



Vuokrahuviloiden lämmitysjärjestelmät

Anton Mäkijärvi

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotannon suuntautumisvaihtoehto

ANTON MÄKIJÄRVI:
Vuokrahuiloiden lämmitysjärjestelmät

Opinnäytetyö 63 sivua, joista liitteitä 16 sivua
Huhtikuu 2013

Energiakustannusten jatkuva nousu, sekä uusien energiamääräysten voimaantulo tuovat merkittäviä lisähaasteita rakentamiseen. Vuokrahuiloiden rakentaminen lisääntyy kasvavan matkailun vuoksi ja lämmitysjärjestelmien suunnittelu on tullut yhä suuremmaksi osaksi huvilarakentamista. Lämmitysjärjestelmän valintaa vaikeuttavat erilaisten järjestelmien ominaisuuksien suuret erot, niin kustannuksissa, kuin myös käyttömukavuuksissa.

Tämän työn tarkoituksena on selvittää erilaisia lämmitysjärjestelmiä ja lämmönjakota-
poja sekä kartoittaa parhaiten vuokrahuilarakentamiseen soveltuvia lämmitysjärjestel-
miä. Lämmitysjärjestelmistä soveltuvimmat valitaan mukaan Energia-luku laskelmiin,
joiden avulla luodaan käsitys uusien energiamääräysten vaikutuksista lämmitysjärjes-
telmän valintaan.

Työn tuloksena saadaan tietoa lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavista asioista ja erityisesti uusien energiamääräysten vaikutuksista. Energia-laskelmissa käytettävä ra-
kennus on esimerkkitalo, joten laskelmat eivät sovellu sellaisenaan muuhun käyttöön.
Työn hyödyntäminen vuokrahuilarakentamisen suunnittelussa on mahdollista, kun
olla valitsemassa kohteeseen sopivaa lämmitysjärjestelmää.

Lämmitysjärjestelmien kehittäminen tulee tuskin koskaan loppumaan. Nousevat ener-
giakustannukset ja tiukkenevat energiamääräykset luovat uusia haasteita myös tulevai-
suudessa, joten uusia innovaatioita tulee varmasti vielä lisää ja niiden uskalias testaus
vaatii ennakkoluulottomia rakentajia jatkossakin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction Engineering Degree programme
Building Production

ANTON MÄKIJÄRVI:

The heating systems of the rental villa's.

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 16 pages

April 2013

The constant rising of the energy costs and the forthcoming energy regulations are going to set additional challenge to the world of building. The number of the rental villa building projects is rising due to growth of travelling and that is why the designing of the heating systems has become one of the most important parts of the villa building. The choosing of the heating system is complicated by huge differences among the variety of heating systems both at the costs but also on the ease of use.

The meaning of this bachelor's thesis is to find out different kinds of heating systems and heat distributions and to determine the heating systems that fits villa building the most. The most applicable heating systems are picked up for an Energy figure calculation, with witch it is able to create a understanding of the new energy regulations' influence to the heating systems.

As an outcome of this thesis is a knowledge of the things that affects the choosing of the heating system and particularly the effects of the new energy regulations. The villa that has been used on the energy calculations is an example, so the calculations are not as such applicable to other uses. Utilization of the outcome is possible on designing of a rental villa when it is time to choose suitable heating system for the building project.

The developing of the heating systems is hardly ever going to end. The rising of the energy costs and the tightening energy regulations are going to bring major challenges also in the future. That is why there is surely going to be lots of new innovations and daring testing of those innovations is going to require open-minded builders also in the future.

Key words: rental villa, heating system, energy figure, energy regulations

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	TYÖN TAUSTAT.....	7
	2.1 Työn tarkoitus	7
	2.2 Tavoite	7
	2.3 Vuokrahuilarakentamisen tuomat vaatimukset.....	8
3	LÄMMÖNTUOTANTO	9
	3.1 Yleisesti	9
	3.1.1 Lämmön tarve	9
	3.1.2 Rakennuksen sijainti	10
	3.1.3 Lämmitysjärjestelmät.....	12
	3.1.4 Lämpöpumpun toiminta.....	13
	3.2 Sähkölämmitys.....	15
	3.3 Öljy	16
	3.4 Maalämpö	17
	3.4.1 Maalämpökaivo.....	18
	3.4.2 Maalämmön keruuputkisto	19
	3.4.3 Lämpöä vesistöstä	20
	3.5 Ilma-vesilämpöpumppu	20
	3.6 Poistoilmalämpöpumppu	21
	3.7 Aurinkokeräimet	22
	3.7.1 Tasokeräin.....	23
	3.7.2 Tyhjiöputkikeräin.....	24
	3.8 Tulisijat	25
	3.9 Hybridilämmitys	25
4	LÄMMÖNJAKOTAVAT	27
	4.1 Vesikiertoinen.....	27
	4.1.1 Lattialämmitys.....	27
	4.1.2 Patterilämmitys	28
	4.2 Sähkö	29
	4.2.1 Lattialämmitys.....	29
	4.2.2 Patterilämmitys	30
5	E-LUKU	31
	5.1 Yleistä	31
	5.2 Vaatimukset	33

6	JÄRJESTELMIEN VERTAILU	34
6.1	Kustannukset ja suunnittelu	34
6.1.1	Lämmitysmuodon vaikutus E-lukuun	35
6.1.2	Järjestelmien aloitus- ja käyttökustannukset	38
6.1.3	Suunnittelun vaikutus	41
6.2	Järjestelmän valinta	42
6.2.1	Järjestelmien toimintavarmuus ja huolto	42
6.2.2	Lämmitys tulevaisuudessa	43
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	44
	LÄHTEET	45
	LIITTEET	47
	Liite 1. Sähkölämmityslaskelma	
	Liite 2. Sähkölämmitys- ja aurinkoenergiälaskelma	
	Liite 3. Maalämpölaskelma	
	Liite 4. Hybridilaskelma	
	Liite 5. Lämmityskululaskelma	
	Liite 6. Maalämpölaskelma käännettyillä ilmansuunnilla	

1 JOHDANTO

Suomalaisten panostus vapaa-ajan viettämiseen on jatkuvassa kasvussa. Lomamatkojen määrän lisääntyessä yhä vähemmän lomia vietetään perheen kesken kotona. Erilaisten vapaa-ajanvietto- ja laskettelukeskusten jatkuva kasvaminen ovat vahvoja merkkejä matkailun lisääntymisestä ja luovat tarvetta uusille vuokrahuvilloille. Huviloiden rakenteet ja ominaisuudet vastaavat jo omakotitaloja ja menevät usein jopa näistä ohi. Niiden pinta-ala ja erilaiset ominaisuudet ovat myyntivaltteja vuokraustoiminnassa.

Energiakustannusten nousu on tuonut markkinoille paljon erilaisia vaihtoehtoja rakennusten lämmön tuottamiselle. Uudet innovaatiot työntävät tieltään vanhempia, toimivaksi todettuja lämmitysjärjestelmiä. Lämmitysjärjestelmän valintaan ja sen toimittajaan on tänä päivänä kiinnitettävä erityisen suurta huomiota, onhan lämmitysjärjestelmän toimivuus perusedellytys huvilan toimivuudelle. Helppoa valitseminen ei ole, kun päätökseen vaikuttaa järjestelmän toimivuus, investointikustannukset sekä tuotettavan lämmön loppukustannus.

Lämmitysjärjestelmän valintaan ei ole olemassa yhtä ainoaa tietokirjaa, joka kertoisi kaiken valintaan tarvittavan tiedon, vaikka näin pitäisi olla. On olemassa esitteitä ja laitetuotoimittajia, jotka jokainen kehuvat omaansa ja vannovat sen paremmuuteen. Lämmitysjärjestelmän valinta on kuitenkin yksi merkittävä osa rakennuksen suunnittelua, joten kaikki saatavilla oleva tieto on tarpeellista päätöstä tehdessä. Tämän opinnäytetyön avulla pyritään tuomaan tietoa mahdollisimman laaja-alaisesti lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavista asioista.

2 TYÖN TAUSTAT

2.1 Työn tarkoitus

Kotimaan matkailun lisääntyminen luo tarvetta uusille vuokrahuiloille. Vuokrahuiloiden rakentamiselle haasteita luo energiakustannusten nousu ja uusien energiamääräysten voimaantulo. Lämmitysjärjestelmän valinta ei tule olemaan helppoa, eikä siihen ole olemassa yhtä ainoaa ratkaisua. Tässä työssä vertaillaan erilaisia vuokrahuilarakentamiseen soveltuvia lämmitysjärjestelmiä. Lämmitysjärjestelmät ovat samoja kuin esimerkiksi omakotiorakentamisessa, mutta niiden soveltuvuudessa on eroja. Siksi työn ulkopuolelle tulee jäämään lämmitysjärjestelmiä, jotka eivät sovellu vuokrahuilarakentamiseen.

Kaukolämpöä on harvoin saatavilla järvien rantamilla sekä laskettelukeskuksissa, joissa vuokrahuiloiden määrä on suurimmillaan. Tästä johtuen kaukolämpöä ei otettu mukaan tähän työhön. Toinen selkeästi poislinjattava kokonaisuus on biopolttoaineilla, kuten hakkeella ja pelletillä toimivat järjestelmät. Niiden toimintavarmuutta heikentävät erilaatuisten polttoaineiden käyttö. Esimerkiksi öljykattilat ovat tänä päivänä hyvin toimintavarmoja, mutta puuta polttava kattila on herkempi häiriöille, kun polttoaineen tasalaatuisuudesta ei voida varmistua.

2.2 Tavoite

Tämän työn tavoitteena oli löytää vuokrahuilarakentamiseen toimintavarmuudeltaan ja ylläpidoltaan parhaiten soveltuvia lämmitysratkaisuja. Näiden lisäksi lämmitysjärjestelmän rakennuskustannukset sekä energian hinta muodostavat merkittävän osan liiketoiminnan kannattavuutta, joten lämmitysjärjestelmän valinnassa tulee huomioida myös niiden aiheuttamia kustannuksia. Siksi tässä työssä perehdytään paitsi eri järjestelmien rakennuskustannuksiin myös niillä syntyvän energian hintaan. Myös lämmönlähteen vaihtaminen tulevaisuudessa saattaa olla mahdollista määräysten ja kustannusten muuttuessa, joten on viisasta huomioida muutoksen mahdollisuus jo suunnitteluvaiheessa.

2.3 Vuokra-huvilarakentamisen tuomat vaatimukset

Lämmitysjärjestelmän valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä riittämätön lämmin vesi tai talvipakkasilla kylmä pesuhuoneen lattia saavat taatusti asiakkaat tyytymättömiksi ja sitä kautta heikentävät yritystoimintaa. Onhan vuokraaminen liiketoimintaa, jonka perimmäinen tavoite on tuottaa tulosta. Haasteelliseksi toiminta tulee aina, kun asiakkaina ovat ihmiset, joiden tottumukset ovat erilaisia. Joten tästä kaikesta johtuen on lähtökohtana vuokrahuvilan lämmitysjärjestelmän suunnittelulle toimintavarmuus. Järjestelmän on kyettävä toimimaan nopeasti muuttuvissa olosuhteissa. Siksi esimerkiksi aurinkoenergiaa hyödynnettäessä, on varajärjestelmä oltava toimintavalmiina.

Vuokrahuvila voi sijaita omistajaan nähden kaukana, esimerkiksi pohjoisen laskettelu-keskuksissa, jolloin lämmitysjärjestelmän on oltava mahdollisimman toimintavarma ja huoltovapaa. Lämmitysjärjestelmä ei voi vaatia usein tehtäviä tarkastuskäyntejä, eikä muutoinkaan olla säätöherkkä. Erilaiset lämmityskattilat tulee olla varustettuna varajärjestelmällä, joka takaa lämmön ongelmatilanteissa ja samalla antaa tarvittaessa lisätehoa. Järjestelmän säätöalueen on oltava leveä, sillä huvila voi olla tyhjillään pidempiäkin aikoja, jolloin lämpöä kuluu lähinnä rakennuksen ylläpitolämmittämiseen ja toisaalta saattaa lämmöntarve nousta nopeasti asiakkaiden saavuttua.

3 LÄMMÖNTUOTANTO

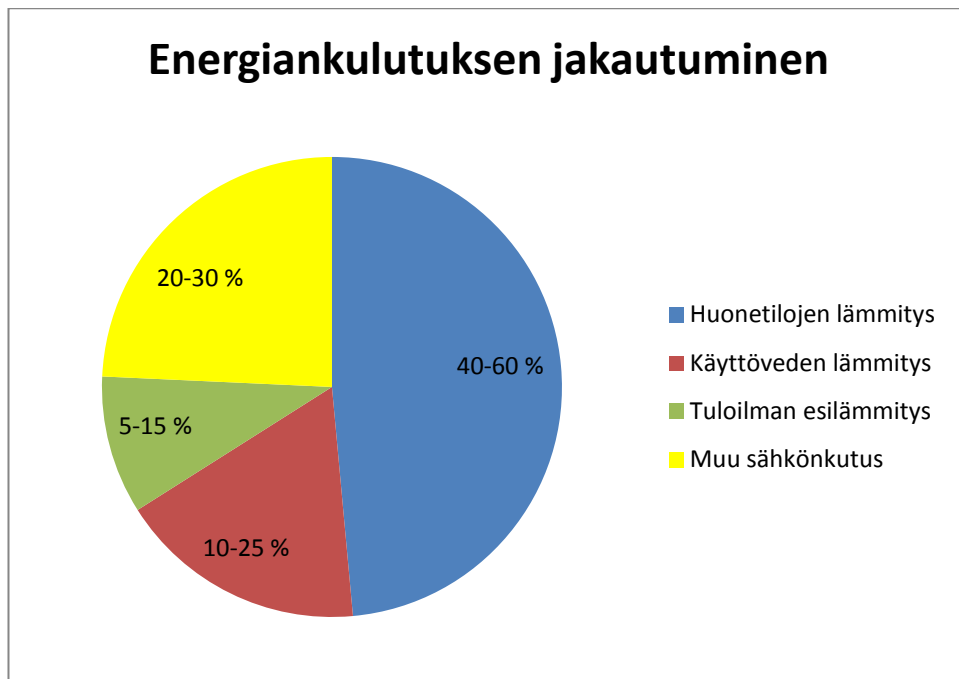
3.1 Yleisesti

3.1.1 Lämmön tarve

Lämmitysjärjestelmän valintaan tulee kiinnittää huomiota jo aikaisessa suunnitteluvaiheessa. Vaihtoehtojen määrä on kasvanut huomattavasti viime vuosina, joten jokaiseen hankkeeseen löytyy varmasti optimaalinen lämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän valinnassa tulee miettiä tarkoin rakennuksen suunniteltu käyttö ja siitä johtuvat erityistarpeet.

Rakennuksen koon vaikutus lämmitysenergian tarpeeseen on suuri, kuluuhan suuressa rakennuksessa energiaa enemmän. Silloin kannattaa panostaa edullista energiaa käyttävään järjestelmään. Pienessä ja hyvin eristetyssä talossa lämmön tarve on huomattavasti pienempi, jolloin energian hinnalla ei ole niin suurta merkitystä eikä ole taloudellisesti yhtä kannattavaa panostaa kalliiseen lämmitysjärjestelmään. (Motiva 2012.) Puolestaan asukkaiden vaikutus lämmönkulutukseen korostuu erityisesti, kun rakennus on vuokra-käytössä. Tällöin vuokralaisten lämpimän käyttöveden kulutukseen ei voida vaikuttaa.

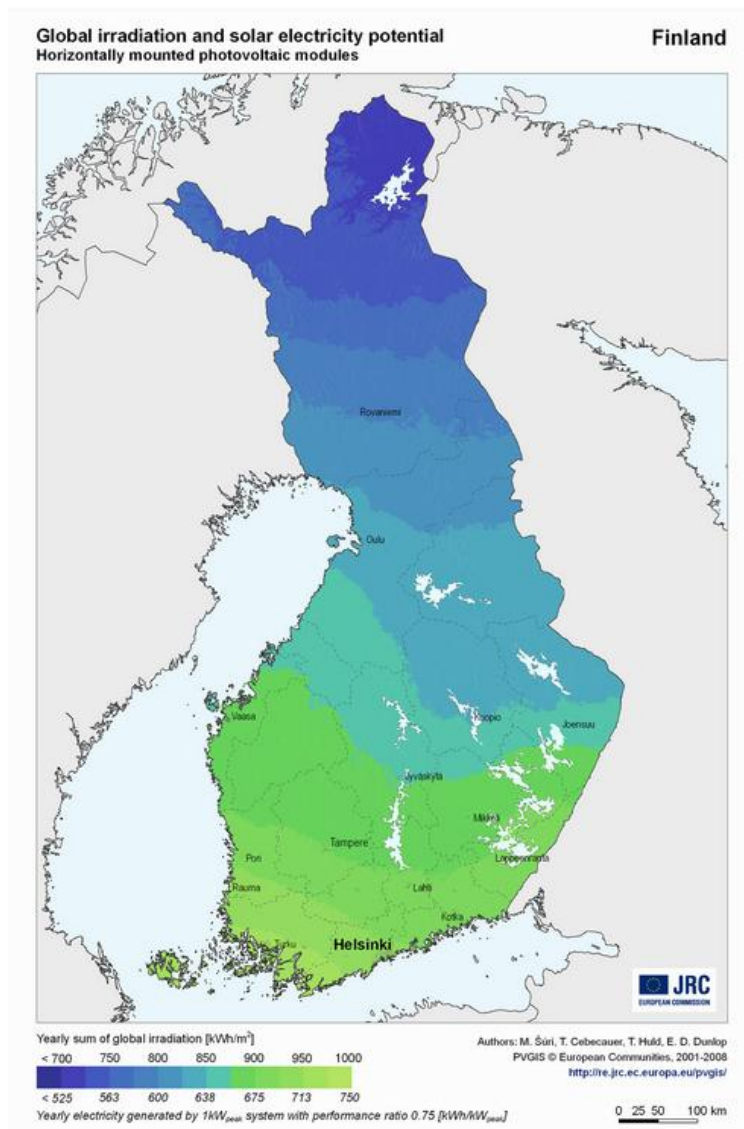
Rakennuksen energiankulutus voidaan jakaa neljään kategoriaan. Suurin niistä on huoneilojen lämmitys, noin 50 prosenttia. Siihen vaikuttavat rakennuksen tekniset ominaisuudet kuten eristepaksuudet, tiiveys ja asumistottumukset. Rakennuksen lämmitettävät tilat kannattaa jakaa lämmityspiireihin, jolloin niitä voidaan ohjata erikseen ja välttää näin turhaa lämmittämistä. Käyttöveden lämmityksen osuus on noin 10 - 25 prosenttia, kuitenkin vuokratyössä ja rakennuksen ollessa asuttuna voi käyttöveden lämmitys aiheuttaa suuriakin kulutushuippuja. Tuloilma lämmitetään ilmanvaihtolaitteessa poistettavan ilman lämmöllä lämmöntalteenottolaitteen avulla. (Kuvio 1) Mikäli poistettavasta ilmasta saatava lämpö ei riitä lämmittämään tuloilmaa halutulle tasolle, voidaan sitä lämmittää lisäksi jälkilämmityspatterissa. Ilmanvaihtokoneiden jälkilämmityspatteri toimii usein sähkövastuksella, ja mikäli talossa on vesikiertoinen lämmitys, kannattaa jälkilämmityspatteri kytkeä vesikierron piiriin. (Motiva 2012.)



