



PIENTALON ENERGIATEHOKAS LÄMMITYS

Jiri Tähkänen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2010
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

TÄHKÄNEN, JIRI: Pientalon energiatehokas lämmitys

Opinnäytetyö 60 s., liitteet 6 s.
Työn ohjaaja: Teppo Kivioja
Huhtikuu 2011

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla eri lämmitysjärjestelmiä ja auttaa pientalorakentajia valitsemaan oikea lämmitysjärjestelmä uutta taloa suunniteltaessa. Opinnäytetyö toteutettiin yhdessä Suomen Kodikas-Talot Oy:n kanssa. Tässä opinnäytetyössä käytetään esimerkkitalona vuoden 2012 asuntomesuille valmistuvaa pientaloa. Rakentamisen energiatehokkuuteen kiinnitetään yhä enemmän huomiota, ja asuntomessujen yhtenä teemana onkin energiatehokkuus. Työssä käsiteltävä yksikerroksinen puutalo tulee sijoittumaan parhaaseen energialuokkaan A.

Opinnäytetyö on tehty ohjeeksi pientalorakentajalle ja työssä pyritään käsittelemään lämmitystä mahdollisimman selväsanaisesti. Työssä selvitetään eri lämmitysjärjestelmien energiatehokkuutta, investointikustannuksia sekä käyttömukavuutta. Työssä esitellään esimerkiksi sähkölämmitys, kaukolämpö ja erilaisia lämpöpumppujärjestelmiä. Lämmitysjärjestelmien lisäksi työssä kerrotaan mahdollisista lämmönjakotavoista ja erilaisista tukilämmitysjärjestelmistä.

Asiasanat: Lämmitys, lämmitysjärjestelmät, lämmönjako, energiatehokkuus.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Building Services Engineering

TÄHKÄNEN, JIRI: Energy-efficient house heating

Supervisor: Teppo Kivioja
Bachelor's thesis 60 pages, appendices 6 pages
April 2011

Purpose of this thesis was to compare different heating systems and help house builders to select the right heating system for new house. Thesis was produced in co-operation with Suomen Kodikas-Talot Ltd. I used their house as an example house. House will be built as an energy category A house. This house will be model house in The Finnish Housing Fair in 2012. These days energy-efficiency is more and more important, and one of the main themes at the Finnish Housing Fair is energy-efficiency.

This thesis has been made to help builders choose right heating system in their house, and I tried to introduce heating as simply as possible. This thesis examines the different heating systems, energy efficiency, investment cost and using comfort. For an example I present electric heating, district heating and some heat pump systems. In addition to those I present heat distribution and various support heating systems

Key words: Heating, heating systems, heat distribution, energy efficiency

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
2	TYÖN TAUSTAA.....	8
2.1	Miksi työhön on ryhdytty	8
2.2	Työn tavoitteet	8
2.3	Yleistietoa kohteesta.....	8
3	PIENTALON LÄMMITYS	10
3.1	Lämmityksen suunnittelu ennen rakentamista	10
3.2	Kustannukset	10
3.3	Vaatimukset rakennukselta	11
3.4	Lämmönjakojärjestelmät	11
3.5	Säätömahdollisuudet	12
3.6	Käyttöveden lämmitys.....	13
4	ENERGIATEHOKAS LÄMMITYS.....	14
4.1	Lämmitysenergian jakautuminen	14
4.1.1	Huonetilojen lämmitys	15
4.1.2	Tuloilman lämmitys.....	15
4.1.3	Lämmin käyttövesi.....	16
4.2	Energiatehokas rakentaminen	16
4.2.1	Energiatodistus	17
5	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	19
5.1	Sähkölämmitys	20
5.2	Kaukolämpö.....	21
5.2.1	Järjestelmän toimintaperiaate	22
5.2.2	Kaukolämpöverkkoon liittyminen	22
5.3	Maakaasu	23
5.3.1	Järjestelmän toimintaperiaate	24

5.4	Poistoilmalämpöpumppu.....	24
5.4.1	Järjestelmän toimintaperiaate	26
5.5	Ilmavesilämpöpumppu	27
5.5.1	Järjestelmän toimintaperiaate	27
5.6	Maalämpö	29
5.6.1	Järjestelmän toimintaperiaate	30
5.6.2	Lämmönkeruupiiri.....	31
5.7	Öljylämmitys	34
5.7.1	Järjestelmän toimintaperiaate	35
5.7.2	Huoltotarve	35
5.8	Pellettilämmitys.....	36
5.8.1	Järjestelmän toimintaperiaate	37
5.8.2	Huoltotarve	37
5.9	Lämpöpumppujen lisävastukset.....	37
6	TUKILÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	39
6.1	Ilmalämpöpumput	39
6.2	Tulisijat.....	40
6.3	Aurinkolämmitys	41
7	LÄMMÖNJAKOTAVAT	42
7.1	Huonekohtainen sähkölämmitys	42
7.1.1	Lattialämmitys	42
7.1.2	Patterilämmitys.....	43
7.1.3	Kattolämmitys.....	44
7.1.4	Ikkunalämmitys	45
7.2	Vesikeskuslämmitys.....	45
7.2.1	Vesikiertoinen lattialämmitys	46
7.2.2	Vesikiertoinen patterilämmitys.....	47
7.3	Ilmalämmitys.....	48

8	LÄMMITYKSEN OHJAUS.....	49
9	ENERGIANKULUTUKSEN JA LÄMMITYSTEHONTARPEEN LASKENTA 50	
10	VUOREKSEN KODIKAS-TALO.....	52
	10.1 Vuoreksen asuntomessut 2012.....	52
11	Lämmitysjärjestelmien vertailu.....	53
	11.1 Vesikiertoinen sähkölämmitys.....	54
	11.2 Ilmavesilämpöpumppu.....	54
	11.3 Maalämpö.....	55
	11.4 Vertailu.....	56
12	LOPPUPÄÄTELMÄT.....	57
	LÄHTEET.....	58
	LIITTEET.....	61

1 JOHDANTO

Ihminen on aikojen alusta asti pyrkinyt lämmittämään asumustaan eri tavoilla. Lämmitys on mahdollistanut selviytymisen kylmien ajanjaksojen ylitse, ilman tarvetta muuttaa lämpimämmille seuduille. Alkeellisin lämmöntuotantomuoto oli nuotio asumuksen keskellä. Kehittyneempiä lämmöntuotantomuotoja olivat erilaiset sisään savuavat uunit tai kiukaat, joita oli esimerkiksi savupirteissä. Savun ulos johdattamiseksi kehitettiin puinen lakeinen, josta kehittyi myöhemmin savupiippu.

Vähitellen kehitys johti nykyaikaisten uunien ja takkojen syntymiseen. Tällaiset tulisijat palvelivat päälämmönlähteinä ennen nykyaikaisten lämmitysmuotojen kehittymistä ja takkojen siirtymistä tunnelmanluojiksi sekä toissijaisiksi lämmönlähteiksi. Nykyaikaiselta lämmitykseltä vaaditaan kuitenkin paljon enemmän. Lämmitysjärjestelmän pitää olla ekologinen, mukava ja ennen kaikkea helppokäyttöinen.

Lämmitysjärjestelmän valinta on yksi suurimpia päätöksiä uutta pientaloa rakennettaessa. Energian hinnan uskotaan lähivuosina vain kasvavan, jolloin energiatehokkuuden merkitys korostuu entisestään. Vuoden 2012 tiukentuvat rakennusmääräykset nostavat energian säästämisen ja ympäristön suojelun yhä suurempaan rooliin rakentamisessa. Pyrin omalla työlläni auttamaan pientalorakentajia tekemään oikeita päätöksiä ja rakentamaan energiatehokkaita koteja.

2 TYÖN TAUSTAA

2.1 Miksi työhön on ryhdytty

Työ on tehty Suomen Kodikas-Talot Oy:n tilauksesta. Asiakas halusi apua oikean lämmitysjärjestelmän ja lämmönjakotavan valintaan. Työssä on otettu huomioon asuntomessualueen energiamääräykset.

2.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on ollut löytää paras mahdollinen lämmitysmuoto asiakkaan uuteen pientaloon. Tämän lisäksi olen pyrkinyt laatimaan työstäni selkeää ohjetta pientalorakentajille jotka pohtivat lämmitysmuodon valintaa. Olen pyrkinyt kirjoittamaan työn mahdollisimman selväsanaisesti ja helposti ymmärrettävästi. Toivon että työstäni on apua vielä monille pientalorakentajille.

2.3 Yleistietoa kohteesta

Työssä on käytetty esimerkkituoteena vuoden 2012 asuntomessuille valmistuvaa omakotitaloa. Talo tullaan rakentamaan Tampereen Vuorekseen ja se tulee sijoittumaan parhaaseen energialuokkaan A.

Talo on pinta-alaltaan noin 210m² yksikerroksinen puutalo. Talo on suunniteltu viihtyisäksi kodiksi nelihenkiselle perheelle. Seuraavan sivun kuvassa (Kuvio 1) on esitetty 3D-malli talosta.



Kuvio 1 Perspektiivinäkymä talosta

3 PIENTALON LÄMMITYS

Uutta pientaloa suunniteltaessa yksi suurimmista haasteista on lämmitysjärjestelmän valinta. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa muun muassa lämmitysenergian tarve, lämpimän käyttöveden tarve sekä kuinka kauan aikoo talossa asua ja kuinka kalliisiin investointeihin on mahdollisuus panostaa.

3.1 Lämmityksen suunnittelu ennen rakentamista

Energian kallistuessa monet rakentajat joutuvat miettimään mikä olisi heille oikea ratkaisu. Tulevaa hintakehitystä on vaikea arvioida, mutta se tulisi kuitenkin ottaa huomioon kustannussuunnitelmaa tehtäessä. Taloa on lämmitettävä ja lämmintä vettä on saatava, oli energia kuinka kallista tahansa. Kuitenkin nykyaikaiselta lämmitysjärjestelmältä vaaditaan muutakin kuin matalia käyttökustannuksia.

Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa myös omat mieltymykset ja se kuinka paljon on valmis tekemään lämmityksen eteen. Sähkölämmitys on varsin helppo, kun taas puilla lämmittäminen on varsin työlästä. Järjestelmät eroavat toisistaan myös huollon tarpeessa: osassa lämmitysjärjestelmiä vaaditaan työtä viikoittain tai jopa päivittäin, osassa ei juuri ollenkaan (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

3.2 Kustannukset

Lämmityksen voi toteuttaa kahdella tapaa: Pienet alkuinvestoinnit ja korkeat käyttökustannukset, tai vaihtoehtoisesti korkeammat investoinnit ja halvempi käyttö tulevaisuudessa. Tyypillinen investointikustannukseltaan alhainen, mutta käyttökustannuksiltaan kallis ratkaisu on suora sähkölämmitys. Toisessa ääripäässä on esimerkiksi maalämpö, jonka hyödyntäminen puolestaan edellyttää merkittävää panostusta jo investointivaiheessa.

Lämmitysjärjestelmää suunniteltaessa kannattaa kuitenkin laskea kuinka nopeasti kalliimpi investointi maksaa itsensä takaisin. Rakentamisvaiheessa kannattaa ajatella myös tulevaisuutta, sillä energian hinnan nousu on mahdollista ja sitä on rakentamisvaiheessa vaikea ennakoida.

3.3 Vaatimukset rakennukselta

Osa lämmitysjärjestelmistä vaatii paljon tilaa, ja aina pientaloa rakentaessa kannattaakin panostaa erilliseen tekniseen tilaan. Suuressa osassa valmiista talopaketeista ei ole lainkaan teknistä tilaa, teknisen tilan puute sulkee kokonaan pois joitakin lämmitysjärjestelmiä. Talopakettia hankkiessa kannattaakin sisällyttää suunnitelmaan riittävän suuri erillinen tekninen tila.

Esimerkiksi lämpöpumput pitävät aina jonkin verran ääntä ja ne olisi hyvä saada erilliseen tekniseen tilaan. Nykyaikaiset lämpöpumput ovat toki melko hiljaisia, eivätkä ulkonäöltäkään poikkea juuri muista kodinkoneista ja niiden sijoitus myös esimerkiksi kodinhoitohuoneeseen on mahdollista. Pelletti- tai öljylämmitys vaatii aina teknisen tilan (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

3.4 Lämmönjakojärjestelmät

Lämmönjakojärjestelmä kannattaa valita siten, että se antaa myöhemmin vapauden muuttaa lämmönlähdettä ilman kohtuuttoman suurta vaivaa ja kustannuksia. Ennen rakentamisen aloittamista pitääkin valita tehdäänkö lämmönjako lattia- vai patterilämmityksellä tai vaikkapa ilmalämmityksellä. Kaikkia edellämainittuja lämmönjakotapoja voidaan toteuttaa myös matalalämpöisenä, mikä mahdollistaa myös aurinko- tai maalämmön hyödyntämiseen. Tehty lämmönjakotavan valinta on otettava huomioon laitteiden valinnassa ja mitoituksessa (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

3.5 Säättömahdollisuudet

Lämmitysjärjestelmän suunnitteluun vaikuttaa myös se, halutaanko eri huoneisiin eri lämpötiloja tai onko eri tiloissa kovin erilaiset lämpökuormat. Huonekohtainen lämpötilan säätö antaa myös pelivaraa lämpötilaeroihin eri tilojen välillä. Pientaloissa on myös tiloja jotka vaativat lämmitystä myös lämmityskauden ulkopuolella, esimerkiksi pesutilat. Näidenkin lämmitys onnistuu kätevästi järjestelmällä jossa on huonekohtainen lämpötilan säätö.

Lattialämmitys on tärkeä myös kosteiden tilojen kosteusongelmien ehkäisyssä. Nykyaikana yhä useampaan pientaloon valitaan huonekohtainen lämpötilan säätö. Jos ei käytetä huonetermostaatteja, tilaan voi tulla ylilämpöä esimerkiksi ihmisistä, tulisijoista ja laitteista. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 2) on esitettyä huonetermostaatti. Oikein säädetty lämmitys parantaa asumisviihtyvyyttä ja samalla pienentää energiankulutusta. Jotta omasta lämmitysjärjestelmästä saisi kaiken irti, kannattaa tutustua huolellisesti käyttöohjeisiin (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).



Kuvio 2 Huonetermostaatti (Ensto – Huonetermostaatit)

3.6 Käyttöveden lämmitys

Perheen koko ja elintavat vaikuttavat oleellisesti lämpimän käyttöveden tarpeeseen ja sitä kautta myös lämmitysjärjestelmän mitoitukseen. Eri lämmitysjärjestelmien ominaisuudet poikkeavat tässä suhteessa toisistaan. Jos perheen vaatimuksia ei ole otettu huomioon jo suunnitteluvaiheessa, on syytä olettaa että tulevaisuudessa on luvassa ongelmia. Liian pieni lämminvesivaraaja voi näkyä yllättävän suurina energialaskuina.

Pientalossa yksi henkilö kuluttaa käyttövettä keskimäärin 140–160 litraa päivässä. Tästä noin 40 % on lämmintä vettä. Ammeet ja porealtaat on myös huomiotava mitoituksessa. Osassa lämmitysjärjestelmiä lämminvesivaraajat ovat auttamatta liian pieniä lapsiperheelle ja vettä joudutaan lämmittämään jatkuvasti suuritehoisilla sähkövastuksilla. Kun lämmintä käyttövettä kuluu paljon, onkin viisasta hankkia tarpeeksi suuri lämminvesivaraaja.

Kunnollinen lämminvesivaraaja lämmittää kerralla suuren määrän vettä ja käyttää huomattavasti pienempitehoisia sähkövastuksia, joka taas näkyy pienentyneenä energialaskuna. Osa maalämpöpumpuista kykenee lämmittämään käyttöveden ilman sähkövastuksia, keruupiirin tuottamalla lämmöllä. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 3) on esitettynä tyypillinen vaakamallinen lämminvesivaraaja.



