



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Taru Väyrynen

As Oy -kiinteistön energiatehokkuutta parantavat lämmitys- ja sähköntuotantojärjestelmät ja niiden vaikutus kiinteistön arvoon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

17.4.2020

Tekijä Otsikko	Taru Väyrynen As Oy -kiinteistön energiatehokkuutta parantavat lämmitys- ja sähköntuotantojärjestelmät ja niiden vaikutus kiinteistön arvoon
Sivumäärä Aika	50 sivua + 6 liitettä 17.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat	lehtori Sergio Rossi
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tehdä taloyhtiölle selvitys nykyisen lämmitysmuodon vaihtamisesta tai päivittämisestä energiatehokkaampaan ja elinkaarikustannuksiltaan edullisempaan lämmitysmuotoon. Samalla oli myös tarkoitus tutkia lämmitysenergiatoimenpiteen vaikutusta kiinteistön arvoon.</p> <p>Pohdittaessa mahdollisia vaihtoehtoja päätettiin lähteä selvittämään tarkemmin maalämmön, hybridilämmityksen sekä aurinkosähkön mahdollisuuksia ja hyötyjä. Näistä järjestelmistä pyydettiin budjettitarjoukset ja niistä saatuja tietoja käytettiin laskelmien ja arvioinnin pohjana.</p> <p>Maalämpö oli selvästi investoinneista kallein. Sen tuomat säästöt kustannuksissa kuitenkin ovat merkittäviä lasketulle elinkaarelle. E-lukuun pelkkä maalämpöjärjestelmä ei tuonut merkittävää parannusta. Maalämmön tuoma arvonnousu perustuu kustannuksien alenemiseen ja vihreän, omavaraisen energian tuomaan arvomielikuvaan.</p> <p>Hybridiratkaisuina käytettiin aurinkokeräimiä joko yhdistettynä nykyisen kaukolämpöjärjestelmän tai uuden maalämpöjärjestelmän rinnalle. Investointi toisi merkittäviä säästöjä sekä parannusta E-lukuun varsinkin maalämpöön yhdistettynä, mutta sen asennettavuuteen liittyvät seikat toivat lisäkysymyksiä. Hybridijärjestelmällä saataisiin nostettua kiinteistön arvoa niin kustannuksien säästöillä kuin arvomielikuvankin verran.</p> <p>Aurinkosähköpaneelit toivat jonkin verran säästöä kiinteistön sähkönkäytön kustannuksissa. Niiden vaikutus E-lukuun oli varsinkin maalämpöjärjestelmän kanssa melko merkittävä. Investointina aurinkosähköpaneelit eivät olleet laskelmien mukaan kovinkaan kannattavia. Aurinkosähköpaneelisiin investoiminen nostaisi kiinteistön arvoa lähinnä vihreämmän mielikuvan verran.</p> <p>Työn tuloksena todettiin, että maalämpöjärjestelmä olisi kannattavin kaikista vertailuista lämmitysjärjestelmistä.</p>	
Avainsanat	maalämpö, investointi, hybridilämmitys, aurinkosähköpaneelit, kiinteistön arvonnousu

Author Title Number of Pages Date	Taru Väyrynen Heating and Electrical Systems Increasing Energy Efficiency of Housing Company, and Their Effect on Value of Property 50 pages + 6 appendices 17.4.2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	Property management
Instructors	Sergio Rossi, Senior Lecturer
<p>The goal of this final year project was to study the effects of renovating a heating system with a more energy efficient and cost-effective system, as well as to establish how the renovation would affect the value of the property. The systems compared were geothermal energy, hybrid heating and solar panels. Offers on the systems were asked and the information was used in investment calculations and when estimating the profitability of the systems, and their effect on the value of the property.</p> <p>The most expensive investment was geothermal energy whose effect on the E-value of the building was insignificant. However, it increased the value of the property through cost savings and a greener image.</p> <p>The hybrid heating system added solar collectors either to the current district heating system or to a geothermal system. It saved costs and raised the E-value, especially with geothermal energy. However, the installation might be difficult. The property value would increase with a greener image.</p> <p>Solar panels would save energy and their effect on the E-value was significant. However, according to the investment calculations they were a poor option. They would raise the property value with the greener image.</p> <p>Geothermal energy was shown to be the most profitable heating system.</p>	
Keywords	geothermal energy, investment, hybrid heating system, solar panels, increase in property value

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät	2
3	Kiinteistön energiatehokkuutta parantavat lämmitys- ja sähköntuotantoratkaisut	2
3.1	Auringon hyödyntäminen	3
3.2	Ilma	4
3.3	Tuuli	5
3.4	Maa	5
3.5	Tarkasteltavat ratkaisut selvityksen kohteena olevaan kiinteistöön	7
4	Case: Tarkastelun kohteena oleva As Oy-kiinteistö	7
4.1	Nykyinen lämmitysjärjestelmä ja E-luku: Kaukolämpö	8
4.2	Maalämpöjärjestelmä	9
4.2.1	Asennus	10
4.2.2	Luvanvaraisuus	12
4.2.3	Vaikutus kiinteistön E-lukuun	14
4.3	Hybridilämmitysjärjestelmät	15
4.3.1	Kaukolämpö ja aurinkokeräimet	15
4.3.2	Maalämpö ja aurinkokeräimet	16
4.3.3	Asennus	17
4.3.4	Luvanvaraisuus	21
4.3.5	Vaikutus kiinteistön E-lukuun	22
4.4	Sähköntuotanto aurinkopaneeleilla	22
4.4.1	Asennus	23
4.4.2	Luvanvaraisuus	25
4.4.3	Vaikutus kiinteistön E-lukuun	25
4.5	Vertailu	26
5	Käyttö- ja investointikustannusten vertailu	30
5.1	Nykyinen kaukolämpöjärjestelmä	30

5.2	Maalämpöjärjestelmä	31
5.3	Hybridijärjestelmät	32
5.4	Aurinkosähköpaneelit	33
5.5	Yhteenvedo hankinta- ja ylläpitokustannuksista	34
5.6	Kassavirran nykyarvolaskelma DCF	35
5.6.1	Maalämpöjärjestelmä	36
5.6.2	Hybridijärjestelmät, kaukolämpö ja aurinkokeräimet	37
5.6.3	Hybridijärjestelmät, maalämpö ja aurinkokeräimet	38
5.6.4	Kaukolämpö ja aurinkosähköpaneelit	39
5.6.5	Maalämpö ja aurinkosähköpaneelit	40
5.7	Vertailu	41
6	Kiinteistön arvonnousu eri vaihtoehdoilla	42
6.1	Kiinteistön arvo	42
6.2	Energiatoimenpiteen vaikutus kiinteistön arvoon	43
6.3	Vertailu	44
7	Pohdinta	45
	Lähteet	47
	Liitteet	
	Liite 1. Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö	
	Liite 2. Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu	
	Liite 3. Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu ja aurinkokeräimet	
	Liite 4. Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö ja aurinkokeräimet	
	Liite 5. Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu ja aurinkosähköpaneelit	
	Liite 6. Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö ja aurinkosähköpaneelit	

Lyhenteet

COP	Maalämpöpumpun lämpökerroin
DCF	Discounted cash flow, diskontattu kassavirta
E-luku	Energiatehokkuusluku
kWp	Kilowattipiikki
LTO	Lämmöntalteenotto
MLP	Maalämpöpumppu
PILP	Poistoilmalämpöpumppu

1 Johdanto

Nykyajan rakentamisessa ja asumisessa vihreät arvot ja ympäristöystävällisyys ovat nousussa. Jo rakennusvaiheessa pohditaan enemmän ja enemmän sitä, minkälaisen hiilijalanjäljen rakentaminen ja valmiissa rakennuksessa asuminen aiheuttaa ja pohditaan myös sitä, miten saataisiin asumisen kulut pysymään mahdollisimman pieninä ja miten saataisiin kiinteistö säilyttämään arvonsa mahdollisimman hyvin ja jopa nostamaan arvoaan ajan kuluessa.

Olemassa olevissa rakennuksissa ei pystytä ilman massiivisia uudelleenrakennustoimenpiteitä kovin paljoa vaikuttamaan siihen, millaisista rakennusmateriaaleista talo on rakennettu tai kuinka paksut eristeet talossa on, mutta yksi asia on hyvinkin merkittävä ja osin kiinteistön talotekniikasta riippuen suhteellisen helposti toteutettavissa oleva kiinteistön energiatehokkuutta ja ympäristöä huomioiva tekijä: oikeanlainen ja kustannustehokas lämmitysjärjestelmä.

Tämä työ sai aiheensa Järvenpäässä sijaitsevalta vuonna 2015 rakennetulta rivi- ja luhtitaloyhtiöltä. Yhtiössä on tällä hetkellä käytössä kaukolämmitysjärjestelmä ja vesikiertoinen lattialämmitys. Jokaisessa huoneistossa on vielä LTO-laite parantamassa energiatehokkuutta.

Työn tarkoituksena on luoda taloyhtiölle selvitys siitä, miten nykyisen kaukolämmön vaihtaminen maalämpöön tai hybridiratkaisuun, jossa yhdistyvät joko kaukolämpö sekä aurinkokeräimet tai maalämpö sekä aurinkokeräimet, vaikuttaisivat yhtiön rakennusten energiatehokkuuteen ja sitä kautta E-lukuun, lämmityskustannuksiin sekä kiinteistön arvoon. Työssä kartoitetaan myös sitä, millaiset kustannukset ja takaisinmaksuajat investoinnista koituisi. Maalämmön ja hybridin ohella selvitetään myös aurinkosähköpaneelien hyöty ja kustannukset. Aurinkosähköä voisi hyödyntää lämmitysjärjestelmän sekä kiinteistön muun sähkönkäytön kulutusta tasoittamaan.

Taloyhtiössä on 30 asuntoa, 10 isompaa ja 20 pienempää luhtiasuntoa. Kiinteistöllä on käytössään yksi tekninen tila, jossa tällä hetkellä on kaukolämpölaitteistot ja sähkötaulut. Kovin isoa tilaa ei ole käytössä. Uudet lämpöpumput tarvitsevat mahdollisesti enemmän

tilaa, joten mahdollisesti pitäisi selvittää nykyisen tilan laajentamista seinän toisella puolella olevaan häkkivarastotilaan. Aurinkokeräimet ja aurinkosähköpaneelit voisi asentaa nykyisen talousrakennuksen katolle, jonka teknisessä tilassa nykyinen kaukolämpölaitteistokin sijaitsee sekä mahdollisesti viereisen luhtitalon katolle, joka voisi olla ilman-suunnaltaan vielä parempi ratkaisu.

Työssä selvitetään myös asennustavat sekä lupa-asiat. Maalämmön rakentaminen kaivojen porauksineen vaatii yleensä aina toimenpideluvan. Tulee myös selvittää, missä nykyiset kiinteistön talotekniikkaan liittyvät rakennelmat sijaitsevat maan alla, ettei niihin törmätä kaivoja porattaessa. Aurinkokeräimiä ja aurinkosähköpaneeleita varten tulee selvittää rakenteiden kantavuus, koska järjestelmät voivat olla hyvinkin painavia.

2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä on käytetty investointilaskelmia, joiden perustana on käytetty nykyisen järjestelmän toteutuneita vuosikulutustietoja sekä vaihtoehtoisen järjestelmien investointikuluja ja vuosittaisia arvioituja käyttökustannuksia. Investointikustannuksia varten on pyydetty tarjoukset eri järjestelmien toimittajilta niiden hankintakustannuksista. Investointilaskelmissa on arvioitu myös investoinnin takaisinmaksuaikaa.

Työssä vertaillaan järjestelmien asennuksen helppoutta, kustannusvaikutuksia, vaikutusta E-lukuun sekä vaikutusta kiinteistön arvoon toisiinsa nähden. E-luku-laskelmat on tehty laskentapalvelut.fi sivustolla olevalla E-luku-laskurilla.

3 Kiinteistön energiatehokkuutta parantavat lämmitys- ja sähköntuotantoratkaisut

Energiaa rakennukseen voidaan saada ensisijaisesti rakennuksen ulkopuolelta aurinkosta, ilmasta, tuulesta, maasta ja vedestä. Toissijaiseksi lämmönlähteeksi voidaan lukea ensisijaista lämmönlähdettä tukeva lämmitysmuoto, esimerkiksi takka, jonka tuottamalla lämmöllä voidaan pienentää ensisijaisen lämmitysjärjestelmän energiantarvetta [1, s. 8]. Niin sanotusti toissijaisesti energiaa voidaan ottaa myös rakennuksen sisältä eri lähteistä syntyvästä hukkalämmöstä eli lämpöhäviöistä, kuten lämmitysjärjestelmien

tuottamasta lämmöstä, auringon säteilyn tuottamasta lämmöstä, sähkölaitteiden ja ihmisten tuottamasta lämmöstä ja näiden kautta poistoilmasta tai jätevedestä lämmöntalteenotolla.

Riippuen kiinteistöstä ja sen lämmönjakotavasta, näiltä kaikilta osa-alueilta voidaan valita kiinteistön energiatehokkuutta parantavia järjestelmiä. Nykyisessä kiinteistössä on kaukolämpö ja lämmönjakojärjestelmänä vesikiertoinen lattialämmitys sekä ilmanvaihdon yhteydessä poistoilman lämmöntalteenotto. Kiinteistöön sopivia energiatehokkuutta parantavia järjestelmiä ja näitä tukevia ratkaisuja löytyy kaikilta eri osa-alueilta; auringosta, ilmasta, tuulesta, maasta ja jopa vedestä. Rakennuksen eri huoneistoissa voidaan mennä mahdollisesti vielä pidemmälle huoneistokohtaisilla energiaratkaisuilla, mutta kustannustehokkaasti ajateltuna paras lähtökohta on kiinteistön yleisen järjestelmän energiatehokkuuden parantaminen.

3.1 Auringon hyödyntäminen

Motivan mukaan auringosta saadaan myös Suomen leveysasteilla yllättävän paljon talteen otettua energiaa. Suomessa aurinkoenergian hyödyntämisen kausi rajoittuu helmikuusta marraskuuhun. [2.]

Auringosta saadaan lämpöenergiaa joko passiivisesti tai aktiivisesti ja sähköä erilaisin keräimin. Passiivinen aurinkoenergian hyödyntäminen tarkoittaa sitä, että rakennus kerää energiaa ja lämpö varastoituu sen rakenteisiin [3, s. 55]. Aurinkoenergian aktiivinen hyödyntäminen tarkoittaa sitä, että auringon energiaa otetaan talteen erilaisin taso- tai putkikeräimin. Aurinkokeräin kerää tai vastaanottaa auringon säteilyä ja muuttaa sen lämmöksi, jota voidaan kuljettaa riippuen keräimestä ilman tai nesteen mukana joko lämpövarastoon, esimerkiksi varaajaan, tai suoraan käyttöön [3, s. 80].

Auringosta voidaan ottaa talteen energiaa myös aurinkosähköjärjestelmällä. Tässä kiinteistössä aurinkoenergian hyödyntäminen voisi olla harkitsemisen arvoinen vaihtoehto, koska sen järjestelmät ovat helposti yhdistettävissä esimerkiksi jo olemassa olevaan lämmitysjärjestelmään.

3.2 Ilma

Ilmasta energiaa voidaan ottaa talteen erilaisilla lämpöpumpuilla ja lämmöntalteenotto-laitteilla. Ulkoilmasta huoneilmaan lämpöä siirtävä lämpöpumppu eli tuttavallisemmin il-malämpöpumppu, sisältää ulkoyksikön höyrystinpatterilla ja kompressorilla sekä sisäyk-sikön lauhduttimella, suodattimella, puhaltimella ja ohjausautomaatiolla [4, s. 64]. Tämä soveltuu lähinnä huoneistokohtaiseen lämmitykseen. Vanhemmissa sähkölämmittei-sissä kiinteistöissä tämä onkin yksi hyvä tapa lämmittää asuntoja sähkölämmityksen ohella.

Ulkoilmasta lämpöä lämmitysjärjestelmän veteen siirtävä lämpöpumppu soveltuisi hyvin esimerkiksi öljylämmityksen oheen [4, s. 64]. Ilma-vesilämpöpumpun huonona puolena on se, että sen lämmityskyky talvella rajoittuu vain noin -10 °C :n pakkasrajaan asti, minkä jälkeen tarvitaan muita korvaavia ja täydentäviä lämmitystapoja [5, s. 53]. Perälän mukaan ilma-vesilämpöpumpun toiminta loppuu kokonaan, kun saavutetaan pakkaslu-kema -25 °C [6, s. 37].

Poistoilmalämpöpumppu eli PILP ottaa poistoilmasta lämpöä lämpöpumpun avulla pu-dottaen poistoilman lämmön noin 0 °C :seen ja siirtää sen putkiston avulla joko lämmitys-järjestelmään ja/tai käyttöveteen [4, s. 64].

