveden lämmönsiirtimien kautta jäähtyneenä paluuputkeen. Kaukolämmön sisältämä lämpöenergia kuluu siis kiinteistössä kierrätettävän veden lämmitykseen.



Kuvio 7. Kaukolämpölaitteiston rakenne (Jyväskylän Energia – Kaukolämpö n.d.)

Kaukolämpöjärjestelmän laitteet vaihtelevat mitoituksen ja kohteen tarpeiden mukaan. Siirtimien määrä riippuu lämmityskohteista, kuten käyttöveden lämmityksen, tilojen lämmityksen ja esimerkiksi ilmastoinnin esilämmityksen tarpeesta. Kaukolämpölaitteistoon kuuluvia laitteita ovat

- asiakkaan ja myyjän sulkuventtiilit, joilla katkaistaan vedentulo laitteistoon tai laitteistosta
- säätöventtiilit lämmönsiirtimien virtauksensäätöä varten
- lämmönsiirtimet kohteittain lämpöenergian siirtämiseksi asiakkaan järjestelmiin
- asiakkaan verkostoon kuuluvat painesunta-astiat ja pumput
- lämpötila-, virtaus-, paine- ja lämpö määrämittarit sekä muut mittarit ja säätölaitteet.

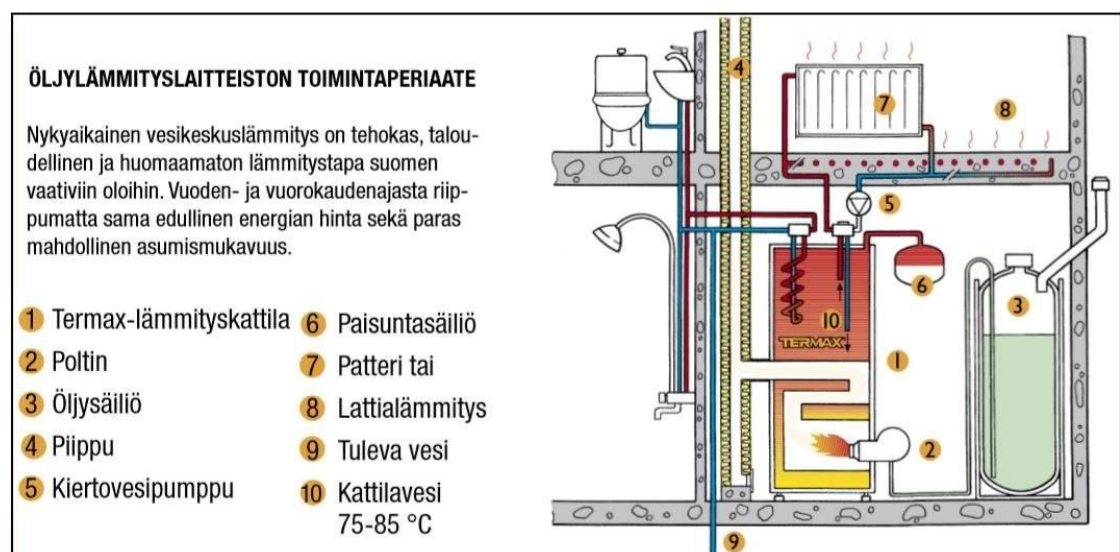
Kaukolämmityksen hintaan kuuluu yleensä perus- sekä energiamaksut ja lisäksi mahdolliset palvelumaksut. Perusmaksun suuruus riippuu tilavuusvesivirrasta ja mahdollisesti myös rakennustilavuudesta. Energiamaksu perustuu suoraan lämpöenergian kulutukseen sopimuksessa määritellyllä hinnalla. Kohteelle määritellään lämpöteho mitoitussulko lämpötilan mukaan sekä tilausvesivirta tilaustehon mukaan. (Rakennusten lämmitysjärjestelmät 2007, 27.)

Kaukolämpöverkoston putkissa kulkee lämmitettävään kohteeseen kuumaa vettä ja takaisin lämpölaitokselle kohteista pois jäähtynyttä, vielä lämmintä vettä. Paluuvesi voi

siis olla vielä hieman lämmintä, sillä kaikkea veden sisältämää energiaa ei saada kohteissa energiatehokkaasti hyödynnettyä. Paluuveden ja menoveden lämpötilaeroa kutsutaan jäähtymäksi. Jäähtymän ollessa suurempi, myös koko kaukolämpöprosessin hyötysuhde kasvaa.

### 4.3 Öljylämmitys

Öljylämmitys on yksi kiinteistön paikallisista lämmitysmuodoista. Järjestelmä koostuu kattilasta, siihen kiinnitettävästä polttimesta, pumpuista sekä savupiipusta. Öljykattilassa lämmitetään vettä polttimella öljysäiliöstä pumpatulla öljyllä. Poltin sytyttää öljysuihkun, joka palaessaan lämmittää kattilavettä. Lämmitetty vesi pumpataan tarvittaviin kohteisiin ja suoran lämmityksen sijaan voidaan hyödyntää myös lämminvesivaraajaa. Öljylämmitysjärjestelmä tarvitsee polttoainesäiliön, joka voidaan asentaa ulko- tai sisätiloihin, huohotusputken ollessa asennettuna kuitenkin yhteydessä ulkotiloihin. (Rakennusten lämmitysjärjestelmät 2007, 9) Kuviossa 8 on esitetty öljylämmityksen toiminta ja siihen liittyvät laitteet.



Kuvio 8. Öljylämmityslaitteiston toimintaperiaate (Öljylämmityslaitteisto n.d.)

Öljylämmityksen huonoja puolia ovat polttoaineen fossiilisuus, haitallisuus ympäristölle sekä vaihteleva hinta. Hyviä puolia järjestelmässä on yksinkertaisuus, luotettavuus ja helppokäyttöisyys. Öljystä luopuminen on tärkeä askel hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä sekä paikallisuuden ja omavaraisuuden lisäämisessä. Toisaalta

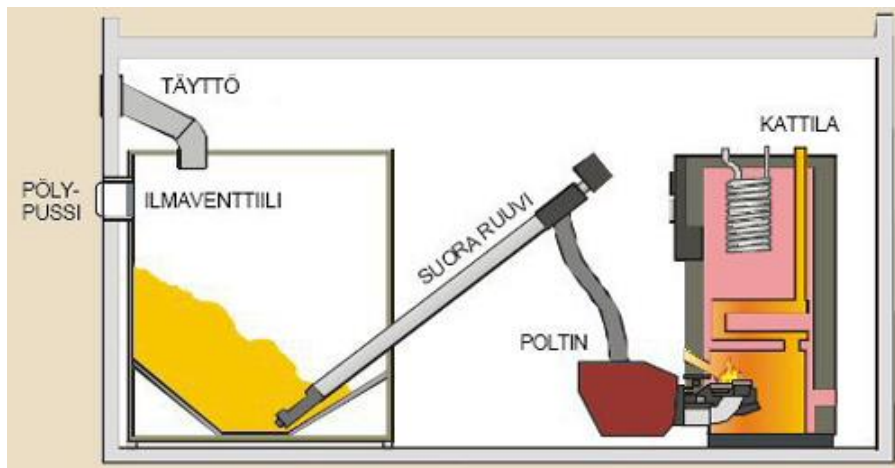


useissa kohteissa, joissa on öljylämmitys, se on suhteellisen edullista ja uusi järjestelmäninvestointi olisi epätaloudellista. Lisäksi kaupunkialueella voi olla vaikeaa ja kallista vaihtaa toiseen järjestelmään asennus- ja purkutöiden vaikeuksien sekä polttoainesaatavuuden vuoksi.

#### 4.4 Puu- ja pellettilämmitys

Puuperäisillä polttoaineilla toimiva lämmitysjärjestelmä on yleinen lämmitysmuoto haja-asutusalueilla. Puupolttoaineita ovat hake ja pelletti, mutta myös perinteinen puuklapi. Hake- ja pellettilämmitteinen järjestelmä on automaattinen. Klapiä käytetään lämmityksessä usein vain pienissä omakotitaloissa tai tilakohtaisessa lisälämmityksessä sen vaatiman työn vuoksi. Puupelletti on pelletiksi puristettua sahanpurua tai lastua, jonka kuiva-ainepitoisuus on korkeampi kuin perinteisellä puulla tai puuhakkeella. Puuhake on hakettua puuta kokopuusta, hakkuutähteistä tai kannoista. Hake on yleensä vähemmän prosessoitua kuin pelletti eikä yhtä tasalaatuista. Puupelletin lämpöarvo on 4,7 MWh/t kun hakkeella vastaava arvo on 2,67 MWh/t (Polttoaineiden muuntokertoimet n.d).

Hake- ja pellettijärjestelmät ovat hyvin samanlaisia eroten jonkin verran varastoinnin osalta. Kattilat eivät usein eroa paljoakaan öljykattilasta, mutta polttoaineet ja polttoaineen säilytys öljy- ja puulämmitysjärjestelmän välillä ovat harvoin yhteensopivia keskenään. Pellettipoltin sopii toisaalta joidenkin vanhojen öljykattiloiden polttimien tilalle. Putkisto ja laitteisto ovat muuten lähes täysin yhteensopivia eri järjestelmien välillä. Hake ja pelletti vaativat varastoksi usein suuren tilan tai siilon, josta polttoaine siirretään ruuvin avulla polttimen kautta kattilaan. Kuvio 9 esittää pellettilämmityksen periaatteen. Polttoaineen varastointi ja siirtäminen kattilaan on yksinkertainen, mutta jonkin verran epäluotettava mekaanisten ja liikkuvien osien vuoksi. Hake on usein helpommin saatavilla ja edullisempaa kuin pelletti.



Kuvio 9. Pellettilämmityksen toimintaperiaate (Pellettilämmitys n.d.)

## 5 Tarkastelu

### 5.1 Karstulan kunta

Karstulan kunta sijaitsee pohjoisessa Keski-Suomessa, Etelä-Pohjanmaan rajalla. Asukkaita kunnassa oli 4232 vuonna 2016, joten kunta on asukasluvultaan pienehkö ja harvaan asuttu. Kunta on kärsinyt muuttotappiosta jo vuodesta 1992, mistä lähtien asukasluku on vähentynyt noin 1400 asukkaalla ja samalla väestö on ikääntynyt. Karstula on maaseutumainen, taajama-aste on 50,6 %. Alkutuotannon työpaikkojen osuus on korkea 15,9 %, mikä johtuu maa- ja metsätalouden sekä turvetuotannon suuresta määrästä kunnassa. Koko Suomessa vastaava luku on 3,2 %. (Karstulan avainluvut n.d.)

Karstulassa on viime vuosina ollut suunniteltu uuden yhtenäiskoulun rakentamista nykyisten koulujen sisäilmaongelmien vuoksi. Vanhat koulut ovat 1930–1950-luvuilta ja viimeisimmät peruskorjauksetkin ovat 80-luvulta. Jotkut koulurakennukset tai niiden osat ovat suojeltuja. Useissa rakennuksissa järjestelmät ja tekniikka ovat osittain vanhanaikaista. Kiinteistöjen käyttöaste on yleisesti ottaen alhainen, sillä esimerkiksi nykyiset koulut ovat erillisiä ja tilojen käyttö on tehotonta. Uuden koulun myötä toivotaan yhtenäisyyttä nuorten palveluille ja toiminnalle sekä turvalliset ja terveelliset olot oppilaille. Koulun valmistuttua moni vanhoista kiinteistöistä saattaa jäädä vaille käyttöä tai entistä vähäisemmälle käytölle.

Karstulan kunnassa suuri osa keskustan taajama-alueen rakennuksista ja kunnallisista kiinteistöistä on kaukolämmitettyjä. Kaukolämpölaitos on toiminut vuodesta 2000 ja nykyään sen omistavat Karstulan kunta sekä Honkarakenne Oyj, jonka tehdasalue sijaitsee laitoksen läheisyydessä. Polttoaineena laitos käyttää lähes yksinomaan biopolttoaineita eli puupolttoainetta ja metsähaketta, joita on saatavilla sivutuotteina Humpin teollisuusalueen yrityksiltä. Voimalaitoksen teho on yhteensä 20 MW, josta sähköntuotantoa on 1 MW. Lisäksi tuotetaan prosessihöyryä teollisuusalueen yrityksille. (Puulaakson Energia Oy n.d.)

Vaikka lämpölaitos on etäällä keskustasta, useissa keskustan kiinteistöistä käytetään lämmitykseen kaukolämpöä. Kaukolämmön käyttö edistää kunnan omavaraisuutta, sillä polttoaineena käytetään oman alueen puupolttoaineita. Muita käytössä olevia energiamuotoja kunnan kiinteistöissä ovat muun muassa pelletti- sekä öljylämmitys. Öljylämmityksen tilalle haluttiin opinnäytetyössä selvittää ympäristöystävällisempiä vaihtoehtoja.

Karstulan kunta kuuluu mitoittavan ulkoilman lämpötilan vyöhykkeeseen 3, jonka perusteella rakennuksen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmä on mitoittettava -32 °C:n ulkolämpötilaan. Kunnan rakennuskanta on melko vanhaa, etenkin kunnallispalveluissa useat rakennukset ovat jopa 1950-luvulta ja vanhempia. Moni on elinkaarensa päässä ja energiatehokkuus on vuosien aikana huonontunut. Rakennusten käyttöaste on myös vähentynyt suuresti muuttotappion vuoksi ja viimeaikaisten sisäilmaongelmien vuoksi. Nykyajan suositukset ja tekniikat pyrkivät paljon energiatehokkaampaan rakentamiseen, kuin mihin nykyisissä rakennuksissa on mahdollista päästä. Kohteissa voidaan kehittää energiatehokkuutta ainakin käyttöaikojen ja lämmityksen säätämällä sekä energiankäytön huomioimisella.

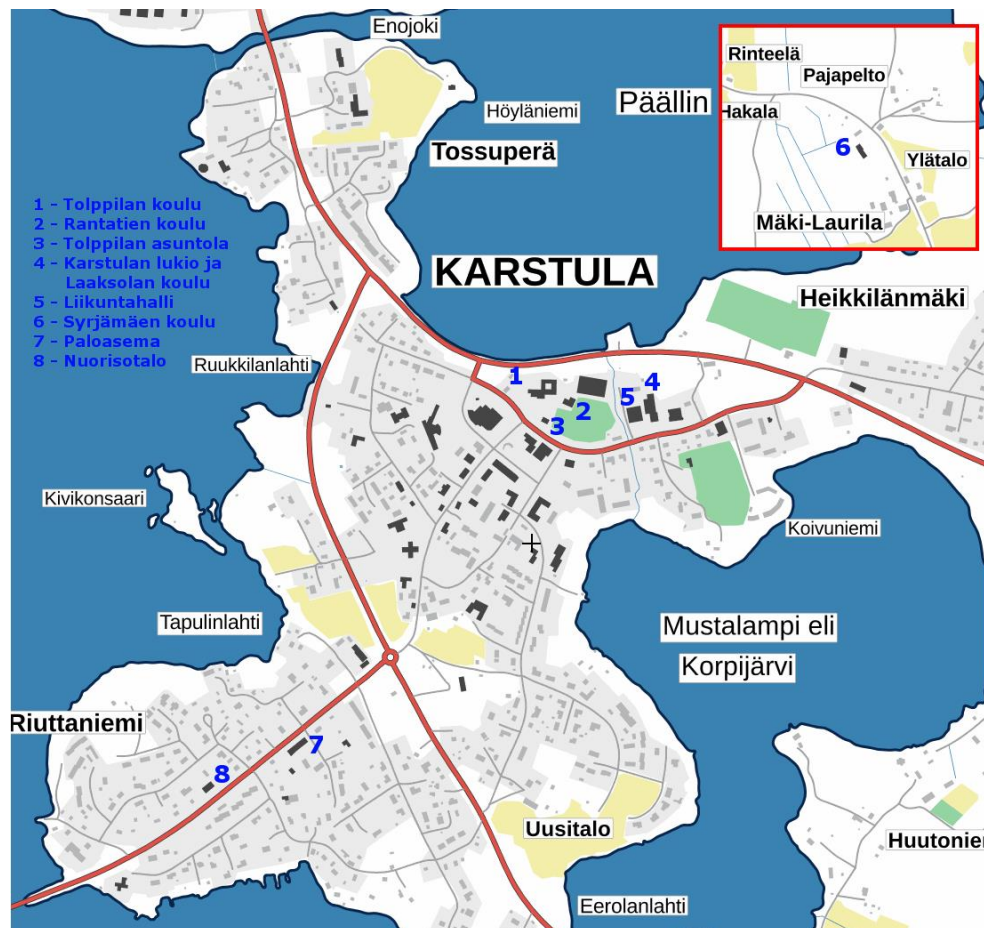
## 5.2 Tarkasteltavat kiinteistöt

Kiinteistöjen tarkastelussa on kaikki energiankäyttöön vaikuttavat tekijät pyritty ottamaan huomioon, mikäli tietoja on ollut saatavilla. Toisaalta pienimmät energiansäästöön vaikuttavat tekijät eivät olleet ensisijaisia, joten osa niistä jätettiin selvittämättä muun muassa työläyden vuoksi. Energiakatselmusmalleja sovellettiin niin analusoin-

nissa kuin raportoinnissa, sillä Karstulan kunta halusi tietoja pääasiassa sähkö- ja lämmityskulujen jakautumisesta, energiansäästömahdollisuuksista ja mahdollisista laiteinvestoinneista. Kaikkia mittauskohteita ei siis käyty läpi, eikä jokaisen laitteen tietoja selvitetty. Kaikkia mittalaitteita ei myöskään ollut saatavilla, jotta kaikki mittaukset olisi ollut mahdollista tehdä. Analyysit perustuvat pääasiassa kulutustietoihin ja aistein havaittuihin asioihin.

Kiinteistöjen kulutustiedoista ainoastaan sähköstä oli saatavilla tunnittaiset arvot. Kaukolämmöstä oli kuukausittaiset ja muista lämmitysmuodoista sekä vedenkulutuksista vuosittaiset arvot. Vedenkulutuksista saatiin vain yhden vuoden kulutus. Kiinteistöissä ei ole etäluettavia lämpöenergiamittareita kaukolämmölle. Tunnittaiset tai päivittäiset arvot selvittäisivät tuloksia paremmin ja voitaisiin tarkemmin havaita lämmityksen käytön vaihteluita.

Kuviossa 10 on esitetty kartalla tarkastelun kohteet. Syrjämäen koulu sijaitsee keskustan ulkopuolella haja-asutusalueella noin 5,5 kilometrin päässä keskustasta. Kaukolämmitetyt kohteet 1-5 ovat kaikki toistensa läheisyydessä.



Kuvio 10. Kohdekiinteistöt (Karttapaikka n.d., muokattu)

### Tolppilan koulu

Tolppilan koulu toimii alakouluna 1-6 vuosiluokille, mutta nykyään joitain opetusryhmiä on jouduttu siirtämään väistötiloihin koulun sisäilmaongelmien vuoksi. Osa koulun tiloista on remontoitu kosteusvaurioiden takia ja suurin osa luokkatiloista on poissa opetuskäytöstä. Rakennus on vuodelta 1957 ja peruskorjattu vuonna 1983. Huoneistoalaa on 2502 m<sup>2</sup> ja rakennustilavuutta 9114 m<sup>3</sup>.

### Rantatien koulu

Rantatien koulu on vanha kansakoulu nykyisen Tolppilan koulun vieressä erillisenä rakennuksena. Koulurakennus on peräisin vuodelta 1937 ja on suojeltu sen historiallisen tyypillisyytensä vuoksi. Rantatien koulu on osa Tolppilan alakoulua ja sen tiloissa on erityis-, esikoulu- ja alakouluopetusta. Rakennuksen huoneistopinta-alaa on 539,5 m<sup>2</sup> ja rakennustilavuutta 2486 m<sup>3</sup>. Tolppilan ja Rantatien koulujen energiajärjestelmänä on omat erilliset kaukolämpölaitteistot, mutta niillä on yhteinen sähkösopimus.

### **Tolppilan asuntola**

Tolppilan asuntola on toiminut opettajien asuntolana ja on nykyään vuokra-asuntokäytössä. Asuntola on suojeltu edustaen omaa aikakauttansa. Rakennus on peräisin vuodelta 1959. Huoneistoalaa on yhteensä 699 m<sup>2</sup>, rakennustilavuutta 2376 m<sup>3</sup>.

Asuntolan lämmitysmuotona on todennäköisesti kaukolämpö, sillä erillistä lämmönjakohuonetta ei ole. Asunnoissa on lämpöpatterit, joten lämmönjakolaitteisto saattaa sijaita läheisen Tolppilan koulun tiloissa, josta putkisto on kaivettu myös asuntolan tiloihin asti aiempien lämmityslaitteiden asennuksen yhteydessä.

### **Laaksolan koulu ja Karstulan lukio**

Laaksolan koulun yhteydessä on lukiona toimiva osa. Laaksolan osa toimii yläasteena ja vanha osa lukiona. Lukion pääty on suojeltu, mutta muu osa on suojelematonta.

Lukion osa on vuodelta 1948 ja Laaksolan koulu on rakennettu lukion yhteyteen myöhemmin. Kompleksin huoneistoala on 3177 m<sup>2</sup>, rakennustilavuus 13130 m<sup>3</sup>. Kouluja käsiteltiin yhtenä kohteena, sillä ne ovat sisätiloista yhdistettyjä. Energiajärjestelmänäkin toimii yhteinen kaukolämpölaitteisto koko kompleksiin.

### **Liikuntahalli**

Laaksolan koulu ja Karstulan lukio käyttävät yhteisesti viereistä liikuntahallia, joka on erillinen rakennus samalla kiinteistöllä. Liikuntahalli valmistui vuonna 1984. Huoneistoalaa on 2013 m<sup>2</sup> ja rakennustilavuutta 11785 m<sup>3</sup>. Liikuntahalli on eri tarkastelussa koulurakennuksista, sillä sen koko, erillisuus ja käyttötapa tekevät tarkastelusta hyödyllisemmän erillisenä. Liikuntahallilla on oma kaukolämpölaitteisto, jolla lämmitetään koko halli ja siinä sijaitsevat tilat. Kohteessa on myös muuta toimintaa kuten liikuntakerhoja sekä kuntosali.

### **Syrjämäen koulu**

Syrjämäen koulu on vanha kyläkoulu taajama-alueen ulkopuolella. Koulun rakennusvuosi on 1950, huoneistoala 665 m<sup>2</sup> ja rakennustilavuus 2848 m<sup>3</sup> mukaan lukien asuntolan alat. Koulurakennuksen yhteydessä on vuokralla olevia kerrostaloasuntoja. Koulun osa on ollut kyläyhdistyksen käytössä, joten siellä järjestetään pienimuotoista vapaa-ajan toimintaa. Rakennuksessa on ollut opetustoimintaa keskustan koulujen

väistötilana. Rakennuksessa on öljylämmitys, jolla lämpiää koko rakennus eli koulun ja asuntolan puolet. Öljysäiliö sijaitsee ulkona koulun takana.

### **Karstulan paloasema**

Paloaseman kiinteistössä toimii palolaitos ja samassa pihapiirissä kunnan varastojen kanssa. Paloaseman rakennus on rakennettu 1957, jonka jälkeen on tehty peruskorjaus 1996. Huoneistoala on 601 m<sup>2</sup> ja rakennustilavuus 3312 m<sup>3</sup>. Paloasemalla on aikoinaan ollut öljylämmitysjärjestelmä, joka on vaihdettu nykyiseen pellettilämmitykseen vuonna 2012. Järjestelmällä lämpenee myös läheiset entinen palomestarin asunto sekä viileä varastotila.

### **Karstulan nuorisotalo**

Karstulan nuorisotalon päärakennus on tutkittava kohde. Rakennus on vuonna 1900 rakennettu oleva vanha sairaala, jonka jälkeen se on ollut käytössä nuorisotalona vielä nykypäivänäkin. Viimeisin peruskorjaus rakennukseen on tehty vuonna 2002. Huoneistoalaa on 468 m<sup>2</sup> sekä rakennustilavuutta 1361 m<sup>3</sup>. Nuorisotalona rakennus on ollut käytössä useimpina päivinä viikossa, mutta tulevaisuudessa sen toiminta mahdollisesti siirretään keskeisemmälle paikalle sisäilmaongelmien ja rakennuksen kunnan vuoksi. Rakennus on suojeltu ja edustaa kunnan historiaa, joten sitä ei voida purkaa. Kohteessa lämmitykseen käytetään suoraa sähkölämmitystä sähkökäyttöisillä lämpöpattereilla sekä keittiö- ja WC-tiloissa myös lattialämmityksellä.

