

Jere Koponen

Sähkölämmittäjän opas

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

5.9.2014

Tekijä Otsikko	Jere Koponen Sähkölämmittäjän opas
Sivumäärä Aika	51 sivua 5.9.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Tuotepäällikkö Anssi Airas Lehtori Matti Sundgren
<p>Insinööri työ käsittelee pientalojen sähkölämmitystä nykyisen energialainsäädännön valossa. Tiukat ympäristönsuojelu- ja energiansäästötavoitteet ovat vaikuttaneet osaltaan myös pientalojen energiatehokkuusvaatimuksiin. Rakennusten energiatehokkuuden määrittäminen perustuu laskennalliseen menetelmään, jossa eri energiamuotoja painotetaan niille määrätyillä kertoimilla. Nämä seikat aiheuttavat haasteita uuden pientalon sähkölämmityksen toteuttamiseen.</p> <p>Työn päätavoitteena oli selvittää sähkölämmityksen näkökulmasta nykyistä pientaloja koskevaa energialainsäädäntöä. Samalla etsittiin realistisia mahdollisuuksia toteuttaa sähkölämmitys uusissa alle 150 m²:ssä pientaloissa käyttäen päälämmitysmuotona sähköistä lattialämmitystä. Lisäksi koottiin materiaalia, josta tilaajayritys voi koostaa sähkölämmittäjän oppaan DEVI-lattialämmitystuotteiden myynnin ja markkinoinnin tueksi.</p> <p>Lainsäädäntöosiossa paneuduttiin pientaloja koskevaan suomalaiseen lainsäädäntöön ja sitä ohjaaviin Euroopan unionin direktiiveihin. Voimassa olevan lainsäädännön lisäksi työssä käytiin läpi yhteiskunnallista keskustelua herättäneen energiatodistuksen murrosta ja energialainsäädäntöön kohdistuvia poliittisia paineita.</p> <p>Työssä selvitettiin erilaisia mahdollisuuksia toteuttaa sähkölämmitys uudessa pientalossa. Selvityksen perusteella useissa kohteissa suora sähkölämmitys ei riitä täyttämään energiatehokkuusvaatimuksia, vaan rinnalla tulee käyttää joitain tukilämmitysmuotoja tai parantaa rakennuksen eristystasoa. Sähkölämmityksen toteuttamisen painopisteenä pidettiin alle 150 m² omakotitaloja, jotka ovatkin yleisimpiä rakennuskohteita. Työssä esiteltiin myös toteutettuja lämmitysratkaisuja esimerkkikohteiden avulla.</p>	
Avainsanat	Energialainsäädäntö, energiatodistus, sähköinen lattialämmitys

Author Title	Jere Koponen Guide for Electrical Heating
Number of Pages Date	51 pages 5 September 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Anssi Airas, Product Manager Matti Sundgren, Senior Lecturer
<p>This Thesis handles electrical heating of houses in light of current energy legislation. The thesis focuses small-family houses which are less than 150m². Tight decrees of the energy policy and high ambitions of environmental conservation have also had an impact on the requirement of the small houses' energy consumption. The energy efficiency of buildings is based on the computational method where different energy forms have different factors. These things make electrical heating more difficult in new small houses.</p> <p>The main objectives for the Thesis were. To clarify the current energy legislation which concerns houses that are less than 150m² To find out the realistic possibilities to use electrical floor heating as the main form of heating in new small houses, that are less than 150m². To gather material which the commissioner of this thesis could use to create a "guide for electrical heating".</p> <p>The part concerning legislation in Finland focuses on energy legislation of buildings and on European Union directives which affect national legislation. Furthermore, the thesis handles transformation of the energy legislation: the current energy certificate law has given rise to a debate and created political pressure to edit the legislation.</p> <p>In many modern small houses the electrical heating alone is not sufficient to meets the requirements of the energy legislation. Due to this, some support heating form should be used in addition to the main form of heating, or insulation level of the building should be improved. Implemented heating solutions are presented by concrete examples of building-cases.</p>	
Keywords	Energy legislation, Energy certificate, electrical floor heating

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennuksia koskeva energialainsäädäntö	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Energiatodistus	3
2.3	Energialainsäädäntö murroksessa	11
3	Pientalojen lämmitys	13
4	Sähkölämmitys lämmitysmuotona	16
4.1	Yleistä sähkölämmityksestä	16
4.2	Suoran sähkölämmityksen edut	16
5	Sähköinen lattialämmitys päälämmitysmuotona	18
5.1	Yleistä lattialämmityksestä	18
5.2	Erilaisia ratkaisuja	20
5.3	Lattialämmitysjärjestelmän suunnitteleminen	21
6	Sähköisen lattialämmityksen toteutus uusissa pientaloissa	22
6.1	Kohti energiatehokkaampia rakennuksia	22
6.2	Tukilämmitysmuodoilla apua energiatehokkuuteen	25
6.3	Pientalot alle 150 m ²	29
7	DEVI-lattialämmitystuotteet	32
7.1	Lattialämmityskaapelit yleisimpiin käyttökohteisiin	32
7.2	Helppoja asennusratkaisuja	33
7.3	Varmuutta ja turvallisuutta asumiseen	34
7.4	Ohjaimet lämmityksen säätöön ja älykkäät ratkaisut energian säästöön	35
8	Toteutettuja lattialämmitysratkaisuja	39
8.1	Yksiöpuutarhassa	39
8.1.1	Konsepti, pienennetään omakotitalo yksiöksi ja viedään se puutarhaan	39

8.1.2	Lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto	40
8.2	Pierusompio, älykkäällä lämmitysjärjestelmällä mitattua energiansäästöä	41
8.2.1	Alkuperäinen lämmitysjärjestelmä	42
8.2.2	Siirtyminen älykkääseen sähkölämmitykseen	42
8.2.3	Lämmitysjärjestelmien vertailu	45
9	Yhteenveto	47
	Lähteet	49

1 Johdanto

Insinööri työ käsittelee pientalojen sähkölämmitystä, energialainsäädännön tuomia haasteita sähkölämmityksen toteuttamiseen uudisrakennuskohteissa sekä etsii ratkaisuja viisaan sähkölämmitysjärjestelmän toteuttamiseen uudiskohteissa käyttäen päälämmitysmuotona sähköistä lattialämmitystä. Työssä esitellään myös konkreettisin esimerkein toteutettuja sähkölämmitysratkaisuja.

Insinööri työ on tehty Oy Danfoss Ab:n Heating Solutions -yksikölle. Oy Danfoss Ab on globaalisti toimivan Danfoss-konsernin Suomen myyntiyhtiö. Danfoss on Tanskan suurin teollisuusalan yritys ja yksi maailman johtavista lämmitykseen, jäähdytykseen ja ilmastointiin erikoistuneista yrityksistä. Danfoss-yhtiöllä on yli 18 000 työntekijää 21 tehtaassa ja 59 eri maassa. Danfoss perustettiin vuonna 1933.

Pientalojen energiatehokkuutta sanelevat lait, määräykset ja asetukset, jotka ovat usein rakentajille vieraita. Tavoitteena insinööri työllä on selvittää ja kuvata nykyinen energialainsäädäntö sekä koota ja tuottaa riittävästi tietoa sähkölämmityksen toteutuksen realistisista mahdollisuuksista uusissa pientaloissa. Näihin ratkaisuihin lukeutuu paitsi itse lämmitysjärjestelmä myös vaateet rakenteille sekä tukilämmitysmuotojen hyödyntämisen mahdollisuudet. Työssä perehdytään myös nykyaikaisiin energiaa säästäviin lämmityksenohjausjärjestelmiin. Työn pohjalta laaditaan sähkölämmittäjän opas, jolla esitellään kuluttajalle sähkölämmityksen periaatteita, toteutusmahdollisuuksia sekä viisaita sähköisiä lattialämmitysratkaisuja nykyinen energialainsäädäntö huomioiden. Sähkölämmittäjän oppaan on tarkoitus toimia DEVI-tuotteiden myynnin apuvälineenä. Vaikka työn pääasiallisena painopisteenä ovat uudet pientalot, sopivat työssä esitellyt lämmitysratkaisut myös saneerauskohteisiin.

