

Kiinteistön energiatehokkuus ja sen kehittäminen

Remo Laitinen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2017
Tekniikan ja liikenteen ala
Insinööri (AMK), energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Laitinen, Remo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 12.03.2017
	Sivumäärä 37	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kiinteistön energiatehokkuus ja sen kehittäminen		
Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Nuutinen Marjukka, Hytönen Vesa		
Toimeksiantaja(t) K-Citymarket Seppälä/V.A. Nurminen Oy		
Tiivistelmä <p>Energiatehokkuuden kehittäminen ja päästöjen hallinta ovat keskeisiä EU:n ilmastotavoitteissa, jotka velvoittavat jäsenmaita osallistumaan energiatehokkuuden parantamiseen. Myymäläkiinteistön energiatehokkuuden kehittäminen on kannattavaa huomioida sen energiansäästöpotentialin takia.</p> <p>Opinnäytetyössä tavoitteena oli tarkastella K-Citymarket Seppälän energiankulutusta ja löytää energiansäästömahdollisuuksia. Mahdollisten kehitysideoiden löytämisen jälkeen selvitettiin tarvittavien investointien takaisinmaksuajat. Investointien takaisinmaksuajoilla voidaan tarkastella uudistusten kannattavuutta.</p> <p>Energiatehokkuuden parantamiseksi täytyi selvittää tarkastellun kiinteistön energiankulutuksen nykytila sekä energiankulutuskohteiden osuudet kokonaisenergiankulutuksesta. Kiinteistön energiankulutus tiedot saadaan kiinteistön isännöitsijältä Ovenialta. Nykyistä energiankulutusta verrataan mahdollisten uudistusten energiankulutukseen, jotta teoreettiset säästöt saadaan selvitettyä. Tarvittavien investointien suuruudet selvitetään laitevalmistajilta sekä laitteiden jälleenmyyjiltä.</p> <p>Säästöjä saadaan aikaiseksi kehittämällä kiinteistön nykyisiä järjestelmiä, kuten valaistusta, ilmanvaihtoa sekä kylmäkalusteita. Hankintainvestointien takaisinmaksuajat ovat realistisia ja mahdollisten uudistusten vaikutus kiinteistön energiankulutukseen on merkittävä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Energia, kiinteistö, myymälä, energiatehokkuus, energiansäästö		
Muut tiedot		

Author(s) Laitinen, Remo	Type of publication Bachelor's thesis	Date 12.03.2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 37	Permission for web publication: x
Title of publication Energy efficiency of a building and improving it Possible subtitle		
Degree programme Degree Programme in Energy Technology		
Supervisor(s) Nuutinen Marjukka, Hytönen Vesa		
Assigned by K-Citymarket Seppälä/V.A. Nurminen Oy		
Abstract <p>Developing energy efficiency and controlling emissions are essential to the EU's climate objectives, which oblige the member states to participate in improving energy efficiency. Improving the energy efficiency of the store was worthwhile due the energy saving potential of the building.</p> <p>The aim of the thesis was to examine the energy consumption of K-Citymarket Seppälä and find energy saving options. After discovering the executable development ideas, the payback times of the required investments had to be calculated. Examining the profitability of the renovations could be observed using the payback times of the investments.</p> <p>The current state of the energy consumption and the shares of the total consumption of the consumption objects had to be determined to improve energy efficiency. The energy consumption data can be acquired from the estate manager Ovenia. The current energy consumption is compared with the energy consumption of the possible renovations, so that the theoretical savings can be established. The extent of the required is acquired from manufacturers and retailers.</p> <p>Savings are achieved by renovating the existing systems of the building, such as lighting, ventilation, and cooling fitments. The payback times of the investments are realistic and the influence of the possible renovations on the energy consumption of the building is significant.</p>		
Keywords/tags (subjects) Energy, building, store, energy efficiency, energy saving		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	3
2	Tutkimusasetelma	4
3	Kiinteistöjen energian kulutus	5
3.1	Valaistus	5
3.2	Kylmälaitteet	7
3.3	Ilmanvaihto.....	9
3.4	Käyttövesi	10
3.5	Yksilön toiminta	12
4	Tarkastellun kiinteistön energiankäytön nykytila	12
4.1	Valaistus	12
4.2	Kylmälaitteet	15
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	16
4.4	Käyttövesi	19
4.5	Tilojen lämmitysenergia	20
5	K-Citymarket Seppälän kehitettävät energiankulutuskohteet	22
5.1	Valaistus	23
5.2	Kylmälaitteet ja -kalusteet	24
5.3	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	24
5.4	Henkilökunnan toiminta.....	25
6	Kustannukset ja saavutettavat säästöt	25
6.1	Investointikustannukset ja energiansäästö.....	26
6.1.1	Valaistus.....	26
6.1.2	Kylmälaitteet.....	27
6.1.3	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	28
6.2	Taloudelliset säästöt ja investoinnin takaisinmaksu	29
7	Johtopäätökset.....	31
8	Pohdinta	34

Lähteet.....	36
--------------	----

Kuviot

Kuvio 1. Kylmäprosessin laitteisto ja kierto	8
Kuvio 2. Vedenkulutus asuin kiinteistössä	11
Kuvio 3. K-Citymarket Seppälän energiankulutus vuosittain	16
Kuvio 4. Lämmitysenergiankulutus vuosilta 2010–2016	21
Kuvio 5. Kiinteistön energiankulutuksen osuudet kohteittain.....	23
Kuvio 7. Energiankulutusten vertailu	32

Taulukot

Taulukko 1. Energian kulutus Suomessa 2015	5
Taulukko 2. Valaistuksen teho, määrä ja palo aika K-Citymarket Seppälän kiinteistössä	14
Taulukko 3. Puhaltimien tehot, ilmavirrat sekä ominaissähköteho	18
Taulukko 4. IV-järjestelmän muu energiankulutus	18
Taulukko 5. Käyttöveden kulutus K-Citymarket Seppälässä	19
Taulukko 6. Lämpimän käyttöveden kulutus ja lämmitysenergia	20
Taulukko 7. Sähköenergianmaksut	29
Taulukko 8. Säästö vuodessa uusilla järjestelmillä	30
Taulukko 9. Investointikustannukset ja investointien takaisinmaksuajat	31

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkittiin K-Citymarket Seppälän kiinteistön energiatehokkuutta ja mahdollisia kehitysvaihtoehtoja energiatehokkuuden parantamiseksi. Työn keskeisenä tavoitteena oli selvittää toimeksiantajalle eli kauppias Vesa Nurmiselle, kuinka suuriin taloudellisiin säästöihin päästäisiin energiatehokkuuden parantamisella. Tarkastelussa huomioitiin myös mahdollisten investointien takaisinmaksuajat, joiden avulla tarkasteltiin uudistusten kannattavuutta.

EU on asettanut vuoteen 2020 tavoitteen, jonka mukaan EU-alueen kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 20 % ja uusiutuvan energian osuus nostetaan 20 %:iin kokonaisenergiankulutuksesta verrattuna vuoden 1990 arvoihin. Tavoitteena on myös parantaa energiatehokkuutta 20 %. Tavoite on tuonut Suomelle omia tavoitteita, joita Suomi pyrkii toteuttamaan. Suomen omana tavoitteena on saada uusiutuvien energialähteiden osuus 38 %:iin. EU:ssa on seuraavana tavoitteena saada päästöjä vähennettyä vuoteen 2030 mennessä 40 % ja 2050 mennessä 80–95 % verrattuna vuoteen 1990.

Myymäläkiinteistöt ovat perusrakenteeltaan samanlaisia, joten opinnäytetyö voisi toimia ohjeistuksena ja kannusteena tällaisille kiinteistöille energiatehokkuuden parantamiseksi. Voittoa tavoittelevat yritykset eivät välttämättä ole halukkaita investoimaan energiatehokkuuden parantamiseen, jos mahdolliset uudistukset eivät tuo taloudellisia säästöjä yrittäjälle.

Työssä käytettiin apuna energiakatselmuksia, joilla usein saadaan energiankäyttöä parannettua tarkasteltavassa kiinteistössä. Katselmuksessa tutkitaan lämmityksen energiankulutusta, vedenkulutusta sekä sähkönkulutusta. Opinnäytetyössä tarkasteltava kiinteistö on myymälä, jonka mahdolliset energiansäästöt voisivat olla lämmityksen energiankulutuksessa 14 %, sähkönkulutuksessa 6 % ja vedenkulutuksessa 4 %. Taloudelliset säästöt olisivat tällöin 8 %. Energiansäästöt ovat mahdollisia saavuttaa esimerkiksi muuttamalla valaistusratkaisua ja optimoimalla vedenkäyttöä. (Energiakatselmus kannattaa – Motiva 2015.)

2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää K-Citymarket Seppälän kiinteistöstä kohteita, joita parantamalla saadaan vähennettyä energian kulutusta ja saadaan myös taloudellisia säästöjä. Säästöille lasketaan mahdollisten uudistusten vaatimien investointien takaisinmaksuajat, jotta voidaan tarkastella hankinnan kannattavuutta. Työssä pyrittiin vastaamaan ainakin kysymyksiin ”Mikä on nykytilanne?”, ”Mitä voitaisiin parantaa tai kehittää?” ja ”Millaisia hyötyjä saavutetaan?”.

Tehtävässä ei lasketa kiinteistön energialuokkaa, vaan tarkastellaan ja kehitetään energiatehokkuutta. Työssä ei huomioitu kiinteistön eristyksiä, ikkunoita eikä ulkoisia vaikuttajia. Työssä ei myöskään puututtu K-Citymarket Seppälän etumyymälöiden energiankäyttöön. Etumyymälät ovat kiinteistössä sijaitsevia päämyymälään kuulumattomia myymälöitä, joita vuokrataan ulkopuolisille toimijoille. Etumyymälät maksavat käyttämänsä energian itse.

Opinnäytetyössä kerättiin mahdollisimman paljon tietoa aiheeseen liittyen tarkoituksena analysoida tätä tietoa ja hyödyntää sitä laskelmissa. Kerättyihin tietoihin kuuluivat energiankulutustiedot sekä valaistusjärjestelmän, ilmanvaihtojärjestelmän ja kylmälaitteiden tekniset tiedot. Opinnäytetyön tuloksena ovat laskelmat, joiden avulla kerrotaan, ovatko tarkasteltavat uudistukset kannattavia. Laskelmat käsittelevät investointien hintoja, energiankulutusta ja investointien takaisinmaksuaikoja. Tämän tarkoitus on antaa toimeksiantajalle selkeä tulos työstä.

Tutkimusote opinnäytetyössä on kvalitatiivinen eli laadullinen, sillä työssä tutkittiin energiankulutuksen säästämahdollisuuksia tarkasteltavassa kiinteistössä eli ymmärretään tarkasteltavaa ilmiötä. Tutkimusaineistona käytettiin ennalta kerättyä sekä mitattua tietoa energiankulutuksesta ja kulutuskohteista, kuten energian tuntikulutustietoja sekä kiinteistön energiankulutuskohteiden osuuksia kokonaisenergiankulutuksesta. Kaikki energiaa kuluttavat laitteet on merkitty tyyppitiedolla, jonka avulla on mahdollista selvittää laitteen tiedot tarvittaessa.

3 Kiinteistöjen energian kulutus

Kiinteistöissä kuluu sähköä valaistukseen, kylmälaitteisiin, ilmanvaihtoon sekä lämmitykseen. Kiinteistöistä riippuen näiden kohteiden osuudet kokonaiskulutuksesta vaihtelevat. Teollisuusrakennuksissa sekä julkisissa rakennuksissa energiaa kulutetaan enemmän kuin asuinkiinteistöissä. Taulukossa 1 on esitettyä vuoden 2015 suurimmat energiankuluttajat ja niiden osuudet Suomessa.

