

Johanna Kulku

# **Lämmitysjärjestelmän muutos 1950-luvun asuinrakennukseen**

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Johanna Kulku

Työn nimi: Lämmitysjärjestelmän muutos 1950-luvun asuinrakennukseen

Ohjaaja: Martti Perälä

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 45

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Opinnäytetyön aiheena on selvittää energia- ja kustannustehokas lämmitysjärjestelmä 1950-luvulla rakennettuun asuinrakennukseen. Lähtökohtana on saada lämmitysjärjestelmästä energiasäästävä ja uusiutuvaa energiaa hyödyntävä kokonaisuus. Tähän asuinrakennukseen tullaan tulevaisuudessa vaihtamaan uusi lämmitysjärjestelmä öljylämmityksen rinnalle tai mahdollisesti kokonaan vanhan tilalle.

Opinnäytetyössä käsitellään eri lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja. Kohteen ominaisuuksia verrataan mahdollisiin lämmitysjärjestelmiin. Opinnäytetyön alussa esitellään lämmitysjärjestelmät ja sen jälkeen syvennytään tutkimaan lämmitysjärjestelmien sopivuutta kohteeseen.

Opinnäytetyössä tehdyn selvityksen lopputuloksena todetaan, että kohteen lämmitysenergiaa voidaan säästää aurinkoenergiaa hyödyntämällä. Maalämpö on vaihtoehtoisesti toimiva ratkaisu tutkittuun kohteeseen. Tavoitteena on saada lopputuloksessa mahdollisimman todenmukaisia vertailutuloksia. Valmis tutkimus auttaa kohteen omistajia lämmitysjärjestelmän valinnassa.

Avainsanat: rakennus, energiatehokkuus, lämmitysjärjestelmä

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Johanna Kulku

Title of thesis: Changing the heating system in a building from the 1950s

Supervisor: Martti Perälä

Year: 2019

Number of pages: 45

Number of appendices: 2

---

The subject of the thesis was to find an energy and cost-effective heating system for a building which was built in the 1950s. The starting point was to create a heating system that would save energy and utilize renewable energy. In the future, the heating system of the building would be replaced by a new heating system coexisting alongside the oil heating or possibly replacing the old system completely.

The aim of the thesis was to examine different options for heating systems. The features of the building were compared to possible heating systems. At the beginning of the thesis, heating systems were introduced, followed by further examination of the suitability of heating systems for the building.

The result of the thesis was that the heating energy of the building could be saved by exploiting solar energy. Alternatively, geothermal heat would be a viable solution for the building examined. The aim was to get the most accurate results possible. The completed research would help the owners of the building to choose the best heating system for them.

Keywords: building, energy efficiency, heating system

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TAVOITTEET.....	9
2.1 Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät.....	9
2.2 Lämmitysjärjestelmän energiakulutus.....	10
2.3 Rakennuksen vaikutus lämmitysjärjestelmään.....	11
2.4 Huomioitavat asiat lämmitysjärjestelmän muutoksessa.....	12
3 MAHDOLLISET LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT.....	13
3.1 Pilkelämmitys.....	13
3.2 Öljylämmitys.....	14
3.3 Maalämpö.....	16
3.4 Ilmalämpöpumppu.....	19
3.5 Ilma-vesilämpöpumppu.....	21
3.6 Aurinkoenergia.....	23
4 KOHTEEN ESITTELY.....	26
4.1 Asuinrakennus ja sen yleinen kunto.....	26
4.2 Asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmä.....	26
4.3 Perustelut lämmitysjärjestelmän muutokselle.....	28
4.4 Tehon ja energian tarve.....	29
5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SOVELTUVUUS KOHTEESEEN....	31
5.1 Pilkelämmitys.....	32
5.2 Öljylämmitys.....	32
5.3 Maalämpö.....	33
5.4 Ilmalämpöpumppu.....	35
5.5 Ilma-vesilämpöpumppu.....	36
5.6 Aurinkoenergia.....	36

6 YHTEENVETO.....	39
LÄHTEET.....	41
LIITTEET.....	45

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Käänteispalokattilan toiminta .....	14
Kuva 2. Öljylämmitysjärjestelmän toimintaperiaate .....	15
Kuva 3. Keruuputkiston vaihtoehdot maalämpöpumpulle .....	17
Kuva 4. Ilmalämpöpumpun toiminta .....	20
Kuva 5. Ilma-vesilämpöpumppu .....	22
Kuva 6. Aurinkopaneelien avulla saadaan tuotettua ilmaista sähköä.....	23
Kuva 7. Aurinkokeräimistä yleisin on kuvassa näkyvä tasokeräin.....	24
Kuva 8. Kohteen nykyinen lämmitysjärjestelmä .....	27
Kuva 9. Antti-uuni on asuinrakennuksen alkuperäinen lämmitysjärjestelmä.....	28
Kuva 10. Asuinrakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat tärkeä osa sen historiallista kokonaisuutta.....	29
Kuvio 1. Asumisen energiakulutus 2010-2017 .....	10
Kuvio 2. Vuotuiset kokonaiskustannukset eri lämmitystavoille .....	31
Kuvio 3. Aurinkopaneelien vuosituotto .....	37
Taulukko 1. Pientalojen E-luvun raja-arvot .....	30

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Fossiilinen polttoaine</b>	Uusiutumattomia tai hitaasti uusiutuvia luonnonvaroja.
<b>Hybridilämmitys</b>	Kahden tai useamman lämmitysmuodon vaihtelua esimerkiksi vuodenajan tai vuorokauden mukaisesti, jolloin hyödynnetään lämmitysmuotojen parhaat puolet.
<b>Invertteri</b>	Vaihtosuuntaaja, joka muuntaa tasavirtaa vaihtovirraksi.
<b>Lämmitysjärjestelmä</b>	Lämmitysjärjestelmällä tarkoitetaan lämmittämiseen käytettävää laitteistokokonaisuutta.
<b>Lämpöhäviö</b>	Lämpönä tapahtuva energiahäviö lämmitettävästä kohteesta.
<b>Pilke</b>	Karsitusta pyöreästä puusta valmistettu 0,2-0,5-metriseksi katkaistu tai halkaistu polttopuu.
<b>Pinokuutiometri</b>	Kuutiometrin kokoinen polttopuupino.
<b>U-arvo</b>	Lämmönläpäisykerroin kuvaa rakenteen lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi rakenteen U-arvo on, sitä parempi lämmöneristys rakenteella on.

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käsitellään vuonna 1954 valmistuneen asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmän muutosmahdollisuuksia. Asuinrakennuksen tämänhetkinen lämmitysjärjestelmä on öljylämmitys. Öljylämmityksen muutoksen syynä on pyrkiä säästämisen tarvittavaa lämpöenergian määrää ja samalla myös selvittää uusiutuvan energian käyttömahdollisuuksia tutkitussa kohteessa. Lähtökohtana lämmitysjärjestelmien valinnassa käytetään eri vaihtoehtojen soveltumista kohteeseen. Kohteeseen soveltuvien lämmitysjärjestelmien alkuedellytykset olivat muun muassa yhteen sopiminen vesikiertoisen lämmitysjakojärjestelmän kanssa sekä asuinrakennuksen maantieteellinen sijainti.

Tavoitteena on saada todenmukaiset tulokset asuinrakennuksen tarvittavasta energiankulutuksesta ja näin löytää parempia ratkaisuja asuinrakennuksen lämmitysmuotoon. Asuinrakennuksen kokonaisenergiankulutus ja energiatehokkuus laskeaan kaavoja apuna käyttäen. Saatuja tuloksia vertaillaan yleisten laskureiden antamiin tuloksiin. Potentiaalisimmista lämmitysjärjestelmämuodoista tehdään kustannuslaskelmat.



## 2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TAVOITTEET

### 2.1 Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät

Lämmitysjärjestelmä vaikuttaa ratkaisevasti asumisen mukavuuteen ja käyttökustannuksiin. Lämmitysjärjestelmän valinnassa on otettava huomioon muun muassa asukkaiden tarpeet, taloudelliset perusteet, rakennuksen sijainti sekä lämmitysjärjestelmän ominaisuudet. Lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat rakennusvaiheen investoinnit, vuotuiset energiakustannukset, kiinteät vuotuiset perusmaksut sekä huolto- ja korjauskustannukset. Ympäristön kannalta on hyvä valita uusiutuvaa energiaa käyttävä lämmitysjärjestelmä. (Energiatehokas koti, Talotekniikan suunnittelu 6.11.2018.)

Lämmitysjärjestelmällä polttoaine muutetaan lämmöksi, jonka jälkeen tuotettu lämpö saadaan lämmönjakojärjestelmän avulla siirrettyä huonetiloihin. Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt muodostuvat muun muassa savukaasuhäviöstä ja läpivirtaushäviöstä sekä varaajien ja lämmönvaihtimien lämpöhäviöistä. Edellä mainittujen lämpöhäviöiden lisäksi asuinrakennuksien lämpöenergiasta lähes puolet kuluu rakennuksen vaipan johtumishäviöihin. (Hellgren ym. 1999, 175-176.)

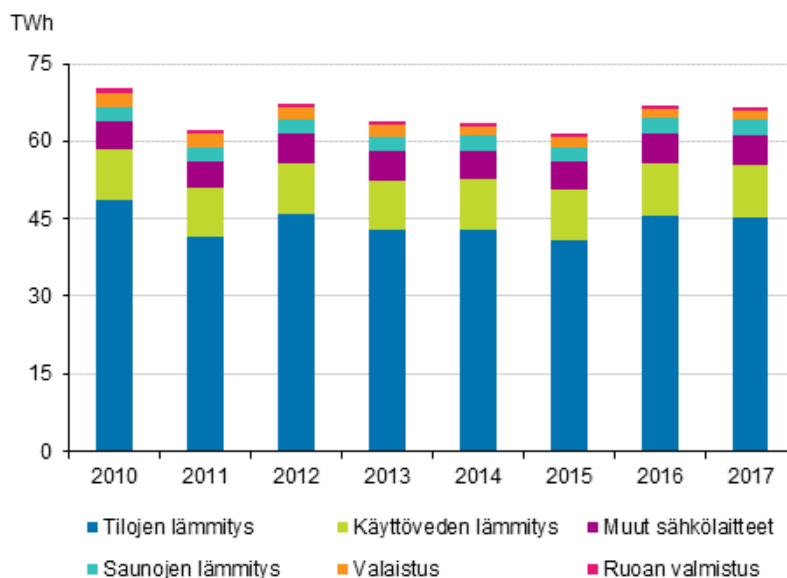
Rakennuksen lämmitykseen osallistuu myös ihmisistä, kotitaloussähköstä, lämpimistä käyttövesistä sekä auringosta tulevat lämpövirrat. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän säätimien avulla voidaan vaikuttaa siihen, kuinka hyvin kyseisiä lämpövirtoja kyetään käyttämään hyödyksi ja pienentämään lämmitykseen ostettavan energian määrään. Sisäisten lämpöjen hyödyntämistä voidaan siis tehostaa säätötekniisin ratkaisuin. (Hellgren ym. 1999, 176.)

Lämmönjakojärjestelmän toimintaperiaatteet voidaan jakaa vesikiertoisiin ja niin sanottuihin kuiviin järjestelmiin. Kuiviin järjestelmiin luetellaan takka, ilmalämpöpumppu, sähkölämmityspatterit ja sähkökaapelilämmitys. Takka ja ilmalämpöpumppu voivat toimia vain tilojen tukilämmityskäytössä. (Energiatehokaskoti, Lämmönjakojärjestelmä 12.12.2017.)

Kuivia lämmönjakojärjestelmiä käytettäessä käyttövesi on lämmitettävä erillisessä varaajassa, joka yleensä on 200-300 litran kokoluokkaa. Varaajassa käyttövesi pidetään 55-80 celsiusasteessa. Yleensä varaajassa on 1-vaiheinen 1,5-3 kilowatin sähkövastus, jossa ei ole käyttövesikierukkaa. Varaajan tulee suoraan uutta vettä käytön yhteydessä. Vesikiertoisissa järjestelmissä lämmin käyttövesi tuotetaan usein samassa yhteydessä tilojen lämmitysenergian kanssa. (Energiatehokas koti, Lämmönjakojärjestelmä 12.12.2017.)