## **6 Energiatehokkuustarkastelu**

### **6.1 Yleistilanne**

Motiva on kerännyt energiakatselmustietokannasta palvelusektorin rakennuksien ominaiskulutustietoja vuosien 2010 ja 2015 välillä. Liitteissä 3 ja 4 ovat nämä Motivan julkaisemat taulukot. Taulukossa 2 on esitetty työn kohteiden rakennustyyppien mediaaniarvot lämmön ja sähkön ominaiskulutuksista.

Taulukko 2. Tarvittavat ominaiskulutukset rakennustyypeittäin (Palvelusektorin ominaiskulutuksia n.d.)

Kohde	Ominaiskulutus kWh/rm <sup>3</sup>	
	Lämpö	Sähkö
Asuntolarakennus	62,0	21,3
Urheilu- ja kuntoilurakennus	34,4	13,6
Palo- ja pelastustoimen rakennus	46,4	18,8
Kerhorakennus	53,1	14,6
Yleissivistävä oppilaitos	43,5	14,3

Kiinteistöjen tyhjäkäyttöajoissa ei ole otettu huomioon mahdollisia loma-aikoja eli aikoja, jolloin käyttöä on vähemmän. Tyhjäkäyttökulutuksen osuus on todellisuudessa suurempi ja rakennuksen käyttöaste korostuu. Asuinrakennuksien tyhjäkäyttö on mahdotonta arvioida tarkasti asukkaiden vaihtelevan käytön vuoksi.

Vedenkulutuksesta on saatavilla vain vuositasolla kerätyt arvot, mikä on vedenkulutuksen seuraamisen kannalta huono asia ja tarkasta seuraamisesta on mahdotonta. Vuositason kulutus ei anna kuvaa kulutuksen vaihteluista eikä voida selvittää, mikä niihin on vaikuttanut. Jotkin rakennukset ovat olleet vaihtelevalla käytöllä, jolloin ei voida tietää, kuinka vettä on todellisuudessa käytetty. Etäluettavilla mittareilla tiedon kulutuksesta saisi tarkasti ja sitä voitaisiin helposti optimoida käyttökohteittain. Suurimmissa kohteissa vesilasku ylittää jopa tuhansiin euroihin vuodessa, joten tiheämmin luettava mittari voisi säästää huomattavasti. Etäluennalla voitaisiin automatisoida mittaustulosten lukeminen ja mittauksista pystyisi havaitsemaan käytön muutokset ja jopa vuotavat laitteet ja kalusteet. Veden hinta on 3,20 €/m<sup>3</sup> sisältäen vesi- ja jätevesimaksut. Vesikustannukset eivät ole merkittävän suuria, jotta suuriin toimenpiteisiin olisi lähdeittävä, mutta vesikalusteita on pidettävä tarkkailussa vuotojen välttämiseksi.

Öljylämmitysjärjestelmiä varten kesä- ja talvilaatuisten kevytpolttoöljyn hintoja vertailtiin kolmelta suomalaiselta öljyn myyjältä, jolloin öljyn keskimääräiseksi litrahinnaksi saatiin 1,00 €. Kevyen polttoöljyn lämpöarvona käytettiin 11,81 kWh/kg. Puupelletin lämpöarvona käytettiin 4,7 kWh/kg, jolloin yksi kilogramma öljyä vastaa 2,5

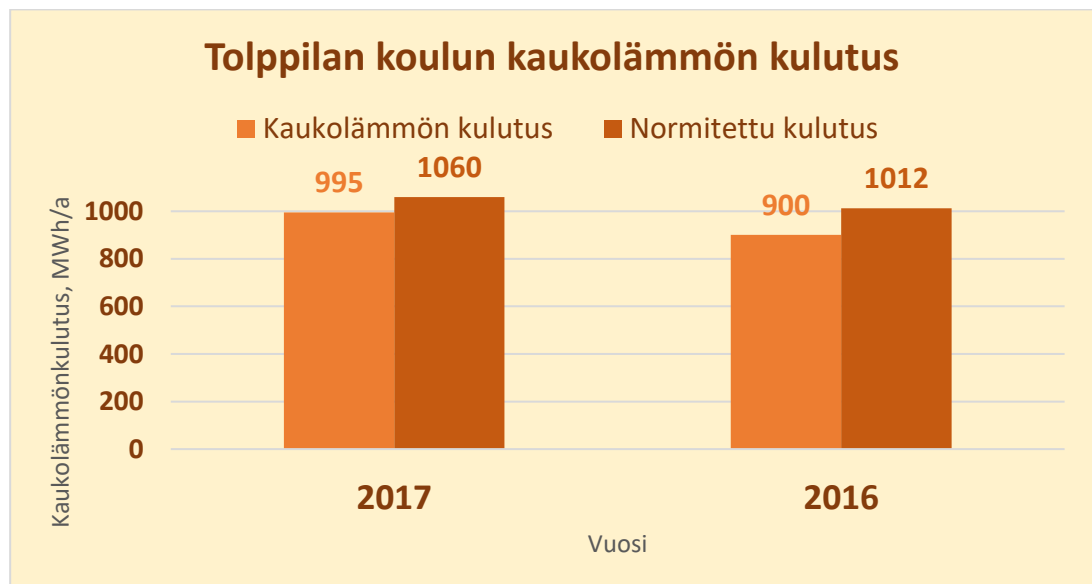


kilogrammaa pellettiä. Hakkeen lämpöarvona käytettiin 2,67 kWh/kg. (Polttoaineiden muuntokertoimet n.d.) Pelletin hinnaksi on arvioitu 246 €/t (Tilaa pellettiä n.d.). Puuhakkeen hinnaksi arvioitiin 32,24 €/MWh arvonlisäveron (24 %) kanssa (Hakkeen myynti n.d.).

Uusien järjestelmien investointien takaisinmaksuajoissa on huomioitava, että takaisinmaksuun kuluva aika on riippuvainen kohteen lämmönkulutuksesta eli mitä enemmän kohteessa on kulutusta, sitä enemmän saadaan säästöä ja takaisinmaksuaika pienenee. Jos kulutus on pienempää kuin lasketulla arvolla, takaisinmaksuaika on todellisuudessa suurempi. Takaisinmaksuajat laskettiin arvioiduilla kulutuksilla.

## 6.2 Tolppilan ja Rantatien koulu

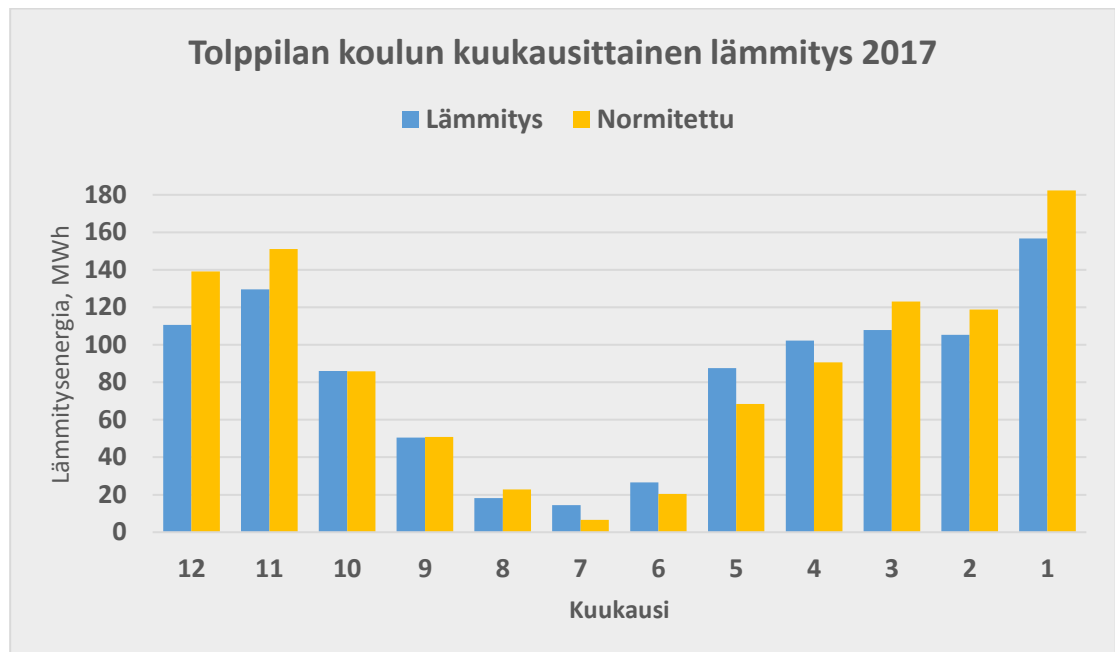
Lämmitysenergian kulutus kohteessa vuonna 2017 oli 995 MWh ja normitettuna 1060 MWh. Vuonna 2016 kohdetta lämmitettiin 900 MWh ja 1012 MWh normitettuna. Kuviossa 11 on esitetty kohteen lämmitysenergian kulutus molempina vuosina. Tolppilan koulun luokkatiloista suurin osa on ollut poissa käytöstä, minkä pitäisi vähentää energiankulutusta, mutta edellisvuoteen kulutuksessa on nousua yli 10 %.



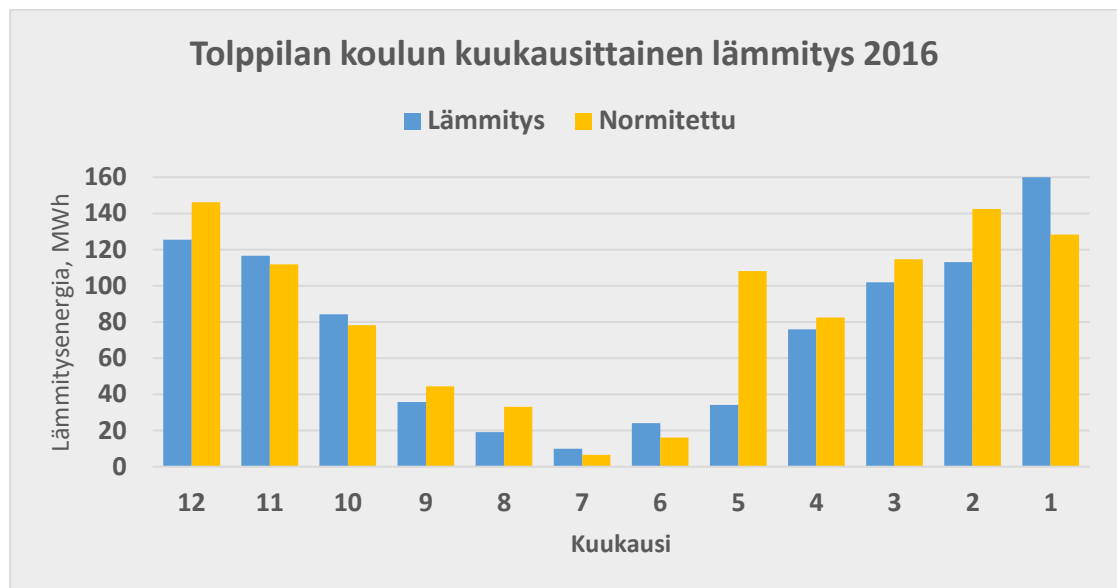
Kuvio 11. Tolppilan koulun kaukolämmön kulutus

Lämmityksen normitetuksi ominaiskulutukseksi saatiin vuonna 2017 117,3 kWh/rm<sup>3</sup> ja vuonna 2016 111,1 kWh/rm<sup>3</sup>. Ominaiskulutukset ovat suuria verrattuna ominaiskulutuksen mediaaniarvoon yleissivistävillä oppilaitoksilla, joka on 43,5 kWh/rm<sup>3</sup>. Jopa vuoden 2016 pienemmällä kulutuksella ominaiskulutus on lähes kolme kertaa mediaaniarvoa enemmän. Kulutuksen suuruuteen vaikuttaa todennäköisesti rakennuksen kunto sekä ylimääräinen lämmitys.

Kuvioissa 12 ja 13 on esitetty Tolppilan koulun lämpöenergian käytön kuukausivaihtelu vuoden 2016 alusta vuoden 2017 loppuun. Huomattavimmat erot ovat huhti-, touko-, syys-, marras- ja joulukuussa, joista nousua vuodelle 2017 on huhti-, touko-, syys- ja marraskuussa.

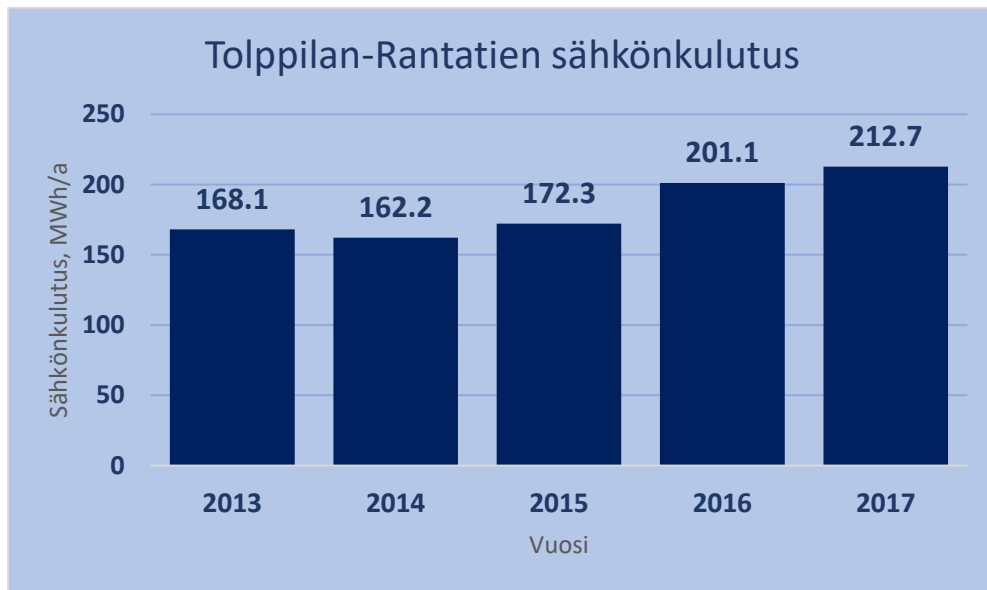


Kuvio 12. Tolppilan koulun kuukausittainen lämmitys 2017



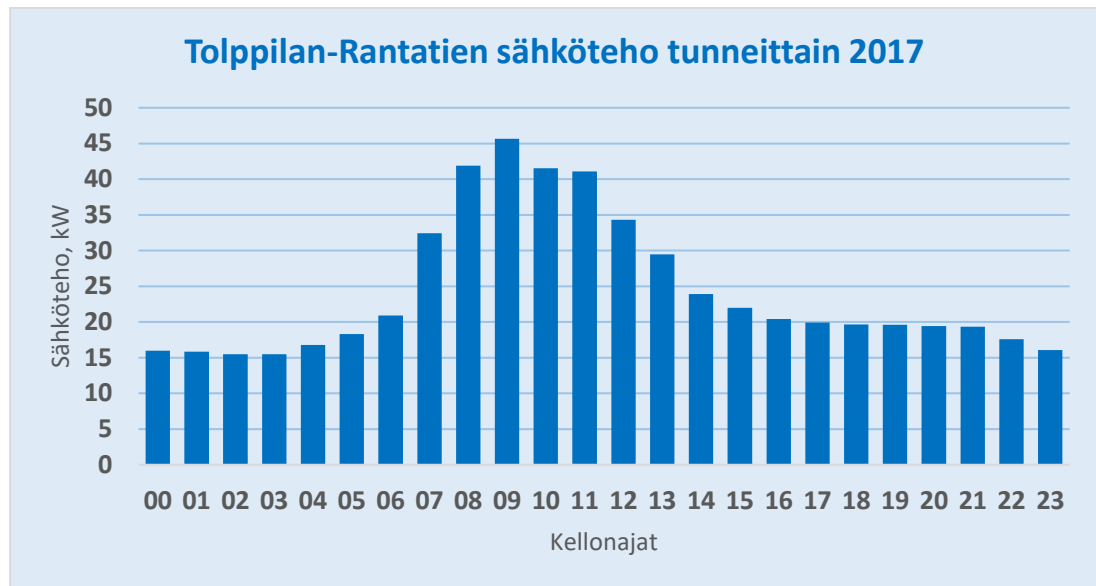
Kuvio 13. Tolppilan koulun kuukausittainen lämmitys 2016

Tolppilan ja Rantatien kouluilla on yhteinen sähkö sopimus, joten sähkönkulutus muodostuu molempien yhteisestä sähkökäytöstä. Kuvion 14 diagrammi näyttää sähkönkulutuksen nousseen joka vuosi 2014 vuodesta lähtien. 2017 vuoteen mennessä kasvua on ollut noin 31 %. Vuonna 2017 sähkönkulutus oli 212,7 MWh. Osan kasvusta voi selittää sisäilmaongelmista johtuvasta sisäilmapuhdistimien käytöstä. Tiloja on kuitenkin käytetty aiempia vuosia vähemmän, jolloin sähkönkulutuksen luulisi olevan laskussa tai samalla tasolla. Sähkön ominaiskulutus kiinteistöjen yhteenlasketulla rakennustilavuudella oli 18,3 kWh/m<sup>3</sup>, mikä on liitteen 4 mukaisesti ylemmän neljänneksen kohdalla. Ominaiskulutuksen mediaaniarvo on vastaavalle rakennukselle 14,3 kWh/m<sup>3</sup>. Sähkön ominaiskulutus ei ole siis korkea, mutta käyttäjämäärät on otettava huomioon.



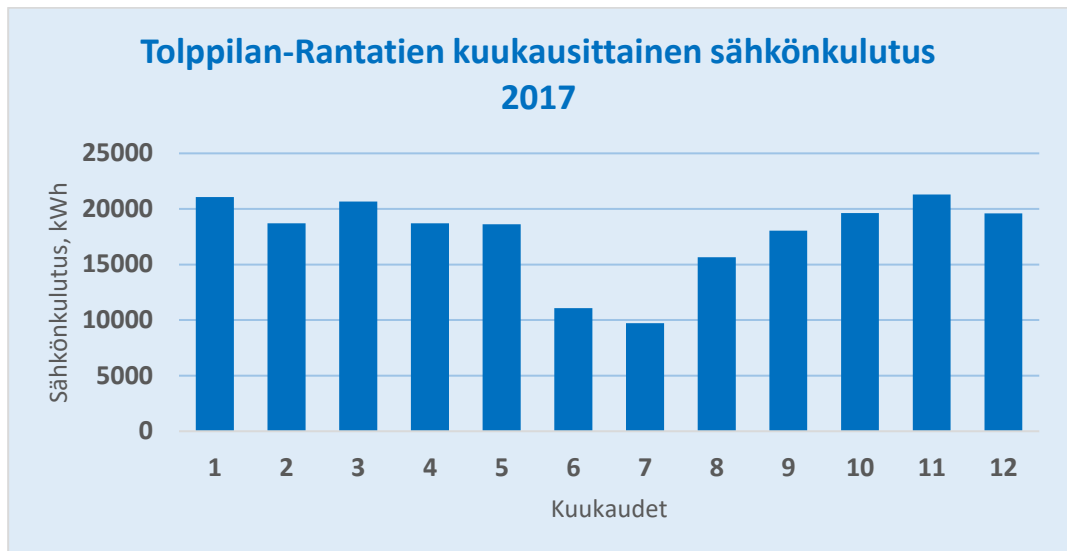
Kuvio 14. Tolppilan-Rantatien sähkönkulutus vuosittain

Tolppilan ja Rantatien kouluja käytetään lähes pelkästään opetuskäytössä, jolloin kuvion 15 sähkötehon muutoksista vuorokauden aikana näkyy selvästi rakennusten käyttöajat. Aamulla kello yhdeksältä sähköteho on huipussaan, kun suurin osa opetuksesta viimeistään alkaa ja on käynnissä. Kello 14 aikaan lähes kaikki opetus on lopunut ja sähkölaitteita ei juuri käytetä. Kello 21 saakka oleva yöaikaan verrattuna korkeampi teho johtuu ehkä valaistuksesta ja ilmavaihdosta, jolloin niiden käyttö- ja ohjausaikoihin voitaisiin tehdä säätöjä. Kouluissa on käyttäjiä arkipäivisin kello 7-15, jolloin tyhjäkäyttöä on arkipäivässä 16 tuntia ja viikossa 128 tuntia. Vuodessa tyhjäkäyttötunteja on 6656 h. Kuvion 17 pysyvyyden perusteella määritetty pohjateho on 13,2 kW, jolla saatiin pohjakulutukseksi 116053 kWh eli noin 55 % kokonaiskulutuksesta ja tyhjäkäyttökulutukseksi 88179 kWh eli noin 41,4 % kokonaiskulutuksesta. Tyhjäkäyttökulutuksen osuuden perusteella voidaan päätellä, että rakennusten käyttöaste on alhainen.



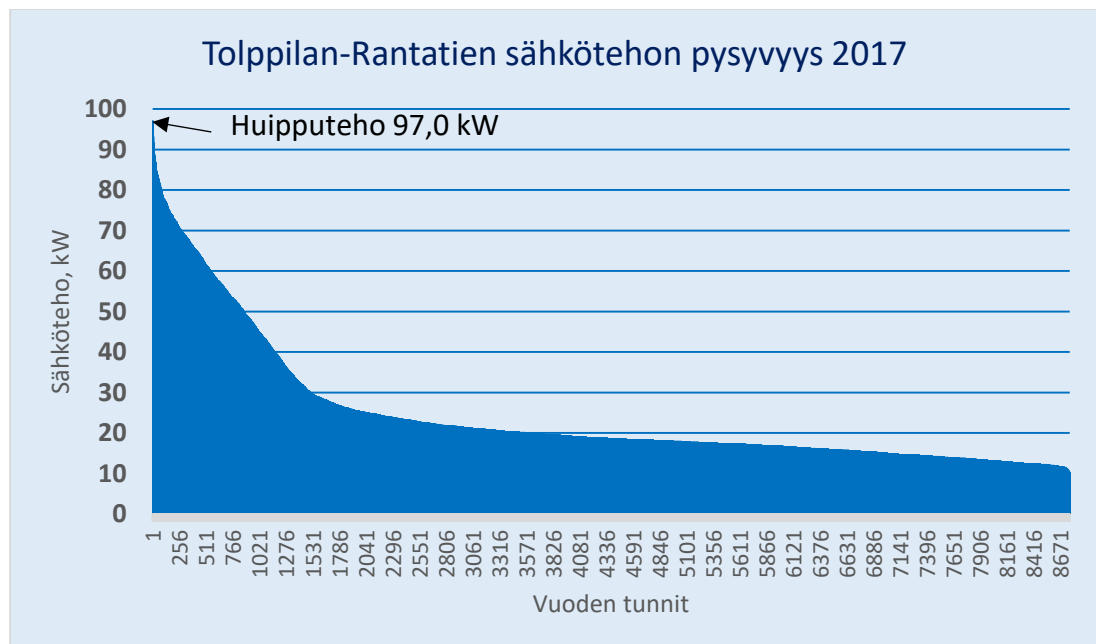
Kuvio 15. Tolppilan-Rantatien sähköteho tunneittain 2017

Kuviossa 16 nähdään vuoden sähkönkulutuksen vaihtelua kuukausittain. Kesällä kouluissa ei ole kesälomien vuoksi käyttäjiä, jolloin sähkönkulutus laskee kesä-heinäkuussa noin puoleen muiden kuukausien kulutukseen verrattuna. Pohjakulutus on noin 55 % koko vuoden sähkönkulutuksesta, joten kesälomien aikana teho pysyy hyvin lähellä pohjatehoa. Pohjakulutuksen suuruudesta huomaa, että käyttäjien kuluttaman sähkön osuus merkitsee rakennuksen vähäistä käyttöä. Kuukausittainen pohjakulutus on keskimäärin 9650 kWh, mikä on lähellä diagrammissa ilmenevää kesälomakuukausien kulutusta.