KUVIO 1. Energiankulutuksen jakautuminen

3.1.2 Rakennuksen sijainti

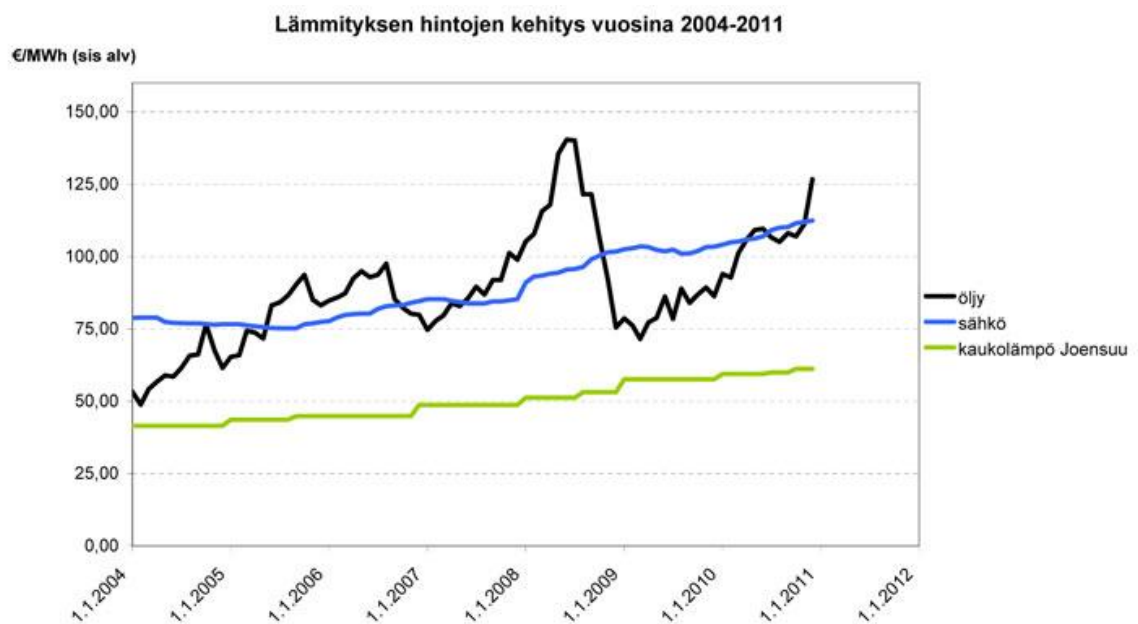
Lämmitysjärjestelmästä riippuen rakennuksen sijainnillakin on merkitystä lämmitysjärjestelmän valintaan. Tontin koko ja sijainti sekä maaperän laatu ovat ratkaisevia tekijöitä. Esimerkiksi maalämpöä suunniteltaessa tulee vaakaputkistolle olla riittävästä tilaa, joten esimerkiksi laskettelukeskusten tonttien koot eivät mahdollista tätä. Lämpö voidaan ottaa myös maasta poraamalla lämpökaivo, jolloin peruskallion tulee olla riittävän lähellä maan pintaa, koska paksu maakerros tuo lisäkustannuksia poraukselle. Aurinkoenergian hyödyntämiseen vaikuttaa rakennuksen maantieteellinen sijainti, sillä energian määrä vaihtelee Suomen etelä- ja pohjoisosien välillä, kuten kuvasta 1 käy ilmi. (Genergia 2009.)



KUVA 1. Auringon säteilyn määrä Suomessa. (Genergia 2009)

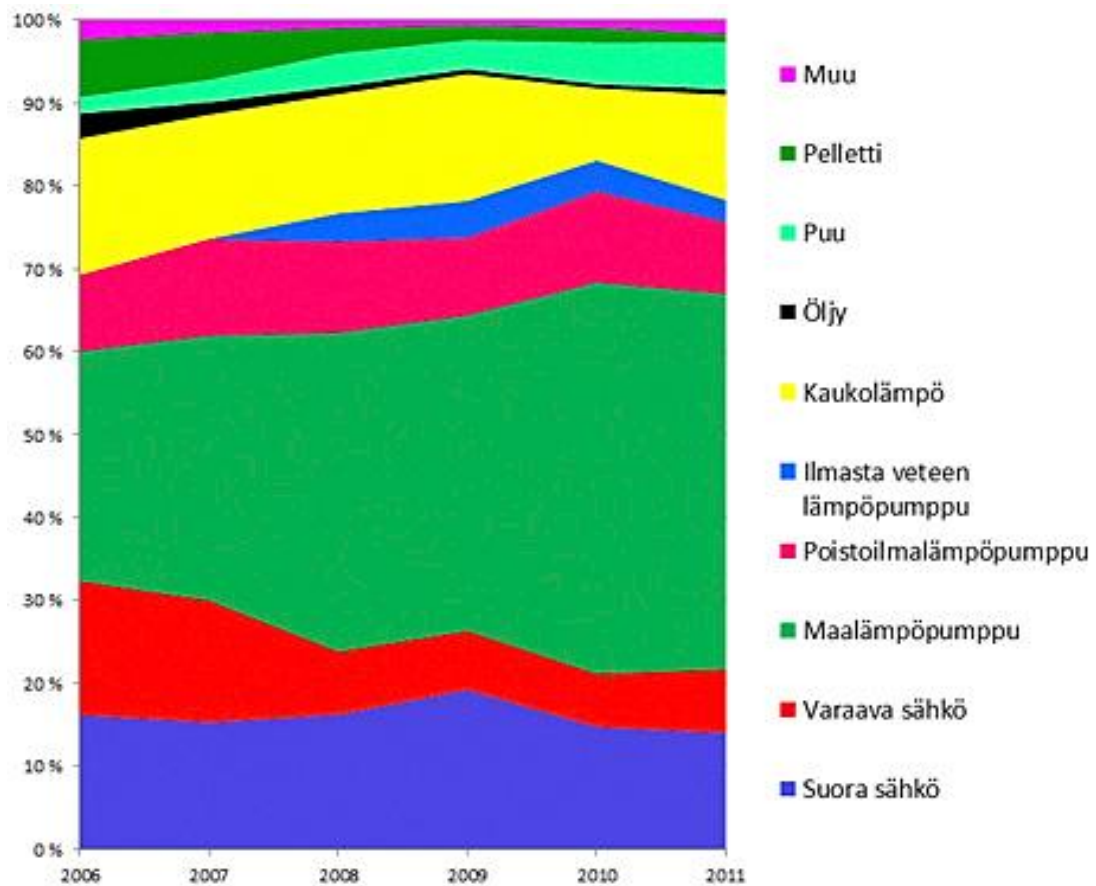
3.1.3 Lämmitysjärjestelmät

Erilaisien lämmitysjärjestelmiä on tullut lisää viime vuosina ja erityisesti lämpöpumpua hyödyntävät sovellukset ovat kehittyneet paljon. Energian kalleuden vuoksi on ollut kannattavaa kehittää uusia, taloudellisempia lämmitysjärjestelmiä. Vielä 10 vuotta sitten esimerkiksi öljylämmitys ei ollut juurikaan kaukolämpöä kalliimpaa, kuten kuvasta voidaan todeta verrattaessa Joensuun kaukolämmön hintaan. Öljyn räjähdysmäinen hinnan nousu on vähentänyt öljylämmityksen suosiota huomasti. (Kuva 2.)



KUVA 2. Lämmityksen hintojen kehitys vuosina 2004-2011. (Waastek 2012)

Myös sähkön hinnan kehitys on ollut nousujohteista, ja yösähkön hintaero päiväsähköön on kaventunut, joten varaavan sähkölämmityksen suosio on laskenut. Kuvan 3 mukaan suoralla sähkölämmityksellä on noin 15 - 20 prosentin markkinaosuus pientalojen lämmityksessä. Tällä hetkellä maalämpö on selkeästi suosituin lämmitysmuoto pientalohankkeissa, eikä sen hyödyntäminen vuokrahuilarakentamisessaakaan mahdollista ole. Sillä tekniikka kehittyy jatkuvasti, uusia toimijoita tulee alalle ja kilpailun kautta hinnat eivät pääse nousemaan korkeuksiin. Tulevaisuuden kannalta energian hinta ei ainakaan tässä tapauksessa voi juurikaan muuttua. Myös ilma-vesilämpöpumput sekä poistoilma- lämpöpumput ovat lisänneet suosiotaan. Niiden yhdistäminen esimerkiksi aurinkoke- räinjärjestelmään on osoittautunut toimivaksi yhdistelmäksi. (Kuva 3.)

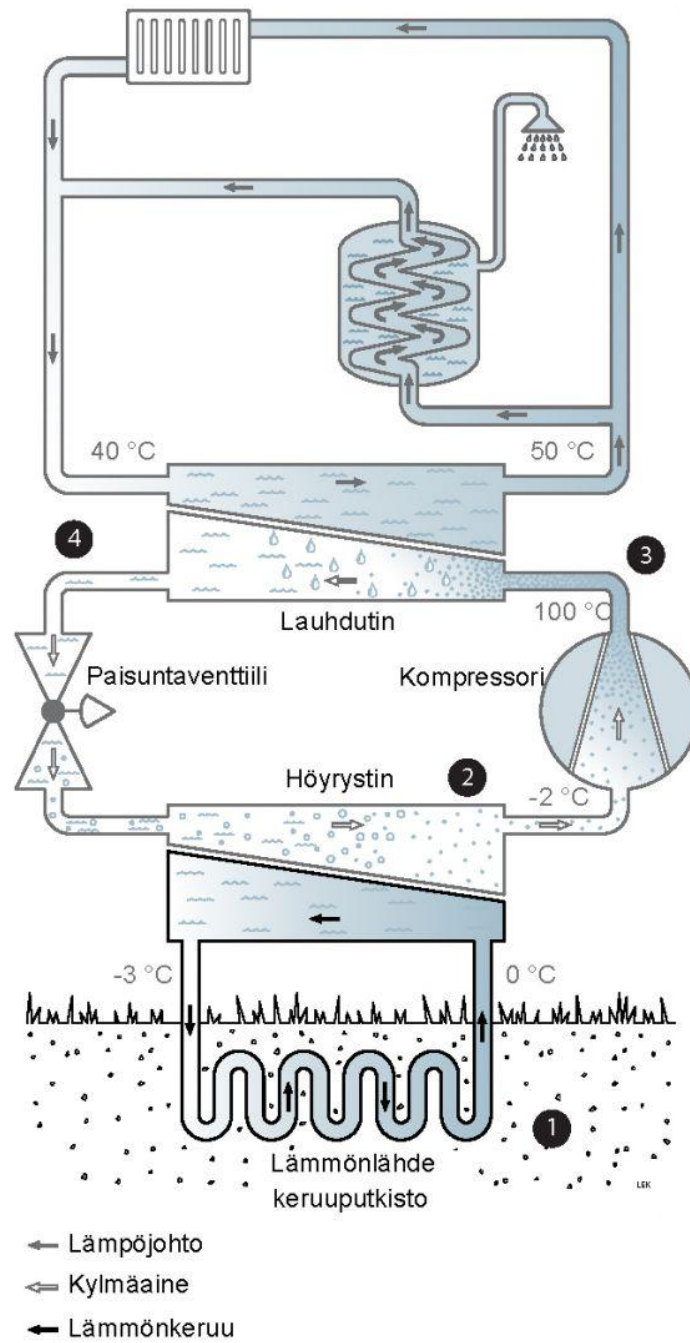


KUVA 3. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuus pientaloissa 2006-2011. (Motiva 2012)

3.1.4 Lämpöpumpun toiminta

Lämpöpumppu toimii järjestelmässä kiertävän kylmäaineen avulla. Kylmäaine muuttaa olomuotoaan nesteestä höyryksi ja toisinpäin. Olomuodon muutoksen ohessa se vuoroin sitoo ja vapauttaa lämpöä. Kylmäaine kiertää sisä- ja ulkoyksikön välillä kuvan 4 osoittamalla tavalla. Ulkoyksikössä olevan höyrystimen avulla kylmäaine höyrystyy ulkoilman lämpötilan vaikutuksesta. Höyrystyessään kylmäaine sitoo itseensä lämpöä. Kylmäainehöyry kulkeutuu seuraavaksi kompressoriin, joka puristaa höyryn pienempään tilaan, paine kasvaa. Paineen vaikutuksesta höyryn lämpötila saadaan nousemaan noin sataan asteeseen, minkä jälkeen kuuma höyry luovuttaa lämpönsä sisäyksikön lauhduttimeen, joka taas siirtää lämmön järjestelmästä riippuen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään tai esimerkiksi suoraan huoneilmaan. Lämmön luovuttamisen jälkeen höyry muuntuu takaisin nesteeksi ja kulkeutuu paineenalennusventtiilin kautta takaisin kiertoon. Kesällä tapahtuvassa viilentämisessä lämpöpumppu toimii päinvastoin, ja lämmitteä ulkoilmaa sisäilmasta saatavalla lämmöllä jolloin sisälämpötila laskee.

(Laitinen, 2010, 57.)



KUVA 4. Lämpöpumpun toiminta. (Kaukora)

3.2 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on edelleen yleinen lämmitysmuoto pientaloissa Suomessa. Sähkölämmityksen vahvimmat edut ovat sen vaivattomuus ja helppokäyttöisyys. Lämmityksen hyötysuhde on hyvä ja se pysyy samana koko ajan. Monessa muussa lämmitysjärjestelmässä hyötysuhde saattaa vaihdella esimerkiksi säästä tai poltettavasta polttoaineesta riippuen. Sähkölämmityksellä pystytään reagoimaan nopeasti lämpötilavaihteluihin helpon ohjattavuuden lisäksi. (Energiateollisuus.)

Sähkölämmitys toteutetaan usein sähkövaraajan tai sähkökattilan avulla. Sähkövaraajan avulla tuotetaan lämmin käyttövesi sekä lämmitysverkostossa kiertävä lämmin vesi. Varaajan avulla pystytään hyödyntämään yösähkön käyttöä lämmityksessä, vaikka hintaero päiväsähköön onkin kaventunut. Sähkövaraajaa pystytään hyödyntämään myös muiden lämmitysmuotojen apuna, esimerkiksi aurinkoenergian yhteydessä. Sähkökattila puoltaa itseään usein pienehköissä, noin 100 m² omakotitaloissa tai huviloissa, joissa lämmöntarve on pienempi, eikä yösähkön käytöstä koidu merkittävää säästöä. Sähkökattilan yhteyteen asennetaan usein lämminvesivaraaja, jolla huolehditaan käyttöveden lämmittämisestä. (Motiva 2011.)

3.3 Öljy

Öljylämmityksessä sekä lämmin käyttövesi, että lämmitykseen käytettävä vesi lämmitetään samalla kattilalla. Järjestelmä koostuu öljykattilasta, kattilan kyljessä olevasta öljypolttimesta, öljysäiliöstä ja ohjauslaitteista. Kattila kytketään rakennuksen lämmitysverkostoon kuuluvaksi. Nykyään öljykattiloiden hyötysuhteet ovat hyviä, jopa 90 – 95 % ja niissä palaminen tapahtuu puhtaasti. Häiriöiden varalta öljykattiloissa on usein oma sähkövastus. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 24.)

Öljylämmitykseen voidaan liittää myös lämpöpumppuja sekä aurinkoenergiaa hyödynnäviä keräimiä. Kuvan mukainen kaksoispesäkattila on yleistynyt viime aikoina, sillä kattilassa voidaan polttaa öljyn lisäksi myös puuta. Näiden hyötysuhde jää tosin hivenen heikommaksi kuin yksipesäkattilassa. Mikäli öljykattilan yhteyteen kytketään esimerkiksi aurinkokeräimiä, on järjestelmän varaajatilavuutta lisättävä. Öljykattilan vesitilavuus on riittävä öljykattilan omaan tarpeeseen. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 24.)

Ympäriilleen öljyjärjestelmä vaatii tilaa noin 4-6 m², jonka lisäksi öljysäiliölle on oltava paikka. Säiliö voidaan asentaa joko maanalaisena tai sisätiloihin asennettuna. Samassa tilassa öljykattilan kanssa oleva säiliö saa olla enintään 3000 litraa. Mikäli kattila on kaksoispesäkattila, ei öljysäiliötä suositella asennettavaksi samaan tilaan. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 24.)