## 2.2 Lämmitysjärjestelmän energiakulutus

Tilastojen mukaan Suomessa asumisen energiakulutuksesta keskimäärin 68 prosenttia kohdistuu asuinrakennuksen tilojen lämmittämiseen ja noin 15 prosenttia käyttöveden lämmitykseen. Kuviossa 1 on esitetty vuosien 2010-2017 energiakulutusvaihtelu. Lämmitysenergian tarpeeseen vaikuttaa rakennuskannan energiatehokkuuden ja lämmitettävän pinta-alan lisäksi myös ulkoilman lämpötila. Tilastokeskuksen mukaan vuosi 2017 oli 1,8 prosenttia lämpimämpi verrattuna vuoteen 2016. (Tilastokeskus 22.11.2018.)



Kuvio 1. Asumisen energiakulutus 2010-2017 (Tilastokeskus 2018).

Rakennuksen lämmitysenergian kulutukseen vaikuttaa suuresti rakennuksen sisälämpötila. Jo yhden asteen muutos sisälämpötilassa muuttaa lämmitysenergian kulutusta noin 4-7 prosenttia Suomen ilmasto-olosuhteissa. Sisälämpötilan tarkalla ja

asianmukaisella säädöllä voidaan estää turhan korkeat sisälämpötilat, voimakkaat lämpötilan vaihtelut sekä näin vaikuttaa lämmitysenergian kulutukseen. Sisälämpötilan tarkka säätö on myös edellytys ilmaisten lämpövirtojen tehokkaalle hyödyntämiselle. On siis tärkeää onnistumisen kannalta se, että rakennuksen lämmöntuottaminen ja lämmitysjärjestelmät ovat oikein säädetty ja mitoitettu. Rakennuksen lämpöhäviötä voidaan pienentää esimerkiksi lisäeristyksellä ja poistoilmaan liitettävällä lämmöntalteenotolla. (Hellgren ym. 1999, 183–186.)

### **2.3 Rakennuksen vaikutus lämmitysjärjestelmään**

Rakennuksen ulkoseinien lisäeristäminen ja ikkunoiden uusiminen ovat yleensä heikosti kannattavia toimenpiteitä, jos rakenteiden eristystaso täyttää tietyt minimivaatimukset, eikä rakenneosien huono kunto vaadi niiden uusimista. Rakennuksen yläpohjan lisäeristäminen on yleensä helpompi toteuttaa ja tästä johtuen myös suositeltavaa. Yläpohjan lisäeristäminen on myös helpompi toimenpide verrattuna esimerkiksi ulkoseinien lisäeristämiseen. Alapohjan lisäeristäminen on vain harvoin kannattavaa, koska alapohjan kautta siirtyy suhteellisesti kaikkein pienin osa energiasta ja lisäeristäminen on vaikeasti suoritettavissa. (Hellgren ym. 1999, 185.)

Rakenteiden tiivistäminen ja kylmäsiltojen korjaaminen ovat usein kannattavia toimenpiteitä. Rakenteiden huonosta tiiveydestä aiheutuu vedon tuntua, sisälämpötilan laskua sekä muutoksia tilojen välisissä painesuhteissa, jotka kasvattavat rakennuksen energiakulutusta. Rakenteiden tiivistämisessä on kiinnitettävä erityistä huomiota muun muassa ikkuna- ja oviaukkojen puitteiden sekä karmien rakoihin. (Hellgren ym. 1999, 185.)

Lämmitysverkoston oikeat painesuhteet ja virtaamat verkoston eri osissa ovat perusedellytys lämmitysjärjestelmän energiataloudelliselle toiminnalle ja halutun sisälämpötilan hallinnalle. Lämmitysjärjestelmän tasapainotus parantaa lämmitysjärjestelmän toimintaa ja myös samalla säästää lämmitysenergiaa. Lämmitysjärjestelmän perussäätö tulee aina tehdä lämmitysjärjestelmään, jos lämmitysverkostoon tehdään muutoksia. Vasta muutostöiden jälkeen suoritetaan lämmitysjärjestelmään perussäätö. (Hellgren ym. 1999, 185-186.)

## 2.4 Huomioitavat asiat lämmitysjärjestelmän muutoksessa

Koska Suomi on sitoutunut tiukkoihin energiantuotannon päästöjen rajoittamistavoitteisiin vuoteen 2020 mennessä, kannustetaan lämmitysratkaisuissa siirtymistä fossiilisista polttoaineista uusiutuviin. Kannustimena on mahdollisuus saada investointitukia myös yksityistalouksille. Lämmitysjärjestelmän vaihdon kustannukset ovat kotitalousvähennyskelpoisia, kuten myös laitteiston asennuskustannukset. Tukea haetaan kiinteistön sijaintikunnan kautta. (Motiva, Ohjeita lämmitysjärjestelmän hankintaan 2011.)

Ennen valittujen lämmitysjärjestelmien toteutusta on otettava yhteyttä kotikunnan rakennusvalvontaan sekä palotarkastajaan ja tarkistaa lupa-asiat kuntoon. Rakennuksen katolle asennettaviin aurinkokeräimiin sekä tontille kaivettavaan porakai-voon tarvitaan vähintään toimenpideilmoitus, usein myös toimenpide- tai rakennuslupa kotikunnasta riippuen. Rakennuksen ulkoasuun vaikuttavissa asioissa on kuul-tava myös naapureita. (Motiva, Ohjeita lämmitysjärjestelmän hankintaan 2011.)

## 3 MAHDOLLISET LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

### 3.1 Pilkelämmitys

Pilkkeet ovat uusiutuvaa energiaa, sekä oikein käytettynä niiden hyödyntäminen on taloudellista ja ympäristöä säästävää. Hyvänä puolena voidaan mainita se, että pilkekattilan on mahdollista yhdistää muihin lämmitysjärjestelmiin. Esimerkkinä aurinkolämmöllä voidaan tehostaa pilkekattilaa. (Motiva a, Pätikittäin puulämmityksestä 2012.)

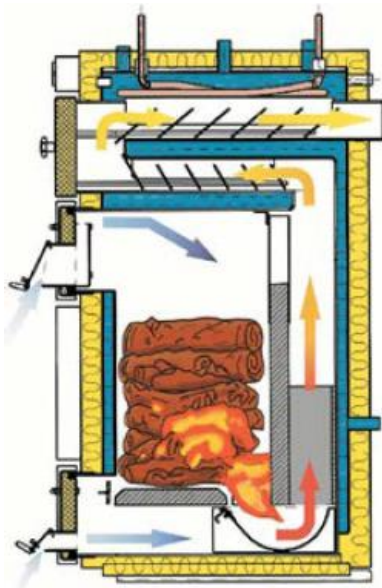
Suomessa puu on uusiutuvista energialähteistä tärkein. Sen käyttö ei polttoaineena lisää hiilidioksidipäästöjä, koska puuhun sitoutuneen hiilen katsotaan olevan luonnonkierroksessa toisin kuin fossiilisten polttoaineiden kohdalla. Luonnonkierroksessa hakattujen tilalle istutetut puut sitovat poltossa vapautuvaa hiilidioksidia. (Ämmälä 2012, 6.) Puuaines on lisäksi erinomaisin auringon energian varastomuodoista, koska tehokkaalla tulisijalla ja oikein poltettuna se voidaan muuttaa puhtaaksi lämmöksi. Hyvän pilkekattilan hyötysuhde nimellisteholla on yli 80 prosenttia. (Motiva b, Pätikittäin puulämmityksestä, [Viitattu 26.2.2019].)

Pientalon vuosittainen pilkkeen tarve palamisaineena on noin kaksikymmentä pino-kuutiometriä. Pilkelämmityksessä on syytä harkita etukäteen, mistä polttoainetta tuotetaan tai hankitaan sekä miten pilkkeet varastoidaan. Varastoinnissa on otettava huomioon varsinkin varastoinnin sijainti, kuivuminen, käyttömukavuus sekä paloturvallisuus. Varastoinnin päätarkoituksena on saada puuaines pysymään kuivana. Kuivan puuaineksen palaminen on tehokkaampaa ja päästöt ovat pienemmät. Sopivana puuaineksen kosteutena pidetään 15-20 prosenttia. (Ämmälä 2012, 8-24.) Suurin osa suomalaisista tuottaa käyttämänsä pilkkeen itse omasta metsästä, jolloin lämmittäminen on erittäin edullista. Toki ostopilkettäkin on laajasti saatavilla. (Energiatehokas koti, Pilkelämmitys 10.2.2016.)

Pilkekattiloita on kolmea erityyppiä, joita ovat ylä-, ala- ja käänteispalokattilat. Lisäksi pilkettä voidaan käyttää öljyn kanssa rinnakkain kaksoispesäkattilassa. (Energiatehokas koti, Pilkelämmitys 10.2.2016.) Kattilatyypin vaikutus merkittävästi sen

hyötysuhteeseen. Lämminvesivaraajalla voidaan parantaa pilkekattilan hyötysuhdetta jopa 5-20 prosenttia. Lämminvesivaraajalla saadaan varastoitua lämpöä, jolloin vähennetään myös lämmityksen eteen tehtävää työtä. (Motiva, Pilkekattilalämmittäjän energiasäästöopas 2014.)

Yläpalokattilassa polttoainetta lisätään pienissä erissä lyhyin väliajoin, joten yläpalokattila vaatii asukkailta eniten työtä. Yläpalokattilan hyötysuhde on näistä kolmesta kattilatyypistä huonoin. Alapalokattilassa puun palaminen on tasaisempaa ja pilkkeen lisäysvälit ovat pidempiä yläpalokattilaan verrattuna. Käänteispalokattilassa puu palaa tehokkaimmin sekä sen hyötysuhde on paras näistä kolmesta kattilatyypistä. Käänteispalokattilassa puu palaa kahdessa eri vaiheessa kuten kuvassa 1. Ensin polttoaine kasaantuu, jonka jälkeen kaasu virtaa jälkipolttilaan, jossa polttoaine palaa tehokkaasti. Käänteispalokattilan toimintaperiaate mahdollistaa näin puhtaan palamisen ja tehokkaan lämmönsiirtymisen kattilaveteen. (Energiatehokas koti, Pilkelämmitys 10.2.2016.)



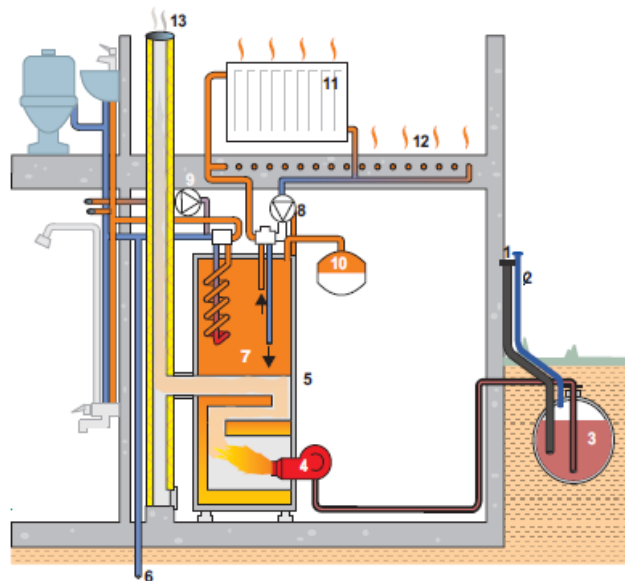
Kuva 1. Käänteispalokattilan toiminta (Jäsپی 2016).

### 3.2 Öljylämmitys

Öljylämmityslaitteet toimivat automaattisesti, joten ne eivät tarvitse jatkuvaa valvontaa. Ohjaus- ja turvallisuustoiminnot on suunniteltu niin, ettei vikatapauksissa koidu

vaaraa henkilö- tai omaisuusvahingoille. Öljylämmityksen käytön aikana on kuitenkin oltava jatkuvasti selvillä laitteiston oikeasta toiminnasta. (LVI 19-10404 2006.)

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu yleisesti ottaen öljypoltimesta, öljykattilasta, säätölaitteista sekä öljysäiliöstä. Kuvassa 2 on esitetty tarkemmin öljylämmityksen toimintaperiaate. Öljylämmityksellä tuotettua lämpöä kuljetetaan huonetiloihin vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä. Öljylämmitysjärjestelmällä onnistuu myös lämpimän käyttöveden lämmitys, eikä öljylämmityksen rinnalle tarvita erillistä lämminvesivaraajaa. Nykyaikaisten öljylämmityskattiloiden palaminen on hyvin puhdasta ja niiden hyötysuhde on 90-95 prosentin luokkaa. (Motiva, Öljylämmitys 24.8.2017.) Öljystä saadaan hyvin tuotettua energiaa, koska yksi kuutio öljyä vastaa noin 10 000 kilowattitunnin verran sähköä (Neste, [Viitattu 30.3.2019]).



- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1 öljysäiliön täyttöputki   | 8 lämmityksen kiertovesipumppu          |
| 2 öljysäiliön tuuletusputki | 9 lämpimän käyttöveden kiertovesipumppu |
| 3 öljysäiliö                | 10 paisuntasäiliö                       |
| 4 öljypoltinosalta          | 11 lämpöpatteri                         |
| 5 öljylämmityskattila       | 12 lattialämmitys                       |
| 6 vesijohto                 | 13 savuhormi                            |
| 7 kattilavesi               |   |

Kuva 2. Öljylämmitysjärjestelmän toimintaperiaate (LVI 19-10404 2006).

Lämmitysjärjestelmänä öljylämmitys on hyvin vaivaton, koska öljylämmityksen teho riittää rakennuksen ainoaksi lämmitysmuodoksi ja lämmintä käyttövettä riittää hyvin

myös kovilla pakkaskeleillä. Öljylämmitysjärjestelmän vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä mahdollistaa rinnakkaiskäytön useamman energialähteen käyttöönotolle. Tätä rinnakkaiskäyttöä kutsutaan hybridilämmitykseksi. Hybridilämmityksellä saadaan laskettua rakennuksen öljynkulutusta ja samalla riippumattomuus yhden energialähteen hinnasta paranee. Samalla toimiva hybridilämmitysjärjestelmä nostaa talon arvoa. (Jäsپی 2017.)

Öljylämmitykseen on hyvä tehdä määräaikaishuoltoja säännöllisin väliajoin. Määräaikaishuollolla varmistetaan polttoaineen puhdas palaminen ja tehokas käyttö. Kattilan tehoon vaikuttavat kattilan nuohous ja polttimen huoltotoimenpiteet on hyvä suorittaa noin kerran vuodessa. Myös öljysäiliön tarkistus on hyvä tehdä vähintään kerran kymmenen vuoden välein säiliöstä riippuen. (Motiva, Öljylämmitys 24.8.2017.)

Öljylämmityksessä käytettävä öljyalaatu määräytyy säiliön sijainnin ja eristyksen mukaan. Jos öljysäiliö on sijoitettu lämpimään tilaan, voidaan kesälaatu käyttää ympäri vuoden. Muussa tapauksessa talvisaikaan on käytettävä erikseen talvilaatua. Öljylämmitteisessä rakennuksessa nelihenkisen keskivertokulutuksen mukaan laskettuna on keskimäärin kaksituhatta litraa öljyä vuodessa. Kulutuksen määrään vaikuttaa asumistottumukset. Öljyn kulutusta tulee seurata ja ennakoida aina kulutuksen mukaan lämmitysöljyn seuraava tilausajankohta. (Neste, [Viitattu 30.3.2019].)

### **3.3 Maalämpö**

Maalämpöpumpun keräämä lämpö on lähtöisin auringosta ja sen talteenottoon tarvitaan sähköä. Lämpö kerätään joko syvästä noin 200-250 metrin porakaivosta, pintamaahan asennetuista pitkistä vaakaputkistoista tai jos tontti sijaitsee vesistön äärellä, voidaan lämpö myös ottaa vedestä (Kuva 3). Jos yksi porakaivo ei tuota riittävästi lämpöä voidaan porata useampia kaivoja noin parinkymmenen metrin välein. Porakaivossa olevaa vettä ei saa käyttää talousvetenä, mutta jos kaivo tuottaa paljon vettä, sitä voidaan käyttää niin sanottuna kasteluvetenä. Pintamaahan asennettava vaakaputkisto on mahdollinen ratkaisu, jos tontti on riittävän suuri. Porakaivoon verrattuna vaakaputkisto on edullisempi hankkia. Savimaa on hiekkamaata parempi lämmön keräämiseen. Kiviseen maaperään ei vaakaputkistoa suositella, sillä routa



liikuttaa kiviä ja näin kivet voivat vaurioittaa putkistoa. Vaakaputkisto kaivetaan reilun metrin syvyyteen. Pihateiden alle ei putkistoa kannata asentaa, sillä niiden alla putkisto tulee suojata hyvin roudalta. Vaakaputkistoa tarvitaan 1-2 metriä jokaista rakennuskuutiota kohden ja näin ollen putkimetriä kohden likimain 1,5 neliötä tonttimaata. Vuoden aikana pintamaan lämpötila vaihtelee kymmenen celsiusastetta vuodenaikasta riippuen. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)



Kuva 3. Keruuputkiston vaihtoehdot maalämpöpumpulle (Sulpu, Yleistä lämpöpumpuista, [Viitattu 2.2.2019]).

Maalämpöpumppujen hyvä ominaisuus on se, ettei vaadi juurikaan huoltoa. Maalämpöpumpulla tuotettu lämpö on tuotettu uusiutuvalla energialla. Maalämpöpumppu, kuten muutkin lämpöpumput, käyttävät sähköä toimintaan. Maalämpöpumppu voidaan asentaa myös vanhoihin rakennuksiin erityisesti rakennuksiin, joissa on vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. Voidaan myös mainita, että maalämpöpumppu on kilpailukykyisin keskivertoa suuremmissa pientaloissa. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

Maalämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin jääkaappi, mutta lämpö siirtyy maaperästä rakennuksen lämmitysjärjestelmään ja lämpimään käyttöveteen. Maalämpöpumpun merkittävimmät osat ovat kompressori, paisuntaventtiili sekä kaksi lämmönvaihinta: höyrystin ja lauhdutin. Höyrystin siirtää lämpöä lämpökeruupiiristä lämpöpumpun kylmäaineeseen. Lauhdutin sen sijaan siirtää lämmön lämpöpumpun kylmäaineesta lämmönjakojärjestelmään. Lämmönkeruupiiristä saatu lämpö höyrystää lämpöpumpun sisällä kiertävän kylmäaineen, jonka lämpötila on alimmillaan

jopa -10 celsiusastetta. Kylmäaineen muuttuessa höyryksi siihen sitoutuu lämpöä. Kompressor imee höyrystyneen kylmäaineen ja samalla puristaa sitä pienempään tilaan. Näin kylmäaineen paine kasvaa ja samalla lämpötila nousee tarvittaessa jopa sataan celsiusasteeseen. Tämä paineistettu kylmäainehöyry johdetaan seuraavaksi lauhduttimeen. Lauhduttimessa lämmitysverkoston vesi jäädyttää kylmäainetta niin, että se muuttuu takaisin nestemäiseen olomuotoon, josta kylmäaine kuljeteaan paineenalennusventtiilin läpi ennen kuin kylmäaine palautetaan takaisin höyrystimeen. Paineenalennusventtiilissä lasketaan kylmäaineen painetta ja lämpötila takaisin lähelle -10 celsiusastetta. Tulistinmaalämpöpumpussa on lisänä erillinen lämmönvaihdin, joka sijaitsee kompressorin ja lauhduttimen välissä. Lämmönvaihtimessa kaikkein kuumimmasta kylmäainehöyrystä siirretään lämpöä lämmittämään käyttövetä. Tulistinlämpöpumpussa on joko oma integroitu varaaja, tai tulistinlämpöpumppu kytketään erilliseen lämmitysvaraajaan. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

Vesistöihin voidaan myös asentaa keruuputkisto. Keruuputkelle sopiva ranta on matala, alle kaksi metriä syvä sekä putkiston tulee olla lähellä rantaviivaa. Keruuputket upotetaan vesistön pohjaan painojen avulla. Keruuputket eivät saa jäätyä, jotta ne eivät vaurioituisi. Lisäksi vedestä tuleva putki on eristettävä koko matkalta rakennukseen asti. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

Maalämpöpumput mitoitetaan joko täys- tai osateholle. Osateholla toimiva lämpöpumppu tuottaa likimain 95 prosenttia vuotuisesta lämpöenergiasta. Loppuosa lämpöenergiasta tuotetaan sähkövastuksilla, etenkin kovimmilla pakkasilla. Täysteholla toimiva lämpöpumppu nimensä mukaan kattaa kaiken lämmityksen energiatarpeen ilman lisävastuksia. Maalämpöpumppuja voidaan käyttää myös huonetilojen viilennykseen varsinkin, kun kyseessä on lämmönkeruuverkostona porakaivo. Viilennystapana on johtaa keruupiiriin neste jäädytyspatteriin tai jäädyttää erillisessä lämmönvaihtimessa lattialämmitysverkostoon menevää lämmityspiirin vettä. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

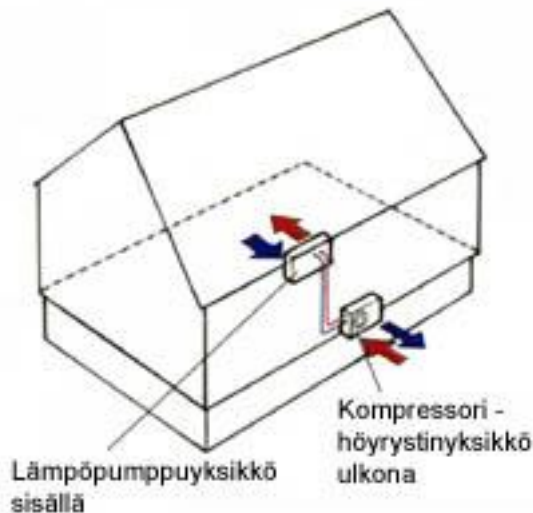
Lämpöpumpuissa kuten muissa kylmälaitteissa käytetään kylmäaineena HFC-yhdisteitä eli fluorihilivetyjä. Fluorihilivety on myrkytön, palamaton sekä biologisesti hajoava. Vanhoista freoneista eli CFC-yhdisteistä on luovuttu, koska freonit aiheuttavat otsonikatoa yläilmakehässä. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

Lämpökaivon poraaminen, lämmönkeruuputkiston asentaminen sekä maaperään ja vesistöön tarvitaan aina lupa. Ennen maalämpöjärjestelmään muuttamista on oltava ajoissa yhteydessä oman kunnan rakennusvalvontaan ja hoitaa lupa-asiat kuntoon. Myös naapurin rajat ja mahdolliset lämpökaivot tulee huomioida. Maalämpöpumpun asennuspaikka tulee olla lämmin, lattiakaivollinen tila. Lämpöpumppu voidaan asentaa rakennuksen tekniseen tilaan tai kodinhoitohuoneeseen. Jos lämpöpumppuun liitetään erillinen lämminvesivaraaja, vaaditaan näin ollen rakennukseen tekninen tila. Maalämpöpumpun yläpuolelle on hyvä varattava tilaa putkiliitäntöjä varten. (Motiva, Lämpöä omasta maasta 2012.)

### **3.4 Ilmalämpöpumppu**

Ilmalämpöpumpussa on sekä ulkoyksikkö että sisäyksikkö. Ulkoyksikkö kiinnitetään rakennuksen ulkoseinälle ja sisäyksikkö rakennuksen sisälle. Yksiköt yhdistetään toisiinsa seinän läpi menevillä putkilla. Yksiköt on hyvä asentaa mahdollisimman lähelle toisiaan sekä lisäksi kylmäaineputket tulee eristää hyvin. Samaan ulkoyksikköön on mahdollista liittää useampikin sisäyksikkö. (Perälä 2009, 93-95.)

Kuten maalämpöpumppu niin myös ilmalämpöpumppu toimii samalla periaatteella. Lämpöpumpuissa kylmäaineen olomuoto vaihtelee nesteestä höyryksi ja takaisin kylmäaineen kiertäessä putkistossa. Nolla celsiusasteen alapuolella kylmäaine on olomuodoltaan nestemäinen ja höyrystyy hyvin matalassa lämpötilassa. Seuraavaksi höyrystynyt kylmäaine imetään kompressoriin, joka puristaa kylmäainetta kaasaan. Tähän pumppu tarvitsee sähköä. Tämä puristuksesta aiheutuva paine saa kylmäaineen lämpötilan nousemaan noin sataan celsiusasteeseen. Lämmin kylmäainehöyry luovuttaa lämpönsä huoneilmaan sisäyksikön lauhtuttimessa. Kylmäaineen jäähtyttyä sen olomuoto muuttuu jälleen nestemäiseksi. Nestemäinen kylmäaine kulkeutuu vielä paineenalennusventtiiliin, josta se ohjataan takaisin ulkoyksikön höyrystimeen. Ja näin kylmäaine aloittaa kiertokulun uudelleen (Kuva 4). Viilennystoiminto on sama toimintaratkaisu vain käänteisessä järjestyksessä, jolloin sisäyksikössä kylmäaine sitoo lämpöä sisäilmasta ja luovuttaa sen ulkoyksikön kautta ulkoilmaan. (Laitinen 2010, 57-58.)