Kuvio 16. Tolppilan-Rantatien kuukausittainen sähkönkulutus 2017

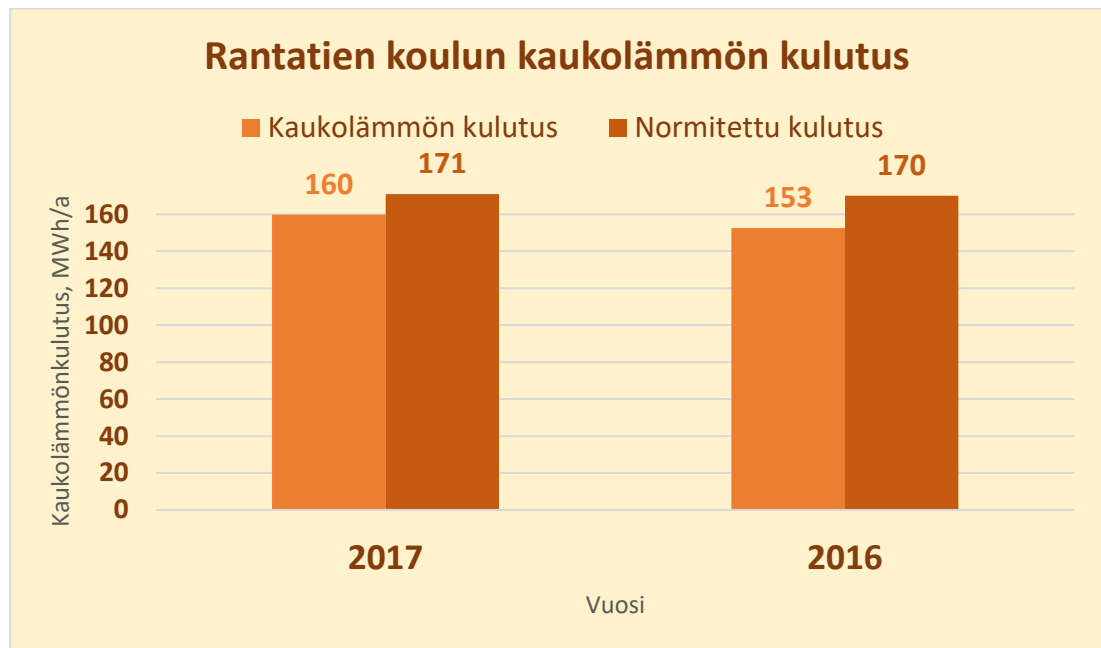
Kuvion 17 kuvaaja esittää Tolppilan-Rantatien sähkötehon pysyvyyden vuoden 2017 aikana. Kuvaajasta nähdään sähkötehosta olleen melko paljon vaihtelua, sillä käyrä on aluksi pitkään jyrkkä, minkä jälkeen se loivenee. Loiva kohta viittaa pieneen vaihteluun, mutta suureen peruskuorman osuuteen. Syynä vaihteluihin ja kuvaajan jyrkkyyteen on todennäköisesti suuri tehopiikki koulujen alkamisen aikaan.



Kuvio 17. Tolppilan-Rantatien sähkötehon pysyvyys 2017

### 6.3 Rantatien koulun lämmitys

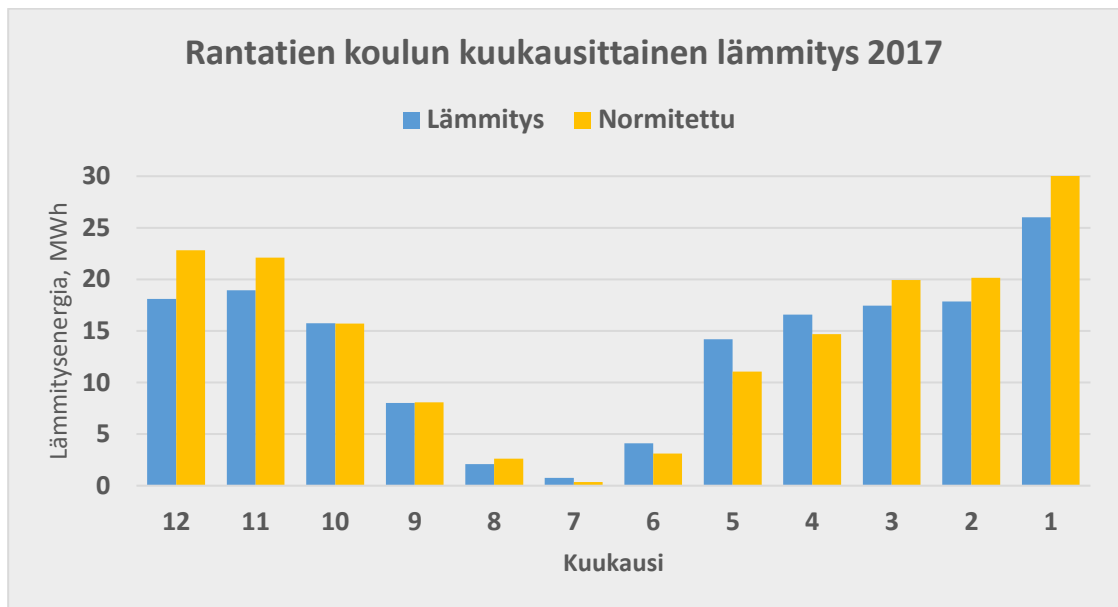
Lämmitysenergian kulutus kohteessa vuonna 2017 oli 160 MWh ja normitettuna 171 MWh. Vuonna 2016 kohdetta lämmitettiin 153 MWh ja 170 MWh normitettuna. Kuviossa 18 on esitetty kohteen lämmitysenergian kulutus molempina vuosina. Edellisvuoteen on ollut hieman nousua lämmönkulutuksessa, mikä saattaa johtua käytön muutoksista, sillä tilankäytössä ei ole ollut muutoksia.



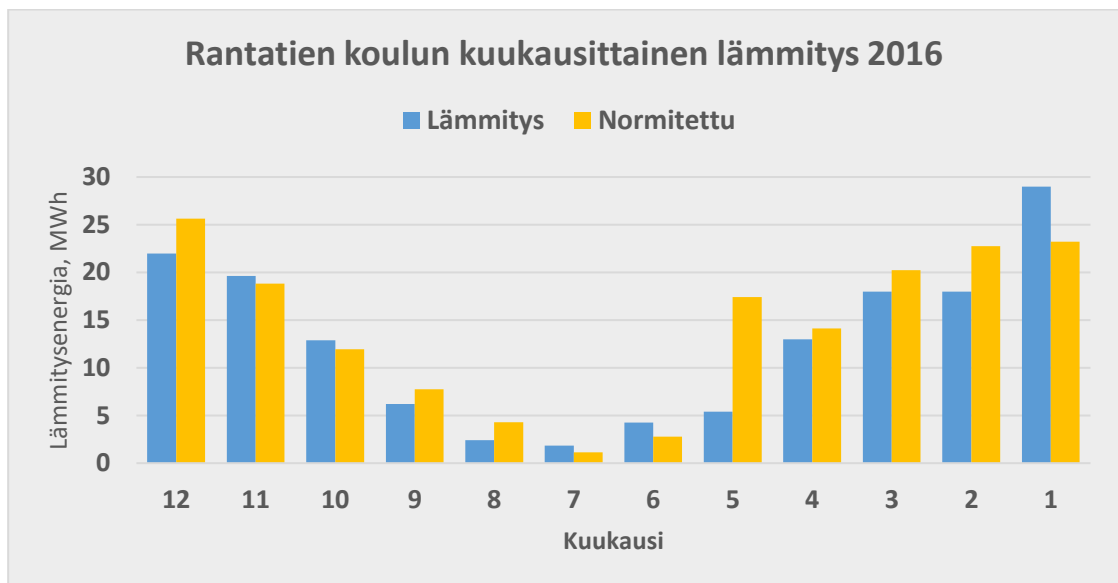
Kuvio 18. Rantatien koulun kaukolämmön kulutus

Lämmityksen normitetuksi ominaiskulutukseksi saatiin vuonna 2017 68,8 kWh/rm<sup>3</sup> ja vuonna 2016 68,4 kWh/rm<sup>3</sup>. Ominaiskulutukset ovat korkeahkoja verrattuna ominaiskulutuksen mediaaniarvoon yleissivistävillä oppilaitoksilla, joka on 43,5 kWh/rm<sup>3</sup>. Rakennuksen ikä ja rakenteellinen huonontuminen on todennäköisin syy suurelle ominaiskulutukselle. Rantatien koulun rakenteissa havaittiin mm. lämpövuotoja (Jäntti 2018) seinästä ja ikkunan karmeista.

Kuvioissa 19 ja 20 on esitetty Rantatien koulun lämpöenergian käytön kuukausivaihtelu vuosina 2017 ja 2016. Vuosien vastaavissa kuukausissa ei ole suuria eroja paitsi toukokuussa, josta suurin osa myös vuosittaisen kulutuksen erosta syntyy. Vuoden 2017 toukokuussa oli noin 10 MWh enemmän kulutusta vuoteen 2016 verrattuna.



Kuvio 19. Rantatien koulun kuukausittainen lämmitys 2017

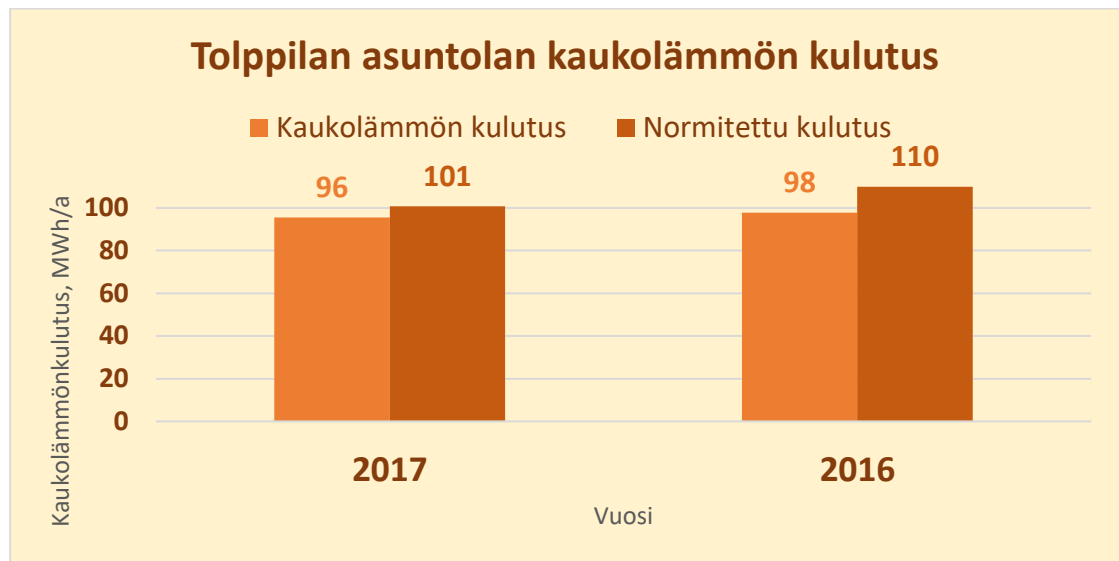


Kuvio 20. Rantatien koulun kuukausittainen lämmitys 2016



## 6.4 Tolppilan asuntola

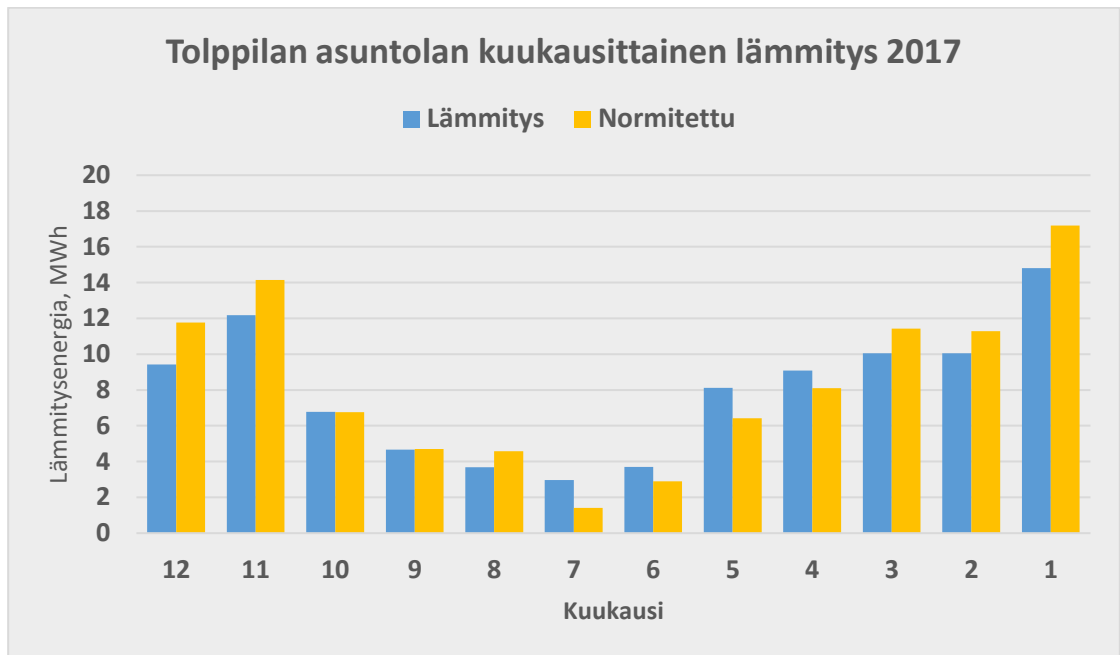
Lämmitysenergian kulutus Tolppilan asuntolassa oli 96 MWh ja normitettuna 101 MWh vuonna 2017. Vuonna 2016 kohdetta lämmitysenergiaa kului 98 MWh ja 110 MWh normitettuna. Kuviossa 21 on esitetty kohteen lämmitysenergian kulutus molempina vuosina. Kulutus on pysynyt hyvin lähellä samaa, mutta normitettu kulutus on laskenut lähemmäs todellista.



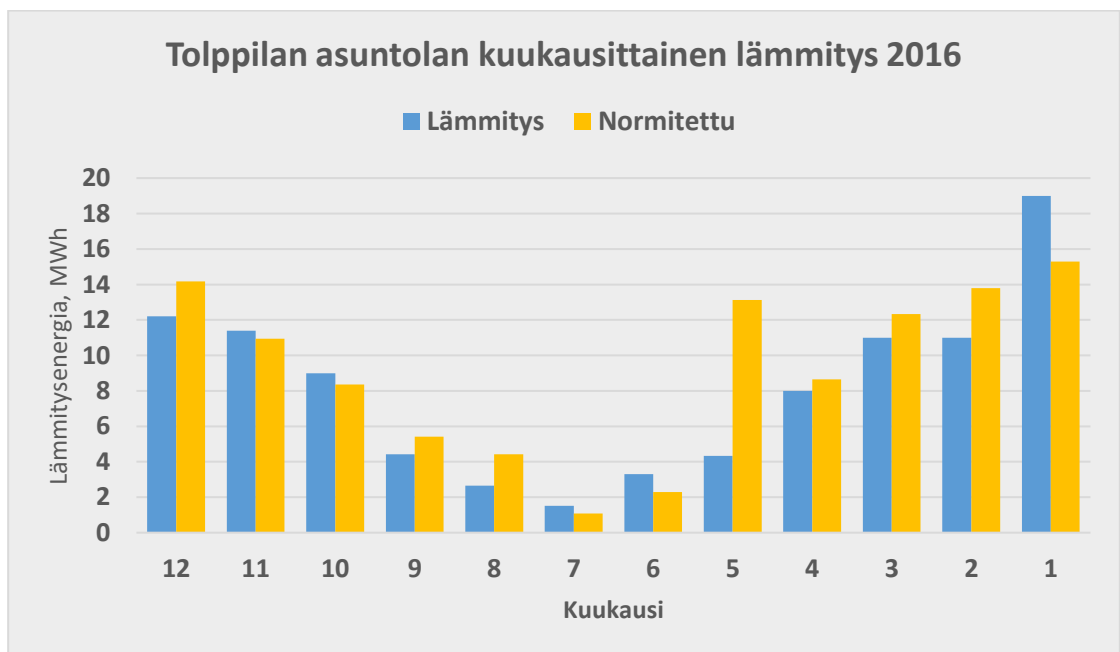
Kuvio 21. Tolppilan asuntolan kaukolämmön kulutus

Asuntolan normitetuiksi ominaiskulutuksiksi saatiin 42,4 kWh/rm<sup>3</sup> ja vuonna 2016 46,2 kWh/rm<sup>3</sup>, mitkä ovat asuntolarakennusten mediaaniarvoa 62,0 kWh/rm<sup>3</sup> alhaisempia. Alhainen arvo kuitenkin tulee todennäköisesti vuokralaisten vaihtuvuudesta ja vuokrausasteesta.

Kuvioissa 22 ja 23 on esitetty kohteen lämmitys kuukausittain vuosina 2017 ja 2016. Vuosien vastaavilla kuukausilla on jonkin verran eroja, vaikka vuosien kokonaiskulutukset ovat lähellä toisiaan. Vuonna 2016 huomattavasti suurempi kulutus oli tammi- ja lokakuussa, kun vuonna 2017 suurempi oli vastaavasti toukokuussa.



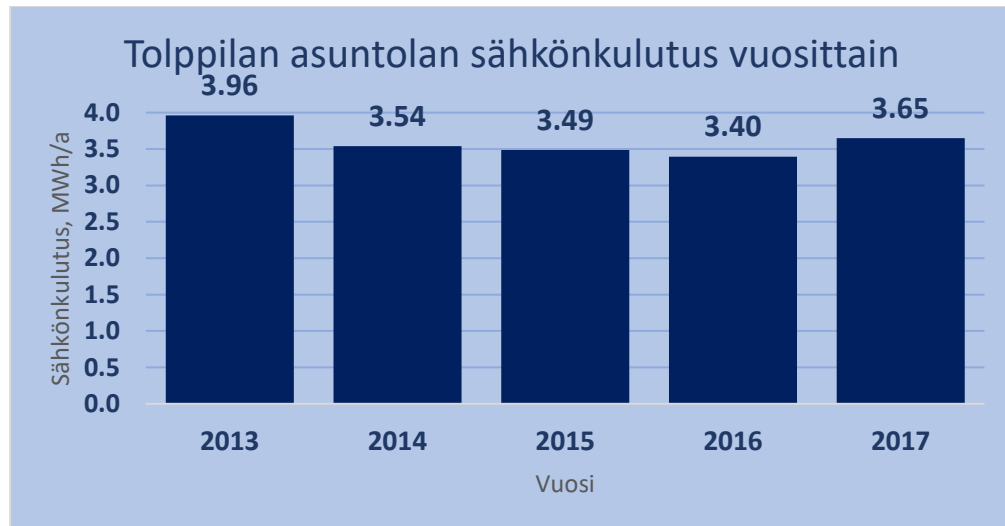
Kuvio 22. Tolppilan asuntolan kuukausittainen lämmitys 2017



Kuvio 23. Tolppilan asuntolan kuukausittainen lämmitys 2016

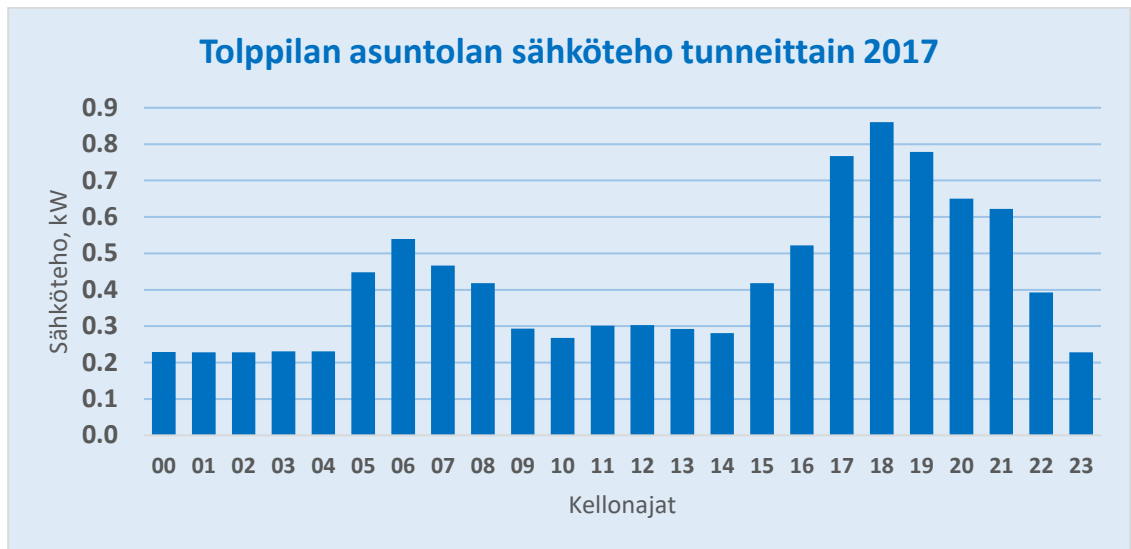
Tolppilan asuntola on lähes kokonaan vuokra-asuntokäytössä, mikä vaikuttaa sähkönkulutukseen asukkaiden käyttötottumusten kautta. Sähkönkulutus on kuitenkin ollut melko tasaista kuvion 24 vuosittaisen sähkönkulutuksen perusteella. Vuonna

2017 kohteen kokonaissähkötulutus oli 3,65 MWh. Sähkön ominaiskulutus asuntolassa oli 1,5 kWh/m<sup>3</sup> vuonna 2017, mikä on erittäin alhainen asuntolarakennusten mediaaniarvoon 62,0 kWh/m<sup>3</sup> verrattuna. Ominaiskulutukseen vaikuttaa, jos joka asunnossa ei ole ollut vuokralaisia sekä yleisesti asukkaiden käyttötottumukset sähkölaitteiden käytöstä.



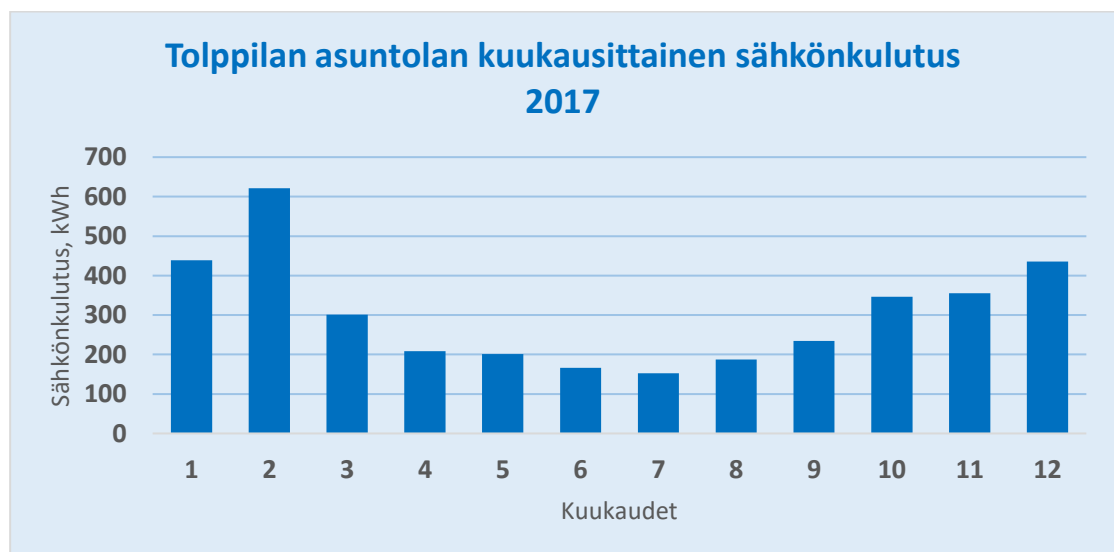
Kuvio 24. Tolppilan asuntolan sähkötulutus vuosittain

Kuviosta 25 nähdään vuorokauden tuntien keskimääräinen sähköteho. Diagrammista erottaa selvästi asukkaiden heräämisajat aamulla ja kotiinpaluuajat illalla. Suurin kuorma on keskimäärin kello 18 aikaan. Päivä- ja yöaikaan sähköteho on hyvin lähellä peruskuormaa. Tilojen käyttöä arvioitiin 10 tuntia arkipäivinä ja 24 tuntia viikonloppuisin. Tyhjäkäyttöä saatiin viikossa 118 tuntia viikossa eli 6136 h vuodessa. Tyhjäkäyttökulutukseksi kohteessa saatiin 966 kWh, mikä on noin 26 % sähkön kokonaissähkötulutuksesta. Tyhjäkäyttö asuinrakennuksessa ei ole ennustettavaa, mutta kulutuksen osuudesta voi päätellä, että arvioidulla käytöllä kulutus on kohtuullista.