Nykyisten energiatehokkuusvaatimusten ja ympäristötavoitteiden myötä myös pientalojen lämmitys on joutunut tarkempaan valvontaan. Uusia rakennuslupia haettaessa on voitava osoittaa että suunniteltu rakennus on riittävän energiatehokas. Lainsäädäntö nykyisellään määrittelee energiatehokkuutta vain laskennallisesti, mikä on tuonut haasteita etenkin suoran sähkölämmitysjärjestelmän toteuttamiseen.

Lämmitysmuotona suora sähkölämmitys on kuitenkin edelleen varsin suosittu ja hyväksyttävä. Sähköllä on hyvät ominaisuudet muuttua lämmöksi ja sen ohjaaminen on

helppoa ja energiatehokasta nykyaikaisilla ohjaimilla. Sähköä kuluu vain silloin, kun on tarve lämmittää. Sähkölämmityksen toteuttaminen uudisrakennuskohteeseen on myös verrattain edullista, mikä osaltaan puoltaa sähkölämmitysjärjestelmän valintaa.

2 Rakennuksia koskeva energialainsäädäntö

2.1 Yleistä

Euroopan unionin ilmasto- ja energiapolitiikan keskeisiä päämääriä on vähentää kasvi-huonekaasupäästöjä, nostaa uusiutuvien energialähteiden osuutta sekä parantaa energiatehokkuutta. Suomen valtioneuvoston ilmasto- ja energiastrategiassa 2008 on asetettu tavoitteeksi energian loppukulutuksen kasvun pysäyttäminen ja kääntäminen laskuun siten, että energian loppukulutus olisi vuonna 2020 noin 310 TWh, vuonna 2013 energian kokonaiskulutus oli tilastokeskuksen ennakkotietojen mukaan 373 TWh. [1, s. 1.]

Rakennusten osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta on noin 40 prosenttia, ja rakennusten energiankulutus vastaa 30 prosenttia hiilidioksidipäästöistä. On siis selvää, että rakennusten energiatehokkuutta halutaan parantaa poliittisella ohjauksella. [40 s. 2.]

Rakennusten energiatehokkuuteen ja rakentamiseen vaikutetaan sekä kansallisesti että Euroopan unionin tasolla. Euroopan unioni antaa jäsenvaltioilleen toimintaohjeita direktiivein, joiden sisältö tulee toteuttaa jäsenmaiden lainsäädännössä. EU:n tasolla rakennusten energialainsäädännössä ohjenuorana on direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta. Direktiivissä määritellään mm. energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset, jotka jäsenvaltioiden on täytettävä sekä tavoitteet tulevaisuuden energiapolitiikkaan. [2.]

31. päivään joulukuuta 2020 mennessä kaikki uudet asuinrakennukset ovat lähes nollaenergiarakennuksia [2, s. 21].

Kansallisesti rakennusten energiatehokkuudesta säädetään lain ja asetuksin. Rakennusten energiatehokkuuden edistämisestä ja rakennusten energiatodistuksen laatimisesta on määrätty laissa 50/2013 laki rakennuksen energiatodistuksesta, josta ympä-

ristöministeriö sekä valtioneuvosto on antanut asetuksensa 170/2013 ja 176/2013. Ympäristöministeriön asetukset D3 ja D5 Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määrittelevät myös rakennusten energiatehokkuutta. Yleisesti kaikilla edellä mainituilla on toteuttaa EU:n yhteisiä tavoitteita energiankulutuksen vähentämisessä ja ympäristön ja ilmaston suojelun kehittämisessä.

2.2 Energiatodistus

Energiatodistus on käytössä kaikissa EU-maissa, mutta se on toteutettu kansallisesti. Suomessa energiatodistus on ollut käytössä vuodesta 2008. Suomen energiatodistustakia uudistettiin viimeksi vuonna 2013. Energiatodistuksella tavoitellaan rakennusten energiatehokkuuden kasvua, lisätään mahdollisuutta vertailla asuntojen energiatehokkuutta ja uusiutuvien energian lähteiden käyttöä rakennuksissa sekä ohjeistetaan vanhojen rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen. [3.]

Energiatodistus perustuu ainoastaan rakennuksen ominaisuuksiin. Energiatodistuksesta selviää rakennukselle E-luvun mukaan määräytyvä energiatehokkuusluokka. E-luku määräytyy ainoastaan laskennallisen tuloksen perusteella, joten pelkkiä E-lukuja tai energiatehokkuusluokkia vertailemalla ei voida verrata rakennusten todellista energiankulutusta. Vanhoille rakennuksille laadittaviin energiatodistuksiin tulee tieto myös toteutuneesta todellisesta energiankulutuksesta, mikäli tiedot on saatavilla. Tämäkään tieto ei tietenkään täysin ole vertailukelpoinen, sillä asukkaiden lukumäärä asunnossa sekä kulutustottumukset vaikuttavat energiankulutukseen. Todellinen toteutunut kulutus on selkeästi parempi mittari kuin laskennalliseen, kertoimilla muokattuun lukuarvoon perustuva viitteellinen arvo energiankulutuksesta. [4.] Luvun käyttäminen esimerkiksi vuotuisen sähkölaskun suuruuden arvioimiseen johtaakin sähkölämmitteisissä rakennuksissa todellista suurempaan lopputulokseen.

Toteutunut ostoenergiankulutus ei vaikuta rakennuksen E-lukuun, sillä todistuksessa vertailun kohteena ovat rakennusten ominaisuudet. Todistuksessa otetaan huomioon muun muassa eristys, ikkunat, ilmanvaihto ja lämmitys.

Energiatodistukseen kuuluvat seuraavat laskelmat:

- pinta-alat (seinät, ikkunat, ylä- ja alapohjat)
- U-arvot (rakennusosien lämmönläpäisykertoimet)
- massiivisuus rakennuksen ominaisuuksien pohjalta
- ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän hyötysuhteet
- lämpökuormat
- uusiutuvan energian osuus.

Energiatodistuksessa määritetään rakennuksen tyypilliseen ns. standardikäyttöön tarvittava laskennallinen kokonaisenergiankulutus. Laskennallinen ostoenergiankulutus määräytyy muun muassa rakenteiden ja rakennuksen ominaisuuksien mukaan. Tähän vaikuttaa muun muassa se, kuinka suuri rakennus on ja miten pinta-alat jakautuvat seinien, ylä- ja alapohjan kesken, minkälainen eristys rakennuksen eri osissa on, eli kuinka hyvin rakennuksen sisäosat ovat suojattu ulkoilmalta ja kuinka hyvin eristävät ikkunat rakennuksessa on. Rakenteiden lisäksi laskentaan vaikuttavat rakennuksen tekniset järjestelmät kuten ilmanvaihto. Koneellisessa ilmanvaihdossa energiatehokkuuden kannalta tärkeää on poistoilman lämmön talteenotto mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella. Rakennuksen lämmitystarve määräytyy laskennallisesti, joten lämmitysjärjestelmästä riippumatta rakennukseen tarvitaan tietty määrä lämpöä ostoenergiانا. Suurempi merkitys energiatodistuksen määrittelemän energiatehokkuuden näkökulmasta on, miten lämpö rakennuksessa tai rakennukseen tuotetaan, sillä eri energiamuotoja painotetaan energiatehokkuuden laskennassa erilaisilla kertoimilla. Näiden kertoimien vaikutuksesta sähkölämmitys on energiatodistuksen energiatehokkuuden kannalta varsin epäsuotuisa vaihtoehto, vaikka se todellisen kulutuksen perusteella olisikin energiapihi. Myös rakennuksen sijainti sekä ikkunoiden suunnat vaikuttavat hieman energiatodistuksessa määritettyyn energiatehokkuuslukuun ja -luokkaan.

Energiatodistuksen voi laatia vain energiatodistuksen laatijan pätevyyden saanut henkilö. Laatijan tulee olla rekisteröity energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin ja heidän täytyy täyttää toiminnan harjoittamisen yleiset edellytykset. Energiatodistus on voimassa 10 vuotta sen laatimisesta. [5.]

Kuvio 1 on Energiatodistuksen kansilehdestä, josta ilmenevät rakennuksen nimitiedot, käyttötarkoitusluokka, energiatehokkuusluokka, E-luku, todistuksen laatija sekä tiedot todistuksen laatimispäivästä ja viimeisestä voimassaolopäivästä.