Kuva 4. Ilmalämpöpumpun toiminta (Spinea, [Viitattu 27.3.2019]).

Ilmalämpöpumppu soveltuu kaikkiin talotyyppeihin, koska se on helppo asentaa sekä uusiin että vanhoihin rakennuksiin. Erityisesti ilmalämpöpumppua voidaan suositella rakennuksiin, joissa lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys ja avara pohjaratkaisu. Ilmalämpöpumppua ei voida jättää rakennuksen ainoaksi lämmityslaitteeksi, koska sen suorituskyky heikkenee pakkaskeleillä ja näin ollen ilmalämpöpumpun tuottama lämpö ei leviä riittävästi kaikkiin tiloihin. (Motiva, Lämpöä ilmassa 2008.) Ilmalämpöpumpun teho heikkenee noin viisikymmentä prosenttia  $-20$  celsiusasteen talvipakkasilla, kun esimerkiksi verrataan  $+7$  celsiusasteen lämpötilassa, jossa laitteen standardi teho- ja lämpökerroin ilmoitetaan (Motiva, Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä 5.2.2019).

Yhden ilmalämpöpumpun sisäyksikkö levittää tavallisesti rakennuksen koosta ja avaruudesta riippuen 30-100 neliön alueelle. Tämä sisäyksikkö sijoitetaan mieluiten aula- tai eteistilaan mielellään yli 2,2 metrin korkeudelle lattiasta. (Motiva, Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä 5.2.2019.) Lämmön leviäminen tasaisesti vaikeutuu väliseinillä erotettujen huoneiden esimerkiksi makuuhuoneisiin. Yleensä siis ilmalämpöpumppu on vain tukilämmitys varsinaiselle lämmitysjärjestelmälle, kuten esimerkiksi patteri- tai lattialämmitykselle. (Motiva, Ilmalämpöpumppu. 11.9.2018.)

Ilmalämpöpumpulla voidaan myös jäähdyttää huonetiloja. Ilmalämpöpumpun käyttö jäähdytykseen nostaa rakennuksessa energiakulutusta. Samalla se myös tuhlaa ne energiasäästöt, joita on lämmityskäytössä mahdollisesti saatu säästöön. Siksi on

hyvä käyttää jäähdytystoimintoa kohtuudella ja vain todelliseen tarpeeseen. (Motiva, Ilmalämpöpumppu 11.9.2018.) Jos ilmalämpöpumppua käytetään rakennuksen jäähdytykseen, sisäyksikköön voi tiivistyä vettä, jota kutsutaan kondenssivedeksi. Kondenssivesi johdetaan joko turvallisesti viemäriin tai ulkoyksikön kautta ulos maahan. (Motiva, Lämpöä ilmassa 2008.)

Myös ulkoyksikön pinnalle tiivistyy vettä ilman kosteudesta ja ulkolämpötilasta riippuen. Tämä tiivistynyt vesi valuu ulkoyksikön pohjassa olevasta aukosta suoraan yksikön alle. Seinän viereen valuva vesi voi kastella rakennuksen perusmuuria. Talvipakkasilla pahimmassa tapauksessa vesi jäätyy seinän viereen ja jäätä kertyy laajalle alueelle. Ulkoyksikön voi suojata sateelta esimerkiksi sijoittamalla laite räystäään alle tai sille tehdyllä suojakatoksella. Ulkoyksikköä ei mielellään saisi asentaa ahtaaseen tai liian suljettuun tilaan. (Motiva, Lämpöä ilmassa 2008.) Ulkoyksikkö kiinnitetään yleensä suoraan talon seinään tai vaihtoehtoisesti se voidaan asentaa maasta sille tarkoitettujen tukien varaan. Sopiva asennuskorkeus on lumirajan yläpuolelle eli 80 senttimetriä maanpinnasta. (Motiva, Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä 5.2.2019.) Ulko- ja sisäyksiköstä tulevaan käyntiäneen on myös kiinnitettävä huomiota. Käyntiäni voi esimerkiksi häiritä unta, jos yksiköt ovat lähellä makuuhuoneita. (Perälä 2009, 59.)

### **3.5 Ilma-vesilämpöpumppu**

Ilma-vesipumppu kerää lämpöä ilmasta samalla tavoin kuin ilmalämpöpumppu ja luovuttaa lämmön suoraan vesivaraajaan (Kuva 5). Lämpöä voidaan siis hyödyntää rakennuksen vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä huonetiloihin. Samalla lämmöllä voidaan myös lämmittää käyttövesi. Ilma-vesilämpöpumpun ulkoyksikkö pysyy keräämään lämpöä ulkoilmasta aina -15...-25 celsiusasteeseen asti, riippuen laitevalmistajasta. Vaikka ilma-vesilämpöpumpun toiminta rajoittuu kovilla pakkasilla, sopii se tietyin varauksin rakennuksen ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi. Varauksena voi olla esimerkiksi pumpussa itsessään oleva sähkövastus. (Perälä 2009, 41-73.) Kuitenkin lämmityskaudella on vain vähän päiviä, jolloin ilma-vesilämpöpumppu ei yksin riitä (Sulpu, Ulkoilma-vesilämpöpumppu, [Viitattu 20.3.2019]).

Ilma-vesilämpöpumppu voidaan myös asentaa öljylämmityksen tai vesikiertoisen sähkölämmityksen rinnalle sekä uusiin rakennuksiin, että vanhoihin saneerauskoh-teisiin (Sulpu, Yleistä lämpöpumpusta, [Viitattu 2.2.2019]). Ilma-vesilämpöpum-pussa on ilmalämpöpumpun tapaan sisä- ja ulkoyksikkö, joten se toimii samalla pe-riaatteella ilmalämpöpumpun kanssa, eli ilma-vesilämpöpumppu kerää lämpöä ul-koilmasta höyrystimen avulla ja siirtää sen rakennukseen. Ilma-vesilämpöpumppu luovuttaa tuotetun lämmön vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään sekä mahdol-lisesti myös käyttöveden lämmittämiseen. (Laitinen 2010, 78-79.)



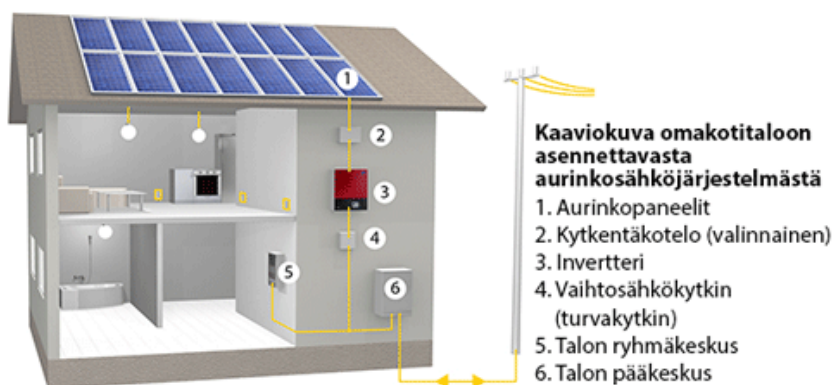
Kuva 5. Ilma-vesilämpöpumppu (Nibe 2018).

Ilma-vesilämpöpumpun käyttö rajoittuu vain lämmittämiseen, jäähdyttämiseen ilma-vesilämpöpumppu ei itsestään pysty. Ilma-vesilämpöpumpun ulkoyksikön sijoittami-ssa on otettava huomioon samoja asioita kuin ilmalämpöpumpun ulkoyksikön asennuksessa. Lisäksi on huomioitava, että ilma-vesilämpöpumpun ulkoyksikkö tuottaa noin kymmenen litraa vettä vuorokauden aikana. Sisäyksikkö sijoitetaan tek-niseen tilaan tai vaihtoehtoisesti kodinhoitohuoneeseen. Asennettavassa tilassa on oltava lattiakaivo. Maalämpöön verrattuna ilma-vesilämpöpumppu on halvempi läm-mitysjärjestelmäratkaisu. (Motiva, Lämpöä ilmassa 2008.)

### 3.6 Aurinkoenergia

Yleensä omakotitalorakennuksissa aurinkopaneelit ja -keräimet sijoitetaan katolle lappeen suuntaisesti, missä varjostus on tavallisesti vähäistä eikä niiden sijainti juurikaan häiritse asumista. Suurimpien aurinkopaneelien ja -keräimien asentaminen rakennukseen voi vaatia toimenpideluvan. Aurinkopaneelit ja -keräimet ovat hyvin pitkäikäisiä, sillä ne toimivat normaalisti vähintään kolmekymmentä vuotta. Tästä syystä on hyvä ennakoida rakennuksen tulevat katto remontit silloin, kun aurinkopaneelit tai -keräimet asennetaan rakennuksen katolle. (Perälä 2017, 82-83.)

Aurinkokennossa auringonsäteet muunnetaan aurinkokennon puolijohdinmateriaalissa sähkövirraksi. Auringon säteen osuessa aurinkopaneelin kennon puolijohteisiin, elektronit aloittavat liikehdinnän synnyttäen samalla tasasähköä. Aurinkopaneelien kennot kytketään sarjaan toisiinsa sähköisesti, josta muodostuu kokonainen aurinkopaneeli. Sarjaan kytketyt kennot suojataan laittamalla lasi- ja muovilevyt niiden ympärille ja lisäksi tämä yhdistelmä kehystetään alumiinisella kehyksellä. Jos aurinkopaneeleita halutaan asentaa useampi, aurinkopaneelit ketjutetaan sarjaan. Aurinkopaneelien tuottama tasasähkö johdetaan invertterille, joka muuntaa tasasähkön sähköverkkoomme soveltuvaksi vaihtosähköksi kuvan 6 mukaisesti. Invertteriltä vaihtosähkö siirretään sähkökeskukseen, josta vaihtosähkö saadaan kiinteistön käyttöön. (Rexel, [Viitattu 26.3.2019].)



Kuva 6. Aurinkopaneelien avulla saadaan tuotettua ilmaista sähköä (Areva Solar, [Viitattu 26.3.2019]).

Aurinkopaneelien puhtautta tulee tarkkailla. Yhden aurinkokennon päälle pudonnut puunlehti voi puolittaa koko aurinkopaneelin sähkötuotannon, vaikka muut kennot

olisivat täysin vapaana. Tässä tapauksessa muiden aurinkokennojen tuottama virta kulkee varjostetun aurinkokennon kautta kuumentaan sen niin, että se on vaarassa tuhoutua. Tätä kutsutaan hotspot-ilmiöksi. Hotspot-ilmiö tapahtuu silloinkin, kun useiden sarjaan kytkettyjen aurinkopaneelien yksi aurinkopaneeli jää varjoon. (Perälä 2017, 44.)

Aurinkokeräimillä tuotetaan puolestaan lämpöä käyttövedeen tai lämmitysjärjestelmään. Aurinkokeräimillä saadaan täydennettyä rakennuksen päälämmitysmuotoa. Aurinkokeräimet voidaan yhdistää esimerkiksi pilke- tai öljylämmityksen rinnalle. (Laitinen 2010, 94.) Aurinkoenergia saadaan kerättyä tyhjiö- tai tasokeräimien avulla. Parhaimmillaan keräimien avulla saadaan 80 prosenttia auringon energiasta talteen ja keskivertona noin 40 prosenttia. Parhaimmat ajat kerätä aurinkoenergiaa on huhtikuusta syyskuulle. Keskitalvella aurinkoenergiaa kertyy vain vähän. (Perälä 2017, 20-21.) Aurinkokeräiminen hyötysuhde on suurempi mitä alhaisemmassa lämpötilassa sitä käyttää. Eli kun lämpötilat kasvavat niin samalla myös lämpöhäviötkin kasvavat. (Solpros 2006.)



Kuva 7. Aurinkokeräimistä yleisin on kuvassa näkyvä tasokeräin (Suomen Aurinkoenergia, [Viitattu 26.3.2019]).