KUVA 5. Öljypellettikattila. (Termocal)

3.4 Maalämpö

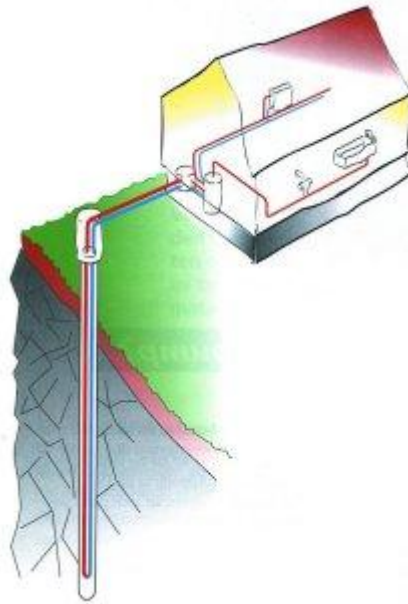
Maalämpöpumppujen avulla hyödynnetään maaperään sitoutunutta aurinkoenergiaa. Maaperään varastoituu kesän aikana reilusti aurinkoenergiaa, jolloin talven aikana varastoitunutta energiaa voidaan hyödyntää maalämpöjärjestelmillä. Maalämpöä voidaan ottaa kallioon poratusta lämpökaivosta tai mikäli tontin koko on riittävän suuri, voidaan lämmönkeruuputkisto asentaa vaakatasoon noin yhden metrin syvyyteen. Vesistöjen läheisyydessä on putkiston asentaminen myös vesistöön mahdollista. (Motiva 2012.)

Lämmönkeruupiirissä kiertää jäätymätöntä nestettä, joka lämpenee muutaman asteen kierroksen aikana. Piirin mitoittaminen tehdään maalämpöjärjestelmän toimittajan toimesta, sillä liian pitkä putkisto kuluttaa enemmän energiaa ylimääräisestä pumppaus-työstä johtuen, sekä järjestelmän investointikustannukset kasvavat. Liian lyhyt putkisto puolestaan ei pysty tuottamaan tarpeeksi lämpöä. Maalämpöjärjestelmä kannattaa ostaa avaimet –käteen periaatteella, jolloin toimittaja hoitaa suunnittelun, tavaroiden hankinnan ja toteutuksen. Tällöin vältetään urakkarajoista ja tietämättömyydestä aiheutuvista ongelmista. (Sulpu 2012.)

Maalämpöjärjestelmää voidaan hyödyntää myös sisäilman viilentämiseen. Viilentämisen kannalta paras vaihtoehto on maalämpökaivo. Tällöin vältetään erilliseltä jäähdytyskoneelta. Yleisin tapa hyödyntää maakyhmää, on johtaa keruupiirin neste ilmanvaihtolaitteen jäähdytyspatteriin, jolloin tuloilman lämpötilaa saadaan laskettua ja sisäilma viilenee. Tällä tavalla päästään noin 1 - 2 asteen lämpötilan pudotukseen. Viilennettyä vettä voidaan ohjata erillisen lämmönvaihtimen kautta myös lattialämmitysverkostoon. Tehokkaampi tapa on rakentaa erillinen vesikiertoinen jäähdytysjärjestelmä, joka toimii passiivi- tai puhallinkonvektorin avulla, jolloin huonelämpötilaa on mahdollista laskea jopa 8 astetta. (Sulpu 2012.)

3.4.1 Maalämpökaivo

Maalämpöpumpun lämmönlähteenä voidaan käyttää porakaivoa (Kuva 6), jolloin porareikään upotetaan putkilenkki. Putkilenkki ulottuu lähes pohjaan saakka ja kaivon etuna on parempi lämmöntuotto putkimetriä kohden. Kaivo on hyvä vaihtoehto, kun tontti on pieni, eikä vaakaputkistolle ole tilaa. Tällöin peruskallion tulisi kuitenkin olla melko lähellä maan pintaa. (Sulpu 2012.)

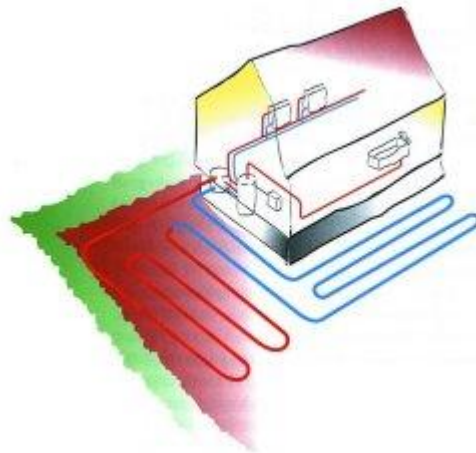


KUVA 6. Maalämpökaivo. (Sulpu 2012)

Mikäli yhden kaivon tuottama lämpö ei riitä, voidaan kaivoja porata useita, jolloin ne ovat noin 10 – 20 metrin päässä toisistaan. Kaivot kytketään toisiinsa liitântäkaivoissa ulkona. Kaivojen maksimisyvyys on noin 200 metriä ja minimi halkaisija 130 millimetriä. Kaivoon upotettavat putket ovat valmiiksi liitetty toisiinsa U-kappaleella, johon on lisäksi kiinnitetty paino, joka on mitoitettu kaivosyvyyden mukaan. Painon tehtävä on vetää putket kaivon pohjalle. (Sulpu 2012)

3.4.2 Maalämmön keruuputkisto

Kuvan mukaisen vaakasuoraan asennettavan keruuputkiston oikea mitoitus on osa toimivaa järjestelmää. Putkimäärän karkeana määränä voidaan käyttää 1-2 putkimetriä lämmitettävää rakennuskuutiota kohden. Tonttimaata puolestaan tarvitaan noin 1,5 neeliötä putkimetrille. Näillä karkeilla mitoitus ehdoilla voidaan arvioida järjestelmän sopivuutta kyseiselle tontille. (Sulpu 2012.)

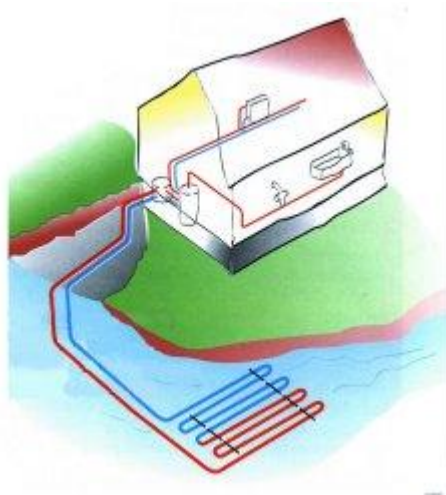


KUVA 7. Maalämmönkeruuputkisto. (Sulpu 2012)

Lämmönkeruuputkisto kaivetaan maahan noin 1-1,2 metrin syvyyteen, siten että putkien välinen etäisyys on vähintään 1,2 metriä, yleensä noin 1,5 metriä. Putkiston syvyyden suunnittelussa otetaan huomioon maantieteellinen sijainti, esimerkiksi Pohjois-Suomessa putkisto asennetaan hivenen syvemmälle kuin Etelä-Suomessa. Putkistossa käytetään usein tavallista vesijohtoputkea PELM, jonka koko valitaan järjestelmän mukaan. Kaivannot voidaan täyttää kaivuumaalla, mutta putken ympärille tulee laittaa kivetöntä maa-ainesta putken vahingoittumisen estämiseksi. (Sulpu 2012.)

3.4.3 Lämpöä vesistöstä

Järvet, lammet ja merenrannat ovat hyviä maalämmönlähteitä. Putkisto voidaan upottaa vesistöön kuvan osoittamalla tavalla, mikäli syvyyttä on vähintään 2 metriä heti rannan tuntumassa. Järjestelmä toimii muutoin samalla tavalla kuin kovalla maallakin, mutta tässä tapauksessa putket tulee upottaa vesistön pohjaan. Upottamiseen käytetään putken ympärille asennettavia 5-10 kilogramman painoisia betonipainoja. (Sulpu 2012.)



KUVA 8. Lämpöä vesistöstä. (Sulpu 2012)

Putken asentaminen vesistön pohjaan estää sen kiinnijäätymisen jäihin ja sitä kautta hajoamisen. Putkien upottamisessa tulee käyttää sukeltajaa apuna, joka varmistaa ettei pohjassa ole putkea vahingoittavia kiviä tai muuta. Samalla putken laskeutuminen pohjaan voidaan varmistaa. Ennen putkiston asennusta on kysyttävä lupa vesistön omistajalta. Putkiston merkkäminen tulee tehdä huolella esimerkiksi ankkuroinnin kieltävillä kylteillä, jottei putkistoa vahingoiteta. (Sulpu 2012.)

3.5 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu on uusimpia lämpöpumpputekniikalla toimivia lämmitysratkaisuja. Laitteen ulkoyksikkö pumppaa ulkoilmasta lämpöä, kuten yleisesti käytössä oleva ilmalämpöpumppu, mutta tämä siirtää lämmön vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään, jolloin lämmön hyödyntäminen on helpompaa muun muassa käyttöveden lämmittämisessä. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 18.)

Ilma-vesilämpöpumpulla on mahdollista hoitaa koko talon lämmitystarve, kunhan se on varustettu varajärjestelmällä talven kylmimpiä aikoja ja kulutushuippuja varten. Kylmiä pakkaspäiviä varten varajärjestelmä tulee mitoittaa koko rakennuksen täydelle lämmitystarpeelle. Usein ilma-vesilämpöpumpun omia sähkövastuksia käytetään hoitamaan lisälämmityksen tarve. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 18.)

Ilma-vesilämpöpumpun etuna on sen halvempi hankintahinta verrattuna esimerkiksi maalämpöpumppuun. Tämän lisäksi sen asentaminen onnistuu myös kohteeseen, johon maalämmön asentaminen ei onnistu maaperän tai tontin tilanpuutteen vuoksi. Haitta-
puoliksi tulee mainita ulkoyksikön höyrystimessä olevan puhaltimen ääni sekä ajoittainen höyrystinpatterin vaatima sulatus. Lämpökerroin ilma-vesilämpöpumpulla on noin 2, joten se tuottaa 2 kWh lämpöä 1 kWh:n sähkönkulutuksella. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 18.)

3.6 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu kerää lämmitysenergiaa talon poistoilmasta. Lämpö voidaan siirtää suoraan tuloilmaan tai se voidaan ohjata vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään ja sitä kautta mahdollisesti käyttöveteen. Poistoilmalämpöpumppu vaatii toimiakseen riittävän ilmanvaihdon rakennuksessa. Ilmaa tulee vaihtaa vähintään 0,5 kertaa talon ilmatilavuus tunnissa. Laite poistaa ilmaa sisätiloista ja siirtää siinä olevan lämmön mahdollisimman tehokkaasti uudelleen käytettäväksi. Poistolämpöpumppu hoitaa talon ilmanvaihdon ja siten erillistä ilmanvaihtokonetta lämmöntalteenotolla ei tarvita. (Motiva 2012.)

Kovien pakkasten aikaan lämmöntarve on suurimmillaan, jolloin poistettavaa ilmaa täytyisi olla riittävästi. Tällöin usein ilmanvaihtoa pienennetään, jolloin poistoilmalämpöpumpulle ei riitä riittävästi energiaa poistoilmassa. Puun polttaminen tulipesissä lisää lämpöä huoneilmassa ja siten helpottaa poistoilmalämpöpumpun riittävyttä kylmällä ilmalla. Poistoilmalämpöpumpun lämpökerroin on noin 1,5 - 2,2 , joten sen tehokkuus on parempi kuin tavallisella lämmöntalteenotolla varustetulla ilmanvaihtokoneella. (Lämpövinkki.)

3.7 Aurinkokeräimet

Aurinkokeräimien tuottamaa lämpöä voidaan käyttää vesikiertoisen lämmitysveden lämmittämiseen, mutta myös lämpimän käyttöveden lämmittämiseen. Keräimet sijoitetaan usein harjakattoisessa talossa eteläpuolen lappeelle. Keräimiä suunniteltaessa tulee huomioida niiden riittämättömyys vuotuisella tasolla, sillä auringosta saatava energian määrä vaihtelee paljon vuodenajasta riippuen. Tämän takia ne eivät riitä ainoaksi lämmitystavaksi, mutta ovat hyvä lisä täydentämään oikeastaan mitä tahansa muuta järjestelmää, kuten öljy, sähkö puu, maalämpö ja niin edelleen.

Aurinkolämmöllä on mahdollista tuottaa jopa puolet lämpimästä käyttövedestä. Parhaan hyödyn saamiseksi tulee keräimet kytkeä myös vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. (Laitinen, 2010, 94.)

Järjestelmässä kiertävä neste kiertää lämminvesivaraajan kautta ja lämpö siirtyy varajaan. Luovuttaessaan lämpöä varajaan, neste jäähtyy ja kiertää uudelleen keräimeen hakemaan lisää lämpöä. Järjestelmä on siis suljettu. Järjestelmää ohjaa ohjausyksikkö, joka ohjaa muun muassa termostaattia, joka kertoo pumpulle käynnistymistarpeesta. Pumpun on oltava käynnissä päivällä, jolloin aurinko paistaa ja lämmittää nestettä. Yöllä pumpun tulee taas pysähtyä, jottei lämpö ala kulkea väärään suuntaan. Termostaatti mittaa varajaan ja keräimien lämpötilaeroa ja se voidaan ohjelmoida käynnistymään esimerkiksi kun keräimissä kiertävän nesteen lämpötila on noin 10 astetta korkeampi kuin varajaan. Aurinkolämmityksen hyöty tulee parhaiten esiin keväisin ja syksyisin, jolloin on vielä lämmitystarvetta ja myös aurinkoa on jo saatavilla. Keskitalvella keräimistä saatava lämpö on hyvin pientä ja silloin lämpöä tuottaa rakennuksen varsinainen lämmitysjärjestelmä. (Laitinen, 2010, 94.)

3.7.1 Tasokeräin

Tasokeräimet keräävät aurinkoenergiaa kupariputkien sisällä kiertävään nesteeseen. Keräimien mustat pinnat ovat tehokkaita ottamaan vastaan energiaa. Keräimet on katettu lasilla tai muovilevyllä, (Kuva 9) joka estää keräimen sisään varastoituneen energian karkaamisen. (Laitinen, 2010, 94.)



KUVA 9. Tasokeräin. (Genergia 2009)

3.7.2 Tyhjiöputkikeräin

Tasokeräintä tehokkaampi tyhjiöputkikeräin kerää energiaa lasiputkissa kiertävään nesteeseen. Putken ulkopinnalla on tuplaulkokuori, jonka välissä on ilmatila. Ilmatilan muodostama tyhjiö on erittäin tehokas eriste, ja estää näin varastoidun energian karkaamisen keräimestä. Putkimaisuudesta johtuen energian vastaanottaminen joka suunnasta on mahdollista. (Laitinen, 2010, 94.)

Tyhjiöputken keskellä oleva neste höyrystyy lämmitessään ja nousee putken yläpäähän, jossa se siirtää lämmön lämmönsiirtimeen. Lämmönsiirrin on putkirivin yläpäässä poikittain ja kerää lämmön jokaisesta tyhjiöputkesta ja siirtää lämmön varaajaan. Tästä johtuen jokainen putki on oma suljettu piiri, eikä vaihtimessa kiertävä neste kierrä keräinputkissa. (Laitinen, 2010, 94.)



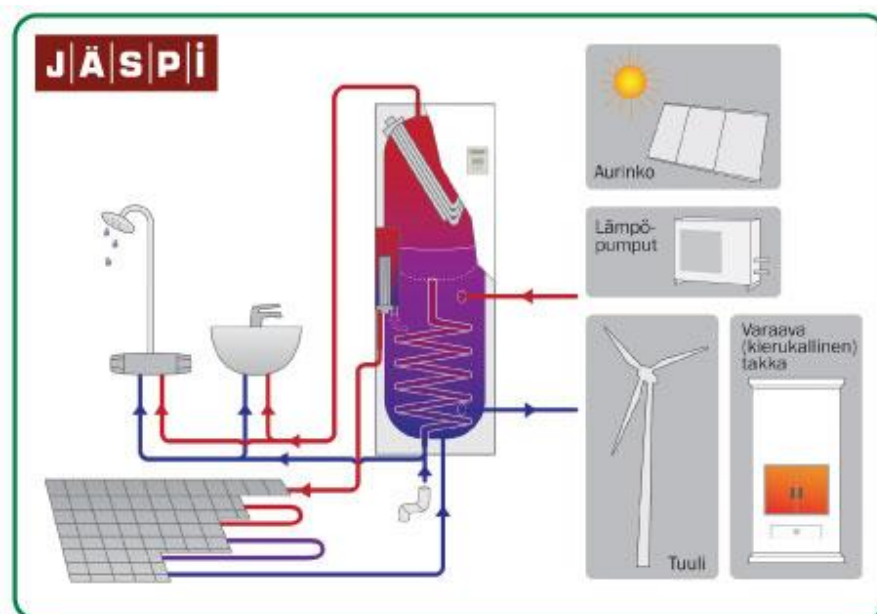
KUVA 10. Tyhjiöputkikeräin. (Kylpyhuonemarket 2013)

3.8 Tulisijat

Tulisijat ovat hyvä tuki päälämmitysjärjestelmälle. Ne antavat asumismukavuutta ja lämmöntuntua asujalle. Tulisijojen ahkeralla käytöllä muun energian määrää lämmittämisessä pystytään vähentämään huomattavasti. Mikäli tulisijoilla aiotaan toteuttaa osa lämmittämisestä, kannattaa polttopuun saantiin tutustua etukäteen, nimittäin poltettavan puun kuivuus ja laatu ratkaisevat merkittävästi saatavan lämmön määrää ja hyötysuhdetta. Varaavan tulisijan hyötysuhde on parhaimmillaan 80 – 85 prosenttia. Lämmityskäytössä varaava tulisija on huomattavasti parempi kuin esimerkiksi kevyet kamiinatakot. Varaava tulisija kerää lämpöä omaan massaansa ja luovuttaa sitä pidempään ja tasaisemmin huonetilaan. (Motiva 2012.)

3.9 Hybridilämmitys

Erilaisten lämmitysjärjestelmien lisääntyessä, suosioon on noussut monien eri järjestelmien yhdistäminen, eli hybridilämmitys. Hybridilämmityksessä eri lämmitysjärjestelmät tukevat toisiaan ja näin mahdollistetaan mahdollisimman edullista energiaa ympäri vuoden. Suomessa vuodenaikojen vaihtelut vaikeuttavat esimerkiksi ympärivuotista aurinkoenergian hyödyntämistä ja taas vuokrahuviloissa usein lämmittävän tulisijan lämpö olisi hyvä saada hyödynnettyä totaalisesti. Hybridilämmitykseen on mahdollista kytkeä myös esimerkiksi ilma-vesilämpöpumppu, kuten kuvassa. (Tulikivi 2013.)