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:	Ympäristöministeriön energiatodistusoppaan 2013 esimerkki Uudispientalo
Rakennustunnus:	
Rakennuksen valmistumisvuosi:	2014
Rakennuksen käyttötarkoitusluokka:	Yhden asunnon talot
Todistustunnus:	

	Energiatehokkuusluokka
A	
B	
C	← C
D	
E	
F	
G	

Uudisrakennusten määräystaso 2012

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	145 kWh _E / (m ² vuosi)
---	--

Todistuksen laatija: Eero Energiatodistuksenlaatija	Yritys: Yritys oy
Allekirjoitus: <i>Eero Energiatodistuksenlaatija</i>	
Todistuksen laatimispäivä: 25.8.2013	Viimeinen voimassaolopäivä: 25.8.2023

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

Kuvio 1. Energiatodistuksen kansilehti. [6, s. 9.]

Energiatodistus vaaditaan energiatodistuslain nojalla, kun rakennetaan uutta ja kun myydään tai vuokrataan vuonna 1980 tai sen jälkeen rakennettua omakotitaloa.

1.6.2017 todistus vaaditaan myös ennen vuotta 1980 rakennetuista omakotitaloista. Energiatodistusvaatimus koskee rakennuksia, joissa käytetään energiaa rakennuksen tilojen tarkoituksenmukaisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi. [5.]

Todistusta ei kuitenkaan vaadita:

- Rakennuksesta, jonka pinta-ala (lämmitetty nettoala) on enintään 50 neliometriä.
- Loma-asumiseen tarkoitettu rakennuksesta, jota ei käytetä majotuselinkeinon harjoittamiseen.
- Tilapäisestä tai määräaikaisesta rakennuksesta.
- Teollisuus- ja korjaamorakennuksesta, uimahallista, jäähallista, varastorakennuksesta, liikenteen rakennuksesta sekä rakennukseen liittyvästä tai erillisestä moottoriajoneuvosuojasta.
- Muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettu maanrakennuksesta, jossa energiantarve on vähäinen tai jota käytetään alalla, jota koskee kansallinen alakohtainen energiatehokkuussopimus.
- Rakennuksesta, joka on suojeltu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisella kaavalla, valtion omistamien rakennusten suojelusta annetun asetuksen (480/1985), rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain (498/2010) tai sitä edeltävien lakien mukaisella päätöksellä taikka rakennuksesta, joka sijaitsee maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemisesta tehdyn yleissopimuksen (SopS 19/1987) mukaisessa maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai on kohteena viranomaisten välisessä rakennuksen suojelua koskevassa sopimuksessa.
- Kirkosta tai muusta uskonnollisen yhteisön omistamasta rakennuksesta, jossa on vain kokoontumiseen tai hartauden harjoittamiseen taikka näitä palvelemaan toimintaan tarkoitettuja tiloja.
- Kasvihuoneesta, väestönsuojasta tai muusta rakennuksesta, jonka käyttö tarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti, jos sovellettaisiin rakennusten energiatehokkuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä.
- Puolustushallinnon käytössä olevista rakennuksista.

Lisäksi energiatodistus on vaadittu osto- ja vuokrautilanteissa 1. päivästä heinäkuuta 2014 alkaen myös kolme tai useampia asuinhuoneistoja käsittäviltä asuinrivitaloilta tai asuinrakennusryhmiltä, joiden rakennukset ovat varaston, katoksen tai vastaavan ra-

kennelman välityksellä toisissaan kiinni ja joissa ei ole päällekkäisiä asuinhuoneistoja sekä liike- ja toimistorakennuksilta. [5.]

Energiatodistuslaki tulee koskemaan 1. heinäkuuta 2015 lähtien myös

- hoitoalan rakennuksia
- kokoontumisrakennuksia
- opetusrakennuksia.

Sekä heinäkuun 1. päivästä 2017, enintään kaksi asuinhuoneistoa käsittäviä asuinrakennuksia, jotka on loppukatselmuksessa hyväksytty käyttöön otettavaksi ennen vuotta 1980. [5.]

Uudisrakennuskohteista on tehtävä energiatodistus jo suunnitteluvaiheessa ja liitettävä se osaksi energiaselvitystä rakennuslupaa haettaessa. Tällöin energiatodistuksella osoitetaan rakennuksen arvioitu energiatehokkuus. Rakennusluvan myöntämiseksi tulee uudiskohteen olla riittävän energiatehokas. Todistus on korvattava täydennetyllä tai tarkennetulla todistuksella ennen rakennuksen käyttöönottoa, mikäli todistus on puutteellinen tai tiedot tarkentuvat rakennushankkeen edetessä.

Energiatodistuksen hankkiminen on myynti- ja vuokrautilanteissa myyjä- tai vuokranantajaosapuolen vastuulla. Mikäli todistusta ei ole hankittu, on myyjä velvollinen vastaamaan todistuksen hankkimisesta ostajan sitä vaatiessa vielä kauppojen syntymisen jälkeenkin. Energiatodistusta ei kuitenkaan ole koettu kaupankäynnissä kovin merkitykselliseksi, sillä laskennallista energiatehokkuutta ei koeta totuudenmukaiseksi mittariksi energiatehokkuudesta. Pelkkä energiatodistuksen laskennalliseen menetelmään perustuva energiatehokkuusluokka johtaakin usein harhaan eikä anna todellista tietoa rakennuksen energiankulutuksesta. Useat asunnon ostajat ovat vielä toistaiseksi kokeneet kohteen toteutuneet energiankulutustiedot paremmaksi mittariksi rakennuksen energiatehokkuudesta.

Energiatodistuksessa rakennukset luokitellaan energiatehokkuuden mukaan eri luokkiin. Energiatodistuksessa käytetään energiatehokkuusluvun luokitteluasteikkoa A-G. Energiatehokkuusluokka määräytyy kohteelle laskettavan E-luvun mukaan. Tällä E-luvulla kuvataan rakennuksen energiankäytön vaikutuksia ympäristöön ja luonnonvaroihin. E-luku määräytyy rakennuksen tyypilliselle käyttötilanteelle laskennallisen vuo-

tuisen ostettavan energiankulutuksen mukaan, jota painotetaan energiamuotojen kertoimilla. E-luvun yksikkö on kilowattitunti lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa $\frac{kWh}{m^2vuosi}$. Lämmitetyllä nettoalalla tarkoitetaan lämmitettyjen kerrostasojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. [7; 8; 9.]

Rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen ja E-luvun laskenta etenee seuraavasti:

- Lasketaan nettoenergiantarve
 - tilojen lämmitys
 - tuloilman lämmitys
 - lämmin käyttövesi
 - jäähdytys
 - valaistus
 - kuluttajalaitteet
- Lasketaan järjestelmähäviöt ja tuotot
- Lasketaan ostoenergia ja E-luku.

Laskennallista ostoenergian määrää korjataan energiamuotojen kertoimilla. E-luvun laskennassa käytetään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista määrättyjä energiamuotojen kertoimia:

- | | |
|---|------|
| • sähkö | 1,7 |
| • kaukolämpö | 0,7 |
| • kaukojäähdytys | 0,4 |
| • fossiiliset polttoaineet | 1,0 |
| • rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet | 0,5. |

Rakennuksen E-lukuun ja energiatehokkuusluokkaan vaikuttaa siis hyvin paljon valittu energiamuoto. [10, s. 1.]

Energiatodistuksessa käytetään energiatodistusasetuksen 176/2013 liitteen 2 mukaisia rakennustyyppikohtaisia energiatehokkuusluvun luokitteluasteikkoja. Alle on poimittu tämän työn kannalta oleellimmat luokan 1, erilliselle alle 600 m² pientaloille asetetut luokitteluasteikot. [10, s. 18-19.]

Taulukko 1. Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot alle 120 m² erillistaloille.

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku $\frac{kWh}{m^2, a}$
A	E-luku ≤ 94
B	$95 \leq \text{E-luku} \leq 164$
C	$165 \leq \text{E-luku} \leq 204$
D	$205 \leq \text{E-luku} \leq 284$
E	$285 \leq \text{E-luku} \leq 414$
F	$415 \leq \text{E-luku} \leq 484$
G	$485 \leq \text{E-luku}$

Taulukko 2. Rakennuksen energiatehokkuuden luokitteluasteikot $120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$ erillistaloille.