Aurinkokeräimen lämpöjärjestelmä koostuu useasta komponentista ja laitteesta sekä sen keskeisiä osajärjestelmiä ovat aurinkokeräimet, varaaja, pumppuyksikkö, yhdysputkisto, lämmönvaihdin sekä säätöyksikkö. Auringon antama säteily muunnetaan aurinkokeräimessä lämmöksi, josta se siirretään putkistojen sisällä virtaavan lämmönsiirtonesteen avulla lämpövaraajaan. Varaajassa neste luovuttaa lämpönsä lämmönvaihtimen kautta käyttövedeen. Jäähdytynyt neste kierretään pumpun avulla takaisin aurinkokeräimelle ja näin kierto jatkuu. (Solpros 2006.) Kuvassa 7 esillä



oleva aurinkokeräin on yleisesti ottaen Suomen ilmastoa hyvin kestävä tasokerääjä. Tärkeimmät käyttökohteet ovat aurinkolämmölle käyttöveden ja huonetilojen lämmitys. Aurinkoenergialla voidaan tuottaa noin viisikymmentä prosenttia käyttöveden lämmitysenergiasta tai lämmitysjärjestelmän vaatimasta lämpöenergiasta jopa 25-35 prosenttia. Suurempi hyöty saadaan silloin, kun aurinkokeräimet liitetään vesikiertoiseen lattialämmitykseen. (Jäspi, [Viitattu 23.3.2019].)

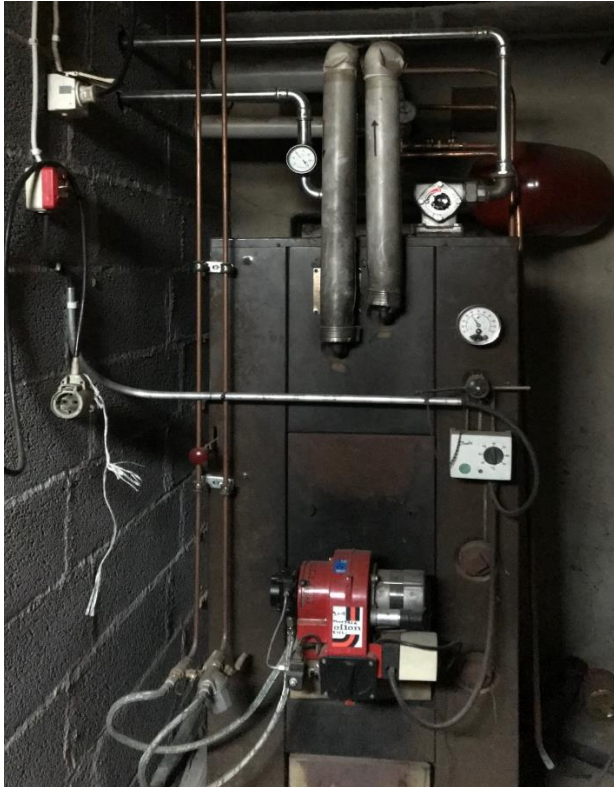
## **4 KOHTEEN ESITTELY**

### **4.1 Asuinrakennus ja sen yleinen kunto**

Asuinrakennus on valmistunut vuonna 1954 ja se sijaitsee haja-asutusalueella lyhyen ajomatkan päästä Sastamalan keskustasta. Asuinrakennus on rakenteeltaan puurunkoinen, jossa ulkoseinien pintamateriaalina on harmaa rappaus. Alapohjana on maanvarainen laatta. Asuinrakennuksen kokonaisala on 459,2 neliötä, josta huoneistoalan osuus on 256,5 neliötä. Asuinrakennus on kolmikerroksinen rinnetalo. Kellarikerroksen tiloissa on muun muassa autotalli, kellarivarastoja, kattilahuone sekä pukuhuone-, pesu- ja saunatilat. Ensimmäisessä kerroksessa on tupakeittiö, makuuhuoneet sekä juhlasalit. Ensimmäisen kerroksen eteisaula on ylös asti auki toiseen kerrokseen. Asuinrakennuksen toisessa kerroksessa on makuuhuoneet sekä ullakotilat. Asuinrakennuksen lämmöneristeet ovat vielä alkuperäiset kaikissa sen rakenneosissa. Rakenteissa lämmöneristeinä on käytetty purua.

### **4.2 Asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmä**

Asuinrakennuksen tämänhetkisenä päälämmitysjärjestelmänä toimii öljylämmitys (Kuva 8), josta lämpö kuljetetaan vesikiertoisten patterien kautta lämmitettäviin huoneisiin. Patteriverkosto on asennettu edellisen lämmitysjärjestelmämuutoksen yhteydessä. Öljylämmityksen takia kohteessa ei ole tarvittu lämminvesivaraajaa. Kohteessa on myös leivinuuni, jonka avulla saadaan lisälämpöä huoneisiin.



Kuva 8. Kohteen nykyinen lämmitysjärjestelmä.

Asuinrakennuksen kellarikerroksesta löytyy vielä talon vanhaa historiaa. Rakennuksessa on kaksi Antti-uunia. Antti-uunien ulkomitat ovat arviolta 1,5x1,5 metriä. Aikoinaan Antti-uunit lämmitettiin pitkillä polttopuilla. Talo on jaettu puoliksi niin, että molemmat lämmittävät taloa kolmen kerroksen matkalta. Antti-uuneilla on kiertoilmatoiminto, sekä tulo- että paluuilmalle, jolla lämmintä ilmaa saadaan kierrätettyä painovoimaisesti huonetiloihin koko rakennukseen. Talon rakenteiden sisään on rakennettu ilmakehää sekä vaaka- että pystysuuntaisesti. Toinen Antti-uuneista on varustettu jälkeempään sähkövastuksilla, jolla on saatu huonetilat lämmitettyä lämmityskausina. Kuvassa 9 näkyy Antti-uuni, joka on asuinrakennuksen alkuperäinen lämmitysjärjestelmä. Vuosien saatossa Antti-uunit on otettu pois käytöstä ja rakennus on muutettu öljylämmitteiseksi. Antti-uuneja sekä niiden ilmakehää ei kuitenkaan ole purettu, vaan ne ovat jääneet entiselleen. Erityisesti rintamamiestaloissa aikoinaan käytetyistä Antti-uunin ilmalämmityksestä löytyy valitettavasti vain vähän tietoa, koska nykyaikana niiden olemassaolo on hyvin harvinaista.



Kuva 9. Antti-uuni on asuinrakennuksen alkuperäinen lämmitysjärjestelmä.

### 4.3 Perustelut lämmitysjärjestelmän muutokselle

Ulkoseinien lisälämmöneristäminen ei ole kannattavaa lämmitysjärjestelmän muutoksen yhteydessä, koska jo pelkän lämmitysjärjestelmän muutoksen kustannukset ovat suuret. Jos ulkoseinien sisäpuolelle lisätään lämmöneristettä, lisälämmöneristekustannusten lisäksi koituu vielä kustannuksia muun muassa ulkoseinälle takaisin laitettavista sähkövedoista ja patteriverkostoinnista.

Yläpohjan lisälämmöneristäminen on potentiaalinen vaihtoehto, koska lämmöneristeen laitosta ei koidu suuria lisätoita. Jos kohteessa päädytään lisäeristämään yläpohjaa, on muistettava jättää riittävä tuuletusrako vesikaton ja lämmöneristeen yläpinnan väliin. Ilman on siis päästävä kulkemaan lämmöneristeen yläpuolella niin, ettei yläpohjaan aiheudu homeongelmia huonon tuulettuvuuden vuoksi.

Lahtisen (2014, 67) mukaan rakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat tärkeä osa talon historiallista kokonaisuutta, eikä niitä kuulu vaihtaa. Kuvassa 10 on kuvattuna tutkitavan asuinrakennuksen alkuperäiset ikkunat. Ikkunoiden yleiskunto on hyvä, eikä niitä tarvitse uusia. Rakennus saa tarvittavan korvausilman ikkunoiden raoista sil-

loin, kun ikkunoiden tiivistäminen on suoritettu oikein. Ulko-ovien heikko tiiveys korjaantuu rakennuksen sisäänkäynnin yhteydessä olevilla kuisteilla. Näin kylmän ulkoilman tulo ulko-ovien kautta sisätiloihin saadaan estettyä.



Kuva 10. Asuinrakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat tärkeä osa sen historiallista kokonaisuutta.

#### 4.4 Tehon ja energian tarve

Tutkittavan kohteen lämmitysjärjestelmän muutoksen kannattavuutta on osoitettu laskelmien avulla. Asuinrakennuksen energiankulutus ja lämmitystehon tarve lasketaan konkreettisesti ympäristöministeriön antamin kaavoin. Laskelmilla on osoitettu muun muassa asuinrakennuksen lämmitystarve, ostoenergiankulutus, kokonaisenergiakulutus sekä lämmitysteho.

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku eli toisin sanoen E-luku lasketaan rakennuksen ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen kertoimia käyttäen. E-luvun laskentakaava löytyy liitteestä 1. Kaavan avulla saadaan asuinrakennuksen E-luvuksi 173 kilowattituntia neliötä kohden. Puolestaan valmiiden laskureiden mukaan asuinrakennuksen E-luvuksi saadaan 178 kilowattituntia neliötä kohden. Vaatimusten mukaan tutkittavan asuinrakennuksen E-luvun raja-arvo on 155 kilowattituntia neliötä kohden vuodessa. Taulukosta 1 löytyy E-luvun raja-arvot pientaloille.

Taulukko 1. Pientalojen E-luvun raja-arvot (Rakentaja 17.9.2014).

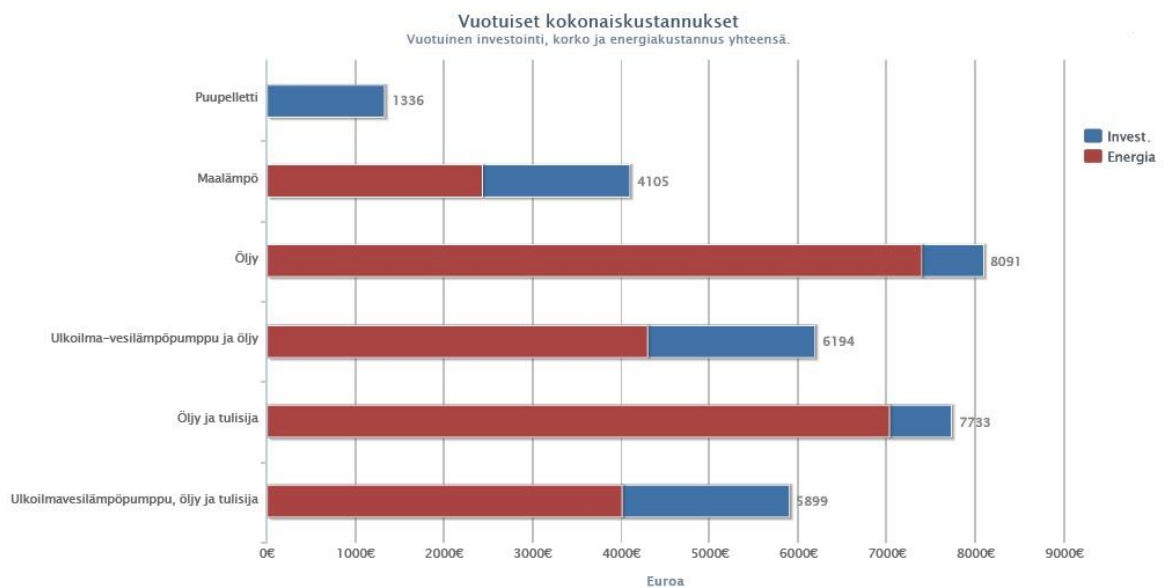
Lämmin ala	kWh/m <sup>3</sup> vuodessa
Enintään 120 m <sup>2</sup>	204
120–150 m <sup>2</sup>	372–1,4 x lämmitetty nettoala
150–600 m <sup>2</sup>	173–0,07 x lämmitetty nettoala

Jos valmiiden laskureiden laskuihin otetaan mukaan vanhan asuinrakennuksen U-arvot, E-luvuksi tulee 296 kilowattituntia neliötä kohden. Tulos on kohtuuttoman suuri, koska U-arvot ovat vain oletusarvoja tutkitun kohteen ikäiseen asuinrakennukseen. Esimerkiksi ulko-ovien U-arvo on kohtuuttoman suuri, vaikka rakennuksen sisäänkäynnissä on kuistitilat, jotka toimivat niin sanottuna lämmittämättömänä puskuritilana parantaen asuinrakennuksen energiantaloutta.