Poistoilman lämmöntalteenottoa voidaan hyödyntää myös ilmavaihdossa lämmöntal-teenottolaitteilla. Tällöin ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottolaite eli LTO ottaa pois-toilmasta lämpöä ja lämmittää sillä sisään puhallettavaa tuloilmaa. Tässä kiinteistössä mahdollista olisi siis parantaa energiatehokkuutta korvaamalla nykyiset lämmöntalteen-ottolaitteet paremman hyötysuhteen omaavilla laitteilla, mutta nykyisten laitteiden ollessa sen verran elinkaarensa alkuvaiheessa ei vaihtaminen olisi kustannustehokkaasti järke-vää. Tämän lisäksi olisi mahdollista hyödyntää poistoilmalämpöpumppua esimerkiksi kiinteistön teknisessä tilassa, jossa hukkalämpöä syntyy suuria määriä kaukolämpölait-teiston ja muiden kiinteistön järjestelmien toiminnan seurauksena. Kyseisen kiinteistön teknisessä tilassa ei ole koneellista ilmanvaihtoa, jonka poistoilmalämpöpumppu vaatii, joten tämän asennus tarvitsisi ilmanvaihtoremontin.

3.3 Tuuli

Tuulivoima on Suomessa vielä melko uusi asia. Tärkein seikka tuulivoimalan hankinnalle on sijainti [7, s. 97]. Toisin sanoen kysymys kuuluu: Tuuleeko tarpeeksi?

Tuulivoimaloita on nykyään mökeillä ja omakotitaloissa, mutta periaatteessa mikä tahansa taloyhtiö voi hankkia oman tuulivoimalansa. Tuulivoimaa voidaan käyttää joko suoraan sähköntuottoon tai lämmitykseen, jos kiinteistössä on vesikiertoinen lattialämmitys. [7, s. 100–101.] Tuulisähköä voitaisiin käyttää kiinteistösähkönkulutuksen osana esimerkiksi valaistuksessa tai lämmitysjärjestelmän tarvitseman sähkönkulutuksessa. Tuulisähköllä voitaisiin lämmittää käyttövettä, kun sähköllä lämmitettäisiin varaajaa.

Nykyinen kiinteistö sijaitsee alueella, jossa tuulee todella paljon aukean maaston ansiosta, joten tuulivoima voisi olla varteenotettava vaihtoehto osana taloyhtiön taloteknistä järjestelmää. Jos tuulivoiman vielä yhdistäisi aurinkoenergiajärjestelmiin, jotka hyödyttäisivät eniten kesäaikaan ja tuulivoima kompensoisi aurinkoenergian vajetta talvisiin, jolloin tuulee enemmän, tilanne olisi otollinen. Todennäköisen kaupungin kaava-alueella oman pientuulivoimalan perustaminen kaatuisi rakennusvalvonnan kieltoon, koska tuulivoimalat olisivat melko massiivinen ja näkyvä rakennelma nykyisellä tontilla. Tontilla olisi toki tilaa muutamalle myllylle, joita nykyään on siipirasmailien lisäksi saatavana sylinterimäisinä pystymalleina, jotka ovat tehokkaampia varsinkin kaupunkioissa [7, s. 97].

3.4 Maa

Maalämpöä saadaan maaperään, kallioon tai veteen varastoituneesta aurinkoenergiasta. Syvemmissä maalämpökaivon osissa saadaan lämpöä maapallon ytimen kallioon johtuvasta fissioenergiasta ja lämpimistä pohjavesivirtauksista. [8.]

Lämmönkeruutapoja maalämpöjärjestelmässä ovat maahan sijoitettava lämmönkeruupiiri, lämpökaivo sekä vesistöön upotettava lämmönkeruupiiri. Maahan sijoitettava lämmönkeruupiiri asennetaan noin metrin syvyydelle maahan. Maalämpökaivo porataan syvälle maaperään tai kallioon saakka. Lämmönkeruupiirin asennuskustannukset ovat edullisemmat kuin lämpökaivon, mutta lämpökaivo mahtuu pienellekin tontille. Vesistöön

upotettava lämmönkeruupiiri vaatii aina vesistön läheisyyden eli rantatontin ja lämmönkeruupiiri on ankkuroitava vesistön pohjalle. Lämmönkeruu tapahtuu muoviputkistolla, jossa kiertää jäätymätön vesi-alkoholiseos. [6, s. 59.] Suhteellisen uutena ja vain uudisrakentamiseen soveltuvana ratkaisuna on markkinoille tullut myös energiapaalu, joissa lämmönkeruuputkisto upotetaan maatöiden yhteydessä tehtävien paalutusten osana teräspaalujen sisään [9].

Maaperästä saadaan lämpöä ympäri vuoden ja muutama ensimmäinen metri maanpinnan alapuolella pysyy melko tasalämpöisenä ympäri vuoden. Talvisin maaperän lämpö pysyy yleisesti noin 10–16 °C:n tietämällä. Geotermisellä lämpöpumpulla tämä lämpö saadaan nostettua maaperästä rakennuksen sisälle. Toisaalta taas kesällä järjestelmä saadaan toimimaan toisinpäin ja pumppu voi siirtää rakennuksesta lämpöä maaperään, joka toimii lämpövarastona. Näin saadaan maalämpöpumppu viilentämään rakennusta kesäisin. [5, s. 29.] Maalämpöjärjestelmän kapasiteetti kannattaa kuitenkin mitoittaa hieman pienemmäksi kuin rakennuksen suurin lämmöntarve ja tuottaa loppuosa lämmöstä täydentävällä lämmitystavalla, esimerkiksi sähkövastuksilla tai varaavalla tulisijalla. Näin saadaan maalämpöpumppu toimimaan koko ajan tehokkaimmalla toiminta-alueellaan ja voidaan investoida tehoiltaan hieman pienempään pumppuun, joka on hinnaltaankin edullisempi. [6, s. 35.]

Maalämpöjärjestelmä voidaan asentaa sellaiseen kohteeseen, jossa on jo käytössä vesikiertoinen lattialämmitys tai radiaattorilämmitys. Lattialämmityksessä kiertoveden lämpötilaksi riittää noin +30 °C, koska haaleakin lattia lämmittää tiloja tarpeeksi. Vesikiertoisella radiaattorilämmityksellä maalämpöpumpun lämpökerroin heikkenee, kun patteriverkostossa oleva veden lämpötilan on oltava korkeampi. [6, s. 35.]

Kuten moni muukin lämmitysjärjestelmä, myös maalämpöjärjestelmä tarvitsee sähköä toimiakseen ja sen tuottamasta lämpöenergiasta noin kolmasosa on tuotettu sähköllä ja 2/3 on maaperästä maalämpöpumpulla talteen otettua uusiutuvaa energiaa [8]. Sähkönkulutuksesta huolimatta, maalämpöjärjestelmä leikkaa lämmityskustannuksia jopa 35–70 %. Maalämpöpumpun maasta ottama lämmitysenergia on ilmaista energiaa. Investoinnin kannattavuus siis houkuttelee jo siinäkin mielessä, että energian hinnan nousut eivät vaikuta lämpöpumpun loppukäyttäjään ja investointi nostaa kiinteistön arvoa [5, s. 47]. Toki investointikustannuksen tällaiselle järjestelmälle ovat suuremmat, kuin jonkin

perinteisemmän järjestelmän asentaminen, mutta ilmaisen energian vuoksi maalämpöjärjestelmä maksaa itsenä takaisin yleensä noin 5–10 vuoden kuluessa [5, s. 31].

3.5 Tarkasteltavat ratkaisut selvityksen kohteena olevaan kiinteistöön

Tässä työssä tarkemmin tarkasteltaviksi vaihtoehdoiksi valikoituivat maalämpö, aurinkokeräimet joko maalämmön tai kaukolämpölaitteiston lisänä sekä aurinkosähköpaneelit. Näiden järjestelmien toteutus nykyiseen kiinteistöön ovat toteutettavuudeltaan ja asennettavuudeltaan sekä investointikustannuksiltaan realistisimmat vaihtoehdot.

4 Case: Tarkastelun kohteena oleva As Oy-kiinteistö

Taloyhtiö [kuva 1] on rakennettu vuonna 2015. Kiinteistössä on 30 asuinhuoneistoa, joista 20 on kaksikerroksisessa luhtitalossa olevia yksiöitä ja loput 10 isompia yksitasoisia rivitaloasuntoja 3h–6h+k. Talo on puurakenteinen. Se on rakennettu paaluperustuksen päälle tuulettuvalla alapohjalla. Talotekniset järjestelmät käsittävät kaukolämpölaitteiston, vesikiertoisen lattialämmityksen, huoneistokohtaisen ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla. Sähkötekniikka sijaitsee kiinteistön teknisessä tilassa kaukolämpölaitteiston kanssa samassa tilassa. Lämmitettyä nettoalaa kiinteistössä on 1 497 m² + talousrakennus 96,6 m². Kiinteistön lämmitysenergiatarve vuonna 2018 on ollut noin 200 MWh ja sähkön kulutus noin 15 141 kWh.



Arkkitehtitoimisto Jorma Paloranta Oy

Kuva 1. Arkkitehtikuva kohteesta.

4.1 Nykyinen lämmitysjärjestelmä ja E-luku: Kaukolämpö

Kaukolämpö on rakennusten ja käyttöveden lämmittämiseen tarvittavan lämmön keskitettyä tuotantoa ja julkista jakelua asiakkaana oleville kiinteistöille ja sen siirtoaineena on yleensä vesi tai höyry [10, s. 25].

Kaukolämpö on polttoaineesta riippuen hyvin ympäristöystävällinen ja energiatehokas vaihtoehto kiinteistön lämmitysmuodoksi. Tällä hetkellä taloyhtiön käyttämästä kaukolämmöstä aiheutuva hiilijalanjälki on toimittaja Fortumin mukaan 0 g CO₂/kWh ja Järvenpään osalta 76,5 % kaukolämmöstä tuotetaan biopolttoaineilla, 14,1 % maakaasulla, 8,9 % turpeella ja 0,5 % polttoöljyllä.

Kaukolämpöjärjestelmä kiinteistössä koostuu lämmönjakokeskuksesta, jossa on lämmönsiirrin. Lämmönsiirrin siirtää kaukolämpöveden energian esimerkiksi kierukan välityksellä talon omaan lämmitysveteen. Käyttövedelle on yleensä erikseen toinen lämmönsiirrin. [7, s. 81.] Kaukolämpölaitteisto tarvitsee oman teknisen tilansa laitteiston ison tilantarpeen vuoksi.

Kaukolämpöä saadakse taloyhtiön on liityttävä kaukolämpöverkkoon. Tämä ei ole joka paikassa mahdollista, jos rakennettua kaukolämpöverkostoa ei ole lähellä saatavilla. Kaukolämpöön voidaan liittyä esimerkiksi ns. avaimet käteen -tyyppisellä sopimuksella tai solmimalla sopimuksen kaukolämpöyhtiön kanssa lämpösopimuksesta, urakoitsijan kanssa kaukolämmön asentamisesta ja lämmönjakokeskuksen toimittajan kanssa laitteiston toimittamisesta. [7, s. 81–82.]

Kaukolämmön investointikustannukset ovat yleensä noin 8 000,00–12 500,00 euroa riippuen paikkakunnasta [7, s. 83]. Lämmön hinnoissakin voi olla paikkakuntaakohtaisia eroja ja lämmön hinnat eivät ole ainakaan laskusuunnassa. Kaukolämmitykselle on ominaista, että sitä varten organisoitu toiminta on puhtaasti liiketoimintaa [10, s. 25]. Tämä aiheuttaa myös riskin hintojen kasvulle tulevaisuudessa, varsinkin jos kaukolämmitysmuodon uhat, joita ovat muun muassa epäterve kilpailu sekä epäterve sääntely, lisääntyvät [10, s. 25].

Kiinteistön lämmitysenergian käyttö kaukolämmöllä on vuoden 2018 kulutustietojen mukaan 35,8 kWh/12 kk/m³ eli noin 200 MWh/12 kk ja rakentamisvaiheessa laaditussa energiatodistuksessa neljän asuinrakennuksen osalta E-luku on 146–150 ja sitä vastaava energialuokka C. Kyseiset energiatodistukset on laskettu vuoden 2013 määräysten mukaisesti. Tässä työssä tarkastellaan energiatodistusta talon B osalta. Kun lasketaan energiatodistus talolle B vuoden 2018 määräyksillä, saadaan E-luvuksi 101 ja energialuokaksi B [liite 1].

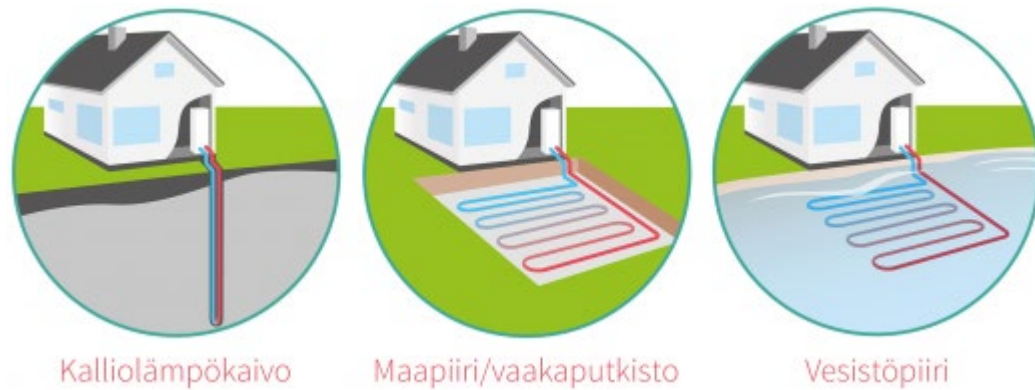
Talusrakennukselle ei ole laskettu omaa energiatodistusta. Kiinteistön kaukolämmityskustannukset ovat olleet vuonna 2018 noin 16 900,00 euroa. Näitä lukemia olisi tarkoitus parantaa joko päivittämällä nykyistä järjestelmää tai vaihtamalla se kokonaan uuteen, parempaan ja energiatehokkaampaan järjestelmään.

4.2 Maalämpöjärjestelmä

Maalämpöjärjestelmään kuuluvat maalämpöpumppu, joka voi olla varustettu varaajalla sekä lämmönkeruuputkisto, joka on asennettu joko lämpökaivoon, vesistöön tai pihalle alueelle lämmönkeruupiiriksi. Lämmönjako tapahtuu vesikiertoisen lattialämmityksen tai patteriverkoston avulla [6, s. 35].

4.2.1 Asennus

Asennustapoja ovat porakaivo, maapiiri sekä vesistöpiiri [kuva 2]. Jos uudisrakentamisessa joudutaan paaluttamaan, voidaan hyödyntää niin sanottuja energiapaaluja, jolloin teräspaalujen sisään asennetaan lämmönkeruuputki ja teräspaalu betonoidaan [9].



Kuva 2. Maalämmön keruupiirien asennustavat [11].

Tässä käsitellään tarkemmin lämpökaivon rakentamista, koska se on tämän kiinteistön kaava-alueella ainut mahdollinen vaihtoehto.

Prosessi alkaa siitä, kun tontille tuodaan pora [kuva 3] sekä kompressori, putket, keruuletkut sekä jäänestoaine. Pora, joka kulkee telaketjuilla, ajetaan porauspaikalle. [34.]



Kuva 3. Maalämpökaivon porauslaitteisto [34].

Maalämpökaivoa porattaessa maahan porataan samalla teräsputket, joiden tehtävä on suojella porakaivoa maaperän sortumilta ennen kuin kallio saavutetaan. Maalämpökaivon poraus suoritetaan käyttäen 140 mm paksua porakruunua, joka vaihdetaan 115 mm paksuun, kun kallio saavutetaan. [34.]

Porauksen jälkeen porakaivoon lasketaan koneen avulla keruuputkisto, joka on täytetty lämmönkeruuliuksella, joka koostuu yleensä 70 % vedestä ja 30 % etanolista [kuva 4].



Kuva 4. Keräysletkun asennus [34].

Maalämpökaivon porauksen yhteydessä voidaan kokonaispalveluna viedä keruuletku tilaan, jonne lämpöpumppu asennetaan [kuva 5]. Tätä ennen maalämpökaivon keruuputki hitsataan kiinni eristettyyn letkuun, joka kaivetaan maan alle. Tämä letkun pää viedään sitten kiinteistön tekniseen tilaan, jossa lämpöpumpun asentaja kytkee letkun lämpöpumppuun. [34.]



Kuva 5. Keräysletkun veto tekniseen tilaan [34].

Lopuksi porauksen suorittaja siistii paikat, tekee jälkitarkastuksen ja antaa asiakkaalle raportin maalämpökaivon porauksesta [34]. Kunnan rakennusvalvonta tekee myös tarkastuksen porareistä sekä asennuksesta.