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku $\frac{kWh}{m^2, a}$
A	E-luku $\leq 150 - 0,47 \cdot A_{\text{netto}}$
B	$150 - 0,47 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 320 - 1,30 \cdot A_{\text{netto}}$
C	$320 - 1,30 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 372 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}}$
D	$372 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 452 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}}$
E	$452 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 582 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}}$
F	$582 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku} \leq 652 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}}$
G	$652 - 1,40 \cdot A_{\text{netto}} < \text{E-luku}$

Taulukko 3. Rakennuksen energiatehokkuuden luokittelusteikot $150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$ erillistaloille.

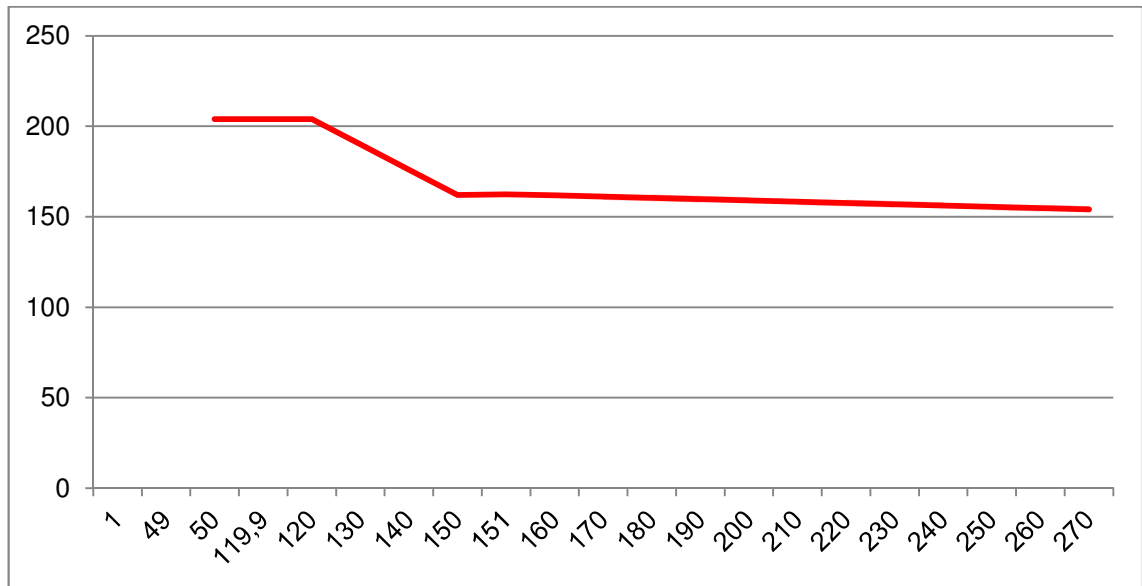
Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus, E-luku $\frac{kWh}{m^2, a}$
A	$E\text{-luku} \leq 83 - 0,02 \cdot A_{\text{netto}}$
B	$83 - 0,02 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 131 - 0,04 \cdot A_{\text{netto}}$
C	$131 - 0,04 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
D	$173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 253 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
E	$253 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 383 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
F	$383 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku} \leq 453 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
G	$453 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}} < E\text{-luku}$

Edellä kuvatuille uudisrakennuksille rakennusluvan myöntämiseksi E-luku ei saa ylittää seuraavia arvoja:

- $A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$ 204
- $120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$ $372 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
- $150 \text{ m}^2 < A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$ $173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$

Esitetyt arvot koskevat vain uusia pientaloja. Muille talotyypeille sekä hirsitaloille on omat arvonsa. Energiatehokkuusluokka riippuu siis paitsi E-luvusta myös asunnon nettoalasta. Taulukossa 4 kuvataan E-lukuvaatimuksen käyttäytymistä suhteessa pinta-alaan. [11, s. 3.]

Taulukko 4. Suurin sallittu E-luku rakennusluvan myöntämiseksi suhteessa pientalon netto-pinta-alaan.



2.3 Energialainsäädäntö murroksessa

Rakennuksia koskeva energialainsäädäntö, etenkin kesäkuussa 2013 muuttunut laki rakennuksen energiatodistuksesta on herättänyt voimakasta yhteiskunnallista keskustelua. Omakotiliitto laati kansalaisaloitteen energiatodistustilain muuttamiseksi 11.4.2013. Aloitteessaan Omakotiliitto haluaa muuttaa muun muassa energiatodistuksen perustumaan todelliseen, mitattuun energiankulutukseen ilman energiamuotojen kertoimia. Omakotiliitto kokee nykyisen energiatodistuksen rankaisevan etenkin sähkölämmittäjiä sähkölle annetun korkean energiamuodon kertoimen vuoksi.

Omakotiliiton mukaan nykyinen energialuokan määrittely todistuksessa on ongelmallisin niille, joiden talossa on sähkölämmitys. Nykyinen kerroin johtaa sähkölämmityksessä taloissa suureen laskennalliseen kulutukseen, joka voi poiketa paljonkin talon todellisesta kulutuksesta. [12.]

Aloite keräsi puolessa vuodessa yli 61 000 kannatusilmoitusta ja aloite päättyi eduskunnan käsiteltäväksi. Aloitteesta käytiin eduskunnan täysistunnossa lähetekeskustelu 24.4.2014, jonka jälkeen aloite lähti valiokuntakäsittelyyn ympäristövaliokuntaan.

Kansanedustaja Antti Kaikkonen sanomalehti Suomenmaassa: "Toivon todella, että aloite johtaa lainsäädännön muuttamiseen. Ei ole mielekästä pitää todistusta pakollisena, ja sen sisältämät energiamuotokertoimet rankaisevat esimerkiksi sähkölämmitteisiä taloja aivan kohtuuttomasti." [13.]

Ympäristövaliokunta käsitteli kansalaisaloitetta istunnossaan 6.6.2014. Valiokunta esitti kansalaisaloitteen hylkäämistä sellaisenaan, mutta antoi kuitenkin eduskunnalle kaksi lausumaehdotusta: [14.]

- Eduskunta edellyttää, että hallitus ryhtyy kiireellisesti toimenpiteisiin pientalojen energiatodistuksen sisällön muuttamiseksi helpommin ymmärrettäväksi poistaen energiamuotojen kertoimista aiheutuvat vertailtavuusongelmat.
- Eduskunta edellyttää, että hallitus aloitteellisesti pyrkii rakennusten energiatehokkuusdirektiivin tarkistamiseen energiatodistuksen muuttamiseksi vapaaehtoiseksi vanhojen omakotitalojen osalta.

Valiokuntakäsittelyn jälkeen eduskunta käsitteli aloitetta kahdessa istunnossa 10.6.2014 ja 17.6.2014. Kummassakin eduskuntakäsittelyssä eduskunta päätti kansalaisaloitteen sisältämän lakiehdotuksen hylkäämisestä sekä lakialoitteeseen sisältyvän lakiehdotuksen hylkäämisestä. Eduskunta hyväksyi kuitenkin ympäristövaliokunnan mietintöön sisältyvät lausumaehdotukset.

Myös Euroopan unionin tasolla energialainsäädäntö on herättänyt eripuraa ja voimakasta keskustelua. Suomi ei myöskään voi kansallisella lainsäädännöllään kävellä unionin tasolla tehtyjen päätösten yli, jolloin myös EU:n antamiin direktiiveihin tarvitaan muutosta. [15.]

EU-säädökset ja Suomen laki edellyttävät energiatodistusta kaikilta rakennuksilta, myös vanhoilta omakotitaloilta. Viitasen mielestä nyt olisi oikea hetki yrittää EU-tasolla tarttua asiaan uudelleen. [16.]

Euroopan unionin tasolla on käynnissä rakennusten energiatehokkuusdirektiivin, EPBD eli Energy Performance of Buildings Directive, uusinnasta johtuen myös energialaskennan niin sanotun EPBD-standardipaketin rakentaminen.