Taulukko 1. Energian kulutus Suomessa 2015 (Energian loppukäyttö sektoreittain n.d.).

2015*	Osuus %		
		Teollisuus	45
		Liikenne	17
		Rakennusten lämmitys	25
		Muut	12

3.1 Valaistus

Kotitalouksissa valaistuksen osuus energiankulutuksesta on noin 8 %, kouluissa noin 25 % ja sairaaloissa jopa 30 %. Myymälöissä valaistuksen osuus kokonaisenergiankulutuksesta on noin 20 %. Valaistusratkaisu on iso kulutuskohte julkisissa kiinteistöissä, sillä valot täytyy pitää päällä koko päivän ihmismäärästä riippumatta. Valaistuksen energiankulutus vaihtelee tarkastellun kohteen mukaan, mutta energiatehokkuuteen vaikuttaa valaistusratkaisu ja sijoittelu eli se, mistä järjestelmästä valaistus koostuu ja onko sijoittelu ollut järkevää. (Valaistus 2015.)

Näkyvä valo on sähkömagneettista säteilyä aallonpituudeltaan 380–760 nm. Valon väri on riippuvainen valon aallonpituudesta. Vastaavasti valaistavien esineiden ja kohteiden väri on riippuvainen heijastuksesta, sillä esineiden ja kohteiden pinnat heijastavat väriltään samanlaista aallonpituutta ja absorboivat muut aallonpituudet. Jos valon aallonpituus ei vastaa valaistun kohteen pinnan väriä, näyttää kyseinen kohde mustalta. (Hietalahti 2013, 288.)

Valaistuksessa on otettava huomioon väriämpötila, sillä sen on olennainen osa sitä, kuinka ihminen reagoi näkemäänsä (Khan, Bodrogi & Vinh 2014, 22). Ihmisen näköaisti välittää tiedon aivoille, joten on mahdollista, että vääränlaisessa valaistuksessa oleva kohde antaa väärän viestin kohteesta tarkastelijalle.

Valaistukseen käytetään useimmiten halogeenilamppuja, loistelamppuja, led-lamppuja, energiansäästölamppuja ja joissakin tapauksissa vielä hehkulamppuja. Euroopan komission asetuksen N:o 244/2009 mukaisesti hehkulamppujen myynti loppui asteittain (A 244/2009).

Hehkulampun toiminta perustuu lampun sisällä olevan hekulangan kuumentamiseen, jonka seurauksen hekulanka alkaa hohtaa ja säteillä valoa. Kuumennus tapahtuu sähkövirralla. Hekulangan materiaalin tulee kestää suuria lämpötiloja, joten hekulankana käytetään volframia. Hekulanka on hekulampun kuvun sisällä tyhjiössä argonkaasussa. Argonkaasu ja tyhjiötila ehkäisevät langan höyrystymistä sekä vaimentavat hekulangan katkeamisesta aiheutuvaa reaktiota. (Hietalahti 2013, 294.)

Halogeenilampun toiminta on samanlainen kuin hekulampulla, mutta erona on kaasu, johon on lisätty lampun nimenmukaisesti halogeenia. Halogeeni palauttaa hekulangasta höyrystyvän volframin takaisin lankaan, minkä ansiosta halogeenilampun lämpötila voidaan nostaa hekulampun lämpötilaa korkeammalle ja halogeenilampun polttoaika pidentyy hekulamppuun verrattaessa. Tyyppilinen halogeenilampun polttoaika on noin 2000 h, kun hekulampun on 1000–1500 h. (Hietalahti 2013, 294–295.)

Loistelamppu ja elohopealamppu toimivat purkausputken avulla. Purkausputkeen, jossa on elohopeaa sekä loisteainetta, johdetaan sähkövirta, joka nostaa höyrystyneen elohopean painetta synnyttäen purkauksen, jonka yhteydessä syntyy valoa. Elohopealamppuja käytetään lähinnä teollisuus- ja katuvalaistuksessa. Nykyisin loistelamppuja löytyy myös kotitalouksista ja toimistoilta. (Hietalahti 2013, 295–296.)

Energiansäästölampan rakenne on kuin loistelampulla. Energiansäästölampan rakenteissa käytetään elektronisia kuristimia, joiden tarkoituksena on nostaa sähkön taajuutta. Tämän seurauksena valosta saadaan tasaista, jolloin valo ei näytä välkkyvän. Energiansäästölampan kuristimen ja korkean taajuuden takia sen ongelmana ovat sähkömagneettiset häiriöt sekä yliaallot sähköverkkoon. (Hietalahti 2013, 296.)

Led-valoteknologiaa on kehitetty viime vuosien aikana jatkuvasti ja sen kehittämistä jatketaan. Led-nimitys tulee englanninkielestä Light-Emitting Diode. Ledin toiminta on sama kuin diodilla, jossa virta voi kulkea vain yhteen suuntaan. Led on puolijohde, jonka valo synnytetään syöttämällä sähkövirta kiinteään materiaaliin, jolloin materiaali emittoi valoa. Valkoista valoa tuottava led-lamppu on rakenteeltaan sininen led-siru, jonka pinnalla on fosforia. Tämän tarkoituksena on imeä sininen aallonpituus syntyvästä valosta. Led-valot eivät tuota lämpöä ympäristöönsä jäähdytyslevynsä ansiosta. Led-lamput ovat pitkäikäisiä ja pienitehoisia, vaikkakin tuottavat hyvin valoa. Teholtaan 45 W olevaa hehkulamppua voidaan verrata 6 W led-lamppuun. Nykyisin valmistetaan led-lamppuja, joita voidaan vaihtaa muiden lamppujen tilalle. Led-lamppujen valoteho pienenee iän myötä, mutta jos polttoaika olisi 50 000 h, tarkoittaisi se viiden tunnin päivittäisellä käytöllä 27 vuoden käyttöaikaa. (Hietalahti 2013, 298–299.)

3.2 Kylmälaitteet

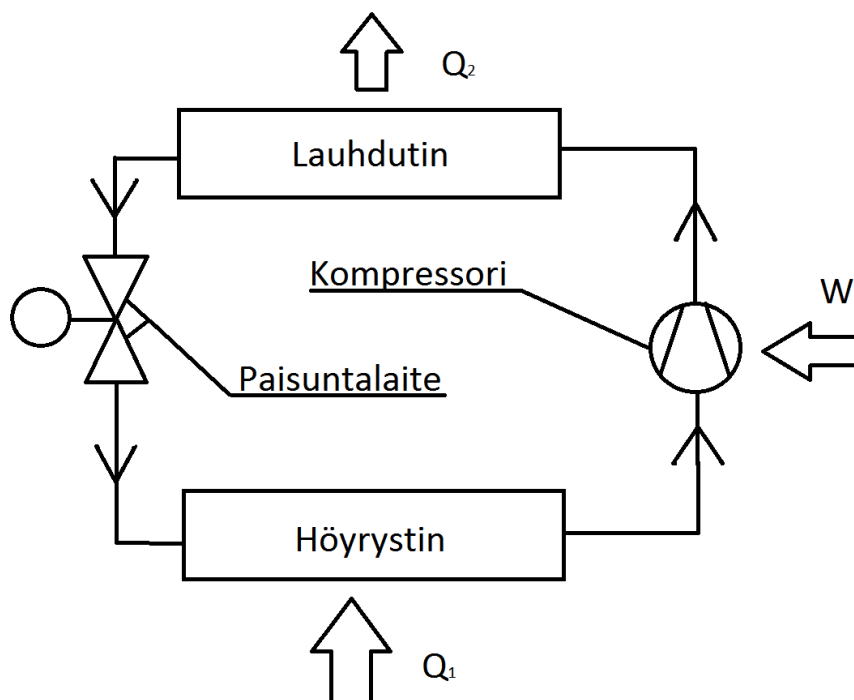
Pakastimet ja jääkaapit ovat elintarvikkeiden säilömiseen tarkoitettuja kylmälaitteita, joiden energiansaannin on oltava katkeamatonta niiden käyttötarkoituksensa vuoksi. Prosessin virheettömän toiminnan kannalta prosessiympäristön on oltava kuiva ja puhdas. Kylmälaitteet varustetaan termostaatein, joilla pidetään kylmätilan lämpötila sopivan alhaisena ja näin vähennetään kulutettavan sähköenergian määrää (2010 ASHRAE Handbook: Refrigeration 2010, 1.1.)

Kylmä tuotetaan tilaan kiertoprosessilla, jossa kylmäaine sitoo lämpöä kylmennettävästä tilasta ja siirtää lämpöä toiseen tilaan. Lämmön sitominen kiertoprosessissa käytettävään nesteeseen mahdollistuu nesteen höyrystämällä höyrystimessä. Tämä

tapahtuu prosessiympäristöä alhaisemmassa lämpötilassa, jolloin kiertoaineeseen sitoutuu lämpöä ympäristöstä. (Hakala & Kaapola 2013, 10.)

Kylmäprosessissa tapahtuu pieniä lämpöhäviöitä esimerkiksi lauhduttimessa, jossa kiertävä kylmäaine lauhtuu nesteeksi. Laitteiston ollessa kunnossa ei suuria lämpöhäviöitä pääse tapahtumaan. Kylmälaitteisto koostuu höyrystimestä, lauhduttimesta, kompressorista sekä paisuntalaitteesta. (Kylmälaitoksen suunnittelu 2013, 10.)

Prosessissa käytettävä kylmäaine höyrystyy höyrystimessä sitoen energiaa ympäristöstään. Höyrystynyt kylmäaine kulkeutuu kompressorin, jossa se puristuu ja prosessin paine kasvaa. Paineistettu ja höyrystynyt kylmäaine jatkaa matkaansa lauhduttimelle, jossa se lauhtuu nesteeksi luovuttaen energiaa ympäristöönsä. Lauhduttimesta kylmäaine kulkeutuu paineistettuna nesteenä paisuntalaitteelle, jossa sen paineen laskiessa muuttuu nestefaasiksi jatkaen matkaansa takaisin höyrystimelle aloittaen prosessin alusta. (Kylmäainepiiri 2015.) Edellä kuvailtu kylmäprosessi on kuvion 1 mukainen.



Kuvio 1. Kylmäprosessin laitteisto ja kierto (Kylmäainepiiri 2015).

Oikeanlainen sulatus kylmälaitteissa on erityisen tärkeää, jottei laite pääse jäätymään ja aiheuttamaan ylimääräisiä huoltokustannuksia. Jos laitteen toimintalämpötila on

alhaisempi kuin veden jäätymispisteen NTP-tilassa, laitteiston jäätyminen on mahdollinen, mikäli kosteutta pääsee järjestelmään. (2010 ASHRAE Handbook: Refrigeration 2010, 3.10.) NTP-tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa lämpötila on 0 °C ja ilmanpaine noin 1 bar (Havukainen, Lehto, Leskinen & Luoma 2005, 71).

Elintarvikkeiden koostumuserot vaikuttavat niiden säilömiseen. Näiden eroavaisuuksien takia elintarvikkeet käyttäytyvät eri tavalla kylmässä ja viileässä. Elintarvikkeiden varastoinnissa kylmään ja viileään on otettava huomioon niiden eloperäisyys, sillä so-luhengitys tuottaa lämpöä ja kosteutta, mikä vaikuttaa kylmälaitteen toimintaan. (2010 ASHRAE Handbook: Refrigeration 2010, 19.1–19.2.)