4.2.2 Luvanvaraisuus

Maalämpöjärjestelmän asentaminen on aina luvanvaraista toimintaa. Vuoden 2015 toukokuusta lähtien maalämpöjärjestelmän asentamiselle on tarvittu toimenpidelupa kohdekunnan teknisestä toimesta. Luvan saamiseksi täytyy varmistaa muun muassa maanlaiset rakenteen taajama-alueella, pohjavesialueet ja suojaetäisyydet muihin rakennuksiin, tonttirajoihin ja muiden rakennusten kaivoihin. Vesistöön asennettaessa tarvitaan vesialueen omistajan lupa. Näiden lisäksi on hyvä olla lisäksi yhteydessä kiinteistön sähkönsiirrosta vastaavaan yhtiöön ja selvittää, tarvitseeko kiinteistön sulakekokoa muuttaa. [8.]

Järvenpään kaupunki ohjeistaa omissa ohjeissaan [12] koskien maalämpöjärjestelmän asennusta seuraavaa; kaupunki- ja asemakaava-alueella energiakaivo on yleensä ainut soveltuva lämmönkeruutapa, koska maapiirin vaatima tila on noin 1 000–2 000 m² ja sen päälle ei voi rakentaa rakennuksia. Maapiiri ei myöskään sovellu aurattaville alueille.

Kohteena olevan kiinteistön tontilla ei olisi tarpeeksi rakentamatonta tai auraamatonta aluetta, jotta maapiirin voisi asentaa. Myöskään vesistöä ei ole lähettyvillä, joten tässä tapauksessa energiakaivo olisi ainut vaihtoehto.

Energiakaivon etäisyyksistä muihin kohteisiin annetaan ohjeessa [12] selkeät mitat:

- toiseen kaivoon nähden 15 m
- porakaivoon nähden 40 m
- rengaskaivoon nähden 20 m
- rakennukseen nähden 3 m
- tontin rajaan nähden 7,5 m
- kiinteistökohtaiseen jäteveden puhdistamoon nähden 20–30 m riippuen veden laadusta
- ja 3 m omiin viemäri- ja vesiputkiin sekä 5 m naapurin putkiin nähden.

Maalämpöjärjestelmän rakennuslupaa varten tarvitaan ohjeistuksen mukaan [12] seuraavat asiakirjat:

- karttaote ja omistusoikeusselvitys
- valtakirja, jos hakijana muu kuin rakennuspaikan haltija
- pöytäkirjaote, jos hakijana on asunto-osakeyhtiö

- tiedot maalämmön suunnittelijasta ja erityisestä työnjohtajasta
- selvitys keruuputkistossa käytettävän lämmönsiirtoaineen ja sen lisäaineiden koostumuksesta sekä määrästä
- asemapiirros, johon on merkitty porareian etäisyys tontin rajasta ja porauskulma
- sekä maalämpöjärjestelmän liitelomake.

Työn valmistuttua kaupunginmittausyksikkö tulee varmentamaan porareian sijainnin sijaintikatselmuksella. Työnjohtajan tulee tilata loppukatselmus, jossa voidaan todeta, että työ on suoritettu rakennusluvan ehtojen mukaisesti. Lopuksi työnjohtaja luovuttaa tarkastusasiakirjan tai porausraportin kaupungin rakennusvalvontaan arkistoitavaksi. [12.]

Kaupunki ohjeistaa maalämpöjärjestelmän hankinnassa myös ympäristö- ja terveyshaittojen osalta. Lämmönsiirtoainetta vaihdettaessa täytyy vanhaa ainetta käsitellä ongelmajätteenä. Lämmönsiirtoaineen tulee olla ympäristölle mahdollisimman haitatonta mahdollisten vuotojen varalta. Erityistä tarkkuutta vaaditaan pohjavesialueen läheisyydessä, koska vuodot voivat pilata pohjaveden, mutta myös energiakaivon poraaminen voi aiheuttaa kalliopohjaveden eri kerrosten sekoittumisen, muuttaa pohjaveden virtauksia sekä vaikuttaa pohjaveden laatuun ja määrään. Energiakaivoa porattaessa syntyy myös paljon lietettä, joka koostuu vedestä ja kiintoaineesta sekä karkeaa kiviainesta. Ne tulee käsitellä niin, ettei ympäristölle tai naapureille aiheudu niistä haittaa. [12.]

4.2.3 Vaikutus kiinteistön E-lukuun

Maalämpötarjouksesta saaduilla tiedoilla voitiin laskea rakennuksille uusi E-luku käyttäen laskentapalvelut.fi E-lukulaskuria. Maalämpöjärjestelmällä E-luku määräytyy maalämpöpumpun sähkön kulutustietojen mukaan. Laskentapalveluiden E-lukulaskurissa valitaan kiinteistön tilojen ja käyttöveden lämmitykseen maalämpöpumppu ympäristöministeriön laskentaohjeen taulukkoarvoilla. E-luvuksi saadaan tällöin 89, joka vastaa energialuokkaa B [liite 2].

4.3 Hybridilämmitysjärjestelmät

Hybridilämmitysjärjestelmän toiminta perustuu siihen, että kaksi tai useampi eri kiinteistön lämmitysjärjestelmää vuorottelevat eri vuodenaikana tai vuorokaudenaikana hyödyntäen eri lämmitysjärjestelmien parhaat puolet ja olosuhteet [13]. Ne voivat toimia rinnan myös samanaikaisesti, jolloin esimerkiksi aurinkokeräimellä lämmitetään käyttövettä ja kaukolämmöllä kiinteistön lämmitykseen käytettävää vettä, ja jos aurinkokeräimien lämmitysteho ei riitä, vajaalämpöiseksi jäänyt käyttövesi voidaan lämmittää loppulämpötilaan kaukolämmöllä.

Kuten sanottu, käyttöveden lämmityksessä voidaan hyödyntää aurinkokeräimiä, joilla voidaan saada jopa 45 % vuotuisesta käyttöveden lämmitysenergiatarpeesta [4, s. 63]. Maalämpöön voidaan yhdistää rinnakkaislämmitysjärjestelmä ja se onkin oikeastaan suositeltavaa, koska maalämpöpumppu kannattaa yleensä mitoittaa toimimaan osatehoisesti, jotta saadaan pumpusta paras hyötysuhde irti. [8.]

4.3.1 Kaukolämpö ja aurinkokeräimet

Aurinkolämpöä kannattaa hyödyntää kaukolämpöjärjestelmän rinnalla niin, että aurinkolämmöllä lämmitetään käyttövettä, jota voidaan aurinkolämmöllä tuottaa jopa puolet kiinteistön lämpimän käyttöveden tarpeesta [14].

Aurinkolämmöllä voidaan vaikuttaa varsinkin aurinkoisen ajanjaksoon ajoittuvaa energiankulutukseen perustuvaan energialaskutuksen osaan, mutta se ei vaikuta kiinteistön tarvitsemaan kaukolämpötehoon [15].

Aurinkokeräinten liittämisesä kaukolämpöjärjestelmään on se ongelma, että suuri osa kaukolämmön toimittajista hinnoittelee kaukolämmön jo kausikohtaisesti, jolloin juuri aurinkoisena kesäaikana kaukolämmön hinnat ovat alhaisemmat ja aurinkolämmön säästöistä ei saada niin hyvää hyötyä. Taas vastaavasti talvikaudella kaukolämmön kulutus huippu säilyy ennallaan, koska aurinkoenergian tuoton määrä pimeään aikaan on niin vähäinen. [15.]

Hyvä puoli aurinkokeräinten asentamisessa kaukolämmön yhteyteen on siinä, että aurinkokeräinten huoltotarve on hyvin vähäinen ja niiden arvioitu käyttöikä on jopa yli 30 vuotta. Järjestelmä toimii myös lähes automaattisesti. Se on teknisesti todella toimintavarma. Kaikki energia, joka aurinkokeräimistä saadaan, on lähes ilmaista energiaa ja ainut vaikuttava asia onkin järjestelmän investointikustannus. [14.]

Aurinkokeräinten kannattavuus kaukolämmön rinnalle kyseiseen kiinteistöön pitääkin selvittää takaisinmaksuajan ja investoinnin nykyarvon kautta.

4.3.2 Maalämpö ja aurinkokeräimet

VTT:n koordinoimassa DESY-projektissa havaittiin, että maalämpö yhdistettynä aurinkokeräimiin osoittautui hyötysuhteeltaan ja elinkaarikustannuksiltaan tehokkaimmaksi hybridilämmitysratkaisuksi. Maalämpöpumpun ostosähkön tarvetta on projektin tutkimuksen mukaan kannattavaa pienentää aurinkoenergialla, jota hyödynnetään joko lämpönä tai sähköinä. Erityisesti aurinkolämpö osoittautui tutkimuksessa kannattavaksi maalämmön rinnalla arvioitaessa investointien kannattavuutta. [16; 17.]

Aurinkokeräimet voidaan kytkeä maalämpöjärjestelmään rinnakkaislämmitysjärjestelmäksi parantamaan maalämmön hyötysuhdetta ja tehoa. Maalämmön keruupiiriä voidaan käyttää myös aurinkokeräinten lämpövarastona. [18.]

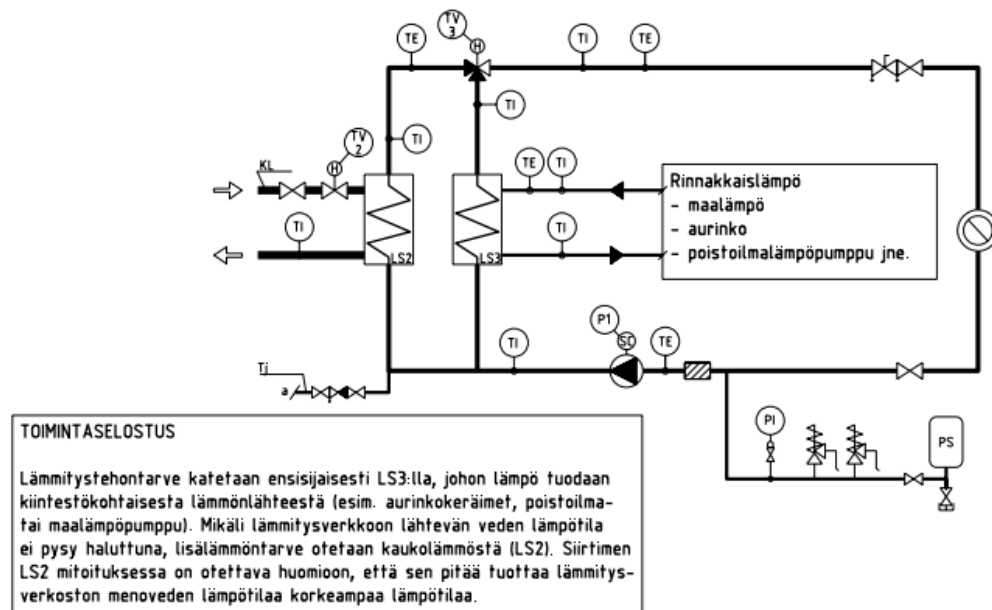
Maapiiriä tehokkaampi lämmön varastointi tapahtuu maalämpökaivon avulla. Aurinkolämmön siirtäminen maalämpökaivoon elvyttää tehokkaasti maalämpökaivoa kylmän vuodenajan jäljiltä ja maalämpöpumpulle saadaan parempi hyötysuhde, lämpökerroin ja teho tällä tavoin. [19.]

Maalämmön ja aurinkokeräinten yhdistelmässä investointikustannukset saattavat nousta melko korkeiksi, mutta kiinteistön osalta täytyykin miettiä tarkasti sitä, kuinka paljon tästä yhdistelmästä on loppujen lopuksi hyötyä verrattuna investointikustannuksiin. Molemmat järjestelmät ovat kuitenkin käyttöikäältään paljon kestävämpiä, kuin kaukolämpölaitteisto.

4.3.3 Asennus

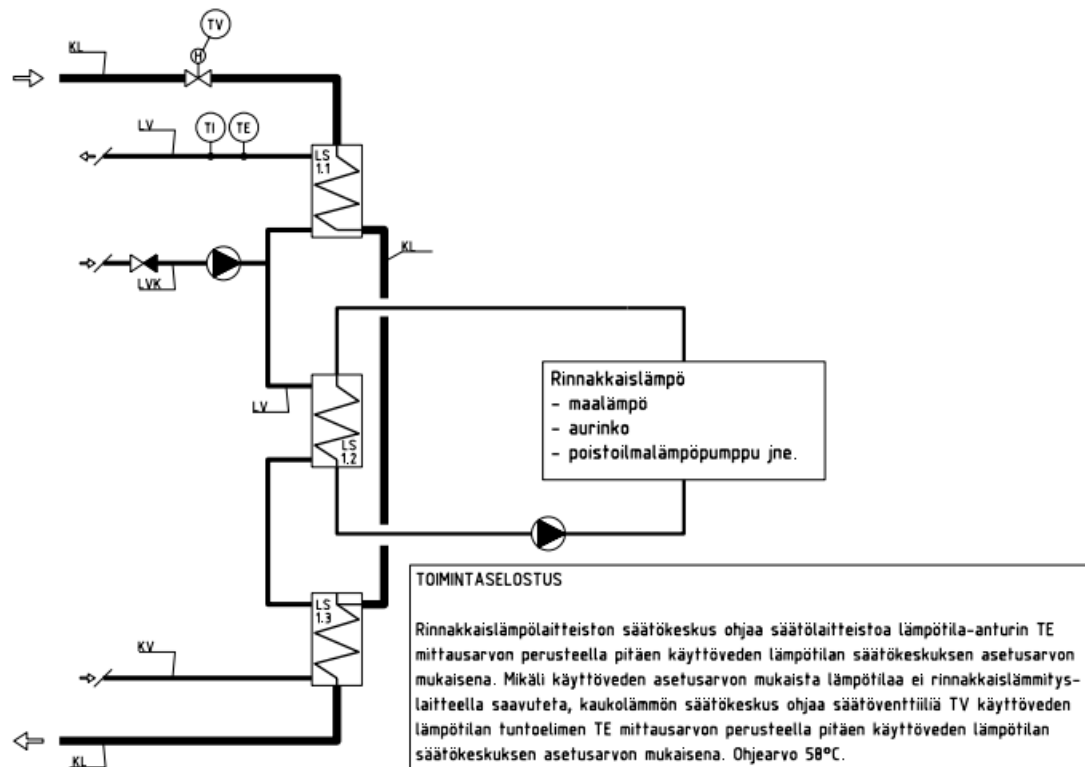
Kuvissa 6 ja 7 on esitetty periaatteellisesti hybridilämmitysjärjestelmän kytkentä kauko-
lämmityslaitteistoon tilojen lämmityksen osalta sekä käyttöveden lämmityksen osalta [20,
s. 56].

Rinnakkaislämmön (rakennuskohtaisen lämmönlähteen) kytkentä tilojen lämmitykseen



Kuva 6. Rinnakkaislämmön kytkentä tilojen lämmitykseen [20].

Rinnakkaislämmön kytkentä käyttöveden lämmitykseen

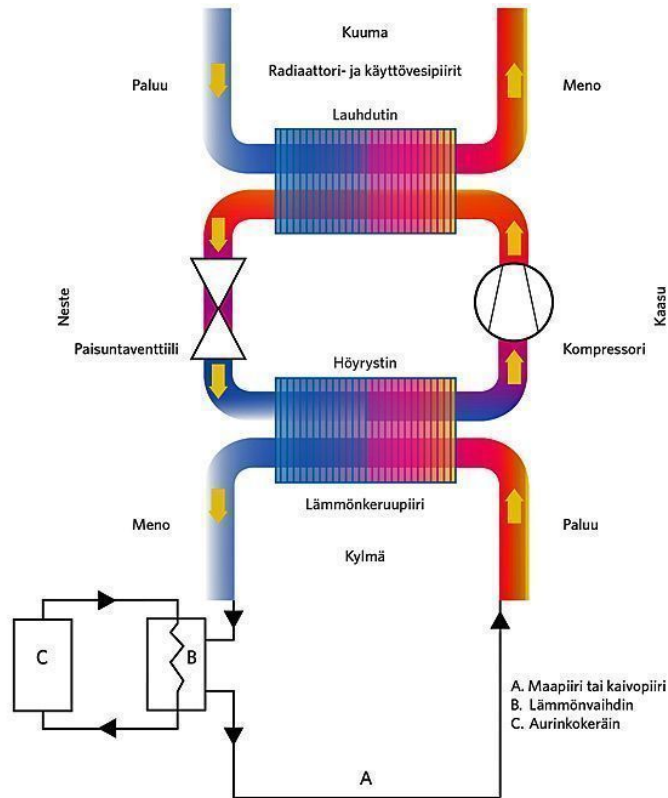


Kuva 7. Rinnakkaislämmön kytkentä käyttöveden lämmitykseen [20].