KUVA 11. Hybridilämmitys. (Savon LVI-talo)

Tulikivi Green W10 –lämmitysjärjestelmä on yksi hyvä vaihtoehto hybridilämmitystä suunnittelevalle. Siinä hyödynnetään aurinkoenergian sekä tulisijan tuottaman energia, jolloin ostoenergian määrä jää mahdollisimman pieneksi. Kun rakennus varustetaan vesikeskuslämmityksellä, saadaan tulisijasta syntyvä lämpö siirrettyä lämmönsiirrinpaketin avulla talon muuhun lämmitykseen ja lämpö jakautuu tasaisesti koko rakennukseen. Järjestelmä varustetaan hybridivaraajalla, joka on suunniteltu hyödyntämään ulkopuolista energiaa. Varaaja osaa automaattisesti säädellä tarjolla olevaa energiaa muun muassa tulisijan, aurinkokerääjän ja ilma-vesilämpöpumpun välillä. Mikäli näiden energia ei riitä, on varaaja varustettu sähkövastuksella, joka takaa lämpimän käyttöveden ja lämmityksen menoveden riittävyyden.

(Tulikivi 2013.)

4 LÄMMÖNJAKOTAVAT

4.1 Vesikiertoinen

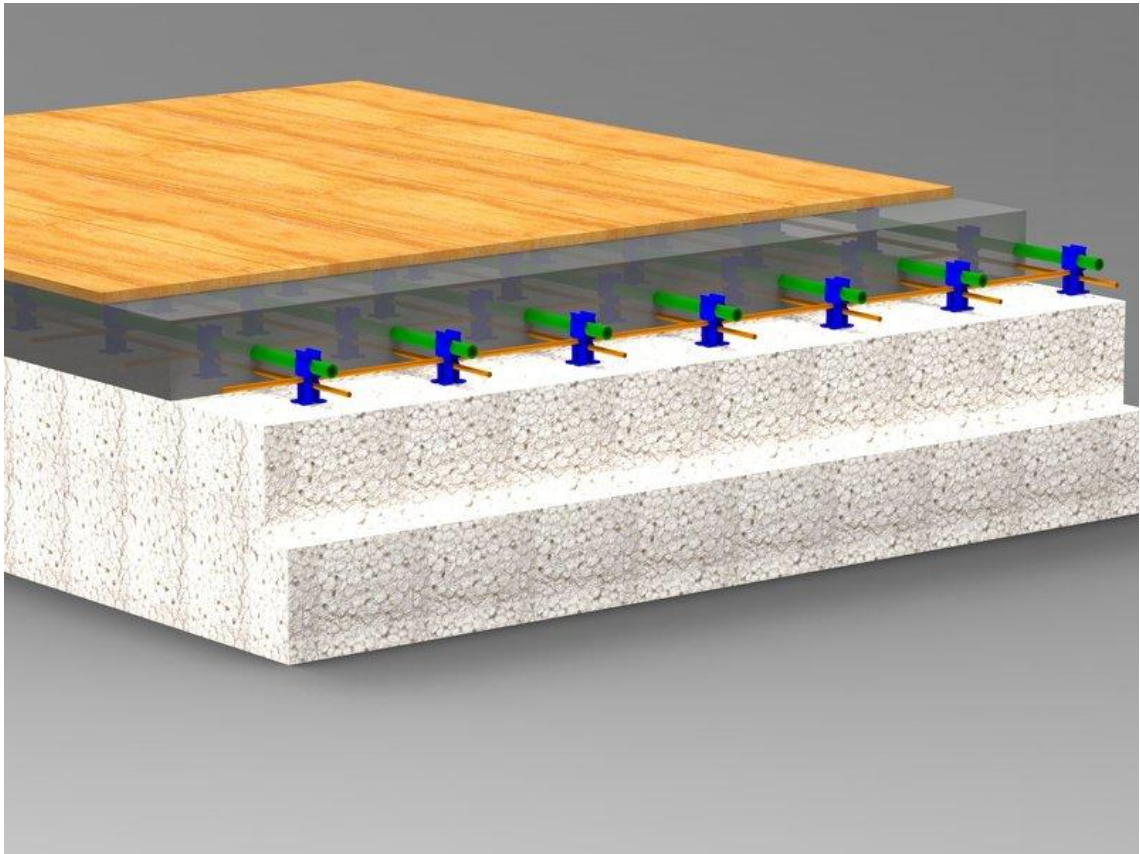
Vesikiertoinen lämmitys toteutetaan lattialämmityksenä, patterilämmityksenä tai näiden yhdistelmänä. Vesikiertoisen järjestelmän vahvuutena on sen muunneltavuus, koska lämmönlähdettä voidaan muuttaa myöhemmin ja lämmöntuotantomuotojen yhdistäminen on mahdollista. Vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään voidaan tuottaa lämpöä myös sähkökattilan tai sähkövaraajan avulla, sekä vesikiertoisen takan kytkeminen järjestelmään on mahdollista. (Motiva 2012.)

Lämmitysjärjestelmään syötettävän veden lämpötilaa säätää automatiikka, joka mittaa esimerkiksi ulkolämpötilaa. Automatiikkaan asetettu säätökäyrä on tehty mukailemaan ulkolämpötilaa, ja nostamaan veden lämpötilaa sen mukaan. Säätökäyrää voidaan muuttaa, jolloin jokaiseen kohteeseen saadaan säädettyä riittävä lämmitysteho eri olosuhteissa. Huonekohtaiset säädöt voidaan tehdä pattereissa olevista termostaateista ja lattialämmityksessä huonetermostaateja säätämällä. Tämän avulla pystytään pitämään korkeampaa lämpötilaa esimerkiksi kylpyhuoneessa. Huonekohtaiset termostaatit pystyvät huomioimaan muiden lämmönlähteiden aiheuttamaa lämpöä ja säätymään sen mukaisesti. (Motiva 2012.)

4.1.1 Lattialämmitys

Vesikiertoiset lämmitysputket asennetaan lattiarakenteeseen. Putkissa kiertävä vesi on korkeintaan 40 asteista, jolloin järjestelmä sopii käytettäväksi lähes kaikkien pintamateriaalien kanssa. Vesikiertoinen lattialämmitys sopii käytettäväksi kaikkiin huonetiloihin, koska se voidaan asentaa niin betonilattiaan kuin puurakenteiseenkin lattiaan. (Kuva 12.) Näistä ominaisuuksista johtuen sen suosio omakotitalorakentamisessa on kasvanut. (Motiva 2012.)

Asennettaessa putkistoa tehdään jokaisesta huoneesta usein oma lämmityspiiri, jolloin lämmitystä voidaan säädellä huonekohtaisilla termostaateilla. Joten esimerkiksi kylpyhuoneessa voidaan pitää korkeampaa lämpötilaa vaikuttamatta kuitenkaan muihin huoneisiin. (Motiva 2012.)



KUVA 12. Vesikiertoinen lattialämmitys. (Warmia 2013)

4.1.2 Patterilämmitys

Patterilämmitys on toinen vaihtoehto jakaa lämpöä vesikiertoisessa järjestelmässä. Siinä lämpöä antavat seinille kiinnitettävät patterit, joiden sisällä lämmin vesi kiertää. Tässä järjestelmässä veden lämpötila on korkeampi kuin lattialämmityksessä, jopa noin 80 astetta. Useimmiten järjestelmä toteutetaan kaksiputkijärjestelmänä, jolloin toinen on meno ja toinen paluu. Tämän avulla jokaiseen patteriin saadaan kiertämään yhtä lämmintä vettä. Usein putkistot asennetaan rakenteisiin, jolloin ne jäävät piiloon. Tällöin tulee kuitenkin huomioida niiden asentaminen suojaputkeen, jolloin ne ovat vaihdettavissa ja mahdolliset vuodot valuvat näkyvälle paikalle. (Motiva 2012.)



KUVA 13. Vesikiertoinen lämmityspatteri. (Taloon.com 2013)

4.2 Sähkö

Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä ei ole vesikiertoista järjestelmää, vaan lämmitys hoidetaan useimmiten pattereilla tai lattialämmityksellä. Tällöin käyttövesi lämmitetään erillisellä lämminvesivaraajalla. Tässä lämmönjakotavassa lämmöntuottajaa on mahdollista vaihtaa. Tämän takia sen suosio on hiipunut, mutta on edelleen käytössä pienemmissä rakennuksissa ja erityisesti vapaa-ajan asunnoissa. (Motiva 2012.)

4.2.1 Lattialämmitys

Lattialämmitys on mahdollista toteuttaa varaavana tai jatkuvatoimisena. Pesutiloissa sen tulee olla jatkuvatoiminen mutta esimerkiksi olohuoneessa voidaan käyttää yösähköä hyödyntävää varaavaa lattialämmitystä. Lämpö muodostuu johtimesta, joka asennetaan lattian sisään, kuten kuvassa. (Motiva 2012.)



KUVA 14. Lattialämmityskaapeli. (Ensto 2010)

4.2.2 Patterilämmitys

Patterilämmityksessä sähkövastukset lämpiävät patterissa. Patterit sijoitetaan usein ikkunoiden alle ja niiden päälle kytkeytymisestä huolehtii termostaatti. (Motiva 2012) Sähköpatterit lämpiävät huomattavasti enemmän kuin vesikiertoiset patterit, joten niiden kanssa tulee kiinnittää huomiota paloturvallisuuteen.



KUVA 15. Sähköpatteri. (Taloon.com 2013)

5 E-LUKU

5.1 Yleistä

Uudet energiamääräykset astuivat voimaan 1.7.2012. Uusien määräysten mukaan uudisrakennuksille lasketaan kokonaisenergian käyttöä kuvaava e-luku, joidenka raja-arvot ovat määritelty rakennustyyppin mukaan Taulukon 2. mukaisesti. E-luvun avulla voidaan määrittää rakennuksen energiatehokkuus, sillä uudella laskutekniikalla siirrytään yksittäisten rakenteiden vertailusta talon kokonaisvertailuun. Aikaisemmin ei ole otettu huomioon rakennuksen lämmitysmuotoa, joille on nyt uudessa järjestelmässä määritetty Taulukon 1. mukaiset kertoimet. (Kurnitski, 2012, 5.)

Energiamuoto	Kerroin
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Fossiiliset polttoaineet	1,0
Uusiutuvat polttoaineet (puu)	0,5

TAULUKKO 1. Energiamuotojen kertoimet.

Uusien määräysten tavoitteena on parantaa rakennusten energiatehokkuutta ja samalla hillitä niiden aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Uusiutuvan energian käyttöä suositaan ja toisaalta suoran sähkön käyttöä rangaistaan. Uudistus koskee vain uudisrakennuksia, pääsääntöisesti kaikkia uusia asuinrakennuksia, toimitiloja, sairaaloita sekä päiväkoteja. Loma-asunnot, joihin suunnitellaan ympärivuotiseen käyttöön suunniteltu lämmitysjärjestelmä, ovat myös uudistuksen piirissä. Hirsitaloille on olemassa omat huomionsa. Määräysten ulkopuolelle on rajattu muun muassa maatalousrakennukset sekä alle 50 neliöiset rakennukset ja perinteiset kesäasuttavat mökit. (Kurnitski, 2012, 10.)

Rakennustyyppi	E-luvun raja-arvo kWh/m ² vuodessa
Pientalo, lämmitetty nettoala	
50 – 120 m ²	204
120 – 150 m ²	372-1,4 x Ala netto
150 – 600 m ²	173-0,07 x Ala netto
600 - m ²	130
Hirsitalo, lämmitetty netto- ala	
50 – 120 m ²	229
120 – 150 m ²	397-1,4 x Ala netto
150 – 600 m ²	198-0,07 x Ala netto
600 - m ²	155
Rivitalo	150
Asuinkerrostalo	130
Toimistorakennus	170
Liikerakennus	240
Majoitusliikerakennus	240
Opetusrakennus ja päiväkot	170
Liikuntahalli	170
Sairaala	450

TAULUKKO 2. Rakennustyyppien E-luvun raja-arvot

$$E\text{-luku} = \frac{\text{rakennuksen ostettu energia} \times \text{energiamuodon kerroin}}{\text{lämmitetty nettoala}} \quad (\text{Kurnitski, 2012, 8.})$$

E-lukua laskettaessa huomioidaan myös rakenteiden U-arvojen raja-arvot, joiden mukaan ennen kokonaisenergiatarkastelun voimaan tuloa rakennettiin. Rakennuksen lämpöhäviötä voidaan kuitenkin uudessa tarkastelussa kompensoida muun muassa lämmöntalteenoton tehostamisella ja ilmanpitävyyden parantamisella. (Kurnitski, 2012, 7.)

5.2 Vaatimukset

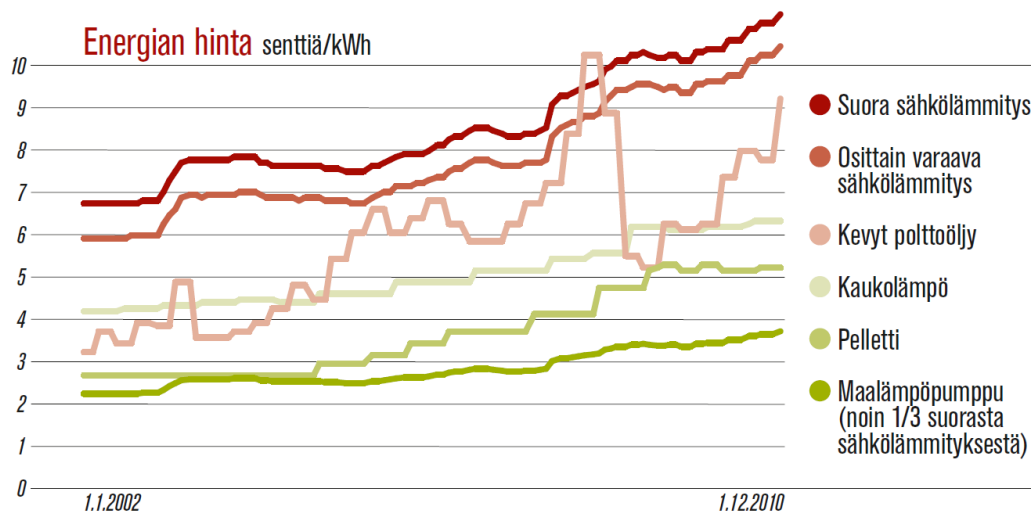
Rakennuksen vaipan lämpöhäviöiden lisäksi myös ilmanvaihtojärjestelmälle on annettu minimi raja-arvot. Tulo- ja poistoilmakoneelle on säädetty maksimi-arvot ominaissähköteholle, sekä lämmöntalteenoton tulee olla vähintään 45 prosenttia ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Lämpöenergiatarpeen pienentämistä voidaan toteuttaa eri keinoin. Rakennuksen vaipan eristävyys lisäämisellä tai ilmanpitävyyden parantamisella on mahdollista toteuttaa pientalo ilman lämmöntalteenottoa. (Kurnitski, 2012, 19.)

6 JÄRJESTELMIEN VERTAILU

6.1 Kustannukset ja suunnittelu

Lämmitysjärjestelmän valinta vaikeutui vuonna 2012, kun uudet energiamääräykset astuivat voimaan. Sen myötä kaikille uudisrakennuksille määritelty E-luku asettaa uusia vaatimuksia rakennukselle, joita ei aikaisemmin ole tarvinnut huomioida. Lämmitysmuodoille asetetut kertoimet ovat merkittäviä ja ohjaavatkin rakentajaa lämmitysjärjestelmän valinnassa.

Lämmityskustannusten nousu on ollut yleisenä puheenaiheena viime vuosina. Energiahintojen suunta on ylöspäin, kuten kuvasta nähdään, ja uusille edullisemmille lämmitysjärjestelmille on tullut kysyntää. Tekniikan jatkuva kehittyminen ja rakennusten energiatehokkuuden parantaminen herättävät ajatuksia, kun eristepaksuudet ovat kasvaneet huomasti ja rakennusten tiiveyteen on kiinnitetty erityistä huomiota lämmitystarpeen pienentämiseksi ja ilmastopäästöjen vähentämiseksi. (Kuva 16.)



KUVA 16. Energian hinnan kehitys. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 13)

Vielä vuosituhannen vaihteessa öljy- ja sähkölämmitys olivat järkeviä lämmitysvaihtoehtoja käyttömukavuuden ja edullisen energian hinnan takia. Raaka-öljyn hintakehitys on ollut maailmalla nousujohteista ja nousu on ollut erityisen nopeaa. Öljylämmityksen kustannukset ovat nousseet kymmenessä vuodessa kolminkertaiseksi. Sähkön hinta on seurannut öljyn hinnan nousua, vaikkakin nousu on ollut loivempaa. Joten uusille edul-

lisempää energiaa tuottaville järjestelmille on tullut kysyntää markkinoilla. Maalämmöllä pystytään minimoimaan lämmityskustannukset, kun sähköä tarvitaan vain järjestelmän toimintaan ja lämpö saadaan suoraan maaperästä ilmaiseksi. Metsissä kasvavan energian käyttö on lisääntynyt ja pienrakentajille onkin tullut vaihtoehtoja puun hyödyntämiseen lämmönlähteenä. Valtaosa pientaloissa olevista järjestelmistä käyttää puusta tehtyä pellettiä, mutta myös puuhaketta polttavia järjestelmiä on olemassa pientaloihin. (Kuva 16.)

6.1.1 Lämmitysmuodon vaikutus E-lukuun

Vertailtavat lämmitysjärjestelmät valittiin ostettavan energiatarpeen perusteella, jolloin voitiin todentaa eri lämmitysjärjestelmien vaatiman ostoenergian vaikutukset E-lukuun. Vertailtavia lämmitysjärjestelmiä oli suora sähkölämmitys, maalämpö sekä ilma-vesilämpöpumppua, aurinkoenergiaa ja varaavaa takkaa käyttävä järjestelmä. Vertailulaskelmissa käytetty esimerkkitalo on yksi kerroksinen ja 139 neliön suuruinen kuvan 17. näköinen rakennus ja kuvasta 18. nähdään esimerkkitalon pohjapiirustus. Rakenteet ja muut lähtötiedot ovat kaikille lämmitysmuodoille samat.