Kuvio 3 Lämminvesivaraaja (Jäspi – Lämminvesivaraajat)

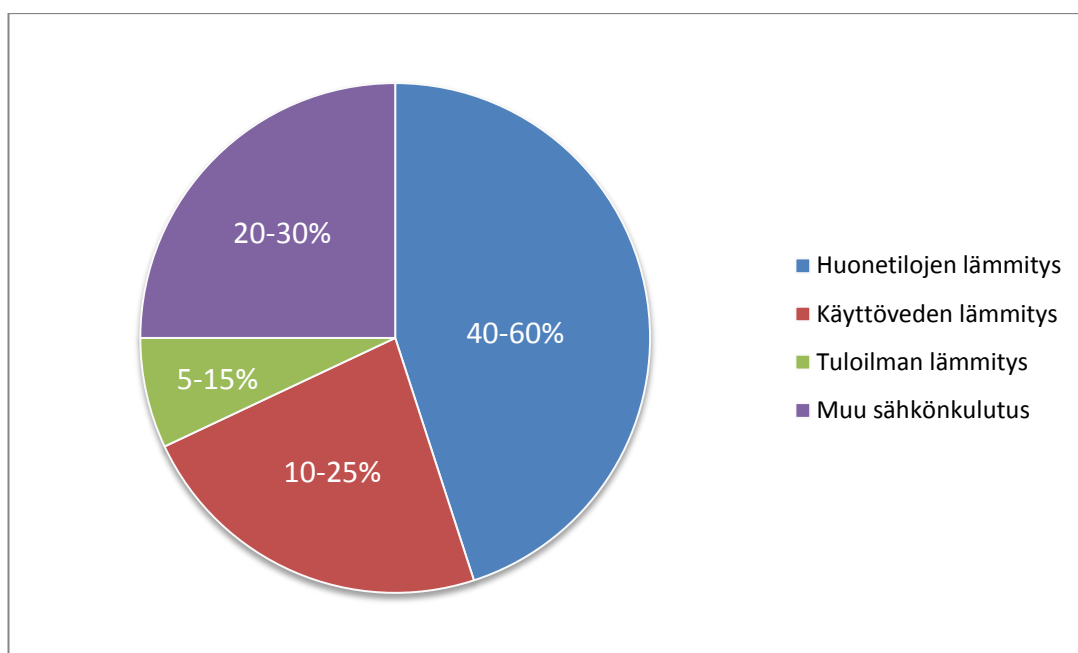
4 ENERGIAEHOOKAS LÄMMITYS

Vuonna 2012 voimaan tulevissa määräyksissä rakennuksille asetetaan vaatimukset energiatehokkuudesta ja asetetaan eri energiamuodoille omat kertoimet. Uudet määräykset suosivat uusiutuvia polttoaineita. Määräysten odotetaan nostavan hieman sähkö- tai öljylämmitteisen pientalon rakentamiskustannuksia (Rakennusten energiatehokkuutta koskevat määräykset vuonna 2012, Vuolle, M).

4.1 Lämmitysenergian jakautuminen

Lämmityksellä mahdollistetaan hyvät asuinolosuhteet ympäri vuoden. Ihmisten viihtyvyyden lisäksi lämmitystä tarvitaan pitämään rakenteet kosteusteknisesti toimivina. Nykyaikainen rakentaminen pyrkii mahdollisimman pieneen lämmitysenergian tarpeeseen.

Lämmitysenergiaa tarvitaan huonetilojen lämmitykseen, käyttöveden lämmitykseen sekä tuloilman lämmitykseen. Seuraavassa diagrammissa (Kuvio 4) on esitettyä pientalon energiankulutuksen jakautuminen. Diagrammi pohjautuu Motiva Oy:n tutkimuksiin (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).



Kuvio 4 Rakennuksen energiankulutuksen jakautuminen

4.1.1 Huonetilojen lämmitys

Huonetilojen lämmitykseen kuluu tyypillisesti 40-60% rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta. Nykyaikaiset lämmitysjärjestelmät mahdollistavat huonekohtaisen lämmityksenohjauksen. Lämmitysjärjestelmä kannattaakin suunnitella siten, että asuintilojen, puolilämpimien tilojen ja pesutilojen lämmitystä voidaan ohjata erikseen.

Edellä mainittu järjestelmä mahdollistaa eri tilojen lämmittämisen tarpeen mukaan. Esimerkiksi pesutilojen lattialämmitystä voidaan pitää silloin päällä kesäläkin vaikka talon muu lämmitys on pois päältä (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

4.1.2 Tuloilman lämmitys

Tuloilman lämmitykseen kuluu tyypillisesti 5-15% rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa raitis ilma puhalletaan huoneisiin tuloilmakanavien ja -venttiilien kautta. Kylmä ulkoilma lämmitetään lämmöntalteenottolaitteessa (LTO) talosta poistettavasta ilmasta saatavalla lämpöenergialla.

Mikäli LTO-laitteella ei saada tuloilmaa riittävän lämpimäksi (noin +15°C), tuloilmaa lämmitetään ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatterilla. Jälkilämmityspatterissa on joko sähkövastus tai vesikiierukka. Talossa, jossa on vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, jälkilämmityspatteri kannattaa toteuttaa omana vesikiertoisena piirinään. Tällöin tuloilman lämmityksessä voidaan hyödyntää samaa lämmitysenergiaa kuin varsinaisessa lämmitysjärjestelmässäkin (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

4.1.3 Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden lämmitykseen kuluu tyypillisesti noin 10-25 % rakennuksen kokonaisenergiankulutuksesta. Keskimäärin lämmintä käyttövettä kuluetaan vuorokaudessa 35-60 litraa asukasta kohden. Asukkaiden käyttötottumuksilla on kuitenkin erittäin suuri vaikutus lämpimän käyttöveden energiankulutukseen.

Lämpimän käyttöveden mitoituksessa tulee huomioida myös kylpyamme, po-reallas ja muut paljon vettä kuluttavat kohteet. Lapsiperheillä lämmintä vettä kuluu reilusti enemmän kuin esimerkiksi kahdella aikuisella (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

4.2 Energiatehokas rakentaminen

Rakennuksen lämmitysenergiantarvetta voidaan pienentää rakentamalla mahdollisimman energiatehokas talo. Jotta talo olisi energiatehokas, tulee rakennuksesta tehdä mahdollisimman hyvin lämpöä ja ilmaa pitävä. Tämä tarkoittaa hyvin eristävää ulkovaippaa, seinää, kattoa ja ikkunoita, sekä hallittua ilmanvaihtoa varustettuna tehokkaalla lämmöntalteenotolla. Nykyaikainen matala-energiatalo vaatii lämmitykseen jopa 60% vähemmän lämmitysenergiaa kuin 2010 vuoden normitalo (Energiakoulu omakotitalon rakentajille, Rakentaja.fi)

Rakennusvaiheessa lisäeristämisen kustannus on pieni, kun taas jälkikäteen eristyksen lisääminen on hankalaa ja ennen kaikkea kallista. Rakennusmääräykset määrittävät eristeiden vähimmäismäärän, mutta uutta taloa rakentaessa kannattaa eristää merkittävästi paremmin. Lämmöneristävyttä mitataan U-arvolla. Yksinkertaisesti muotoiltuna U-arvo kuvaa rakennuksen eri osien lämmöneristyskykyä. U-arvon yksikkö on $W/(K \cdot m^2)$, eli Wattia Kelviniä ja neliömetriä kohden. Mitä pienempi arvo on, sitä tehokkaampi lämmöneristyskyky on. U-arvot ilmoitetaan seinille, ylä- ja alapohjalle, oville ja ikkunoille. Rakennuksen lämmöneristävyden kannalta ikkunat ovat huonoin osa (suurimmat U-arvot). (Miten tehdään energiatehokas koti, Energiatehokaskoti.fi ; Rakentamismääräykset ja energiatehokkuus, Husu, T).

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1) on esitettyä suuntaa-antavia arvoja rakennuksen U-arvoista. Taulukko perustuu Motiva Oy:n julkaisemiin tietoihin.

Taulukko 1 Rakennuksen U-arvot

Vaipanosien U-arvot	Normitalo 2008	Normitalo 2010	Matalaenergiatalo	Passiivitalo
Seinä	0,24	0,17	0,15-0,17	0,10-0,13
Yläpohja	0,15	0,09	0,10-0,15	0,06-0,08
Alapohja				
-maanvarainen	0,24	0,16	0,15	0,10-0,12
-ryömintätalalla	0,19	0,17	0,12	0,08-0,10
-ulkoilmaan rajoittuva	0,15	0,09	0,12	0,08-0,10
Ikkunat	1,4	1	1	0,4-0,7
Ovet	1,4	1	1	0,4-0,8

4.2.1 Energiatodistus

Vuoden 2008 alusta lähtien uusille rakennuksille on vaadittu energiato-distus. Energiatodistus on tehty auttamaan kuluttajaa vertailemaan rakennusten energiankulutusta. Energiatodistuksessa rakennukset luokitellaan asteikolla A:sta G:hen. Energiatodistuksessa rakennukset kuuluvat A-luokkaan. Energiatodistus laaditaan ennen rakennusvaihetta ja liitetään rakennuslupahakemukseen. Energiatodistuksen laatii projektin pääsuunnittelija. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) on esitettyä erilaisten rakenteiden vaikutusta huonetilojen lämmitystarpeeseen, käyttöveden lämmitystarpeeseen sekä rakennuksen energiato-distusluokkaan, taulukko perustuu Motiva Oy:n tutkimuksiin.

Taulukko 2 Rakennuksen energiankulutus

Energiankulutus	Normitalo 2008	Normitalo 2010	Matalaenergiatalo	Passiivitalo
Huonetilojen lämmitys (kWh/m ² ,a)	25-50	100-110	26-50	15-25
Lämmin käyttövesi (kWh/m ² ,a)	30	30	20-25	20-25
Energiatodistusluokka	C-D	B	A	A

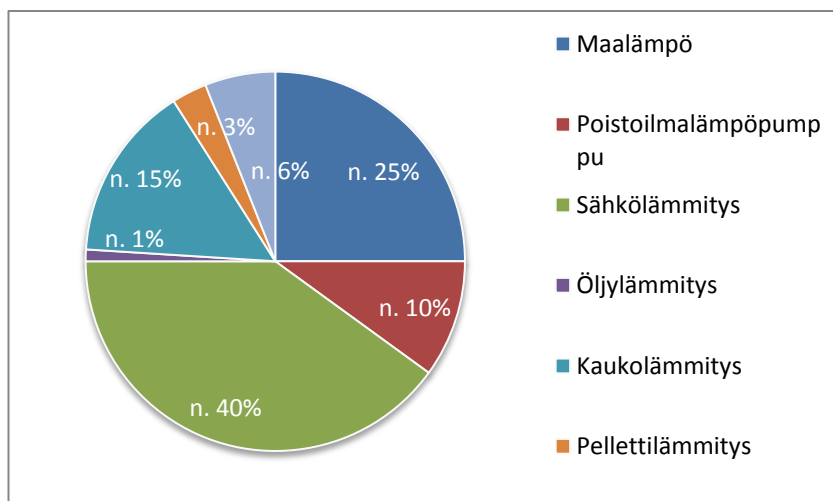
Esimerkin energiatodistuksesta näet tämän työn liitteistä (Liite 2 ja Liite 3). Energiatodistus on työssä esimerkkikohteena käytetystä Kodikas-talosta. Energiatodistus on laadittu yhteistyössä projektin pääsuunnittelijan kanssa. Energiatodistuksesta selviää muun muassa kohteen rakenteiden U-arvot ja kohteen energiankulutus (Energiatodistukset, Motiva Oy).

5 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Pientalon lämmittämiseen on monia vaihtoehtoja, tässä kappaleessa esittelen niistä yleisimmät. Käytetyimpiä lämmitysjärjestelmiä ovat sähkö, kaukolämpö, maalämpö, puu ja öljy. Tyypillinen uusi 150 m² omakotitalo kuluttaa lämmitykseen ja käyttöveden lämmitykseen tyypillisesti noin 20 000 kWh vuodessa. Uu- sissa matalaenergiataloissa lämmityksen osuus suhteessa käyttöveden läm- mi- tykseen on selvästi pienentynyt ja käyttöveden lämmitys täytyykin huomioida lämmitysjärjestelmää valitessa.

Eri lämmitysmuotoja vertaillen on vaikea löytää puolueetonta tietoa. Etsiessä tietoa internetistä löytääkin itsensä usein eri valmistajien sivuilta, tai lämmitystä käsitteleviltä keskustelupalstoilta. Valmistajien internetsivujen tarkoitus on myy- dä tuotetta, joten sivuilta löytyvät vertailut osoittavat lähes poikkeuksetta oman järjestelmän selvästi kilpailijoiden järjestelmiä paremmaksi.

Esimerkiksi Motiva Oy:n internetsivut kuitenkin tarjoavat puolueetonta tietoa eri lämmitysjärjestelmistä. Motiva Oy on asiantuntijayritys, joka kannustaa energian ja materiaalien tehokkaaseen ja kestäväan käyttöön. Yritys on kokonaan Suo- men valtion omistuksessa. Seuraavassa diagrammissa (Kuvio 5) on esitettynä eri lämmitysjärjestelmien jakautuminen vuonna 2008 rakennetuissa pientalois- sa. Diagrammi pohjautuu Motiva Oy:n tutkimukseen (Lämmitysjärjestelmän valin- ta, Motiva Oy)

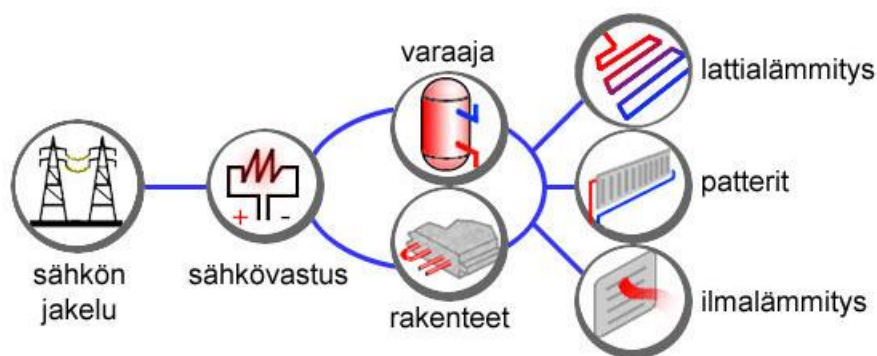


Kuvio 5 Lämmitysjärjestelmät

Yleensä ei kuitenkaan kannata jättäytyä vain yhden lämmitysjärjestelmän vaaraan, vaan esimerkiksi sähkökatkojen varalle kannattaa valita ainakin yksi järjestelmä täydentämään pääasiallista lämmitystapaa. Suomessa tyypillinen lisälämmönlähde on varaava tulisija. Jos itsellä on metsää josta on mahdollista tehdä polttopuita, voi puita polttamalla pienentää merkittävästi talon energiankulutusta (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

5.1 Sähkölämmitys

Sähkö on helppokäyttöisyyden ja huoltovapauden vuoksi yleisin lämmitysmuoto. Uusista rakennuksista 52%:n on valittu sähkölämmitys ainakin osaan tiloista ja uusista pientaloista lähes 40% lämmitetään pääasiallisesti sähköllä. Sähkölämmitys on edullinen hankkia, mutta melko kallis käyttää. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 6) on esitetty sähkölämmitysjärjestelmän rakenne. Energian hinnan ennustetaan tulevaisuudessa vain nousevan, mikä vaikuttaa suoraan sähkölämmitystalon energialaskuun. (Sähkölämmityksen toteutus, Lämminkoti.fi ; Enstopro – Koulutusaineisto).



Kuvio 6 Sähkölämmityksen toimintaperiaate (Energiaverkko.fi – Sähkölämmitys)

Tästä syystä huonekohtainen sähkölämmitys on suosittu erityisesti pienehköissä omakotitaloissa, joissa lämmitystarve on pienempi. Lämmitysenergian korkean hinnan takia sähkölämmityksen valitsevan rakentajan kannattaa panostaa talon eristämiseen ja ilmatiiveyteen, jolloin lämmitysenergiatarve pienenee. Sähkölämmityksen voi toteuttaa esimerkiksi pattereilla, lattialämmityskaapeleina tai vesikiertoisena sähkökattilalämmityksenä.