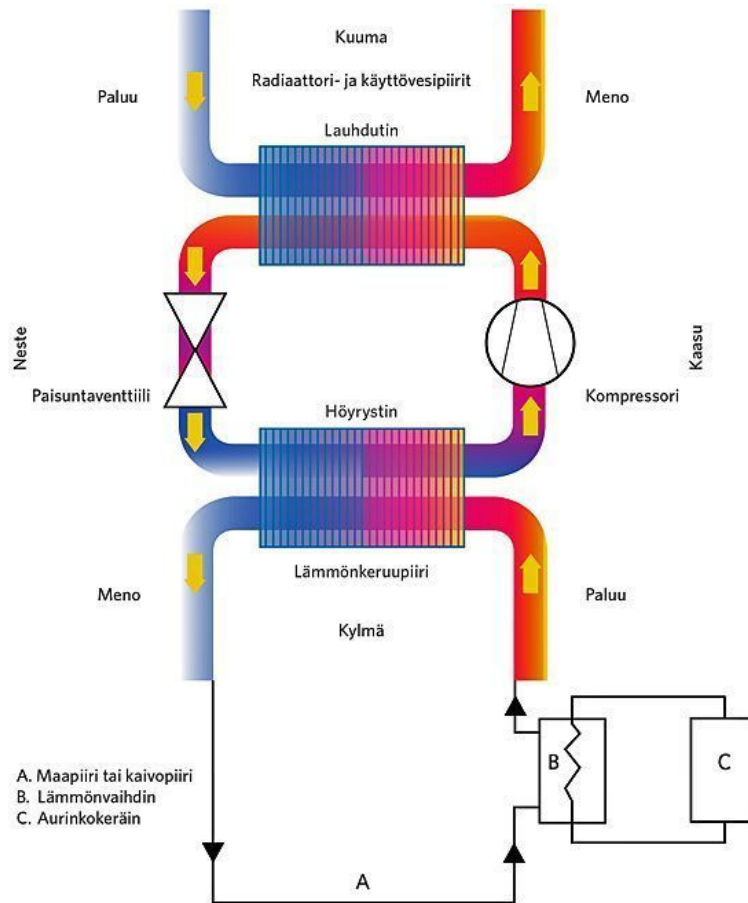
Koska aurinkolämmön kerääminen vaatii aina varaajan, tapahtuu aurinkokeräimen asennus maalämmön yhteyteen varaajan avulla. Maalämpöpumpussa on sisäänrakennettu kaksiosainen 150–500-litrainen varaaja tai vaihtoehtoisesti erillinen vähintään 300-litrainen varaaja. Riippuen maalämpöpumpusta ja sen tekniikasta varaaja voi olla joko kaksoisvaippavaraaja, jossa lämmitys- ja käyttövesi ovat erillisissä vesitiloissa tai tulistusvaraaja, jossa käyttövesi lämpenee käyttövesikierukassa. [18.]

Varaajassa voi olla käyttövesikierukka ja mahdollisesti myös aurinkokierukalle tarkoitettu asennuspaikka valmiina. Aurinkokierukka voidaan asentaa soveltuvaan varaajamalliin valmiiksi jo tilausvaiheessa. Osa erillisistä varaajista on niin sanottuja hybridivaraajia, jotka on jo valmiiksi suunniteltu niin, että aurinkokeräin voidaan kytkeä niihin kiinni. [18.]

Aurinkokeräin voidaan yhdistää myös maalämpökaivoon, jolloin kaivo toimii aurinkolämmön varastona. Kuvassa 8 on periaatteellisesti havainnollistettu aurinkolämmön varastointia maapiiriin tai lämpökaivoon ja kuvassa 9 havainnollistettu periaatekuva kytkennästä, jolla parannetaan maalämpöpumpun kesäkauden lämpökerrointa (COP). [19.]



Kuva 8. Aurinkolämmön varastointi lämpökaivoon tai maapiiriin [19].



Kuva 9. Maalämpöpumpun lämpökertoimen (COP) parantaminen kesäkaudella aurinkokeräimen avulla [19].

Aurinkokeräimiä ei voi asentaa kyseiseen kiinteistöön mihin tahansa. Aurinkokeräimet tulisi mahdollisuuksien mukaan asentaa samaan rakennukseen kuin se, missä kiinteistön tekninen tila sijaitsee ja ne tulisi suunnata mahdollisimman hyvin etelään päin. Kyseisen kiinteistön teknisen tilan rakennuksen katto on suunnattu kaltevasti pohjoiseen, joten asennuksessa tulisi käyttää telineitä, joilla keräimien kaltevuus nostettaisiin katto-tasosta suuntaamaan kaltevasti etelään päin. Ongelmaksi voi koitua telineiden ja keräimien kestävyys, kun keräimet eivät ole katon lappeen myötäisesti ja kiinteistön alueella tuulee paljon.

4.3.4 Luvanvaraisuus

Aurinkokeräinjärjestelmän liittämiseksi kaukolämmityslaitteistoon rinnakkaislämmitysjärjestelmäksi on sovittava lämmönmyyjän kanssa. Tästä on maininta kiinteistön kaukolämpösopimuksessa. Sopimuksessa lukee, että ”Asiakkaan kaukolämpölaitteisiin tehtävistä muutoksista on sovittava lämmönmyyjän kanssa ja asiakkaan lämmityslaitteisiin tehtävistä olennaisista muutoksista on ilmoitettava lämmönmyyjälle ennen muutosten tekemistä.”

Asiakkaan tulee myös sopimuksen mukaan huolehtia siitä, että ”kaukolämpövesi asiakkaan laitteissa jäähtyy kunakin laskutuskautena keskimäärin vähintään 25 °C ja kaukolämpöverkkoon palaavan veden lämpötila on enintään 65 °C.” Kun kaukolämpöjärjestelmään liitetään toinen lämmitysjärjestelmä, nämä lämpötilat voivat muuttua ja muutokset pitää tehdä niin, että ne eivät muutu.

Kaukolämmön yhteyteen lisättävät aurinkokeräimet eivät tarvitse kaupungin rakennusjärjestyksen mukaan toimenpidelupaa, mutta rakennusjärjestyksessä korostetaan, että toimenpiteen toteuttamisessa on otettava huomioon asemakaavassa annetut määräykset, palomääräykset, mahdolliset rakennustapaohjeet, ympäristönsuojelu- jätahuoltomääräykset, kulttuuriympäristön hoitosuunnitelma ja rakennettu ympäristö. Mikäli näitä määräyksiä ei ole noudatettu, rakennusvalvontaviranomainen voi velvoittaa kiinteistön haltijan purkamaan tai muuttamaan tehdyn toimenpiteen.

Maalämmön yhteyteen asennettavat aurinkokeräimet eivät tarvitse lupaa laitetoimittajalta, varsinkin jos ne asennetaan samaan aikaan maalämmön kanssa. Myöskään tässä tapauksessa kunnalta ei tarvita toimenpidelupaa.

Kaikissa järjestelmissä ollaan tekemisissä kiinteistön käyttö- ja lämmitysveden kanssa, joten asennuksissa ja suunnitelmissa tulee ottaa huomioon myös Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D1 ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista sekä Sosiaali- ja terveysministeriön opas 2003:1 Asumisterveysohje ja näiden antamat määräykset ja ohjeet.

4.3.5 Vaikutus kiinteistön E-lukuun

Hybridijärjestelmässä pääjärjestelmänä toimii kiinteistön kaukolämmitysjärjestelmä tai maalämpöjärjestelmä, jonka ohelle on asennettu aurinkokeräinjärjestelmä lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Aurinkokeräimien avulla voidaan pienentää ostetun energian määrää ja näin parantaa E-lukua.

Maalämpö- sekä aurinkokeräimien tarjouksista saaduilla tiedoilla sekä nykyisen lämmitysjärjestelmän ja energiatodistuksen tiedoilla voitiin laskea rakennuksille uusi E-luku käyttäen laskentapalvelut.fi E-lukulaskuria.

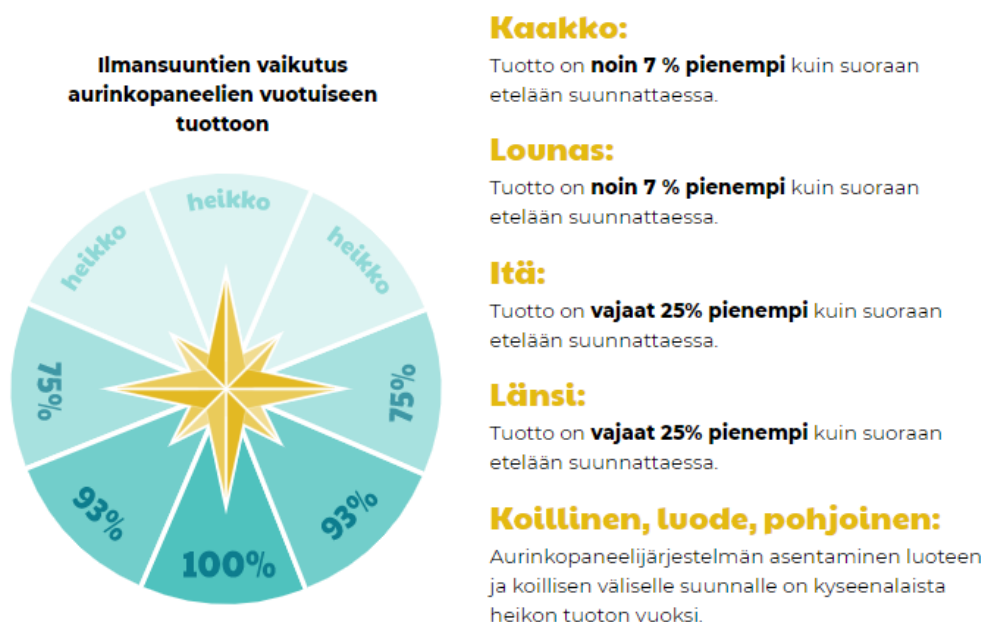
Kun maalämpöjärjestelmälle laskettuun energiatodistukseen lisätään aurinkokeräimet, saadaan E-luvuksi 81 ja energialuokaksi B [liite 3]. Nykyisen kaukolämpöjärjestelmän lisäksi, kun asennettaisiin hybridiratkaisuna aurinkokeräimet, E-luvuksi saataisiin 94 ja energialuokaksi B [liite 4].

4.4 Sähköntuotanto aurinkopaneeleilla

Aurinkosähköjärjestelmä koostuu aurinkosähköpaneeleista, sähköjohdotuksista ja invertteristä, jonka tarkoitus on muuntaa sähkö sähköverkkoon sopivaksi [4, s. 66].

Aurinkosähköpaneeleilla voitaisiin tukea lämmitysjärjestelmän toimintaa tuottamalla sähköä sen tarpeisiin. Samalla tuotettaisiin sähköä kiinteistön muuhun sähkön käyttöön, kuten valaistukseen, ilmanvaihtoon ja muiden teknisten laitteiden sähkön kulutuksesta koituvien kustannusten tasaamiseen. Huonona puolena on se, että aurinkosähkön tuotto on juuri silloin pienimmillään, kun kiinteistön lämmitysjärjestelmän ja muiden järjestelmien kulutus on suurimmillaan, eli lämmityskautena. Toisaalta kiinteistön sähkönkulutuksen kustannuksia voitaisiin tasata myymällä sähköä kesällä sähkönsiirtoverkkoon. Sähkön myynnistä verkkoon ei yleensä saa kovin hyvää korvausta ja sähkön myynnistä täytyy tehdä sähkönostosopimus sähköyhtiön nykyisen sähkönmyyntisopimuksen lisäksi [21, s. 128–129]. Sähkön myynnistä voisi kuitenkin saada kesällä ihan hyvän tuoton, koska rakennukset sijaitsevat aukealla paikalla ja lähes suoraan etelään suunnattua kaltevaa katto-pinta-alaa on paljon. Aurinkosähköpaneelit tarvitsevat tilaa noin 6–8 m²/kWp [22].

Suuntaamisella etelään on suuri merkitys paneelien tuotolle. Etelä-Suomessa vuotuinen sähköntuotanto on parhaimmillaan silloin, kun paneelit suunnataan suoraan etelään noin 40 asteen kulmassa [22]. Kuvassa 10 on esitetty, miten suuntaukset muualle kuin etelään vaikuttavat vuotuisen sähköntuotantoon.



Kuva 10. Ilmansuuntien vaikutus aurinkopaneelien vuotuisen sähköntuottoon [22].

4.4.1 Asennus

Aurinkopaneelit tulee asentaa katolle tuetulle alueelle eli esimerkiksi räystäsalueita ei saa hyödyntää. Lisäksi kaltevilla katoilla paneelit tulisi asentaa lappeensuuntaisesti ja alalappeesta laskettuna tulisi jättää tilaa yhden paneelin pituuden verran ylöspäin. [23.]

Paneelit tulisi suunnata mahdollisuuksien mukaan etelään, jotta saadaan suurin mahdollinen vuosituotto paneeleista irti. Jos sähkönkulutus ajoittuu enemmän aamupäivään, suuntaus itään voi olla perusteltua. Jos iltaan, niin suuntaaminen länteen voi olla perusteltua. [23.]

Paras kallistuskulma paneeleille on 35–45 astetta. 15 asteen poikkeama tästä kallistuskulmasta vähentää vuosituottoa noin 5 prosenttia. Mitä pienempi kallistuskulma on, sitä korkeampi on keskikesän tuoton kausihuippu, mutta silloin muiden vuodenaikojen tuotto on suhteessa pienempi. Jos paneelit asennetaan enemmän pystyyn, saadaan ne tuottamaan keväällä ja syksylläkin tasaisemmin. Paras tapa on kuitenkin asentaa paneelit lappeen mukaisesti. [23.]

Paneeleita asennettaessa tulee ottaa myös huomioon varjostukset. Paneelien tuotto karsii, jos ne jäävät varjostusten taakse, esimerkiksi puiden, korkeiden rakennusten tai muiden rakenteiden taakse [23]. Paneelin pinnalle pudonnut lehtikin voi aiheuttaa tuoton pienentymistä jopa puolella [24, s. 44].

Paneelit voidaan asentaa joko kiinteästi tai liikkuvaksi niin, että ne seuraavat aurinkoa. Yhdellä akselilla paneeli saadaan seuraamaan auringon korkeutta tai ilmansuuntaa. Kahdella akselilla paneelit voidaan suunnata aina täsmälleen aurinkoa kohden ja tällaisella asennuksella paneelien vuosituotto saadaan jopa kaksinkertaistettua kiinteään asennukseen verrattuna. Tällaiset seurantajärjestelmät ovat kuitenkin investointikustannuksiltaan melko kalliita. [23.]

Aurinkopaneelien asennuksessa tulee muistaa jättää tuuletusrako paneelien ja niiden takana olevien rakenteiden väliin. Tuulettamaton rakenne nostaa paneelien lämpötilaa ja sitä kautta niiden hyötysuhteen laskua, varsinkin kiteisen piin paneeleissa. Ohutkalvo-paneeleilla tämä ongelma ei ole niin suuri, koska niiden hyötysuhde ei ole samalla tavalla sidoksissa paneeleita ympäröivän ilman lämpötilaan. [23.]

Aurinkopaneelit voidaan asentaa maahan, katolle tai seiniin. Katolle ja maahan asennettaessa paneelit asennetaan samanlaisille telineille. Maa-asennus soveltuu vain suurille järjestelmille. Niiden asennuspaikka pitää aidata ja sen on oltava vartioitavissa. Maa-asennuksessa on myös enemmän riskiä varjostuksille, jotka huonontavat tuottoa. Seinä-asennuksissa paneelit voidaan asentaa esimerkiksi aurinkolipoiksi ikkunoiden päälle, jolloin ne ovat osa rakennuksen arkkitehtuuria. [23.]

Selvityksen kohteena olevalle kiinteistölle soveltuu parhaiten kattoasennus, koska suurien maa-asennettavien järjestelmien sovittaminen tontille olisi mahdotonta ja sopivasti

suunnattua kaltevaa kattopinta-alaa on saatavilla. Seinille asentaminen ei myöskään vaikuta kannattavalta, koska etelään suunnatussa julkisivussa on esimerkiksi luhtitalossa luhtikäytävä, joten ikkunoiden yläpuolelle tulee varjostusta käytävän katoksesta. Paras paikka kiinteistössä olisi teknisen tilan vieressä sijaitsevan luhtitalon katto.

4.4.2 Luvanvaraisuus

Järvenpään kaupungin rakennusjärjestyksessä ei toimenpideluvan osalta mainita aurinkosähköpaneeleita. Voisi siis olettaa, että lupaa ei tarvita ja tätä tukee myös moni lähde, kuten aurinkosahkoakotiin.fi verkkosivusto [25]. Tämä kuitenkin kannattaisi vielä tarkistaa kaupungin rakennusvalvonnasta, koska kiistatonta tietoa ei ole.

Rakennusjärjestyksessä kuitenkin korostetaan, että vaikka lupaa ei tarvittaisi, asennuksen toteuttamisessa on otettava huomioon asemakaavan määräykset, palomääräykset, mahdolliset rakennustapaohjeet, ympäristönsuojelu- jätehuoltomääräykset, kulttuuriympäristön hoitosuunnitelma ja rakennettu ympäristö. Jos määräyksiä ei ole noudatettu, rakennusvalvontaviranomainen voi velvoittaa kiinteistön haltijan purkamaan tai muuttamaan tehdyn toimenpiteen. [12.]