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) on Euroopan komission vuonna 2002 antama direktiivi, joka on hiljattain korvattu uudelleenlaaditulla (recast) direktiivillä 2010/31/EU, joka määrää EU:n jäsenmaat asettamaan vähimmäistason energiatehokkuudelle uusissa, vanhoissa ja korjatuissa rakennuksissa. Lisäksi direktiivi velvoittaa jokaisen jäsenmaan ottamaan käyttöön energiatehokkuustodistukset.

Standardoimistyö on käynnistynyt heinäkuussa 2013 ja kaikki standardit on tarkoitus saada julkaistuiksi vuoden 2016 aikana. EPBD-standardoimistyön seurauksena muun muassa standardin SFS-EN 15232, rakennusautomaation, säädön ja kiinteistönhoidon vaikutus energiatehokkuuteen käännöstyöt on jäädytetty mahdollisten muutosten seurauksena. Ympäristöministeriö puolestaan on kirjoittamassa koko rakentamismääräyskokoelmaa uusiksi. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistyksestä arvioidaankin, että uudessa rakentamismääräyskokoelman versiossa otetaan myös taloautomaation vaikutuksia energiankulutukseen paremmin huomioon. [17; 18; 19.]

3 Pientalojen lämmitys

Pientalojen lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat nykyään hinnan ja mieltymysten lisäksi myös energiatehokkuus. Pientalon rakentamista suunnittelevan kannattaakin käyttää aikaa lämmitysjärjestelmän valintaan, sillä se on yksi pientalon suunnittelun pitkävaikutteisimmista päätöksistä. Kerran valittua järjestelmää on hankalaa ja kallista muuttaa jälkeenpäin. Lämmitysvalinnat sekä energiatalouden suunnittelu vaikuttavat suuresti pientalon asumismukavuuteen ja käyttökustannuksiin. Yhtä ainoaa oikeaa lämmitysjärjestelmää ei pientaloon ole saatavilla, sillä jokaisessa tarjolla olevassa järjestelmässä on sekä hyviä että huonoja puolia. [27.]

Ennen lämmitysjärjestelmän valintaa kannattaa miettiä, voidaanko talon lämmitysenergiatarvetta pienentää esimerkiksi paremmalla eristyksellä tai ilmatiiviydellä. Talo luovuttaa lämpöenergiaa rakenteiden kautta ulkoilmaan. Suurimpana lämpöä hukkaavana ja vastaavasti lämpimällä kesäsäällä lämmintä ilmaa sisälle tuovana rakenteena ovat ikkunat. Lisäksi kannattaa pohtia, voidaanko päälämmitysjärjestelmän rinnalle hankkia täydentäviä lämmitysjärjestelmiä. Kuviossa 2 kuvataan lämmön siirtymistä rakenteista ulkoilmaan. [27.]



Kuvio 2. Lämmön johtuminen rakenteista ulkoilmaan. [20]

Normaalisti eristetyssä pientalossa asumisen energiankulutuksesta karkeasti 50 % muodostuu rakennuksen lämmittämisestä ja ilmanvaihdosta. Vanhemmissa rakennuksissa lämmityksen osuus saattaa kohota jopa 70 prosenttiin asumistottumuksista riippuen. Loppuosasta noin puolet muodostuu käyttöveden lämmityksestä ja toinen puoli kotitalouskoneiden ja valaistuksen kulutuksesta. Lämmitysjärjestelmän energiatehokkuudella ja sitä kautta kustannuksilla onkin merkittävä rooli kokonaisenergiankulutuksessa. Matalaenergia- ja passiivitaloissa tilanne onkin hyvin erilainen. Niissä lämmitykseen kuluu vain hyvin pieni osa kokonaisenergiankulutuksesta. Passiivitalolla tarkoitetaan rakennusta, jonka lämmitysenergian kulutus on tavanomaista pienempi. Kaikki tai lähes kaikki tarvittava lämpöenergia saadaan aikaan aurinkoenergiaa sekä rakennuksen käytön aiheuttamaa lämpöä hyödyntämällä. Matalaenergiatalo on puolestaan rakennus, jonka tilojen lämmitykseen kuluvan energian kulutus on tavanomaista pienempi, korkeintaan 60 kWh/m² vuodessa eli puolet rakennusmääräykset täyttävän omakotitalon keskimääräisestä kulutuksesta. [21.]

Lämmitysjärjestelmää valittaessa on syytä tarkastella hankintaa pitkällä aikavälillä kokonaiskustannukset huomioiden. Lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannukset muodostuvat lämmityslaitteiston investointikustannusten, korkokulujen, lämmitysjärjestelmän hoito- ja huoltokulujen sekä energian hinnan mukaan. Lämmitysjärjestelmän huol-

totarvetta ja korjauskustannuksia kannattaa yrittää arvioida järjestelmän laitteiden mukaan: pumput eivät ole ikuisia ja putkistotkin tulevat jossain kohtaa tiensä päähän. Vaikka kaikkien suureiden käyttäytymistä tulevaisuudessa ei voi tarkasti tietää, antaa historian trendikehitys hyvin suuntaa hintatason ja korkojen kehittymiselle. Lämmitysjärjestelmän kulutusta arvioidessa tulee ottaa lämmitysjärjestelmän hyötysuhde huomioon. Kuinka hyvin valittu energia muuttuu lämmöksi? Lämmitysjärjestelmää valittaessa kannattaa myös pohtia järjestelmän huoltotarpeita ja -kustannuksia, rakennuspaikan ja rakennuksen suomia mahdollisuuksia, turvallisuutta, käyttäjäystävällisyyttä, ympäristöystävällisyyttä sekä henkilökohtaisia mieltymyksiä. [22; 38.]

Keskimäärin energian hinnat lämmöntuotannossa ovat nousseet seuraavasti: [38, s. 112.]

- suora sähkö 3,0 %
- kaukolämpö 3,7 %
- kevyt polttoöljy 6,0 %
- raskas polttoöljy 5,8 %
- puupelletti 7,5 %.

Rakennusten energiatehokkuuden kehittyessä sekä matalaenergiataloihin ja passiivitaloihin siirryttäessä sähkölämmitys on usein kokonaiskustannuksiltaan edullisin ratkaisu. Matalaenergiatalo kuluttaa energiaa noin puolet ja passiivitalo noin neljänneksen normaalitaloon verrattuna. [22, s. 7.]

Lämmitystavan tai tapojen valintaan ja vertailuun on olemassa useita erilaisia oppaita ja laskureita. Esimerkiksi Valtion omistama asiantuntijayritys Motiva, joka ohjaa energian ja materiaalien energiatehokkaaseen käyttöön, on julkaissut laskurin, jolla pientalorakentajat sekä remontoijat voivat laskea energiatehokkaimman lämmitystavan. Eri lämmitysjärjestelmien energiatehokkuus on kuitenkin aina rakennus- ja tapauskohtaista, joten lämmitysratkaisut tulee valita aina yksilöllisesti kulloisenkin tarpeen mukaan. [22.]

4 Sähkölämmitys lämmitysmuotona

4.1 Yleistä sähkölämmityksestä

Sähkö on tällä hetkellä yleisin lämmönlähde Suomen rakennuksissa. Yli kolmasosa kaikista rakennuksista ja noin puolet pientaloista ovat sähkölämmitteisiä. Myös uusissa pientaloissa sähkölämmitys on edelleen suosituin vaihtoehto. [23; 28.]

Sähkölämmityksellä tarkoitetaan lämmitysmuotoa, jossa lämmitykseen käytettävä energia on sähköä. Sähkölämmitykseen lukeutuu siis sähkölämmittimet, sähköiset lämmityskaapelit ja lämmityselementit sekä sähköiset vesivaraajat. Myös erilaiset lämpöpumppuratkaisut kuten ilmalämpöpumput ja maalämpöpumput kuuluvat sähkölämmityksen piiriin. Eri lämpöpumppuratkaisuissa tosin lämmitykseen tarvittava sähkön osuus vaihtelee; yleisesti sähkön osuus on noin 35-40 %.

4.2 Suoran sähkölämmityksen edut

Vaikka erilaisten lämpöpumppu- sekä lämpökeräinratkaisujen tarjonta on viime vuosina lisääntynyt, on suora sähkölämmitys silti varsin yleinen lämmitysmuoto uudisrakennuskohteissa. Noin joka kolmas valitsee pientalonsa lämmitysmuodoksi suoran sähkölämmityksen. [23.]