Jälkimmäinen vaihtoehto mahdollistaa lämmitysmuodon vaihdon tulevaisuudessa. Sähkölämmitystaloissa on yleensä rinnakkaisena lämmitysratkaisuna varaa tulisija joka pienentää talon energiankulutusta ja on varalla mahdollisten sähkökatkojen aikana. Lattialämmityskaapeleilla toteutettu sähkölämmitys maksaa 150 m² suuruiseen taloon tyypillisesti noin 2000-3000 euroa.

5.2 Kaukolämpö

Kaukolämmitysjärjestelmässä lämpö tuotetaan edullisesti perustuen lämmön ja sähkön yhteistuotantoon suurissa kaukolämpölaitoksissa. Kaukolämpöverkoston alueella siihen liittyminen on yleensä melko edullista. Joskus jopa rakennuslupaehdot saattavat edellyttää kaukolämpöverkkoon liittymistä (Kaukolämpö säästää energiaa, Kaukolämpö.fi).

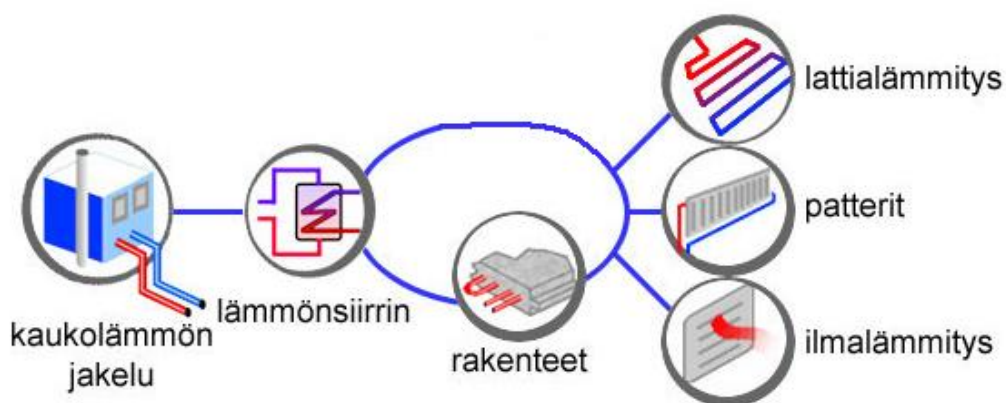
Kaukolämmön alajakokeskus sijoitetaan yleensä erilliseen tekniseen tilaan. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 7) on esitettyä omakotitalon kaukolämmön alajakokeskus. Keskus on toimintavarma eikä kaipaa juurikaan huoltotoimia. Pientaloissa keskus voi olla vähän tilaa vievä kaappiratkaisu. Pientaloissa suosituin lämmönjakojärjestelmä kaukolämmön kanssa on nykyään vesikiertoinen lattialämmitys.



Kuvio 7 Kaukolämmön alajakokeskus (Rakennakorjaa.fi - Kaukolämpö)

5.2.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Järjestelmässä asiakkaalle siirretään kuumaa vettä kaukolämpöverkon suljetussa meno-paluu putkistossa. Vesi johdetaan kiinteistön lämpökeskukseen, jossa se luovuttaa lämpöä asiakkaiden lämmitysverkkoon ja lämpimän käyttöveden valmistukseen. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 8) on esitettyä kaukolämpöjärjestelmän rakenne (Kaukolämpö – hyvän olon energiaa, Energia.fi).



Kuvio 8 Järjestelmän rakenne(Energiaverkko.fi – Kaukolämpö)

Toisin kuin talokohtaisissa lämmitysjärjestelmissä, kaukolämmöllä lämpiävässä talossa ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa lainkaan, vaan lämmintä vettä saadaan suoraan lämmönsiirtimen kautta. Kaukolämpöjärjestelmän vettä ei milloinkaan käytetä suoraan käyttövetenä sillä vesi ei ole täysin puhdasta. Vesi onkin yleensä merkitty väriaineella tunnistamisen helpottamiseksi. Kaukolämpöverkon vesi palaa jäähtyneenä paluujohdossa takaisin tuotantolaitokseen uudelleen lämmitettäväksi. Kaukolämpövesi ei kierrä talojen lämmitysverkossa.

5.2.2 Kaukolämpöverkkoon liittyminen

Tiedon mahdollisuudesta liittyä kaukolämpöverkoston saa paikalliselta kaukolämpöyrittäjältä. Liittyminen on pääasiassa mahdollista jos rakennuksen lähellä on olemassa oleva kaukolämpöverkko. Myös uutta kaukolämpöverkkoa rakennetaan, kunhan riittävän moni on halukas liittymään.

Kaukolämpöön liittyessä asiakas maksaa liittymismaksun, jonka suuruus vaihtelee eri paikkakunnilla ja erikokoisilla kiinteistöillä. Rakennuksen käyttämä energiakulutus mitataan ja asiakas maksaa kulutuksen mukaan määräytyvän lämpölaskun. Lämpölaskussa on mukana myös kiinteistön tarvitseman tehon mukaan määräytyvä tehomaksu. Kaukolämpö on noin 40 % edullisempaa kuin sähkölämmitys (Kaukolämpö – hyvän olon energiaa, Energia.fi).

5.3 Maakaasu

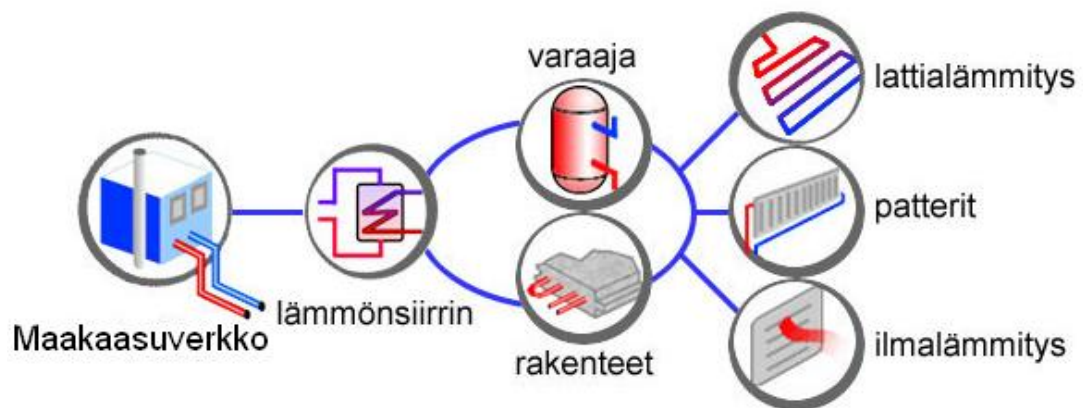
Maakaasu on koostumukseltaan oikeastaan puhdasta metaania. Puhtautensa ansiosta maakaasun palamisesta ei synny haitallisia päästöjä kuten muista fossiilisista polttoaineista, vaan sen palaessa normaalissa lämmityskattilassa savukaasut sisältävät pääasiassa vesihöyryä ja hiilidioksidia. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 9) on esitetty tyypillinen maakaasupoltin (Maakaasu, Energiateollisuus.fi).



Kuvio 9 Kaasupoltin (Oilon – Kaasupolttimet omakotitaloihin)

5.3.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Maakaasu toimitetaan asiakkaalle putkistossa, joten erillistä polttoainevarastoa ei tarvita. Öljyyn verrattuna puhdas kaasu vähentää selvästi poltinhuoltojen tarvetta ja nuohouksia ei tarvita ollenkaan. Maakaasukattilat ovat hiljaisia ja vievät vain vähän tilaa. Maakaasun liittymiskustannukset ovat edulliset, kunhan rakennus sijaitsee lähellä olemassa olevaa maakaasuverkostoa. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 7) on esitetty järjestelmän rakenne.



Kuvio 10 Järjestelmän rakenne (Energiaverkko.fi – Maakaasu)

Maakaasua voi käyttää myös muuhun kuin pelkästään lämmitykseen. Keittiöön on saatavissa laitteita, joissa on yhdistetty kaasun ja sähkön parhaat puolet. Samaan keittotasoon voi kuulua sekä kaasupolttimia että sähkölevyjä, ja uunina voi olla joko kaasu- tai sähköuuni (Maakaasu, Energiateollisuus.fi).

5.4 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu on kokonainen ilmanvaihtojärjestelmä, Samalla keskuksella voi yleensä hoitaa koko talon LVI-järjestelmät. Keskus ei vaadi paljoa lattiatilaa, keskus on tyypillisesti noin jääkaapin kokoinen.

Keskus asennetaan yleensä erilliseen tekniseen tilaan, mutta se on mahdollista asentaa myös esimerkiksi kodinhoitohuoneeseen. Poistoilmalämpöpumppu huolehtii talon huonetilojen lämmityksen lisäksi ilmanvaihdosta ja lämpimän käyttöveden tuottamisesta. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 11) on esitettyä tyypillinen poistoilmalämpöpumppu.



Kuvio 11 Tyypillinen poistoilmalämpöpumppu (Kuningashuone.com – Poistoilmalämpöpumppu)

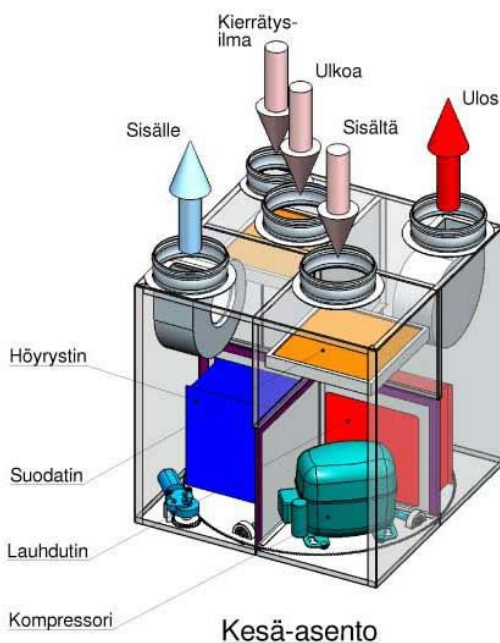
Kokonaisen poistoilmalämpöpumppujärjestelmän hankintahinta on selvästi pienempi kuin esimerkiksi maa- tai ilma-vesilämpöpumpuilla. Hintaero muodostuu asennuskuluista ja tarvikkeista, pumput ovat lähes samanhintaisia. Hankintahintaan sisältyy yleensä kokonainen ilmanvaihtojärjestelmä.

Poistoilmalämpöpumppu soveltuu hyvin pienehköihin omakotitaloihin, yleensä alle 200 m². Poistoilmalämpöpumppu on asukkaiden kannalta helppohoitoinen eikä vaadi juurikaan huoltoa. Suodattimien puhdistus ja vaihto on tehtävä laitevalmistajan ohjeiden mukaan, yleensä noin kerran vuodessa.

Poistoilmalämpöpumpulla saavutetaan noin 40%:n säästö energialaskussa verrattuna suoraan sähkölämmitykseen (Poistoilmalämpöpumppu, Lämpöpumppu.org).

5.4.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Poistoilmalämpöpumpulla lämmitysenergia otetaan talon poistoilmasta. Pumppu siirtää lämmön tuloilmaan, lämpimään käyttöveteen tai vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Poistoilmalämpöpumpulla voidaan myös viilentää sisäilmaa. Poistoilmalämpöpumppu vaatii oikein toimiakseen, että ilmanvaihto on ainakin puolet talon ilmatilavuudesta tunnissa (ilmanvaihtoluku 0,5). Pumpun rakenne on esitetynä seuraavassa kuvassa (Kuvio 12).



Kuvio 12 Poistoilmalämpöpumpun rakenne (Taloon.com – Poistoilmalämpöpumppu)

Koska lämmönlähteenä on aina talon noin 21-asteinen sisäilma, poistoilmalämpöpumppu tuottaa lämpöä vuodenajasta ja ulkolämpötilasta riippumatta vakio-
teholla . Poistoilmalämpöpumpun vuotuinen hyötysuhde on noin 2.0, eli se tuottaa 2 kWh lämpö jokaista käyttämänsä kWh:ta kohti. Poistoilmalämpöpumpulla ei voida tuottaa kaikkea talon tarvitsemaa energiaa. Talven kylmimpinä päivinä loppuosa tuotetaan poistoilmalämpöpumpun sähkövastuksilla. Poistoilmalämpöpumpulla lämmitettävässä talossa kannattaakin panostaa kunnolliseen varaavaan tulisijaan. Kovien pakkasjaksojen aikana puita polttamalla on mahdollista saavuttaa suuriakin säästöjä energialaskussa (Poistoilmalämpöpumppu, Lämpöpumppu.org ; Poistoilmalämpöpumppu säästää energiaa, Sulpu.fi)

5.5 Ilmavesilämpöpumppu

Ilmavesilämpöpumppu on laitteisto, joka vastaa lämpöenergian siirtämisestä ulkoilmasta veteen. Pientaloissa ilmavesilämpöpumppu voi säästää noin 40 – 65 % verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 13) on esitetty tyypillinen ilmavesilämpöpumppu.



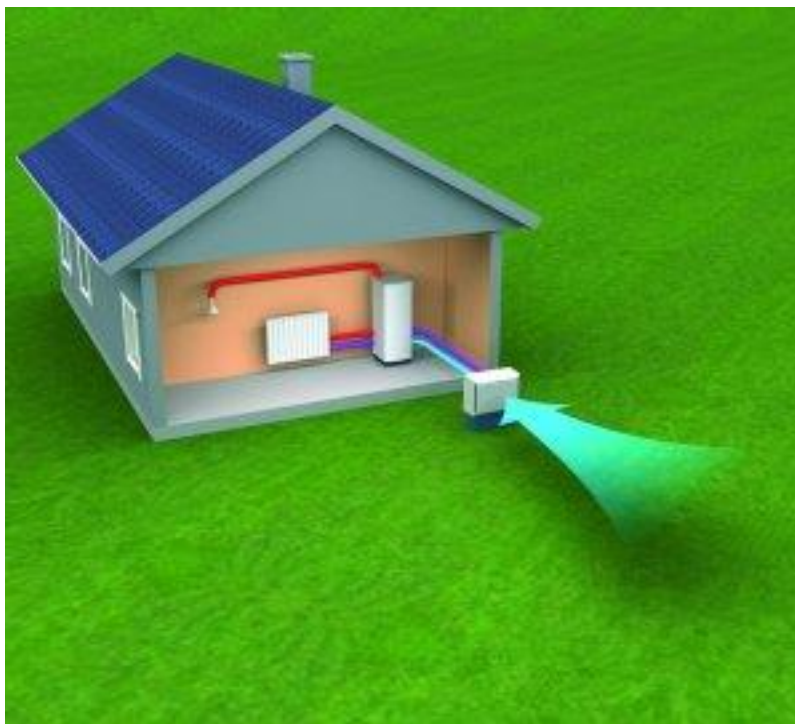
Kuvio 13 Tyypillinen ilmavesilämpöpumppu (Kaakonlämpö.fi – Ilmavesilämpöpumppu)

5.5.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Järjestelmä on toiminnaltaan ilmalämpöpumpun kaltainen, paitsi että lämpö siirretään veteen eikä ilmaan. Järjestelmän ulkoyksikkö ottaa lämpöä talteen ulkoilmasta ja tiivistää lämmön kompressorin avulla, joka nostaa kylmäaineen lämpötilaa. Lämpö johdetaan sisäyksikölle jossa lämpö johdetaan veteen.

Lämmitettyä vettä voidaan käyttää käyttövetenä tai vesikiertoisessa keskuslämmityksessä. Ilmavesilämpöpumpun vuotuinen hyötysuhde on noin 2,0 eli se tuottaa 2 kWh lämpöä jokaista käyttämänsä kWh:ta kohti. (Ilmavesilämpöpumppu, Ilmavesilämpöpumppu.fi).

Ilmavesilämpöpumpun etuna verrattuna maalämpöpumppuun on halvempi hankintahinta sekä se, että se voidaan asentaa sellaisiin kohteisiin, joihin maalämpöpumpun asennus ei maaperän laadusta johtuen ole mahdollista. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 14) on esitetty järjestelmän rakenne. (Ilmavesilämpöpumppu, Ilmavesilämpöpumppu.fi).