Rakennuksen energiakulutuksella tarkoitetaan rakennuksen vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energian käyttömäärä. Rakennuksen energiakulutuksen arvoa käytetään rakennuksien energiatehokkuuden parantamisessa muutos- ja korjaustöissä. Rakennuksen energiankulutuksen laskentakaava löytyy liitteestä 2. Laskentakaavan mukaan tutkitun kohteen energiakulutus on 211 kilowattituntia neliötä kohden vuodessa. Tulokseen vaikuttaa muun muassa se, että kohteessa on painovoimainen ilmanpoisto. Tuloksessa ei ole mukana lämpökuormia, joita voitaisiin hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. Hyötykuormat näin ollen vähentäisivät entisestään rakennuksen kokonaisenergiakulutusta.

## 5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN SOVELTUVUUS KOHTEESEEN

Kun lämmitysjärjestelmä on vesikiertoinen, voidaan nykyistä lämmitysmuotoa täydentää tai muuttaa vaihtoehtoisilla lämmitysmuodoilla. Lämpöä voidaan tuottaa kahdella eri lämmitysmuodolla joko samanaikaisesti tai muuttuvia polttoainehintoja hyödyntäen. (Energiatehokas koti, Lämmönjakojärjestelmä 12.12.2017.) Lämmitysjärjestelmiä on monia, silti tutkimuksessa tarkastellaan vain ne lämmitysjärjestelmämuodot, joita voidaan pitää potentiaalisina vaihtoehtoina tutkittavaan kohteeseen. Esimerkiksi kaukolämpö on yksi lämmitysmuodoista, mutta sen hyödyntäminen on mahdotonta rakennuksen sijaitessa haja-asutusalueella. Alkuvaiheessa poissuljettiin myös muut lämmitysmuodot, joita ei haluttu tai joiden käyttäminen ei ole energiatehokasta tutkittavassa asuinrakennuskohteessa. Näitä lämmitysmuotoja ovat esimerkiksi suora sähkölämmitys, pelletti-, hake-, ja turvelämmitys. Lämmitysjärjestelmien vaihtoehtojen tarkastelussa on käytetty apuna Motivan lämmitystapojen vertailulaskuria. Kuviosta 2 nähdään vertailulaskurin vuotuiset kokonaiskustannukset tutkitun kohteen lähtötiedoilla. Pilkelämmitys on edullisin vaihtoehto lämmitysmuodoista omavaraisuudesta johtuen, eikä näin polttopuita tarvitsisi ostaa. Öljy on puolestaan kallein lämmitysmuodoista. Sen energiaoston osuus on suurin muihin verrattuna.



Kuvio 2. Vuotuiset kokonaiskustannukset eri lämmitystavoille (Motiva, Vertailulaskuri, [Viitattu 2.2.2019]).

## 5.1 Pilkelämmitys

Pikkelämmitys on edullisin vaihtoehto varsinkin silloin, kun polttopuuaines tuotetaan omavaraisesti. Pilkelämmitys vaatii asukkailta paljon töitä ja sitoo asukasta olemaan paikan päällä. Pilkelämmityksessä polttoaine syötetään käsin, joten lämmitysjärjestelmässä ei ole mahdollisuutta automaattiseen polttoaineensyöttöön. (Energiatehokas koti, Pilkelämmitys 10.2.2016.) Vaikka lämminvesivaraajan lisääminen pilkelämmitykseen vähentää lämmityskertoja, ei pilkelämmitystä asukkaiden toiveista haluta toteuttaa sen lämmityksen eteen nähtävän työmäärän johdosta. Tästä syystä tutkimuksessa ei ole laskettu kustannuksia pilkelämmitykselle.

## 5.2 Öljylämmitys

Kattilan ikä sekä sen kunto vaikuttavat sen hyötysuhteeseen. Vanhan öljykattilan hyötysuhde on yleensä 70 prosenttia, kun puolestaan uudella öljykattilalla hyötysuhde on yleensä 95 prosentin luokkaa. Jos päädyttäisiin vaihtamaan öljykattila uudempaan ja sen lämmönsäädöt asetettaisiin uudelleen, säästettäisiin lämmitysenergiaa.

Toisaalta kattilan hyötysuhdetta voidaan parantaa öljypolttimen suuttimen vaihdolla. Kattiloiden ja polttimoiden määrävälein suorittavalla nuohouksella ja säädöillä on merkittävä vaikutus lämmöntuotannon hyötysuhteeseen ja lämpöhäviöihin. Esimerkiksi väärin säädetty poltin nokeaa ja palamishyötysuhde jää pieneksi. Kattilan polttimen nokeaminen likaa tulipesän ja näin lämmönsiirto kattilasta lämmitysverkon veteen heikkenee vaikuttavasti ja samalla kaasuhäviöt kasvavat. Huonosti säädetty poltin ja nokeentunut kattila voivat kasvattaa savukaasuhäviötä jopa toistakymmentä prosenttia enemmän verrattuna hyvin hoidettuun kattilaan. (Hellgren ym. 1999, 187.)

Tutkittavan kohteen öljypoltin on hyvässä kunnossa. Öljylämmitystä on määräaikaishuollettu vuosittain. Jos päädyttäisiin rakennuksessa öljylämmitykseen, vanha öljylämmitys kannattaa uudistaa hybridilämmitykseksi. Hybridilämmityksessä erilliseen varaajaan voidaan liittää muita lämmönlähteitä kuten aurinkokeräimet. Tällöin saadaan tuotettua lämpöenergiaa energiatehokkaasti sekä säästettäisiin näin kalliin



öljyn kulutusta. Öljypoltinta käytettäisiin vain silloin kun lisälämmönlähteillä lämpöä ei riittävästi saataisi tuotettua.

### 5.3 Maalämpö

Suunnittelussa on otettava huomioon, voidaanko tontille sijoittaa maalämmityksen keruuputkisto joko pinta-asennuksena tai porakaivoon. Pinta-asennuksen vaatimuksena on laaja tonttipinta-ala keruuputkistoa varten. Kohde sijaitsee haja-asutusalueella ja asuinrakennuksen ympärillä sijaitsee tilan omistajien omat peltolohkot. Pelto on lähellä asuinrakennusta ja peltojen pinta-alat riittävät reilusti keruuputkiston vaatimalle matkalle. Tontilla sijaitsee jo ennestään yksi porakaivo, joka on porattu aikoihin käyttövedelle. Tätä kyseistä käyttövesiporakaivoa ei voida kohteessa hyödyntää, koska sen kuudenkymmen metrin syvyys ei ole riittävä maalämpöpumpulle. Jos käyttövesikaivon halkaisija on riittävän suuri keruuputkille ja kaivo on riittävän syvä laskettuun energiatarpeeseen nähden, voidaan vesikaivo muuntaa maalämpöpumpun lämpökaivoksi (Geodrill, Lämpökaivo, [Viitattu 25.3.2019]). Omistajat eivät mielellään luovu käyttövesiporakaivosta. Jos kohteessa päädyttäisiinkin poraamaan lämpökaivo, on otettava huomioon porakaivojen välinen suojaetäisyys.

Maalämpöyksikkö tarvitsee oman tilan, jonne se tulitisiin asentamaan. Jos maalämpöpumppu lämmittää myös käyttöveden, tarvitaan yleensä myös lämminvesivaraaja. Todennäköisesti vanhaan kattilahuoneeseen tarvitaan lisälämmitys, koska vanhan kattilan lämpöhäviöt ovat pitäneet kattilahuoneen ennen lämpimänä.

Koska tutkittavassa asuinrakennuksessa on vesikiertoinen patteriverkosto, on maalämpöön yleensä helppo siirtyä. Patteriverkostoon menevän veden lämpötila on rakennuksen iästä ja eristystasosta riippuen tyypillisesti alimmillaan +40 ja korkeimmillaan jopa +70 celsiusasteista. On hyvä myös tarkistaa lämmitysjärjestelmän muutoksen yhteydessä vanhojen pattereiden kunto ja vaihtaa tarvittaessa isommiksi. Termostaattien toiminta on hyvä tarkistaa ja vaihtaa tarvittaessa rikkiiniset uusiin.

Maalämpöpumpun asentaminen on luvanvaraista toimintaa, joka tarkoittaa sitä, että maalämpöpumpun asennuksen saa suorittaa vain pätevä asennusliike. Tästä

syystä myös maalämmön tarkan hinnan laskeminen vaatii aina asiantuntijan kartoituskäynnin kyseisessä kohteessa. Kohteeseen on ensisijaisen tärkeää mitoittaa oikeankokoinen maalämpöpumppu sekä keruuputkisto parhaan hyötysuhteen saavuttamiseksi. Kohteeseen sopiva 9,5 kilowatin maalämpöpumppu riittää asuinrakennuksen lämpöenergian tuottamiseen. Sen kustannukset ovat 23 000 – 25 000 euroa. Jos kohteessa päädyttäisiin pinta-asennettavaan keruuputkistoon, kustannuksia saataisiin minimoitua. Silloin hintaan sisältyy vain materiaalit, joten asennustyöt tulee tehdä itse. Porakaivon teko sekä materiaalit sisältyvät puolestaan kustannuksiin. Kohteen suuresta pinta-alasta huolimatta kohteeseen riittäisi vain yksi porakaivo. Jos kohteessa päädyttäisiin maalämpöpumppuun, valitaan myyjän kanssa kohteeseen parhaiten sopiva maalämpöpumppuyksikkö. Maalämpöpumpun takaisinmaksuaika riippuu kokonaiskustannuksista, arvioksi voidaan sanoa noin 14 vuotta.

Maalämpöön päädyttäessä on otettava yhteyttä kotikunnan rakennusvalvontaan. Tutkittava asuinrakennus sijaitsee Sastamalan kaupungissa. Sastamalan kaupungin rakennusjärjestyksessä luvussa kahdeksan 29 § käsitellään maalämpöä näin:

Maalämmön hyödyntämisen tarkoitetut energiakaivot ja lämmönkeruuputkistot tulee sijoittaa kiinteistölle siten, ettei niistä aiheudu haittaa muille kiinteistöille eikä kunnallisteknisille järjestelmille (Rakennusjärjestys 1.1.2015).

Sastamalan kaupungin rakennusjärjestyksessä luvussa kahdeksan 29 § on annettu energiakaivojen vähimmäisetäisyydet seuraavasti:

- naapurikiinteistön rajasta 7,5 metriä
- kadun ja muun yleisten alueen rajasta 4 metriä
- naapurin lämpökaivosta 15 metriä
- porakaivosta 40 metriä
- rengaskaivosta 20 metriä
- rakennuksesta 3 metriä
- vesi- ja viemärijohdoista 5 metriä
- kaukolämpöputkista 5 metriä
- kiinteistökohtainen jätevedenpuhdistamo, purkupaikasta 30 metriä (kaikki jätevedet)

- kiinteistökohtainen jätevedenpuhdistamo, purkupaikasta 20 metriä (harmaat vedet). (Rakennusjärjestys 1.1.2015.)

Sastamalan kaupungin rakennusjärjestyksessä luvussa kymmenen 34 § on annettu vapautuksia toimenpideluvan hakemiseen koskien maalämpöä seuraavasti:

34 § Toimenpidelupaa ei tarvitse hakea seuraavien toimenpiteiden toteuttamiseen: 7) Maalämmön hyödyntämiseen tarkoitetun energiakäivon poraamiselle enintään kahden asunnon kiinteistölle, kun se toteutetaan 29 §:ssä esitettyjen vähimmäisetäisyyksien mukaisesti. Lupa tarvitaan kuitenkin aina kun kiinteistö sijaitsee pohjavesialueella, mui-naisjäännösalueella, kaivosalueella tai pilaantuneella maa-alueella. 8) Maalämmön hyödyntämiseen tarkoitetun lämmönkeruuputkiston asentamiselle, kun rakennuspaikan pinta-ala on vähintään 2000 m<sup>2</sup>. (Rakennusjärjestys 2015, 16.) (Rakennusjärjestys 1.1.2015.)

#### 5.4 Ilmalämpöpumppu

Asennustyöt ovat yleensä ottaen suhteellisen helppoja. Asennus voi kestää parhaimmillaan vain muutaman tunnin. Ilmalämpöpumppua ei voida jättää rakennuksen ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi, koska sen käyttötehot eivät riitä Suomen kovimpien pakkaskausien aikana. Sen lisäksi pelkällä ilmalämpöpumpulla ei saada lämmitettyä käyttövettä. Ilmalämpöpumppu sopiikin vain tukilämmitysmuodoksi rakennuksiin.