Jos kylmäprosessia käytetään elintarvikkeiden säilömiseen, on otettava huomioon elintarvikkeiden ominaisuudet eri lämpötiloissa. Elintarvikkeiden jäätymispiste on matalampi kuin veden, joten elintarvikkeiden pakastaminen säilömistarkoitukseen tarvitsee alle 0 °C lämpötilan. Jotkin elintarvikkeet eivät jäädy kokonaan, ellei saada tarpeeksi kylmää tilaa aikaiseksi. Monet elintarvikkeet jäätyvät täysin alle -1 °C lämpötilassa. (2010 ASHRAE Handbook: Refrigeration 2010, 19.2.)

3.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtoa koskevien määräysten mukaisesti ilmanvaihdon on oltava toiminnassa jatkuvasti käytettävissä tiloissa, vaikka tilat olisivatkin välillä tyhjillään. Tästä johtuen ilmanvaihto kuluttaa jatkuvasti energiaa kiinteistöissä. Ilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään sen perusteella, onko ilmanvaihto koneellinen vai ei. Koneellisessa ilmanvaihdossa tilojen ilma vaihdetaan järjestelmän pumpuilla, kun taas painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilmaa liikutetaan rakennusten ulkoisten ja sisäisten lämpötila- sekä paine-erojen avulla. (Energiatehokas ilmanvaihto 2012.)

Ilmanvaihtojärjestelmän oikeanlainen mitoitus on tärkeää ylimääräisten kulujen välttämiseksi. Ilmanvaihtokoneen pitäisi pystyä vaihtamaan ilmaa tarpeeksi nopeasti rakennuksesta riippumatta, jotta sisäilman laatu pysyisi hyvänä. Ilmanvaihdon tarkoi-

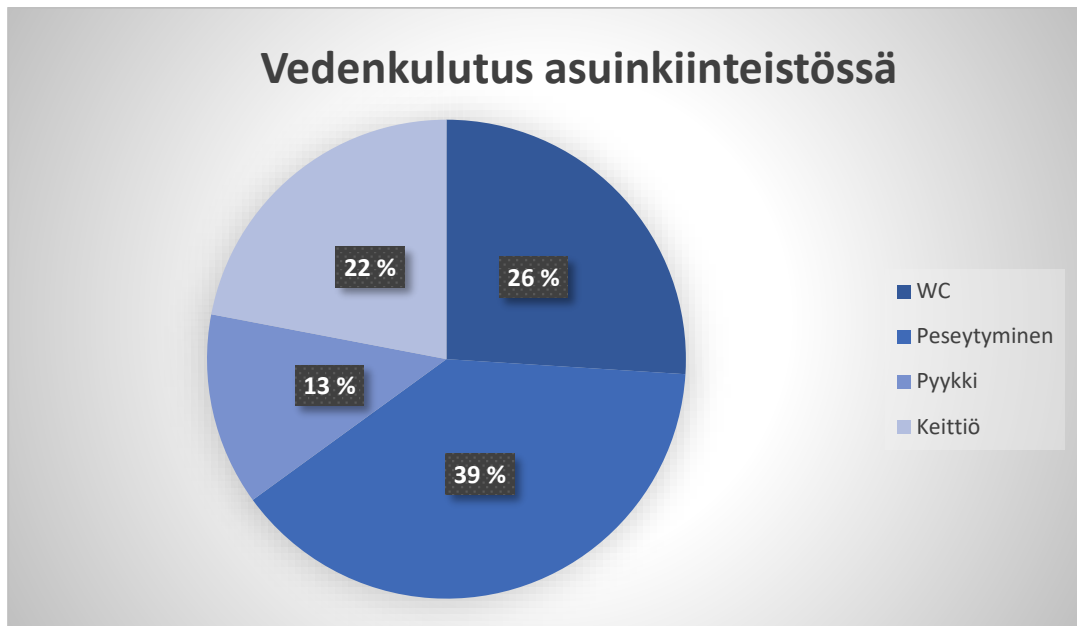
tuksena on toimittaa puhdasta ilmaa sisätiloihin ja poistaa sieltä likainen ilma. Ilmanvaihdon yhteydessä on nykyisin myös jonkinlainen poistoilman lämmöntalteenotto-laitteisto. (Energiatehokas ilmanvaihto 2012.)

Ilmanvaihdolle on määritelty arvot, joiden mukaan ilmanvaihdon olisi toteuduttava. Näillä minimivaatimuksilla on mahdollista saada hyvä ilma tilaan. Ilmanvaihdon tarve on erilainen eri tiloissa, ja tyhjän tilan ilmanvaihdon ei tarvitse olla yhtä suuri kuin tilan, jossa on ihmisiä. Asuinkiinteistössä normaalin ilmanvaihdon pitäisi kyetä vaihtamaan tilan ilma kerran kahdessa tunnissa. Ilmanvaihdon riittämättömyys voi aiheuttaa epämiellyttäviä hajuja sekä huonoimmassa tapauksessa huimausta. Huimaus johtuu tällöin hapen puutteesta. Normaalisissa tiloissa ei pitäisi esiintyä hapenpuutetta. Joissakin tiloissa mahdollinen hapenpuutteen tunne johtuu yleensä jostain ulkoisesta tekijästä, kuten vaikka suuresta ihmismäärästä. Tiloissa, joissa on paljon ihmisiä, ilmanvaihdon on oltava tehokkaampi, jotta ilman hiilidioksidipitoisuus pysyisi riittävän alhaisena. (Harju & Matilainen 2005, 65.)

3.4 Käyttövesi

Käyttövettä kuluu moniin tarkoituksiin. Käytetystä vedestä noin 40 % on lämmintä vettä, jos kyseessä on asuinrakennus, mutta muissa rakennuksissa lämpimän käyttöveden osuus kaikesta käyttövedestä on noin 30 %. (Laskukaavat: lämmin käyttövesi 2016) Asuinkiinteistöissä vettä kuluu lähinnä WC:n vetämiseen, peseytymiseen, pyykin pesemiseen sekä keittiössä erilaisiin toimiin ruuanlaitosta siivoamiseen. Myymälöissä vettä kuluu samoihin kohteisiin kulutuksen ollessa vain isompi. Myös kulutuskohteiden osuuksien suuruudet vaihtelevat, sillä vedenkulutuskohteet ovat erilaisessa käytössä.

Vedenkäyttö on yksilöstä riippuva, mutta joitakin arvioita on laskettu eri kulutuskohteisiin. Asuinkiinteistöissä WC-tilojen osuus veden kokonaiskulutuksesta on 26 %, peseytymisen 39 %, pyykin pesemisen 13 % ja keittiön kulutuksen 22 % (Vedenkulutus 2016). Kuviossa 2 on esitettyä asuinkiinteistön kulutuksenmukainen kaavio olettaen kulutusten olevan edellä mainittujen tietojen mukaisia.



Kuvio 2. Vedenkulutus asuinkiinteistössä (Vedenkulutus 2016).

WC:n vetäminen kuluttaa uusilla pöntöillä 3-6 litraa vettä jokaisella vedolla (Opas järkevään veden käyttöön 2008, 10), joten WC-tilat ovat merkittävä vedenkulutuskohte, jos kyseessä on julkinen rakennus, kuten koulu, sairaala tai myymälä, jossa on WC-tilat. Julkisten rakennusten WC-tilojen vedenkäyttöön voidaan vaikuttaa uusimalla hanoja ja WC-istuimia.

Peseytymiseen kuluva vesi määräytyy yksilön omien tottumusten mukaisesti, joten käyttöveden kulutukseen vaikuttaa käyttäjä. Motivan (2016) tietojen mukaan ihminen kuluttaa kotonaan päivässä noin 150 litraa vettä ja jos tästä kulutuksesta 39 % on peseytymisen osuus, tarkoittaisi se että yksi henkilö käyttää vettä peseytymiseen noin 59 litraa vuorokaudessa. Työpaikoilla, myös myymäläkiinteistöissä, on nykyisten määräysten mukaisesti oltava pesutilat. Pesutilojen määrä on riippuvainen työntekijöiden määrästä sekä työn laadusta. Tässä tapauksessa työn laadulla tarkoitetaan sitä, kuinka liikaavaa tehtävä työ on. (Niskanen & Mäkinen 2010, 9.)

Pyykinpesun osuus veden kokonaiskulutuksesta on pienin. Pyykinpesukoneet samoin kuin astianpesukoneet lämmittävät sisäisesti pesuveden, eli ne käyttävät kylmää vettä ja lämmittävät sisäisesti käytettävän veden (Astianpesukoneiden energiankulutus n.d.). Työpaikoilla pyykinpesu on usein ulkoistettu. Pyykinpesuun ei tällaisessa tapauksessa kulu vettä.

3.5 Yksilön toiminta

Yksilön toiminta vaikuttaa koko kiinteistössä energiakulutukseen, sillä jo normaalin käyttäytymisen, kuten valojen sammuttamisen käyttämättömästä tilasta, avulla voidaan säästää energiaa (Sisävalaistus – Motiva 2015). Kun kyseessä on yritys, jossa on useampi työntekijä ja valaistuja tiloja useita, olisi vielä tärkeämpää sammuttaa valot tilasta, jota ei aktiivisesti käytetä. Vaikka K-Citymarket Seppälän kokoisessa kiinteistössä yhden ihmisen vaikutus kokonaiskulutukseen on pieni, niin se voi vaikuttaa esimerkiksi huoltokustannuksiin. Esimerkiksi kylmävaraston oven jääminen auki, mikä voi aiheuttaa kylmälaitteiden jäätyksen ja pahimmassa tapauksessa hajoamisen.

4 Tarkastellun kiinteistön energiankäytön nykytila

Opinnäytetyössä selvitettiin ensin tarkastellun kiinteistön, K-Citymarket Seppälän, energiankäytön nykytilanne ja mahdolliset kohteet, joita kehittämällä voitaisiin energiakulutusta vähentää sekä saada aikaan taloudellisia säästöjä. Kiinteistössä energiaa kuluu valaistukseen, kylmälaitteisiin, ilmanvaihtoon ja käyttöveden lämmittämiseen. Energiaa kuluu myös muissa sähkölaitteissa, kuten tietokoneissa, mutta niiden osuus kokonaiskulutuksesta on niin pieni, että niitä ei huomioida. Tarkastelussa energiaa kuluu myös etumyymälöissä, mutta niitä ei huomioitu tässä tarkastelussa. Energiakulutustietojen hankinnassa oli oltava yhteydessä isännöintiyritys Oveniaan, jonka kautta oli saatavissa K-Citymarket Seppälän energiakulutustiedot tarvittaessa tuntitasolla. Samaa kautta oli saatavissa myös vedenkulutustiedot.

4.1 Valaistus

Valaistus on tarkastelussa kiinteistössä hoidettu pääasiassa loisteputkivalaistuksena. Loisteputkia on kiinteistössä katossa, kylmäkaapeissa, varastotiloissa sekä henkilökunnan tiloissa. Valaistustehot vaihtelevat kiinteistössä sijainnin mukaan 18 W:n loisteputkesta 58 W:n loisteputkeen. Eniten kiinteistössä on kuitenkin käytössä 49 W:n loisteputkia, joita on ainoastaan myymälän katossa. Elintarvikeosaston katossa on 764 loisteputkea ja käyttötavaraosaston katossa 856 loisteputkea. Katossa olevien loisteputkien paloaika on noin 12 h vuorokaudessa. Sunnuntaisin paloaika on tunnin

vähemmän johtuen lyhemmästä aukioloajasta. Laskelmissa ei ollut tarvetta huomioida niitä tiloja, joissa ei ole aktiivista toimintaa, sillä näiden tilojen sähköenergiankulutus on vähäistä.