Aurinkosähköpaneelien hankinnassa tulee kuitenkin huomioida se, että jos halutaan liittyä sähköverkkoon, tulee liittämislupa pyytää aina sähköverkkoyhtiöltä. Tämä yleensä hoidetaan aurinkopaneelien toimittajan toimesta, kun hankitaan niin sanottu avaimet käteen -asennus [25].

Kiinteistösähköön liitetty aurinkosähköjärjestelmä, joka vähentää kiinteistön ostosähkön määrää, tarvitsee yhtiökokouksen päätöksen yksinkertaisella enemmistöllä [21].

4.4.3 Vaikutus kiinteistön E-lukuun

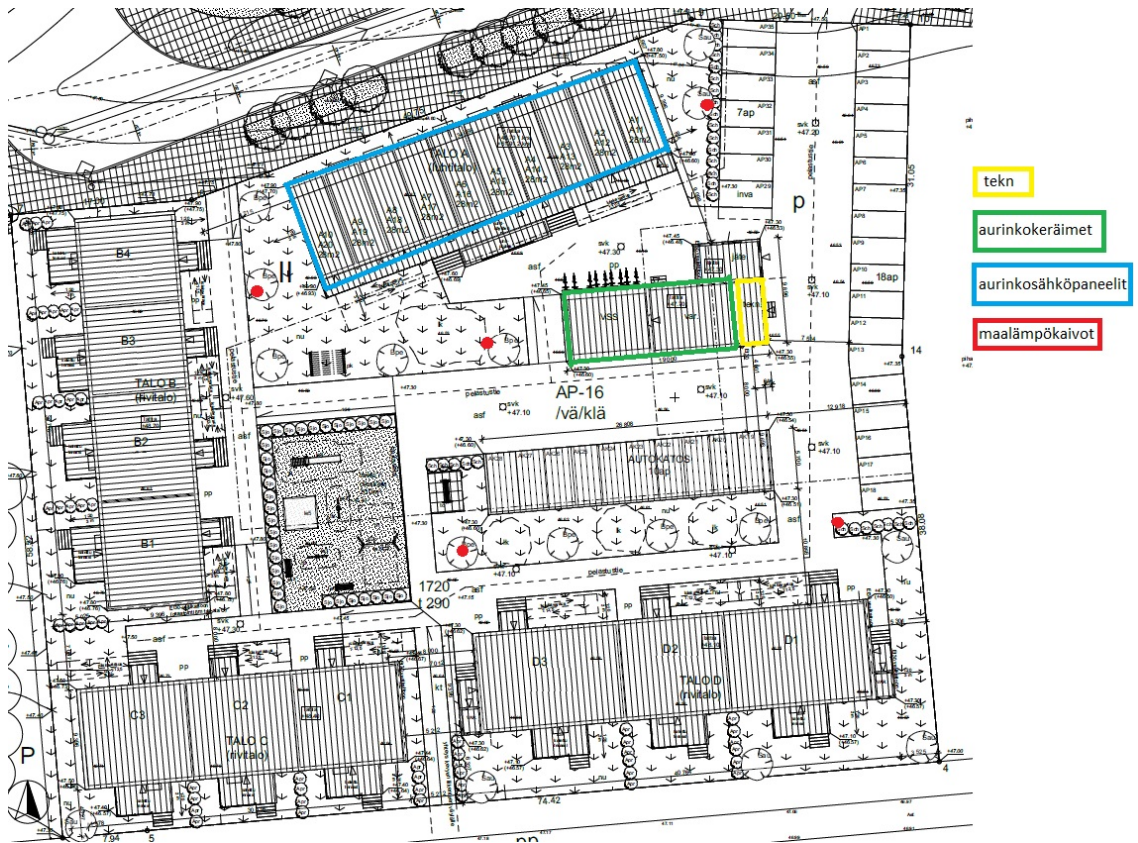
E-luvun laskennassa huomioitiin lähtökohdat, jossa aurinkosähköpaneelit ovat asennettuna kiinteistöön, jossa lämmitysjärjestelmänä ovat kaukolämpö tai maalämpö. Aurinkokeräimiä ei nyt otettu huomioon, koska kattojen pinta-ala ei välttämättä riittäisi molemmille, paneeleille sekä keräimille ja investointikustannukset nousisivat liian korkeiksi.

Maalämpötarjouksesta saaduilla tiedoilla sekä nykyisen lämmitysjärjestelmän ja energiatodistuksen tiedoilla voitiin laskea rakennuksille uusi E-luku käyttäen laskentapalvelut.fi E-lukulaskuria.

Kun maalämpöjärjestelmälle laskettuun energiatodistukseen lisätään kiinteistön sähkönkäyttöä tasaamaan aurinkosähköpaneelit, saadaan E-luvuksi 70 ja energialuokaksi A [liite 5]. Jos nykyisen kaukolämpöjärjestelmän lisäksi asennettaisiin aurinkosähköpaneelit, E-luvuksi saataisiin 82 ja energialuokaksi B [liite 6].

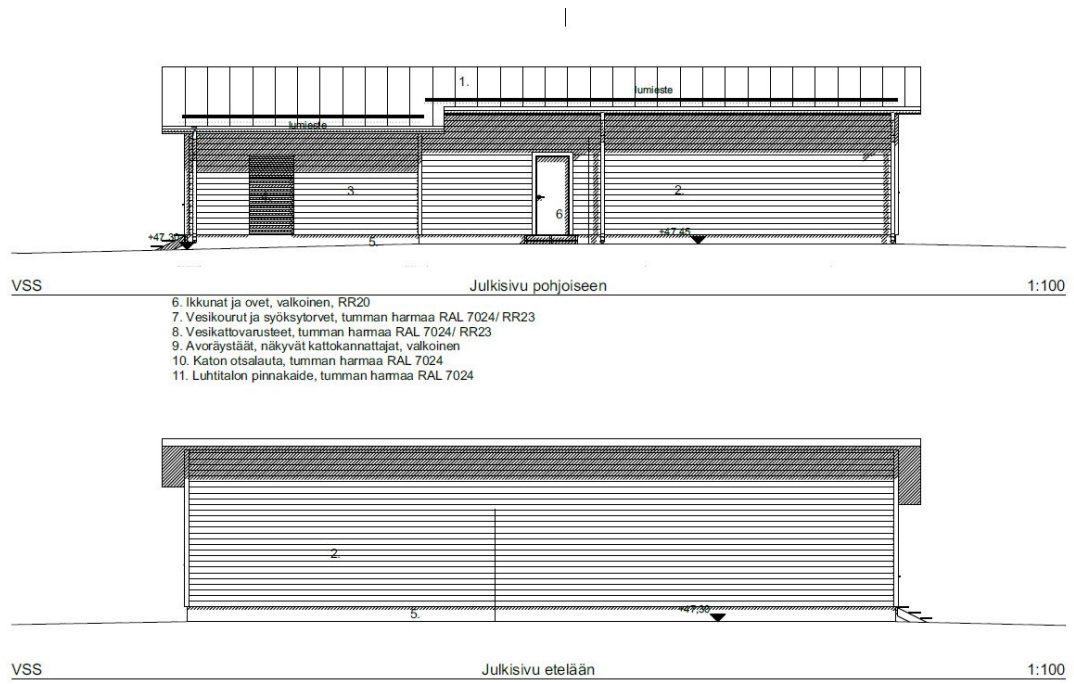
4.5 Vertailu

Järjestelmien asennuksen helppoutta verrattaessa käy ilmi, että helpommin asennettavat vaihtoehdot kiinteistöön ovat maalämpö sekä aurinkosähköpaneelit [kuva 11]. Kiinteistöllä on hyvin tilaa maalämmön mitoituksessa tarvituille maalämpökaivoille ja teknisen tilan tilavuus riittää hyvin pumpulle ja oheislaitteille. Aurinkosähköpaneelit olisi myös helppo asentaa talousrakennuksen viereisen rakennuksen katolle. Invertteri voitaisiin asentaa samaan rakennukseen. Sähköjohdon vetäminen tekniseen tilaan ei olisi kovin suuri kustannus.

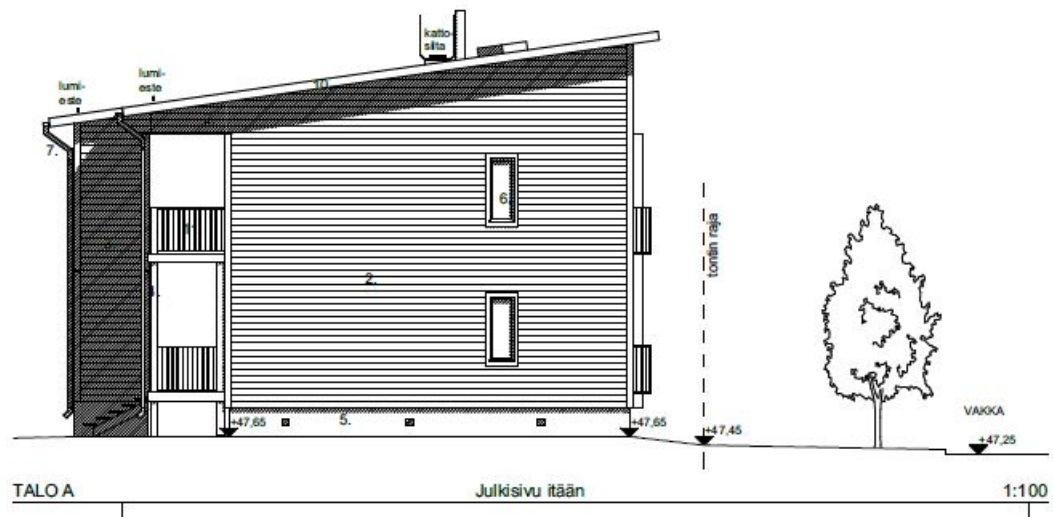
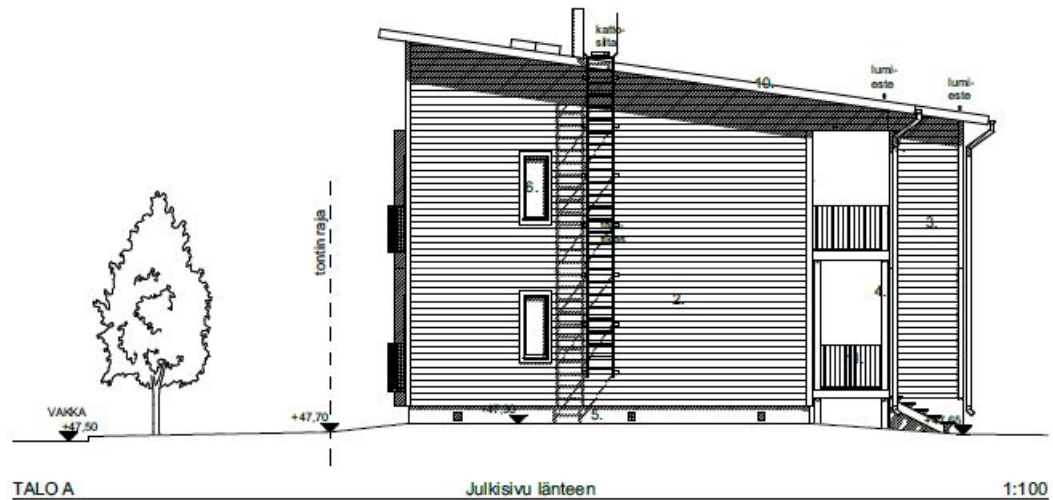


Kuva 11. Asemapiirros.

Sen sijaan aurinkokeräimien asennus kiinteistöön on vaikeampaa, koska keräimet tulisi sijoittaa sen rakennuksen katolle, jossa tekninen tila sijaitsee. Teknisen tilan rakennuksen katto on suunnattu pohjoiseen [kuva 12] ja sitä varjostaa edessä oleva 2-kerroksinen rakennus, joten paikka olisi erittäin huono asennukselle eikä aurinkokeräimistä juuri saataisi hyötyä. Jos aurinkokeräimet asennettaisiin samaan paikkaan, johon aurinkosähköpaneelit olisi tarkoitus asentaa, eli viereisen 2-kerroksisen luhtitalon katolle [kuva 13], jonka katto on suunnattu etelään, tulisi ongelmaksi nestekeräinputkien veto talon katolta viereisen rakennuksen tekniseen tilaan. Kustannukset tällaiselle olisivat investoinnin hyötyyn nähden todennäköisesti melko suuret. Mahdollista olisi asentaa keräimet telineille talousrakennuksen katolle, joilla ne voitaisiin kallistaa etelään päin, mutta telineiden kestävyys ja kattokuorma vaativat lisäselvityksiä.



Kuva 12. Talusrakennuksen julkisivu pohjoiseen ja etelään.



Kuva 13. Luhtitalon julkisivu itään ja länteen.

Luvanvaraisuuden suhteen kaikki vaihtoehdot olisivat melko helppoja, koska laajin lupa eli toimenpidelupa tarvitaan vain maalämpöpumpulle ja tämän saamisessa tuskin olisi ongelmaa, kun lähistöllä on toteutettu paljon maalämpökaivoja. Aurinkosähköpaneelien hankinnan yhteydessä pitäisi selvittää, saako paneelit liittää sähköverkkoon ja tehdä sähkön myyntisopimus sähköyhtiön kanssa. Tämäkin tuskin muodostuisi isoksi ongelmaksi, varsinkin kun kyseessä on melko pieni aurinkovoimala.

E-lukuun energiainvestoinneilla olisi jonkin verran vaikutusta. Nykymääräysten mukaisesti laskettuna kiinteistön nykyinen E-luku on 101 ja energialuokka B. Kun nykyinen kaukolämpöjärjestelmä vaihdettaisiin esimerkiksi maalämpöön, muuttuisi energialuvuksi 89 ja energialuokaksi jäisi B. Paras E-luku saataisiin, kun investoitaisiin sekä maalämpöpumppuun sekä aurinkosähköpaneeliin. Tällöin E-luku olisi 70. Energialuokaksi saataisiin A. Tämä parannus olisi jo huomattava. E-luvut on toki laskettu vain vertailemalla kiinteistön yhden rakennuksen lähtötietoja ja energiainvestoinnin tuomia tietoja, joten kun luvut laskettaisiin koko kiinteistölle, tulos voi muuttua.

5 Käyttö- ja investointikustannusten vertailu

Kaikki laskennoissa käytettävät summat sisältävät alv 24 %.

5.1 Nykyinen kaukolämpöjärjestelmä

Kaukolämmön kustannukset ovat olleet nyt noin 16 900,00 € nykyisellä kaukolämmön hinnalla, joka on keskimäärin 56,42 € per MWh/kk + tehomaksu noin 5 300,00 € / 12 kk sekä nykyisellä kulutuksella, joka oli vuonna 2018 noin 200 MWh.

Kiinteistön sähkönkulutus on ollut vuonna 2018 noin 2,67 kWh/m³/vuosi eli kiinteistön tilavuudella 5 671 m³ noin 15 141 kWh vuodessa. Sähkön hinta on kiinteistön sähkösojimuksen mukaan:

- perusmaksu 6,2 €/kk + sähkön siirron perusmaksu 11,32 €/kk
- energian hinta 5,44 c/kWh
- sähkön siirto 3,98 c/kWh
- sähkövero 2,79 c/kWh

Sähkön hinta on näillä tiedoilla 12,21 c/kWh. Sähkön vuosihinnaksi muodostuu siis 1 848,71 € johon lisätään perusmaksu 17,52 €/kk, jolloin kokonaisvuosihinta on noin 2 058,95 €.

Kaukolämpölaitteisto kaipaa jonkin verran myös huoltoa. Laitteisto on toistaiseksi vielä melko uusi, kun koko kiinteistö on rakennettu vuonna 2015, joten suuria toimenpiteitä ei vielä ole tiedossa. Kaukolämpölaitteiston lämmönvaihtimen elinkaari on noin 20–30 vuotta, minkä jälkeen lämmönvaihdin, jonka kustannus on noin 5 000,00–6 000,00 € (tai jopa enemmänkin tämän kokoiseen kohteeseen) pitää uusia [26]. Tässä työssä laskelmissa käytetään lämmönvaihtiminen vaihtokustannuksena 10 000,00 euroa. Huoltokustannuksiksi voidaan lukea kaksi kertaa vuodessa tehtävät tarkastukset, jolloin tarkistetaan kaukolämpölaitteiston toiminta ja että menoveden lämpötilan säädön toiminta toimii, patteri- tai lattialämmitysverkostossa on oikea painetaso ja että käyttöveden lämpötila on oikea [27]. Nämä toimenpiteet voidaan sisällyttää taloyhtiön huoltosopimukseen, jolloin huoltoyhtiö tekee tarkastukset ja säädöt, kuten kohteena olevassa taloyhtiössä on tehty. Suurempia huoltokustannuksia aiheuttavat toimenpiteet ovat noin 15 käyttövuoden kohdalla tehtävät laitteiston osien, kuten lämmönsiirtimen, säätölaitteiden, venttiilien ja pumppujen tarkistus ja huolto [27]. Tarkistuksen kustannus ajoitetaan DCF-laskelmassa vuodelle 10, koska laitteisto on tällä hetkellä 5 vuotta vanha.