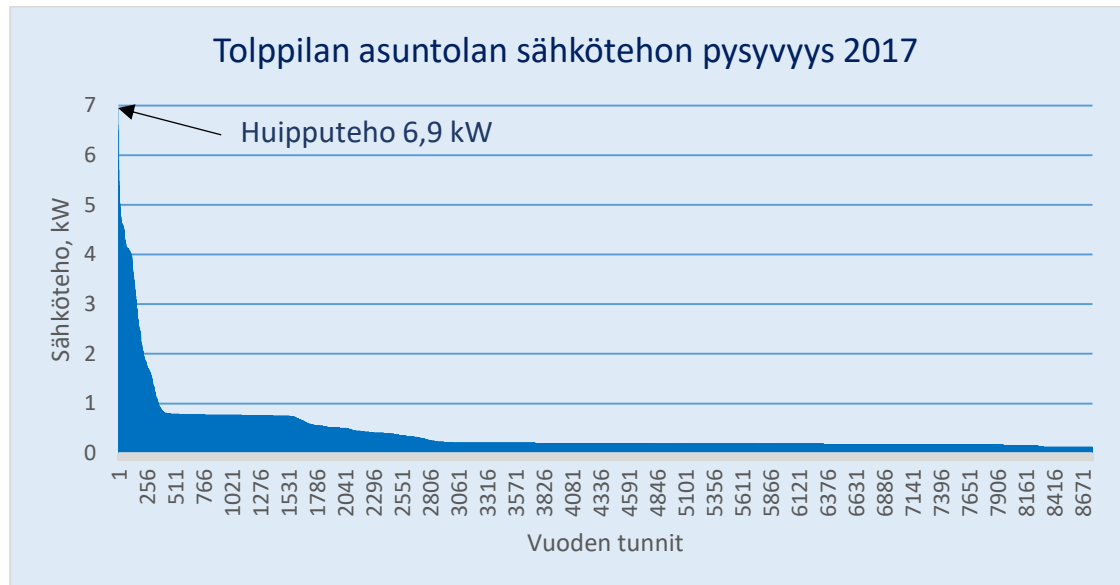
Kuvio 25. Tolppilan asuntolan sähköteho tunneittain 2017

Kuviossa 26 on esitetty kohteen sähkönkulutus kuukausittain vuonna 2017. Kevät- ja kesäkuukausina on syys- ja talvikuukausia selvästi vähemmän kulutusta. Syksyn ja talven korkeampi kulutus johtuu tyypillisistä asioista eli suuremmasta valaistuksen ja lisälämmön käytöstä. Pohjakulutuksen osuus on noin 38 % koko vuoden kulutuksesta, mikä on kohtuullinen, ottaen huomioon asuntojen vuokrausasteen. Kuukausittainen pohjakulutus on noin 120 kWh eli lähellä kesän kulutusta.



Kuvio 26. Tolppilan asuntolan kuukausittainen sähkönkulutus 2017

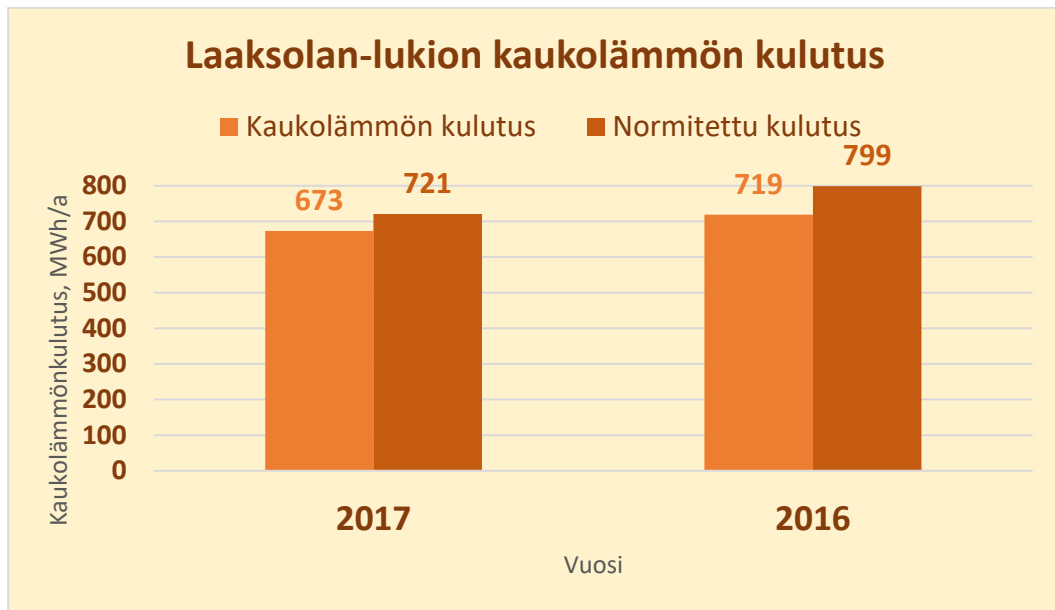
Kuvion 27 pysyvyydestä huomaa sähkötehon vaihtelevuuden, joka on suurta. Suuri vaihtelevuus johtuu asukkaiden kotiinpaluusta illalla ja hyvin alhaisesta peruskuormasta. Huipputehoon ja tehon pysyvyyteen on vaikea vaikuttaa vuokra-asunnoissa asukkaiden käyttötottumusten vuoksi.



Kuvio 27. Tolppilan asuntolan sähkötehon pysyvyys 2017

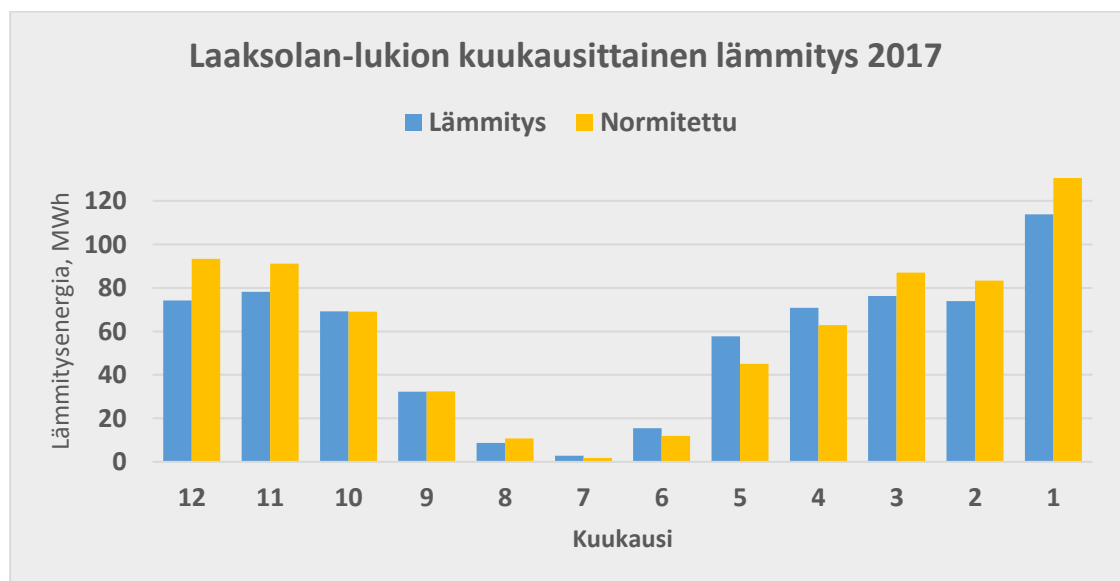
## 6.5 Laaksolan koulu ja Karstulan lukio

Lämmitysenergian kulutus kohteessa vuonna 2017 oli 673 MWh ja normitettuna 721 MWh. Vuonna 2016 kohdetta lämmitettiin 719 MWh ja 799 MWh normitettuna. Kuviossa 28 on esitetty kohteen lämmitysenergian kulutus molempina vuosina. Lämmityksen normitetuiksi ominaiskulutuksiksi saatiin vuonna 2017 54,9 kWh/rm<sup>3</sup> sekä vuonna 2016 60,9 kWh/rm<sup>3</sup>. Kulutukset hieman suurempia verrattuna mediaaniarvoiseen ominaiskulutukseen opetusrakennuksissa, joka on 43,5 kWh/rm<sup>3</sup>.

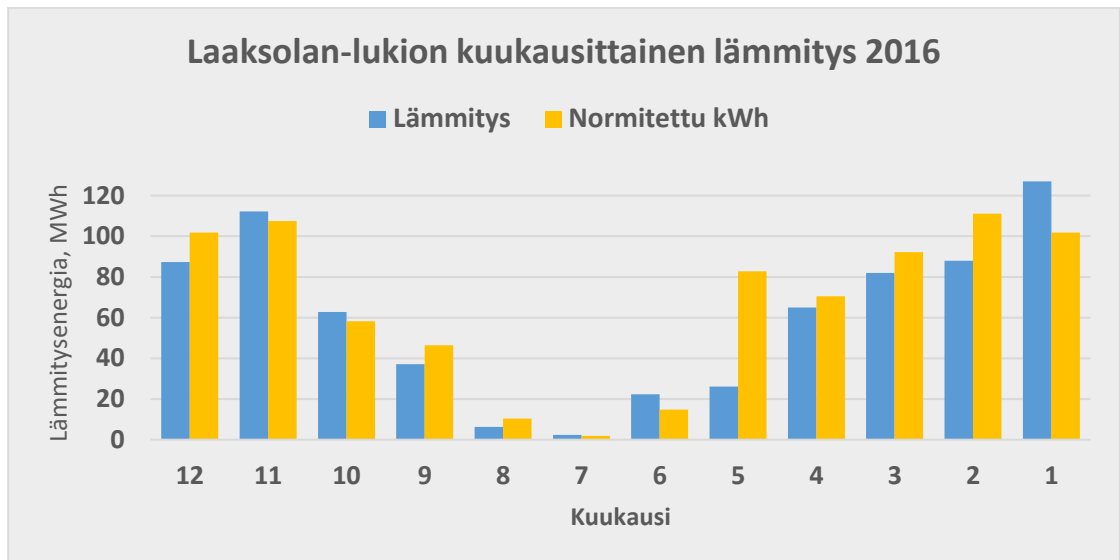


Kuvio 28. Laaksolan-lukion kaukolämmön kulutus

Kuviot 29 ja 30 havainnollistavat kohteen lämmitysenergian käytön kuukausittain vuosilta 2016 ja 2017. Kuvion 28 vuoden 2016 kokonaiskulutus on hieman korkeampi, minkä syyn voi huomata kuviossa 30 huomattavasti suuremmilla lämmitysarvoilla tammi- ja marraskuussa sekä vähemmän joissain muissa kuukausissa. Vuonna 2017 huomattavasti suurempi kulutus on toukokuussa ja hieman suurempaa loka- ja huhtikuussa.

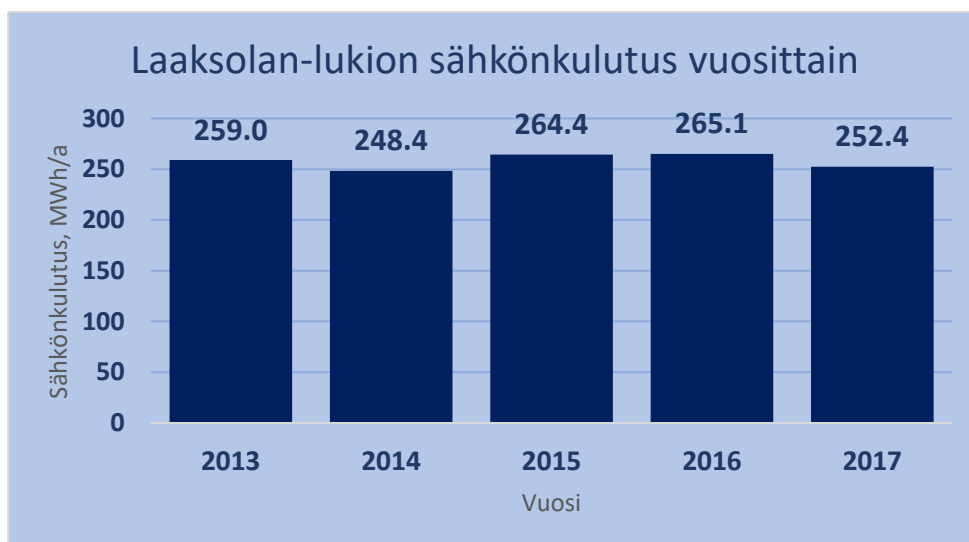


Kuvio 29. Laaksolan-lukion kuukausittainen lämmitys 2017



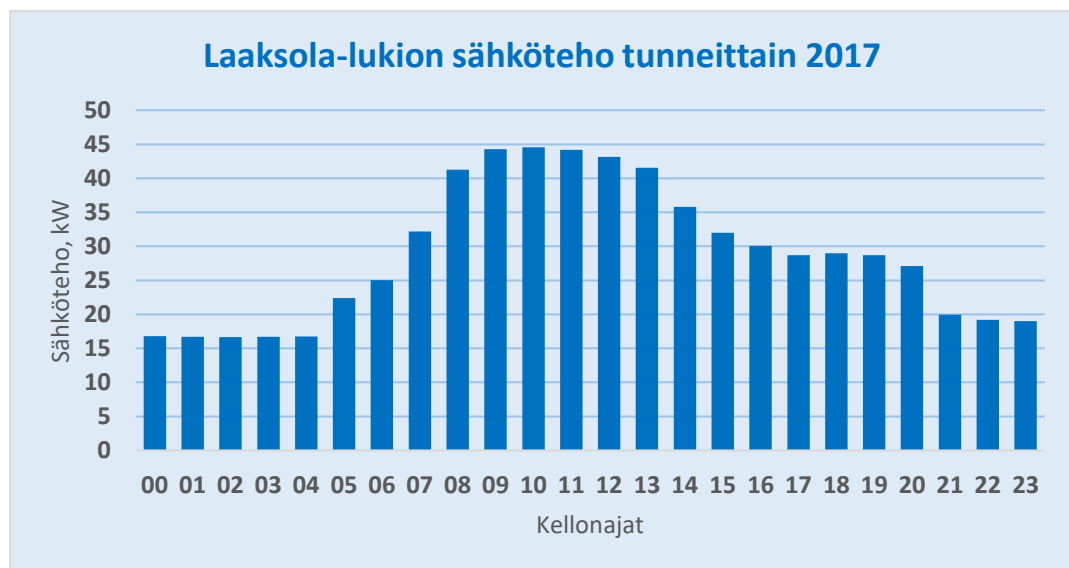
Kuvio 30. Laaksolan-lukion kuukausittainen lämmitys 2016

Kokonaissähkönkulutus oli vuonna 2017 252,4 MWh, jolloin kiinteistön sähkön ominaiskulutukseksi saatiin 19,2 kWh/rm<sup>3</sup>. Vertailtavaan ominaiskulutukseen kiinteistön ominaiskulutus oli keskimääräistä suurempi, mutta melko lähellä keskiarvoa 12,4 kWh/rm<sup>3</sup>. Kokonaissähkönkulutus on kuvion 31 mukaisesti vaihdellut hieman eri vuosina, mutta keskimäärin vähän.



Kuvio 31. Laaksolan-lukion sähkönkulutus vuosittain

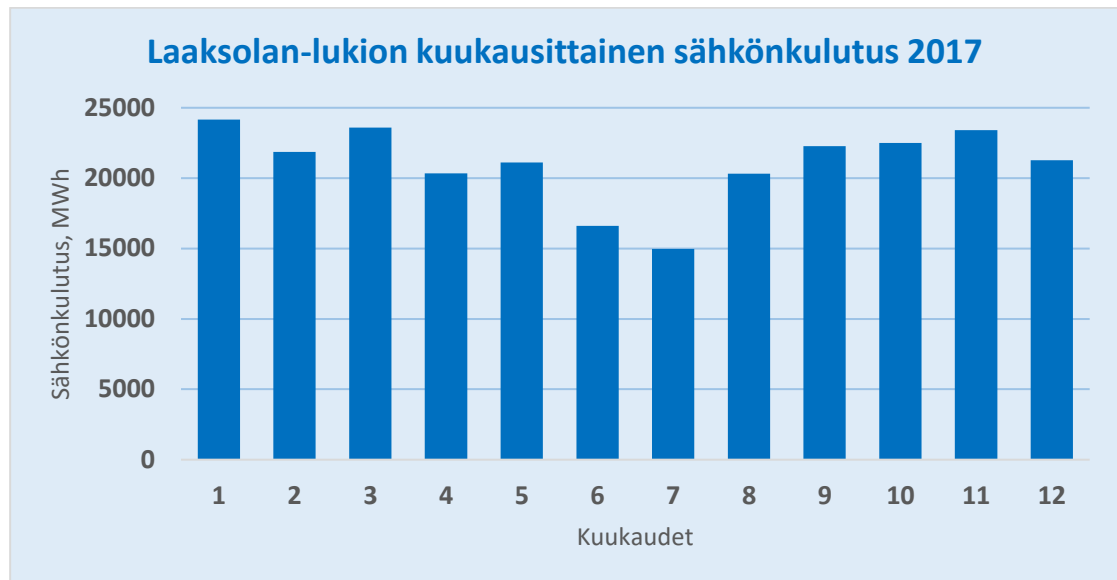
Kuviosta 32 huomaa koulujen käyttöajat ja iltatoiminnan koulujen päättymisen jälkeen, mutta myös ilmanvaihdon ohjaukset ennen koulun alkua ja illalla. Kiinteistön käyttö on pääosin opetuskäyttöä päiväsaikaan, mutta koulun tiloissa järjestetään usein myös esimerkiksi teatteriesityksiä ja muuta iltaohjelmaa. Viikonloppuisin koulun tiloja ei juurikaan käytetä. Kesälläkin koulu on opetuskäytöstä vapaa, vaikka pientä toimintaa koulun tiloissa voi olla. Arkipäivinä eli ma-pe tyhjäkäyttöä on arviolta välillä 20-07 eli 11 tuntia tyhjäkäyttöä arkipäivisin ja yhteensä 103 tuntia viikossa. Vuoden tyhjäkäyttötunneiksi saatiin 5356 h. Kuviossa 34 on esitetty Laaksolan koulun ja Karstulan lukion sähkötehon pysyvyys, josta saatiin kiinteistön pohjatehoksi 14,6 kW. Pohjakulutukseksi saatiin tämän perusteella 127952 kWh, mikä on noin 50 % koko vuoden kulutuksesta. Tyhjäkäyttökulutus kiinteistössä on noin 78232 kWh eli noin 31 % koko vuoden kulutuksesta. Rakennuksella on paljon käyttötunteja, mutta tyhjäkäyttökulutuksen osuus muodostaa melko suuren osan kulutuksesta.



Kuvio 32. Laaksolan-lukion sähköteho tunneittain 2017

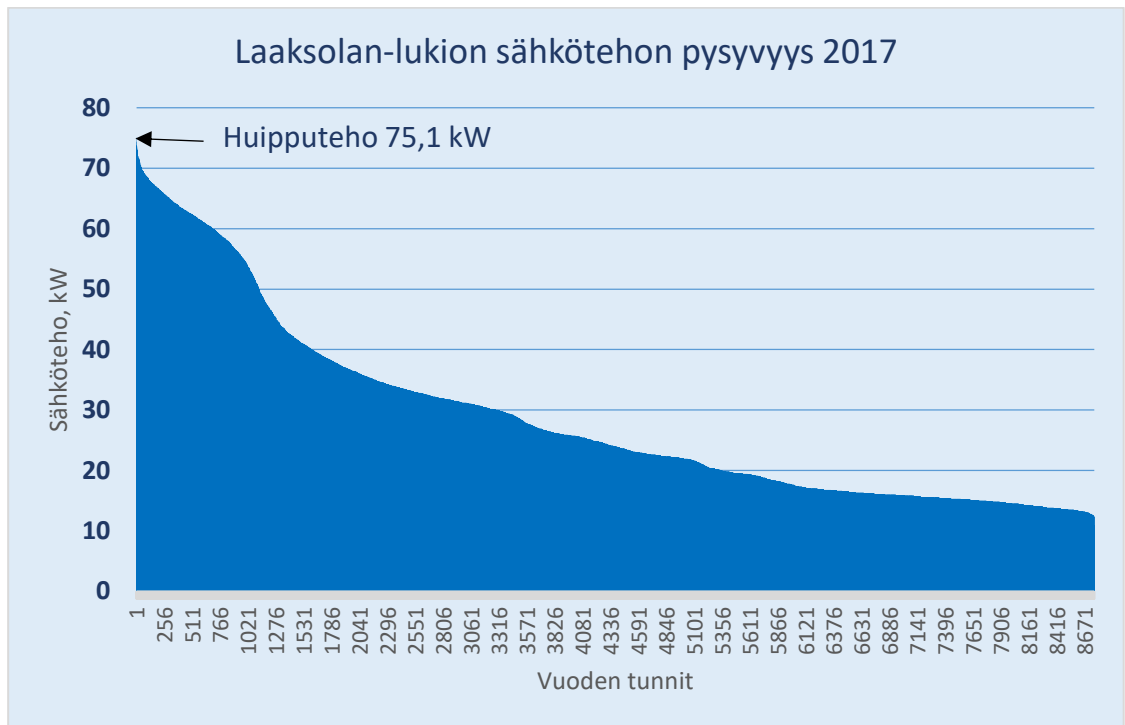
Laaksolan koulua ja Karstulan lukiota ei käytetä opetuskäytössä kesäkuukausina, mutta kuvion 33 perusteella sähkönkulutuksessa ei havaita suurta eroa. Koulussa on muuta toimintaa kesällä ja osa henkilökunnasta on paikalla osan kesästä, mitkä nostavat kulutusta.





Kuvio 33. Laaksolan-lukion kuukausittainen sähkönkulutus 2017

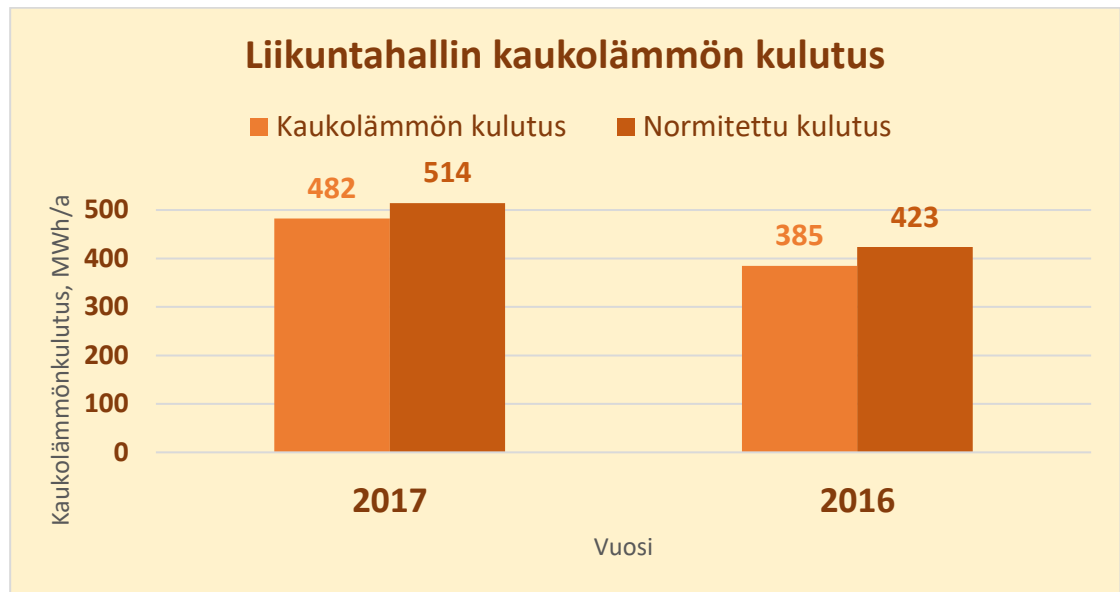
Laaksolan-lukion sähkötehon pysyvyys on melko tasaisesti vaihtelevaa kuvion 34 perusteella. Kohteen peruskuorma on kohtuullinen, vaikka pohjakulutuksen osuus onkin noin puolet koko vuoden osuudesta, sillä epätasaista vaihtelua ei ole paljon. Huipputeho on lähellä arvojen suurimman viidenneksen keskiarvoa, joten kohteen kuormitus on ollut tasaista myös suuremmilla tehoilla.



Kuvio 34. Laaksolan-lukion sähkötehon pysyvyys 2017

## 6.6 Liikuntahalli

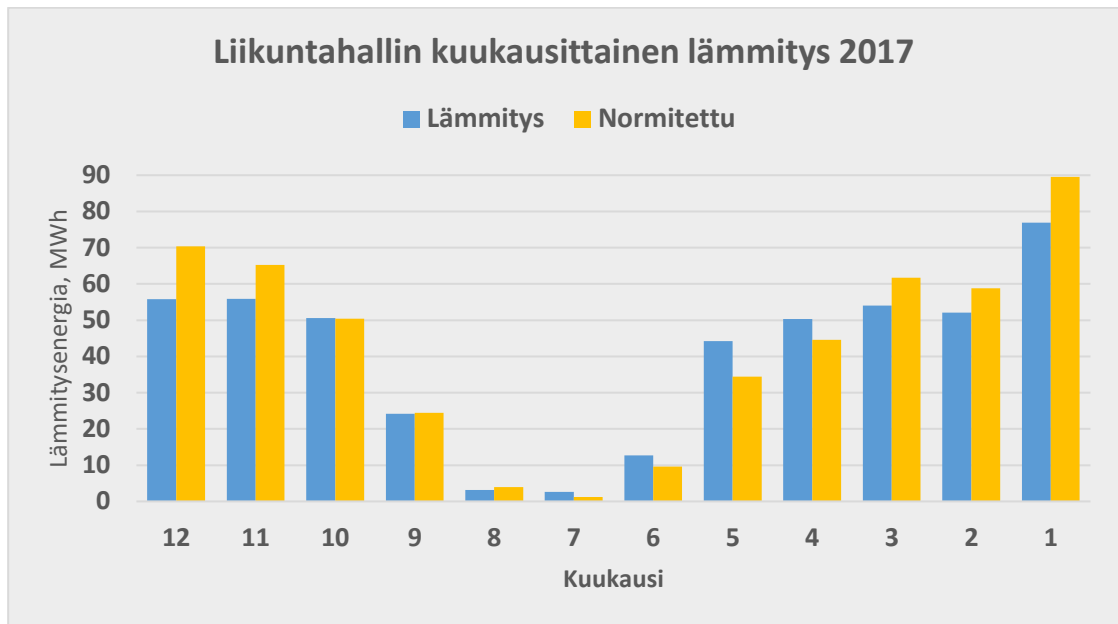
Lämmitysenergian kulutus kohteessa vuonna 2017 oli 482 MWh ja normitettuna 514 MWh. Vuonna 2016 kohdetta lämmitettiin 385 MWh ja 423 MWh normitettuna. Kuviossa 35 on esitetty kohteen lämmitysenergian kulutus molempina vuosina. Vuosien välillä on erittäin paljon eroa, sillä 2017 vuonna kulutusta on noin 25 % enemmän kuin vuonna 2016.