Kylmälaitteiden tyyppikilvissä on ilmoitettu valaistuksen tarvitsema teho, jos kylmälaitteessa on valaistusmahdollisuus, mutta tähän ilmoitettuun lukemaan ei kuitenkaan voi luottaa, koska ei ole varmuutta, ovatko käytössä olevat loisteputket teholtaan yhtä suuria kuin laitteeseen on suunniteltu. Joissakin tapauksissa on ollut välttämätöntä vaihtaa teholtaan erisuuruiseen loisteputkeen, jotta saadaan oikeanlainen värilämpötila. Oikeanlainen värilämpötila on tuotteiden myynnin kannalta oleellinen. Tästä syystä on tarpeen ja varmistua valaistukseen tarvittavasta tehosta.

Elintarvikeosastoilla käytettävät loisteputket ovat pääasiassa teholtaan 36 W ja tätä samaa loisteputkimallia käytetään myös toimistoissa ja pukuhuoneissa. Poikkeuksena elintarvikepuolella tekevät hyllypäädyt, juomaosasto, pakasteosasto sekä mehujen kylmähylly. Taulukossa 2 on ilmoitettu loisteputkien tehot, määrät ja paloajat vuorokaudessa myymälän eri osastoilla. Taulukossa 2 on myös eriteltyä pienemmät loisteputkivalaistuskohteet.

Taulukko 2. Valaistuksen teho, määrä ja paloaika K-Citymarket Seppälän kiinteistössä

Osasto/sijainti	Teho [W]	Määrä	Paloaika/vrk [h]
Katto	49	1620	12 (11)
Katto, asp	58	12	15 (12)
HeVi	36	84	15 (12)
Liha/kala	36	141	15 (12)
Lihajaloste	36	102	15 (12)
Valmisruoka/levite	36	112	15 (12)
Juusto	36	96	15 (12)
Maito	36	55	15 (12)
Hyllypäädyt a	58	23	15 (12)
Varastot, käytävät	58	280	24 (24)
Toimisto	36	48	12 (12)
Pukuhuoneet	36	85	16 (12)
Ulkovalaistus	58	240	5 (5)
Juomaosasto	39	60	24 (24)
Pakastekaapit	39	50	15 (12)
Eläin	30	8	15 (12)
Hyllypäädyt b	30	36	15 (12)
Viileä mehu	54	5	15 (12)
Maito (erikoisvalo)	18	3	15 (12)

Edellä ilmoitetut paloajat ovat tällä hetkellä käytössä olevia. Jos tarkasteltaisiin aikaisempien vuosien valaistuksen käyttämää energiamäärää, olisi otettava huomioon myymälöiden aukioloaikojen vapautuminen 1.1.2016 alkaen. Tarkastellun kiinteistön uudet aukioloajat tulivat voimaan 4.1.2016. Nykyisillä paloajoilla ja edellä mainituilla tiedoilla, voidaan kaavan 1 avulla laskea valaistuksen energiankulutus.

$$E = P * t \quad (1)$$

missä E = tarvittava sähköenergia, Wh

P = laitteen tarvitsema teho, W

t = aika, jonka laite on päällä, h

Tällä kaavalla saadaan valaistuksen energiankulutukseksi 13 412,94 kWh viikossa, mikä vuosikulutuksena tarkoittaisi 697 472,88 kWh.

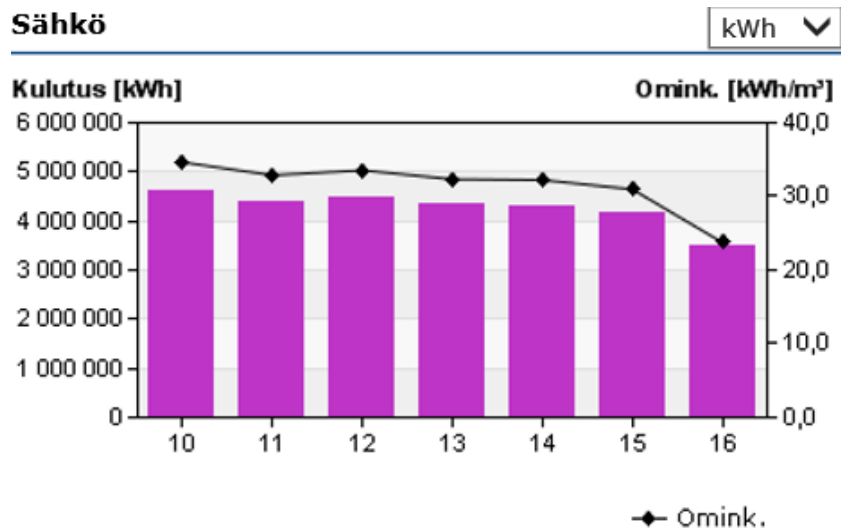
4.2 Kylmälaitteet

K-Citymarket Seppälässä, kuten muissakin elintarvikemyymälöissä, kylmäkalusteet ovat yksi suurimmista energiankulutuskohteista. Kylmäkalusteista löytyy tyyppikilvet, joissa lukee laitteen käyttämä maksimiteho, mutta laitteet eivät ole käytössä täydellä teholla eivätkä edes käynnissä jatkuvasti, joten tyyppikilvestä ainoa käytettävissä oleva tieto on valmistaja sekä tyyppinumero. Kylmäkalusteiden lisäksi kiinteistössä on kylmälaitteita kylmä- ja pakastevarastoissa.

K-Citymarket Seppälässä olevien kylmälaitteiden valmistajia ovat Norpe, Linde, Crios-banc, Restmec sekä Fincoil. Joidenkin kylmälaitteiden valmistajien sivuilta löytyy tyyppinumeron avulla laitteen energiankulutus vuorokaudessa, mutta tarkastellussa kiinteistössä oleville laitteille löytyi tieto vain muutamalle. Tästä johtuen ei ollut kannattavaa yrittää laskea kyseisiä arvoja muista laitteista, vaan oli järkevää tarkastella energiankulutustietoja tuntitasolla ja selvittää niistä, mikä on kylmälaitteiden energiankulutus.

Energiankulutuksen tuntitietoja tarkasteltaessa on tiedettävä kiinteistön valaistusten vuorokautinen paloaika, jotta voidaan erotella valaistus muista energiaa kuluttavista laitteista. Tarkasteltaessa tuntikulutusta, huomattiin, että kulutus on vähäisintä myymälän ollessa tyhjänä. Vaikka myymälä onkin tyhjänä, on siellä silti kylmälaitteiden oltava toiminnassa, sillä kyseessä ovat elintarvikkeiden säilömiseen tarkoitettut kalusteet ja varastot.

Energiankulutuksen tuntitietoja tutkimalla huomattiin, että vuodesta 2011 tuntikulutus yöaikaan on ollut alle 250 kWh, mutta enemmän kuin 160 kWh, lukuun ottamatta muutamia sähkökatkoista johtuvia alle 100 kWh:n kulutuksia. Energiankulutus on pienentynyt kiinteistössä joka vuosi, kuten kuviosta 4 käy ilmi, joten on järkevää tarkastella ainoastaan vuoden 2013 jälkeisiä kulutuksia. Tiedot saatiin vuoden 2016 lokakuun lopussa, joten kahden viimeisen kuukauden kulutukset puuttuvat.



Kuvio 3. K-Citymarket Seppälän energiankulutus vuosittain

Kylmälaitteet toimivat termostaatin avulla, joten niiden energiankulutus ei ole tasaista. Kylmälaitteiden energiankulutus voidaan tällöin laskea keskiarvolla tarkasteltavalta ajanjaksolta kaavalla 2.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

missä \bar{x} = havaintojen keskiarvo
 x = havainnon arvo
 n = havaintojen lukumäärä

Tällöin kylmälaitteiden energiankulutus tunnin aikana olisi 180,4 kWh. Keskiarvoa voidaan käyttää laskelmissa, sillä kylmälaitteiden toimintaan kuuluu myös sulatus, minkä takia pienintä arvoa ei voida käyttää. Sulatustoiminta ei voi kestää pitkiä aikoja tuotteiden säilömisen takia, joten suurintakaan arvoa ei voida käyttää.

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutusta ei voida selvittää samalla periaatteella kuin kylmälaitteiden energiankulutusta, sillä ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus on paljon pienempi yöaikaan myymälän ollessa tyhjillään kuin päivällä. Jotta ilmanvaihtojärjestelmään ja sen energiankulutukseen voisi syventyä, on tarpeellista

tarkastella ilmanvaihtojärjestelmän piirikaaviota, joka löytyy ilmanvaihtojärjestelmän konehuoneesta. Piirikaaviosta ei selviä kaikkia laskennan kannalta tarvittavia tietoja, joten tarvittavat ja saatavilla olevat tiedot on luettava poisto- ja tuloilmapuhaltimien tyyppikilvistä.

Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus selvitettiin käyttämällä ympäristöministeriön ohjeita ilmanvaihdon laskentaan (RakMK D5 2012). Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutuksen kaava on esitettyä kaavassa 3.

$$W_{ilmanvaihto} = \sum SFP * q_v * \Delta t + W_{iv, muu} \quad (3)$$

missä $W_{ilmanvaihto}$ = IV-järjestelmän energiankulutus, kWh
 SFP = puhaltimen tai IV-koneen ominaissähköteho, kW/(m³/s)
 q_v = puhaltimen tai IV-koneen ilmavirta, m³/s
 Δt = puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen käyttöaika, h
 $W_{iv, muu}$ = muu IV-järjestelmän sähkönkulutus, kWh

Kaavassa 3 mainittu puhaltimen ilmavirta luettiin ilmanvaihtojärjestelmän konehuoneesta manometrista, joka mittaa puhaltimen ilmavirtaa. Toisena vaihtoehtona oli käyttää puhaltimiin merkittyjä ilmavirran suurimpia arvoja. Osa manometreista ei toimi, joten laskelmissa käytettiin puhaltimiin ilmoitettuja arvoja. Ominaissähköteho lasketaan kaavalla 4, jos sitä ei ole tiedossa.

$$SFP = \frac{P_{puh}}{q_v} \quad (4)$$

missä SFP = puhaltimen tai IV-koneen ominaissähköteho, kW/(m³/s)
 P_{puh} = puhaltimen tai IV-koneen sähköteho tehonsäätölaitteineen, kW
 q_v = puhaltimen tai IV-koneen ilmavirta, m³/s

Puhaltimia on Ilmanvaihtojärjestelmässä yhteensä yhdeksän, joista viisi on tuloilmapuhaltimia ja neljä on poistoilmapuhaltimia. Ilmavirrat ja sähkötehot vaihtelevat pu-

halmilla, joten jokaiselle puhaltimelle on laskettava ominaissähköteho erikseen. Puhaltimien tehot ja ilmavirrat on esitetty taulukossa 2. ja viimeiseen sarakkeeseen on laskettu ominaissähköteho.

Taulukko 3. Puhaltimien tehot, ilmavirrat sekä ominaissähköteho

Puhallin	Teho [kW]	Ilmavirta [m ³ /s]	SFP
301 PK 01	11	9,4	1,17
301 TK 01	15	9,3	1,61
302 PK 01	7,5	4,6	1,63
302 TK 01	11	4,6	2,39
303 PK 01	15	9,4	1,60
303 TK 01	15	9,3	1,61
304 PK 01	15	9,9	1,52
304 TK 01	15	11,5	1,30
308 TK 01	4	3	1,33

Kaavalla 3 voidaan saatuja arvoja hyödyntämällä laskea ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus, kun selvitetään ilmanvaihtojärjestelmän muut energiakulutukset. Taulukossa 3 on ilmoitettu ilmanvaihtojärjestelmän muu energiankulutus.