Suora sähkölämmitys mielletään luotettavaksi, turvalliseksi sekä helppokäyttöiseksi ja varmatoimiseksi lämmitysratkaisuksi. Suora sähkölämmitys tuottaa myös miellyttävän ja tasaisen lämmön rakennukseen. Usein myös sähkölämmitys jää uusissa energiatehokkaissa pientaloissa kokonaiskustannuksiltaan edullisimmaksi lämmitysratkaisuksi. Hyvin ohjattu nykyaikainen sähkölämmitys toimii hyvin yhdessä muiden lämmitysjärjestelmien kanssa. Suoran sähkölämmityksen edut korostuvatkin entisestään kun rinnalla käytetään jotain tukilämmitysmuotoa, esimerkiksi varaavaa takkaa tai ilmalämpöpumpua. Usean lämmönlähteen lämmitysjärjestelmillä saavutetaan usein paras energiatehokkuus, johon käyttäjä voi myös aidosti omalla toiminnallaan ja lämmitystottumuksillaan vaikuttaa. [23.]

Lämmitysmuotona suoralla sähkölämmityksellä on lukuisia hyvä puolia ja ominaisuuksia verrattuna muihin lämmitystapoihin. Sähköllä energialähteenä on todella hyvä kyky

muuttua lämmöksi, joten sähkölämmittimen hyötysuhde on hyvä. Sähkölämmitysjärjestelmää on helppo ohjata, lämpötilaa säätää halutunlaiseksi ja sähkölämmitysjärjestelmän vasteaika on lyhyt. Lämmitystarpeen voi optimoida huonekohtaisesti. Esimerkiksi makuuhuoneissa voi pitää pienempää lämpötilaa kuin olohuoneessa.

Sähkölämmityksen ohjaimet kehittyvät jatkuvasti ja edistävät energiatehokkuutta. Sähkölämmityksen ohjaimet reagoivat muihin lämmönlähteisiin ja ylläpitävät aina tasaisen lämpötilan. Nykyaikainen sähkölämmitys pystyy reagoimaan nopeasti ympäristön lämpötilan muutokseen ja muuttamaan lämmitystehoa tarvittaessa. Sähkölämmitysjärjestelmä kuluttaa sähköä ideaalitapauksessa ja oikein säädettynä vain silloin, kun lämmitystarve on todellinen.

Suora sähkölämmitysjärjestelmä on käytännössä täysin huoltovapaa. Mitään pyöriviä ja kuluvia moottoreita, pumppuja tai virtaussäätimiä järjestelmissä ei ole. Lisäksi suora sähkölämmitys kestää pidemmän sähkökatkoksen ilman vaurioitumisen vaaraa, kun taas vesikiertoiset järjestelmät ovat alttiita muun muassa jäätymiselle. Suora sähkölämmitys ei myöskään vaurioita rakenteita mahdollisessa vikatapauksessa. Sähkölämmitysjärjestelmien saneeraustarve on vähäinen ja investointi- sekä huoltokustannukset ovat muihin järjestelmiin verrattuna alhaiset.

Sähkölämmityksen hankinta- ja asennuskustannukset ovat edulliset muihin lämmitysjärjestelmiin verrattuna siinä suhteessa, että suora sähkölämmitys ei tarvitse ylimääräistä teknistä tilaa asunnosta. Suora sähkölämmitys on helppo asentaa niin uudiskohteeseen kuin olemassa olevaankin rakennukseen. Sähkön hinnan kehitys arveluttaa useita kuluttajia. Toisaalta sähköä on hyvin saatavilla tulevaisuudessakin vaikka sähkön kulutus kasvaisi entisestään, sillä sähköä voidaan tuottaa lukuisilla eri tuotantotavoilla. Ympäristönäkökulmat sekä turvallisuusriskit toki rajoittavat sähkön tuotantotapoja, mutta puhtaita uusiutuvia energianlähteitä on maapallolla vielä runsaasti hyödyntämättä.

5 Sähköinen lattialämmitys päälämmitysmuotona

5.1 Yleistä lattialämmityksestä

Lattialämmitys ei ole uusi keksintö vaan lattialämmityksen varhaisia muotoja on kehitetty jo antiikin aikana. Nykyisen kaltainen lattialämmitys löi Suomessa itsensä läpi 1980-luvun puolivälissä. Ennen lattialämmityksen siirtymistä päälämmitysmuodoksi käytettiin sitä erillisissä ja yksittäisissä tiloissa esimerkiksi kuivaamaan peseytymistiloja. [24.]

Lattialämmityksessä lattian pintamateriaalin alle asennetut lämmitysjohdot tai -putket lämmittävät lattiaa, ja lämpö välittyy huoneilmaan lämpimän lattiapinnan kautta. Lattialämmitys voidaan toteuttaa joko vesikiertoisena, jolloin lattian pintamateriaalin alle asennetaan lämmitysnestettä kierrättävät putket, tai sähköisenä, jolloin putkien sijasta lattiassa kiertää vastusjohtimet. Sähköllä toimiva lattialämmitysjärjestelmä sisältää verrattain vähän komponentteja nestekiertoisiin järjestelmiin verrattuna. Sähköinen lattialämmitys ei myöskään tarvitse erillistä pannuhuonetta tai teknistä tilaa, jonka vesikiertoinen järjestelmä vaatii. Myös ilmakiertoisia lattialämmityksiä on olemassa, mutta ne eivät ole kovin yleisiä varsinkaan pientaloissa. [24.]

Lattialämmityksessä lämpö siirtyy huoneilmaan hyödyntäen kaikkia lämmön siirtymisen tapoja, joita ovat

- johtuminen
- säteily
- konvektio.

Lämmön johtuminen eli konduktio on lämmön siirtymistä aineen sisällä. Lämpö voi siirtyä johtumalla myös aineesta toiseen, mikäli aineet ovat kosketuksissa toisiinsa. Lattialämmityksessä lämpö siirtyy lämmönlähteestä lattiarakenteeseen ja lattiapinnoitteen johtumalla. [25.]

Lämpösäteily tarkoittaa fysiikassa hiukkasten tai energian siirtymistä säteilylähteestä ympäristöön tai kohteeseen. Lämpösäteily on kappaleen pinnalta lähtevää sähkömagneettista säteilyä, jonka teho on suoraan verrannollinen pinnan absoluuttisen lämpötilan neljänteen potenssiin ja riippuu myös pinnan säteilyominaisuuksista. Huoneen-

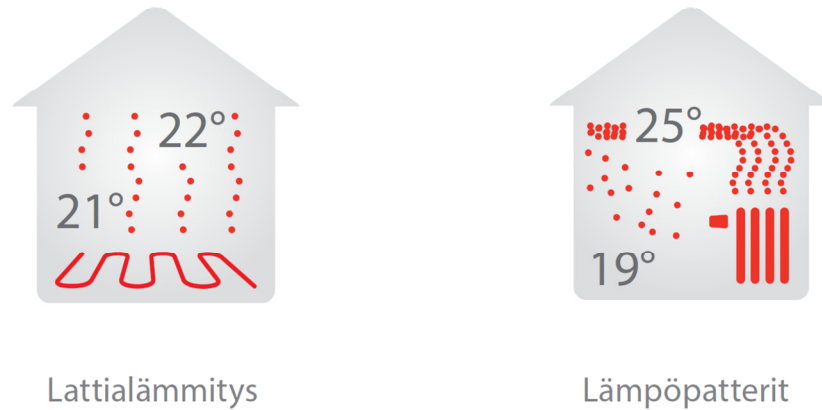
lämpöisen kappaleen säteily on infrapunasäteilyä, mutta hehkuvan kuuma kappale lähettää myös näkyvää valoa. Lattialämmityksessä lämpösäteilyä ilmenee lämmitetyn lattian pinnasta huoneilmaan. [25.]

Konvektio eli lämmön kuljetus on lämmön siirtymistä virtaavan aineen eli fluidin mukana. Vapaa konvektio aiheutuu lämpötilaerosta, joka aiheuttaa tiheyseroja. Kuuma, harva aine kohoaa painovoimakentässä ylöspäin. Liikkeellepaneva voima on siis noste. Jäähtyessä aineen tiheys kasvaa, ja se alkaa laskeutua alaspäin. Konvektiosta on kysymys muun muassa silloin, kun lämmitettyyn rakennukseen tulee oven tai ikkunan raosta kylmää ilmaa eli vetoa. Lattialämmitteisessä rakennuksessa lämpö siirtyy huoneilmassa konvektion avulla. [25.]