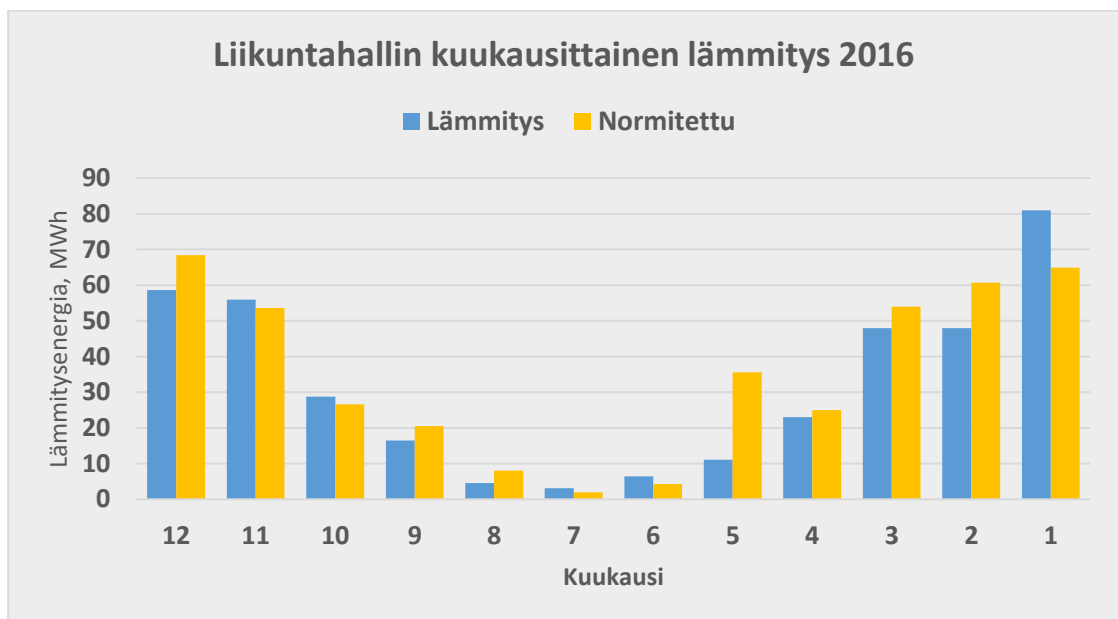
Kuvio 35. Liikuntahallin kaukolämmön kulutus

Lämmityksen normitetuiksi ominaiskulutuksiksi saatiin vuonna 2017 43,6 kWh/rm<sup>3</sup> ja vuonna 2016 35,9 kWh/rm<sup>3</sup>. Kulutukset ovat melko hyviä verrattuna ominaiskulutuksen mediaaniarvoon urheilurakennuksissa, joka on 34,4 kWh/rm<sup>3</sup>. Kulutuksen nousu vuodesta 2016 vuoteen 2017 on kuitenkin huolestuttavaa ja on syytä selvittää.

Kuviot 36 ja 37 esittävät liikuntahallin kuukausittaisia lämmitysarvoja vuosina 2017 ja 2016. Vuonna 2017 oli korkeampi kulutus lähes jokaisessa kuukaudessa verrattuna vuoteen 2016, mistä myös kokonaiskulutuksen nousu johtuu. 2017 vuoden maaliskuu- ja toukokuun välillä on erityisen suurta kasvua.



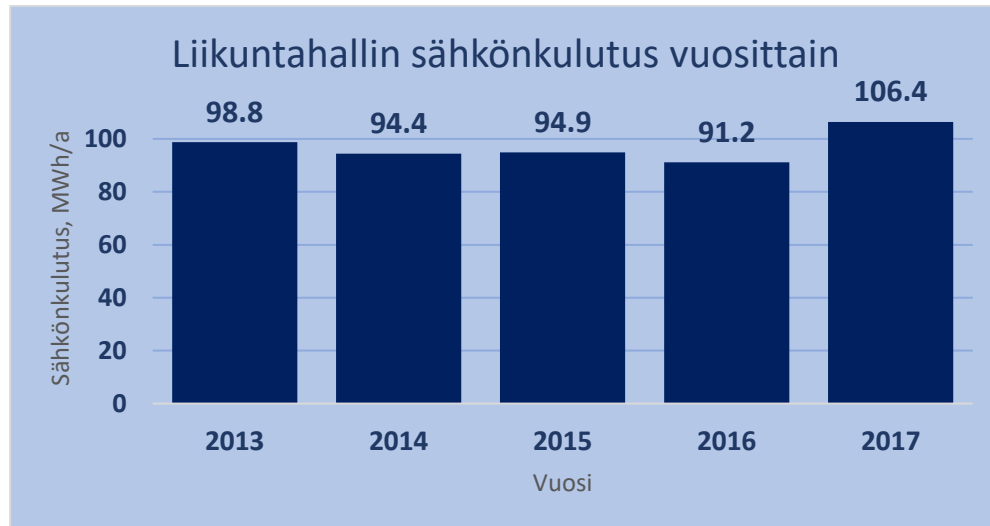
Kuvio 36. Liikuntahallin kuukausittainen lämmitys 2017



Kuvio 37. Liikuntahallin kuukausittainen lämmitys 2016

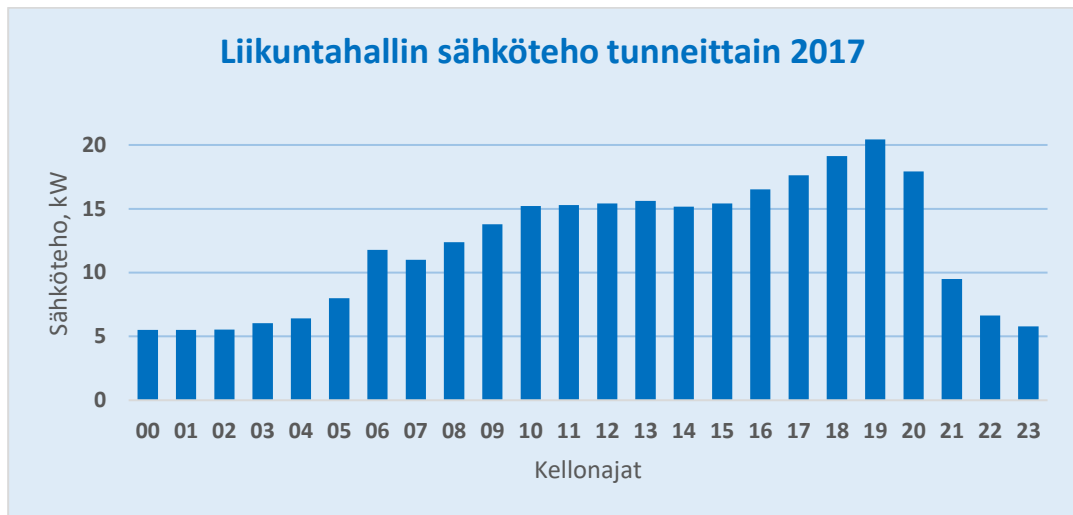
Kuviossa 38 on esitetty liikuntahallin vuosittainen sähkönkulutus. Kulutus on hieman laskenut, mutta vuoteen mennessä 2017 noussut noin 17 % edelliseen vuoteen verrattuna. Mahdollinen syy kasvuun on suurempi käyttö ja rakennuksessa sijaitsevan

kuntosalin toiminta. Vuonna 2017 sähkönkulutusta oli 106,4 MWh, jolla saatiin ominaiskulutukseksi 8,1 kWh/m<sup>3</sup>, kun mediaaniarvo urheilurakennuksille on 13,6 kWh/m<sup>3</sup>. Ominaiskulutus on siis hyvä, vaikka käyttöä ja kulutusta nostettaisiin.



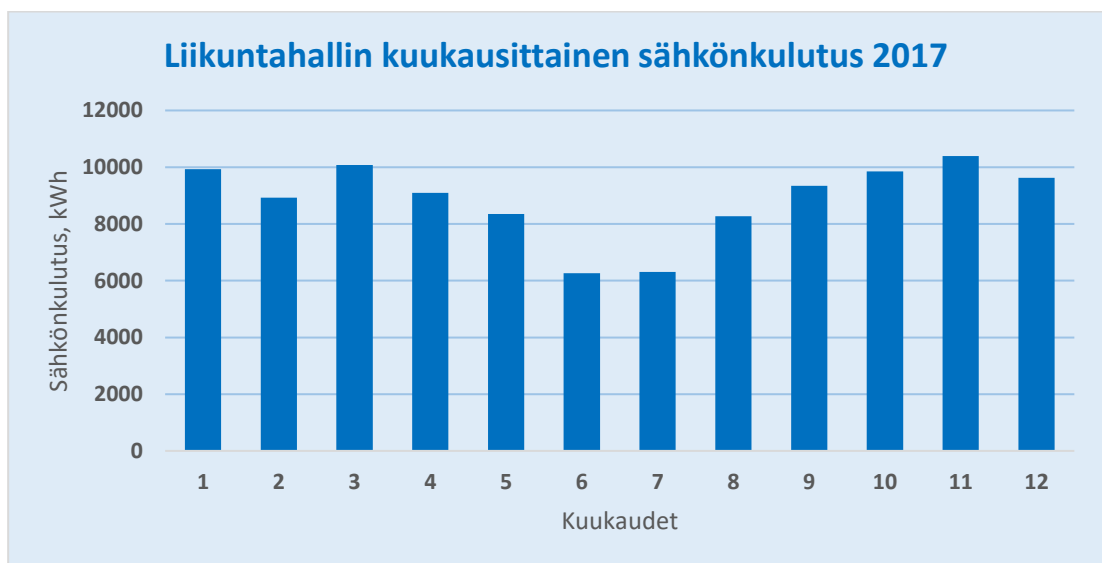
Kuvio 38. Liikuntahallin sähkönkulutus vuosittain

Karstulan liikuntahallissa järjestetään pääasiassa koulujen liikunnan opetusta, mutta myös koulun tapahtumia ja harrastustoimintaa. Kuvio 39 esittää liikuntahallin keskimääräistä sähkötehoa vuorokauden aikana vuonna 2017. Rakennus on arkipäivisin opetuskäytössä ja iltaisin harrastustoiminnassa. Samoissa tiloissa toimii myös kuntosali, jossa on toimintaa joka päivä. Liikuntahalli on käytössä arkisin arviolta 8-21 eli tyhjäkäyttöä on 11 tuntia arkipäivisin. Kuntosali on auki myös viikonloppuisin ja samoin hallia käytetään viikonloppuiltaisina, jolloin tyhjäkäyttöksi arvioitiin 19 tuntia. Viikossa tyhjäkäyttötunteja tulee 93, jolloin vuoden aikana 4836 tuntia on tyhjäkäyttöä. Pohjateholla 5,3 kW saatiin tyhjäkäyttökulutukseksi 25658 kWh, mikä on noin 24 % koko vuoden sähkönkulutuksesta. Pohjakulutukseksi tuli 46477 kWh eli noin 44 %. Rakennus on hyvällä käyttöasteella, eikä tyhjäkäyttökulutus ole osuudeltaan kohtuuttoman suuri. Kuviossa 39 havaittava tehonnousu kello 6 saattaa johtua ilmanvaihdon kytketymisestä suuremmalle teholle. Isossa tilassa on kierrätettävä paljon sisäilmaa ennen tilan käyttöä, mutta ilmanvaihdolle voidaan pohtia ohjaisaikojen säätämistä.



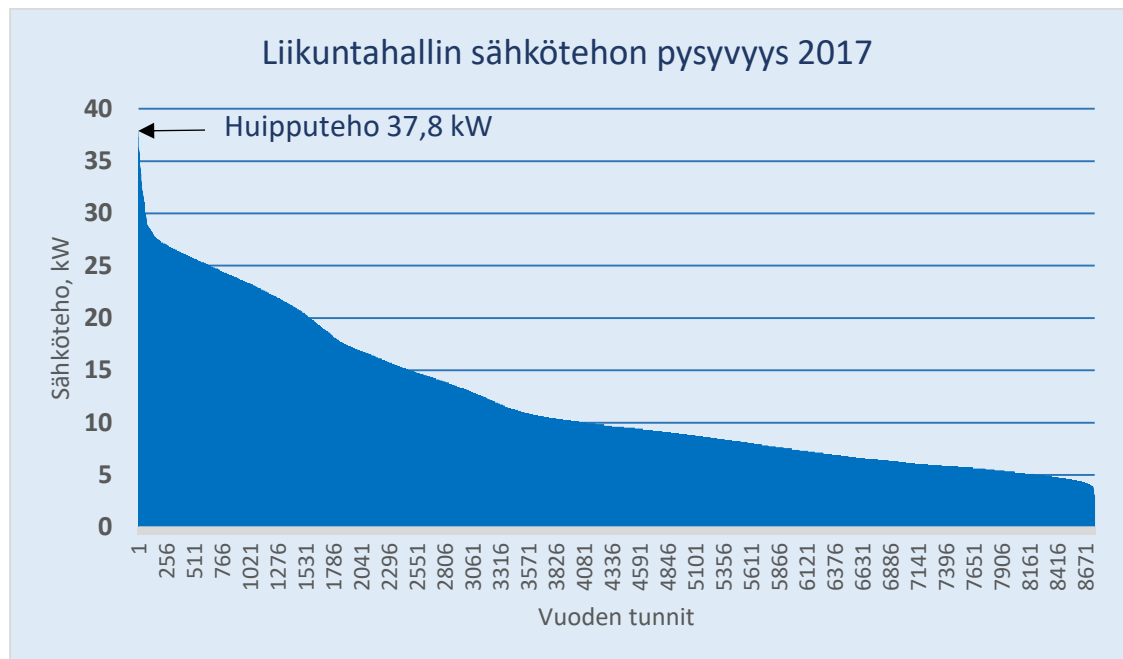
Kuvio 39. Liikuntahallin sähköteho tunneittain 2017

Liikuntahalli on käytössä ympäri vuoden, mutta käyttö vähenee kesällä koulujen lomien aikaan. Harrastustoimintaa järjestetään myös kesällä. Kuviossa 40 nähdään kohteen kuukausittainen sähkönkulutus vuonna 2017. Kohteen kuukausittainen pohjakulutus on noin 3800 kWh, joten kesällä on huomattavasti pohjakulutusta enemmän sähkökäyttöä. Käyttöaste on hyvä myös pohjakulutuksen ja sen osuuden perusteella.



Kuvio 40. Liikuntahallin kuukausittainen sähkönkulutus 2017

Kuviossa 41 on esitetty liikuntahallin sähkötehon pysyvyys vuonna 2017. Käyrän perusteella sähkötehon vaihtelua on ollut vuoden aikana vähän, eivätkä tehopiikitkään ole olleet yleisiä. Pysyvyys on tasaista lukuun ottamatta tehohippuja, mutta niitäkin on vähän. Suurin osa huipuista on tullut kello 16-20 välillä ja suurimmat marras-kuussa. On hyvä selvittää, mitä kiinteistössä tuolloin tyypillisesti tehdään, jotta voidaan välttää korkeat tehohiput.



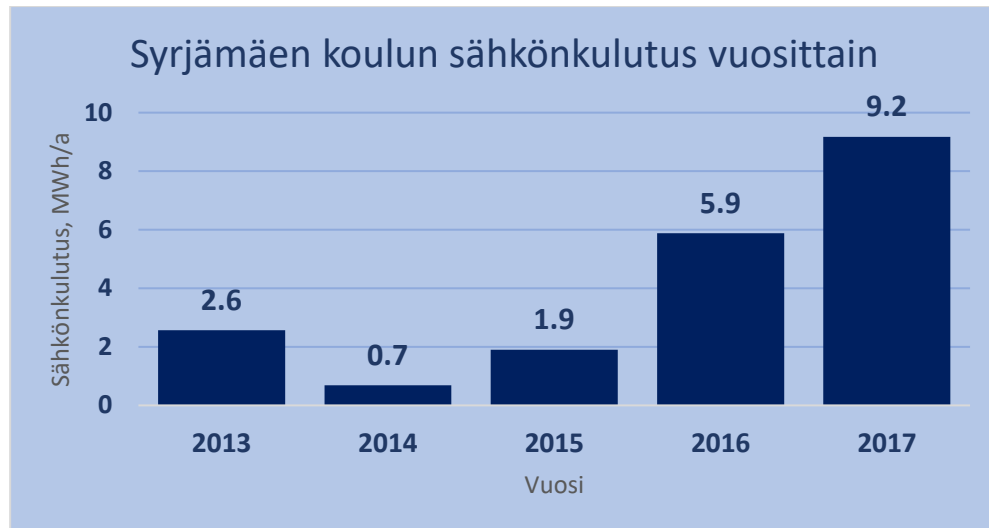
Kuvio 41. Liikuntahallin sähkötehon pysyvyys 2017

## 6.7 Syrjämäen koulu

Syrjämäen koulun lämpöenergiankulutus arvioitiin laskemalla oletetuista polttoainekuluista. Kulujen perusteella lämmitysenergiaa tarvitaan kiinteistössä noin 96,8 MWh. Kyseisellä lämpöenergialla lämmön ominaiskulutukseksi saatiin 34,0 kWh/rm<sup>3</sup>, joka on hyvä verrattuna mediaaniarvoon 43,5 kWh/rm<sup>3</sup> opetusrakennuksissa sekä 62,0 kWh/rm<sup>3</sup> asuntolarakennuksissa. Syrjämäen koulua käytetään opetuskäytössä vain väliaikaisesti, joten alhainen ominaiskulutus johtuu osittain vähäisestä käytöstä.

Koulun sähkönkulutus on ollut vaihtelevaa johtuen muuttuvista vuokrasuhteista ja koulun väliaikaisesta opetuskäytöstä. Kuvioista 42 nähdään koulun sähkönkulutuksen

vuosittainen vaihtelu. Vuonna 2016 koulu oli opetuskäytössä vähän aikaa vuodesta ja vuonna 2017 lukukauden verran. Vuoden 2017 sähkönkulutus oli 9,2 MWh, joka on kasvua aikaisempien vuosien kulutukseen suuremman opetuskäytön vuoksi. Sähkön ominaiskulutus vuoden 2017 kulutuksella oli 3,2 kWh/m<sup>3</sup>, joka on erittäin alhainen matalan käyttöasteen vuoksi. Mediaaniarvo opetusrakennukselle on 14,3 kWh/m<sup>3</sup>.

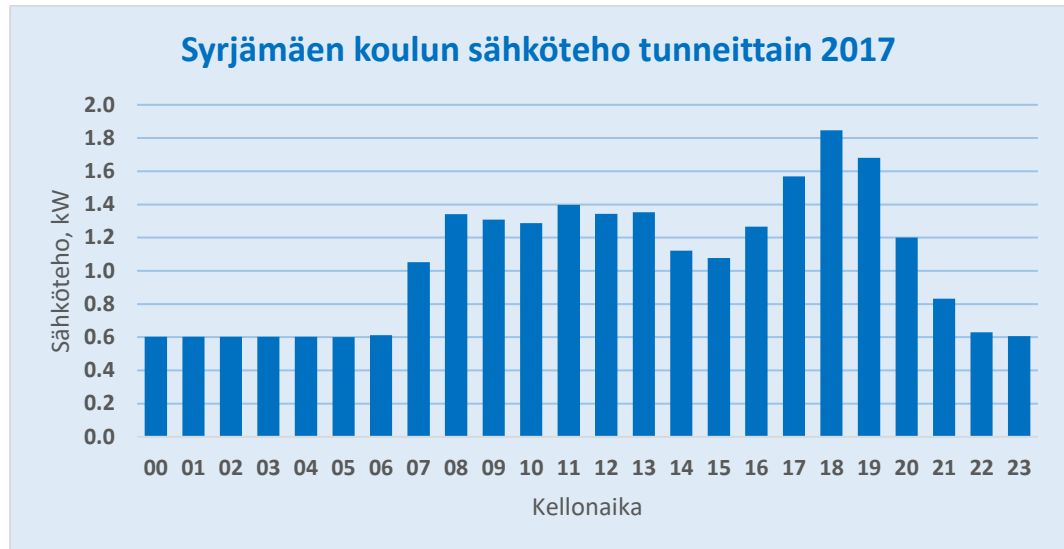


Kuvio 42. Syrjämäen koulun sähkönkulutus vuosittain

Kuviossa 43 on esitetty Syrjämäen koulun keskimääräinen sähkötehon vuorokauden aikana vuonna 2017, kun opetusta vielä järjestettiin. Diagrammista erottaa koulun alkamisajan ja asukkaiden heräämisajan sekä asukkaiden kotiinpaluuajan illalla. Illan tehuippu on asukkaiden sähkökäyttöä, johon ei voida vaikuttaa. Päiväajan käyttö ei ole jatkuvaa, joten sähköteho on ajoittain alhaisempi. Tyhjäkäyttöajaksi arvioitiin 16 tuntia arkipäivisin ja 24 tuntia viikonloppuisin eli 128 tuntia viikossa, mikä tarkoittaa 6656 h tyhjäkäyttöä vuodessa. Todellisuudessa kiinteistön käyttö vaihtelee paljon, mutta laskelma antaa suuntaa-antavan arvion energiankäytön osuuksista kyseisellä tyhjäkäytöllä. Tyhjäkäyttökulutusta edellä mainitulla käytöllä saatiin 1620 kWh eli noin 18 % kokonaiskulutuksesta. Pohjakulutukseksi saatiin kuvion 45 pysyvyydestä määritellyllä pohjateholla, joka on 0,24 kW, 2132 kWh eli noin 23 % vuoden kulutuksesta. Pohjakulutuksen osuus on matala, sillä asuinkäytössä pohjateho on alhainen.

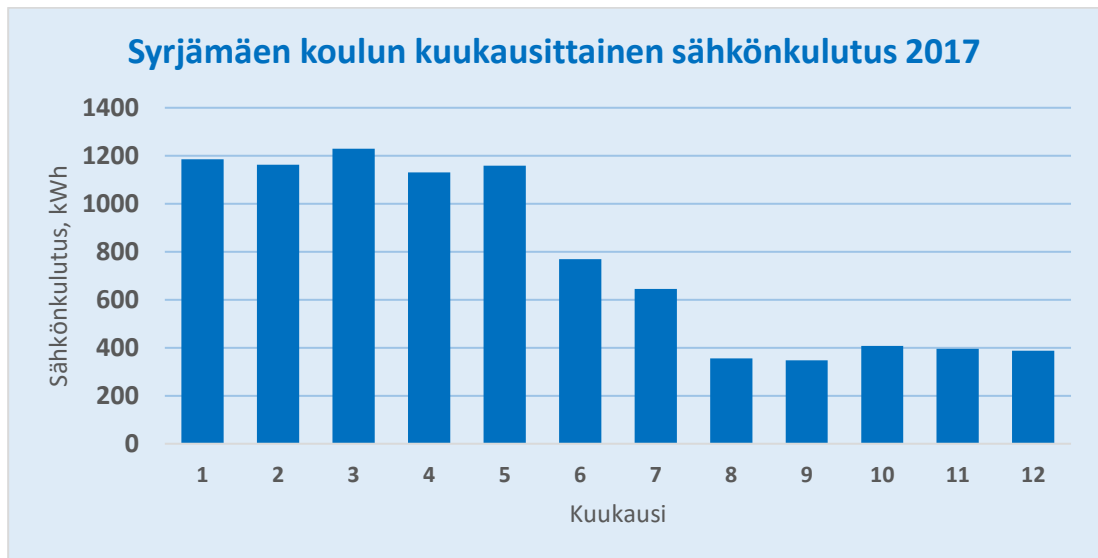


Kouluosan käyttöasteen nostaminen pienentäisi pohjakulutuksen ja tyhjäkäyttökulutuksen osuutta entisestään, jolloin koulua voisi olla hyvä jatkaa väliaikaisessa opetuksessa, mikäli muulla tavoin mahdollista.