Koska kaukolämpölaitteisto ei ole erityisen monimutkainen toiminnaltaan ja kaukolämpö tarvitsee melko vähän huoltotoimenpiteitä, käytetään laskelmissa oletettuina huolto- ja ylläpitokustannuksina elinkaaren ajalta noin 100 €/vuosi. Lämmönvaihtimen vaihdon kustannus ajoitetaan laskelmassa vuodelle 20, koska laitteisto on nyt 5 vuotta vanha ja lämmönvaihtimen elinkaari on noin 20–30 vuotta.

5.2 Maalämpöjärjestelmä

Maalämmön kustannuksista suurin on itse investointi, joka kohteeseen saadun tarjouksen perusteella olisi noin 123 500,00 €.

Maalämpöjärjestelmän maalämpöpumpun elinkaari on noin 15–30 vuotta ja pumpun kompressorin elinkaari noin 10–15 vuotta. Kompressorin uusinta maksaa noin

2 000,00–8 000,00 €. Käyttökulut järjestelmästä aiheutuvat lähinnä kompressorin kuluttamasta sähköstä ja järjestelmän huoltokustannuksista. [27.] Maalämpöpumpun energiakustannukset vuodessa ovat saadun tarjouksen mukaan tässä kiinteistössä noin 7 192,80 €.

Laskelmissa käytetään maalämpölaitteiston vuosittaisina huolto- ja ylläpitokustannuksina 150,00 € /vuosi. Maalämpötarjouksessa olisi optiona ottaa vuosihuolto- ja etävalvontasopimus, jonka hinta olisi 1 690,36 € vuodessa.

5.3 Hybridijärjestelmät

Kaukolämpö- tai maalämpölaitteiston käyttö- ja huoltokustannusten lisäksi tässä vaihtoehdossa tulevat myös aurinkokeräinten käyttö- ja huoltokustannukset.

Aurinkokeräinten ylläpitokustannus aurinkokeräinjärjestelmän elinkaaren aikana, joka on noin 30 vuotta, vaihtelee järjestelmän koon mukaan noin 5–10 prosenttia järjestelmän investointikustannuksista. Ylläpitokustannuksiksi ilmoitetaan järjestelmän tarkastukset muutaman vuoden välein, ohjausyksikön sekä paisunta-astian vaihto noin kerran käyttöiän aikana sekä lämmönsiirtonesteen vaihto noin kaksi kertaa käyttöiän aikana. Pumpun oletetaan kestävän koko aurinkolämpöjärjestelmän eliniän ajan ja sen vaihdon kustannuksia ei ole laskettu mukaan oletettuihin huolto- ja käyttökustannuksiin. Sähkönkäytön osalta kustannukset ovat melko pienet; vain noin 0,01–0,03 c/kWh riippuen järjestelmästä. [28.]

Kuvan 13 taulukossa on esitetty erikokoisten aurinkokeräinjärjestelmien hankinta- ja ylläpitokuluja. Tarkasteltavalle yhtiölle suositeltu aurinkokeräimien määrä kesäajan käyttöveden lämmitystä varten on 15,9 m², jolloin taulukon mukaan oltaisiin pienikokoisen järjestelmän piirissä. Järjestelmän hankintahinnaksi tarjouksessa on esitetty 8 750,00 euroa, joka on noin 550,00 euroa kerääjäneliometriä kohden ja taulukon mukaan hinta olisi 500,00–1 000,00 euroa kerääjäneliometriä kohden. Ylläpitokustannuksiksi koko aurinkokeräimen elinkaarelle taulukon ja todellisen tarjouksessa olleen investointikustannuksen mukaan voidaan laskea 10 % alkuinvestoinnista, joka on 875,00 euroa. Jos tämä summa jaetaan 25 vuodelle, saadaan ylläpitokustannuksiksi 35,00 euroa vuodessa. Todennäköisesti tämä olisi vieläkin vähemmän.

Järjestelmän koko keräin-m ²	Laitteiston ja asennuksen hankintahinta €/keräin-m ²	Ylläpitokulut % alkuinvestoinnista /keräin-m ²	Aurinkolämmön tuotantohinta €/MWh, kun tuotto 0,4 MWh/m ²	Aurinkolämmön tuotantohinta €/MWh, kun tuotto 0,5 MWh/m ²
Pienet järjestelmät 4 – 20 keräinliötä	500 – 1000 €/keräinliö	10 %, 50 – 100 €/keräinliö	46 – 92 €/MWh	37 – 73 €/MWh
Keskikokoiset järjestelmät 20 – 100 keräinliötä	500 – 750 €/keräinliö	8 %, 40 – 60 €/keräinliö	45 – 68 €/MWh	36 – 54 €/MWh
Suuret järjestelmät 100 – 1000 keräinliötä	400 – 500 €/keräinliö	5 %, noin 20 – 25 €/keräinliö	35 – 44 €/MWh	28 – 35 €/MWh
Teolliset järjestelmät, 15 000 keräinliötä	280 – 340 €/keräinliö	Noin 20 €/keräinliö	–	20 – 24 €/MWh

Kuva 14. Tyypillisten aurinkolämpöjärjestelmien keskimääräiset hankintahinnat v. 2014–2015 sekä aurinkolämmön tuotantohinnat 30 vuoden ajalle ilman veroja [28].

5.4 Aurinkosähköpaneelit

Aurinkosähköpaneelit voitaisiin asentaa joko pienentämään kiinteistön ostosähkön kustannuksia ja tukemaan lämmitysjärjestelmää sen tarvitseman sähkön tuotossa tai lämmittämään aurinkosähköllä esimerkiksi lämpimän käyttöveden varaajaa.

Taloyhtiölle on tarjottu 5,94 kWp aurinkosähköjärjestelmää, jonka hinta on asennettuna 8 556,00 €. Hinta ei sisällä AC kaapelin vetoa maassa, nettiytteyttä eikä mahdollisia muutoksia sähkökytkennöissä ja lisäsulakkeita. Kyseinen järjestelmä sisältäisi muun muassa 18 kpl aurinkosähköpaneelia sekä invertterin. Järjestelmän vuosittainen sähkön tuotanto vastaisi noin 5 000 kWh/v, jos 1 kWp vastaa Etelä-Suomessa noin 800–1 000 kWh sähköntuottoa [29].

Yhteensä kiinteistösähkön kustannukset ovat siis 12,21 c/kWh, kuten aikaisemmin on laskettu. Tällöin kiinteistön ostoenergian kustannuksissa säästettäisiin nykyisellä sähkön hinnalla noin 610,50 €/v.

Aurinkosähköpaneelien ylläpitokustannus järjestelmän elinkaaren aikana, joka on noin 25–30 vuotta on hyvin pieni [29]. Johtimet, liittimet ja muut ulkona sään vaikutuksien alla olevat sähköosat kannattaa tarkistaa silmämääräisesti vuosittain. Muuten ylläpitoon riittää paneelien puhtaana pito ja puhdistuksen voi tehdä itsekin, kunhan varoo vaurioittamasta paneelin pintaa [30]. Muiden komponenttien elinkaari, kuten invertterien ja akkujen, on tavallisesti noin puolet paneelien eliniästä [29]. Invertterin hinta on noin 15–20 % aurinkosähköjärjestelmän kokonaishinnasta [31], eli tässä tapauksessa noin 1 283,40–1 711,20 €.

5.5 Yhteenveto hankinta- ja ylläpitokustannuksista

Taulukossa 1 on esitetty yhteenvetona järjestelmien hankintakustannukset sekä energia- ja ylläpitokustannukset alv 24%. Elinkaarilaskelmissa (DCF), joissa arvioidaan järjestelmän kannattavuutta, käytetään laskentajaksona 25 vuotta, koska kaikkien järjestelmien keskimääräinen elinkaari on suunnilleen 25 vuoden pituinen.

Taulukko 1. Järjestelmien hankintakustannukset sekä energia- ja ylläpitokustannukset.

Järjestelmä	Hankintakustannukset	Ylläpitokustannukset	Energiakustannukset
Kaukolämpö	0 €	100,00 €/vuosi + lämmönvaihdin 10 000 € 15 v:n kohdalla	16 900,00 €/vuosi
Maalämpö	123 500,00 €	150,00 €/v + kompressori 8 000,00 € 15 v:n kohdalla	7 192,80 €/vuosi
Hybridi (aurinkokeräimet)	8 750,00 €	35,00 €/vuosi	-286,89 € tai 620,88 €/vuosi
Aurinkosähköpaneelit	8 556,00 €	50,00 €/vuosi + 1 711,20 € invertteri 15 v:n kohdalla	-610,50 €/vuosi

Aurinkokeräimet on mitoitettu kiinteistön kesäajan lämpimän käyttöveden lämmittämiseen hybridilämmitysjärjestelmänä.

Aurinkokeräimillä voidaan lämmittää käyttövettä seuraavan kaavan mukaan:

$$Q_{\text{aurinko, lkv}} = \eta_{\text{aurinkokeräin}} * k_{\text{aurinkokeräin}} * q_{\text{aurinkokeräin}} * A_{\text{aurinkokeräin}}$$

jossa

$Q_{\text{aurinko, lkv}}$ aurinkokeräimellä tuotettu energia lämpimään käyttöveteen, kWh/a

$\eta_{\text{aurinkokeräin}}$ aurinkokeräimen hyötysuhde, -

$k_{\text{aurinkokeräin}}$ aurinkokeräimen suuntauksen huomioon ottava kerroin, -

$q_{\text{aurinkokeräin}}$ aurinkokeräimen energiantuotto käyttöveteen keräinpinta-alaa kohti kWh/(m² a)

$A_{\text{aurinkokeräin}}$ aurinkokeräimen pinta-ala, m². [35.]

Tällöin koko vuodelle aurinkokeräimillä tuotetulle lämpimän käyttöveden määrälle saadaan 5 085 kWh vuodessa. Kaukolämmön osalta lämmityskustannukset ovat keskimäärin 56,42 €/MWh/kk eli tässä tapauksessa säästöä tulisi noin 286,89 € vuodessa, mikä ei ole kovinkaan paljon. Maalämpövaihtoehdossa sähkön hinnalla 12,21 c/kWh lasketuna säästö olisi jo 620,88 € vuodessa.

5.6 Kassavirran nykyarvolaskelma DCF

Kassavirran nykyarvolaskentaa (DCF) voidaan käyttää yritysten ja kiinteistöjen arvon määrittämiseen, mutta se sopii hyvin myös säästötoimien tarkasteluun ja erilaisten lämmitysvaihtoehtojen vertailuun. Menetelmä ottaa huomioon toisistaan poikkeavien vuosien (esim. uusintojen ja korjausten) vaikutuksen laskelmiin. [32.]

Laskelmissa käytetään laskentakorkona $i = 3 \%$.

Nykytilanteessa käytössä olevalle kaukolämpöjärjestelmälle kassavirran nykyarvolaskelmasta saadaan kaukolämmön kustannusten nykyarvoksi 25 vuoden käyttöajalle 402 405,08 € [kuva 15].

Kaukolämpö											
Korkokanta i		3,0 %									
Energian reaalihinnan nousu		1,5 %									
Huoltokustannus		100,00 €/v									
Energia-kustannus		16 900,00 €/v									
Kiinteistön perussähkönkulutus		2 058,95 €/v									
Vuodet n	Hankinta	Huolto	Korjaus	Uusinta	Purku	Energiakustannus €/v	Kustannus yhteensä €/v	Diskontta uskerroin	Diskontattu kustannus €/v	Vuodet	Kumulatiivinen diskontattu kustannus €
0	0,00						0,00	1,00	0,00	0	0,00
1		100,00				19 243,33	19 343,33	0,97	18 779,94	1	18 779,94
2		100,00				19 531,98	19 631,98	0,94	18 505,03	2	37 284,96
3		100,00				19 824,96	19 924,96	0,92	18 234,16	3	55 519,13
4		100,00				20 122,34	20 222,34	0,89	17 967,29	4	73 486,41
5		100,00				20 424,17	20 524,17	0,86	17 704,33	5	91 190,75
6		100,00				20 730,54	20 830,54	0,84	17 445,25	6	108 635,99
7		100,00				21 041,49	21 141,49	0,81	17 189,97	7	125 825,96
8		100,00				21 357,12	21 457,12	0,79	16 938,45	8	142 764,41
9		100,00				21 677,47	21 777,47	0,77	16 690,62	9	159 455,03
10		100,00	500,00			22 002,64	22 602,64	0,74	16 818,48	10	176 273,51
11		100,00				22 332,68	22 432,68	0,72	16 205,84	11	192 479,35
12		100,00				22 667,67	22 767,67	0,70	15 968,78	12	208 448,14
13		100,00				23 007,68	23 107,68	0,68	15 735,21	13	224 183,34
14		100,00				23 352,80	23 452,80	0,66	15 505,06	14	239 688,40
15		100,00		10 000,00		23 703,09	33 803,09	0,64	21 696,92	15	261 385,32
16		100,00				24 058,63	24 158,63	0,62	15 054,86	16	276 440,18
17		100,00				24 419,51	24 519,51	0,61	14 834,71	17	291 274,89
18		100,00				24 785,81	24 885,81	0,59	14 617,79	18	305 892,68
19		100,00				25 157,59	25 257,59	0,57	14 404,05	19	320 296,73
20		100,00				25 534,96	25 634,96	0,55	14 193,45	20	334 490,18
21		100,00				25 917,98	26 017,98	0,54	13 985,95	21	348 476,13
22		100,00				26 306,75	26 406,75	0,52	13 781,49	22	362 257,61
23		100,00				26 701,35	26 801,35	0,51	13 580,02	23	375 837,64
24		100,00				27 101,87	27 201,87	0,49	13 381,52	24	389 219,16
25		100,00				27 508,40	27 608,40	0,48	13 185,93	25	402 405,08
									402 405,08		

Kuva 15. Kaukolämmön kustannusten nykyarvon kassavirtalaskelma.

5.6.1 Maalämpöjärjestelmä

Kassavirran nykyarvolaskelma antaa maalämpöjärjestelmän investoinnin nykyarvoksi 323 452,42 € [kuva 16].

Kaukolämpö + aurinkokeräimet										
Korkokanta i		3,0 %								
Energianreaalihinnan nousu		1,5 %								
Huoltokustannus		135,00 €/v								
Energiaaustannus		16 900,00 €/v								
Säästö energiakustannuksissa		286,89 €/v								
Kiinteistön perussähkönkulutus		2 058,95 €/v								
- kesäajan lämminkäyttövesi aurinkokeräimillä										
Vuodet n	Hankinta	Huolto	Korjaus	Uusinta	Purku	Energiaaustannus €/v	Kustannus yhteensä €/v	Diskonntta uskerroin	Diskontattu kustannus €/v	Kumulatiivinen diskontattu kustannus €
0	8 750,00						8 750,00	1,00	8 750,00	0
1		135,00				16 862,31	16 997,31	0,97	16 502,24	1
2		135,00				17 115,24	17 250,24	0,94	16 260,01	2
3		135,00				17 371,97	17 506,97	0,92	16 021,36	3
4		135,00				17 632,55	17 767,55	0,89	15 786,24	4
5		135,00				17 897,04	18 032,04	0,86	15 554,59	5
6		135,00				18 165,49	18 300,49	0,84	15 326,37	6
7		135,00				18 437,98	18 572,98	0,81	15 101,53	7
8		135,00				18 714,55	18 849,55	0,79	14 880,01	8
9		135,00				18 995,26	19 130,26	0,77	14 661,75	9
10		135,00	500,00			19 280,19	19 915,19	0,74	14 448,77	10
11		135,00				19 569,40	19 704,40	0,72	14 234,87	11
12		135,00				19 862,94	19 997,94	0,70	14 026,15	12
13		135,00				20 160,88	20 295,88	0,68	13 820,51	13
14		135,00				20 463,29	20 598,29	0,66	13 617,90	14
15		135,00		10 000,00		20 770,24	30 905,24	0,64	19 836,90	15
16		135,00				21 081,80	21 216,80	0,62	13 221,61	16
17		135,00				21 398,02	21 533,02	0,61	13 027,83	17
18		135,00				21 718,99	21 853,99	0,59	12 836,92	18
19		135,00				22 044,78	22 179,78	0,57	12 648,82	19
20		135,00				22 375,45	22 510,45	0,55	12 463,49	20
21		135,00				22 711,08	22 846,08	0,54	12 280,89	21
22		135,00				23 051,75	23 186,75	0,52	12 100,99	22
23		135,00				23 397,52	23 532,52	0,51	11 923,74	23
24		135,00				23 748,49	23 883,49	0,49	11 749,09	24
25		135,00				24 104,71	24 239,71	0,48	11 577,02	25
									363 029,60	

Kuva 17. Kaukolämmön + aurinkokeräinten investoinnin nykyarvon kassavirtalaskelma.

5.6.3 Hybridijärjestelmät, maalämpö ja aurinkokeräimet

Kassavirran nykyarvolaskelma antaa aurinkokeräinhybridijärjestelmän maalämmön rinnalle kytkettynä kesäajan lämpimän käyttöveden lämmitykseen investoinnin nykyarvoksi 277 138,28 € [kuva 18].