Taulukko 4. IV-järjestelmän muu energiankulutus

Puhallin	Muu energiankulutus [kWh]
301 PK 01	5,50
301 TK 01	5,50
302 PK 01	1,85
302 TK 01	1,85
303 PK 01	4,00
303 TK 01	4,00
304 PK 01	4,00
304 TK 01	4,00
308 TK 01	1,85

Näillä tiedoilla saadaan laskettua ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutukseksi vuorokauden ajalta 2 202,55 kWh.

4.4 Käyttövesi

Veden lämmittämiseen kuluva energia voi laskea Motivan antamien tietojen pohjalta. Kuten luvussa 3.4 on ilmoitettu, on lämpimän käyttöveden osuus kaikesta käytettävästä vedestä 30 %. K-Citymarket Seppälän eniten vettä kuluttava kohde on asiakkaille tarkoitettut WC-tilat, joissa asiakkaita käy useasti päivän aikana useasti. Muita isoimpia kulutuskohteita ovat myymälän palvelutiski ja kotikeittiö. Palvelutiskissä työntekijät pesevät käsiään ja kotikeittiön puolella on siivoajien tiskaustilat.

Energiankulutustiedoissa on ilmoitettu veden kokonaiskulutus vuosilta 2010–2016. Vuoden 2016 tiedoista puuttuvat marras- ja joulukuun kulutukset, kuten taulukossa 5 on esitettyinä.

Taulukko 5. Käyttöveden kulutus K-Citymarket Seppälässä

Käyttövesi	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Kulutus [m ³]	7 683,23	6 440,43	5 086,66	5 804,32	5 382,82	5 777,95	4 714,52
Muutos [%]	31,6 %	-16,2 %	-21,0 %	14,1 %	-7,3 %	7,3 %	-18,4 %
Ominaiskulutus [l/m ³]	57,4	48,1	38,0	43,4	40,2	43,2	32,4

Käyttöveden kokonaiskulutuksen perusteella lasketaan lämpimän käyttöveden osuus kaavalla 5.

$$V_{lkv} = 30 \% * V_{kv} \quad (5)$$

missä V_{lkv} = kulutettu lämpimän käyttöveden määrä, m³

V_{kv} = kulutettu käyttöveden määrä, m³

Lämpimän käyttöveden määrän perusteella lasketaan kaavan 6 mukaisesti veden lämmittämiseen tarvittava energia.

$$Q_{lkv} = 58 * V_{lkv} \quad (6)$$

missä Q_{lkv} = lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh

58 = veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä, kWh/m³

V_{lkv} = kulutettu lämpimän käyttöveden määrä, m³

Lämpimän käyttöveden osuus ja energiankulutus kiinteistössä on esitetty vuosikoh-
taisesti taulukossa 6.

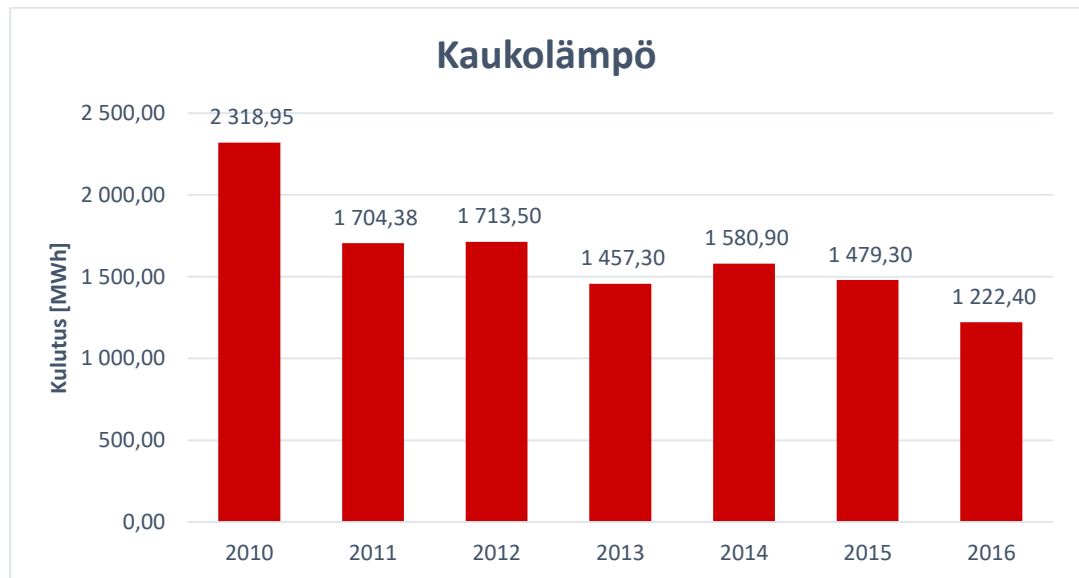
Taulukko 6. Lämpimän käyttöveden kulutus ja lämmitysenergia

Vuosi	V_{lkv} [m ³]	Q_{lkv} [kWh/m ³]
2010	2 304,97	133 688,20
2011	1 932,13	112 063,48
2012	1 526,00	88 507,88
2013	1 741,30	100 995,17
2014	1 614,85	93 661,07
2015	1 733,39	100 536,33
2016	1 414,36	82 032,65

Käyttöveden lämmittämiseen kuluvan energian osuus kokonaisenergiankulutuksesta on niin pieni, että sen tarkastelemisella ei suuria säästöjä tarkasteltavassa kiinteis-
tössä saavuteta. Vedenkulutusta on myös haastava vähentää nykyisestään, sillä kiin-
teistössä on tehty vedensäästämiseksi toimenpiteitä, kuten asennettu vettä säästäviä
WC-istuimia sekä tunnistimilla varustettuja hanoja.

4.5 Tilojen lämmitysenergia

Tarkastellun kiinteistön lämmitysjärjestelmänä on kaukolämpö, jonka energiamaksut
ovat osana kiinteistön vuokraa. Tästä johtuen energiansäästöjen saaminen lämmitys-
energiasta ei ole tarkasteltavana. Kaukolämmöstä saatavaa energiaa käytetään tilo-
jen lämmittämisen lisäksi veden lämmittämiseen ja ilmanvaihdon tuloilman lämmit-
tämiseen. Lämmitysenergiankulutus vuosittain kiinteistössä on kuvion 6. mukainen.
Vuoden 2016 tiedot ovat tammikuun alusta lokakuun loppuun.



Kuvio 4. Lämmitysenergiankulutus vuosilta 2010–2016

Tilojen lämmitysenergiatarve voidaan laskea vähentämällä lämmitysenergiankulutuksesta käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia sekä ilmanvaihdon tuloilman lämmittämiseen kuluva energia. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskennan mukaisesti (2012, 23) tuloilman lämmitysenergiatarve voidaan laskea käyttämällä kaavaa 7.

$$Q_{iv,tuloilma} = t_d t_v \rho_i q_{v,tulo} (T_s - T_{sp}) \Delta t / 1000 \quad (7)$$

missä $Q_{iv,tuloilma}$ = tuloilman lämpenemisen energiantarve, kWh

t_d = vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24 h

t_v = viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk

ρ_i = ilman tiheys, 1,2 kg/m³

$q_{v,tulo}$ = tuloilmavirta, m³/s

T_s = sisälämpötila, °C

T_{sp} = sisäänpuhalluslämpötila, °C

1000 = muuntokerroin

Ilmanvaihtokoneen keskiarvoinen vuorokautinen käyntiaikasuhde on 16 h/24 h ja sama viikoittaisena 7 h/7 h. Piirikaaviosta luettuna sisälämpötilan arvo on 24 °C ja si-

säänpuhalluslämpötilan minimiarvo 17 °C. Näitä arvoja käyttämällä tuloilmanlämmitykseen kuluva energia on vuoden 2016 tarkastelujaksolta 367 920 kWh. Lasketuilla arvoilla saadaan kaavan 8 mukaan tilojen lämmitykseen kuluvan energian määräksi vuoden 2016 tarkastelujaksolta 833 935 kWh.

$$Q_{tl} = Q_{kok,l} - Q_{iv,tuloilma} - Q_{lkv} \quad (8)$$

missä Q_{tl} = tilojen lämmitykseen kuluva energia, kWh

$Q_{kok,l}$ = kokonaislämmitysenergia, kWh

$Q_{iv,tuloilma}$ = tuloilman lämpenemisen energiantarve, kWh

Q_{lkv} = lämpimänkäyttöveden energiankulutus, kWh

5 K-Citymarket Seppälän kehitettävät energiankulutuskohteet

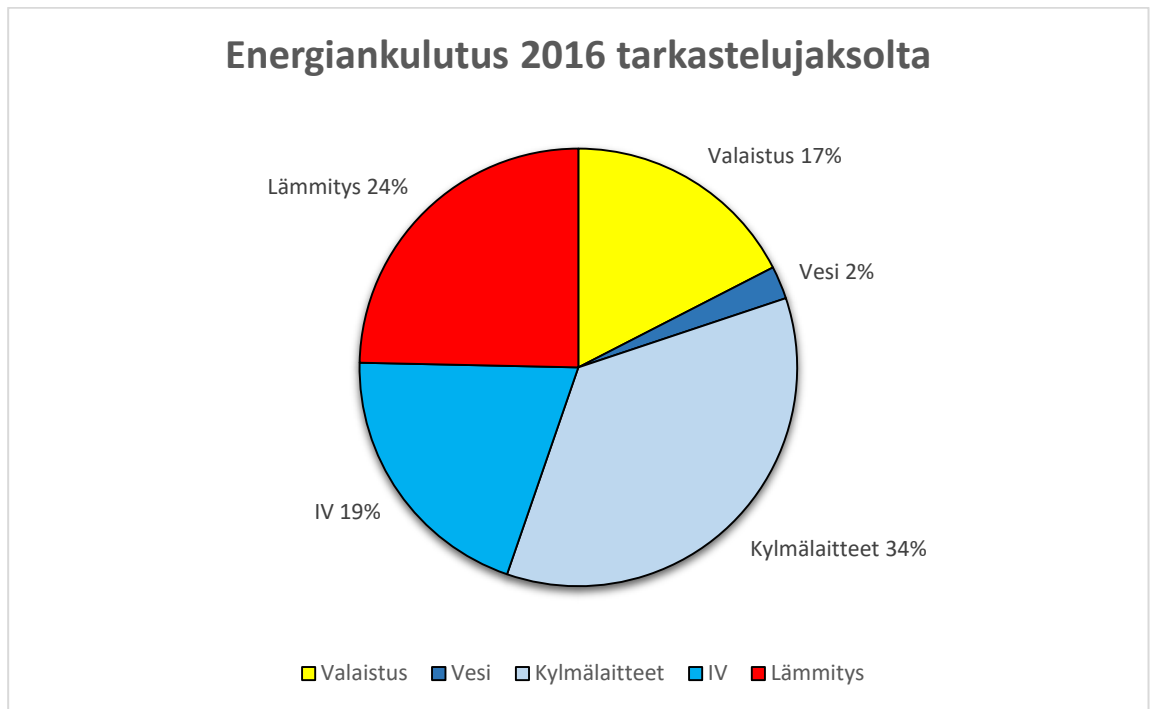
K-Citymarket Seppälän energiankulutus jakautuu selkeästi kohteisiin, joiden energiankulutusta on mahdollista vähentää. Energiankulutuksen vähentäminen on sitä haastavampaa, mitä pienempi osuus kohteella on kokonaisenergiankulutuksesta. Kuviossa 7 on esitetty energiankulutuskohteiden osuudet kokonaisenergiankulutuksesta. Osuudet on laskettu kaavan 9 mukaisesti.

$$p = \frac{a}{b} \quad (9)$$

missä p = prosenttiluku

a = vertoarvo

b = perusarvo



Kuvio 5. Kiinteistön energiankulutuksen osuudet kohteittain

5.1 Valaistus

K-Citymarket Seppälässä valaistuksen energiankulutus on 697 472,88 kWh, joka on 17 % kiinteistön kokonaisenergiankulutuksesta vuodessa. Valaistus on pääasiassa toteutettu loisteputkivalaistuksella. Loisteputkien vaihtaminen vastaaviin led-valoputkiin voisi pienentää energiankulutusta valaistuksen osalta merkittävästi. Haastavuutta tuo led-valojen valotehon riittävyys myymälässä, sillä asiakasmukavuuden säilyminen on tärkeää uudistuksia tehtäessä tällaiseen kiinteistöön. Toinen tärkeä huomioitava asia on investoinnin suuruus. Tällaista kokoluokkaa olevan kiinteistön valaistuksen vaihtaminen kokonaan toiseen on suuri investointi.