Kuvio 14 Järjestelmän rakenne (Novrel – Ilmavesilämpöpumppu)

Järjestelmän huonona puolena voidaan mainita ulkona olevan höyrystinyksikön puhallinääni ja ajoittainen höyrystinpatterin tarvitsema sulatus, joka alentaa saavutettavaa hyötysuhdetta. Sulatus hoidetaan yleensä pumpussa olevalla sulatusvastuksella, jonka teho on noin 40-100 W. Käytettäessä ilmavesilämpöpumppua pääasiallisena lämmönlähteenä, tarvitaan myös varajärjestelmä lämpöenergian tuottamiseen. Ulkolämpötilan laskiessa ilmavesilämpöpumpulla saatava lämmitysenergian määrä laskee ja aivan kovimmilla pakkasilla (noin -20°C) sillä ei voida kattaa talon koko lämmitystarvetta. Markkinoilla on tosin tarjolla myös ratkaisuja, joilla pääsee alempiinkin lämpötiloihin ja lämpöpumpputeknologia kehittyi koko ajan. (Ilmavesilämpöpumppu, Ilmavesilämpöpumppu.fi).

Varajärjestelmä täytyy mitoittaa täydelle lämmitystarpeelle, koska sitä tarvitaan kylmimpinä aikoina jolloin ilma-vesilämpöpumpun energian tuotto on pienimmillään. Varajärjestelmänä käytetäänkin yleensä ilma-vesilämpöpumpun omia sähkövastuksia joilla katetaan lämmitystarve talven kovimpien pakkasten aikana. Lämmityskauden aikana on kuitenkin vain vähän sellaisia päiviä, jolloin ilma-vesilämpöpumppu ei riitä. Jälleen energialaskua voi pienentää panostamalla kunnolliseen varaavaan tulisijaan (Ilma-vesilämpöpumppu, Ilma-vesilämpöpumppu.fi).

5.6 Maalämpö

Maalämpö hyödyntää maaperään, kallioon tai vesistöön varastoitunutta energiaa. Vuonna 2008 maalämmön valitsi lämmitysjärjestelmäkseen lähes 30% pienentalorakentajista. Energian kallistuessa maalämmön odotetaan kasvattavan suosiotaan. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 15) on esitettyä tyypillinen maalämpöpumppu (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy ; Maalämpö, Tuottolämpö.com).

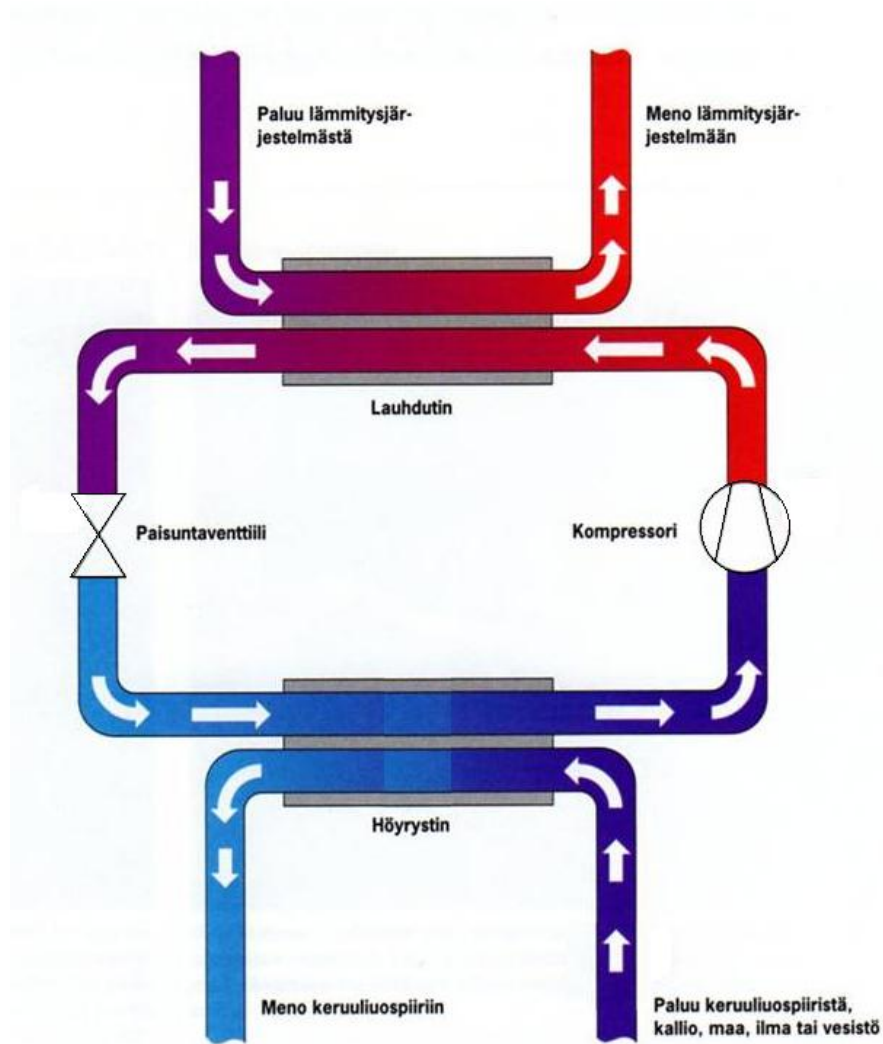


Kuvio 15 Tyypillinen maalämpöpumppu (Pohjolan lämpö – Maalämpö)

5.6.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Maalämpöpumpun tuottamaa energiaa käytetään rakennuksen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden lämmitykseen. Järjestelmä muodostuu kolmesta eri osasta: Lämmönkeruuputkistosta, maalämpöpumpusta ja lämmönjakojärjestelmästä. Itse pumppuyksikkö koostuu sisäänrakennetusta lämminvesivaraajasta, kompressorista, lämmönvaihtimesta ja suljetusta kylmäainepiiristä eli kompressorisyksiköstä. Maalämpöpumppu lämmittää keruuputkistosta palaavan nesteen kompressorin avulla riittävän lämpimäksi lämmitystarpeen mukaan.

Järjestelmän toimintaperiaate on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuvio 16).



Kuvio 16 Maalämpöpumpun toimintaperiaate (Uusiutuva.fi – Näin lämpöpumppu toimii)

Maapiirin lämmönkeruuliuos, kylmäaine ja lämmitysverkoston vesi eivät sekoitu keskenään prosessin missään vaiheessa. Lämpö siirretään liuoksesta toiseen levylämmönvaihtimilla. Lämmönjakojärjestelmä luovuttaa maalämpöpumpun tuottaman lämmön rakennukseen. Lämmönjakojärjestelmänä rakennuksissa tulee olla vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä, esimerkiksi vesikiertoiset patterit tai vesikiertoinen lattialämmitys (Maalämpö, Tuottolämpö.com).

5.6.2 Lämmönkeruupiiri

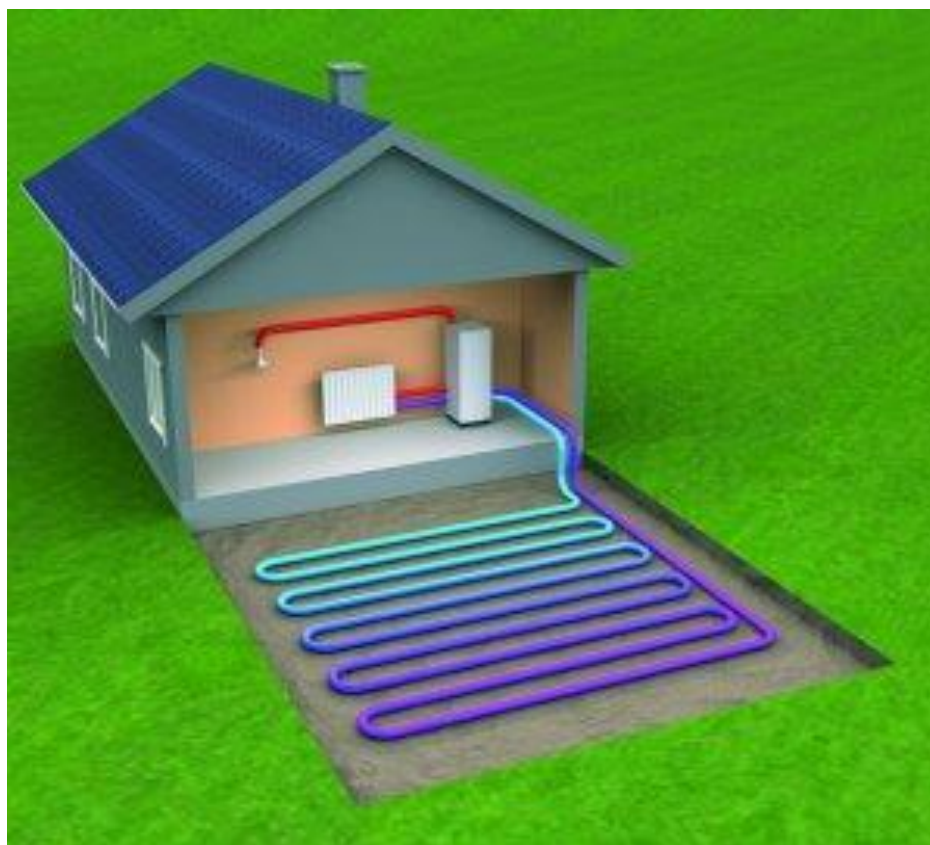
Lämpö otetaan talteen keruuputkistolla, yleisin lämmöntalteenottotapa on kalli-oon porattu lämpökaivo. Lämpökaivo valitaankin yli 90%:n maalämpökohteista, kaivon poraaminen on varsin kallista, noin 30-35 euroa / metri. Kaivon syvyys on tyypillisesti noin 100 - 200 metriä. Lämpökaivolla toteutetun järjestelmän rakenne on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuvio 14). 200 metrin lämpökaivolla (400 metrin keruuputkisto) saadaan maaperästä riippuen vuodessa noin 35 000 kWh lämmitysenergiaa (Maalämpö, Tuottolämpö.com).



Kuvio 17 Lämpökaivo (Novrel – Maalämpö)

Jos tontti on riittävän suuri voidaan keruuputkisto asentaa myös vaakatasoon, noin metrin syvyydelle. Vaakaputkisto on selvästi edullisempi kuin lämpökaivo. Keruuputkisto asennetaan noin 1,5 metrin välein ja keruuputkiston pituus on yleensä 200 – 400 metriä. Putkena käytetään yleisesti normaalia vesijohtoputkea. Täyttö suoritetaan kaivuumaalla, kuitenkin kivettömällä maalla 20 cm putken ympärillä. Putket eristetään päistään ja talvella lumiolosuhteissa puhtaana pidettävien kulkuväylien kohdalta. Putkiston asennus tulee toteuttaa siten, että putkisto voidaan varmuudella ilmata, eikä mahdollisia ilmataskuja pääsisi muodostumaan myöhemminkään. Putkistokaivantoon on hyvä laittaa asennuksen yhteydessä myös keltainen muovinen merkinauha noin puolen metrin syvyyteen (Maalämpö – Sulpu.fi).

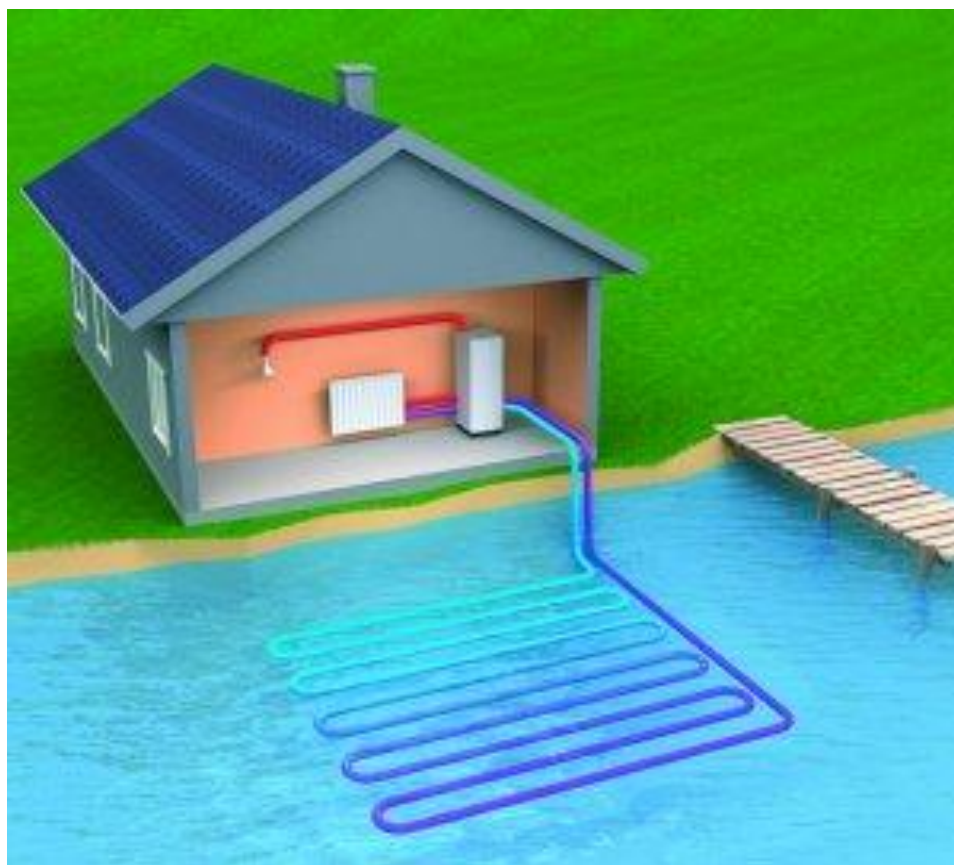
Lämmönkeruuputkiston pituutta ei voi kasvattaa merkittävästi yli 400 metrin, koska lisääntynyt virtausvastus ja tästä johtuva painehäviö alkaa hidastaa lämmönkeruunesteen virtaamista putkistossa. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 18) on esitettyä vaakaputkistolla toteutettu maalämpöjärjestelmä.



Kuvio 18 Vaakaputkistolla toteutettu lämmönkeruupiiri (Novrel - Maalämpö)

Harvinaisempi, mutta samalla edullisin lämmönkeruutapa on vesistöön upotettava keruuputkisto. Vesistöön asennettava putkisto vaatii aina luvat alueen käyttöön. Keruuputkisto asennetaan vähintään kolmen metrin syvyyteen. Lämmönkeruuputkeen asetetaan betonipainot kahden metrin välein, jottei putken ympärille mahdollisesti muodostuva jääkerros ei nosta putkea pintaan pintajään alle, johon se jäätyä kiinni ja jäidenlähtö voi viedä putken mennessään (Maalämpö – Sulpu.fi).

Putket on aina vietävä avoveteen pohjan läheltä ja routarajan alapuolelta, koska muuten putket voivat jäätyä kiinni vesistön jääpeitteeseen ja esimerkiksi veden pinnan nousu voi repiä putket poikki. Vesistöstä vuodessa saatu teho on 70 - 80 kWh /metri putkea. Putket on eristettävä rakennuksesta rantaveteen saakka, koska muuten osa vesistöstä palaavan liuoksen lämmöstä siirtyy kylmempään maahan. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 19) on esitettyä vesistöön asennettu keruuputkisto (Maalämpö – Sulpu.fi).



Kuvio 19 Vesistöön asennettu lämmönkeruupiiri (Novrel – Maalämpö)

5.7 Öljylämmitys

Uutta pientaloa rakentaessa öljy valitaan yhä harvemmin lämmönlähteeksi. Kiinnostus öljylämmitykseen on laskenut johtuen luultavasti öljyn hinnan noususta ja vaihteluista. Perinteisen öljykattilan lisäksi tarjolla on kaksoispesäkattiloita, jolloin öljyn rinnalla voidaan käyttää puuta tai muuta kiinteää materiaalia. Uudessa 150-200 neliömetrin suuruudessa omakotitalossa asuvalta nelihenkiseltä perheeltä kuluu lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen keskimäärin 2000 litraa lämmitysöljyä (noin 20 000 kWh) vuodessa. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 20) on esitettyä tyypillinen öljypoltin (Öljylämmitys, Neste Oy).