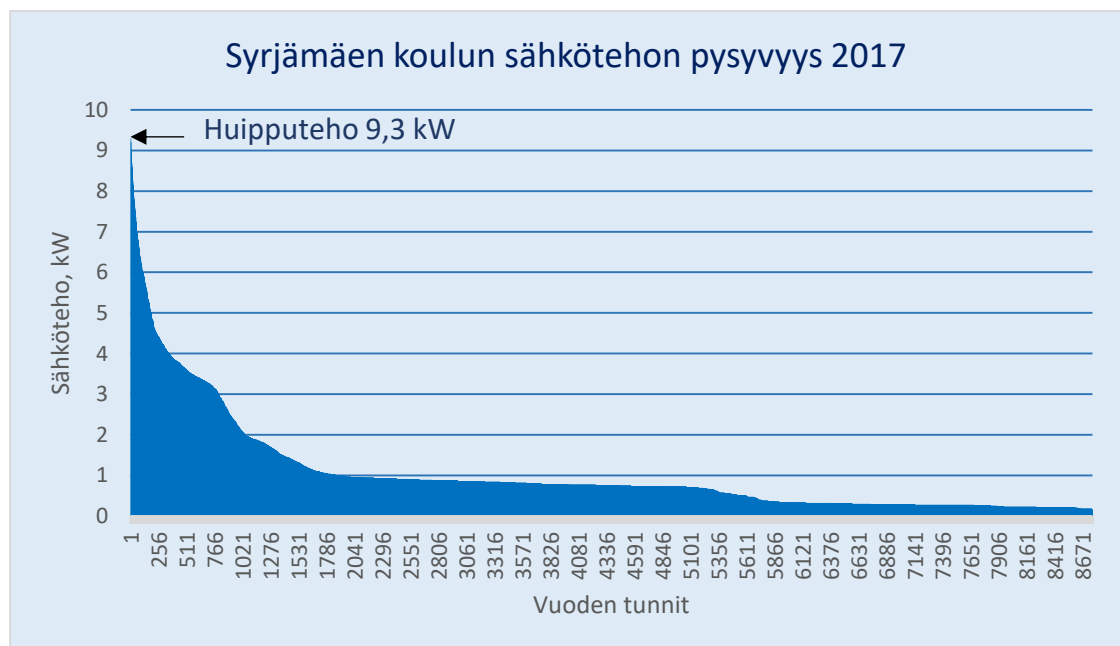
Kuvio 43. Syrjämäen koulun sähköteho tunneittain 2017

Kuvion 44 kaaviossa on esitetty Syrjämäen koulun vuoden 2017 sähkönkulutus kuukausittain. Vuonna 2017 kevätlukukaudella koulun tiloissa oli opetusta, jolloin sähkönkulutusta oli tavallista enemmän. Opetusta ei pidetty enää syyslukukaudella, josta johtuu sähkönkäytön lasku vuoden loppupuolella. Vuoden 2016 lopulla kulutus oli kahtena kuukautena yhtä suurta kuin kuviossa 44 2017 vuoden alkupuolella opetuskäytön vuoksi. Loppuvuoden kulutus tulee asuntolaosan käytöstä. Diagrammin perusteella opetuskäyttö noin kolminkertaistaa sähkönkulutuksen asukkaiden tavalliseen käyttöön verrattuna. Kesäaikaan ja joskus iltaisin koulun tiloja käytetään hie-man kyläyhdistyksen toiminnassa.



Kuvio 44. Syrjämäen koulun kuukausittainen sähkönkulutus 2017

Kuviosta 45 näkee koulun sähkötehon pysyvyyden vuonna 2017. Vaihtelua on vuoden aikana tullut opetuskäytön seurauksena selvästi. Peruskuorma on erittäin alhainen käytön vähäisyyden ja vuokrakäytön vuoksi. Rakennuksessa ei ole myöskään koneellista ilmanvaihtoa, joka kuluttaisi sähköä. Korkeimmat tehoarvot ovat syntyneet pääosin asukkaiden sähkökäytöstä kello 18 aikaan.



Kuvio 45. Syrjämäen koulun sähkötehon pysyvyys 2017

Syrjämäen koulun öljylämmitysjärjestelmän öljysäiliö vaatii korvaamista sen iän ja kunnan vuoksi. Arvioitu vuoden kulutus on 19400 litraa kevytpolttoöljyä, mutta tiedon ajankohtaisuus on epävarmaa ja ennen koulutoiminnan lakkauttamista, joten todellinen kulutus on mahdollisesti jopa puolet arvioidusta kulutuksesta. Lisäksi osa asuntolasta on ollut vaihtelevasti vuokralla, jolloin kulutus on vaihdellut enemmänkin. Vuoden öljynkulutukseksi oletettiin edellä mainituista syistä 9700 litraa tai noin 8196 kg. Polttoaineen kustannus kyseisellä kulutuksella olisi noin 9700 euroa vuodessa. Energiankulutukseksi saadaan arvioidun kulutuksen perusteella noin 97 MWh. Lähiaikoina vanha öljysäiliö on uusittava, josta tulisi noin 10000 euron lisäinvestointi kaivuutöineen, jos öljyjärjestelmän käyttöä jatketaan.

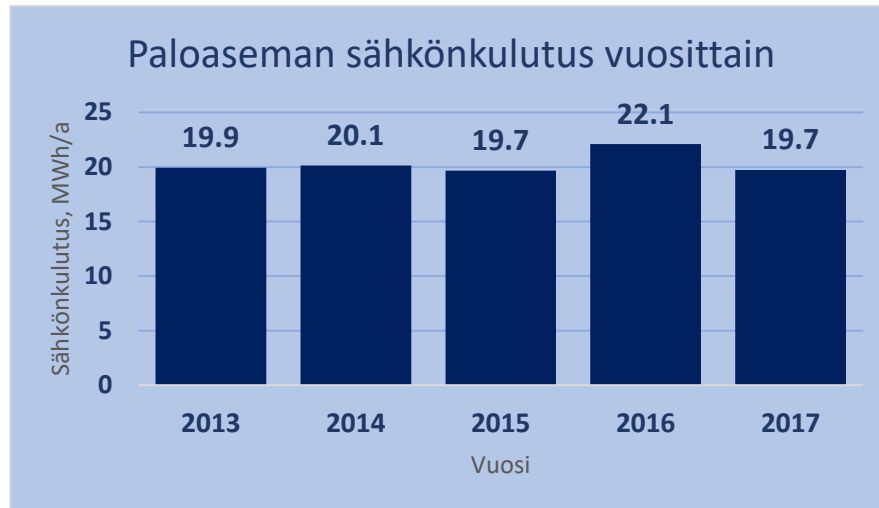
Pellettiä vaadittaisiin koulun vaatiman energian tuottamiseen noin 20600 kg, joten vuoden polttoainekuluiksi pelletillä tulisi noin 5070 euroa. Säästöä polttoainekuluissa saataisiin pelletillä noin 4630 euroa vuodessa. Haketta tarvitaan vastaavasti noin 36250 kg, mikä kustantaisi 3120 euroa vuodessa ja säästöä öljyyn nähden saataisiin noin 6580 euroa vuodessa. Kulutus voi mahdollisesti olla myös pienempää kiinteistön vähäisen käytön vuoksi, jolloin säästökin pieneneisi. Lämmitysjärjestelmän tehontarpeeksi arvioitiin koko kiinteistön tilavuudelle soveltuva 100 kW. Pelletti- tai hakejärjestelmän investointihinnaksi voidaan arvioida muutostöineen 5000 eurosta 15000 euroon saakka, jos otetaan huomioon myös uusi kattila vanhan öljykattilan tilalle. Pellettijärjestelmällä takaisinmaksuajaksi saatiin 1,1 – 3,2 vuotta ja hakejärjestelmällä 0,8 – 2,3 vuotta. Jos öljysäiliö kaivetaan ja poistetaan uuden järjestelmän asennuksen yhteydessä, takaisinmaksu pitenee pelletillä 3,2 – 5,4 vuoteen ja hakkeella 2,3 – 3,8 vuoteen.

## 6.8 Karstulan paloasema

Paloaseman kiinteistöä lämmitetään vuonna 2012 asennetulla pellettijärjestelmällä, johon siirryttiin öljystä. Entisestä öljynkulutuksesta ja nykyisestä pelletinkulutuksesta ei saatu ajankohtaisia tietoja, joten arviota ei voitu tehdä.

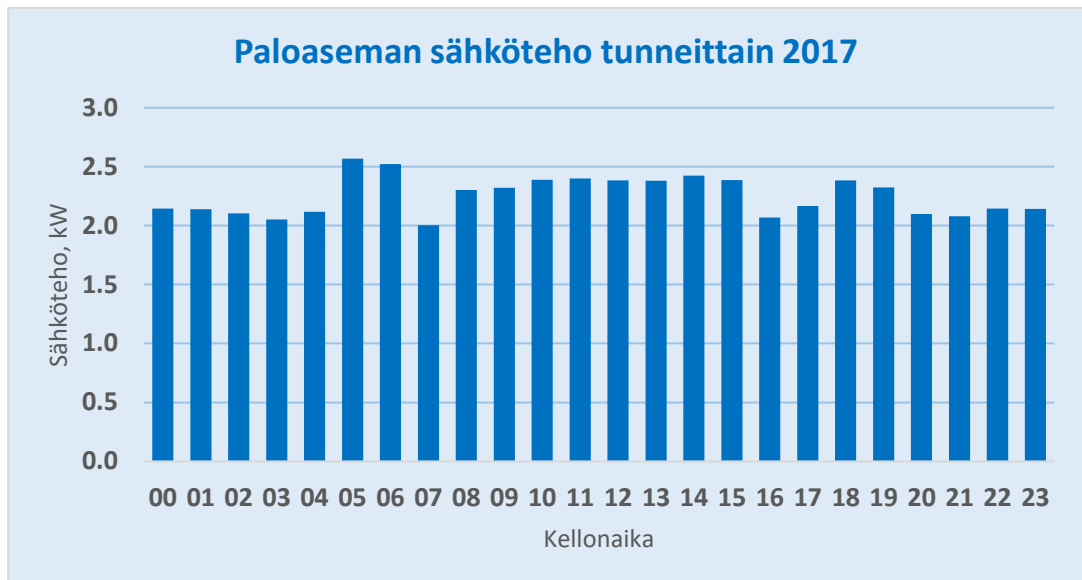
Kuviossa 46 on esitetty paloaseman sähkönkulutus vuosittain. Kohteen sähkönkulutus on pysynyt tasaisena joka vuosi paitsi 2016, jolloin kulutuksessa on tapahtunut kasvu, joka on palautunut ennalleen vuonna 2017. Sähkönkulutus oli 19,7 MWh

vuonna 2017, jolloin kohteen sähkön ominaiskulutukseksi saadaan 6,0 kWh/m<sup>3</sup>. Ominaiskulutuksen mediaaniarvo palo- ja pelastustoimen rakennuksille on 18,8 kWh/m<sup>3</sup> eli ominaiskulutus kohteessa on hyvä.



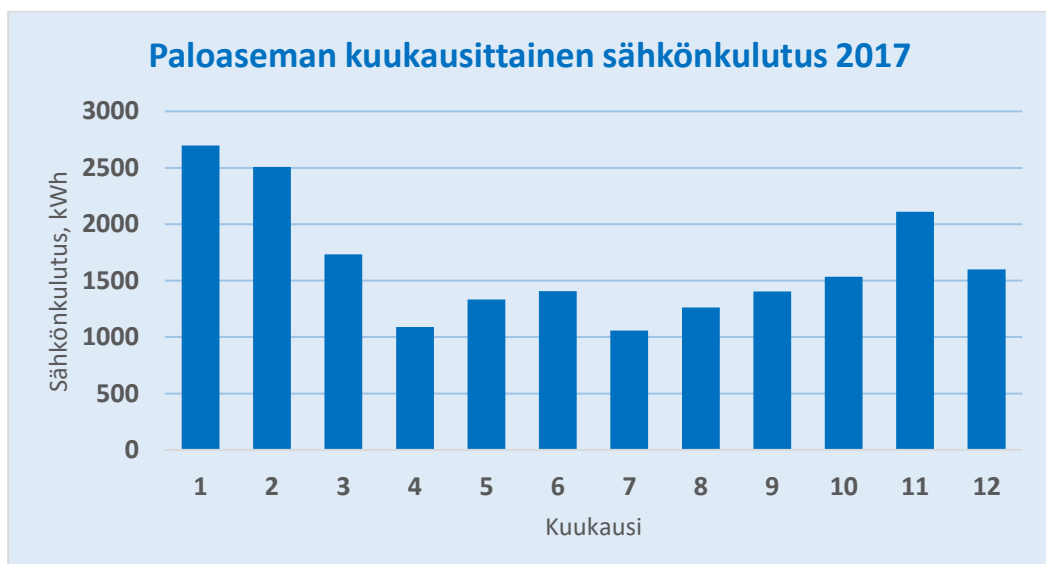
Kuvio 46. Paloaseman sähkönkulutus vuosittain

Paloasemalla sijaitsee hallitilaa palokalustolle, sekä henkilökunnan tiloja ja palopäällikön toimisto. Tilat ovat käytössä henkilökunnan työaikana, mutta kaluston on oltava jatkuvasti valmiudessa, joten sähkölaitteita on päällä vuorokauden ympäri. Kuviossa 47 on esitetty vuorokauden tuntien keskimääräiset sähkötehot vuonna 2017. Vuorokauden sähkötehon vaihtelu voi johtua ilmanvaihdon ja valaistuksen muuttumisesta. Ilmanvaihdon ohjausaikoja olisi hyvä selvittää ja ohjausta säätää esimerkiksi tasaisemmaksi vuorokauden aikana. Tyhjäkäyttötunneiksi arvioitiin 16 tuntia arkipäivänä ja 22 tuntia viikonloppuna eli 124 h viikossa ja 6448 h vuodessa. Kohteen pohjatehoksi määritettiin 0,9 kW, jolloin tyhjäkäyttökulutukseksi saatiin 5594 kWh eli noin 28 % kokonaissähkönkulutuksesta. Pohjakulutusta kohteessa on 7600 kWh eli 38,5 % koko vuoden kulutuksesta. Tyhjäkäyttö- ja pohjakulutukset ovat melko suuri osa sähkönkulutuksesta, joten esimerkiksi yöaikaista sähkönkäyttöä voisi vähentää mahdollisuuksien mukaan.



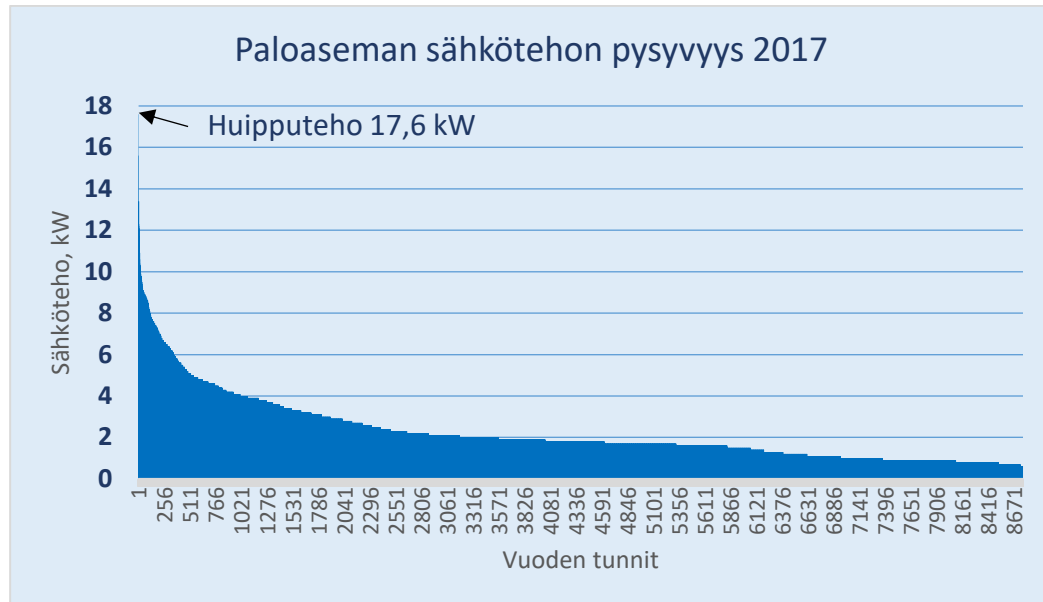
Kuvio 47. Paloaseman sähköteho tunneittain 2017

Kuvio 48 esittää paloaseman kuukausittaisen sähkönkulutuksen vuonna 2017. Koh- teessa on melko paljon kuukausittaista vaihtelua. Kylmien kuukausien kulutushuiput johtuvat mahdollisesti sähköisestä lisälämmityksestä toimistotiloissa, sillä pellettijär- jelmässä on ollut henkilökunnan mukaan usein ongelmia.



Kuvio 48. Paloaseman kuukausittainen sähkönkulutus 2017

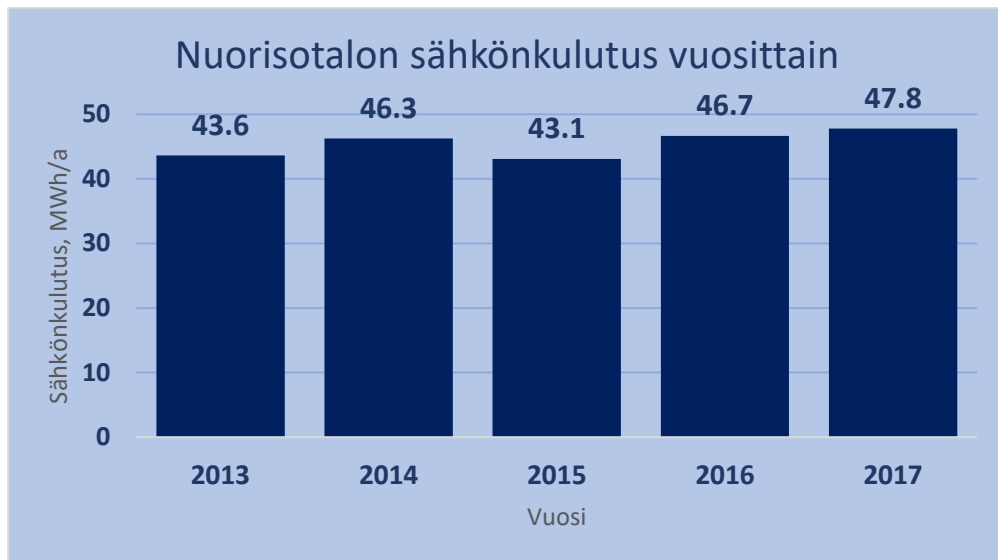
Paloaseman sähkötehon pysyvyys vuonna 2017 nähdään kuvion 49 kuvaajasta. Sähkötehon vaihtelua on ollut jonkin verran, mutta vain pienen osan vuodesta. Muulloin teho on ollut hyvin tasaista.



Kuvio 49. Paloaseman sähkötehon pysyvyys 2017

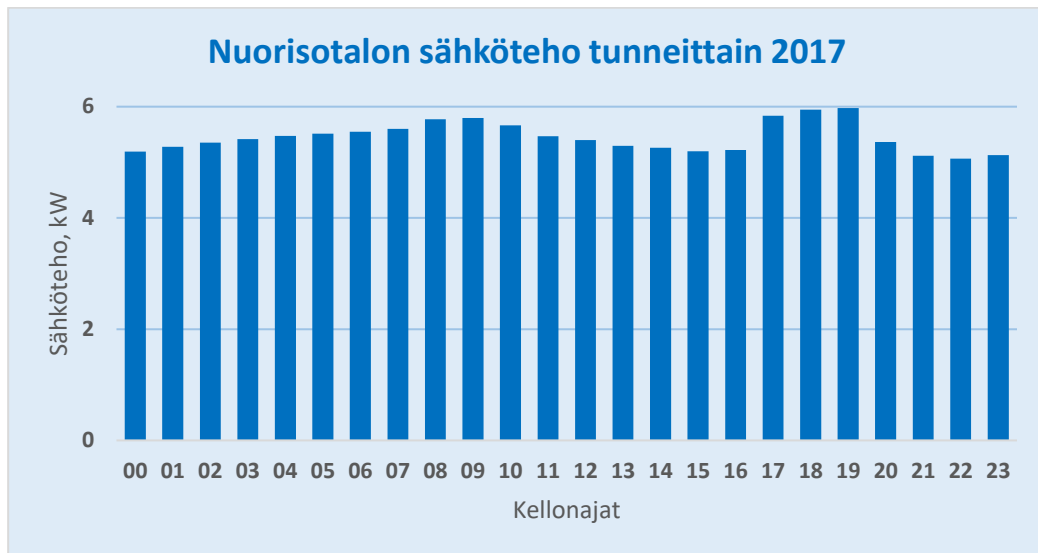
## 6.9 Karstulan nuorisotalo

Nuorisotalo lämmitetään pääosin sähköpattereilla ja WC-tiloissa sekä keittiössä myös sähköisellä lattialämmityksellä. Kuviosta 50 nähdään sähkön kulutus vuosittain. Kulutus ei ole vaihdellut suuresti ja pienetkin vaihtelut johtuvat nuorisotalon vaihtelevasta käytöstä sekä vuoden ulkolämpötiloista. Vuoden 2017 sähkönkulutus oli 47,8 MWh. Kohteen ominaiskulutukseksi saatiin 35,1 kWh/rm<sup>3</sup>, missä on lämmön ja sähkön osuudet yhdessä. Mediaaniarvo lämmölle on kerhorakennuksissa 53,1 kWh/rm<sup>3</sup> ja sähkölle 14,6 kWh/rm<sup>3</sup>, joten saatu arvo on noin puolessa välissä. Lämmitykseen kuitenkin kuluu todennäköisemmin enemmän energiaa kuin valaistukseen ja pieniin sähkölaitteisiin, mutta rakennuksesta ei myöskään lämmitetä koko alaa.



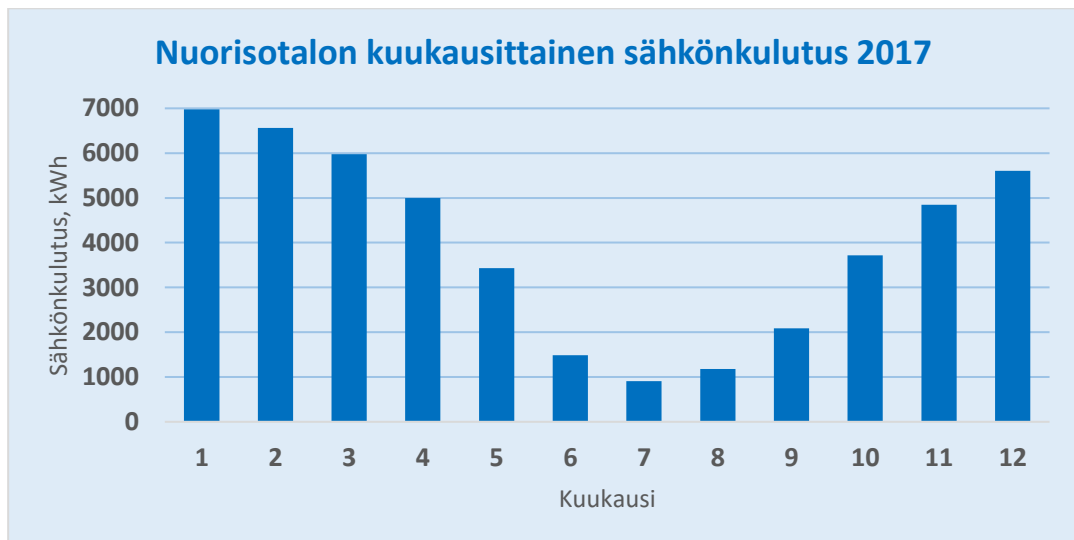
Kuvio 50. Nuorisotalon sähkönkulutus vuosittain

Kuvio 51 havainnollistaa vuorokausien keskimääräisen sähkötehon tunneittain. Diagrammista voidaan havaita nuorisotalon käyttöajat noin kello 17-20. Arvoissa ei ole suurta eroa muuhun aikaan verrattuna, joten muun ajan lämmitystä ja sähkölaitteita voitaisiin vähentää. Lukemat ovat tosin vuodelta 2017, jonka aikana nuorisotalossa toimiva nuoriso-ohjaaja on siirretty toisiin toimitiloihin ja nykyinen sähkönkäytön ja-kauma voi olla hieman toisenlainen. Tyhjäkäyttöä arvioitiin 21 tuntia arkipäivisin ja 24 tuntia viikonloppuisin. Viikoittaista tyhjäkäyttöä saatiin yhteensä 153 h, jolloin vuoden tyhjäkäyttöksi tuli 7956 h. Tyhjäkäyttökulutusta 1,2 kW pohjateholla saatiin 9507 kWh eli noin 20 % koko vuoden kulutuksesta. Pohjakulutusta oli 10468 kWh eli noin 22 % kokonaiskulutuksesta. Tyhjäkäyttö- ja pohjakulutus ovat lähes samoja joh-tuen vähäisestä käytöstä.