Valaistuksen energiatehokkuuden parantamiseksi on valittava korvaava valaistusjärjestelmä. Mikäli valmistajilta löytyy led-putkia, jotka käyvät suoraan vanhojen loisteputkien paikoille, on led-putkien valitseminen korvaavaksi valaistusratkaisuksi kannattava. Myös led-putki tarvitsee loisteputken tavoin sytyttimen, ja monet valmistajat toimittavatkin led-putken mukana oikeanlaisen sytyttimen, joka on yhteensopiva vanhan sytyttimen paikan kanssa. Led-putkea valittaessa on huomioitava, että se so-

veltuu käyttötarkoitukseensa, sillä vääränlainen väri voi aiheuttaa myymälässä myynnin romahtamisen. Esimerkiksi punainen liha näyttää vääränlaisessa valossa harmaalta.

Led-valaistuksella saavutettaisiin säästöjä energiankulutuksessa ja myös sähkölaskussa, sillä led-putket kuluttavat vähemmän energiaa kuin loisteputket. Led-putkien polttoikä on pidempi kuin loisteputkien, joten säästöjä olisi mahdollista saavuttaa myös putkien vaihtovälin pidentymisellä.

5.2 Kylmälaitteet ja -kalusteet

Kylmälaitteiden energiankulutus tarkasteltavassa kiinteistössä vuoden 2016 alusta lokakuun loppuun oli 1 197 504 kWh eli 34 % kokonaisenergiankulutuksesta. Kylmälaitteet ovat myymälöissä usein kehityskohteenä, kun tarkastellaan energiatehokkuutta. Monissa myymälöissä on esimerkiksi pyritty vaihtamaan kylmäkalusteita kannellisiin malleihin. K-Citymarket Seppälässä kaikki pakastealtaat ja pakastekaapit ovat ovellisia ja kannellisia, mutta muut kylmäkalusteet ovat avonaisia. Kannellisilla ja ovellisilla kylmäkalusteilla voitaisiin säästää energiaa avonaisiin kylmäkalusteisiin verrattuna jopa 40 % (Vastuullisuus 2010).

Avonaisia kylmäkalusteita K-Citymarket Seppälästä löytyy yhteensä 70 kappaletta. Jos nämä kaikki vaihdettaisiin kannellisiin ja ovellisiin malleihin, saataisiin energiankulutusta vähennettyä. Haasteena näin suuren kylmäkalustemäärän vaihtamisessa kannellisiin on investoinnin suuruus sekä asennustyö, joiden suuret kustannukset vaikuttavat hankinnan kannattavuuteen. Nykyisin monet valmistajat tarjoavat kylmäkalusteissaan valmiina led-valaistuksen, mikä pienentäisi uuden valaistusratkaisun investoinnin tarvetta.

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutukseen on haastavaa puuttua, sillä se on suunniteltu kiinteistössä kiinteistön tarpeiden mukaisesti ja ilman on pysyttävä hyvänä koko päivän ajan, jotta asiakkaat sekä henkilökunta viihtyisivät mahdollisimman hy-

vin. Ohjeavona ilmanvaihtojärjestelmälle on, että ilma vaihtuisi tilasta, jossa on ihmisiä, vähintään kerran kahden tunnin aikana ja tyhjässä tilassa kerran neljän tunnin aikana.

Ilmanvaihdon optimoinnilla voitaisiin tarkastellun kiinteistön energiankulutusta pienentää. Öisin kiinteistön ollessa tyhjillään ilmanvaihdon voisi pitää pidempiä aikoja minimiteholla. Ilmanvaihdon voisi optimoida toimimaan paremmin tilojen käytön mukaisesti, jolloin tutkittaisiin asiakasmääriä eri ajankohtina sekä työntekijöiden saapumista työpaikalle. Ilmanvaihdon energiankulutuksen voisi pitää yön ajalta minimissä, kunnes ensimmäiset työntekijät tulevat paikalle.

5.4 Henkilökunnan toiminta

Henkilökunnan toiminta kiinteistössä vaikuttaa myös energiankulutukseen. Valojen sammuttaminen käyttämättömistä tiloista vaikuttaa energiankulutukseen. Tällaisia tiloja ovat pukuhuoneet ja henkilökunnan WC-tilat. Pukuhuoneita ja WC-tiloja käytetään päivittäin useita kertoja ja valot ovat usein päällä aamusta iltaan. Näissä tiloissa saattaa joskus myös olla valaistus käytössä läpi yön.

Henkilökunnan toiminta vaikuttaa joihinkin kylmälaitteisiin. Niissä kylmävarastoissa, joissa kylmälaitteet toimivat termostaatilla, olisi hyvä varmistaa, että ovet tiloihin ovat kiinni. Jos ovet jäävät auki, lämpötila nousee tilassa ja termostaatti reagoi lämpötilan muutokseen tehostamalla jäähdytystä. Jos ovet tiloihin jäävät auki, voi se aiheuttaa turhan laitteiston käymisen lisäksi jäätymisiä laitteissa, mikä voi aiheuttaa ylimääräisiä huoltotoimenpiteitä.

6 Kustannukset ja saavutettavat säästöt

Mahdollisten kehityskohteiden investointikustannukset muodostavat tarkasteltavien kustannusten määrän, jonka avulla lasketaan takaisinmaksuajat tarkasteltaville uudistuksille. K-Citymarket Seppälässä kehityskohteiksi löydettiin valaistuksen uudistaminen, kylmäkalusteiden muuttaminen ovellisiin malleihin sekä ilmanvaihtojärjestelmän säätäminen.

Suuria säästöjä ei saavuteta ilman investointia uudempaan teknologiaan. Tämä pätee sekä energiansäästämiseen että taloudellisiin säästöihin. Säästöjäkin tulee vasta, kun uudet laitteet on asennettu. Energiansäästäminen alkaa kuitenkin heti, kun vanhat laitteet on vaihdettu uusiin. Vasta energian säästämisestä saadaan aikaan taloudellisia säästöjä.

6.1 Investointikustannukset ja energiansäästö

6.1.1 Valaistus

Valaistuksen energiankulutusta voidaan aiemmin esitetyn perusteella vähentää kiinteistössä kahdella tavalla: vaihtamalla nykyinen valaistusjärjestelmä uuteen energiatehokkaampaan led-teknologiaan tai käyttämällä vähemmän valoja. Kummallakin vaihtoehdolla saadaan energiaa säästettyä. On myös mahdollista yhdistää molemmat eli uusitaan valaistus led-teknologialla, ohjeistetaan henkilökuntaa energiansäästämisessä sekä ajastetaan automaattivalaistus uudestaan vastaamaan paremmin nykyistä toimintaa.

Jos nykyiset loisteputket, jotka kattavat suurimman osan kiinteistön valaistuksesta, vaihtaa led-putkiin investointikustannus olisi 107 561,06 €. Tähän vielä lisättäisiin työ, mutta pienen säästön saa, kun osan putkista vaihtaa itse. Hinnat on selvitetty 10.11.2016 verkkokaupoista, joista on isolle tilaukselle mahdollista saada alennusta. Jotkin valaistusyritykset tarjoavat investointivapaita sopimuksia, jolloin ei olisi investointikustannuksia ollenkaan, mutta yritys ottaisi maksun saavutettavien säästöjen kautta jonkinlaisella sopimuksella.

Uuden valaistusratkaisun energiankulutus voidaan laskea samalla tavalla kuin valaistuksen kuluttama sähköenergia, joka on laskettu kaavalla 1 (14.1). Luvussa 6 esitettyjen vaihtoehtojen mukaisten led-putkien tehoilla laskettuna energiankulutus olisi tällöin 5 723,89 kWh viikossa ja vuodessa 297 642,38 kWh. Vanhan ja uuden kulutuksen erotus on tällöin uuden valaistusratkaisun tuoma energiansäästö, joka on esitetty kaavassa 10.

$$P = P_1 - P_2 \quad (10)$$

missä P = energiankulutuksen erotus, kWh
 P_1 = nykyisen järjestelmän energiankulutus, kWh
 P_2 = uuden järjestelmän energiankulutus, kWh

Energiaa säästyisi viikossa 7 689,05 kWh ja vuodessa 399 830,50 kWh. Jos valaistuksen energiatehokkaampi käyttö otetaan myös huomioon, samalla kaavalla laskettuna saataisiin energiankulutusta vähennettyä nykyisellä valaistusjärjestelmällä viikossa 860,16 kWh, eli vuodessa säästö olisi 46 288,32 kWh. Jos energiatehokkaamman käytön yhdistää uuteen valaistusjärjestelmään, ei käytön kautta saatava säästö ole enää niin suuri, sillä se on riippuvainen valaistuksen tarvitsemasta tehosta.

Kaavan 7 (21.7) mukaisesti voidaan vielä laskea uuden valaistusjärjestelmän osuus vanhan valaistusjärjestelmän kuluttamasta energiasta. Tällä tavalla saadaan paremmin selville, kuinka paljon energiatehokkaampi vaihtoehto led-putket olisivat nykyiseen loisteputkiratkaisuun verrattuna. Led-putkien energiankulutus on siis 43 % loisteputkien energiankulutuksesta.

6.1.2 Kylmälaitteet

Avonaisten kylmäkalusteiden muuttaminen ovellisiin malleihin maksaa 900 € metriltä sisältäen toimituksen ja asennuksen. Kyseessä on pelkkä ovien ja kansien lisääminen nykyisiin kalusteisiin, jotka ovat Linden valmistamia. Hinta-arvion antoi Carrierin hinta-arvioija. Kalusteiden pituudet löytyvät tyyppikilvistä laitetyypistä kolminumeroisena lukuna. Investointikustannus kylmäkalusteille on 185 085,00 €.

Kylmäkalusteissa uudistettavia kohteita olisivat avonaiset kylmäkalusteet, sillä Keskon mukaan kannellisten ja ovellisten kalusteiden energian säästö voi yltää jopa 40 %:iin. Tämä tarkoittaisi 40 %:n säästöä verrattuna nykyisiin ratkaisuihin. Tätä energiansäästöä ei kuitenkaan voida suoraan vähentää kylmälaitteiden energiankulutuksesta, sillä osassa kylmäkalusteista on jo kannet tai ovet. Näitä kannellisia ja ovellisia kalusteita on ainoastaan pakasteosastolla. Kaikista 120 myymälän kylmäkalusteesta

70 on avonaisia, joten 58 % kylmäkalusteista on avonaisia. Tämä tarkoittaisi, että todellisuudessa kylmälaitteiden energiansäästö olisi 23 % kylmälaitteiden energiankulutuksesta.