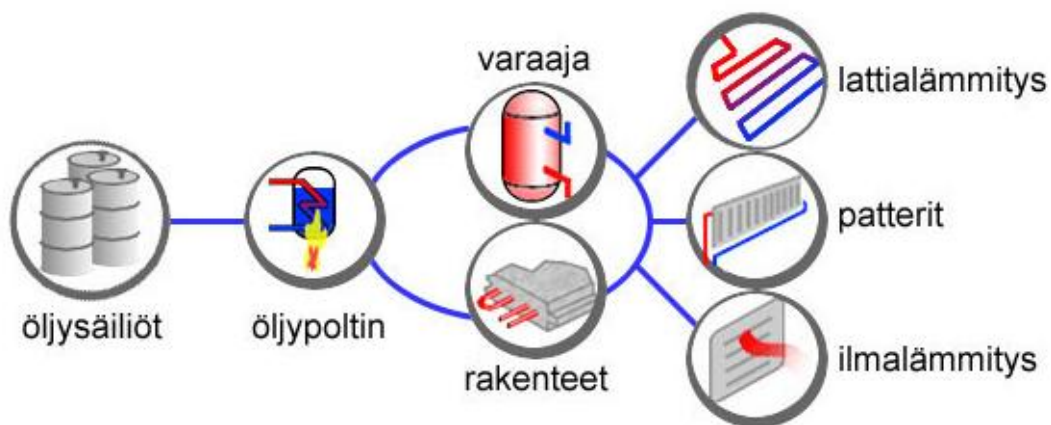
Kuvio 20 Tyypillinen öljylämmitys (Yhteishyvä.fi - Öljylämmitys)

Energiakustannuksia on mahdollisuus pienentää yhdistämällä öljylämmitykseen aurinkolämpö tai käyttämällä öljyn rinnalla puulämmitystä, mikäli on käytettävissä esimerkiksi omasta metsästä saatavaa polttopuuta. (Öljylämmitys, Neste Oy).

5.7.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu öljykattilasta, öljypoltimesta, säätölaitteista ja öljysäiliöstä. Järjestelmä tuottaa sekä huonetilojen että lämpimän käyttöveden tarvitseman energian, joten erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita. Lämpö jaetaan huoneisiin vesikiertoisella lämmönjakojärjestelmällä.

Nykyaikaisten öljylämmityskattiloiden hyötysuhde on erittäin hyvä, noin 90-95 % ja palaminen on hyvin puhdasta mikä vähentää polttimen huoltotarvetta. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 21) on esitettyjä öljylämmitysjärjestelmän rakenne (Öljylämmitys, Neste Oy).



Kuvio 21 Järjestelmän rakenne (Energiaverkko.fi – Öljylämmitys)

5.7.2 Huoltotarve

Öljylämmityskattilassa on mahdollisten häiriöiden varalta sähkövastukset. Öljylämmitys vaatii säännöllistä huoltoa, kattila nuohotaan ja poltin huolletaan noin kerran vuodessa. Öljysäiliö on hyvä puhdistaa 5-10 vuoden välein säiliöstä riippuen.

5.8 Pellettilämmitys

Pelletit valmistetaan purusta, sahajauhosta tai hiontapölystä. Pelletit puristetaan puumassasta pieniksi tiiviiksi sylintereiksi. Pelleteissä on energiaa hyvin tiiviissä muodossa, sillä yksi kuutio pellettejä sisältää saman energiamäärän kuin 300-330 litraa kevyttä polttoöljyä (Pellettilämmitys, Motiva Oy).

Pellettilämmityksen markkinaosuus uusissa pientaloissa on alle 5%, mutta energian kallistuessa suosion odotetaan kasvavan. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 22) on esitettyä tyypillinen pellettikattila.



Kuvio 22 Pellettikattila (Tulimax – Pellettilämmitys)

5.8.1 Järjestelmän toimintaperiaate

Vesikiertoisessa pellettilämmityksessä on periaatteessa samat elementit kuin öljylämmityksessä. Lämmityskattilassa lämmitetään vesi, joka saadaan kierto-vesipumpun avulla kiertoon lämmönjakojärjestelmään. Varsinaisen tulen tai liekin synnyttää poltin joka on kiinnitetty kattilaan.

Pelletit imetään pelletti-imurilla tai syötetään ruuvikuljettimella automaattisesti varastosta kattilaan ja sieltä edelleen polttotilaan. Omakotitalossa sopiva pellettivaraston koko on noin 8 m³, jolloin siihen mahtuu vuoden pellettien tarve eli noin 4 tonnia pellettejä (Pellettilämmitys, Motiva Oy).

Pellettiä voi tilata säiliöautolla, jos tilausmäärä on yli neljä tonnia. Pellettilämmitys kannattaa huomioida jo tonttia suunnitellessa, sillä säiliöauton on päästävä vähintään 15 metrin etäisyydelle pellettivarastosta.

5.8.2 Huoltotarve

Pellettikattila nuohotaan ja tuhkat poistetaan säännöllisesti, tyypillisesti muutama kerran vuodessa. Riittäväällä huollolla palaminen on puhtaampaa ja päästöt pysyvät pieninä. Pellettivarasto on hyvä puhdistaa muutaman vuoden välein, sillä siilon pohjalle kertyy hienoainesta, joka saattaa haitata pelletin siirtoa (Pellettilämmitys, Pellettienergiayhdistys).

5.9 Lämpöpumppujen lisävastukset

Lämpöpumppujen keruupiiri ei aina yksinään riitä kattamaan koko vuoden lämmitystarvetta, vaan kylmimpinä ajanjaksoina käytetään lämpöpumpussa olevia sähkövastuksia. Nämä lisävastukset ovat yleensä varsin suuritehoisia, jopa 10 kW ja ne pitääkin huomioida rakennuksen sähköjä mitoittaessa.

Joidenkin valmistajien lämpöpumput käyttävät lisävastuksia myös käyttöveden lämmitykseen, mikä alentaa tuntuvasti vuotuista hyötysuhdetta. Jos kiinteistössä on esimerkiksi 25 Ampeerin pääsulakkeet, on mahdollista, että lisävastusten lähtiessä päälle pääsulakkeet palavat jos rakennuksessa on paljon muuta sähkönkulutusta. Tyypillisesti lämpöpumpuissa on ollut mahdollisuus seuraavanlaiselle kytkennälle: Kun kiuas laitetaan päälle, lämpöpumppu tiputtaa vastuksia pois päältä. Edellä mainittu kytkentä ei siis tiedä mitään todellisesta sähkönkulutuksesta, vaan tarkkailee ainoastaan kiukaan toimintaa.

Nykyaikaisissa lämpöpumpuissa risteily onkin mahdollista toteuttaa virtamuuntajamittauksella. Tässä kytkennässä lämpöpumppu mittaa jatkuvasti rakennuksen virrankulutusta ja kun kokonaisvirta lähestyy pääsulakkeiden arvoa, järjestelmä tiputtaa portaittain lisävastuksia pois käytöstä.

Joillakin valmistajilla virtamuuntajat toimitetaan pumpun mukana, osalla valmistajista ne ovat saatavilla lisävarusteena. Virtamuuntajat asennetaan pääkeskukseen välittömästi pääkytkimen jälkeen. Asennus on varsin helppoa, sillä virtamuuntajat asennetaan pikakiinnikkeillä suoraan johtimien päälle. Edellä mainittu kytkentä mahdollistaa pienempien pääsulakkeiden käytön. Jos muuten tarvittaisiin esimerkiksi 35 A sulakkeet, risteilyllä pääsulakkeiksi saadaan mahdollisesti edullisemmat 25 A sulakkeet.

6 TUKILÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Osa lämmitysjärjestelmistä vaatii rinnalleen toisen lämmitysjärjestelmän jolla katetaan kylmimpien aikojen lämmityshuippuja tai pienennetään energialaskua. Sähkölämmitys on tyypillinen lämmitysmuoto johon hankitaan tukilämmitysjärjestelmiä pienemmän energialaskun toivossa.

Suomessa yleisin tukilämmitysjärjestelmä on varaava tulisija. Tulisijan lisäksi esimerkiksi aurinkolämmitys on lisännyt suuresti suosiotaan.

6.1 Ilmalämpöpumput

Ilmalämpöpumppu hyödyntää ulkoilman energiaa lämmitykseen. Kesällä ilmalämpöpumpulla voidaan myös jäähdyttää huoneilmaa. Parhaimmillaan toiminta on -10 ja +10 asteen välillä. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 23) on esitetty tyypillinen ilmalämpöpumppu (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).



Kuvio 23 Ilmalämpöpumppu (Innoair – Ilmalämpöpumppu)

Motivan tutkimuksien perusteella säästö sähkölämmityskuluissa on lähes 40 % ja järjestelmän käyttöikä noin 15 vuotta. Laadukas ilmalämpöpumppu maksaa asennuksineen noin 2000 - 3000 euroa.

6.2 Tulisijat

Tulisijalla lämmittämisen kannattavuus määräytyy ostetun polttoaineen hinnasta. Jos puuta löytyy itseltä eikä omalle työlleen laske hintaa, on lämmitys lähes ilmaista. Jos puut joudutaan ostamaan, lämmitys tulee helposti esimerkiksi kaukolämpöä kalliimmaksi.

Käyttämällä puuta sähkölämmityksen rinnalla, voi Motivan laskelmien mukaan säästää lämmityskustannuksissa keskimäärin 15 %. Varaavien takkojen hinnat vaihtelevat suuresti, mutta yleensä hinnat alkavat noin 4000 eurosta asennettuna. Ostetuilla puilla laskettuna kannattavuus on heikko, sillä koivuhalon hinta ostettuna on keskimäärin 50-60 euroa kuutiolta. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 24) on esitettyä varaava tulisija.



Kuvio 24 Varaava tulisija (Uunisepät – Varaava tulisija)

Lämmityskauden aikana kuivaa puuta palaa aktiiviselta käyttäjältä noin kymmenen kuutiota. Varaava tulisija vaatii vuorokaudessa noin kaksikymmentä kiloa puuta. Vaikka varaava tulisija onkin kallis investointi, monesti takka hankitaan kuitenkin tunnelmanluojaksi (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

6.3 Aurinkolämmitys

Jos rakennus sijaitsee aurinkoisella paikalla, aurinkolämmitys toimii erinomaisena lisälämmitysmuotona. Vesikeskuslämmityksessä aurinkolämmitysjärjestelmä asennetaan päälämmitysjärjestelmän rinnalle. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 25) on esitettyä erilaisia aurinkokeräimiä.



Kuvio 25 Aurinkokeräimiä (Ilmatalo – Aurinkolämmitys)

Aurinkolämmityksellä voidaan lämmittää käyttövedestä jopa 50%. Huippuluokan aurinkolämmitysjärjestelmän saa 4 000-6 000 eurolla (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy ; Lisälämmitysjärjestelmät, Suomela.fi).

7 LÄMMÖNJAKOTAVAT

Erilaiset lämmönlähteet halutaan yhä useammin katseilta piiloon, ja ne asennetaankin tyypillisesti rakenteiden sisään. Tilojen kalustus helpottuu kun perinteiset patterit eivät ole tiellä.

7.1 Huonekohtainen sähkölämmitys

Huonekohtainen sähkölämmitys tarkoittaa, että lämpö tuotetaan siinä huoneessa jossa lämpöä tarvitaan. Yleisin lämmönjakotapa huonekohtaisessa sähkölämmityksessä on lattialämmitys. Huonekohtaisen sähkölämmityksen suosio on laskenut viime vuosina, mutta matala- ja passiivienergiarakentamisen yleistyessä sen suosio saattaa jälleen nousta (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

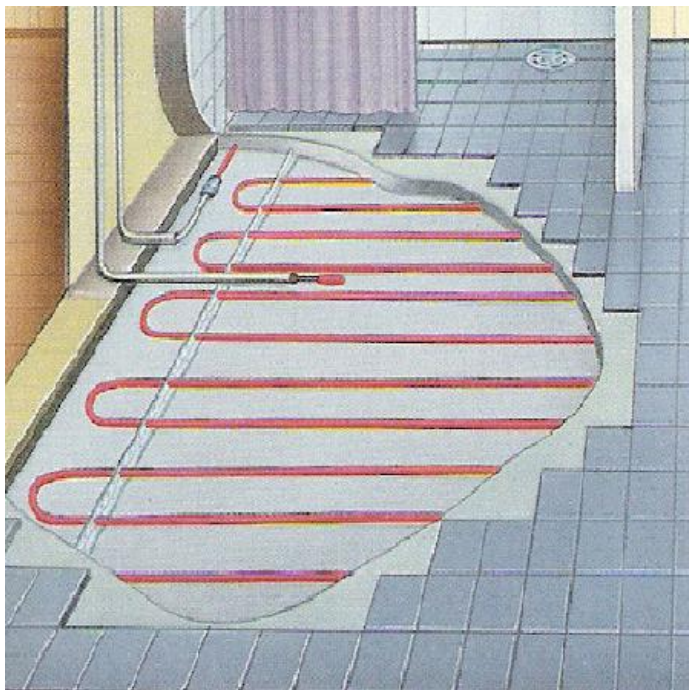
7.1.1 Lattialämmitys

Lähes jokaisessa omakotitalossa lattialämmitys asennetaan ainakin johonkin osaan taloa, tyypillisesti vähintään pesutiloihin. Lattialämmitys asennetaan yleensä myös tiloihin joissa on laatta- tai kivilattiat jotka muuten tuntuisivat kylmiltä.

Lämmin lattia tuntuu jalkojen alla miellyttävältä, eikä ikävää lattiavedon tunnetta esiinny. Lisäksi lämpö nousee lattiasta ylöspäin konvektiona tai osittain säteilyinä, jolloin huone lämpiää tasaisesti lattiasta kattoon.

Lattialämmitys voidaan toteuttaa joko jatkuvatoimisena tai varaavana. Pesutiloihin ja klinkkerilattioihin asennetut lämmityskaapelit toimivat jatkuvatoimisena. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 26) on nähtävissä sähkökaapeleilla toteutettu lattialämmitys. Betonilaattaan esimerkiksi parketin alle asennettu lattialämmitys voidaan kytkeä toimimaan joko jatkuvatoimisena tai varaavana.

Varaava lattialämmitys on päällä yösähkön aikaan. Kuitenkin nykyään monella sähkötoimittajalla yösähkö on lähes samanhintaista, ja varaava sähkölämmitys onkin jäänyt hieman vähemmälle.



Kuvio 26 Sähkökaapeleilla toteutettu lattialämmitys (ARI-EL Sähkö - Lattialämmitys)

Sähkökaapeleilla toteutetun lattialämmityksen suurin ongelma on sen lopullisuus ja täydellinen riippuvuus sähköstä. Monet toteuttavatkin lattialämmityksen vesikiertoisena, jolloin lämmitysmuodon vaihtaminen on helpompaa.

7.1.2 Patterilämmitys

Sähköpatterit ovat varsin perinteinen lämmonjakotapa sähkölämmityksessä. Entiset ikkunat eivät olleet niin tiiviitä kuin nykyiset ja vedon tunteen ehkäisemiseksi ikkunoiden alle asennettiin yleensä sähköpatteri. Patterit reagoivat nopeasti lämmöntarpeen vaihteluihin. Nykyisillä ikkunoilla vedontunnetta ei enään esiinny ja patterit ollaankin pää asiassa korvattu lattialämmityksellä.

Elektronisilla termostaateilla huonelämpötila pysyy tarkasti asetellussa arvossaan. Patterilämmityksen hyötysuhde on erittäin hyvä, sillä lämpö tuotetaan sii-

nä tilassa jossa lämpöä tarvitaan. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 27) on esitetty-
nä erilaisia lämpöpattereita.



Kuvio 27 Erilaisia lämpöpattereita (Rakentaja.fi – Patterilämmitys)

7.1.3 Kattolämmitys

Sisäkattoon asennetut lämmityskelmut lämmittävät katon verhoilumateriaalin, joka luovuttaa lämmön huoneeseen lämpösäteilynä. Kattolämmitystä säädetään huonetermostaatilla. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 28) on esitettyä tyypillinen kattolämmityskelmu.