Laskelmat tehtiin Internetissä olevilla laskureilla. (Puuinfo ja laskentapalvelut. 2013)



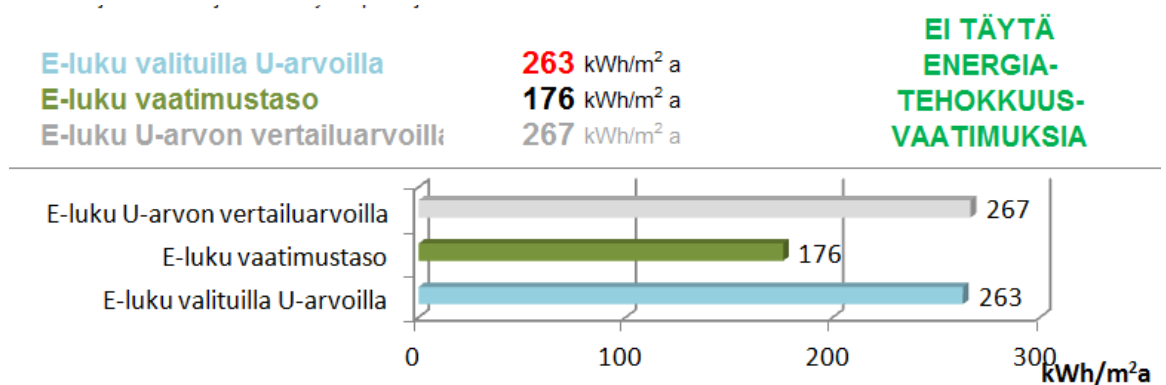
KUVA 17. Esimerkkitalo.



KUVA 18. Esimerkkitalon pohjakuva.

Sähkölämmitys

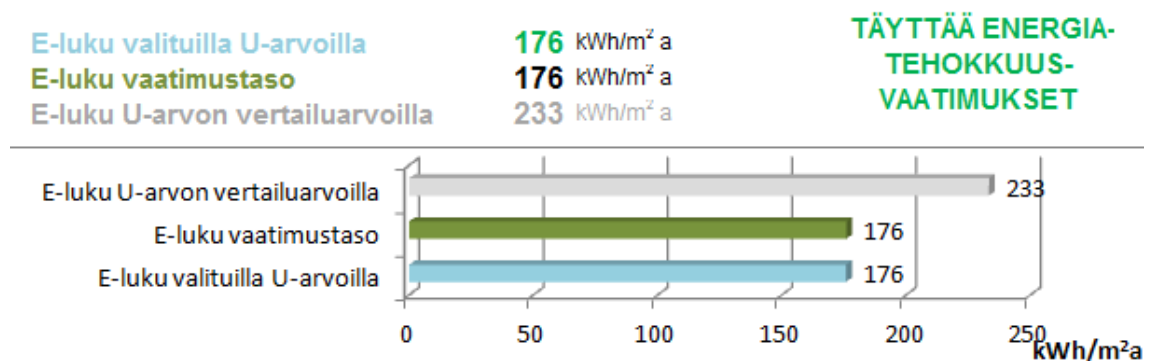
Sähkölämmitteisen pientalon rakentaminen tavanomaisilla rakenteilla rakennettuna ei täytä energiatehokkuusvaatimuksia. Laskelmasta saatujen arvojen mukaan E-luku ylittyy roimasti, eikä ylityksen kompensointi eristekerrosten kasvattamisella ole kovin järkevää. Tästä johtuen normaalirakenteisen huvilan rakentaminen sähkölämmitteisenä ei ole mahdollista. (Kuva 19.)



KUVA 19. Sähkölämmityslaskelman tulos. (Liite 1.)

Sähkölämmitys aurinkokeräajällä

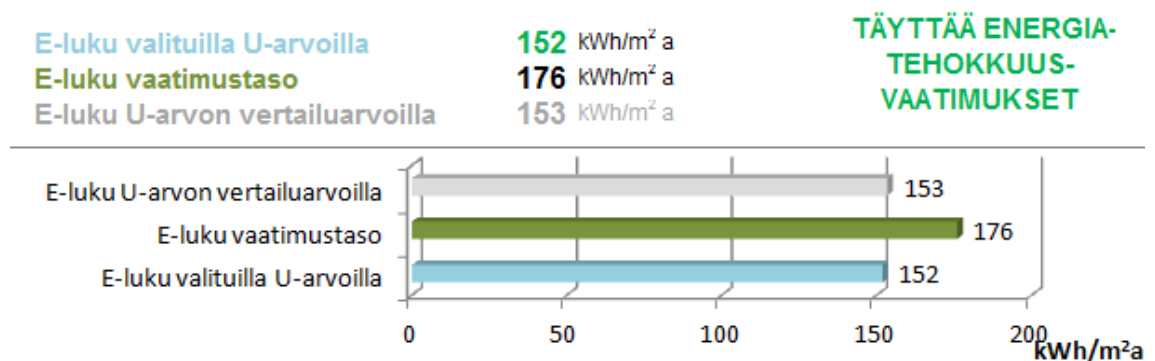
Mikäli samankokoinen pientalo halutaan rakentaa sähkölämmitteisenä, on sen eristepaksuuksia kasvatettava huomattavasti ja asennettava esimerkiksi aurinkoenergiaa hyödyntävä järjestelmä sähkön rinnalle. Laskelman avulla todettiin sen olevan mahdollista, kun eristepaksuuksia nostetaan passiivitalon vaatimusten tasolle, ilmanvaihtokone valitaan korkeammalla lämmöntalteenoton hyötysuhteella sekä lämmitysjärjestelmään kytketään 50 neliön suuruinen aurinkokeräinjärjestelmä. Tämä edellyttää vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän rakentamista. (Kuva 20.)



KUVA 20. Sähkölämmitys- ja aurinkoenergiälaskelman tulos. (Liite 2.)

Maalämpö

Maa-lämpöjärjestelmällä ostoenergian tarve on vertailuista järjestelmistä pienin, joten sen E-luku jää pieneksi ja täyttää vaatimustason helposti. Kulutshuipuissa tarvittavan ostoenergian määrä riippuu maa-lämpöjärjestelmän mitoituksesta. Usein se mitoitetaan tuottamaan noin 80 - 90 prosenttia kulutuksesta. (Kuva 21.)



KUVA 21. Maalämpölaskelman tulos. (Liite 3.)

Hybridijärjestelmä

Yhdistettäessä ilma-vesilämpöpumppuun aurinkoenergiajärjestelmä sekä varaava takka, saadaan niin sanottu hybridi-lämmitysjärjestelmä. Siinä automatiikka ohjaa eri lämmönlähteistä saatavaa energiaa ja maksimoi auringosta saadun energian hyödyntämisen. Kulutushuippujen aikana lämmön riittävyys voidaan varmistaa järjestelmään kuuluvalla sähkövastuksella. Tällä järjestelmällä E-luku on samalla tasolla maalämmön kanssa, kuten laskelma osoittaa. (Kuva 22.)

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Ilma-vesilämpöpumppu, aurinko, sähkö

Tilojen lämmitysjärjestelmän kuvaus:

Ilma-vesilämpöpumppu, aurinko, sähkö

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET	
Rakennuskohde	
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Vuokra-huvila (Luokka 1, Erilliset pientalot)
Rakennuksen valmistumisvuosi	
Lämmitetty nettoala, m ²	145.6
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	147 (< raja=168)

KUVA 22. Hybridilaskelman tulos. (Liite 4.)

6.1.2 Järjestelmien aloitus- ja käyttökustannukset

Lämmitysjärjestelmän valinnassa huomioidaan ensimmäisenä usein järjestelmän kustannukset, minkä lisäksi päätökseen vaikuttavat järjestelmän toiminta sekä sen vaikutukset ympäristöön. Kokonaiskustannusten laskeminen ei ole kuitenkaan helppoa, koska kustannuksiin vaikuttavat rakentamisvaiheen investoinnit, vuotuiset energiakustannukset ja perusmaksut sekä huolto- ja korjauskustannukset. Järjestelmien käyttöiät ovat jopa kymmeniä vuosia, kuitenkin vähintään noin 15 vuotta. Niinpä järjestelmien hintavertailuita on vaikea toteuttaa luotettavasti, kun energian hintakehityksen ennustaminen on lähes mahdotonta.

Rakennuksen koko ja käyttötarkoitus tulee ottaa huomioon lämmitysjärjestelmää valittaessa. Rakennuksessa, jossa asukkaiden määrä on suuri ja lämmitettäviä rakennuskuitioita on tavanomaista enemmän, on lämmittämisen tarve suurempi ja silloin käyttökus-

tannuksiltaan edullinen lämmitysjärjestelmä on kannattavampi kuin vastaavasti pienemmässä rakennuksessa, jossa lämmitystehon tarve on pienempi, kannattaa panostaa eristykseen ja siten minimoida lämmittämisen tarve.

Lämmitysjärjestelmään investoitaessa pitää pystyä näkemään tulevaisuuteen. Sijoitus kalliimpaan järjestelmään tarkoittaa usein halvemmän polttoaineen käyttöä ja siten pienempiä käyttökustannuksia. Pidemmällä aikavälillä kalliimmat järjestelmät usein maksavat itsensä takaisin, jonka jälkeen lämmittäminen on edullista.

(Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 13.)

Jokaiseen kohteeseen asennettava lämmitysjärjestelmä suunnitellaan tapauskohtaisesti rakennukseen sopivaksi, joten seuraavat investointikustannusarviot ovat arvioita ja antavat käsityksen järjestelmien kustannuseroista. (Kuva 23.)

Investointikustannusten suuruusluokkia

Oheiset hintahaarukat sisältävät koko lämmitysjärjestelmän kustannukset eli lämmöntuotto-, lämmönvarastointi- ja lämmönjakojärjestelmät sekä liittymismaksut.

Maalämpöpumppu	15 000–20 000 €
Pellettilämmitys	10 000–20 000 €
Ilma-vesilämpöpumppu	10 000–15 000 €
Kaukolämpö	10 000–15 000 €
Öljylämmitys	10 000–15 000 €
Poistoilmalämpöpumppu	7 500–12 500 €
Vesikiertoinen sähkölämmitys	7 500–12 500 €
Huonekoht. sähkölämmitys	5 000–10 000 €

KUVA 23. Lämmitysjärjestelmien investointikustannuksia. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2012, 13)

Investointikustannusten arvioiden perusteella voidaan todeta eri järjestelmien hintojen suuri vaihtelu. Halutessa edullisempaa energiaa hyödyntävä järjestelmä, nousevat investointikustannukset merkittävästi. Laskelmien avulla pystytään näkemään järjestelmien todelliset lämmityskustannukset. Laskelmia teettäessä on hyvä varmistaa tekijän puolueettomuus, sillä laitetoimittajat ovat valmiita tekemään energialaskelmia, joissa heidän tarjoamansa laitteisto saadaan näyttämään pääsääntöisesti edullisimmalta. Jokaiselle järjestelmälle on tyypillisiä piirteitä, jotka muodostavat osansa kustannusrakenteesta. Arvokkaampien järjestelmien, kuten maalämmön, hankintakustannukset ovat suuria mutta energian tuottaminen on edullisempaa, kun taas hankintahinnaltaan edullinen sähkölämmitys käyttää ainoastaan hinnaltaan noususuunnassa olevaa sähköenergiaa. (Kuva 23.)

Varaavan sähkölämmityksen ja maalämmön vuosittaiset lämmityskulut ovat lähellä toisiaan. Maalämmön edullinen energiakulu ja puolestaan sähkölämmityksen edullinen hankintahinta tasaavat niiden vuotuisen lämmityskulun samalle tasolle. Laskelma on tehty 15 vuoden jaksolle, jonka jälkeen maalämpö on maksanut järjestelmän hinnan takaisin ja alkaa tuottaa edullista energiaa sähkölämmitykseen verrattuna. Laskelman mukaan sähköenergian tehostamisella saataisiin edullista energiaa edullisemmalla järjestelmällä. Ilma-ilma - ja ilma-vesi-lämpöpumppuja hyödyntämällä saadaan sähkön hyötysuhdetta parannettua tuntuvasti ja täten järjestelmä on hankintahinnaltaan edullisempi kuin maalämpö. (Kuva 24.)

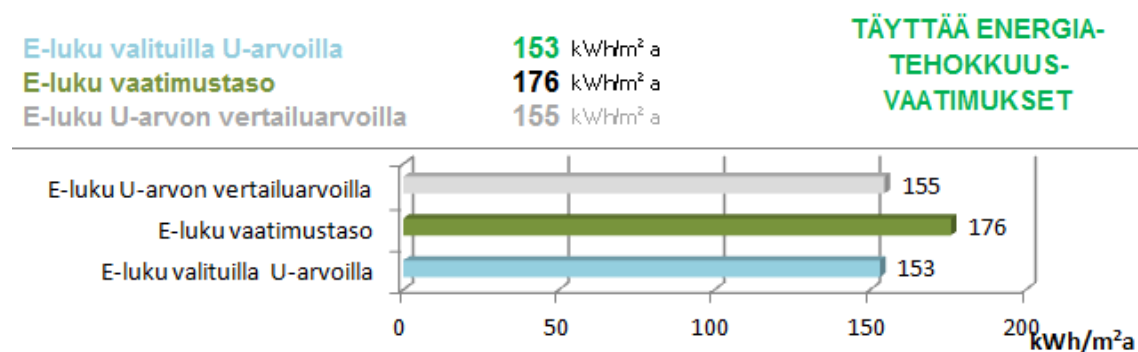
	Puupelletti	Öljy	Varaava sähkö	Maalämpö (l.pumppu)
Tyypillisesti, pientalot (€)	8 500-16 000€	7 000-10 000€	6 000-8 000€	15 000-20 000€
Lämmitysjärjestelmän investointikustannukset (€)	15000 €	13000 €	7500 €	20000 €
)Investointituki	0 €	0 €	0 €	0 €
Vuosittaiset lämmityskulut				
Investointikulut (€/a) (vuodessa)	1445 €/a	1252 €/a	723 €/a	1927 €/a
Vuosittainen polttoaine-/energiakulu (€/a)	1499 €/a	3071 €/a	2374 €/a	988 €/a
Vuosittaiset lämmityskulut yhteensä (€/a)	2944 €/a	4323 €/a	3097 €/a	2915 €/a
Lämmityskulut yhteensä (c/kWh)	12.9 c/kWh	19.0 c/kWh	13.6 c/kWh	12.8 c/kWh

KUVA 24. Vuosittaiset lämmityskulut eri järjestelmillä. (Liite 5.)

6.1.3 Suunnittelun vaikutus

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on mahdollista vaikuttaa rakennuksen E-lukuun, sillä sitä laskiessa ikkunoiden vaikutus riippuu niiden osoittamasta ilmansuunnasta. Huvilarakentamisessa hyödynnetään usein suuria ikkunapinta-aloja luomaan tunnelmaa maiseman avulla. Suuri ikkunoiden pinta-ala saattaa aiheuttaa E-luvun ylittymisen, jolloin ikkunoiden suuntauksella voidaan vaikuttaa pieniin ylityksiin. Ikkunoiden edullisin suuntaus on etelään ja länteen, puolestaan pohjoiseen ja itään suuntaavat ikkunat heikentävät E-lukua enemmän.

Tehdyssä laskelmassa käännettiin Esimerkkitalon ikkunapinta-alat päinvastaiseen suuntaan, mutta ikkunapinta-alojen vähäisyys ei aiheuttanut suurta muutosta E-luvussa. Esimerkkitalon osalta vaikutus on heikentävästi $1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Laskelma tehtiin samoilla tiedoilla ylempänä olleen Maalämpö-laskelman kanssa. Ikkunapinta-alojen eron ollessa suurempi etelän ja pohjoisen sekä lännen ja idän välillä, näkyy vaikutus merkittävämpänä muutoksena. (Kuva 25.)



KUVA 25. Ikkunoiden ilmansuunnan vaikutus E-lukuun maalämpö-laskelmassa. (Liite 6.)

6.2 Järjestelmän valinta

Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavien ominaisuuksien arvioinnin tekee haasteelliseksi järjestelmien erilaisuus. Erityisesti vuokra-huvilarakentamisessa rakennuksen käytöllä ja maantieteellisellä sijainnilla on merkitystä, sillä Suomen etelä- ja pohjoisosien välisellä lämmitysolosuhteiden erolla on vaikutusta lämmitystarpeeseen.

Rakennuksen käyttötarkoitus saattaa rajata tiettyjä järjestelmiä valinnan ulkopuolelle. Vuokra-huiloissa järjestelmän nopea reagointikyky muuntuviin olosuhteisiin on ehdottoman tärkeää. Asukkaiden määrän vaihtelu lyhyelläkin aikavälillä vaatii lämmitysjärjestelmältä nopeaa säädettävyyttä. Öljy- ja sähkölämmityksen helppous ja säädettävyys ovat parhaasta päästä, mutta kustannuksia tarkastettaessa ei nämä tule vaihtoehtoiksi. Erilaisten hybridi- ja ilmaisenergiaa hyödyntävien järjestelmien huolellisella suunnitellulla ja toteutuksella pystytään minimoimaan vaihtelevasta käytöstä aiheutuvat ongelmat ja jatkuvan kehityksen avulla ominaisuudet vain paranevat.

6.2.1 Järjestelmien toimintavarmuus ja huolto

Jokainen järjestelmä tarvitsee säännöllistä huoltoa toimiakseen suunnitellulla tavalla. Tarkastukset, vuosihuollot ja ennakoivat toimenpiteet ovat välttämättömiä toimintavarmuuden turvaamiseksi. Pääsääntöisesti edullisempaa energiaa tuottava järjestelmä vaatii enemmän ylläpitoa, kun taas luotettavammasta energiasta joutuu maksamaan enemmän. Suora sähkölämmitys on erittäin varmatoiminen, eikä sen toiminta ole herkkä esimerkiksi sähkökatkoksille. Erilaista polttoainetta, kuten puuta tai öljyä käyttävät järjestelmät vaativat säännöllistä huoltoa, varsinkin puuta polttavat kattilat tulee nuohota useammin kuin öljykattilat.