Rakennuksen päälämmitysjärjestelmä on hyvä asettaa muutamaa astetta viileämmälle kuin ilmalämpöpumppu. Näin saadaan ilmalämpöpumpulla ilmaista lämmitysenergiaa. Talviaikaan automaattitoimintoa tulisi välttää. Ilmalämpöpumpun automaattiohjelma voi näet vaihtaa automaattisesti viilennykselle, kun sen termostaatti havaitsee esimerkiksi auringosta tai takasta tulevan lisälämpövirran. (Laitinen 2010, 60.) Ilmalämpöpumppu tarvitsee säännöllisiä huoltotoimenpiteitä. Suodattimet on hyvä imuroida säännöllisin väliajoin noin kerran kuukaudessa. Siitepölysuodatin tulee vaihtaa muutama kerta vuodessa. Ulkoyksikkö tulee pitää puhtaana poistamalla roskat sekä puunlehdet. (Motiva, Lämpöä ilmassa 2008.)

Ilmalämpöpumppu on otollinen vaihtoehto juuri silloin, kun kyseessä on avarat huoneratkaisut. Tutkittava asuinrakennus on kolmikerroksinen ja kerroksien yhteinen huoneistoala on 256,5 neliötä. Tämän kokosiin kiinteistöihin yksi lämpöpumppu ei pysty tuottamaan tasaista lämpöä. Jos ilmalämpöpumppu haluttaisiin kohteeseen, tarvittaisiin ainakin useampi sisäyksikkö. Ilmalämpöpumpun toimintaa haittaisi liian suuren huoneistoalan lisäksi se, ettei kaikki huonetilat ole yhtenäisiä.

## 5.5 Ilma-vesilämpöpumppu

Tutkimuksessa selvisi se, että ilma-vesilämpöpumpun asentaminen kohteeseen ei valitettavasti ole mahdollista, koska ilma-vesilämpöpumppu ei ole riittävä lämmittämään tutkittavaa asuinrakennusta. Ilma-vesilämpöpumppu sopii kahdensadan neliön ja sitä pienempien rakennusten käyttöveden ja huonetilojen lämmittämiseen. Jäähdytysominaisuus ei kuulu ilma-vesilämpöpumpun toimitukseen, vaan se täytyy ostaa erikseen. Tuloksena on siis se, että jätetään ilma-vesilämpöpumppu pois vertailuista.

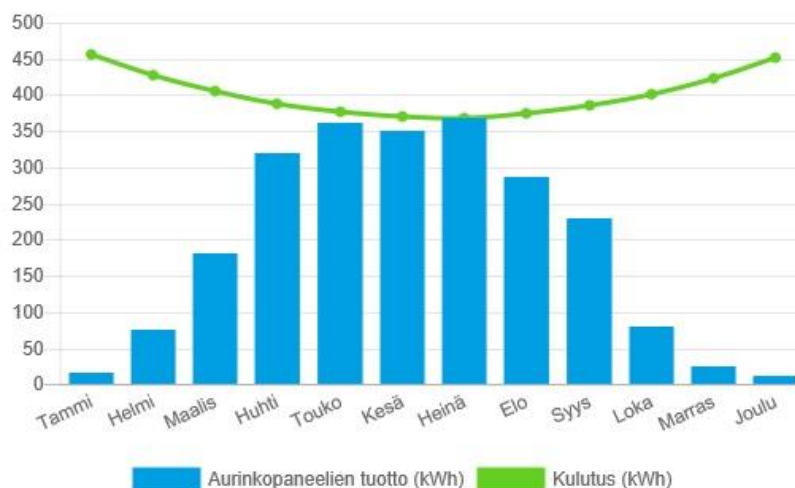
## 5.6 Aurinkoenergia

Asuinrakennuksen toinen katon lappeista on kohti etelää. Näin ollen aurinkopaneelit tai vaihtoehtoisesti aurinkokeräimet saataisiin sijoitettua eteläpuoleiselle lappeelle. Ennen aurinkopaneelien tai -keräimien asennusta on hyvä tarkistaa katon tukirakenteiden ja katteen kunto.

Aurinkopaneelien mitoittamiseen on käytetty apuna Fortumin aurinkolaskuria. Aurinkolaskuri avulla on helppo laskea aurinkopaneelien sähköenergian tuotto rakennuksen sijaintiin ja ominaisuuksiin perustuen. Rakennuksen eteläpuoleisen kattokulma on noin kolmekymmentä astetta. Aurinkokeräinten optimaalinen kallistusaste on juuri 30-60 astetta sekä suuntaus mahdollisimman suoraan kohti etelää (Solpros 2006). Tutkitun asuinrakennuksen kattopinta-ala on 233 neliötä, josta noin 52 neliötä on aurinkopaneelille sopivaa. Mahdollisen aurinkoenergian tuotto vuodessa on maksimissaan 10 626 kilowattituntia. Kuitenkin jos aurinkosähköön siirryttäisiin

pienemmällä investoinnilla, esimerkiksi 12 neliön aurinkopaneelilla, sen vuosituotto on noin 2 387 kilowattituntia. (Fortum aurinkolaskuri, [Viitattu 1.4.2019].)

Tutkitun asuinrakennuksen tämänhetkinen sähkön vuosikulutus on 4 728 kilowattituntia. Sähkön kulutukseen osallistuu valaistuksen sekä kuluttajalaitteiden lisäksi lämmityskausina öljylämmitys ja kiertovesipumppu. Normaalisti omakotitalo kuluttaa noin 7 300 kilowattituntia. (Vattenfall, [Viitattu 1.4.2019].) Tutkitun asuinrakennuksen sähkönkulutus on siis keskiarvoa vähemmän. 12 neliön aurinkopaneelilla saataisiin kohteessa tuotettua sähköä 2 387 kilowattituntia vuodessa, joka vastaa puolta asuinrakennuksen sähkön vuosikulutuksesta. Tuotetun aurinkosähkön saanti rajoittuu keväästä syksyyn. Asuinrakennuksen sähkönkulutus kasvaa talvikuukausina ja kesäkuukausina taas sähkönkulutus on vähäistä. Johtopäätöksenä on se, ettei asuinrakennus pysty hyödyntämään tuottamaansa aurinkosähköä omavaraisesti, vaan aurinkosähkö tulisi myydä sähköverkkoon. Aurinkosähkön tuottaminen on kannattavampaa silloin, kun aurinkopaneelien tuottama sähkö hyödynnetään omavaraisesti itse. Kuviossa 3 on esitettyä aurinkosähkön mahdollinen tuotto tutkimassani asuinrakennuksessa verrattuna sen todelliseen sähkön vuosikulutukseen.



Kuvio 3. Aurinkopaneelien vuosituotto (Caruna aurinkolaskuri, [Viitattu 1.4.2019]).

Aurinkokeräimet mitoitetaan asukkaiden lämpimän käyttöveden tarpeen mukaan. Öljylämmitteisessä nelihenkisessä omakotitalossa kuluu vuosittain arviolta 500 litraa öljyä käyttöveden lämmittämiseen (Öljylämmittäjän energiansäästö, [Viitattu 3.4.2019]). Aurinkokeräimet voidaan yhdistää kaikkiin päälämmitysjärjestelmiin

muun muassa öljylämmityksen rinnalle, jolloin se toimii tehokkaana lisälämmönlähteenä. Näin saataisiin vähennettyä öljyn käyttöä kevästä pitkälle syksyyn, jolloin lämmitysenergiaa kuluu ainoastaan käyttöveden lämmittämiseen. Jos kohteessa päädyttään hankkia aurinkokeräimet, lisäinvestointina tulisi hankkia laitteiden kanssa yhteensopiva lämminvesivaraaja. Aurinkokeräimet tarvitsevat lämminvesivaraajan, jossa on aurinkokierukka. Aurinkokeräimien hyötysuhde on parempi kuin aurinkopaneelien. Aurinkokeräimillä hyötysuhde on kahdeksankymmentä prosenttia. Aurinkopaneeleilla on vain neljännes aurinkokeräimien hyötysuhteesta. Tutkittavassa asuinrakennuksessa aurinkoenergian hyödyntämisen kannalta parempi vaihtoehto on valita aurinkokeräimet kuin aurinkopaneelit.

Aurinkokeräimet mitoitetaan tarvittavan lämmitysenergiamäärän mukaan. Tutki maani kohteeseen aurinkokeräinpaketin saa 6 240 eurolla, joista kotitalousvähennykseen kelpaa asennustyön osuus 1 250 euroa. Kotitalousvähennyksestä saa asennustyön osuudesta viisikymmentä prosenttia. Kotitalousvähennyksestä vähennetään myös omavastuu, joka on sata euroa. Näin ollen kotitalousvähennyksen arvio on noin 590 euroa. Kokonaiskustannusta jää maksettavaksi 5 715 euroa. Kustannukseen sisältyy yhteensopiva hybridivaraaja sekä koko aurinkokeräinpaketti sisältäen kaikki osat kiinniketarvikkeista lähtien. Aurinkokeräimien hyödystä saatu takaisinmaksuaika on noin 12 vuotta, riippuen täysin lineaarisesti lämpimän käyttöveden kulutuksen määrästä. Takaisinmaksuaikaa ei tarvitse siitä huolimatta odottaa reilua kymmentä vuotta, sillä taloon asennetut aurinkokeräimet nostavat jo itsessään talon arvoa.

## 6 YHTEENVETO

Lämmitysmuotoja on monia, myös sellaisia, joita opinnäytetyössä ei käsitelty. Opinnäytetyöhön valittiin vain sellaiset lämmitysmuodot, jotka ovat potentiaalisimmat vaihtoehdot kohteeseen. Tilan omistajien toiveena oli saada lisätietoa sekä aurinkopaneelien ja -keräimien että maalämpö- ja ilmalämpöpumpun tehokkuuksista ja sopivuudesta kohteeseen. Tutkimuksessa saatiin selville rakennuksen energiantarve laskelmien avulla. Laskelmassa on haluttu osoittaa rakennuksen todellinen energiatehokkuus, joka on saavutettu käyttämällä öljylämmitystä kohtuudella. Leivinuuni on rakennuksen lisälämmönlähde huonetiloihin, joissa suurimman osan päivästä vietetään. Rakennuksen lämmöntarpeeseen vaikuttaa asumistottumukset. Rakennuksen energiantarve sekä rakennuksen ominaisuudet otettiin tarkoin huomioon lämmitysjärjestelmän muutoksen laskelmissa.

Maalämpöpumpun investointikustannuksia pidetään usein melko korkeana. Energiahintojen nousu vaikuttaa siihen, että lämpöpumppujen suosio on kasvanut. Lämpöpumppujen käyttämisellä saadaan säästettyä sähkön ja öljyn kulutusta. Maalämpö on mahdollista mitoittaa täysiteholle niin, että sen tehot riittävät kovimpienkin pakkasten aikana lämmittämään huonetilojen lisäksi myös käyttövedtä. Toisaalta maalämpö voidaan myös asentaa öljylämmityksen rinnalle, jolloin suurimman energiankulutuksen aikana öljyllä saataisiin tehostettua lämmitystä.

Aurinkokennot ovat kohteen toinen mahdollinen täydentävä lämmitysmuoto. Aurinkokennoilla asuinrakennusta ei saada yksin lämpimäksi, mutta talon käyttöveden lämmittäminen on täysin mahdollista. Aurinkoenergialla saadaan lämmitettyä tarvittava käyttövesi kevästä pitkälle syksyyn. Aurinkokennot tarvitsevat aurinkokierukalla varustetun lämminvesivaraajan. Tällöin olemassa olevaa öljylämmitystä ei purettaisi asuinrakennuksesta, vaan öljylämmitystä käytettäisiin pelkästään lämmityskausina.

Lopputuloksen tavoitteena oli osoittaa tilan omistajille se, että rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa lämmitysjärjestelmämuutoksella. Tulokseksi saatiin kaksi toisistaan poikkeavaa lämmitysjärjestelmävaihtoehtoa. Maalämpö ja aurinkokeräimet ovat molemmat hyviä vaihtoehtoja tutkittuun kohteeseen. Molemmat ovat

energiasäästäviä sekä uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä vaihtoehtoja. Sekä maalämpö että aurinkokeräimet ovat molemmat toimintavarmuudeltaan hyviä vaihtoehtoja.