Lämmitysmuotona lattialämmitys on asumismukavuuden kannalta varmasti miellyttävin lämmitysmuoto. Lattialämmitys yhdistettynä hyvin lämpöä eristäviin ikkunoihin saa vanhoissa omakotitaloissa usein lattianrajassa tuntuvan ikävän vedontunteen häviämään ja erilaiset lattiapintamateriaalit tuntumaan aina mukavilta jaloissa. Lattialämmityksessä lämmitettävä pinta-ala on suuri, jolloin lämpöä siirtyy huoneilmaan isolta alalta. Näin huoneilmaa saadaan lämmitettyä tehokkaasti ja miellyttävästi pienilläkin lämpötilaeroilla lämmityselementin ja huoneilman välillä. Lattialämmitys sopii lähes kaikkiin lattiarakenteisiin ja erilaisille pintamateriaaleille. Sähköisen lattialämmitysjärjestelmän valintaa tukee myös se, että se toimii hyvin yhdessä muiden lisälämmönlähteiden kanssa.

Lattialämmitys saa paitsi lattiapintamateriaalit tuntumaan mukavilta jaloissa, niin sillä on myös lukuisia muita hyviä ominaisuuksia. Lattialämmitys parantaa sisäilman laatua, sillä lämpö siirtyy tasaisesti lattiasta huoneilmaan eikä vetoa ja kovia pölyä liikkuttavia ilmavirtoja synny. Allergia- ja astmaliitto suositteleeekin lämmitystapoja, joissa ilmavirta ei kulje kuumen vastuksen kautta, jolloin voi tapahtua pölyn palamista. Lämmittimien mahdollisimman alhainen pintalämpötila on myös etu. Lattialämmityksessä lämpö leviää tasaisesti lämmitettävään huoneeseen, joka myös osaltaan edesauttaa ylläpitämään terveellistä ilmankosteutta. Lattialämmitys kuivattaa kosteiden tilojen esimerkiksi suihkutilojen rakenteita suihkussa käymisen jälkeen ja näin voidaan välttää kosteusvaurioita tiloissa, jotka ovat usein alltiita kosteudelle. Joissain tapauksissa lattialämmityksen etu voi olla myös lattialämmityksen mahdollistamat vapaammat sisusmahdollisuudet. Kun lämmittävänä elementtinä toimii lattia, jäävät seinäpinnat vapaiksi mahdollistaen esimerkiksi lattiasta alkavan maisemaikkunan toteuttamisen.

Seuraavana ovat havainnekuvat lattialämmityksellä sekä patterilämmityksellä toteutettujen huoneiden lämpötiloista sekä ilmavirroista.



Kuvio 3. Lämmön jakautuminen ja ilmavirrat lattia- ja patterilämmityksellä.

Lattialämmitetyssä huoneessa ilma ei virtaa kovin voimakkaasti eikä suuria lämpötilaeroja esiinny huoneen eri kohdissa. Lämmin ilma pyrkii aina ylöspäin, ja kun lämmittävä elementti on lattia, nousee lämpö mukavasti lattiasta ylöspäin ja takaa oleskelukorkeudelle miellyttävän lämpötilan eikä suuria lämpötilaeroja pääse syntymään. Lämmön jakautuessa tasaisemmin huoneeseen myös lämpöhäviöt pienenevät. Kun lämpötilaerot sisä- ja ulkoilman välillä kasvavat myös lämpöhäviöt kasvavat. Patterilämmityksellä lämpö jakautuu epätasaisemmin, jolloin huoneeseen pääsee muodostumaan kuumia ja kylmiä kohtia, joista myös vuotaa hukkaenergiaa ulkoilmaan herkemmin. Lattialämmitys soveltuu hyvin myös korkeiden tilojen lämmitykseen, kun ilmavirrat ovat lähinnä pystysuuntaisia, säilyy lämpötila oleskelukorkeudella miellyttävänä eikä lattiaa tarvitse kuitenkaan lämmittää epämiellyttävän kuumaksi.

5.2 Erilaisia ratkaisuja

Lattialämmitys voidaan toteuttaa joko jatkuvatoimisena eli suorana lämmityksenä tai osittain varaavana. Lämmitysmuotoon vaikutetaan suurimmaksi osaksi asennustavalla. Suoratoimisessa lattialämmityksessä lämmityskaapelit asennetaan suhteellisen lähelle lattian pintamateriaalia, joko betonivaluun pintamateriaalin alle tai suoraan pintamateri-

aalin alle, asennustuotteesta riippuen. Suoratoimisen lattialämmityksen periaatteena on, että lämpö välittyy suoraan ja mahdollisimman tehokkaasti lattiapintaan ja sitä kautta huoneilmaan. Varaava lattialämmitys taas toteutetaan siten, että lämmityskaapelit asennetaan paksumpaan noin 7-15 cm paksuun betonivaluun keskelle valua, jolloin lämpöä varaavana elementtinä toimii paksu betonivalu. Perinteinen lattialämmitys on usein tyypiltään varaava. [24; 36 s. 21.]

Suora lattialämmitys reagoi nopeasti ympäristön lämpötilan muutoksiin ja luovuttaa nopeammin lämpöä ympäristöön kuin varaava lattialämmitys. Suora lattialämmitysjärjestelmä on modernimpi tapa toteuttaa lattialämmitys. Se myös tukee paremmin nykyistä ajattelumallia energiankäytöstä: lämmitetään vain silloin, kun on tarve. [24.]

Varaavan lattialämmityksen etu on sähkönkäytön suunnitteleminen. Varaavaa lattiaelementtiä voi lämmittää halvemmän sähkön aikaan, eli öisin. Mikäli yöllä lattiaelementtiin varastoitu lämpö ei riitä koko päiväksi, voi lattiaa lämmittää myös kalliimmalla päiväsähköllä. Useilla alueilla yö- ja päiväsähkön hintaero on kaventunut jolloin lämmityksen varaavuudesta saatava hyöty jää pienemmäksi. Aina tulee myös muistaa, että varaavuus heikentää lämmityksen hyötysuhdetta, eli suurempi osa energiasta menee hukkaan varaavassa järjestelmässä. Lattia ei myöskään luovuta lämpöä huoneeseen heti lämmityksen päälle kytkemisen jälkeen, vaan aikaa kuluu ensin lattiaelementin lämmittämiseen.

5.3 Lattialämmitysjärjestelmän suunnitteleminen

Sähkötoimisen lattialämmityksen suunnitteluun ja mitoittamiseen on syytä perehtyä huolella ja pyrkiä valitsemaan kohteeseen varmasti sopiva lattialämmitysratkaisu, sillä kaapeleiden vaihto lattiarakenteeseen jälkeenpäin on työlästä. Sähkötoiminen lattialämmitys suunnitellaan tapauskohtaisesti, jolloin kulloisenkin kohteen tarpeet ja omat mieltymykset tulee huomioiduiksi. Sähköisen lattialämmityksen suunnitteluun on olemassa useita erilaisia ohjeita ja laskentamalleja. Myös lämmitysjärjestelmälle ja erityisesti lattialämmitykselle asetetut vaateet ja ohjeistukset on syytä ottaa huomioon. Näitä ovat esimerkiksi lattian suurimmat sallitut pintalämpötilat. [24; 37.]

Useat lattialämmityslaitteita valmistavat yritykset tarjoavat lattialämmityslaskureita, joiden avulla voi selvittää yleismalliseen kohteeseen soveltuvat kaapelit sekä termostaa-

tit. Nyrkkisääntönä ja hyvänä lähtökohtana pientalojen lattialämmityksen mitoittamiseen voidaan kuitenkin pitää nykyisten vaatimusten mukaan eristetyssä kohteessa noin 100 W:n neliötehoa, josta sitten tapauskohtaisesti voi liikkua suuntaan tai toiseen. Matala-energiataloissa lähtökohtana lattialämmityksen mitoittamiseen on yleensä noin 60 W/m².