Lämpöpumppuja hyödyntävät järjestelmät, kuten maalämpö, ilma-vesilämpöpumppu tai poistoilmalämpöpumppu, ovat yleistyneet ja niissä käytettävien laitteiden tarjonta on kasvanut reilusti, joka on osaltaan parantanut järjestelmiä ja kehittänyt niitä. Kyseisiä järjestelmiä pidetäänkin jo lähes yhtä luotettavina kuin muita lämmönlähteitä. Aurinkoenergian kytkeminen osaksi lämmitysjärjestelmää, ei heikennä sen toimintavarmuutta, sillä aurinkolämmön mahdollistamat lämmitysyksiköt osaavat säätää järjestelmää auringosta saatavan energian mukaan.

6.2.2 Lämmitys tulevaisuudessa

Energiahintojen kehitys viimeisen 10 vuoden aikana on osoittanut, etteivät lämmittämisen kustannukset tule putoamaan tasolle, jossa ne olivat vielä 1990-luvulla. Tästä johtuen lämmitysjärjestelmää valittaessa rakentajan pitäisi nähdä pitkälle tulevaisuuteen ja kyetä arvioimaan kustannusten muutokset pitkällä aikavälillä. Järjestelmien välisiä kustannuseroja ei voida mitata ainoastaan polttoaineiden hinnanmuutoksilla, koska erilaiset määräykset ja asetukset saattavat aiheuttaa suuriakin muutoksia. Tämän osoittaa uusien energiamääräysten voimaantulo ja lämmitysmuotojen kertoimet, joiden avulla pystytään ohjaamaan lämmitysjärjestelmien markkinaosuutta haluttuun suuntaan.

Rakennusten tiiveys ja energiatehokkuus tulevat olemaan asioita, joihin tulevaisuudessa tullaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota, joten rakennuksen lämmittämiseen tarvittavan energian määrä tulee laskemaan ja käyttösähkön sekä lämpimän käyttöveden tarvitseman energian osuus kasvamaan. Tulevaisuuden lämmitysmuodoilta vaaditaan entistä suurempaa kykyä tuottaa lämmintä käyttövettä hyödyntämällä mahdollisimman tehokkaasti ilmaisenergiaa. Mahdollisimman vähän ostoenergiaa tarvitseva lämmitysjärjestelmä on kenties varmempi sijoitus, koska energiahintojen kehityksen arvioiminen tulee olemaan vaikeaa. Fossiilisten polttoaineiden käyttöä tullaan luultavasti rajoittamaan entisestään ja tällöin luonnonmukaisemmat, kuten aurinko- ja tuulienergia, tulevat kasvattamaan suosiotaan.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämmitysjärjestelmän taloudellisuus on olennainen tekijä vuokraustoiminnan kannattavuudessa. Liiketoiminnan pitkäjänteisyys mahdollistaa lämmitysjärjestelmään sijoittamisen ja tekee siitä pääsääntöisesti kannattavaa. Rakentamiseen haettavan rahoituksen sekä mahdollisen avustuksen saatavuus tulee selvittää ajoissa ennen hankkeen aloittamista, sillä lämmitysjärjestelmän tyyppi voi vaikuttaa avustuksen suuruuteen. Taloudellisten selvitysten lisäksi lämmitysjärjestelmän muokattavuuteen tulee kiinnittää huomiota ja vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän valitseminen mahdollistaa lämmönlähteen muuttamisen tulevaisuudessa. Muutostöiden varalle on järkevää varustautua teknisen tilan suunnittelussa rakentamalla siitä hieman tarvittua suurempi.

Ilma-vesilämpöpumppu varustettuna aurinkokeräinjärjestelmällä sekä varaavalla, tai jopa vesikiertoisella takalla muodostaisivat hybridilämmitysjärjestelmän. Tämän avulla pystytään hyödyntämään ilmaisenergiaa auringosta sekä takasta saatavaa energiaa. Kuitenkin vesikiertoisen takan korkea hankintahinta voi muodostua syyksi varaavan takan valintaan, sillä sekin pystyy varastoimaan lämpöä ja jakamaan sitä huonetilaan. Maalämmön sekä varaavan sähköjärjestelmän lämmityskulut ovat 15 vuoden tarkasteluvälillä lähellä toisiaan. Maalämpöjärjestelmän hankintahinnan tullessa maksetuksi ovat lämmityskulut äärimmäisen pienet. Toisaalta sähköjärjestelmän tehostaminen lämpöpumpuilla joiden hyötysuhde on lähellä kahta, pienentäisi sähkön kulutusta reilusti ja järjestelmän takaisinmaksuaika olisi huomattavasti lyhyempi kuin maalämmöllä.

Öljyn hinnan kehitys tulee luultavasti jatkumaan nousevana, jolloin öljylämmityksen suosio vähenee. Myös suoran sähkölämmityksen valitseminen hankaloitui uusien energiamääräysten takia, kun eristepaksuuksia joutuisi kasvattamaan jopa kohtuuttomasti. Puolestaan poistoilmalämpöpumpun vaatima riittävä ilmastointi saattaisi muodostua ongelmaksi vuokrahuvilan epätasaisen käyttöasteen vuoksi. Vuokrahuvilarakentamisen asettamat vaatimukset huomioon ottaen maalämpö sekä hybridilämmitysjärjestelmä osoittautuvat soveltuvimmiksi lämmitysmuodoiksi.

Tämä opinnäytetyö toimii apuvälineenä lämmitysjärjestelmän valintaan vuokrahuvilaa rakentaessa. Työn avulla rakentaja saa nopeasti kokonaisvaltaisen käsityksen lämmitysjärjestelmistä, niiden valinnasta sekä uusien energiamääräysten vaikutuksista.

LÄHTEET

Biohousing. Energialaskuri. 2012. Käytetty 20.3.2013
<http://www.biohousing.eu.com/heatingtool/Ecalc.asp>

Energiateollisuus. Sähkölämmitys. Luettu 7.3.2013
<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/sahkolammitys>

Genergia. 2009. Aurinkoenergia Suomessa. Luettu 2.3.2013
http://www.genergia.fi/aurinkoenergia_suomessa/

Hybridilämmitys. Savon LVI-talo. Katsottu 17.3.2013
<http://www.savonlvi-talo.fi/tuotteet>

Kurnitski, J. 2012. Energiämääräykset 2012. Sastamala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Laitinen, J. 2010. Pieni suuri energiakirja. Tallinna: Kolofon Baltic.

Laskentapalvelut. E-luku laskuri. 2013. Käytetty 20.3.2013
<http://www.laskentapalvelut.fi/>

Lattialämmityskaapeli. Ensto. 2010. Katsottu 15.3.2013
<http://www.ensto.com/fi/ratkaisut/energiatehokasarki/kerrostalo/lattialammitys>

Lämmityksen hintojen kehitys vuosina 2004–2011. Waastek 2012. Katsottu 20.3.2013
<http://waastek.palvelut.pohjalainen.fi/2012/02/12/kaukolampo-kannattaa-waastekilla-danfossin-ja-kaukoran-tuotteet-0503170179/>

Lämpöpumpun toiminta. Kaukora. Katsottu 20.3.2013
<http://www.kaukora.fi/lampopumppulammitys/maalampopumput>

Lämpövinkki. Poistoilmalämpöpumppu. Luettu 12.3.2013
<http://www.lampovinkki.fi/DowebEasyCMS/?Page=Poistoilmalampopumppu>

Motiva. 2012. Lämmitysjärjestelmän valinta. Luettu 28.2.2013
<http://www.motiva.fi/rakentaminen/>

Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva. 2012. Tulostettu 1.3.2013
http://www.motiva.fi/files/6150/Pientalon_lammitysjarjestelmat2012.pdf

Puuinfo. E-luku laskuri. 2013. Käytetty 20.3.2013
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitushjelmat/e-lukulaskuri>

Sulpu. Maalämpöpumput. Luettu 12.3.2013
<http://www.sulpu.fi/lampopumpputyypit>

Tulikivi. 2013. Hybridivaraaja. Luettu 17.3.2013
http://www.tulikivi.fi/tuotteet/TulikiviGreen_W10-Vesilammitysjarjestelma

Tyhjiöputkikeräin. Kylpyhuonemarket. 2013. Katsottu 1.3.2013
<http://www.kylpyhuonemarket.fi/Tyhjioeutkikeraein-44M2>

Uusien rakennusten energiamääräykset 2012. Luettu 19.3.2013
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126212&lan=fi>

Vesikiertoinen lattialämmitys. Warmia. 2013. Katsottu 17.3.2013
<http://www.warmia.fi/fi/esitteet/kuvapankki/4/tavalliset-lattiarakenteet/>

Vesikiertoinen lämmityspatteri. Taloon.com. 2013. Katsottu 1.4.2013
<http://www.taloon.com/lammityspatteri-purmo-compact-c11-300-400-mm/LVI-5418202/dp>

Öljypellettikattila. Termocal. Katsottu 25.3.2013
<http://www.termocal.fi/index.php?mid=107>

LIITTEET

Liite 1.	Sähkölämmityslaskelma.....	48
Liite 2.	Sähkölämmitys- ja aurinkoenergiälaskelma.....	51
Liite 3.	Maalämpölaskelma.....	54
Liite 4.	Hybridilaskelma.....	57
Liite 5.	Lämmityskululaskelma.....	59
Liite 6.	Maalämpölaskelma käännettyillä ilmansuunnilla.....	61

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 1 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
	Rakennuskohde Huvila 140 m ² , 1 krs		
Sisältö E-lukulaskuri			

RAKENNUKSEN TIEDOT Täytä oletusarvot**Info**

Rakennusluokka	Erilliset pientalot		
Lämmitetty nettopinta-ala, A _{netto}	140	m ²	
Kerroslukumäärä	1		Rakennusvaipan massiivisuus Keskiraskas I

RAKENTEIDEN TIEDOT**Info**

	Pinta-ala m ²	U-arvon vertailuarvo W/m ² K	Käytettävä U-arvo W/m ² K	
Ulkoseinät	150,0	0,17	0,17	Ulkoseinän tyyppi Muu seinätyyppi
Yläpohja	140,0	0,09	0,09	
Alapohja	140,0	0,16	0,17	Alapohjan tyyppi Maata vasten
Kattoikkunat	0,0	1,00		
Ulko-ovet	6,0	1,00	1,00	
Ikkunapinta-ala	20 %			Ikkunoiden U-arvo: 0,90
Ikkunat pohjoiseen	9,8	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat itään	1,4	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat etelään	12,6	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat länteen	4,2	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6

RAKENTEIDEN LIITTYMIEN KYLMÄSILTOJEN TIEDOT**Info**

	Pituus m	Lisäkonduktanssi W/mK	Huonekorkeus m
Ulkoseinä - Yläpohja	53,8	0,1	3,0
Ulkoseinä - Alapohja	53,8	0,1	
Ulkoseinä - Välipohja	0,0	0,1	
Ulkoseinän ulkonurkka	15,0	0,0	
Ulkoseinän sisänurkka	3,0	0,0	
Ulkoseinä - ikkuna	80,0	0,0	
Ulkoseinä - ovi	14,4	0,0	

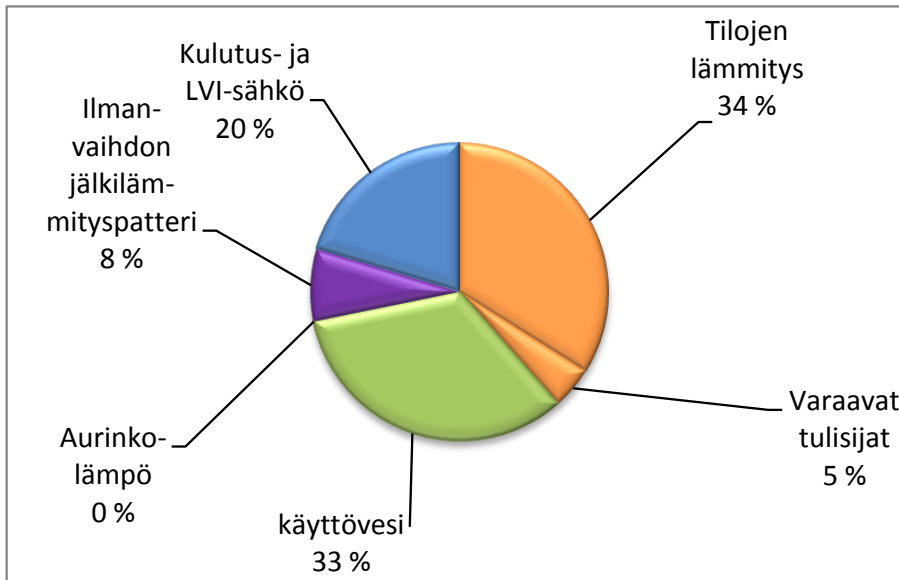
Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 2 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m2, 1krs	Sisältö E-lukulaskuri		

ILMANVAIHDON TIEDOT**Info**Koneellinen ilmanvaihto **Normaalilla hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto**IV-koneen LTO:n poistoilman vuosihyötysuhde SFP-luku kW/(m³/s)Tuloilman lämpötila jälkilämmityspatterin jälkeen °CJälkilämmityspatteri **Sähkölämmityspatteri**Ilmanvuotoluku (q₅₀) m³/(hm²)**LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TIEDOT****Info**Lämmitystapa **Suora sähkö**Tilojen lämmönjakojärjestelmä
Vesikieroinen lattialämmitys 40/30 °C - maata vasten rajoittuvassa rakenteessaVaraavien tulisijojen määrä Lämpimän käyttöveden varastointi **500 l varaaja, 40 mm eristys**Lämpimän käyttöveden kierto- ja siirtojohdot **Kiertojohto - suojaputki + eristetty perustasoon**Käyttöveeten kytkettyjä lämmityslaitteita **Ei****(Maalämpöpumppu)****Info (Poistoilmalämpöpumppu)****Info**Tuotto-osuus **Info** Tuotto-osuus **Info**SPF-luku (tilat) **Info** SPF-luku **Info**SPF-luku (käyttövesi) **Info**Aurinkolämpö (tukemaan käyttöveden lämmitystä) Aurinkokeräimen pinta-ala m²Suuntaus **pohjoinen/koillinen/luode**Omavaraissähkö kWh/a**Info**

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 3 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m ² , 1 krs	Sisältö E-lukulaskuri		

LASKENTATULOKSET VALITUILLA ARVOILLA

Info



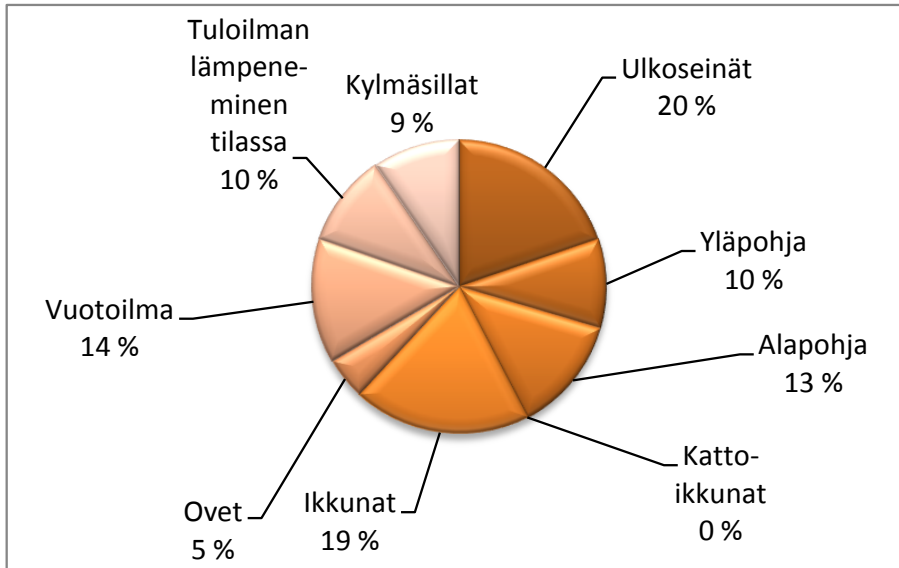
Kuvaaja 1. Energiamuotojen kertoimilla painotettu kokonaisenergiatarve

Laskennassa käytetyt U-arvot, W/m²K

Ulkoseinät	0,17
Yläpohja	0,09
Alapohja	0,17
Kattoikkunat	0,00
Ulko-ovet	1,00

Ikkunat

pohjonen	0,90
itä	0,90
etelä	0,90
länsi	0,90



Kuvaaja 2. Sisätilojen lämmitystarpeen jakautuminen

Kuvaajan 2 osuuksissa on huomioitu energiamuotojen kertoimien painotukset rakentamismääräysräsyräskoelman osan D3-2012 mukaisesti seuraavasti:

1,7 - sähkö

0,7 - kaukolämpö

1,0 - fossiiliset polttoaineet

0,5 - rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet

E-luku valituilla U-arvoilla

263 kWh/m²a

E-luku vaatimustaso

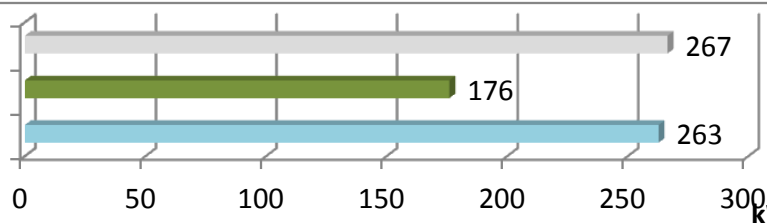
176 kWh/m²a

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

267 kWh/m²a

EI TÄYTÄ ENERGIA-TEHOKKUUSVAATIMUKSIA

E-luku U-arvon vertailuarvoilla



E-luku vaatimustaso

E-luku valituilla U-arvoilla

0 50 100 150 200 250 300 kWh/m²a

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 1 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m ² , 1 krs	Sisältö E-lukulaskuri		

 Täytä oletusarvot**RAKENNUKSEN TIEDOT**

Info

Rakennusluokka	Erilliset pientalot		
Lämmitetty nettopinta-ala, A _{netto}	140	m ²	
Kerroslukumäärä	1		Rakennusvaipan massiivisuus Keskiraskas I