Kuvio 28 Kattolämmitys (Rakentaja.fi – Kattolämmitys)

7.1.4 Ikkunalämmitys

Lämmitettävät ikkunat ovat uusinta sähkölämmitystekniikkaa. Sähköikkunoissa on lasin pinnassa läpinäkyvä sähköä johtava kalvo joka lämpenee. Ikkunalasin rakenne estää lämmön siirtymisen ulos ja lämpö johtuu ikkunalasin sisäpinnalle ja siitä sisälle huonetilaan.

Ikkunalämmitys ei yleensä sovellu huoneen päälämmitystavaksi, mutta se sopii tiloihin joissa on suuria ikkunapintoja. Ikkunalämmitys onkin lähinnä mukavuusvaruste, joka valitaan esimerkiksi olohuoneeseen jossa on suuret ikkunat ja sohva lähellä ikkunaa. Kylmän lasipinnan aiheuttaman vedontunteen poistamisen lisäksi voidaan sen avulla estää höyryn tiivistymistä lasin pintaan, tai jopa sulattaa lunta ja jäätä lasien ulkopinnoilta (Ikkunalämmitys, Lämminkoti.fi).

7.2 Vesikeskuslämmitys

Vesikeskuslämmitys voidaan toteuttaa joko patterilämmityksenä, lattialämmityksenä tai niiden yhdistelmänä. Lattialämmityksen etuna on sen sopivuus kaikille lämmitysmuodoille. Vesikeskuslämmityksissä yleisin lämmönjakotapa onkin vesikiertoinen lattialämmitys.

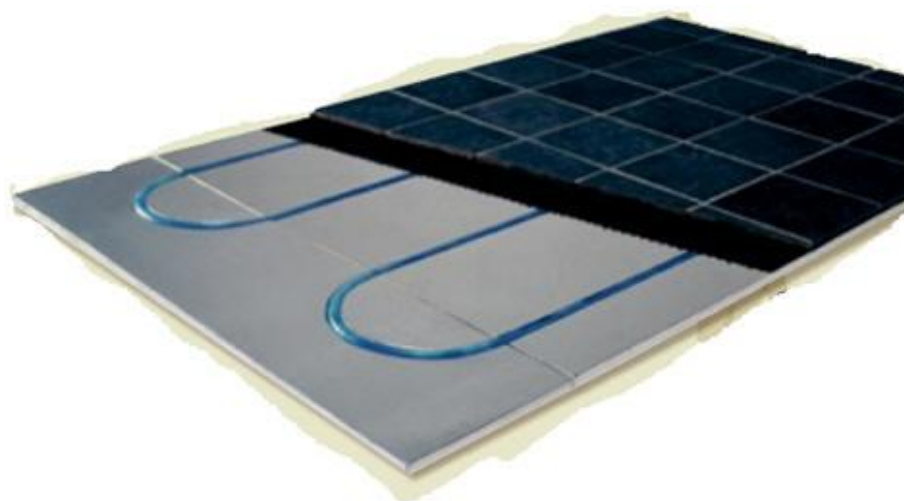
Vesikeskuslämmityksen etuihin kuuluu, että lämmitysenergian lähdeä voidaan vaihtaa melko helposti. Vaihtamisesta aiheutuu kuitenkin aina lisäkustannuksia, joten energiamuodon valintaa kannattaa pohtia tarkoin. Lisäksi vesikiertoisissa järjestelmissä on mahdollista käyttää eri energialähteitä rinnakkain, esimerkiksi puuta ja sähköä tai öljyä ja aurinkoenergiaa.

Monet valitsevatkin lämmönjakotavaksi vesikiertoisen lattialämmityksen jota lämmitetään sähkökattilalla. Näin ei olla riippuvaisia yhdestä lämmitysmuodosta, niin kuin sähkökaapeleilla toteutetussa lattialämmityksessä. Näin voidaan tulevaisuudessa, mahdollisesti rahatilanteen parantuessa sähkökattila päivittää esimerkiksi maalämmöksi (Vesikiertoinen sähkölämmitys, Fortum Oy).

Rakenteisiin sijoitettavat putket asennetaan suojaputkiin, jolloin putket ovat vaihdettavissa. Pattereissa kiertävän veden lämpötilaa säädetään ulkolämpötilan mukaan. Lämmityksen hienosäätö tehdään pattereiden termostaattiventtiileillä (Lämmitysjärjestelmän valinta, Motiva Oy).

7.2.1 Vesikiertoinen lattialämmitys

Vesikiertoinen lattialämmitys on selvästi yleisin lämmönjakotapa uusissa pientaloissa. Vuonna 2008 vesikiertoinen lattialämmitys valittiin noin 60 %:iin uusista pientaloista. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 29) on esitettyä vesikiertoinen lattialämmitys.



Kuvio 29 Vesikiertoinen lattialämmitys (Somasyr – Floore)

Lattiarakenteeseen asennetuissa putkissa kiertää korkeintaan noin 40-45 asteen vesi. Vesikiertoinen lattialämmitys sopii kaikkiin huonetiloihin ja lähes kaikkien pintamateriaalien kanssa käytettäväksi. Lattialämmitysputket voidaan asentaa niin betonilaattaan kuin puurakenteiseen lattiaan. Kosteisiin tiloihin kannattaa suunnitella erillinen lattialämmityspiiri, sillä näiden tilojen lattialämmitystä halutaan usein pitää päällä kesälläkin (Vesikiertoinen sähkölämmitys, Forum Oy).

7.2.2 Vesikiertoinen patterilämmitys

Patterilämmitys on perinteinen tapa toteuttaa vesikiertoinen lämmönjako. Yleisin järjestelmä on niin sanottu kaksiputkijärjestelmä, jossa meno- ja paluuedellä on omat putkistonsa. Kaikkiin pattereihin menee saman lämpöistä vettä. Nykyaikaisessa patterilämmityksessä putkitus toteutetaan alajakoisena, toisin sanoen putket sijoitetaan rakenteisiin näkymättömiin. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 30) on esitettyä eräänlainen lämpöpatteri.



Kuvio 30 Lämpöpatteri (Taloon.com – Lämpöpatterit)

7.3 Ilmalämmitys

Uusiin pientaloihin valitaan ilmakiertoinen järjestelmä melko harvoin, mutta se voi yleistyä, koska se sopii hyvin matala- ja passiivenergiataloon. Lämmitysenergiana voidaan käyttää sähköä, lämpöpumppuja, kaukolämpöä tai pellettilämmitystä. Lämmitysenergian lähdettä voidaan vaihtaa jälkikäteen. Toisin kuin lattialämmityksessä, ilmalämmityksessä huoneisiin ei pääse muodostumaan ylikäyttöä, vaan lämpötilan hallinta on helpompaa koska puhallettavan ilman lämpötila on lähellä haluttua huonelämpötilaa. (Ilmalämmitys, Wikipedia ; Ilmalämmitys, OP Wallin).

Ilmalämmityksessä huoneisiin puhalletaan lämmintä ilmaa. Ilma lämmitetään ilmanvaihtokoneessa tai erillisessä ilmalämmityskoneessa. Lämmin ilma tuodaan ilmakehää pitkin huoneeseen, ja ilma jaetaan huoneisiin yleensä lattiaan sijoitetuista säleiköistä. Säleiköt sijoitetaan yleensä ikkunoiden eteen, jolloin vähennetään ikkunoiden vedon tunnetta. Tuloilmaventtiilit voidaan sijoittaa myös ikkunan vastaiselle seinälle niin että ilmasuihku suuntautuu ikkunaa päin. Sopivan suuruisella nopeudella tuleva ilmavirta sekoittaa huoneilmaa niin ettei ikkunan edessä vedon tunnetta synny. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 31) on esitettyä lattiaan sijoitettu säleikkö. (Ilmalämmitys, Wikipedia ; Ilmalämmitys, OP Wallin)



Kuvio 31 Lattialle asennettu säleikkö

8 LÄMMITYKSEN OHJAUS

Nykyaikaisissa lämmitysjärjestelmissä lämmityksen ohjaus tapahtuu tavallisesti huonetermostaattien avulla. Huonetermostaatit mahdollistavat huonekohtaisen lämpötilan säädön. Haluttaessa tarkempaa lämpötilan säätöä voidaan käyttää yhdistelmätermostaattia, jossa on huoneanturin lisäksi lattia-anturi. Käytettäessä yhdistelmätermostaattia huoneen lämpötila pysyy oikeana ja lämmitys päällä, vaikka aurinko paistaisikin suoraan huoneanturiin.

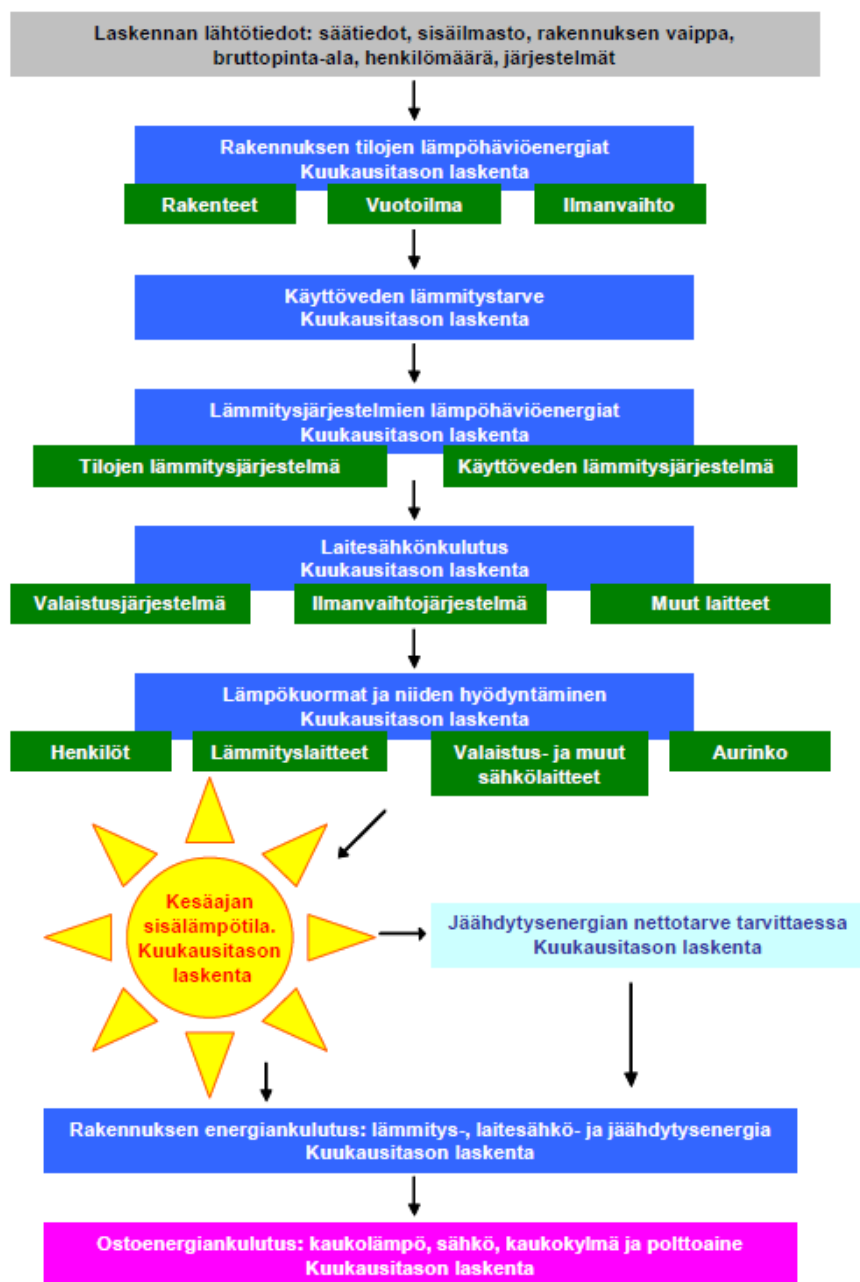
Lämmitykseen käytettävää energiamäärää voi pienentää esimerkiksi niinsanotulla kotona/poissa – kytkimellä. Kun rakennuksessa ei ole ketään paikalla, kytkimen poissa-asennossa rakennuksen lämpötila saa pudota esimerkiksi kolme astetta. Kytkin kannattaakin sijoittaa lähelle sisäänkäyntiä, jossa se on helposti käytettävissä. Kotona/poissa – kytkennän tila kannattaa merkitä selvästi esimerkiksi merkkivalolla.

Huomattavasti modernimpi ratkaisu on sisällyttää lämmityksen ohjaus talon automaatiojärjestelmään. Näin lämmitystä voidaan säätää esimerkiksi seinälle sijoitetusta kosketusnäytöstä.

Integroitaessa lämmityksen ohjaus automaatiojärjestelmään, pystytään rakennuksen lämpötilaa valvomaan ja säätämään myös etänä. Ohjauksen voi toteuttaa esimerkiksi matkapuhelimella tai internetin välityksellä.

9 ENERGIANKULUTUKSEN JA LÄMMITYSTEHONTARPEEN LASKENTA

Uutta pientaloa rakennettaessa rakennuksen energiankulutus ja lämmöntarve tulee laskea Suomen rakentamismääräyskokoelma D5 mukaan. Rakennuksen energiankulutuksen laskenta etenee seuraavan kaavion (Kuvio 32) osoittamalla tavalla. D5 sisältää yksityiskohtaiset ohjeet laskentaan, mutta laskeminen kannattaa kuitenkin jättää ammattilaisen tehtäväksi. (Rakentamismääräys kokoelma D5)



Kuvio 32 Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet (Rakentamismääräyskokoelma D5)

Laskenta tapahtuu seuraavan taulukon (Taulukko 3) mukaan, taulukossa on esitettyinä laskettavat suureet ja D5 luku josta laskentaohjeet löytyvät.

Taulukko 3 Energialaskenta D5 mukaan

#	Laskettava suure	D5 Luku
1	Lämpöhäviöenergiat (Vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto)	4
2	Käyttöveden lämmitystarve	5
3	Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat	6
4	Laitesähköenergiankulutus	7
5	Lämpökuormat	8
6	Jäähdytysenergian tarve ja kulutus, sekä kesäajan sisälämpötila	D5 liite 2
7	Lämmitysenergiankulutus	3
8	Rakennuksen energiankulutus	3
9	Ostoenergiankulutus	3

Rakentamismääräyskokoelma D5 löytyy Valtion säädöstietopankista (Finlex), tai vaihtoehtoisesti internetin hakukoneilla.

10 VUOREKSEN KODIKAS-TALO

Suomen Kodikas-Talot Oy rakentaa Vuoreksen asuntomessuille ajan hengen mukaisen energiatehokkaan omakotitalon. Kyseessä on yksikerroksinen puutalo, jonka huoneistoala on 210,6 m². Talosta pyritään tekemään mahdollisimman energiatehokas ja tiivis, kuitenkin järkevien kustannusten puitteissa.

10.1 Vuoreksen asuntomessut 2012

Vuoden 2012 asuntomessut järjestetään Tampereen Vuoreksessa. Asuntomessurakentamisessa halutaan esitellä energiatehokasta rakentamista. Energiämääräyksissä pyritään ennakoimaan vuonna 2012 voimaan tulevia määräyksiä, mikä tarkoittaa käytännössä matalaenergia-, passiivi- tai jopa nollaenergiataloja.

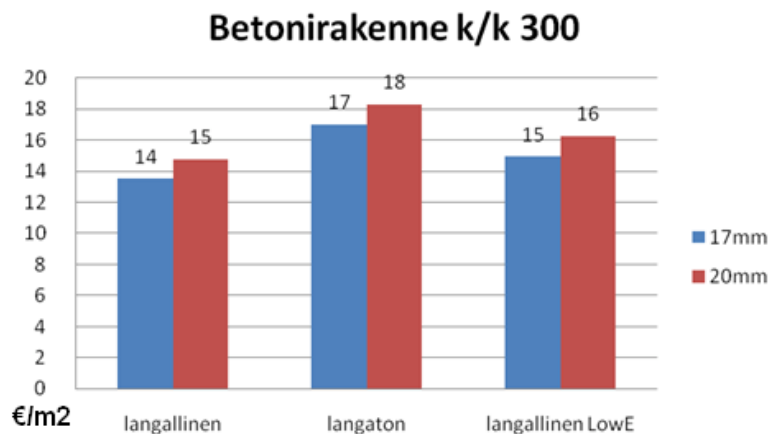
Energiämääräyksissä lämmitystavoiksi suositellaan kaukolämpöä ja maalämpöä. Vuoreksen asuntomessualueen energiämääräykset löytyvät tämän työn liitteenä (Liite 1).