Maalämpöpumppu + aurinkokeräimet											
Korkokanta i	3,0 %										
Energianreallihinnan nousu	1,5 %										
Huoltokustannus	185,00	€/v									
Maalämpöpumpun sähkönkulutus	7 192,80	€/v									
Säästö energiakustannuksissa	620,88	€/v									
Kiinteistön perussähkönkulutus	2 058,95	€/v									
										- kesäajan lämminkäyttövesi aurinkokeräimillä	
Diskontattu											
Vuodet n	Hankinta	Huolto	Korjaus	Uusinta	Purku	Energiakustannus €/v	Kustannus yhteensä €/v	Diskontta uskerroin	kustannus €/v	Vuodet	Kumulatiivinen diskontattu kustannus €
0	132 250,00						132 250,00	1,00	132 250,00	0	132 250,00
1		185,00				6 670,50	6 855,50	0,97	6 655,82	1	138 905,82
2		185,00				6 770,56	6 955,56	0,94	6 556,28	2	145 462,10
3		185,00				6 872,11	7 057,11	0,92	6 458,26	3	151 920,36
4		185,00				6 975,20	7 160,20	0,89	6 361,74	4	158 282,10
5		185,00				7 079,82	7 264,82	0,86	6 266,70	5	164 548,81
6		185,00				7 186,02	7 371,02	0,84	6 173,11	6	170 721,92
7		185,00				7 293,81	7 478,81	0,81	6 080,96	7	176 802,88
8		185,00				7 403,22	7 588,22	0,79	5 990,21	8	182 793,09
9		185,00				7 514,27	7 699,27	0,77	5 900,85	9	188 693,94
10		185,00				7 626,98	7 811,98	0,74	5 812,85	10	194 506,78
11		185,00				7 741,39	7 926,39	0,72	5 726,19	11	200 232,97
12		185,00				7 857,51	8 042,51	0,70	5 640,85	12	205 873,83
13		185,00				7 975,37	8 160,37	0,68	5 556,81	13	211 430,64
14		185,00				8 095,00	8 280,00	0,66	5 474,06	14	216 904,70
15		185,00		8 000,00		8 216,43	16 401,43	0,64	10 527,45	15	227 432,15
16		185,00				8 339,67	8 524,67	0,62	5 312,29	16	232 744,44
17		185,00				8 464,77	8 649,77	0,61	5 233,25	17	237 977,69
18		185,00				8 591,74	8 776,74	0,59	5 155,41	18	243 133,10
19		185,00				8 720,61	8 905,61	0,57	5 078,75	19	248 211,85
20		185,00				8 851,42	9 036,42	0,55	5 003,25	20	253 215,10
21		185,00				8 984,19	9 169,19	0,54	4 928,89	21	258 143,99
22		185,00				9 118,96	9 303,96	0,52	4 855,67	22	262 999,66
23		185,00				9 255,74	9 440,74	0,51	4 783,55	23	267 783,20
24		185,00				9 394,58	9 579,58	0,49	4 712,52	24	272 495,72
25		185,00				9 535,50	9 720,50	0,48	4 642,56	25	277 138,28
									277 138,28		

Kuva 18. Maalämpöpumpun + aurinkokeräinten investoinnin nykyarvon kassavirtalaskelma.

5.6.4 Kaukolämpö ja aurinkosähköpaneelit

Kassavirran nykyarvolaskelma antaa kaukolämmön lisänä olevalle aurinkosähköjärjestelmälle investoinnin nykyarvoksi 400 246,93 € [kuva 19].

Kaukolämpö + aurinkosähköpaneelit											
Korkokanta i		3,0 %									
Energian reaalihinnan nousu		1,5 %									
Huoltokustannus		150,00 €/v									
Energia-kustannus		16 900,00 €/v									
Säästö energiakustannuksissa		610,50 €/v (verrattuna pelkkään kaukolämpöön, säästö kiinteistö-sähkössä)									
Kiinteistön perussähkönkulutus		2 058,95 €/v									
Vuodet n	Hankinta	Huolto	Korjaus	Uusinta	Purku	Energia-kustannus €/v	Kustannus yhteensä €/v	Diskontta uskerroin	Diskontattu kustannus €/v	Vuodet	Kumulatiivinen diskontattu kustannus €
0	8 556,00						8 556,00	1,00	8 556,00	0	8 556,00
1		150,00				18 623,68	18 773,68	0,97	18 226,87	1	26 782,87
2		150,00				18 903,03	19 053,03	0,94	17 959,31	2	44 742,18
3		150,00				19 186,58	19 336,58	0,92	17 695,71	3	62 437,89
4		150,00				19 474,38	19 624,38	0,89	17 436,00	4	79 873,89
5		150,00				19 766,49	19 916,49	0,86	17 180,14	5	97 054,03
6		150,00				20 062,99	20 212,99	0,84	16 928,06	6	113 982,09
7		150,00				20 363,93	20 513,93	0,81	16 679,71	7	130 661,80
8		150,00				20 669,39	20 819,39	0,79	16 435,02	8	147 096,82
9		150,00				20 979,43	21 129,43	0,77	16 193,95	9	163 290,77
10		150,00	500,00			21 294,13	21 944,13	0,74	16 328,49	10	179 619,26
11		150,00				21 613,54	21 763,54	0,72	15 722,44	11	195 341,70
12		150,00				21 937,74	22 087,74	0,70	15 491,90	12	210 833,60
13		150,00				22 266,81	22 416,81	0,68	15 264,75	13	226 098,35
14		150,00				22 600,81	22 750,81	0,66	15 040,96	14	241 139,32
15		150,00		11 711,20		22 939,82	34 801,02	0,64	22 337,45	15	263 476,77
16		150,00				23 283,92	23 433,92	0,62	14 603,24	16	278 080,01
17		150,00				23 633,18	23 783,18	0,61	14 389,21	17	292 469,23
18		150,00				23 987,67	24 137,67	0,59	14 178,34	18	306 647,57
19		150,00				24 347,49	24 497,49	0,57	13 970,58	19	320 618,14
20		150,00				24 712,70	24 862,70	0,55	13 765,88	20	334 384,02
21		150,00				25 083,39	25 233,39	0,54	13 564,19	21	347 948,21
22		150,00				25 459,64	25 609,64	0,52	13 365,48	22	361 313,69
23		150,00				25 841,54	25 991,54	0,51	13 169,70	23	374 483,39
24		150,00				26 229,16	26 379,16	0,49	12 976,80	24	387 460,19
25		150,00				26 622,60	26 772,60	0,48	12 786,74	25	400 246,93
									400 246,93		

Kuva 19. Kaukolämmön + aurinkosähköpaneelien investoinnin nykyarvon kassavirtalaskelma.

5.6.5 Maalämpö ja aurinkosähköpaneelit

Kassavirran nykyarvolaskelma antaa maalämmölle, jonka lisänä on aurinkosähköjärjestelmä, investoinnin nykyarvoksi 321 294,27 € [kuva 20].

Maalämpöpumppu + aurinkosähköpaneelit											
Korkokanta i	3,0 %										
Energian reaalihinnan nousu	1,5 %										
Huoltokustannus	200,00 €/v										
Maalämpöpumpun sähkönkulutus	7 192,80 €/v										
Säästö energiakustannuksissa	610,50 €/v (verrattuna pelkkään maalämpöön, säästö kiinteistö sähkössä)										
Kiinteistön perussähkönkulutus	2 058,95 €/v										
Vuodet n						Energiakustaus				Vuodet	Kumulatiivinen diskontattu kustannus €
	Hankinta	Huolto	Korjaus	Uusinta	Purku	nnus €/v	Kustannus yhteensä €/v	Diskontta uskerroin	Diskontattu kustannus €/v		
0	132 056,00						132 056,00	1,00	132 056,00	0	132 056,00
1		200,00				8 770,87	8 970,87	0,97	8 709,58	1	140 765,58
2		200,00				8 902,43	9 102,43	0,94	8 579,91	2	149 345,50
3		200,00				9 035,97	9 235,97	0,92	8 452,22	3	157 797,72
4		200,00				9 171,51	9 371,51	0,89	8 326,46	4	166 124,18
5		200,00				9 309,08	9 509,08	0,86	8 202,62	5	174 326,80
6		200,00				9 448,72	9 648,72	0,84	8 080,65	6	182 407,44
7		200,00				9 590,45	9 790,45	0,81	7 960,53	7	190 367,97
8		200,00				9 734,30	9 934,30	0,79	7 842,23	8	198 210,20
9		200,00				9 880,32	10 080,32	0,77	7 725,72	9	205 935,93
10		200,00				10 028,52	10 228,52	0,74	7 610,98	10	213 546,91
11		200,00				10 178,95	10 378,95	0,72	7 497,98	11	221 044,89
12		200,00				10 331,64	10 531,64	0,70	7 386,68	12	228 431,56
13		200,00				10 486,61	10 686,61	0,68	7 277,06	13	235 708,63
14		200,00				10 643,91	10 843,91	0,66	7 169,10	14	242 877,73
15		200,00		9 711,20		10 803,57	20 714,77	0,64	13 296,02	15	256 173,75
16		200,00				10 965,62	11 165,62	0,62	6 958,05	16	263 131,79
17		200,00				11 130,11	11 330,11	0,61	6 854,90	17	269 986,69
18		200,00				11 297,06	11 497,06	0,59	6 753,31	18	276 740,00
19		200,00				11 466,51	11 666,51	0,57	6 653,25	19	283 393,25
20		200,00				11 638,51	11 838,51	0,55	6 554,70	20	289 947,95
21		200,00				11 813,09	12 013,09	0,54	6 457,63	21	296 405,58
22		200,00				11 990,28	12 190,28	0,52	6 362,02	22	302 767,59
23		200,00				12 170,14	12 370,14	0,51	6 267,85	23	309 035,44
24		200,00				12 352,69	12 552,69	0,49	6 175,09	24	315 210,53
25		200,00				12 537,98	12 737,98	0,48	6 083,73	25	321 294,27
									321 294,27		

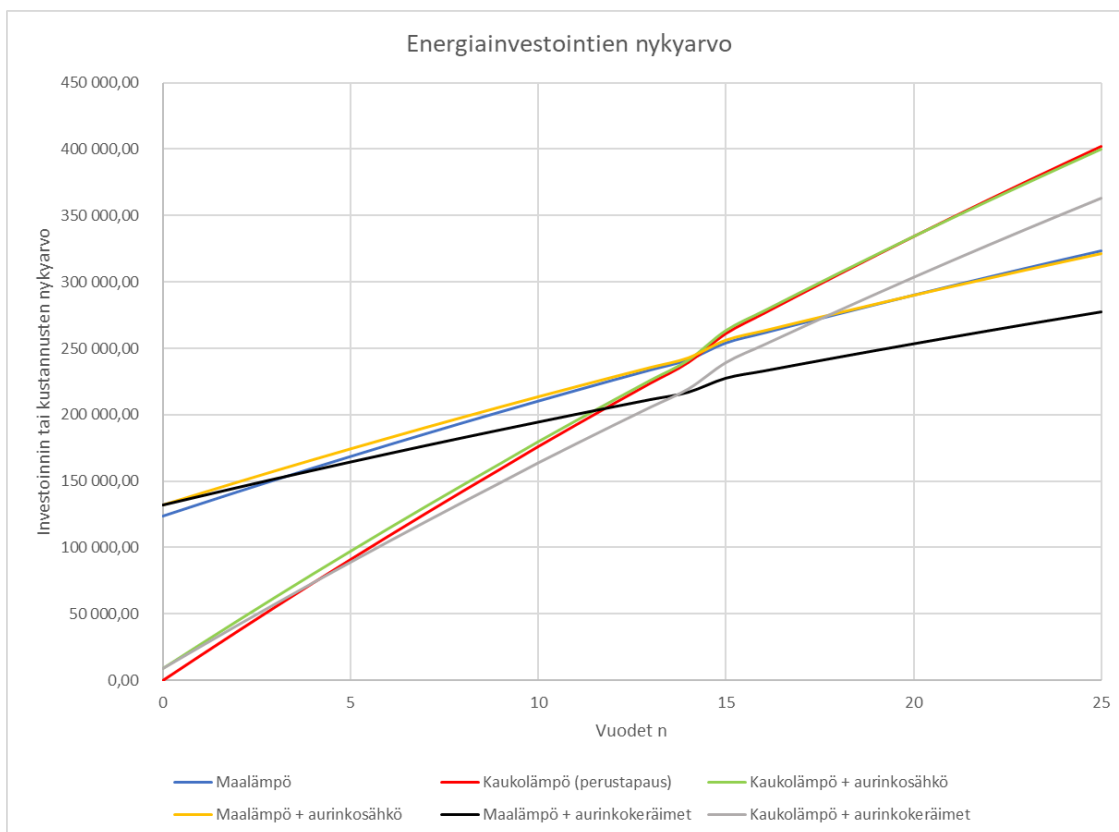
Kuva 20. Maalämpöpumpun + aurinkosähköpaneelien investoinnin nykyarvon kassavirtalaskelma.

5.7 Vertailu

Kuvan 21 kuvaajasta voidaan selvästi lukea, että maalämmöllä toteutettavat vaihtoehdot tulevat nykyarvoltaan edullisimmaksi vaihtoehdoksi. Lisäksi kuvaajasta nähdään, että maalämpöpumpun tai maalämpöpumpun ja aurinkosähköpaneelien investointi maksaa itsensä takaisin noin 14 vuoden kuluessa ja maalämpö aurinkokeräinten kanssa hieman aikaisemmin.

Kuvaajasta nähdään myös se, että aurinkosähköpaneelit tulevat juuri ja juuri kannattavaksi 25 vuoden käyttöajanjaksolla.

Kassavirran nykyarvolla laskettuna kannattavin investointi olisi hybridijärjestelmä, jossa olisivat maalämpö sekä aurinkokeräimet yhdessä.



Kuva 21. Energiainvestointien nykyarvo.

6 Kiinteistön arvonnousu eri vaihtoehdoilla

6.1 Kiinteistön arvo

Kiinteistön arvoon vaikuttavat seikat, joita voidaan kutsua arvotekijöiksi. Nämä tekijät voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: yleiset arvotekijät, sijaintitekijät ja kohdekohtaiset arvotekijät. [33, s. 248.]

Yleisiin arvotekijöihin luetaan kulloinkin vallitsevaan markkinatilanteeseen sekä yhteiskunnalliseen ja taloudelliseen tilanteeseen liittyvät tekijät, kuten työllisyys, korkotaso, talouden kehitysnäkymät sekä lainsäädännön sisältö ja siihen liittyvät muutokset [33, s. 249].

Sijaintitekijät vaikuttavat keskeisesti kiinteistön arvon muodostukseen. Tähän liittyy esimerkiksi se, missä kaupunginosassa kiinteistö sijaitsee ja millaiset palvelut ja työmahdollisuudet alueella on. Sijaintitekijöihin luetaan myös ympäristötekijät, joihin vaikuttavat kohteen rakennetun ja rakentamattoman ympäristön laadulliset seikat. [33, s. 249.]

Kohdekohtaisia arvotekijöitä voidaan jakaa kahteen eri ryhmään; rakennuksen ja itse huoneistoa koskeviin arvotekijöihin. Asunto-osakeyhtiön tila vaikuttaa paljon myös yksittäisen asunnon arvoon. Asunto-osakeyhtiön tilaan liittyvät maapohjan omistussuhde, rakennuksen ikä, rakennusmateriaalit ja rakennuksen tekninen kunto, tehdyt korjaukset, rakennuksen suunnittelu ja arkkitehtuuri sekä taloyhtiön yhteiset tilat, kuten taloyhtiön piha. Myös jäljellä oleva rakennusoikeus vaikuttaa kiinteistön arvoon. Asunto- ja huoneistokohtaisia tekijöitä ovat sijainti rakennuksessa, ilmansuunnat ja näkymät, sekä itse asunnon koko, huoneluku, asunnon pohjaratkaisu, kunto, varusteet, materiaalit ja asunnon ilme yleisesti. [33, s. 250.]

6.2 Energiatoimenpiteen vaikutus kiinteistön arvoon

Kiinteistön energiatehokkuuteen liittyvät toimenpiteet vaikuttavat ensisijaisesti kohdekohtaisiin arvotekijöihin. Taloudellisesta näkökulmasta ajateltuna suurehko investointi energiasaneeraukseen vaikuttaa tietysti jonkin aikaa osakkaiden maksamaan rahoitusvastikkeeseen, mutta lämmitys- ja energiaratkaisun mukaan, säästöjä saadaan suuria määriä lämmityskustannusten pienentyessä. Tämä taas hyvin todennäköisesti laskee maksettavaa hoitovastiketta.