## LÄHTEET

- Areva Solar. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Areva Solar Oy. [Viitattu 26.3.2019]. Saatavana: <http://www.arevasolar.fi/fi/aurinkopaneelit-omakotitaloon>
- Caruna aurinkolaskuri. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Caruna. [Viitattu 1.4.2019]. Saatavana: <https://www.caruna.fi/aurinkolaskuri>
- Energiatehokas koti, Lämmönjakojärjestelmä. 12.12.2017. [Verkkosivu]. Energiatehokas koti. [Viitattu 10.2.2019]. Saatavana: [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/vesikiertoinen\\_vai\\_kuiva\\_lammonjakojarjestelma](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/vesikiertoinen_vai_kuiva_lammonjakojarjestelma)
- Energiatehokas koti, Pilkelämmitys.10.2.2016 [Verkkosivu] Energiatehokas koti. [Viitattu 26.2.2019]. Saatavana: [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/puulammitys/pikkelammitys](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/puulammitys/pikkelammitys)
- Energiatehokas koti, Talotekniikan suunnittelu. 6.11.2018. [Verkkosivu]. Energiatehokas koti. [Viitattu 1.3.2019]. Saatavana: [https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys](https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys)
- Fortum aurinkolaskuri. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Fortum. [Viitattu 1.4.2019]. Saatavana: <https://aurinkolaskuri.fortum.fi/>
- Geodrill, Lämpökaivo. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Voidaanko vesikaivo muuntaa lämpökaivoksi. [Viitattu 25.3.2019]. Saatavana: <https://www.geodrill.fi/maalampo/lampokaivo/>
- Hellgren, M., Heikkinen L., Suomalainen, L. & Kala, J. 1999. Energia ja ympäristö. 3. painos. Helsinki: Opetushallitus.
- Jäspi. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Aurinkolämmitys. [Viitattu 23.3.2019]. Saatavana: <https://jaspi.fi/aurinkolammitys/>
- Jäspi. 2016. [Verkkosivut]. Kaukora Oy. [Viitattu 10.2.2019]. Saatavana: [https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2016/08/Jaspi\\_Puukattilat\\_0516\\_web.pdf](https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2016/08/Jaspi_Puukattilat_0516_web.pdf)
- Jäspi. 2017. [Verkkosivut]. Kaukora Oy. [Viitattu 30.3.2019]. Saatavana: [https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2016/08/Oljykattilat\\_0217\\_web.pdf](https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2016/08/Oljykattilat_0217_web.pdf)
- Lahtinen, K.M. 2014. Viri ja valkee: vanhan rakennuksen lämpö- ja energiatalous. Hämeenkyrö: Lunette rakennusperinnepalvelut.
- Laitinen, J. 2010. Pieni suuri energiakirja. Helsinki: Into Kustannus Oy.

- LVI 19-10404. 2006. Kevytöljylämmitysjärjestelmän hoito ja huolto. Helsinki: Rakennustieto.
- Motiva, Ilmalämpöpumppu. 11.9.2018. [Verkkosivu]. Motiva.fi. [Viitattu 10.3.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/remontoi\\_ ja\\_ huolla/energiatehokas\\_ sahkolammitys/lampopumpun\\_ hankinta/ilmalampopumppu](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/energiatehokas_ sahkolammitys/lampopumpun_ hankinta/ilmalampopumppu)
- Motiva, Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. 5.2.2019. Ilmalämpöpumppu tukilämmityslähteenä. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_ valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu\\_ tukilammityslahteena](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_ valinta/lammitysmuodot/ilmalampopumppu_ tukilammityslahteena)
- Motiva, Vertailulaskuri. Ei päivystä. [Verkkosivu]. Motiva Kuluttajaneuvonta. [Viitattu 2.2.2019]. Saatavana: <http://lammitysvertailu.eneuvonta.fi/>
- Motiva, Lämpöä ilmassa. 2008. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 10.3.2019]. Saatavana: <https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>
- Motiva, Lämpöä omasta maasta. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 2.2.2019]. Saatavana: [https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampoa\\_ omasta\\_ maasta-1.pdf](https://www.sulpu.fi/documents/184029/190695/Motiva%2C%20Lampoa_ omasta_ maasta-1.pdf)
- Motiva, Ohjeita lämmitysjärjestelmän hankintaan. 2011. [Verkkojulkaisu] Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 1.3.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/files/4155/Ohjeita\\_ lammitysjarjestelman\\_ hankintaan.pdf](https://www.motiva.fi/files/4155/Ohjeita_ lammitysjarjestelman_ hankintaan.pdf)
- Motiva, Pilkekattilalämmittäjän energiansäästöopas. 2014. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 26.2.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/files/9180/Pilkekattilalammittajan\\_ energiansaastoopas.pdf](https://www.motiva.fi/files/9180/Pilkekattilalammittajan_ energiansaastoopas.pdf)
- Motiva a, Pätkittäin puulämmityksestä. 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Motiva Oy. [Viitattu 26.2.2019]. Saatavana: [https://www.energiatehokaskoti.fi/files/451/Patkittain\\_ puulammityksesta.pdf](https://www.energiatehokaskoti.fi/files/451/Patkittain_ puulammityksesta.pdf)
- Motiva b, Pätkittäin puulämmityksestä. Ei päivystä. [Verkkojulkaisu]. Motiva Oy. [Viitattu 26.2.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/files/210/Patkittain\\_ puulammityksesta.pdf](https://www.motiva.fi/files/210/Patkittain_ puulammityksesta.pdf)
- Motiva, Öljylämmitys. 24.8.2017. [Verkkosivu]. Motiva Oy. [Viitattu 30.3.2019]. Saatavana: [https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_ valinta/lammitysmuodot/oljylammitys](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_ valinta/lammitysmuodot/oljylammitys)
- Neste. Ei päivystä. [Verkkosivu]. Öljylämmitys- Huoleton, tehokas ja luotettava. [Viitattu 30.3.2019]. Saatavana: <https://www.neste.fi/oljylammitys-pientalo-asumiseen>

- Nibe. 2018. [Verkkajulkaisu]. Nibe Energy Systems Oy. [Viitattu 10.3.2019]. Saatavana: <https://www.nibe.fi/nibedocuments/24842/M11256-17.pdf>
- Perälä, R. 2017. Aurinkosähköä. Helsinki: Alfamer/Kauristo Oy.
- Perälä, R. 2009. Lämpöpumput. Helsinki: Alfamer Oy.
- Rakennusjärjestys. 1.1.2015. [Verkkajulkaisu]. Sastamalan kaupungin rakennusjärjestys. [Viitattu 28.3.2019]. Saatavana: [https://www.sastamala.fi/sastamala/liitetiedostot/editori\\_materiaali/20595.pdf](https://www.sastamala.fi/sastamala/liitetiedostot/editori_materiaali/20595.pdf)
- Rakentaja. 17.9.2014. [Verkkosivu]. Energiämääräykset ja energiaselvitys pähkinänkuoressa. [Viitattu 30.3.2019]. Saatavana: [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/11983/energiamaaraykset\\_ja\\_energiaselvitys.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/11983/energiamaaraykset_ja_energiaselvitys.htm)
- Rexel. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Aurinkosähköjärjestelmät. [Viitattu 26.3.2019]. Saatavana: <https://www.rexel.fi/globalassets/palvelut/rexel-aurinkoenergia-low.pdf>
- Solpros. 2006. [Verkkajulkaisu]. Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö. [Viitattu 23.3.2019]. Saatavana: <http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf>
- Spinea. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Spinea Oy-Ilmalämpöpumppu.fi. [Viitattu 27.3.2019]. Saatavana: <https://www.ilmalampopumppu.fi/tietoa/>
- Sulpu, Ulkoilma-vesilämpöpumppu. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Ulkoilma-vesilämpöpumppu. [Viitattu 20.3.2019]. Saatavana: <https://www.sulpu.fi/ilma-vesilampopumput>
- Sulpu, Yleistä lämpöpumpuista. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Yleistä lämpöpumpuista. [Viitattu 2.2.2019]. Saatavana: <https://www.sulpu.fi/documents/184029/209175/Yleista-l%C3%A4mp%C3%B6pumpuista-SULPU.pdf>
- Suomen Aurinkoenergia. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Suomen Aurinkoenergia Oy. [Viitattu 26.3.2019]. Saatavana: <http://suomenaurinkoenergia.fi/tuotteet/aurinkokeraimet/sae202-tasoker%C3%A4in>
- Tilastokeskus 22.11.2018. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.3.2019]. Saatavana: [http://www.stat.fi/til/asen/2017/asen\\_2017\\_2018-11-22\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asen/2017/asen_2017_2018-11-22_tie_001_fi.html)
- Vattenfall. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Kodin sähkönkulutus. [Viitattu 1.4.2019]. Saatavana: <https://www.vattenfall.fi/energianeuvonta/sahkonkulutus/>

Ympäristöministeriö. 2018. [Verkojulkaisu]. Energiatehokkuus. [Viitattu 1.3.2019].  
Saatavana: <http://www.ymp.fi/download/noname/%7B4332AA81-75E1-4CA0-B208-B0ACB60A267F%7D/133692>

Öljylämmittäjän energiansäästö. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu]. Öljyalan Palvelukeskus. [Viitattu 3.4.2019]. Saatavana: [http://oljylammitys.fi/sites/default/files/vastuullinen\\_energian kaytto\\_1510\\_2017.pdf](http://oljylammitys.fi/sites/default/files/vastuullinen_energian kaytto_1510_2017.pdf)

Ämmälä, M. 2012. Pilketuotanto-opas. Seinäjoki: Suomen metsäkeskus.

## LIITTEET

Liite 1. E-luvun laskentakaava

Liite 2. Rakennuksen energiankulutuksen laskentakaava

## Liite 1. E-luvun laskentakaava

Rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku (E-luku) lasketaan rakennuksen ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen kertoimia käyttäen kaavalla (2.1)

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine } i} Q_{\text{polttoaine } i} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}} \quad (2.1)$$

jossa

E	rakennuksen laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku, kWh <sub>E</sub> /(m <sup>2</sup> a)
Q <sub>kaukolämpö</sub>	kaukolämmön kulutus, kWh/a
Q <sub>kaukojäähdytys</sub>	kaukojäähdytyksen kulutus, kWh/a
Q <sub>polttoaine, i</sub>	polttoaineen i sisältämän energian kulutus, kWh/a
W <sub>sähkö</sub>	sähkön kulutus vuodessa, missä on otettu huomioon vähennykset rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä vapaasti hyödynnettävästä energiasta otettu energia siltä osin, kuin se on käytetty rakennuksessa, kWh/a
f <sub>kaukolämpö</sub>	kaukolämmön energiamuodon kerroin, -
f <sub>kaukojäähdytys</sub>	kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin, -
f <sub>polttoaine, i</sub>	polttoaineen i energiamuodon kerroin, -
f <sub>sähkö</sub>	sähkön energiamuodon kerroin, -
A <sub>netto</sub>	rakennuksen lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup> .

Energiamuotojen kertoimista säädetään valtioneuvoston maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (788/2017).

## Liite 2. Rakennuksen energiankulutuksen laskentakaava

Rakennuksen energiankulutuksella (kWh/(m<sup>2</sup> a)), jota käytetään ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (4/13), tarkoitetaan rakennuksen vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energiamäärää, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä. Rakennuksen energiakulutus lasketaan kaavalla (2.2)

$$RAK_{ek} = (Q_{\text{lämmitys, tilat}} + Q_{\text{lämmitys, iv}} + Q_{\text{lämmitys, lkv}} + Q_{jk} + \frac{W_{\text{tilat}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{lkv, pumppu}} + W_{\text{jäähd, apu}} + W_{\text{kuluttajalaitteet}} + W_{\text{valaistus}}}{A_{\text{netto}}}) \quad (2.2)$$

jossa

Rak <sub>ek</sub>	rakennuksen energiankulutus, kWh/(m <sup>2</sup> a)
Q <sub>lämmitys, tilat</sub>	tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>lämmitys, iv</sub>	ilmanvaihdon lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>lämmitys, lkv</sub>	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh/a
Q <sub>jk</sub>	jäähdytysjärjestelmällä tuotettu jäähdytysenergia, kWh/a
W <sub>tilat</sub>	lämmönjakojärjestelmän apulaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>ilmanvaihto</sub>	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>lkv, pumppu</sub>	lämpimän käyttöveden kiertopumpun sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>jäähd, apu</sub>	jäähdytysjärjestelmän apulaitteiden sähkökulutus, kWh/a
W <sub>kuluttajalaitteet</sub>	kuluttajalaitteiden sähköenergian kulutus, kWh/a
W <sub>valaistus</sub>	valaistuksen sähköenergian kulutus, kWh/a
A <sub>netto</sub>	rakennuksen lämmitetty nettoala, m <sup>2</sup> .