11 LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN VERTAILU

Asiakas halusi kohteeseen helppokäyttöisen ja energiatehokkaan lämmitysjärjestelmän. Asiakkaan omien mieltymysten, sekä asuntomessujen energiamääräysten vuoksi päädyin vertailemaan kolmea eri lämmitysjärjestelmää. Asiakas halusi ehdottomasti lämmönjakotavaksi vesikiertoisen lattialämmityksen. Kaikki vertailemani lämmitysjärjestelmät voidaan toteuttaa vesikiertoisella lattialämmityksellä.

Vesikiertoiseen lattialämmitykseen päädyttiin ensisijaisesti sen helppohoitoisuuden, sen mahdollistaman vapaan sisustamisen ja sen tuoman mukavuuden takia. Sähkölämmityskaapeleilla toteutettua lattialämmitystä ei haluttu sen lopullisuuden takia. Vesikiertoisessa lattialämmityksessä on mahdollista vaihtaa myöhemmin lämmönlähdettä, esimerkiksi energian saatavuuden muuttuessa.

Seuraavasta kuvasta (Kuvio 33) näkee vesikiertoisen lattialämmityksen tarvikkeiden hinnan. Lisäksi pitää varata asennuskuluihin noin 4-5 euroa / m², hinnat sisältävät alv 23%.



Kuvio 33 Vesikiertoisen lattialämmityksen kustannukset (Uponor – Lattialämmitys)

Vertailin työssäni vesikiertoista sähkölämmitystä, ilmavesilämpöpumppua ja maalämpöä. Pyrin olemaan mahdollisimman puolueeton ja arvostelemaan eri järjestelmiä mahdollisimman perusteellisesti. Kaikki lämmitysjärjestelmät voidaan sijoittaa tekniseen tilaan vähän tilaa vievänä kaappiratkaisuna.

Varteenotettavana vaihtoehtona voisi matalaenergiataloissa pitää myös ilmalämmitystä, koska energiamäärysten kiristyessä kalliiden lämmitysjärjestelmien takaisinmaksuaika kasvaa pienen energiantarpeen johdosta. Ilmalämmityksellä vältyttäisiin myös mahdolliselta yllämmöltä ja ylimääräiseltä jäähdytystarpeelta. Talo on myös hieman liian suuri useimmille poistoilmalämpöpumpuille, joita käytetään yleensä pinta-alaltaan alle 200 m² taloissa. Ilmalämmitystä lämmönjakotapana ei asiakkaan toiveesta tähän vertailuun otettu.

11.1 Vesikiertoinen sähkölämmitys

Sähkökattilalla toteutettu lämmitys on kolmesta vertailemastani lämmitysmuodosta selvästi edullisin hankkia. Vesikiertoista sähkölämmitystä pidetäänkin monesti väliaikaisena ratkaisuna, ja rahatilanteen mahdollisesti parantuessa hankitaan energiatehokkaampi lämmitysjärjestelmä. Sähkökattiloihin on mahdollista liittää toinen lämmönlähde, esimerkiksi aurinkolämmitys. Useimmat sähkökattilat ovat myös päivitettävissä esimerkiksi ilmavesilämpöpumpuksi tai maalämpöpumpuksi.

Sähkölämmitys on erittäin helppokäyttöinen eikä vaadi juuri huoltamista. Esimerkkitaloon sopiva sähkökattila maksaisi toimintakuntoon kytkettynä noin 4000euroa.

11.2 Ilmavesilämpöpumppu

Ilmavesilämpöpumppu säästää vuodessa lämmitysenergiaa noin 50 % verrattuna sähkölämmitykseen. Sähkölämmityksen tavoin ilmavesilämpöpumppu on varsin helppokäyttöinen eikä vaadi juurikaan huoltoa.

Esimerkkitaloon asennettavan ilmavesilämpöpumpun hinta toimintakuntoon kytkettynä on noin 9 000 euroa. Näin laskettuna järjestelmä maksaisi itsensä takaisin alle viidessä vuodessa.

Sähkölämmitykseen verrattuna ilmavesilämpöpumpun etuna on mahdollisuus jäähdytykseen. Laitteiston suurin haittapuoli on sen erillinen ulkoyksikkö, joka pitää käydessään ääntä. Ulkoyksikköä tarvitsee talvella myös sulattaa (hoideetaan pumpun lisävastuksilla), mikä laskee pumpun todellista hyötysuhdetta.

11.3 Maalämpö

Vuoreksen asuntomessujen energiamääräykset suosittelevat lämmitysmuodoksi maalämpöä, jos ei ole mahdollista liittyä kaukolämpöverkoston. Maalämpöä pidetäänkin yleisesti varsin ekologisena vaihtoehtona ja hyvänä sijoituksena tulevaisuutta ajatellen.

Maalämmössä alkuinvestointi on merkittävästi muita kalliimpi, lämpökaivolla toteutettuna noin 15 000 euroa. Maalämpö säästää lämmitysenergiaa parhaimmillaan lähes 70 % verrattuna sähkölämmitykseen. Näin laskettuna järjestelmä maksaa itsensä takaisin reilussa viidessä vuodessa, riippuen käytetystä järjestelmästä.

Maalämpö on helppokäyttöinen, lähes huoltovapaa, eikä vaadi erillistä ulkoyksikköä. Maalämpöä on myös mahdollista käyttää jäähdytykseen. Maalämmön haittapuolena voidaan mainita, että sitä ei ole mahdollista toteuttaa joka paikkaan, maaperästä riippuen. Vaikka alkuinvestointi on kallis, maalämpö on varsin järkevä lämmitysmuoto. Maalämpötalot ovat erittäin haluttuja ja ostajat ovatkin yleensä valmiita maksamaan hieman ylimääräistä talosta jossa on maalämpö.

11.4 Vertailu

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) olen vertailut eri lämmitysjärjestelmiä keskenään. Lämmitysjärjestelmien hinnat ovat suuntaa-antavia, tämän työn esimerkkitaloon kysytyjä hintoja. Hinnat sisältävät asennuksen sekä alv. 23 %. Energian hintana laskelmissa olen käyttänyt 0,11 €/kWh.

Taulukko 4 Lämmitysjärjestelmien vertailu

	Sähkölämmitys	Ilmavesi-lämpöpumppu	Maalämpö
Alkuinvestointi [€]	4 000	9 000	15 000
Energian kulutus [kWh/vuosi]	21 618	10 809	7 134
Energian hinta [€/vuosi]	2 378	1 190	785
Säästö verrattuna sähkölämmitykseen [€/vuosi]	*	1 190	1 593
Takaisinmaksuaika [vuosi]	*	4-5	6-7
Huoltoväli [vuosi]	20-25	10-15	15-20
Ulkoyksikkö	0	X	0
Jäähdytys	0	X	X
Käyttöveden lämmitys	X	X	X

12 LOPPUPÄÄTELMÄT

Suositukseni lämmitysjärjestelmäksi perustuu omiin laskelmiini, asiakkaan omiin mieltymyksiin sekä Vuoreksen asuntomessujen energiamääräyksiin. Kaukolämpö ei ole kohteen sijainnin vuoksi mahdollinen. Asiakas rakentaa talon itselleen ja perheelleen, joten voidaan olettaa että he tulevat asumaan talossa suhteellisen pitkään. Edellisen sivun taulukosta (Taulukko 4) selviää, että maalämpö on pitkällä aikavälillä järkevin. Suosittelenkin kohteen lämmitysjärjestelmäksi maalämpöä.

Maalämpöpumppu mitoitettiin kohteen energiatodistuksen perusteella, yhteistyössä alan ammattilaisten kanssa. Maalämpöpumpuksi ehdotan saamieni tarjousten perusteella Nibe 1245-8 pumppua. Lämpöpumppu on varustettu 180 litran lämminvesivaraajalla, joka asiakkaan omien kokemusten perusteella riittää hänen perheellensä. Niben 1245 edustaa uusinta lämpöpumpputekniikkaa ja on erittäin helppokäyttöinen. Maalämpöpumpun tekniset tiedot löytyvät tämän työn liitteenä (Liite 4).

Lämmönkeruupiiri tullaan toteuttamaan kallioon poratulla lämpökaivolla, jonka aktiivisyvyys on 150 metriä. Kaivon syvyys on Pirkanmaan Nibe edustajan määrittämä. Lämpökaivo on helppo toteuttaa, koska peruskallio on noin metrin syvyydellä talon kulmalla jossa sijaitsee tekninen tila. Vaakaputkisto ei ole mahdollinen soisen maaperän takia.

Maalämpö pienentää energialaskua sähkölämmitykseen verrattuna laskelmieni mukaan yli 1500 euroa vuodessa, ja maksaa itsensä takaisin noin kuuden vuoden kuluttua. Uskon että maalämpö tulee olemaan varsin vaivaton lämmitysmuoto ja hyvä sijoitus tulevaisuuteen.

LÄHTEET

- Rakentamismääräyskokoelma D5. 2007. Ympäristöministeriö. Luettu 4.1.2011.
<http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>
- Enstopro koulutusaineisto – Lämmitys. Luettu 4.1.2011.
<https://www.amk.fi/opintojaksot/0705016/enstopro.html>
- Asuntomessut Tampereella 2012. 2011. Luettu 04.1.2011.
<http://www.asuntomessut.fi/tampere>
- Miten tehdään energiatehokas koti. 2011. Energiatehokaskoti. Luettu 4.1.2011.
http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti
- Rakennusten energiatehokkuutta koskevat määräykset vuonna 2012. 2010. Vuolle, M. Luettu 4.1.2011.
<http://www.lvi-tu.fi/treffit10/Mika%20Vuolle%202010-10-08.pdf>
- Rakentamismääräykset ja energiatehokkuus. 2009. Husu, T. Luettu 4.1.2011.
<http://www.ymparistokeskus.fi/download.asp?contentid=109414&lan=fi>
- Energiatodistukset. 2008. Motiva Oy. Luettu 6.1.2011.
<http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistukset/>
- Sähkölämmityksen toteutus. 2010. Lämminkoti.fi. Luettu 6.1.2011
<http://www.lamminkoti.fi/index.php?k=17611>
- Kaukolämpö säästää energiaa. 2010. Kaukolämpö.fi. Luettu 6.1.2011
<http://www.kaukolampo.fi/energiatehokkuus.html>
- Kaukolämpö – hyvän olon energiaa. 2010. Energia.fi. Luettu 6.1.2011
<http://www.energia.fi/fi/kaukolampo>
- Poistoilmalämpöpumppu säästää energiaa. 2010. SULPU Ry. Luettu 10.1.2011.
http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=8
- Poistoilmalämpöpumppu. 2011. Lämpöpumppu.org. Luettu 10.1.2011.
<http://www.lampopumppu.org/poistoilmalampopumppu/>
- Lämmitysjärjestelmän valinta. 2010. Motiva Oy. Luettu 10.1.2011.
http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta
- Maalämpö. 2011. Tuottolämpö.com. Luettu 11.1.2011.
<http://www.tuottolampo.com/maalampo.html>
- Öljylämmitys. 2010. Neste Oy. Luettu 11.1.2011.
- Lisälämmitysjärjestelmät. 2011. Suomela.fi. Luettu 11.1.2011.
<http://www.suomela.fi/lisalammitysjarjestelmat.aspx>

Energiakoulu omakotitalon rakentajalle. Rakentaja.fi. Luettu 18.1.2011.
<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/kuluttaja/motiva/energiakoulu1.htm>

Ikkunalämmitys. 2011. Lämminkoti.fi. Luettu 20.1.2011.
<http://www.lamminkoti.fi/index.php?k=17615>

Vesikiertoinen sähkölämmitys. 2009. Fortum Oy. Luettu 24.1.2011.
<http://www.fortum.fi/document.asp?path=14020;14028;31772;31773;31781>

Ilmavesilämpöpumppu. 2010. Ilmavesilämpöpumppu.fi. Luettu 24.1.2011
<http://www.ilmavesilampopumppu.fi/yleista>

Maakaasu. 2010. Energiateollisuus.fi. Luettu 24.1.2011.
<http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkontuotanto/maakaasu>

Pellettilämmitys. 2010. Motiva Oy. Luettu 24.1.2011.
http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/pellettilammitys

Pellettilämmitys. 2009. Pellettienergiayhdistys. Luettu 24.1.2011.
http://www.pellettienergia.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=85

Näin lämpöpumppu toimii. 2010. Uusiutuva.fi. Luettu 24.1.2011.
<http://www.uusiutuva.fi/Upload/Media/L%C3%A4mp%C3%B6pumpun%20periaate.jpg>

Maalämpö. 2010. Sulpu.fi. Luettu 25.1.2011.
http://www.sulpu.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=114

Huonetermostaatti Ensto. 2011. Elstore.fi. Luettu 26.4.2011.
<http://www.el-store.fi/ensto-huonetermostaatti-p-646.html>

Lämminvesivaraaja Jäspi. 2011. Hanakat. Luettu 26.4.2011.
http://www.hanakatverkkokauppa.fi/epages/hml.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/hanakat_hameenlinna_kantaputki/Products/5260053

Lämmitysmuodot omakotitalo. 2011. Energiaverkko.fi. Luettu 26.4.2011.
http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/koti_ja_energia/omakotitalo/index.htm

Kaukolämpö. 2011. Rakennakorjaa.fi. Luettu 26.4.2011.
<http://rakennakorjaa.fi/book/export/html/59>

Kaasupoltin. 2011. Oilon.fi. Luettu 26.4.2011.
<http://netfi.oilon.com/cms400/products.aspx?id=156&LangType=1035>

Poistoilmalämpöpumppu. 2011. Kuningashuone. Luettu 26.4.2011.
<http://www.kuningashuone.com/shop/poistoilmalampopumput/1073-poistoilmalampopumppu-nibe-f470.html>

Poistoilmalämpöpumppu. 2011. Taloon.com. Luettu 26.4.2011.
<http://kauppa.taloon.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=MA-15C>

Ilmavesilämpöpumppu. 2011. Kaakonlampo. Luettu 26.4.2011.
<http://www.kaakonlampo.fi/19>

Lämmitysjärjestelmät. 2011. Novrel. Luettu 26.4.2011.
<http://www.novrel.com/tuotteet.php>

Maalämpöpumput. 2011. Pohjolan lämpö. Luettu 26.4.2011.
<http://www.pohjolanlampo.fi/nibemaalampopumput.html>

Öljylämmitys vastuullisesti. 2011. Yhteishyvä. Luettu 26.4.2011.
http://www.yhteishyva.fi/asuminen_remontointi/remontointi/oljylammitys_vastuullisesti/fi_FI/oljylammitys_vastuullisesti/

Pellettilämmitys. 2011. HT Enerco. Luettu 26.4.2011.
<http://www.htenerco.fi/fi/pientalolaitteet/?id=207>

Ilmalämpöpumput. 2011. Innoair. Luettu 26.4.2011.
http://www.innoair.fi/epages/Kaupat.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/Innoair/

Varaava tulisija. 2011. Uunisevät. Luettu 26.4.2011.
<http://www.uunisevat.fi/Suomeksi/Etusivu?gclid=CJqY88vxvqgCFVeMzAodDCQxrQ>

Aurinkolämmitys. 2011. Ilmatalo. Luettu 26.4.2011.
<http://www.ilmatalo.fi/tuotteet/lammitys>

Sähkölämmitys. 2011. ARI-EL. Luettu 26.4.2011.
<http://www.arielsahko.fi/>

Lämmitys. 2011. Rakentaja.fi. Luettu 26.4.2011.
http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/Lammitys-EM_54.htm

Lattialämmitys. 2011. Somasyr. Luettu 26.4.2011.
<http://www.somasyr.fi/floorewa.html>

Lämpöpatterit. 2011. Taloon.com. Luettu 26.4.2011.
<http://kauppa.taloon.com/PublishedService?file=page&pageID=9&itemcode=LV>

Ilmalämmitys. 2010. OP Wallin. Luettu 29.04.2011.
<http://koti.mbnet.fi/opwallin/#L%C3%A4mm%C3%B6njakokeskus>

Ilmalämmitys. 2011. Wikipedia. Luettu 29.04.2011.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmal%C3%A4mmitys>

Ilmalämmitys. 2010. Lapin Ammattiopisto. Luettu 29.04.2011.
<http://www.raol.roiakk.fi/kt/lvi/lampu/02/index.htm>

RAKENNUSTAPAOHJEEN LIITE
18.3.2010

VUOREKSEN ASUNTOMESSUALUEEN ENERGIAMÄÄRÄYKSET

Rakentamisen ja rakennusten käytön osuus on noin 40 % maamme energian käytöstä ja 30 % hiilidioksidipäästöistä. Rakennuksen käytönaikainen energiankulutus pientalossa jakautuu keskimäärin seuraavasti: lämmitys 40–60 %, käyttöveden lämmitys 10–25 %, tuloilman esilämmitys 5–15 % ja huoneisto- ja kiinteistösähkö yhteensä 20–30 %. Samanlaisissa asunnoissa asuvien energiankulutus saattaa vaihdella useita kymmeniä prosentteja perheen asumistottumuksista riippuen. Ilmastonmuutoksen hillintä on yhä tärkeämpi tavoite rakentamisessa. Messutaloissa halutaan esitellä tulevaisuuden passiivienergia- tai nollaenergiaratkaisuja sekä erilaisia tapoja lisätä uusiutuvaa omaenergiaa ostoenergian sijaan.