Kuvio 51. Nuorisotalon sähköteho tunneittain 2017

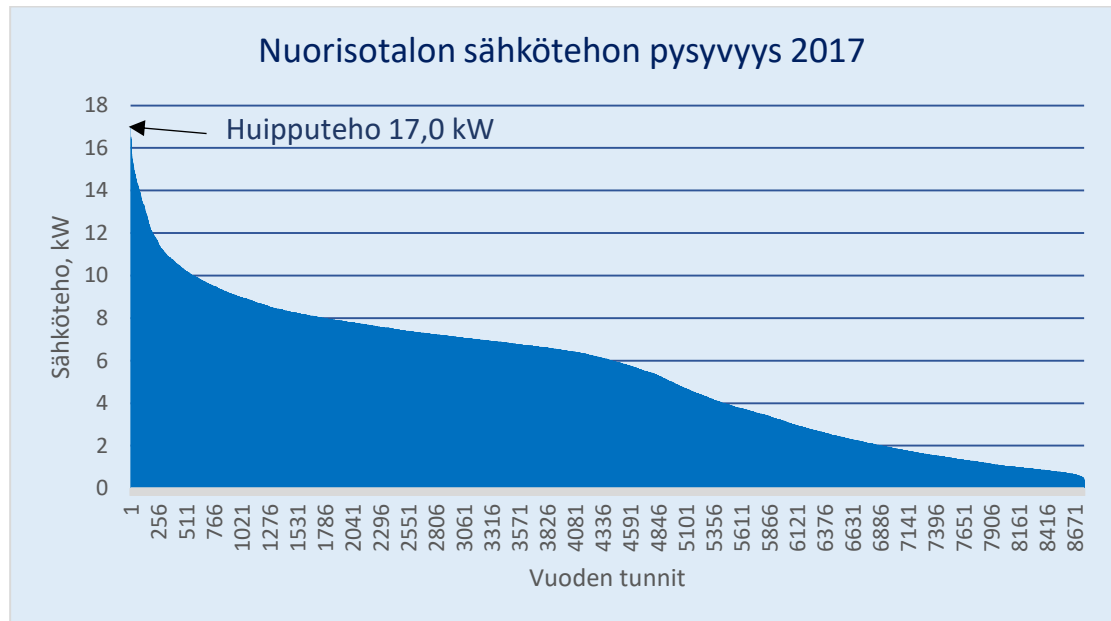
Kuviosta 52 voidaan havaita sähkön kuukausittainen kulutus. Lämmityksen ollessa sähköinen, sähkönkulutus on suurempi mitä kylmempi on kuukausi. Kuukausittainen pohjakulutus on keskimäärin 880 kWh, mikä on hyvin lähellä pienimmän kulutuksen kuukautta eli heinäkuuta.



Kuvio 52. Nuorisotalon kuukausittainen sähkönkulutus 2017



Kuvio 53 ilmaisee sähkötehon pysyvyyden kohteessa vuonna 2017. Vaihtelua on ollut hieman, mutta sähkönkäyttö on muuten ollut melko tasaista. Kulutushuippu on syntynyt todennäköisesti useiden tilojen yhtäaikaisesta lämmittämisestä ja muiden sähkölaitteiden käytöstä samaan aikaan.



Kuvio 53. Nuorisotalon sähkötehon pysyvyys 2017

## 6.10 Energiajärjestelmien arviointi

Energiajärjestelmistä tarkastettiin yleinen kunto silmämääräisesti sekä energiaratkaisun sopivuus kyseisen kohteen tilanteeseen. Kohteissa on kaukolämpölaitteisto kolme kohdetta lukuun ottamatta. Kaukolämpökohteissa ei uskottu olevan kannattavaa tai tarpeellista harkita toista lämmitysmuotoa.

Tolppilan koulun kaukolämpölaitteisto on ilmeisesti kärsinyt vuodoista ja hapettumaa oli havaittavissa putkissa sekä esimerkiksi kiinnityslaipassa. Mahdollisia tulevia vuotoja on vaikeampi havaita hapettuman jäljiltä. Muiden kohteiden laitteistoissa oli hyvin pientä hapettumaa. Rantatien koulun, Laaksolan-lukion ja liikuntahallin kaukolämpölaitteistot ovat silmillä havaittavasti hyvässä kunnossa. Jotkin laitteet, kuten paisuntasäiliöt ovat vanhoja, joiden toimivuus on syytä tarkistaa kaikissa kohteissa.

Syrjämäen koulun öljylämmitysjärjestelmä on melko hyvässä kunnossa ja öljypoltin-kin on uusi. Öljysäiliö tosin kaipaa uusimista ollen vanha ja elinikänsä päässä. Nykyinen järjestelmä riittää hyvin nykytarpeeseen, mutta uusittavista laitteista ja esimerkiksi säiliöstä olisi hyvä harkita järjestelmän vaihtamista uusiutuvaan energianlähteeseen. Hake- tai pellettijärjestelmä koettiin järkevimiksi vaihtoehtoiksi.

Paloaseman pellettijärjestelmä on asennettu vuonna 2012 ja laitteisto on melko uutta, mutta järjestelmässä on ollut lämmityskatkoksia esimerkiksi syöttöongelmista johtuen. Henkilökunnan palaute on ollut negatiivista nykyisen pellettijärjestelmän osalta. Järjestelmässä on kuitenkin vähän, mitä on mahdollista tehdä helpottaakseen ongelmia.

Nuorisotalon kaikkia lämpöpattereita ei ollut kytketty tarvittaviin tiloihin ja ne vaikuttivat riittämättömiltä niin suureen tilaan nähden. Sähkölämmityksen laajentaminen koko rakennuksen kattavaksi on tärkeää kiinteistön käytön kannalta. Vanha talo vaatii myös paljon lämmittämistä, jotta se pysyy lämpimänä.

## **7 Johtopäätökset**

Usean kohteen normitetut lämmönkulutukset vuoden 2016 toukokuussa poikkeavat rajusti muista kuukausista ja vuoden 2017 toukokuusta, sillä kuukausi oli poikkeuksellisen lämmin vuonna 2016 (Toukokuut n.d.). Korkea lämpötila johti lämmitystarveluvun alenemiseen ja on siis poikkeava muista lämmitystarveluvuista. Koska vuosien 1981-2010 vertailuarvo on huomattavasti korkeampi kuin vuoden 2016, arvojen erotus nostaa normitetun kulutuksen arvoa. Tammikuu vuoden 2016 tammikuu oli puolestaan poikkeuksellisen kylmä (Tammikuut n.d.), mikä johti päinvastaiseen tilanteeseen. Tällaiseen yksittäiseen kuukauden poikkeavuuteen on tosin hankala varautua, jos muista lämmitykseen vaikuttavista tekijöistä ei ole havaintoja. Sisä- ja ulkolämpötiloja olisi hyvä tarkkailla ja säätää lämmitystä niiden sekä miellyttävyyden mukaan käyttöhenkilökunnan toimesta.

Kohteiden sähköenergian ominaiskulutusarvot ovat hyvällä tasolla ja osassa jopa hyvin alhaisia. Alhainen arvo voi johtua tilojen vähäisistä käyttäjämääristä, jolloin kohteiden käytön suhde sähkönkulutukseen voi olla pientä. Kohteiden käyttöä pitäisi siis

lisätä ja silti pitää sähkönkulutus samana, jotta ominaiskulutus pysyisi hyvällä tasolla, sillä jotkin kohteet ovat nykyäänkin vähäisellä käytöllä.

Kokonaissähkön käyttöä on todennäköisesti mahdollisuus vähentää käyttäjien ja tilojen käyttöasteen pienentyttyä. Nykyhetkelläkin sähkönkäyttöä on syytä tarkkailla, sillä se voi olla suurempi kuin nykyiselle käyttöasteelle on tyypillistä. Sähkö sopimukset kohteille ovat kilpailutettuja, joten jokaisella kohteella on edullisimmaksi todettu sopimus eikä säästöä sopimuksen muuttamisesta saada.

Tolppilan asuntolassa ei ole omaa lämmönjakohuonetta, joten lämpöpatterien vesi lämpiää luultavasti kaukolämpölaitteistolla Tolppilan koulusta tulevaa putkea pitkin. Asuntolassa on kuitenkin oma kaukolämpöliittymä, joten sen on lämmitettävä kaukolämmöllä. Tolppilassa on ennen kaukolämpöön siirtymistä ollut puuperäisen polttoaineen lämmitysjärjestelmä sekä öljykattila, joka on nykyäänkin ollut varajärjestelmänä. Putkisto on saatettu asentaa aikoinaan myös pihan läpi asuntolaan, jolloin laitteistosta on täytynyt tehdä tehokas. Myös viereinen Rantatien koulu on saattanut aiemmin lämmitä samasta lämmityslaitteistosta Tolppilan koulun lämmönjakohuoneessa. Nykyään Rantatien koululla on kuitenkin oma kaukolämpölaitteisto.

Työssä käsiteltyjen kohteiden yhteislaskettu vuoden 2017 kaukolämmönkulutus oli 2406 MWh ja sähkönkulutus 651,85 MWh. Energiakulut kohteissa ovat yhteensä sadoissa tuhansissa euroissa, jolloin säästöä energiakustannuksista on hyvin mahdollista saada tuhansia, ellei kymmeniä tuhansia euroja vuodessa. Liitteessä 5 on yhteenveto kohteiden arvoista ja tiedoista.

## **8 Jatkoimenpiteet**

Lämmön ominaiskulutukset olivat joissain kohteissa korkeita. Syytä voivat olla liian suuri sisälämpötila, suuret lämpövuodot rakenteista tai viallisista järjestelmistä. Rakennusten ikä voi selittää lämpövuotoja. Lämmityskulujen säästöpotentiaali on todennäköisesti kohtuullinen, sillä rakennukset ovat vanhoja ja rakennevuotoja pystyi havaitsemaan kenttätyön aikana aistein. Sisälämpötilat olivat lisäksi vaihtelevia ja lämpöpatterit monessa kohteessa kuumia sisälämpötilasta huolimatta. Selvityksen painopisteeksi suositellaan Tolppilan ja Rantatien kouluja sekä Karstulan lukiota.

Vaihtelevien sisälämpötilojen vuoksi voitaisiin tarkistaa myös kaikkien kohteiden painunta-astioiden esipaine ja kunto. Samoin patteriverkoston tasapainotus on tärkeä, jotta tiloja saadaan lämmitettyä tasaisesti. Riippuen laitteiden kunnosta ja kohteesta, säästöpotentiaali voi olla useista sadoista jopa tuhanteen euroon kohteelta.

Liikuntahallin kaukolämmönkulutuksen hyvin suuri nousu on selvitettävä. Lämpöenergian käytön kasvuun on tärkeä etsiä syy, kuten ongelmat esimerkiksi kaukolämmön jakelussa, mittauksessa tai tuotannon ja laitteiston ongelmat. Selvityksen avulla tehdyillä toimenpiteillä voidaan säästää lämmityskuluissa huomattavasti, sillä kohde kuluttaa paljon lämpöenergiaa. Säästöpotentiaali voi olla tuhansia euroja.

Jos kouluja käytetään vielä tulevaisuudessa opetustoimintaan, henkilökuntaa voitaisiin neuvoa sisäilma-asioiden ja lämmityksen suhteen. Esimerkiksi Rantatien koulun ja joissain Karstulan lukion luokkatiloissa oli sisäilmapuhdistimet jatkuvasti päällä. Rantatien koululla oli sisäilmapuhdistimista huolimatta tukittu osa ilmanvaihtoaukoista. Lisäksi koneellinen ilmastointi ei ollut kaikissa tiloissa päällä päiväsaikaankaan, joissain puolestaan melko suurellakin teholla. Joidenkin tilojen lämpöpatterit olivat kuumia, mutta ikkunan karmien välistä havaittiin vuotavan kylmää ilmaa samaan aikaan. Luokkatilojen lämpötila vaihteli useilla asteilla jopa eri puolilla luokkahuonetta. Lämpövuodot johtuvat pääosin rakenteellisista tai rakennusteknisistä ongelmista, joita selvitettiin toiseen opinnäytetyöhön kenttätyön aikana.

Lämmityksen ja sisäilma-asioiden lisäksi koulujen henkilökuntaa voitaisiin neuvoa myös välttämällä useiden sähkölaitteiden kytkemistä päälle yhtäaikaaisesti. Sillä tavoin voidaan välttää suuria tehopiikkejä ja pienentää huipputehoa. Ilmanvaihdon ohjausaikojen säätö vaikuttaa tehopiikkien ja pohjatehon alenemiseen. Säästöpotentiaali ei ole suuri, sillä vaikutusta on ainoastaan vähän Tolppilan ja Rantatien kouluissa ja liikuntahallissa.

Useassa kohteessa voitaisiin säätää ilmanvaihdon käyttö- ja ohjausaikoja sähkönkulutuksen tasoittamiseksi ja vähentämiseksi. Painopisteeksi suositellaan Tolppilan koulua, Laaksola-lukio -kompleksia, liikuntahallia sekä paloasemaa. Säästöpotentiaali on alhainen, mutta selvityksessä järjestelmästä voi ilmetä muitakin ongelmia tai säästökohteita.

Seuraavassa on kohdekohtaisesti joihinkin mahdollisiin tulevaisuuden tilanteisiin liittyviä huomioitavia seikkoja:

### **Tolppilan koulu**

Tolppilan koulun lämmönjakohuoneessa on vanha puupolttoaineella toimiva kattila ja öljykattila, joilla on ollut vähän käyttöä kaukolämpöliittymän vuoksi. Tolppilan kiinteistössä ja piha-alueella voi olla myös maanalaisia lämmitysputkia, jotka täytyy ottaa huomioon, jos rakennus puretaan tulevaisuudessa. Muussa tilanteessa vanhat järjestelmät on jätettävä lämmönjakohuoneeseen ollessaan liian suuria siirrettäväksi.

### **Rantatien koulu**

Rantatien koulu on suojattu, joten sitä ei voida purkaa. Vaikka koulu jäisi vaille käyttöä uuden koulurakennuksen valmistuttua, Rantatien koulua voidaan korjata ja uutta energijärjestelmää tai vanhan uusimista pohtia, jos Tolppilan koulu puretaan. Kaukolämpöputkistoa joutuu mahdollisesti muuttamaan Tolppilan koulua purettaessa, mutta samassa yhteydessä putkiston asennus voisi onnistua. Muussa tapauksessa kouluun ei tarvitse tehdä kuin rakenteellisia parannuksia.

### **Tolppilan asuntola**

Jos Tolppilan koulu päätetään tulevaisuudessa purkaa, asuntolaan joudutaan asentamaan uusi energialaitteisto. Jos nykyinen lämpö tulee Tolppilan koulun laitteistosta, uusi putki voitaisiin asentaa viereiseltä Koulutieltä kulkevasta kaukolämpöverkosta asuntolaan. Asuntolan kellaritiloissa on myös riittävästi tilaa kaukolämpölaitteiston asentamiselle.

### **Syrjämäen koulu**

Pelletti- tai hakejärjestelmät ovat takaisinmaksuaikojen puolesta erittäin varteenotettavia vaihtoehtoja, jos lämmitysenergian kulutus on kuten arvioitu tai sitä suurempi. Pienemmällä kulutuksella uuden järjestelmän takaisinmaksuaika hieman nousee, mutta jos tilojen käyttöä jatketaan, se voi olla silti kannattavaa. Myös rakennuksen myyminen saattaa helpottaa uuden järjestelmän myötä. Nykyinen öljysäiliö on joka tapauksessa kaivettava ylös ja korvauksen sijaan voitaisiin suunnitella samalla uuden järjestelmän ja laitteiden sijoitusta.

## Nuorisotalo

Jos nuorisotalon toiminta siirretään pois nykyiseltä paikalta, vanhan rakennuksen käyttöä todennäköisesti vähennetään ja lämmitystarve pienenee. Lämmitysmuodon vaihtaminen ei ole ehkä tarpeellista, mutta jos rakennus kunnostetaan perusteellisesti ja käyttöä jatketaan samoissa määrin kuin ennen, sähkölämmityksen rinnalle tai sähköpatterien korvaajaksi voitaisiin hankkia esimerkiksi lämpöpumppuja. Sähkölämmityksen laajentaminen ei vaatisi uusia investointeja eikä ylläpitokustannuksia ole. Lämpöpumppuja tarvittaisiin tosin useampia, jolloin investoinnista tulisi suuri ja takaisinmaksuaika kasvaisi mahdollisesti kohtuuttoman suureksi. Jos lattiat joudutaan avaamaan ja uusimaan, lattialämmityksen laajentaminen voisi olla hyvä ratkaisu, varsinkin jos rakennus on tulevaisuudessa nykyistä vähemmällä käytöllä.

## 9 Pohdinta

Tutkimuksen aiheena oli rakennusten energiatehokkuuden parantaminen. Pyrin tekemään sen kulutustietojen pohjalta. Menetelmät ja tavoitteeseen eteneminen olivat sinänsä vapaamuotoisia, sillä toimeksiantajalle tärkeää oli tietysti tavoite. Kiinteistöstrategiaa varten toivottiin energiatehokkuuden ja energiatalouden selvitystä useista kiinteistöistä. Tavoitteet olisivat voineet olla konkreettisemmat, jotta ne olisivat selventäneet menetelmiä ja analysointia, mutta näin työstä tuli vapaamuotoisempi ja mielekkäämpi.

Tuloksina saatiin yleiskuva kiinteistöjen energiatehokkuudesta ja energiataloudesta. Keräsin kulutustiedot yhteen ja analysoin niitä kenttätyön aikana kerättyjen tietojen avulla. Tiedoista saatiin viitteellisiä arvioita kiinteistöjen ja kunnan nykyisistä energiankäytön ongelmista. Kuluista ja mahdollisista säästöistä sekä investoinneista annettiin arviot.

Haastavinta oli selvittää keinoja, jotka vaikuttavat energiatehokkuuteen ottamatta juurikaan laitteita huomioon. Toisaalta keskittyminen pienempiin yksityiskohtiin olisi nostanut työmäärän liian suureksi tai kohteiden määrän jopa yhteen, mikä ei ollut toimeksiantajan toiveena. Kehittämistä ovat vaatineet erityisesti jatkotoimenpiteet ja niiden konkretisointi. Lisäksi kulutustietojen lukeminen oli haasteellista, sillä vaikut-

tavia tekijöitä on liian monta, jotta olisin pystynyt ottamaan kaikki huomioon sanomatta itsestään selviä asioita. Jatkotoimenpiteissä ja kulutustiedoissa olisi myös vaa-dittu yksityiskohtaisempaa käsittelyä.

Käsittelin katselmustoimintaa soveltaen katselmus- ja katsastusohjeita lopulta melko pintapuolisesti. Perustana katselmustoiminnan ohjeet ovat kuitenkin tärkeitä. Samalla annoin ohjeita toimeksiantajalle mahdollisesta virallisesta ja tuetusta energia-katselmuksesta. Ohjeistuksen avulla ymmärsin katselmustoimintaan liittyvän syste-maattisen etenemisen. Lisäksi sain selville, mitkä tärkeät ja hyödylliset tiedot ovat energiankäytön analysoinnissa ratkaisevia. Kiinteistön energiatehokkuus -osio oli tärkein työn vaiheiden ja ilmiöiden ymmärtämisen kannalta.

Avoimia kysymyksiä siis jäi ja niitä syntyi ehkä jopa enemmän kuin niitä alun perin oli. Moni asia saatiin kuitenkin selvitettyä ja seuraavia kysymyksiä on helpompi lähteä ratkaisemaan. Keskittyminen lähes ainoastaan kulutustietoihin ja paikallisiin havain-toihin olisi säästänyt aikaa. Myös muita kohteita olisi voitu lisätä tarkasteluun.

Vaikka opinnäytetöitä ei mielellään referoida, hyötyä tuloksista on ainakin sisäpii-rissä. Toisaalta kunnan tilastotietoihin perustuvat arvot ovat niin luotettavia kuin kunnan tiedot itsessään. Tarkistin laskelmat useaan kertaan, mutta sekään ei tarkoita mahdollista virheettömyyttä tai käsitysvirheitä laskelmien jatkokäsittelyssä. Pysin tekemään kaavioista selkeitä ja vähän muokkausta vaativia, jos tuloksia on näytettävä eteenpäin. Laskelmista ja kaavioista en yrittänytkään tehdä intuitiivisia uutta käyttä-jää varten, mikä haittaa tulosten jatkokäsittelyä ja käyttökelpoisuutta. Opinnäytetyön tuloksia ei voikaan pitää vedenpitävänä faktana ja niihin on suhtauduttava kriittisesti, mutta yleisen kuvan tuloksista saa ja niitä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi havain-nollistavana tietona kokouksissa. Luotettavuusongelmana on perehtymättömyys lait-teisiin ja järjestelmiin yksityiskohtaisesti. Todellisista heikkoon energiatehokkuuteen liittyvistä syistä suuri osa on nimenomaan laitteista ja järjestelmistä johtuvia.

Tuloksista pääasiassa kaaviot vaikuttavat erittäin hyödylliseltä toimeksiantajalle. Nii-den perusteella saa selville kunkin kohteen energiankäytön, minkä avulla voidaan muodostaa jokaiselle rakennukselle oma profiili. Kiinteistöprofiilien perusteella toi-meksiantaja voi keskittyä kiinteistöstrategian laatimiseen. Strategiassa on hyvä ottaa

huomioon muiden asioiden lisäksi energiakulut, mitkä ovat euromääräisenä toimeksiantajan tiedossa. Työssä nähtyä kartoitusta ei ole ennen kunnassa tehty, mikä antaa arvoa tuloksille ja niiden avulla saavutetuille päätöksille. Laskentataulukot lähetettiin toimeksiantajalle mahdollista jatkokäyttöä varten, jolloin tarvittaessa voidaan tarkastella myös muita ajankohtia.

Energiakatselmuksessa saattaa olla hyötyä tutkimuksen havainnoista, kerätyistä tiedoista ja tehdystä työstä. Uskon, että kunnan olisi hyvä harkita energiakatselmuksen tekemistä useille, varsinkin suurille kohteille. Uuden kouluprojektin edetessä ja viimein valmistuessa energiatehokkuus on kannattavaa pitää mielessä. Katselmustoinnasta saatavat hyödyt parantavat myös uuden rakennuksen käyttöikä ja -kustannuksia.

Kaikkia toivottuja kohteita ei ehtinyt käymään läpi, joten mahdollista jatkokehittämistä olisi myös muiden rakennusten kuin työssä käsiteltyjen analysointi. Lopputuloksiin en ole täysin tyytyväinen, mutta positiivista on kuitenkin tulosten hyödyllisyys ja kunnan työn helpottaminen sekä edistäminen. Tuloksissa odotin enemmän saavutettua kokonaisuutta, kuten yksityiskohtaisempaa raporttia.



## Lähteet

Astepäiväluku ja lämmitystarveluku. N.d. Artikkelel Etelä-Suomen Prosessisysteemi Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 23.4.2018. <http://www.prssystem.fi/astepaivaluku-ja-lammitystarveluku/>.

Energiakatselmus kannattaa. 2015. Motiva Oy:n julkaisema esite energiakatselmuksesta. [https://www.motiva.fi/files/10556/Energiakatselmus\\_kannattaa\\_esite\\_2015.pdf](https://www.motiva.fi/files/10556/Energiakatselmus_kannattaa_esite_2015.pdf).

Energiakatselmustoiminnan yleisohjeet. 2017. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Energian loppukäyttö sektoreittain. 2016. Tilastokeskuksen julkaisema taulukko Suomen energiankäytöstä. Viitattu 16.2.2018. [http://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset\\_julkaisut/energia2017/html/suom0000.htm](http://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2017/html/suom0000.htm).

Vuoden 2017 energian loppukäyttö. 2018. Kuvio Tilastokeskuksen Suomen energiankäytön tilastosta. Julkaistu 28.3.2018. Korjattu 29.3.2018. Viitattu 22.4.2018. [http://www.stat.fi/til/ehk/2017/04/ehk\\_2017\\_04\\_2018-03-28\\_kuv\\_014\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehk/2017/04/ehk_2017_04_2018-03-28_kuv_014_fi.html).

Energiatehokkuus. N.d. Tietoa energiatehokkuudesta Työ- ja Elinkeinoministeriön verkkosivuilla. Viitattu 14.2.2018. <http://tem.fi/energiatehokkuus>.