Arvostuksellisesta ja mielikuvallisesta näkökulmasta kiinteistön lämmitystavan vaihtaminen mahdollisimman omavaraiseen ja ympäristöystävälliseen tapaan vaikuttaa hyvinkin paljon, riippuen tietysti siitä, kuka asiaa tarkastelee. Yksittäisen huoneiston myynti-ilmoituksessa oleva maininta yhtiön tiedoissa, josta ilmenee, että kiinteistö lämpenee esimerkiksi maalämmöllä ja aurinkokeräimillä, on suuri etu verrattuna vastaavan huoneiston myynti-ilmoitukseen nähden, jonka mukaan kiinteistön lämmitystapana olisi vaikka suora sähkö. Nykyajan asenteet ovat kuitenkin koko ajan liikkumassa siihen suuntaan, että mitä taloudellisempi, ympäristöystävällisempi ja energiatehokkaampi asuttava kiinteistö on, sitä parempi.

Kiinteistöille, jotka hyödyntävät ekologisia lämmitysratkaisuja, voidaan myöntää vihreän rakentamisen sertifikaatteja, joita ovat virallisiin ympäristövaikutusarviointi- ja luokitusjärjestelmiin kuuluvat PromiceE, Breeam ja Leed. Esimerkiksi Leed-sertifikaatin saaneen kiinteistön välitön arvonnousu voi olla jopa 7,5 %. [36].

Yleisesti ottaen voidaan olettaa, että kaikki tässä selvityksessä esitetyt lämmitys- ja sähköntuottoratkaisut vaikuttavat kiinteistön arvoon sitä nostavasti. Lämmityskustannukset pienenevät ja vastikkeet pienenevät ja kun energiaremontin takaisinmaksuaika on kokonaisuudessaan ohi, kiinteistön kulut pienenevät entisestään. Kuten sanottu, myös mielikuvallinen arvo nousee, kun ihmisten arvostus ympäristöä kohden kasvaa. On vaikea arvioida yksittäisen toimenpiteen rahallista arvoa kiinteistöön arvoon, koska ei voida laskea yksi yhteen, että kun investointi on maksanut tietyn verran, niin kiinteistön arvokin nousisi tämän summan verran. Kiinteistön arvostus on taloudellisten seikkojen lisäksi hyvin paljon kiinni katsojan silmästä.

6.3 Vertailu

Maalämpöpumpun investointikustannukset ovat melko suuret, mutta investoinnin lopulliset kustannukset jäävät pienemmäksi, kuin nykyisen kaukolämpöjärjestelmän kustannukset samalla käyttöajalla. Pitkällä aikavälillä maalämpöjärjestelmä vähentää osakkaiden maksamaa energiakustannusta vastikkeessa, mutta aluksi tämä investointi näkyy jonkin verran vastikkeen kasvuna, kun investoinnin kustannus joudutaan jakamaan rahoitusvastikkeeksi osakkaille. Maalämpöpumpun tuoma arvonnousu tulee siis pitkän aikavälin vastikesäästöistä sekä niin sanotusti vihreästä mielikuvasta, joka kiinteistölle luodaan, kun käytetään mahdollisimman ympäristöystävällistä ja omavaraista energiaa.

Aurinkokeräimet asennettuna maalämpöpumpun rinnalle ovat investoinnin nykyarvoltaan vielä kannattavammat kuin pelkkä maalämpö. Tällä investoinnilla saataisiin entistä enemmän rahallisia säästöjä. Lisäksi arvomielikuva kasvaa, kun on kaksi niin sanotusti vihreää lämmitysmuotoa rinnakkain tukemassa toistaan.

Aurinkosähköjärjestelmillä ei kovin paljoa rahallista säästöä saada ja investointi aiheuttaa jonkin verran vastikekuormaa osakkaille alkuvaiheessa. Aurinkosähköpaneelit mak-

savat itseään takaisin hyvin hitaasti nykytilanteessa, mutta jos sähkön hinta nousisi radikaalisti, voisivat paneelit tuoda melko merkittäviäkin säästöjä kiinteistösähkön kustannuksiin. Toistaiseksi aurinkopaneelit tuovat arvonnousua vain kiinteistön imagolle.

7 Pohdinta

Voidaan todeta, että investointilaskelmien mukaan parhaat ja kannattavimmat lämmitysjärjestelmäinvestoinnit kiinteistöön olisivat maalämpöön painottuvia. Kannattavimmaksi nousi maalämmön ja aurinkokeräinten hybridijärjestelmä. Samalla johtopäätöksenä voidaan ajatella maalämmön olevan uudiskohteisiin kannattavampi vaihtoehto kuin kaukolämpö, koska selvityksen kohteena oleva kiinteistö on vain 5 vuotta vanha.

Hybridijärjestelmän takaisinmaksuaika olisi noin 14 vuotta, jona aikana se nostaisi hieinan osakkaiden kustannuksia, mutta tämän jälkeen tilanne tasoittuisi ja säästöä kustannuksissa alkaisi tulla paljon.

Jos samalla verrataan lämmitysjärjestelmäinvestointien vaikutusta kiinteistön energiatehokkuuslukuun, voidaan todeta, että suurin vaikutus tulee, kun investoitaisiin sekä maalämpöön että aurinkosähköpaneeliin. Tällöin E-luku olisi 70 [liite 5]. Hyvänä kakkosena tulee maalämpö yhdistettynä aurinkokeräimiin, jolloin E-luku olisi 81 [liite 3]. Jos pienellä investoinnilla haluttaisiin parantaa kiinteistön E-lukua, tällöin voitaisiin investoida nykyisen kaukolämmön lisäksi asennettaviin aurinkosähköpaneeliin, jolloin E-luvuksi saataisiin 82 [liite 6] nykyisen E-luvun 101 sijaan. Taulukossa 2 on vielä yhteenvetona eri lämmitysjärjestelmillä saavutettavat energiatehokkuusluvut ja -luokat.

Taulukko 2. Yhteenveto E-luvuista ja -luokista.

Lämmitysjärjestelmä	E-luku	E-luokka
Kaukolämpö	101	B
Maalämpö	89	B
Kaukolämpö + aurinkokeräimet	94	B
Maalämpö + aurinkokeräimet	81	B
Kaukolämpö + aurinkosähkö	82	B
Maalämpö + aurinkosähkö	70	A

Kiinteistön arvonnousun osalta paras investointi olisi varmastikin maalämpö sekä aurinkokeräimet, koska tämä pudottaa kiinteistön kustannuksia ja osakkaiden maksamia vastikkeita pitkällä aikavälillä. Toisaalta mikä tahansa näistä vihreään ja omavaraiseen energiaan investoinneista tuo parannusta kiinteistön imagoon ja nostaa kiinteistön arvoa tätä kautta.

Järjestelmien tuotot ja kustannukset eivät tietystikään ole näin yksioikoisia, joita tässä selvityksessä on todettu. Järjestelmien asennuksista voi tulla ja varmasti tuleekin lisäkustannuksia, kuten maankaivuuta ja parkkipaikan uusiksi asfaltointia, kun johtoja ja putkia joudutaan asentamaan maan alle, mitä näissä laskelmissa ei ole huomioitu. Lisäksi pitäisi selvittää kiinteistön nykyiset sähköliittymän mitoitus, rakenteiden kantavuudet ja muut seikat, jotka voivat vaikuttaa uuden järjestelmän asennettavuuteen. Tämän vuoksi lasketut arviot ovat vain arvioita, mutta ne antavat hyvää suuntaa sille, mitä tällaisilla energiatehokkuutta parantavilla lämmitysjärjestelmävaihtoehdoilla voitaisiin saavuttaa.

Lähteet

- 1 Talotekniikkaopas. 2019. Verkkoaineisto. Talotekniikka-Julkaisut Oy Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <https://www.talteka.fi/sites/default/files/file_attachments/talotekniikkaopas_2016_paivitetty_jh_20190208.pdf>. Päivitetty 8.2.2019. Luettu 7.4.2020.
- 2 Tukilämmitysjärjestelmät. 2016. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/tukilammitysjarjestelmat>. Päivitetty 25.11.2016. Luettu 24.2.2020.
- 3 Tahkokorpi, Markku. 2016. Aurinkoenergiaa Suomessa. Helsinki: Into Kustannus Oy
- 4 Myyryläinen, Leevi. 2019. Rakennusten elinkaari, energia ja kunto. Helsinki: Rakennustieto Oy
- 5 Valjakka, Nina. 2009. Maalämpö. Perhemediat Oy
- 6 Perälä, Rae; Perälä, Osmo. 2013. Lämpöpumput. Helsinki: Karisto Oy
- 7 Laitinen, Jussi. 2010. Pieni suuri energiakirja. Opas energiatehokkaaseen asumiseen. Helsinki: Into Kustannus Oy
- 8 Maalämpöpumppu MLP. 2019. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp>. Päivitetty 29.8.2019. Luettu 24.2.2020.
- 9 Maalämpö. Verkkoaineisto. Coolfactory Oy. <<https://coolfactory.fi/palvelut/maalampo/>>. Luettu 24.2.2020.
- 10 Koskelainen, Lasse; Saarela, Lauri; Sipilä, Kari. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- 11 Näin maalämpöpumppu toimii. Verkkoaineisto. Nivos Oy. <<https://www.nivos.fi/nain-maalampopumppu-toimii>>. Luettu 2.3.2020.
- 12 Järvenpään kaupungin rakennusjärjestys. 2019. Verkkoaineisto. Järvenpään kaupunki. <https://www.jarvenpaa.fi/attachments/text_editor/20794.pdf?name=Rakennusjarjestys_2019>. 29.1.2019. Luettu 2.3.2020.

- 13 Hybridilämmitys. 2020. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti/Motiva Oy. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/hybridilammitys>. Päivitetty 17.3.2020. Luettu 07.04.2020.
- 14 Aurinkolämpö. Verkkoaineisto. Elenia Oy. <<https://www.elenia.fi/aurinkolampo>> Luettu 7.4.2020.
- 15 Aurinkolämmön kytkeminen kaukolämmön rinnalle. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin/kaukolampo>. Päivitetty 10.8.2017. Luettu 3.3.2020.
- 16 Älytilat vaativat uudenlaisia kommunikointityökaluja. 2020. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/%C3%A4lytilat-vaativat-uudenlaisia-kommunikointity%C3%B6kaluja-%E2%80%93-eliminoivat-rakennusvirheit%C3%A41>>. Luettu 3.3.2020.
- 17 Distributed Energy Systems – DESY. 2015. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T224.pdf>>. Luettu 3.3.2020.
- 18 Aurinkolämmön kytkeminen maalämpöpumppuun. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kytkenta_muihin_lammitysjarjestelmiin/maalampopumppu>. Päivitetty 10.8.2017. Luettu 3.3.2020.
- 19 Maalämpöpiirin hyödyntäminen aurinkolämmön varastoinnissa. 2019. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelman_kaytto/aurinkolammon_varastointi/maalampopiirin_hyodyntaminen_aurinkolammon_varastoinnissa>. Päivitetty 6.8.2019. Luettu 3.3.2020.
- 20 Rakennusten kaukolämmitys. Määräykset ja ohjeet. K1/2013. 14.4.2014. LVI 10-10549. Rakennustieto Oy.
- 21 Käpylehto, Janne. 2016. Auringosta sähköt kotiin, kerrostaloon ja yritykselle. Helsinki: Into Kustannus Oy.
- 22 Aurinkopaneelien sijoitus ja suuntaus. Aurinkosähköä kotiin-kampanja. Verkkoaineisto. Motiva Oy/Omakotiliitto Oy. <<https://aurinkosahkoakotiin.fi/aurinkopaneelien-sijoitus-ja-suuntaus/>>. Luettu 3.3.2020.
- 23 Aurinkopaneelien asentaminen. 2019. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/hankinta_ja_asennus/aurinkopaneelien_asentaminen>. Päivitetty 18.11.2019. Luettu 3.3.2020.

- 24 Perälä, Rae. 2017. Aurinkosähköä. Helsinki: Karisto Oy
- 25 Tarvittavat luvat. Aurinkosähköä kotiin-kampanja. Verkkoaineisto. Motiva Oy/Omakotiliitto Oy. <<https://aurinkosahkoakotiin.fi/tarvittavat-luvat/>>. Luettu 3.3.2020.
- 26 Lämmitysjärjestelmien elinkaari. 2020. Verkkoaineisto. Energiatehokas koti/Motiva Oy. <https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien_elinkaari>. Päivitetty 17.3.2020. Luettu 7.4.2020.
- 27 Lämpöä kotiin keskitetysti. 2012. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/files/7963/Lampoa_kotiin_keskitetysti_Kaukolampo.pdf>. Luettu 3.3.2020.
- 28 Auvinen, Karoliina, DI. 2019. Aurinkolämpöjärjestelmien hintatasot ja kannattavuus. Verkkoaineisto. Finsolar. <<https://finsolar.net/kannattavuus/aurinkolampojarjestelmien-hintatasot-ja-kannattavuus-suomessa/>>. Päivitetty 26.9.2016. Luettu 9.3.2020.
- 29 Aurinkosähköjärjestelmän teho. 2017. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelman_teho>. Päivitetty 24.8.2017. Luettu 3.3.2020.
- 30 Huolto ja kunnossapito. 2019. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/huolto_ja_kunnossapito>. Päivitetty 29.5.2019. Luettu 3.3.2020.
- 31 Aurinkopaneelien hankintaopas. Verkkoaineisto. Helen Oy. <https://www.helen.fi/globalassets/aurinko/aurinkopaneeleiden_hankintaopas.pdf>. Luettu 3.3.2020.
- 32 Heikkinen, Lauri. 2020. Investointien kannattavuuslaskenta. Luentomoniste. Metropolia ammattikorkeakoulu.
- 33 Kasso, Matti. 2014. Kiinteistönvälitys ja -arviointi. Helsinki: Talentum Media Oy
- 34 Lämpökaivon poraus. 2010. Verkkoaineisto. Geodrill Oy. <<http://www.geodrill.fi/porausprosessi/poraus/>>. Luettu 3.3.2020.
- 35 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon tarpeen laskenta. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://www.ym.fi/download/none-name/%7B4332AA81-75E1-4CA0-B208-B0ACB60A267F%7D/133692>>. Luettu 17.4.2020.

- 36 Lämmitysjärjestelmän vaihto maksimoi sijoituksesi arvon ja tuoton. 2017. Verkkoaineisto. LämpöYkkönen. <<https://lampoykkonen.fi/100faktaa/fakta-87-kiinteiston-tai-sijoitusasunnon-omistaja-lammitysjarjestelman-vaihto-maksimoi-sijoituksesi-arvon-ja-tuoton/>>. Luettu 28.4.2020.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoituksiluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoituksiluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä:	?
	Energiatehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi 101
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	105
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	
Todistuksen laatija:	Yritys:
Taru Väyrynen	Yritys = Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:
24.3.2020	01.01.2021

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu

ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä:	?

	Energiatehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	

	kWh _E /m ² vuosi
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	89
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	105
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	

Todistuksen laatija: Taru Väyrynen	Yritys: Yritys = Metropolia ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	

Todistuksen laatimispäivä: 9.4.2020	Viimeinen voimassaolopäivä: 01.01.2021
---	--

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu ja aurinkokeräimet

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivänmäärä:	?
	Energiatehokkuusluokka
A	
B	← B 2018
C	
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi 81
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	105
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	
Todistuksen laatija:	Yritys:
Taru Väyrynen	Yritys = Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:
9.4.2020	01.01.2021

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö ja aurinkokeräimet

ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivänmäärä:	?

	Energiehokkuusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	94
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	105

Todistuksen laatija: Taru Väyrynen	Yritys: Yritys = Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	

Todistuksen laatimispäivä: 24.3.2020	Viimeinen voimassaolopäivä: 01.01.2021
--	--

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, maalämpöpumppu ja aurinkosähköpaneelit

ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivänmäärä:	?

	Energiatehokkuusluokka
A	A 2018
B	
C	
D	
E	
F	
G	

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	70
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	105

Todistuksen laatija: Taru Väyrynen	Yritys: Yritys = Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	

Todistuksen laatimispäivä: 9.4.2020	Viimeinen voimassaolopäivä: 01.01.2021
--	---

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.

Energiatodistus 2018 määräyksillä, kaukolämpö ja aurinkosähköpaneelit

ENERGIATODISTUS 2018	
LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä	
Rakennuksen nimi ja osoite:	Pientalo esimerkki Osoite
Pysyvä rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2015
Rakennuksen käyttötarkoitukseluokka:	
Rivitalot (käyttötarkoitukseluokka 1 d)	
Todistustunnus:	
Energiatodistus on laadittu:	
Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivänmäärä:	?
	Energiatodistusluokka
A	
B	B 2018
C	
D	
E	
F	
G	
Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli E-luku	kWh _E /m ² vuosi 82
Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus	105
(Huom! Ylläoleva on 2018 säädöksen vaatimustaso mahdolliset helpotukset huomioiden)	
Todistuksen laatija:	Yritys:
Taru Väyrynen	Yritys = Metropolia Ammattikorkeakoulu
Sähköinen allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä:	Viimeinen voimassaolopäivä:
24.3.2020	01.01.2021

Huom! Todistuksessa esitetyt lukuja/laskentatuloksia ei tule käyttää Lämpöpumppujen/lämmitysjärjestelmän valintaan.