RAKENTEIDEN TIEDOT

Info

	Pinta-ala m ²	U-arvon vertailuarvo W/m ² K	Käytettävä U-arvo W/m ² K	
Ulkoseinät	150,0	0,17	0,10	Ulkoseinän tyyppi Muu seinätyyppi
Yläpohja	140,0	0,09	0,05	
Alapohja	140,0	0,16	0,10	Alapohjan tyyppi Maata vasten
Kattoikkunat	0,0	1,00		
Ulko-ovet	6,0	1,00	0,90	
Ikkunapinta-ala	20 %			Ikkunoiden U-arvo: 0,80
Ikkunat pohjoiseen	9,8	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat itään	1,4	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat etelään	12,6	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat länteen	4,2	1,00	0,8	Ikkunan g-arvo 0,6

RAKENTEIDEN LIITTYMIEN KYLMÄSILTOJEN TIEDOT

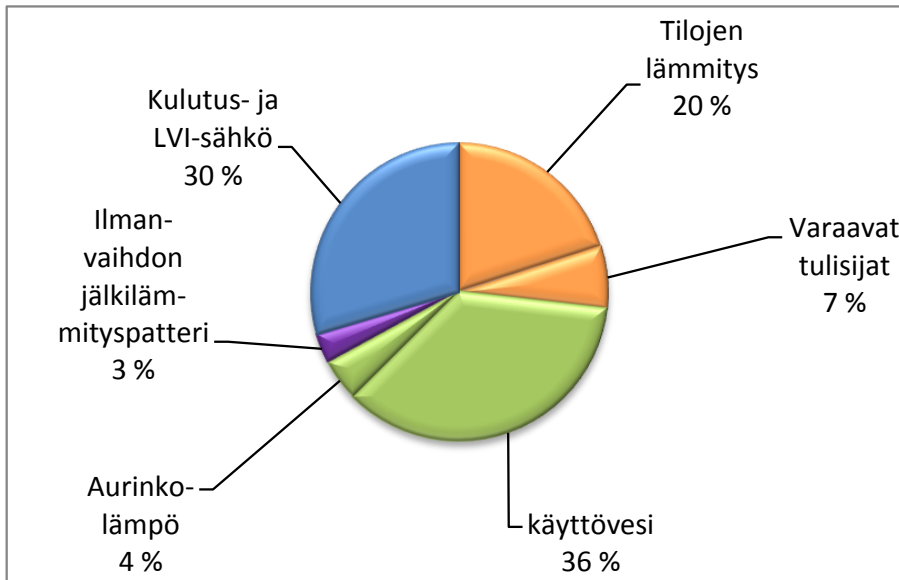
Info

	Pituus m	Lisäkonduktanssi W/mK	Huonekorkeus m
Ulkoseinä - Yläpohja	53,8	0,1	3,0
Ulkoseinä - Alapohja	53,8	0,1	
Ulkoseinä - Välipohja	0,0	0,1	
Ulkoseinän ulkonurkka	15,0	0,0	
Ulkoseinän sisänurkka	3,0	0,0	
Ulkoseinä - ikkuna	80,0	0,0	
Ulkoseinä - ovi	14,4	0,0	

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 2 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m2, 1kr	Sisältö E-lukulaskuri		

ILMANVAIHDON TIEDOT**Info**Koneellinen ilmanvaihto **Korkealla hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto**IV-koneen LTO:n poistoilman vuosihyötysuhde **0,8**SFP-luku **1,5** kW/(m³/s)Tuloilman lämpötila jälkilämmityspatterin jälkeen **18,0** °CJälkilämmityspatteri **Sähkölämmityspatteri**Ilmanvuotoluku (q₅₀) **2** m³/(hm²)**LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TIEDOT****Info**Lämmitystapa **Suora sähkö**Tilojen lämmönjakojärjestelmä
Vesikieroinen lattialämmitys 40/30 °C - maata vasten rajoittuvassa rakenteessaVaraavien tulisijojen määrä **1**Lämpimän käyttöveden varastointi **500 l varaaja, 40 mm eristys**Lämpimän käyttöveden kierto- ja siirtojohdot **Kiertojohto - suojaputki + eristetty perustasoon**Käyttöveteen kytkettyjä lämmityslaitteita **Ei****(Maalämpöpumppu)****Info (Poistoilmalämpöpumppu)****Info**Tuotto-osuus **0,0****Info** Tuotto-osuus **0,0****Info**SPF-luku (tilat) **0,0****Info** SPF-luku **0,0****Info**SPF-luku (käyttövesi) **0,0****Info**Aurinkolämpö (tukemaan käyttöveden lämmitystä) **Kyllä**Aurinkokeräimen pinta-ala **50** m²Suuntaus **pohjoinen/koillinen/luode**Omavaraissähkö **0** kWh/a**Info**

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 3 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m ² , 1 krs	Sisältö E-lukulaskuri		

LASKENTATULOKSET VALITUILLA ARVOILLA**Info**

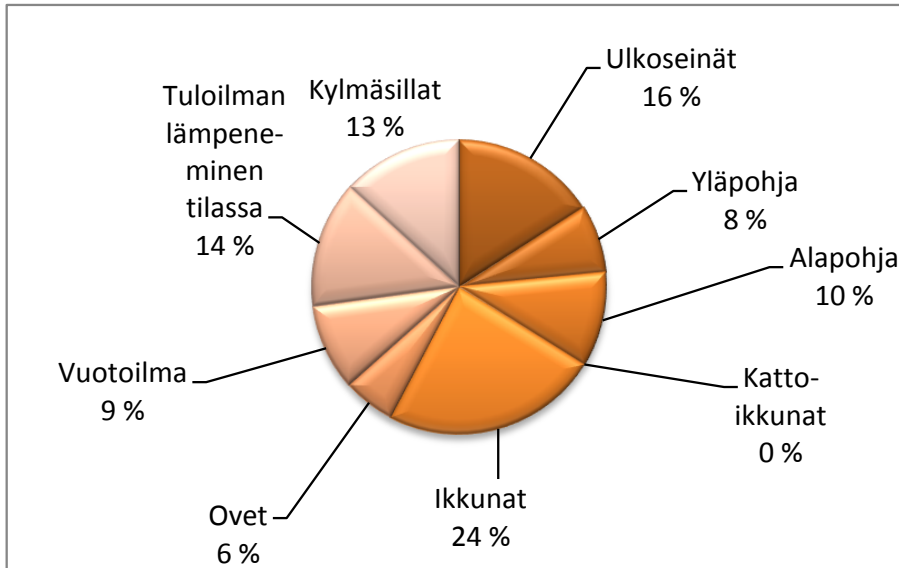
Kuvaaja 1. Energiamuotojen kertoimilla painotettu kokonaisenergiatarve

Laskennassa käytetyt U-arvot, W/m²K

Ulkoseinät	0,10
Yläpohja	0,05
Alapohja	0,10
Kattoikkunat	0,00
Ulko-ovet	0,90

Ikkunat

pohjonen	0,80
itä	0,80
etelä	0,80
länsi	0,80



Kuvaaja 2. Sisätilojen lämmitystarpeen jakautuminen

Kuvaajan 2 osuuksissa on huomioitu energiamuotojen kertoimien painotukset rakentamismääräysräsyräskoelman osan D3-2012 mukaisesti seuraavasti:

1,7 - sähkö**0,7 - kaukolämpö****1,0 - fossiiliset polttoaineet****0,5 - rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet****E-luku valituilla U-arvoilla****176 kWh/m²a****E-luku vaatimustaso****176 kWh/m²a****E-luku U-arvon vertailuarvoilla****233 kWh/m²a****TÄYTTÄÄ ENERGIA-TEHOKKUUS-VAATIMUKSET**

E-luku U-arvon vertailuarvoilla



E-luku vaatimustaso

E-luku valituilla U-arvoilla

0 50 100 150 200 250 kWh/m²a

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 1 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m ² , 1 krs	Sisältö E-lukulaskuri		

RAKENNUKSEN TIEDOT Täytä oletusarvot**Info**

Rakennusluokka	Erilliset pientalot		
Lämmitetty nettopinta-ala, A _{netto}	140	m ²	
Kerroslukumäärä	1		Rakennusvaipan massiivisuus Keskiraskas I

RAKENTEIDEN TIEDOT**Info**

	Pinta-ala m ²	U-arvon vertailuarvo W/m ² K	Käytettävä U-arvo W/m ² K	
Ulkoseinät	150,0	0,17	0,17	Ulkoseinän tyyppi Muu seinätyyppi
Yläpohja	140,0	0,09	0,09	
Alapohja	140,0	0,16	0,17	Alapohjan tyyppi Maata vasten
Kattoikkunat	0,0	1,00		
Ulko-ovet	6,0	1,00	1,00	
Ikkunapinta-ala	20 %			Ikkunoiden U-arvo: 0,90
Ikkunat pohjoiseen	9,8	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat itään	1,4	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat etelään	12,6	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat länteen	4,2	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6

RAKENTEIDEN LIITTYMIEN KYLMÄSILTOJEN TIEDOT**Info**

	Pituus m	Lisäkonduktanssi W/mK	Huonekorkeus m
Ulkoseinä - Yläpohja	53,8	0,1	3,0
Ulkoseinä - Alapohja	53,8	0,1	
Ulkoseinä - Välipohja	0,0	0,1	
Ulkoseinän ulkonurkka	15,0	0,0	
Ulkoseinän sisänurkka	3,0	0,0	
Ulkoseinä - ikkuna	80,0	0,0	
Ulkoseinä - ovi	14,4	0,0	

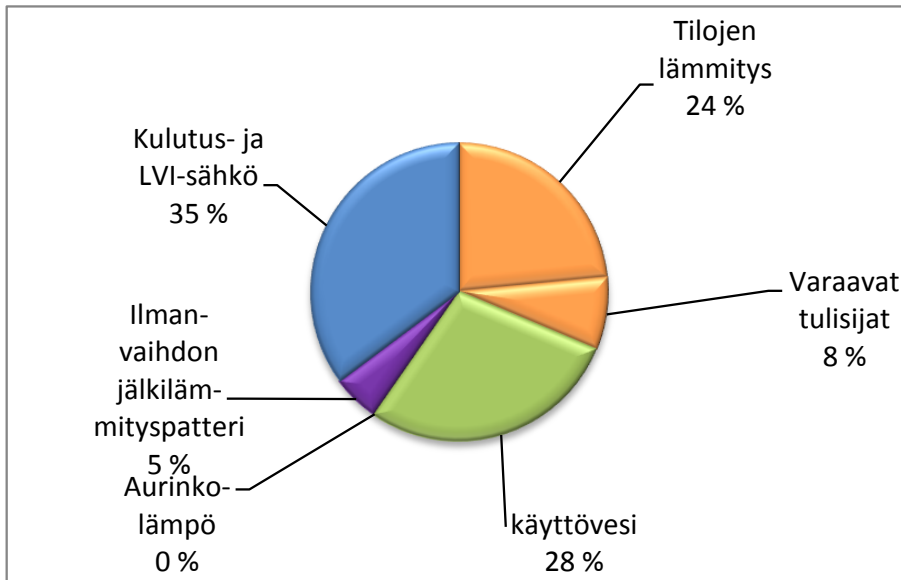
Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 2 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m2, 1kr	Sisältö E-lukulaskuri		

ILMANVAIHDON TIEDOT**Info**Koneellinen ilmanvaihto **Normaalilla hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto**IV-koneen LTO:n poistoilman vuosihyötysuhde **0,6**SFP-luku **1,8** kW/(m³/s)Tuloilman lämpötila jälkilämmityspatterin jälkeen **18,0** °CJälkilämmityspatteri **Kytetty lämmitysjärjestelmään**Ilmanvuotoluku (q₅₀) **4** m³/(hm²)**LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TIEDOT****Info**Lämmitystapa **Maalämpöpumppu**Tilojen lämmönjakojärjestelmä
Vesikieroinen lattialämmitys 40/30 °C - maata vasten rajoittuvassa rakenteessaVaraavien tulisijojen määrä **1**Lämpimän käyttöveden varastointi **500 l varaaja, 40 mm eristys**Lämpimän käyttöveden kierto- ja siirtojohdot **Kiertojohto - suojaputki + eristetty perustasoon**Käyttöveteen kytkettyjä lämmityslaitteita **Ei****Maalämpöpumppu****Info (Poistoilmalämpöpumppu)****Info**Tuotto-osuus **0,9****Info** Tuotto-osuus **0,0****Info**SPF-luku (tilat) **3,0****Info** SPF-luku **0,0****Info**SPF-luku (käyttövesi) **2,3****Info**Aurinkolämpö (tukemaan käyttöveden lämmitystä) **Ei**Aurinkokeräimen pinta-ala **50** m²Suuntaus **pohjoinen/koillinen/luode**Omavaraissähkö **0** kWh/a**Info**

Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 3 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m2, 1krs	Sisältö E-lukulaskuri		

LASKENTATULOKSET VALITUILLA ARVOILLA

Info



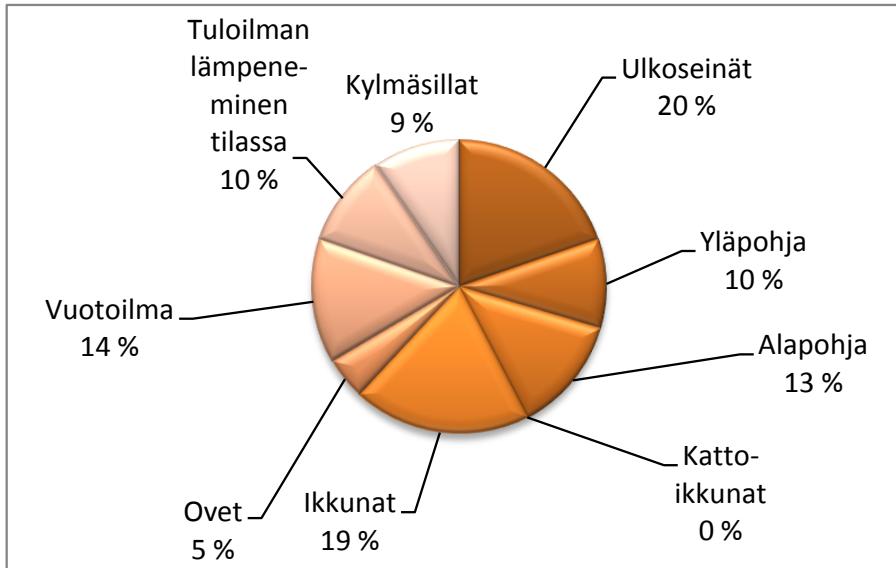
Kuvaaja 1. Energiamuotojen kertoimilla painotettu kokonaisenergiatarve

Laskennassa käytetyt U-arvot, W/m²K

Ulkoseinät	0,17
Yläpohja	0,09
Alapohja	0,17
Kattoikkunat	0,00
Ulko-ovet	1,00

Ikkunat

pohjonen	0,90
itä	0,90
etelä	0,90
länsi	0,90



Kuvaaja 2. Sisätilojen lämmitystarpeen jakautuminen

Kuvaajan 2 osuuksissa on huomioitu energiamuotojen kertoimien painotukset rakentamismääräysräsyräskoelman osan D3-2012 mukaisesti seuraavasti:

1,7 - sähkö

0,7 - kaukolämpö

1,0 - fossiiliset polttoaineet

0,5 - rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet

E-luku valituilla U-arvoilla

152 kWh/m²a

E-luku vaatimustaso

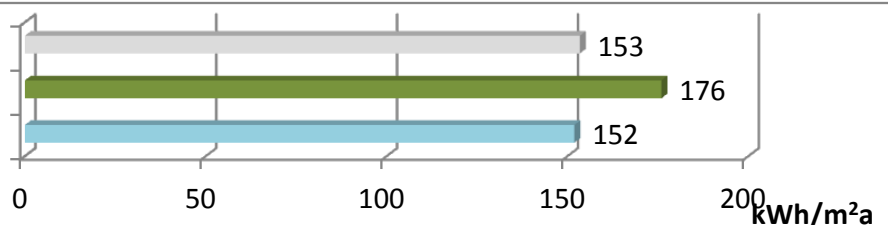
176 kWh/m²a

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

153 kWh/m²a

TÄYTTÄÄ ENERGIA-TEHOKKUUSVAATIMUKSET

E-luku U-arvon vertailuarvoilla



E-luku valituilla U-arvoilla

kWh/m²a

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Vuokra-huvila (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi		Lämmitetty nettoala	145.6	m ²
Rakennusvaippa				
Ilmanvuotoluku q50	4	m ³ /(h m ²)		
	A m ²	U W/(m ² K)	UxA W/K	Osuus lämpöhäviöstä %
Ulkoseinät	150.00	0.17	25.50	23.67
Yläpohja	140.00	0.09	12.60	11.70
Alapohja	140.00	0.16	22.40	20.79
Ikkunat	33.00	0.90	29.70	27.57
Ulko-ovet	6.40	1.00	6.40	5.94
Kylmäsiillat	-	-	11.14	10.34
Ikkunat ilmansuunnittain				
	A m ²	U W/(m ² K)	g_{kohtisuora}-arvo -	
Pohjoinen	9.00	0.90	0.56	
Itä	5.00	0.90	0.56	
Etelä	15.00	0.90	0.56	
Länsi	4.00	0.90	0.56	
Vaakataso	-	-	-	
Vaakataso (kattokupu)	-	-	-	
Ilmanvaihtojärjestelmä				
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Sunair 431-EC (31-106 L/s)			
	Ilmavirta tulo/poisto (m ³ /s) / (m ³ /s)	Järjestelmän SFP-luku kW/(m ³ /s)	LTO:n lämpötilasuhde -	Jäätymisenesto C
Pääilmanvaihtokoneet	0.058 / 0.058	2.0	> 45	0.00
Erillispoistot			-	
Ilmanvaihtojärjestelmä	0.058 / 0.058	2.0	-	
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:		73.2 %		
Lämmitysjärjestelmä				
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Ilma-vesilämpöpumppu, aurinko, sähkö			
	Tuoton hyötysuhde -	Jaon ja luovutuksen hyötysuhde -	Lämpökerroin (1)	Apulaitteiden sähkönkäyttö (2) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen ja iv:n lämmitys		80 %	2.80	2.50
LKV:n valmistus		85 %	2.10	4.12
(1) vuoden keskimääräinen lämpökerroin lämpöpumpulle				
(2) lämpöpumppujärjestelmissä voi sisältyä lämpöpumpun vuoden keskimääräiseen lämpökertoimeen				
	Määrä kpl	Tuotto kWh		
Varaava tulisija	1	2000		
Ilmalämpöpumppu				
Jäähdytysjärjestelmä				
	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin			
Jäähdytysjärjestelmä	-			
Lämmin käyttövesi				
	Ominaiskulutus dm ³ /(m ² vuosi)	Lämmitysenergian nettotarve kWh/(m ² vuosi)		
Lämmin käyttövesi	600.00	35		
Sisäiset lämpökuormat eri käyttöasteilla				
	Käyttöaste -	Henkilöt W/m ²	Kuluttajalaitteet W/m ²	Valaistus W/m ²
Henkilöt ja kuluttajalaitteet	60 %	2.00	3.00	
Valaistus	10 %			8.00