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Annettu 30.7.2014. Viim. muutos 1.1.2017. Viitattu 12.2.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20141429>.

Energiatuki. N.d. Tietoa energiatuesta Työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilla. Viitattu 17.4.2018. <http://tem.fi/energiatuki>.

Energy Efficiency Directive. N.d. Tietoa energiatehokkuusdirektiivistä EU-komission verkkosivuilla. Viitattu 22.4.2018. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive>.

Energy use. 2018. Maailmanpankin julkaisema taulukko maailman energiankulutuksesta. Viitattu 16.2.2018. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OE?view=map>.

EU:n energia- ja ilmastopolitiikka. N.d. Tietoa EU:n energia- ja ilmastopolitiikasta Energiateollisuus ry:n verkkosivuilla. Viitattu 12.2.2018. [https://energia.fi/energiateollisuuden\\_edunvalvonta/energiapolitiikka/eu\\_n\\_2030-tavoitteet](https://energia.fi/energiateollisuuden_edunvalvonta/energiapolitiikka/eu_n_2030-tavoitteet).

Euroopan unionin ilmastopolitiikka. 2013. Artikkelel ympäristöministeriön verkkosivuilla. Viitattu 12.2.2018. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmastonmuutoksen\\_hillitseminen/Euroopan\\_unionin\\_ilmastopolitiikka](http://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Ilmasto_ja_ilma/Ilmastonmuutoksen_hillitseminen/Euroopan_unionin_ilmastopolitiikka).

Hakkeen myynti. N.d. Hakkeen hintatietoja Ruutana Heating Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 27.4.2018. <https://www.ruutanaheating.fi/palvelut/hakkeen-myynti>.

Ilmastopolitiikan toimijat. 2013. Kaavio ilmastopolitiikan toimijoista ympäristöhallinnon verkkosivuilla. Viitattu 12.2.2018. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmastomuutoksen\\_hillinta/Ilmastopolitiikan\\_toimijat/Ilmastopolitiikan\\_toimijat\(25427\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/ilmasto_ja_ilma/Ilmastomuutoksen_hillinta/Ilmastopolitiikan_toimijat/Ilmastopolitiikan_toimijat(25427)).

Jyväskylän Energia – Kaukolämpö. N.d. Kaavio kaukolämpöjärjestelmästä Jyväskylän Energia Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 10.4.2018. <http://www.jyvaskylanenergia.fi/filebank/91-kaukolampokaavio.jpg>.

Karstulan avainluvut. N.d. Karstula Tilastokeskuksen Kuntien avainluvut -palvelussa. Viitattu 20.2.2018. <http://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?year=2017&active1=226>.

Karttapaikka. N.d. Karstulan keskusta-alue Maanmittauslaitoksen Karttapaikka-palvelussa. Viitattu 25.4.2018. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>.

Kaukolämpö on kaikkien etu. 2009. Energiategollisuus ry:n esitys kaukolämmöstä SlidePlayer-sivustolla. Viitattu 20.2.2018. <http://slideplayer.fi/slide/2853456/10/images/7/Miten+kaukol%C3%A4mp%C3%B6+toimii.jpg>.

Kiinteistön energiakatsastuksen toteutus- ja raportointiohjeet. 2015. Helsinki: Motiva Oy.

Kiinteistön energiakatselmuksen toteutus- ja raportointiohjeet. 2015. Helsinki: Motiva Oy.

Kulutuksen normitus. 2016. Motivan ohje lämmitysenergian kulutuksen normitukseen. [https://www.motiva.fi/files/12186/Kulutuksen\\_normitus\\_Laskentakaavat\\_ja\\_ohjeet\\_Motiva\\_Oy\\_12-2016.pdf](https://www.motiva.fi/files/12186/Kulutuksen_normitus_Laskentakaavat_ja_ohjeet_Motiva_Oy_12-2016.pdf).

Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja – Suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Lämmin käyttövesi. N.d. Laskukaavoja Motiva Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 12.3.2018. [https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian\\_kaytto/kulutuksen\\_normitus/laskukaavat\\_lammin\\_kayttovesi](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi).

Lämmitystarveluku. N.d. Taulukkoja lämmitystarveluvuista Ilmatieteen laitoksen verkkosivuilla. Viitattu 12.3.2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>.

Palvelusektorin ominaiskulutuksia. N.d. Lämpö- ja sähköenergian rakennustyyppikohtaisia ominaiskulutuksia Motiva Oy:n raportoimana. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem\\_n\\_tukemat\\_energia\\_katselmukset/tilastotietoa\\_katselmuksista/palvelusektorin\\_ominaiskulutuksia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energia_katselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/palvelusektorin_ominaiskulutuksia).

Pellettilämmitys. N.d. Kuva pellettilämmityksen toiminnasta Pellettilämpö Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 10.4.2018. <http://www.pellettilampo.com/images/systeemi.jpg>.

Pietikäinen, A., Rekonen, I. 2007. Rakennusten lämmitysjärjestelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Pohjakulutukseen perustuva mitoitus. N.d. Ohjeita aurinkosähköjärjestelmän mitoitukseen Motiva Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 22.3.2018.  
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/hankinta\\_ja\\_asenus/aurinkosahkojarjestelman\\_mitoitus/mitoitusmenetelmia/pohjakulutukseen\\_perustuva\\_mitoitus](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asenus/aurinkosahkojarjestelman_mitoitus/mitoitusmenetelmia/pohjakulutukseen_perustuva_mitoitus).

Pohjateho. N.d. Elinkaarimittari Green Building Council Finlandin verkkosivuilla. Viitattu 21.3.2018. <http://figbc.fi/elinkaarimittarit/laskentaohjeet/pohjateho/>.

Polttoaineiden muuntokertoimet. N.d. Taulukoita bioenergianeuvoja.fi - verkkosivulla. Viitattu 19.3.2018.  
<http://www.bioenergianeuvoja.fi/faktaa/biopolttoaineiden-muuntokertoimia/>.

Puulaakson Energia Oy. N.d. Karstulan kaukolämpölaitoksen esittely kunnan kehittämissyhtiön verkkosivuilla. Viitattu 8.2.2018.  
<http://www.karstulanseutu.fi/fi/puulaakso/puulaakson+energia+oy/>.

Tammikuut. N.d. Tilastotietoa tammikuista Ilmatieteen laitoksen verkkosivuilla. Viitattu 3.5.2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/tammikuu>.

Teollisuuden energiankäyttö toimialoittain. 2016. Taulukko Tilastokeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 22.4.2018.  
[https://www.stat.fi/til/tene/2016/tene\\_2016\\_2017-11-03\\_tau\\_002\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/tene/2016/tene_2016_2017-11-03_tau_002_fi.html).

Tilaa pellettiä. N.d. Vapo Oy:n verkkokauppa pelletin ostoon. Viitattu 19.3.2018.  
<https://kauppa.vapo.fi/tuotteet/pelletti>.

Toukokuut. N.d. Tilastotietoa toukokuista Ilmatieteen laitoksen verkkosivuilla. Viitattu 8.3.2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/toukokuu>.

Vertailupaikkakunnat. N.d. Kartta vertailupaikkakunnista kuntakohtaisesti. Viitattu 12.3.2018. [http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=512313e8-46fe-4859-ae6-7d5da7d05480&groupId=30106](http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=512313e8-46fe-4859-ae6-7d5da7d05480&groupId=30106).

Öljylämmityslaitteisto. N.d. Kuva taloon.com -verkkokaupan sivuilla.  
[https://media.taloon.com/image/upload/q\\_70,f\\_auto,w\\_1200,h\\_1200,c\\_limit/cloud/k/termax/oljylammityslaitteiston\\_toiminta\\_termax.jpg](https://media.taloon.com/image/upload/q_70,f_auto,w_1200,h_1200,c_limit/cloud/k/termax/oljylammityslaitteiston_toiminta_termax.jpg).

## Liitteet

### Liite 1. Kiinteistön energiakatsastuksen tuen työkustannusosuus

Kiinteistön energiakatsastus

Liite 3

<b>KIINTEISTÖN ENERGIAKATSASTUKSEN TUETTAVAN TYÖKUSTANNUSOSUUDEN YLÄRAJA</b>				
<b>Kiinteistön energiakatsastus</b>			<b>Vastaava työkustannus Kiinteistön energiakatselmukselle</b>	
<b>Rakennus-tilavuus m<sup>3</sup></b>	<b>Työkustannus EUR</b>		<b>Rakennus-tilavuus m<sup>3</sup></b>	<b>Luokka 1 EUR</b>
<b>1 000</b>	<b>2 040</b>			
<b>1 500</b>	<b>2 060</b>			
<b>2 000</b>	<b>2 080</b>			
<b>2 500</b>	<b>2 100</b>			
<b>3 000</b>	<b>2 120</b>			
<b>3 500</b>	<b>2 140</b>			
<b>4 000</b>	<b>2 170</b>			
<b>4 500</b>	<b>2 200</b>			
<b>5 000</b>	<b>2 230</b>	<b>5 000</b>	2560	2 800
<b>5 500</b>	<b>2 250</b>	<b>5 500</b>		
<b>6 000</b>	<b>2 270</b>	<b>6 000</b>	2830	3 100
<b>6 500</b>	<b>2 300</b>	<b>6 500</b>		
<b>7 000</b>	<b>2 320</b>	<b>7 000</b>	3090	3 380
<b>7 500</b>	<b>2 350</b>	<b>7 500</b>		
<b>8 000</b>	<b>2 370</b>	<b>8 000</b>	3350	3 750
<b>8 500</b>	<b>2 390</b>	<b>8 500</b>		
<b>9 000</b>	<b>2 400</b>	<b>9 000</b>	3620	4 090
<b>9 500</b>	<b>2 410</b>	<b>9 500</b>		
<b>10 000</b>	<b>2 420</b>	<b>10 000</b>	3870	4 380

**Energiakatsastuksen yleiset ehdot palvelu- ja teollisuusrakennuksille**

- Tuettavan työkustannusosuuden yläraja määräytyy kohteen rakennustilavuuden perusteella, ollen kuitenkin **enintään** 15 % energian ja veden arvonlisäverottomasta vuosikustannuksesta.
- Työkustannus (alv. 0 %) voidaan lukea taulukosta seuraavan täyden 500 m<sup>3</sup>:n kohdalta. Esim. 4 780 m<sup>3</sup>, luetaan 5 000 m<sup>3</sup>:n kohdalta 2 230 EUR.
- Alle 1000 m<sup>3</sup>:n rakennusten tuettava työkustannusosuus on taulukon mukaan **enintään 2 040 EUR**.
- Tuettava työkustannusosuus määritetään taulukosta rakennuskohtaisesti.

**Energiakatsastus palvelusektorin rakennuksissa**

- Energiakatsastus* voidaan toteuttaa palvelusektorilla vain rakennuksissa, joiden rakennustilavuus on **enintään 10 000 m<sup>3</sup>**. Suuremmissa rakennuksissa noudatetaan muita palvelusektorin malleja.
- Rakennuksissa, joiden rakennustilavuus on 5 000 - 10 000 m<sup>3</sup> voidaan valita **vaihtoehtoisesti Kiinteistön energiakatsastus-, energiakatselmus-, käyttöönottokatselmus- tai seurantakatselmus** -malli

**Energiakatsastus teollisuussektorin rakennuksissa**

- Energiakatsastus* voidaan toteuttaa teollisuussektorilla vain rakennuksissa, joiden energian- ja veden arvonlisäveroton vuosikustannus on **enintään 35 000 EUR**. Vuosikustannuksen ollessa suurempi, noudatetaan *Teollisuuden energiakatselmus-, energia-analyysi tai Prosessiteollisuuden energia-analyysi* -malleja.

## Liite 2. Kiinteistön energiakatselmuksen tuen työkustannusosuus

Kiinteistön energiakatselmus ja käyttöönottokatselmus

Liite 1

<b>KIINTEISTÖN ENERGIAKATSELMUKSEN JA KÄYTTÖÖNOTTOKATSELMUKSEN TUETTAVAN TYÖKUSTANNUSOSUUDEN YLARAJA</b>								
Luokka 1: Tavanomaisella LVIS-tekniikalla varustetut rakennukset, kuten tsto-, liike-, virasto-, hallintorak., koulut, päiväkodit ja hotellit								
Luokka 2: Vaativalla LVIS-tekniikalla varustetut rakennukset, kuten sairaalat, uimahallit, kylpylät ja suuret liikekeskukset								
Rakennus-tilavuus m <sup>3</sup>	Työkustannus		Rakennus-tilavuus m <sup>3</sup>	Työkustannus		Rakennus-tilavuus m <sup>3</sup>	Työkustannus	
	Luokka 1 EUR	Luokka 2 EUR		Luokka 1 EUR	Luokka 2 EUR		Luokka 1 EUR	Luokka 2 EUR
5 000	2 560	2 800	54 000	8 620	11 750	103 000	10 620	15 040
6 000	2 830	3 100	55 000	8 680	11 820	104 000	10 640	15 080
7 000	3 090	3 440	56 000	8 760	11 890	105 000	10 660	15 120
8 000	3 350	3 750	57 000	8 810	11 980	106 000	10 690	15 180
9 000	3 620	4 090	58 000	8 860	12 050	107 000	10 710	15 230
10 000	3 880	4 380	59 000	8 910	12 130	108 000	10 730	15 280
11 000	4 100	4 650	60 000	8 990	12 200	109 000	10 760	15 340
12 000	4 340	4 950	61 000	9 040	12 290	110 000	10 780	15 380
13 000	4 520	5 200	62 000	9 100	12 360	111 000	10 810	15 430
14 000	4 750	5 520	63 000	9 140	12 430	112 000	10 840	15 490
15 000	4 910	5 760	64 000	9 190	12 510	113 000	10 870	15 540
16 000	5 090	6 050	65 000	9 260	12 580	114 000	10 890	15 580
17 000	5 200	6 270	66 000	9 300	12 670	115 000	10 910	15 630
18 000	5 370	6 550	67 000	9 340	12 740	116 000	10 930	15 700
19 000	5 490	6 760	68 000	9 380	12 800	117 000	10 950	15 750
20 000	5 630	7 020	69 000	9 450	12 900	118 000	10 970	15 790
21 000	5 740	7 220	70 000	9 480	12 970	119 000	10 990	15 830
22 000	5 850	7 470	71 000	9 520	13 040	120 000	11 010	15 880
23 000	5 980	7 690	72 000	9 570	13 100	121 000	11 050	15 960
24 000	6 090	7 920	73 000	9 620	13 170	122 000	11 090	16 000
25 000	6 230	8 140	74 000	9 680	13 240	123 000	11 110	16 050
26 000	6 330	8 350	75 000	9 710	13 290	124 000	11 130	16 090
27 000	6 460	8 540	76 000	9 750	13 370	125 000	11 150	16 130
28 000	6 570	8 720	77 000	9 800	13 430	126 000	11 160	16 190
29 000	6 680	8 890	78 000	9 850	13 490	127 000	11 180	16 250
30 000	6 770	9 080	79 000	9 890	13 550	128 000	11 210	16 290
31 000	6 860	9 230	80 000	9 930	13 630	129 000	11 220	16 330
32 000	6 950	9 380	81 000	9 970	13 680	130 000	11 240	16 380
33 000	7 030	9 520	82 000	10 000	13 740	131 000	11 270	16 440
34 000	7 140	9 680	83 000	10 030	13 800	132 000	11 280	16 470
35 000	7 210	9 800	84 000	10 060	13 880	133 000	11 310	16 520
36 000	7 300	9 940	85 000	10 090	13 940	134 000	11 330	16 560
37 000	7 390	10 070	86 000	10 150	13 990	135 000	11 340	16 610
38 000	7 490	10 210	87 000	10 190	14 040	136 000	11 370	16 660
39 000	7 590	10 310	88 000	10 210	14 140	137 000	11 390	16 700
40 000	7 670	10 420	89 000	10 230	14 190	138 000	11 410	16 730
41 000	7 760	10 530	90 000	10 250	14 240	139 000	11 420	16 780
42 000	7 860	10 640	91 000	10 280	14 310	140 000	11 440	16 830
43 000	7 920	10 740	92 000	10 320	14 380	141 000	11 450	16 870
44 000	7 990	10 860	93 000	10 350	14 450	142 000	11 470	16 920
45 000	8 080	10 940	94 000	10 380	14 500	143 000	11 480	16 970
46 000	8 130	11 010	95 000	10 400	14 570	144 000	11 510	17 000
47 000	8 190	11 130	96 000	10 420	14 630	145 000	11 520	17 040
48 000	8 250	11 210	97 000	10 460	14 680	146 000	11 550	17 080
49 000	8 320	11 310	98 000	10 490	14 740	147 000	11 560	17 150
50 000	8 390	11 400	99 000	10 510	14 810	148 000	11 590	17 190
51 000	8 440	11 480	100 000	10 530	14 860	149 000	11 600	17 220
52 000	8 510	11 590	101 000	10 560	14 910	150 000	11 620	17 260
53 000	8 580	11 670	102 000	10 590	14 970	+1 000	+19	+37

- Tuettava työkustannusosuus on enintään 15 % energian ja veden arvonsäverottomasta vuosikustannuksesta.
- Työkustannus (alv. 0 %) luetaan taulukosta seuraavan täyden 1 000-kution kohdalta. Esim. 52 350 m<sup>3</sup>, luetaan 53 000 m<sup>3</sup>:n kohdalta 8 580 tai 11 670 EUR.
- Yli 150 000 m<sup>3</sup>:n rakennusten tuettava työkustannusosuus on enintään 11 620 / 17 260 EUR + 19 / 37 EUR jokaiselta alkavalta 1 000 m<sup>3</sup>:ltä.
- Rakennustilavuudeltaan alle 5 000 m<sup>3</sup> rakennusten katselmoiintitoteutetaan *Kiinteistön energiakatsastus*-mallin mukaisesti.
- Hyväksyttävä työkustannus määritetään taulukosta **rakennuskohtaisesti**. Erillisiksi rakennuksiksi voidaan lukea myös tilavuudeltaan merkittävät rakennusosat, mikäli ne toimimiltaan ja teknisiltä järjestelmiltään ovat täysin itsenäisiä.

Kohteet vuosilta 2010-2015, 1372 kohdetta

## Liite 3. Lämmön ominaiskulutukset palvelusektorilla

Tyyppi	Kohteita	Tilavuus	Lämpö - ominaiskulutus (KWh/r-m³)																
			Min	5 %	10 %	Alakv	Med	Yläkv	90 %	95 %	Max								
TK 1994		kpl	1000 r-m³																
11 Myymäläirakennukset (poislukien Liike- ja tavaratalot, kauppa- ja palvelukeskukset)	44	44	1 396	3,6	6,7	7,7	12,5	28,1	80,0	117,8	138,0	184,2							
112 Liike- ja tavaratalot, kauppa- ja palvelukeskukset	47	47	3 187	2,1	6,0	10,4	12,5	18,0	26,9	43,4	45,0	66,2							
12 Majoitusliiketoimintarakennukset	27	27	825	9,3	25,2	38,3	43,1	57,0	67,0	79,6	142,2	252,0							
13 Asuntolarakennukset	9	9	111	47,4	48,0	48,7	53,7	62,0	68,5	93,7	97,4	101,1							
14 Ravintolat yms.	6	6	43	28,7	34,2	39,6	51,1	70,8	95,1	100,4	102,1	103,7							
15 Toimistorakennukset (Kaikki)	199	199	6 211	8,8	18,9	21,6	26,8	34,2	42,3	56,1	83,1	271,2							
15 Toimistorakennukset, julkinen palvelusektori	69	69	805	8,8	22,8	27,7	36,4	46,3	56,2	83,9	97,8	209,9							
15 Toimistorakennukset, yksityinen palvelusektori	126	126	4 872	9,5	18,3	20,6	25,1	29,8	37,1	42,0	48,2	271,2							
16 Liikenteen rakennukset	15	15	251	3,4	5,8	13,5	26,2	41,1	52,5	66,1	79,9	104,6							
21 Terveystieteiden rakennukset (pois lukien Terveystieteiden ja -asemat)	29	29	1 729	40,8	45,0	49,0	53,9	66,1	72,9	85,0	89,3	175,1							
214 ja 219 Terveystieteiden rakennukset ja -asemat	45	45	642	11,7	25,9	32,6	41,1	53,8	63,6	80,6	100,4	109,1							
22 Huolto- ja kunnossapitotilat (pois lukien Vanhainkodit)	21	21	114	36,3	38,6	41,2	48,6	64,8	77,1	98,7	115,6	121,0							
221 Vanhainkodit	31	31	366	28,3	36,6	38,3	47,3	60,5	73,9	85,1	88,1	91,6							
23 Muut sosiaalitoimen rakennukset (pois lukien Päiväkodit)	14	14	80	33,1	37,7	40,4	41,8	45,8	66,3	77,0	109,1	165,5							
231 Päiväkodit	220	220	789	10,9	32,5	36,5	45,4	57,5	72,0	87,6	98,2	159,5							
31 Teatteri- ja konserttirakennukset	7	7	226	15,8	17,4	19,0	22,0	31,1	59,6	87,9	99,6	111,3							
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	27	27	280	18,9	19,3	19,6	26,2	32,7	41,0	53,8	60,9	65,9							
33 Seura- ja kerhorakennukset	22	22	98	26,7	33,5	35,9	40,2	53,1	64,9	75,4	75,9	84,0							
34 Uskonnon rakennukset yhteisöjen rakennukset	9	9	76	37,5	38,5	39,5	40,6	44,6	47,0	61,8	82,6	103,5							
35 Urheilu- ja kuntoliikuntarakennukset (pois lukien Jää- ja uimahallit)	29	29	598	2,9	13,1	16,0	21,6	34,4	58,4	81,4	92,3	104,1							
351 Jäähallit	8	8	559	5,0	7,8	10,6	14,8	20,9	26,8	32,3	36,3	40,3							
352 Uimahallit	13	13	206	65,6	80,7	90,9	97,6	113,8	144,9	146,7	164,3	190,7							
36 Muut kokoontumISRakennukset	7	7	81	28,5	30,4	32,3	51,8	75,0	93,2	96,6	96,9	97,1							
51 Yleisivistävien oppilaitosten rakennukset	258	258	4 429	7,5	25,0	29,2	35,1	43,5	57,3	68,9	82,3	297,6							
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	36	36	1 228	19,3	20,3	23,0	29,5	35,8	43,2	54,0	58,7	61,5							
53 Korkeakoulu- ja tutkimuslaitosrakennukset	4	4	104	18,3	21,4	24,5	33,7	47,5	58,4	62,5	63,9	65,2							
54 Muut opetusrakennukset	11	11	71	27,5	34,3	41,0	44,3	48,8	53,0	57,0	101,2	145,3							
71 Varastorakennukset	17	17	2 387	5,4	7,3	8,0	12,6	16,6	38,6	49,4	52,0	61,1							
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	22	22	192	19,8	24,8	31,7	35,9	46,4	63,2	67,8	68,4	73,4							
89 Muut maatalousrakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd							
93 Muut rakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd							



## Liite 5. Yhteenvedo kohteiden arvoista vuonna 2017

	Huoneistoala	Rakennustiilavuus	Rakennusvuosi	Lämmitys, MWh	Ominaiskulutus, kWh	Sähkö	Ominaiskulutus, kWh	Huipputeho
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	a	reaali	normitettu	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	kW
Tolpplian koulu	2502	9114	1957	995	1060	116,3	423,6	212743
Rantatien koulu	539,5	2486	1937	160	171	68,8	316,9	18,3
Tolpplian asuntola	699	2376	1959	96	101	53,4	144,1	1,5
Laaksola-lukio	3177	13130	1948	673	721	54,9	227,0	19,2
Liikuntahalli	2013	11785	1984	482	514	43,6	255,5	8,1
Syrjämäen koulu	665	2848	1950	96,8		34,0	145,6	3,2
Paloasema	601	3312	1957			19731	6,0	32,8
Nuorisotalo	468	1361	1900			47773	35,1	102,1
								17,0
<b>Keskiteho</b>	<b>Pohjateho</b>	<b>Pohjakulutus, kWh</b>	<b>Tyhjäkäyttö</b>	<b>Tyhjäkäyttökulutus, kWh</b>	<b>Vedenkulutus</b>	<b>LKV, arvio</b>	<b>LKV, energia</b>	
kW	kW	reaali	h	reaali	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	MWh/a	MWh/kk
24,3	13,20	116053	6656	88179	1157	347,1	19,20	1,60
0,4	0,16	1378	6136	966	80	24	1,33	0,11
28,8	14,60	127952	5356	78232	245	98	5,43	0,45
12,2	5,30	46478	4836	25658	801	240,3	13,32	1,11
1,1	0,24	2132	6656	1620	184	55,2	3,06	
2,3	0,87	7600	6448	5594	188	56,4		
5,5	1,20	10468	7956	9507	502			
					19	5,7		