Energiankulutus nykyisillä kylmälaitteilla on selvitettävissä energiankulutuksen tuntitiedoista, kuten luvussa 4.2 on esitetty. Kylmälaitteiden energiankulutus vuoden 2016 lokakuun lopussa vuoden alusta laskettuna on 1 197 504 kWh ja uusi energiankulutus uusilla laitteilla olisi samalta ajalta 919 683 kWh. Kaavan 8 mukaisesti säästö olisi 277 821 kWh vuodessa.

6.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän investointikustannus muodostuu järjestelmän säätämisestä energiatehokkaammaksi. Säättöyön hintaan vaikuttaa työn tekevä yritys ja säädettävien laitteiden määrä järjestelmässä. Hinta-arvio säätötyöstä ei ole välttämätön, sillä tällaisessa säätötyössä voidaan takaisinmaksuajan avulla arvioida, kuinka paljon säätötyö saisi maksaa, jotta kyseessä olisi kannattava investointi.

Ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuuden parantaminen on edullisinta hoitaa säätämällä järjestelmän toiminta-aikoja. Kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmän säätämisessä ei suuria muutoksia voida tehdä, mutta jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta-aikaa tai järjestelmän energiankulutusta saataisiin säädettyä edes hieman pienemmäksi, voitaisiin saavuttaa vuositasolla merkittäviä säästöjä.

Jos kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmän käyntiaikaa muuttaisi siten, että se kävisi yöaikaan pienemmällä teholla ja järjestelmä ”lepäisi” kolme tuntia vuorokaudesta, voitaisiin puhua säästöistä. Tällaisella säädöllä olisi mahdollista saada kaavan 3 (17.3) mukaan ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus vähenemään 1 877,05 kWh:iin vuorokaudessa. Nykyisellä käynnillä ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus on 803 930,75 kWh vuodessa ja säätämällä kulutus olisi mahdollista vähentää vuositasolla 685 123,25 kWh:iin, mikä tarkoittaisi, että ilmanvaihtojärjestelmän uusi energiankulutus olisi 85 % nykyisestä.

6.2 Taloudelliset säästöt ja investoinnin takaisinmaksu

Taloudelliset säästöt voidaan laskea samalla tavalla kuin energiansäästö. Nykyisen järjestelmän kuluttaman energian hintaa verrataan uusien järjestelmien kuluttamaan energian hintaan. Energianhinta saadaan selville sähköyhtiöstä tai voidaan tarkastella yrityksen sähkölaskua, jos sellainen on saatavilla.

Tarkasteltavassa kiinteistössä yksikköhinnat muuttuvat ajankohdan mukaan, mutta säästöissä prosentuaalinen säästö on sama. Taloudellisten säästöjen laskemisessa käytettiin tässä tapauksessa K-Citymarket Seppälän myymälälle osoitettua sähkölaskua ja siinä annettuja hintoja. Taulukossa 7 on esitettynä sähkön hinta menneeltä ajalta, johon laskelmat perustuvat. Taulukossa 7 ei ole ilmoitettu kiinteitä maksuja, sillä ne ovat yhtä suuria riippumatta energiankulutuksen määrästä.

Taulukko 7. Sähköenergianmaksut

	Yks.Hinta, snt/kWh
Sähköenergia	
Päiväenergiamaksu	4,39
Yöenergiamaksu	4,39
Sähkön siirto	
Päiväenergiamaksu	0,73
Yöenergiamaksu	0,73
Sähkövero	2,25

Nykyisten järjestelmien energiankulutustiedoista saadaan laskettua järjestelmien nykyinen energiakustannus. Hinnat saadaan laskettua kaavan 11 ja taulukon 7 tietojen avulla.

$$K = P * (\acute{a}_{s\grave{a}hk\acute{o}} + \acute{a}_{siirto} + \acute{a}_{vero}) / 100 \quad (11)$$

missä K = hinta, €

P = kulutettu energia, kWh

$\acute{a}_{s\grave{a}hk\acute{o}}$ = sähköenergian yksikköhinta, snt/kWh

\acute{a}_{siirto} = sähkön siirron yksikköhinta, snt/kWh

\acute{a}_{vero} = sähköveron hinta, snt/kWh

100 = yksikönmuunnos

Nykyisen loisteputkivalaistuksen energiakustannus vuodessa on 51 403,75 €, kylmälaiteiden 104 302,60 € ja ilmanvaihtojärjestelmän 59 087,37 €. Samalla kaavalla voidaan laskea uusien laitteiden energiankulutuksen hinta samalta ajalta, jolloin tulisi kustannuksiksi led-putkille 21 936,24 €, kylmälaitteille 80 104,40 € ja ilmanvaihtojärjestelmälle 50 355,24 €. Säästöt olisivat tällöin taulukon 8 mukaiset.

Taulukko 8. Säästö vuodessa uusilla järjestelmillä

	Nykyinen kustannus	Uusi kustannus	Säästö
Valaistus	51 403,75 €	21 936,24 €	29 467,51 €
Kylmälaitteet	104 302,60 €	80 104,40 €	24 198,20 €
IV-järjestelmä	59 087,37 €	50 355,24 €	8 732,13 €

Yhteensä säästö uusilla ratkaisuilla tekisi vuodessa 62 397,83 €. Jos säästöt jaetaan tasaisesti kuukausille, olisivat säästöt kuukausitasolla 5 199,82 €, mutta energiankulutus vaihtelee, joten kuukausitasolla voi säästö olla jotain muuta kuin laskettu arvo.

Laskettujen säästöjen avulla laskettiin mahdollisten uudistusten investoinneille takaisinmaksuajat, jotta voidaan tarkastella investoinnin kannattavuutta. Investoinnin takaisinmaksuaika lasketaan käyttämällä kaavalla 12.

$$T_a = \frac{\text{Investointi}}{\text{Säästöt}} \quad (12)$$

missä T_a = investoinnin takaisinmaksuaika, a

$Investointi$ = investoinnin suuruus, €

$Säästöt$ = saavutettavat säästöt vuodessa, €

Led-putkivalaistuksen investointikustannus on 107 561,06 € ja led-putkien tuoma säästö vuodessa on 29 467,51 €. Sijoittamalla kaavaan 10 (27.10) investoinnin ja säästöjen arvot, saadaan valaistuksen takaisinmaksuajaksi 3,65 vuotta.

Kylmäkalusteiden aiemmin ilmoitetun hinta-arvion mukaisesti ovien ja kansien lisäämisen investointikustannus nykyisiin Linden avonaisiin kylmäkalusteisiin on 185 085,00 €. Kannellisten ja ovellisten kalusteiden tuoma säästö vuodessa olisi 24 198,20 € ja kaavan 10 mukaisesti takaisinmaksuaika uudistetuille kylmäkalusteille on 7,65 vuotta.

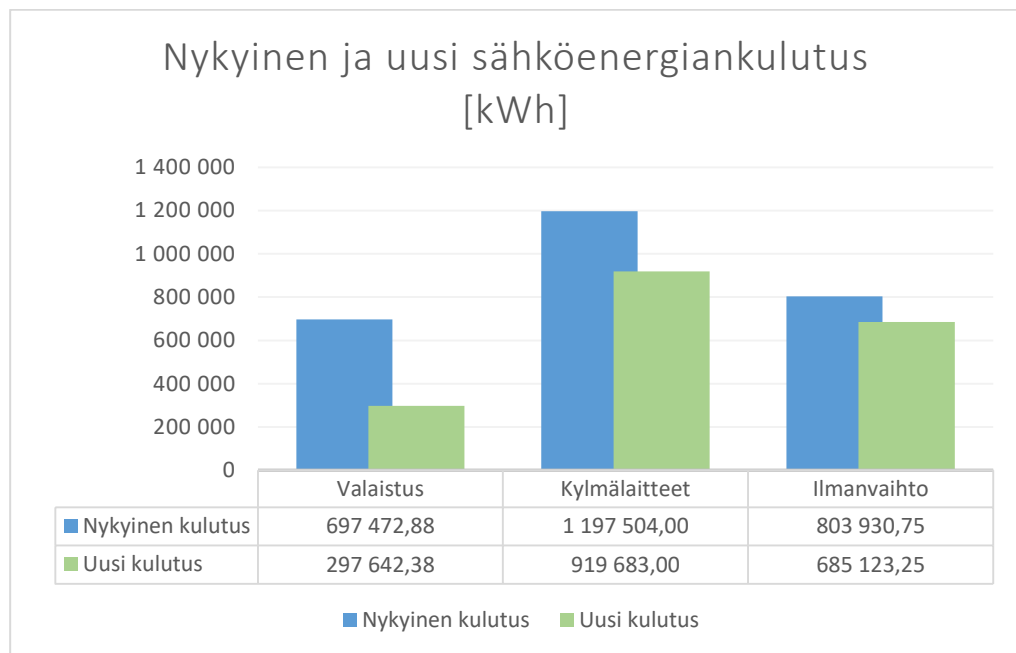
Ilmanvaihtojärjestelmän säädöstä saatava säästöt ovat aikaisemmin kerrottujen toimenpiteiden mukaisesti 8 732,13 € vuodessa, ja koska kyseessä on vain säätö eli ei uusita laitteita järjestelmästä, takaisinmaksuajan olisi hyvä pysyä alle vuodessa. Ilmanvaihtojärjestelmän säätämisen kustannukset eivät saisi tällöin ylittää 7 000,00 €:a. Ilmanvaihtojärjestelmän säätäminen olisi alle vuoden takaisinmaksuajalla järkevä investointi. Taulukossa 9 on esitettyä mahdollisten uudistusten investointikustannukset ja investointien takaisinmaksuajat.

Taulukko 9. Investointikustannukset ja investointien takaisinmaksuajat

<i>Uudistuskohde</i>	Investointi	Takaisinmaksuaika [a]
<i>Valaistus</i>	107 561,06 €	3,65
<i>Kylmäkalusteet</i>	185 085,00 €	7,65
<i>Ilmanvaihtojärjestelmä</i>	< 7 000,00 €	< 1

7 Johtopäätökset

Energiankulutus on K-Citymarket Seppälän kiinteistössä laskenut viimeisen kymmenen vuoden aikana, mutta vieläkin kulutusta voidaan pienentää. Kuviossa 8 on esitettyä, kuinka paljon energiaa kuluu nykyisillä järjestelmillä ja kuinka paljon energiankulutus olisi lasketuilla uudistuksilla.



Kuvio 6. Energiankulutusten vertailu

Energiansäästökohteiden löytäminen on yksi opinnäytetyön päätarkoituksista, mutta aina huomioidaan myös investointien kannattavuus. Energiatehokkuuden parantaminen on joillekin yrityksille keino parantaa imagoa, mutta energiategokkuuden parantaminen tuo myös säästöjä.

Uuden valaistusjärjestelmän laskettu investoinnin takaisinmaksuaika on tarpeeksi lyhyt, jotta sen hankkiminen kiinteistöön korvaavaksi järjestelmäksi olisi kannattavaa. Led-putket toimisivat valaisutehoiltaan hyvin lähes kaikkialla myymälässä, mutta on mahdollista, että kattovalaistus on hoidettava toistaiseksi nykyisellä järjestelmällä, sillä loisteputkien valaisuteho on huomattavasti suurempi kuin led-putkien.