Asuntomessualueen energiamääräyksissä pyritään ennakoimaan vuoden 2012 alussa voimaan tulevat rakentamismääräykset. Tulevilla määräyksillä pyritään pienentämään rakennusten kokonaisenergian tarvetta ja huomio kohdistetaan myös rakennusten sähköenergian käyttöön. Tämän hetkisen käsityksen mukaan vuoden 2012 rakentamismääräykset kiristävät rakennusten tilojen lämmityksen energiatehokkuuden vaatimustasoa 20 %:lla verrattuna vuoden 2010 määräystasoon.

Rakennukset ja laitteet

Asuinrakennusten tulee olla energiatehokkuudeltaan luokkaa A. Rakennusten suunnitteluratkaisun on vastattava vähintään alla olevan taulukon rakennusosakohtaisten vaatimusten mukaisen vertailutalon ominaislämpöhäviötä. Vertailu tehdään Srmk D3:n tasauslaskentaperiaatteella. Lisäksi on esitettävä energiaselvitys, jossa esitetään rakennuksen kokonaisenergiankulutus ja tehontarve sekä vertailu vuoden 2010 määräysten mukaisen taloon vuositasolla. Energiaselvityksessä on myös esitettävä rakennuksen viilentämisen energian- ja tehontarve. Lisäksi suositellaan, että lasketaan rakennuksen elinkaariajan hiilijalanjälki.

Rakennusosat ja laitteet	Vaatus
Ulkovaippa	(u-arvo)
- Ulkoseinä	0,14
- Yläpohja	0,09
- Alapohja	0,16
- Ikkunat ja ovet	0,9
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	70 %
Ulkovaipan tiiveys, ilmavuotoluku, n50 1/h, perustettava mittaukseen	1
Sähkölaitteiden energialuokka	A – A++
Ilmanvaihtojärjestelmän ominais-sähköteho kW/(m ³ /s)	
- Huoneistokohtainen	1,5
- Keskitetty	2,5

Asuntomessualueen rakennuksissa ei suositella koneellista viilentämistä. Passiivisia viilennyksen keinoja ovat mm. pitkät räystäät, sälekaihtimet, aurinkosuojalasit ja ulkopuolinen varjostus. Kylmätilojen viilennyksessä voidaan hyödyntää maan viileyttä.

Kaikissa rakennuksissa tulee käyttää vesikalusteita ja -laitteita, jotka on luokiteltu vähän vettä kuluttaviksi ja vedensekoittimet vettä säästäviksi. Asuinrakennuksissa tulee olla huoneistokohtainen veden kulutuksen mittausta. Asunnon sisäiset lämminvesiputket tulee eristää.

Kaikilla käytettävillä kodinkoneilla tulee olla vähintään vuoden 2010 A-luokan mukainen energialuokitus. Valaistuksen suunnittelussa tulee huomioida energian kulutus ja asuntoihin suositellaan kotona/poissa -kytkintä, jolloin turhat sähkölaitteet voidaan kytkeä pois päältä yhdestä kytkimestä.

Rakennettaessa matalaenergisiä taloja, rakennusten kosteustekniseen suunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakenteiden kosteusvauriot ovat merkittävä sisäilman terveydellisyyteen vaikuttava tekijä. Rakennuksen kosteusteknisen suunnittelun minimitaso on Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa C2 Kosteus.

Rakennuksissa ja pihossa suositellaan käytettäväksi kotimaisia, uusiutuvia ja kierrätettäviä sekä ympäristösertifikoituja tai -merkittyjä rakennusmateriaaleja ja -osia sekä kasvilajeja. Hyötypuutarhan muodostaminen on suositeltavaa.

Jokaisen asuinrakennuksen yhteydessä tulee olla kunnollinen säilytystila polkupyörille.

Lämmitysratkaisut

Osalle asuntomessualueetta toteutetaan kaukolämpöön perustuva aluelämpöratkaisu. Yhtiömuotoiset messualueen asuintalot liitetään aluelämpöjärjestelmään siten, että talojen koko lämmitysenergian käyttö perustuu aluelämpöön sisältäen tilojen lämmityksen, märkätilat, ilmanvaihdon jäätymisen eston ja tuloilman esilämmityksen sekä käyttöveden lämmityksen. Rakennuksissa tulee olla huonekohtainen lämpötilan säätö.

Frans Emilin katuun rajoittuvilla omakotitonteilla on mahdollisuus liittyä aluelämpöön. Niiden omakotitalojen, joita ei liitetä aluelämpöön, pääasialliseksi energiaratkaisuksi suositellaan maalämpöä.

Uusiutuvan energian hajautettu tuotanto asuntomessualueella

Asuntomessualueella suositellaan uusiutuvan energian hajautettua tuotantoa. Rakennuksiin integroiduilla uusiutuvan energian ratkaisuilla voidaan pienentää ostoenergian kulutusta. Lämpöenergiaa voidaan tuottaa erilaisilla lämpöpumppuratkaisuilla maasta tai ilmasta. Sähköenergiaa on mahdollista tuottaa aurinkosähköratkaisuilla sekä hiljaisilla tuuliturbiineilla. Nämä ratkaisut voivat tuottaa merkittävän osan talon sähköntarpeesta.

Suosittelavaa on, että yksittäisen tuulivoimalan nimellisteho ei ylitä 10 kW, jotta laitteen koko ei kasva rakennuksen kattoon integroituna tai messualueen yleisilmeen kannalta liian suureksi. Tuulisähköä voidaan tuottaa pienillä pysty- tai vaakakseliroottoreilla. Tuuliolosuhteet vaihtelevat, joten tuulienergian tuotantokaan ei ole jatkuvaa. Aurinkosähkön ja tuulienergian hybridiratkaisulla saavutetaan kattavampi energiantuotanto, mutta edellyttää rakennusten varustamista riittävällä akustolla sähkön varastoimiseksi. Yksittäisen talon sähköntuotantoratkaisun mitoitus kannattaa tehdä talon jatkuvan sähköenergian tarpeen perusteella, mikäli sähköyhtiö ei ota tuotettua sähköenergiaa vastaan. Useamman talon yhteinen hajautettu sähköntuotanto turvaa tuotetun energian hyvän hyödyntämisen. Seuraavassa taulukossa on suuntaantavia mitoistietoja uusiutuvan sähkön ja lämmön rakennuksiin integroidulle tuotannolle, kun tavoitteena on 25 000 kWh vuotuinen energian tuotanto.

Tuotantotapa	Tarvittava järjestelmäratkaisu												
Aurinkosähkö, asennus ja suuntaus optimaalinen, lumen vaikutus talvella ja järjestelmän kaapelihäviöt otettu huomioon	yksikeiteinen piikkeno 180 m ²												
Tuulivoiman pientuotanto, generaattorin nimellisteho 2 – 10 kW	10 kW												
Aurinkolämpö, mitoitusperiaate 60% käyttöveden energiasta, mitoitus lämpimän käyttöveden kulutuksen mukaan 1)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kulutus l/vrk</th> <th>paneeli-m²</th> <th>Varaaja-m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100</td> <td>5</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>10</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>15</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>	Kulutus l/vrk	paneeli-m ²	Varaaja-m ³	100	5	0,3	400	10	0,8	800	15	1,0
Kulutus l/vrk	paneeli-m ²	Varaaja-m ³											
100	5	0,3											
400	10	0,8											
800	15	1,0											
Maalämpö, mitoitus täydelle teholle (tilojenlämmitys + käyttövesi), lämpöpumpun lämpökerroin 3	Lämpökaivo 200 m												

Jotta taloteknisistä järjestelmistä saadaan paras mahdollinen hyöty, rakentajan tulee antaa asukkaille riittävä opastus muuton yhteydessä.

LIITE 2

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot

Bruttoala	244 brm ²		
Rakennustilavuus	877 rak-m ³	Ilmatilavuus	588 m ³
Huoneistoala	211 hum ²	Henkilömäärä	4

Rakenteet

Rakennusosat

		Pinta- ala (m ²)	U-arvo (W/m ² K)		
Ulkoseinät					
Puuverhoiltu puuelementtiseinä, 200 mm KL-35, 25 mm RKL-EJ		165,2	0,17		
Panoraamaovi		10,75	1,0		
Yläpohja					
500 mm puhalluseriste		215,1	0,08		
Alapohja					
TB-laatta 90mm, eriste Thermisol Platina 200 mm		215,1	0,15		
Ovet					
Eristetyt ovet		12,3	0,9		
Ikkunat					
Pohjoiseen	Skaala Beta GEA	16,35	0,86	9 kohtisuora	F _{kehä}
Itään	Skaala Beta GEA	16,18	0,86	0,5	0,75
Etelään	Skaala Beta GEA	9,54	0,86	0,5	0,75
Länteen	Skaala Beta GEA	11,36	0,86	0,5	0,75
Teollinen lämpökapasiteetti C_{rak omin}, Wh/(brm² K)		70			

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n ₅₀	0,6	1/h
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0,088	m ³ /s
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	73	%

Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	73	m ³ /vuosi
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>

Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	Maalämpö	sisältää käyttöveden lämmityksen	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen lattialämmitys			
Lämmönvaraajat				
Lämpimän käyttöveden kiertojohto			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
- kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>

Energiatodistuksen laskenta

Lämmitysenergian kulutus	21 618 kWh/vuosi
Laitesähköenergian kulutus	12 200 kWh/vuosi
Jäähdytysenergian kulutus	0 kWh/vuosi
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	33 818 kWh/vuosi
Rakennuksen energiatehokkuusluku	139 kWh/brm²/vuosi

LIITE 3

ENERGIATODISTUS

Rakennus

Rakennustyyppi: Erillinen pientalo
 Osoite: XXXXXXXXXXXX
 XXXX Tampere

Valmistumisvuosi: 2012
 Rakennustunnus: XXXXXXXXXX

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/bm²/vuosi): **139**

Energiatehokkuusluvun luokittelusteikko: Pienet asuinrakennukset

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.
 Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksesta.

Todistuksen antaja:

XXXX
 XXXX
 XXXX

Allekirjoitus:

Todistuksen tilaaja:

XXXX
 XXXX
 XXXX

Todistuksen antamispäivä:

26.01.2011

Viimeinen voimassaolopäivä:

25.01.2021

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6.2007 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen liitteeseen 1 mukainen.

LIITE 4

Tekniset tiedot



1x230V

1x230V		5	8	12
Tehotiedot nimellisvirtauksella ilmaisee lämpöpumpun suorituskyvyn ilman kiertovesipumppuja				
0/35				
Antoteho	kW	4,83	8,33	11,88
Jäähdytysteho	kW	3,74	6,60	9,30
Sähköteho	kW	1,09	1,73	2,58
COP	-	4,44	4,82	4,60
0/50				
Antoteho	kW	3,85	7,80	11,25
Jäähdytysteho	kW	2,62	5,54	7,90
Sähköteho	kW	1,23	2,26	3,35
COP	-	3,13	3,45	3,36
Tehotiedot EN 14511 mukaan				
0/35				
Antoteho	kW	4,65	8,15	11,60
Sähköteho	kW	1,13	1,84	2,72
COP _{EN14511}	-	4,12	4,44	4,27
0/45				
Antoteho	kW	3,98	7,75	10,99
Sähköteho	kW	1,21	2,18	3,20
COP _{EN14511}	-	3,29	3,55	3,44
Lisäenergiäteho	kW	1/2/3/4/5/6/7		
Sähkötiedot				
Nimellisjännite		230V 50 Hz		
Maks. käyttövirta, kompressori (sis. ohjausjärjestelmä ja kiertovesipumput)	A _{rms}	9,5	15	22,5
Käynnistysvirta	A _{rms}	23	32	40
Suurin sallittu impedanssi liitäntäpisteessä ¹⁾	ohmia	-	-	-
Korkein käyttövirta, lämpöpumppu sis. 1 – 2 kW sähkövastus (Suositeltava varokekoko)	A _{rms}	18(20)	24(25)	31(32)
Korkein käyttövirta, lämpöpumppu sis. 3 – 4 kW sähkövastus (Suositeltava varokekoko)	A _{rms}	27(32)	32(32)	40(40)
Korkein käyttövirta, lämpöpumppu sis. 5 – 6 kW sähkövastus (Suositeltava varokekoko)	A _{rms}	36(40)	41(50)	49(50)
Korkein käyttövirta, lämpöpumppu sis. 7 kW sähkövastus (Suositeltava varokekoko)	A _{rms}	40(40)	46(50)	53(63)
Teho, LK-pumppu	W	35 – 185	35 – 185	35 – 185
Teho, kiertovesipumppu	W	7 – 72	7 – 72	7 – 72
IP-luokka		IP 21		
Kylmäainepiiri				
Kylmäaineen tyyppi		R407C		
Täytösmäärä	kg	1,4	2,3	2,2
Katkaisuarvo, ylipaineensäädin	MPa	2,9 (29 bar)		
Ero, ylipaineensäädin	MPa	-0,7 (-7 bar)		
Katkaisuarvo, alipaineensäädin	MPa	0,15 (1,5 bar)		
Ero, alipaineensäädin	MPa	0,15 (1,5 bar)		
Lämmönkeruupiiri				
Energialuokka, LK-pumppu		matalaenergia		
Suurin järjestelmäpaine, lämmönkeruuliuos	MPa	0,3 (3 bar)		
Minimivirtaus	l/s	0,19	0,33	0,47
Nimellisvirtaus	l/s	0,23	0,42	0,65
Suurin ulkoinen paine nimellisvirtauksella	kPa	95	92	69
Maks./min. lämmönkeruuliuksen tulolämpötila	°C	diagrammi		
Min. lämmönkeruuliuksen menolämpötila	°C	-10		
Lämminvesipiiri				
Energialuokka, kiertovesipumppu		matalaenergia		
Suurin järjestelmäpaine, lämmitysvesi	MPa	0,4 (4 bar)		
Minimivirtaus	l/s	0,08	0,13	0,19
Nimellisvirtaus	l/s	0,10	0,18	0,27
Suurin ulkoinen paine nimellisvirtauksella	kPa	52	48	43
Maks./min. lämmitysveden lämpötila	°C	diagrammi		
Äänitehotaso Lw(A) EN 12102 mukaan lämpötilassa 0/35	dB(A)	43	43	43
Putkiliitännät				
Lämmönkeruuliuos, ulkohalk. CU-putki	mm	28		
Lämmitysvesi, ulkohalk. CU-putki	mm	22	28	
Käyttövesi, ulkohalk.	mm	22		
Kylmävesi, ulkohalk.	mm	22		