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET				
Rakennuskohde				
Rakennuksen käyttötarkoituksaluokka	Vuokra-huvila (Luokka 1, Erilliset pientalot)			
Rakennuksen valmistumisvuosi				
Lämmitetty nettoala, m ²	145.6			
E-luku, kWhE/(m ² vuosi)	147 (< raja=168)			
E-luvun erittely				
Käytettävät energiamuodot	Laskettu ostoenergia kWh/vuosi	Energiamuodon Kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWhE/vuosi kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	11546	1.70	19628	135
Uusiutuva polttoaine (Puu)	3333	0.50	1666	11
YHTEENSÄ	14879		21295	146
Uusiutuva omavaraisenergia, hyödyksikäytetty osuus				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Aurinkokeräimet		2738	18.80	
Lämpö ulkoilmasta		8011	55.02	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiakulutus				
		Sähkö kWh/(m ² vuosi)	Lämpö kWh/(m ² vuosi)	Kaukojäähdytys kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä				
Tilojen lämmitys (1)		2.5	63.5	
Tuloilman lämmitys		2.4		
Lämpimän käyttöveden valmistus		4.1	47.0	
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus		7.0		
Jäähdytysjärjestelmä				
Kuluttajalaitteet ja valaistus		22.8		
YHTEENSÄ		38.8	110.5	0
<small>(1) Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen</small>				
Energian nettotarve				
		kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	
Tilojen lämmitys (2)		9392	65	
Ilmanvaihdon lämmitys (3)		959	7	
Lämpimän käyttöveden valmistus		5096	35	
Jäähdytys		0	0	
<small>(2) sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa</small>				
<small>(3) laskettu lämmöntalteenoton kanssa</small>				
Lämpökuormat				
		kWh/a	kWh/(m ² a)	
Aurinko		7147	49.09	
Ihmiset		1531	10.52	
Kuluttajalaitteet		2296	15.77	
Valaistus		1020	7.01	
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä		425	2.92	
Laskentatyökalun nimi ja versionumero				
Laskentatyökalun nimi ja versionumero		www.laskentapalvelut.fi, versio 1.2 (17.3.2013)		

Energialaskuri (Finland)

Tässä osiossa voit laskea omakotitalon kuluttaman vuosittaisen lämpöenergian määrän ja vertailla eri lämmitysmuotojen vuotuisia kustannuksia antamillasi lähtötiedoilla. Voit muuttaa vihreitten kenttien arvoja; tehdyt muutokset laskuri huomioi automaattisesti.

Vertailun helpottamiseksi laskurissa vertaillaan pääasiallisia lämmitysjärjestelmiä, joissa käytetään vesikiertoista lämmönjakojärjestelmää. Lämmönjakojärjestelmän kustannukset eivät sisälly lähtötietoihin. Ei sisällä myöskään tila-/huoltokustannuksia.

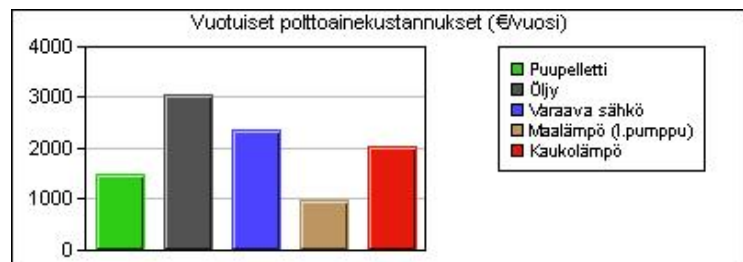
Hyödyllistä lisätietoa saat klikkaamalla kenttiä, joiden vieressä on (i)-merkki.

Laskurin toteuttamisesta on vastannut osana BioHousing-hanketta Jyväskylän ammattikorkeakoulu (Bioenergiakeskus) yhteistyössä VTT:n, Jyväskylä Innovation Oy:n, kansainvälisten projektipartereiden ja Atlantis Consulting Oy:n kanssa.

Laskurin tulokset ovat suuntaa antavia. Käyttäjä on vastuussa lähtötietojen oikeellisuudesta. Polttoaineiden hinnat päivitetty: 1.2.2012.

1. Kiinteistön tiedot

Huoneiston pinta-ala	<input type="text" value="140"/>	m ²
Huonekorkeus (m)	<input type="text" value="3"/>	m
Rakennustilavuus	<input type="text" value="420"/>	m ³
Asukasmäärä	<input type="text" value="6"/>	
Ominaiskulutus	<input type="text" value="40"/>	kWh/m ³
Käyttöveden lämmitys	<input type="text" value="6.0"/>	MWh/a
Lämpöenergia yhteensä vuodessa	<input type="text" value="22.8"/>	MWh



2. Polttoaineiden hinnat

Puupelletti	<input type="text" value="254.1"/>	€/tn	Hinnat
Öljy	<input type="text" value="1.172"/>	€/l	Hinnat
Varaava sähkö	<input type="text" value="10.32"/>	c/kWh	Hinnat
Maalämpö (l.pumppu)	<input type="text" value="12.2"/>	c/kWh	Hinnat
Kaukolämpö	<input type="text" value="8.629"/>	c/kWh	Hinnat



Puun hiilidioksidipäästöjä ei lasketa Suomen hiilidioksidipäästöihin, koska puupolttoaineiden laskennallinen nettopäästö on 0.

3. Vuotuiset polttoainekustannukset

	Puupelletti	Öljy	Varaava sähkö	Maalämpö (l.pumppu)	Kaukolämpö
Tyypillisiä hyötysuhdearvoja	80 - 85	85 - 88		2.3 - 3.0	
Vuosihyötysuhde	<input type="text" value="82"/> %	<input type="text" value="87"/> %	<input type="text" value="99"/> %	<input type="text" value="2.8"/> cop	<input type="text" value="97"/> %
Käytetty energia	<input type="text" value="27.8"/> MWh/a	<input type="text" value="26.2"/> MWh/a	<input type="text" value="23.0"/> MWh/a	<input type="text" value="8.1"/> MWh/a	<input type="text" value="23.5"/> MWh/a
Polttoaineen energiasisältö	<input type="text" value="4.75"/> MWh/tn	<input type="text" value="10"/> kWh/l			
Polttoaineen tarve	<input type="text" value="5.9"/> tn/a	<input type="text" value="2620.0"/> l/a			
Vuotuiset polttoainekustannukset	<input type="text" value="1499"/> €/a	<input type="text" value="3071"/> €/a	<input type="text" value="2374"/> €/a	<input type="text" value="988"/> €/a	<input type="text" value="2028"/> €/a
Pellettivaraston koko (nettotilavuus)	<input type="text" value="8.9"/> m ³				
Suuntaa antava arvio tarvittavasta kattilatehosta (min)	<input type="text" value="7.6"/> kW				

4. Investointi kustannukset

Korko %
 Laskenta-aika vuotta



	Puupelletti	Öljy	Varaava sähkö	Maalämpö (l.pumppu)	Kaukolämpö
Tyypillisesti, pientalot (€)	8 500-16 000€	7 000-10 000€	6 000-8 000€	15 000-20 000€	6 000-9 000€
Lämmitysjärjestelmän investointikustannukset (€)	<input type="text" value="15000"/> €	<input type="text" value="13000"/> €	<input type="text" value="7500"/> €	<input type="text" value="20000"/> €	<input type="text" value="0"/> €
Investointituki	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €	<input type="text" value="0"/> €

Vuosittaiset lämmityskulut

Investointikulut (€/a) (vuodessa)	<input type="text" value="1445"/> €/a	<input type="text" value="1252"/> €/a	<input type="text" value="723"/> €/a	<input type="text" value="1927"/> €/a	<input type="text" value="0"/> €/a
Vuosittainen polttoaine-/energiakulu (€/a)	<input type="text" value="1499"/> €/a	<input type="text" value="3071"/> €/a	<input type="text" value="2374"/> €/a	<input type="text" value="988"/> €/a	<input type="text" value="2028"/> €/a
Vuosittaiset lämmityskulut yhteensä (€/a)	<input type="text" value="2944"/> €/a	<input type="text" value="4323"/> €/a	<input type="text" value="3097"/> €/a	<input type="text" value="2915"/> €/a	<input type="text" value="2028"/> €/a
Lämmityskulut yhteensä (c/kWh)	<input type="text" value="12.9"/> c/kWh	<input type="text" value="19.0"/> c/kWh	<input type="text" value="13.6"/> c/kWh	<input type="text" value="12.8"/> c/kWh	<input type="text" value="8.9"/> c/kWh

TULOSTA

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	OPINNÄYTE	
	Päiväys	Tekijä
	20.3.2013	AM
Rakennuskohde	Sisältö	
Huvila 140 m ² , 1 krs	E-lukulaskuri	

RAKENNUKSEN TIEDOT Täytä oletusarvot**Info**

Rakennusluokka	Erilliset pientalot	
Lämmitetty nettopinta-ala, A _{netto}	140	m ²
Kerroslukumäärä	1	Rakennusvaipan massiivisuus Keskiraskas I

RAKENTEIDEN TIEDOT**Info**

	Pinta-ala m ²	U-arvon vertailuarvo W/m ² K	Käytettävä U-arvo W/m ² K	
Ulkoseinät	150,0	0,17	0,17	Ulkoseinän tyyppi Muu seinätyyppi
Yläpohja	140,0	0,09	0,09	
Alapohja	140,0	0,16	0,17	Alapohjan tyyppi Maata vasten
Kattoikkunat	0,0	1,00		
Ulko-ovet	6,0	1,00	1,00	
Ikkunapinta-ala	20 %			Ikkunoiden U-arvo: 0,90
Ikkunat pohjoiseen	12,6	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat itään	4,2	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat etelään	9,8	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6
Ikkunat länteen	1,4	1,00	0,9	Ikkunan g-arvo 0,6

RAKENTEIDEN LIITTYMIEN KYLMÄSILTOJEN TIEDOT**Info**

	Pituus m	Lisäkonduktanssi W/mK	Huonekorkeus m
Ulkoseinä - Yläpohja	53,8	0,1	3,0
Ulkoseinä - Alapohja	53,8	0,1	
Ulkoseinä - Välipohja	0,0	0,1	
Ulkoseinän ulkonurkka	15,0	0,0	
Ulkoseinän sisänurkka	3,0	0,0	
Ulkoseinä - ikkuna	80,0	0,0	
Ulkoseinä - ovi	14,4	0,0	

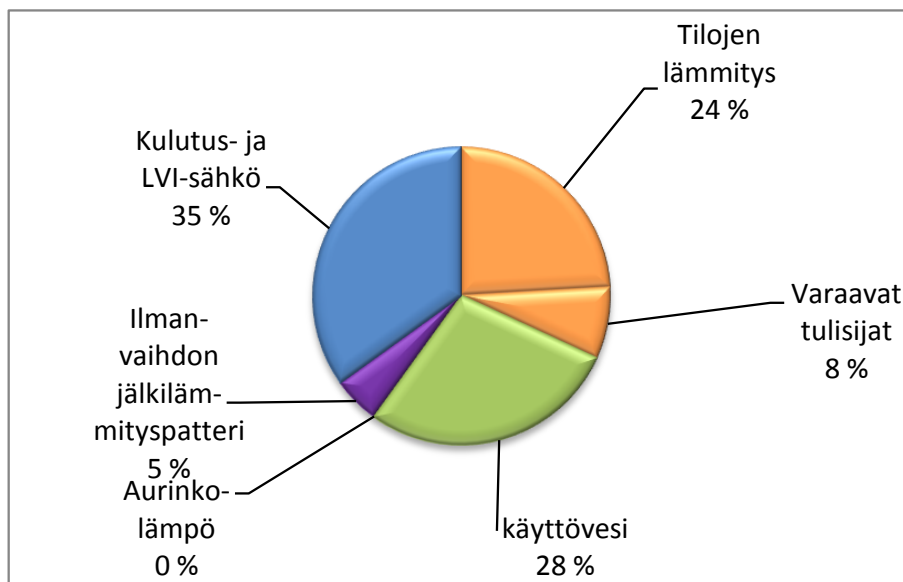
Suunnittelutoimisto X	Työn nro OPINNÄYTE		Sivu 2 / 3
	Päiväys 20.3.2013	Tekijä AM	
Rakennuskohde Huvila 140 m2, 1kr	Sisältö E-lukulaskuri		

ILMANVAIHDON TIEDOT**Info**Koneellinen ilmanvaihto **Normaalilla hyötysuhteella toimiva ilmanvaihto**IV-koneen LTO:n poistoilman vuosihyötysuhde **0,6**SFP-luku **1,8** kW/(m³/s)Tuloilman lämpötila jälkilämmityspatterin jälkeen **18,0** °CJälkilämmityspatteri **Kytetty lämmitysjärjestelmään**Ilmanvuotoluku (q₅₀) **4** m³/(hm²)**LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN TIEDOT****Info**Lämmitystapa **Maalämpöpumppu**Tilojen lämmönjakojärjestelmä
Vesikieroinen lattialämmitys 40/30 °C - maata vasten rajoittuvassa rakenteessaVaraavien tulisijojen määrä **1**Lämpimän käyttöveden varastointi **500 l varaaja, 40 mm eristys**Lämpimän käyttöveden kierto- ja siirtojohdot **Kiertojohto - suojaputki + eristetty perustasoon**Käyttöveteen kytkettyjä lämmityslaitteita **Ei****Maalämpöpumppu****Info (Poistoilmalämpöpumppu)****Info**Tuotto-osuus **0,9** **Info** Tuotto-osuus **0,0** **Info**SPF-luku (tilat) **3,0** **Info** SPF-luku **0,0** **Info**SPF-luku (käyttövesi) **2,3** **Info**Aurinkolämpö (tukemaan käyttöveden lämmitystä) **Ei**Aurinkokeräimen pinta-ala **50** m²Suuntaus **pohjoinen/koillinen/luode**Omavaraissähkö **0** kWh/a **Info**

Suunnittelutoimisto	Työn nro	Sivu
X	OPINNÄYTE	
	Päiväys	Tekijä
Rakennuskohde	Sisältö	
Huvila 140 m ² , 1krs	E-lukulaskuri	
		3 / 3

LASKENTATULOKSET VALITUILLA ARVOILLA

Info



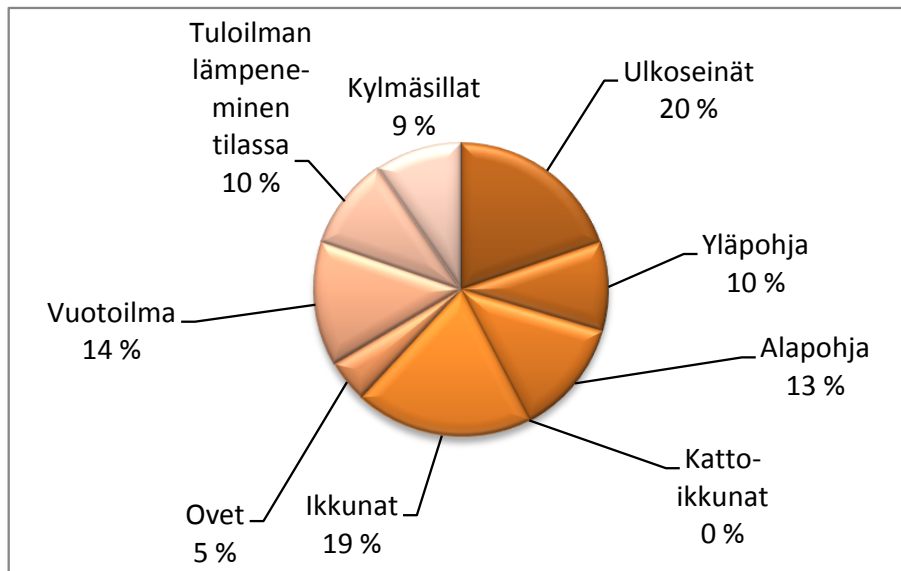
Kuvaaja 1. Energiamuotojen kertoimilla painotettu kokonaisenergiatarve

Laskennassa käytetyt U-arvot, W/m²K

Ulkoseinät	0,17
Yläpohja	0,09
Alapohja	0,17
Kattoikkunat	0,00
Ulko-ovet	1,00

Ikkunat

pohjonen	0,90
itä	0,90
etelä	0,90
länsi	0,90



Kuvaaja 2. Sisätilojen lämmitystarpeen jakautuminen

Kuvaajan 2 osuuksissa on huomioitu energiamuotojen kertoimien painotukset rakentamismääräysräsyräskokeelman osan D3-2012 mukaisesti seuraavasti:

1,7 - sähkö

0,7 - kaukolämpö

1,0 - fossiiliset polttoaineet

0,5 - rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet

E-luku valituilla U-arvoilla

153 kWh/m²a

E-luku vaatimustaso

176 kWh/m²a

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

155 kWh/m²a

TÄYTTÄÄ ENERGIA-TEHOKKUUSVAATIMUKSET

E-luku U-arvon vertailuarvoilla

155

E-luku vaatimustaso

176

E-luku valituilla U-arvoilla

153