Avonaisten kylmäkalusteiden muuttaminen kannelisiksi tai ovellisiksi on uudistusratkaisuna hyvä, sillä silloin ei tarvitse nykyisiä kylmälaitteita ja – kalusteita vaihtaa uusiin ja näin saadaan hallittua investointikustannuksia. Takaisinmaksuaika on hieman liian pitkä tällaiselle ratkaisulle, joten ratkaisu ei ole kannattava. Jos takaisinmaksuaika jäisi alle viiden vuoden, olisi tämä ratkaisu kannattava tällaisessa kiinteistössä. Ovien ja kansien lisääminen avonaisiin kylmäkalusteisiin jälkeenpäin on käytettävyyden kannalta tutkittava perusteellisesti. On mahdollista, että ovelliset kylmäkalusteet

vaikeuttavat asiointia myymälässä ja aiheuttavat henkilökunnalle hyllyjen täyttämiseen liittyviä hankaluuksia.

Ilmanvaihtojärjestelmän säätäminen olisi alle vuoden takaisinmaksuajalla järkevä investointi. Koska kyseessä on pelkästään järjestelmän säätäminen energiatehokkaammaksi, ei takaisinmaksuaika saisi olla pitkä.

Uudistuksilla saavutetaan säästöjä, mutta järkevyystarkastelun ja takaisinmaksuaikojen perusteella voidaan sanoa, että valaistuksen uusiminen ja ilmanvaihdon säätäminen ovat toistaiseksi ainoat uudistukset, jotka ovat kannattavia. Kylmäkalusteiden päivittäminen on myös energiankulutuksen kannalta järkevä ratkaisu, mutta tällä hetkellä takaisinmaksuaika on liian pitkä. Kun kylmäkalusteisiin aikanaan hankitaan kannet, on mahdollisesti kannattavampaa hankkia kokonaan uudet kylmäkalusteet, jolloin saadaan uusittua koko kylmäkalusto.

Valaistuksen vaihtaminen led-valaistukseen kannattaisi tehdä portaittain osasto kerrallaan, jotta muutostyö aiheuttaisi henkilökunnalle sekä myymälässä asioiville mahdollisimman vähän haittaa. Toinen mahdollisuus olisi korvata loisteputki led-putkella sitä mukaa, kun loisteputket tulevat käyttöikänsä päähän.

Energiatehokkuutta voitaisiin kiinteistössä parantaa ohjeistamalla henkilökuntaa valojen käytössä, jotta turhaa energiankulutusta ei syntyisi. Henkilökunnan voisi myös ohjeistaa tarkkailemaan kylmävarastojen ovia, jolloin kylmävarastojen kylmälaitteille ei syntyisi turhia tehopiikkejä. Henkilökunnalle voisi järjestää tiedotustilaisuuden, jossa käsiteltäisiin lyhyesti energiatehokkuuden parantamista ja yksilön vaikutusta energiatehokkuuteen.

Tilojen lämmitysenergian tarkastelulle ei tällä hetkellä ole tarvetta, sillä sisälämpötilaan vaikuttavat merkittävästi kannettomat kylmäkalusteet. Kun kylmälaitteet aikanaan vaihdetaan uusiin kannellisiin malleihin, olisi järkevää tehdä tilojen lämmityksen tarkastelu, jotta olisi mahdollista saada säästöjä lämmitysenergiankulutuksessa.

8 Pohdinta

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena selvittää K-Citymarket Seppälän kiinteistön energiankulutuksen nykytila ja suurimmat energiankulutuskohteet ja tätä kautta selvittää tarkastellun kiinteistön energiansäästömahdollisuuksia. Energian säästämisen lisäksi oli selvitettävä, miten energiaa voitiin säästää kiinteistössä ja kuinka suuria taloudellisia säästöjä energiankulutuksen vähentäminen toi. Energiansäästämistä varten oli mietittävä korvaavia ratkaisuja nykyisten energiaa kuluttavien järjestelmien tilalle, joten mahdollisten uudistusten investointikustannusten selvittäminen oli välttämätöntä. Hankintojen kannattavuuden arviointia varten oli selvitettävä investointien takaisinmaksuajat sekä arvioitava saavutettavien säästöjen suuruutta.

Tuloksina saatiin selvitettyä K-Citymarket Seppälän suurimmat energiankulutuskohteet ja niiden säästöpotentiaalit. Tuloksissa arvioitiin uudistusten investointikustannusten suuruutta, investointien takaisinmaksuajoja sekä hankintojen kannattavuutta. K-Citymarket Seppälän suurimmat sähköenergiankulutuskohteet olivat kylmäkalusteet sekä ilmanvaihto ja valaistuksen uusimisella saavutettiin suurin prosentuaalinen säästö. Saadut energiankulutuskohteiden osuudet kokonaisenergiankulutuksesta vaikuttivat järkeviltä. Myymälöissä elintarvikkeiden säilömiseen tarkoitettuja kylmäkalusteita on paljon ja ne kuluttavat jatkuvasti energiaa, joten kylmäkalusteiden sähköenergiankulutuksen osuuden pitäisi ollakin korkea. Laskennallisten säästöjen suuruuksissa voi olla eroja todellisuuteen, sillä esimerkiksi valaistusjärjestelmän uudistamiseen on mahdollista tehdä sopimuksia laitevalmistajien kanssa, jolloin investointikustannusten suuruudet sekä käytettävät lamput vaihtelevat.

Opinnäytetyössä onnistuttiin hyvin kartoittamaan kiinteistön energiankulutuskohteiden osuudet kokonaisenergiankulutuksesta sekä kehittämään säästötoimenpiteitä kohteissa, joilla oli suurimmat säästöpotentiaalit. Joidenkin tietojen tarkkoja arvoja ei ollut saatavilla, minkä takia esimerkiksi kylmäkalusteiden energiankulutuksen suuruus voi todellisuudessa olla muuta kuin tuloksissa todettu. Virhemarginaalin ei kuitenkaan pitäisi olla suuri, sillä arvoja verrattiin energiankulutustietojen tuntidataan ja kulutukset vaikuttivat järkeviltä.

Saatujen tulosten luotettavuuteen vaikutti suurissa määrin saatavilla olevien tietojen puutteellisuus. Investointikustannuksia varten tarvittiin laitevalmistajalta tai jälleenmyyjältä hintatietoja, mutta kaikkia uudistuksia varten näitä tietoja ei ollut saatavilla, jolloin tietoja piti etsiä verkkokaupoista. Opinnäytetyön yksittäinen suurin haaste oli saada K-Citymarket Seppälän energiankulutustiedot, sillä tietoja varten piti saada lupa kolmannelta osapuolelta ja samoihin aikoihin alkoi lomakausi, mikä hidasti tietojen saamista.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää tulevaisuudessa, kun K-Citymarket Seppälään tulee seuraava remontti, jonka yhteydessä vaihdetaan kalusteita ja tehdään muita muutoksia kiinteistössä. Opinnäytetyö on tällöin ohjeistuksena siihen, kuinka kiinteistöstä voitaisiin tehdä energiatehokkaampi. K-Citymarket Seppälässä on opinnäytetyön tekemisen aikana tultu siihen tulokseen, että led-valaistus on kannattavaa vaihtaa loisteputkivalaistuksen tilalle. Opinnäytetyön tekijä ja toimeksiantaja keskustelivat tästä asiasta, kun valaistus oli tarkastelun kohteena.

K-Citymarket Seppälän sisälämpötilojen tarkastelu olisi syytä tehdä, jotta tulevaisuudessa voitaisiin vähentää lämmitysenergiankulutusta ja sisälämpötila olisi sopivalla tasolla. Tätä ei kuitenkaan kannata tehdä ennen kuin kylmäkalusteet ovat kannellisia, sillä avonaiset kylmäkalusteet viilentävät tiloja. K-Citymarket Seppälään voisi myös ajatella aurinkosähköjärjestelmää, kun energiansäästötoimenpiteet ovat tehty. Näin saisi ostetun sähköenergian määrää vähennettyä.

Lähteet

2010 Ashrae Handbook: Refrigeration. 2010. Atlanta, GA: ASHRAE.

A 244/2009. Euroopan komission asetus lamppujen energiatehokkuudelle. Julkaistu Motivan sivuilla. Viitattu 17.11.2016.

[http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/euroopan_komission_asetus_\(n_o_244_2009\)_lamppujen_energiatehokkuudelle](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/vaikuta_hankinnoilla/valaistus/euroopan_komission_asetus_(n_o_244_2009)_lamppujen_energiatehokkuudelle)

Astianpesukoneiden energiankulutus. N.d. Viitattu 7.11.2016.

<http://www.keittotieto.fi/astianpesukoneiden-energiankulutus>

Energiakatselmus kannattaa. 2015. Motiva. Viitattu 22.11.2016.

http://www.motiva.fi/julkaisut/energiakatselmukset/energiakatselmus_kannattaa.1043.shtml

Energian loppukäyttö sektoreittain. N.d. Tilastokeskus. Viitattu 17.11.2016.

http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_ene_ehk/080_ehk_tau_118.px/table/tableViewLayout2/?rxid=2178ff2a-0e42-4a67-b55c-e6787fc826f6

Energiatehoka ilmanvaihto. 2015. Motiva. Viitattu 10.11.2016.

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

Euroopan unionin toiminta. 2016. Euroopan unionin verkkojulkaisu energiavoitteista. Viitattu 6.11.2016 https://europa.eu/european-union/topics/energy_fi

Hakala, P. & Kaapola, 2013. Kylmälaitoksen suunnittelu. 3. tark. p. Helsinki: Opetushallitus.

Harju, P. & Matilainen, V. 2005. LVI- tekniikka: Korjausrakentaminen. Helsinki: Opetushallitus: Suomen LVI-liitto.

Havukainen, R., Lehto, H., Leskinen, J. & Luoma, T. 2005. Fysiikka: 2-3, Lämpö; Aallot. 1.-4. p. Helsinki: Tammi.

Henkilöstötilat. N.d. Työturvallisuuskeskus. Viitattu 7.11.2016.

<http://ttk.fi/files/1607/Henkilostotilat.pdf>

Hietalahti, L. 2013. Sähkövoimatekniikan perusteet. Tampere: Tammertekniikka.

Khan, T. Q., Bodrogi, P., Vinh, Q. T. & Winkler, H. 2014. LED Lighting: Technology and Perception. Wiley-VCH.

Kylmäainepiiri. 2015. Rauman Kylmä rakenne Oy. Viitattu 17.11.2016.

<http://www.kylmarakenne.fi/Sivusto/Kylmaainepiiri.html>

Laskukaavat: lämmin käyttövesi. 2016. Motiva. Viitattu 10.11.2016

https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kaytovesi

Mäkinen, P. & Niskanen, T. 2010. Henkilöstötilat: Opas henkilöstötilasäädösten soveltamisesta työpaikoilla. Työturvallisuuskeskus.

Opas järkevään veden käyttöön. 2008. Mikalo Oy. Viitattu 7.11.2016.

<http://www.mikalo.fi/asukkaille/vedensaasto/>

RakMK D5. 2012. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D5. Ympäristöministeriö.

Viitattu 20.11.2016. https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/D5_2012.pdf

Sisävalaistus. 2016. Motiva. Viitattu 9.11.2016.

http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/valaistus/sisavaalaistus

Valaistus. 2015. Motiva. Viitattu 9.11.2016.

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/ostajan_opas/valaistus

Valaistus. 2016. Motiva. Viitattu 9.11.2016.

http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiankayton_tehostaminen/valaistus

Vastuullisuus. 2010. Keskon vuosikertomus 2010. Viitattu 21.11.2016.

<http://www.kesko.fi/static/vuosikertomus2010/fi/03-konserni/04-vastuullisuus.html>

Vedenkulutus. 2016. Motiva. Viitattu 10.11.2016.

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoja_energian_ja_vedenkulutuksesta/vedenkulutus