Lattialämmitys voidaan aina suunnitella ja mitoittaa huonekohtaisesti, jolloin erilaisten tilojen erityispiirteet ja tarpeet tulee huomioiduiksi. Esimerkiksi kylpyhuoneet ja muut kosteat tilat vaikuttavat ratkaisuun. Näissä tiloissa lattialämmitys on usein päällä jatkuvasti, jolloin voidaan käyttää hieman pienempää neliötehoa ja välttyä epämiellyttävän kuumalta lattialta. Lattian pintamateriaalit ja lattian betonivalun paksuus vaikuttavat kaapelivalintaan. Laatta- tai klinkkerilattiassa pintaan asennettujen kaapeleiden asennustiheys tulee olla pienempi kuin paksun valun keskelle asennettujen kaapeleiden asennustiheys, jotta vältetään epätasaisesta lämmönjakaumasta lattiassa, joka saattaisi tuntua jaloissa.

Sähköisen lattialämmityksen suunnittelussa huomioon otettavia asioita ovat muun muassa:

- rakennuksen eristykset
- huoneen koko ja sijainti
- lattialämmitykselle vapaa lattiapinta-ala
- lattiamateriaali
- lattian pintamateriaali
- omat mieltymykset.

6 Sähköisen lattialämmityksen toteutus uusissa pientaloissa

6.1 Kohti energiatehokkaampia rakennuksia

Pyrkimykset energiatuotannon päästöjen pienentämisessä vaikuttavat vahvasti myös vaateisiin pientalojen energiatehokkuuden parantamisesta. Rakennusluvan saamiseksi tulee tulevan rakennuksen täyttää sille määritellyt energiatehokkuusarvot jo suunnitteluvaiheessa.

Tällä hetkellä voimassa olevien rakennusmääräysten mukaan rakennetut uudet pientalot sijoittuvat keskimäärin energiatehokkuusluokkaan C. Pientalon lämmitystavan valinnan jälkeen energiatehokkuusluokka saattaa heikentyä energiamuodolle asetetun kertoimen johdosta. Uudessa pientalossa tuleekin huomioida lämmitystavan valinnan lisäksi koko rakennuksen energiatehokkuus, jotta energiatehokkuusvaatimukset täyttyisivät ja rakennuslupa heltäisi. Sähköisen lattialämmityksen valinta päälämmitysmuodoksi vaatiikin useimmissa tapauksissa muutoksia normitalon eristykseen tai muita lämmitysjärjestelmän energiatehokkuutta laskentamallin mukaan tehostavia toimenpiteitä. Tämä johtuu sähkölle asetetusta energiamuodon ”haittakertoimesta”, joka on 1,7.

Sähkölämmitysfoorumi ry on julkaissut kalvosarjan sähkölämmityksen toteuttamisesta pientalossa energiatodistuksen puitteissa. Sähkölämmitysfoorumi ry on sähköalan yritysten muodostama yhteistyöjärjestö. Järjestön tarkoituksena on välittää kuluttajille tietoa sähkölämmityksen tarjoamista taloudellisista, mukavista ja helppokäyttöisistä toteutusvaihtoehdoista. [29.]

Kalvosarjassa on esitetty kolmen pientalon laskennallinen energiankulutus sekä energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus. Laskennan lähtöarvoina on käytetty rakennusmääräyskokoelman ohjeiden mukaisia arvoja, ja arvot on laskettu normitalolle, matalaenergiatalolle sekä passiivitalolle.

Taulukossa 5 on esitetty pientalojen laskennallinen energiankulutus ilman painatusta energiamuodon kertoimella. [29.]

Taulukko 5. Pientalojen laskennallinen energiankulutus neliötä kohden.

D3 mukainen kokonais- energiankulutus	Normaalitalo $\frac{kWh}{m^2, a}$	Matalaenergiatalo $\frac{kWh}{m^2, a}$	Passiivitalo $\frac{kWh}{m^2, a}$
110 m ²	134,1	114,2	106,2
147 m ²	128,3	109,5	103
200 m ²	124	105,6	99,5

Laskennallisen energiankulutuksen perusteella selviää, kuinka paljon energiaa rakennuksessa laskennallisesti kuluu yhteen neliöön vuodessa. Sähkölämmitysfoorumi ry:n tekemien laskelmien pohjalta laskettiin myös vuotuinen laskennallinen kokonaisenergiankulutus. Tulokset on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Pientalojen laskennallinen vuotuinen kokonaisenergiankulutus.

D3 mukainen vuosikulutus	Normaalitalo	Matalaenergiatalo	Passiivitalo
110 m ²	14751 kWh	12562 kWh	11682 kWh
147 m ²	18860 kWh	16097 kWh	15141 kWh
200 m ²	24800 kWh	21120 kWh	19900 kWh

Kun energiamuotojen kertoimet huomioidaan energiankulutuksen laskennassa, saadaan pientaloille E-luvut, joiden perusteella talot luokitellaan energiatehokkuusluokkiin.

Esimerkissä käytetyille pientaloille energiatehokkuuden raja-arvot ovat:

- $110\text{m}^2 = 204 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$
- $147\text{m}^2 = 166,2 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$
- $200\text{m}^2 = 159 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$

Taulukossa 7 havainnollisuuden vuoksi on väritetty vihreällä ne luvut, jotka alittavat raja-arvot ja punaisella raja-arvot ylittävät luvut.

Taulukko 7. Energiamuodon kertoimella painotettu pientalojen energiankulutus neliötä kohden.

D3 mukainen kokonaisenergiankulutus	Normaalitalo $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$	Matalaenergiatalo $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$	Passiivitalo $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2, \text{a}}$
110 m ²	228,0	194,1	180,5
147 m ²	218,1	186,2	175,1
200 m ²	210,8	179,5	169,2

Kuten taulukosta havaitaan, aiheuttaa energiamuodon kerroin rajuja muutoksia laskennalliseen energiatehokkuuteen. Taulukossa punaisella olevien pientalojen laskennallista energiatehokkuutta täytyy siis kohottaa jollain konstilla rakennusluvan saamiseksi. Mikäli näiden arvojen perusteella laskee rakennuksen kuluttaman vuosittaisen kokonaisenergian, antavat tulokset hurjan energiankulutuksen rakennukselle. [29.]

Rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi on useita erilaisia tapoja. Muun muassa parantamalla eristystä saavutetaan minimivaatimuksia matalammat U-arvot. Sähkölämmitysfoorumi ohjeistaa kuluttajia kiinnittämään erityistä huomiota rakenteiden lämpöhäviöiden pienentämiseen sekä alla lueteltuihin seikkoihin:

- Käytä iv-järjestelmässä parasta mahdollista lämmön talteenottoa
- Kiinnitä huomiota lämpimän veden tuoton lämpöhäviöiden pienentämiseen
- Käytä nykyaikaisen ohjaustekniikan tuomia energiasäästön mahdollisuuksia

6.2 Tukilämmitysmuodoilla apua energiatehokkuuteen

Varsinaisen lämmitysmuodon lisäksi rakennuksessa voidaan hyödyntää myös muita lämmitysmuotoja. Päälämmitysmuodon ohella käytettäviä lämmitysmuotoja kutsutaan lisä- tai tukilämmitysmuodoiksi.

Nykyisten energiatehokkuusvaatimusten ja energiatodistuksen laadintaperusteiden johdosta tukilämmitysmuodoilla on suuri rooli uusien sähkölämmitteisten pientalojen lämmitysjärjestelmissä, tai ainakin niitä täytyy pohtia aiempaa tarkemmin. Useassa uudessa pientalokohteessa pelkällä sähkölämmityksellä ei päästä vaadittuun energiatehokkuusluokkaan. Kustannusten, helppouden ja miellyttävyyden kannalta sähkölämmitys on usein kuitenkin varsin järkevä vaihtoehto lämmitysmuodoksi. Niinpä useissa tapauksissa on mietittävä päälämmitysmuodon rinnalle joitakin tukilämmitysmuotoja. Useampaa lämmönlähdettä käytettäessä rakennuksen lämmitys on myös paremmin turvattu ulkoisten toimituskatkosten aikana verrattuna yhden järjestelmän varassa oleviin kohteisiin.

Sähköisen lattialämmityksen rinnalle hankittavia tukilämmitysmuotoja voivat olla esimerkiksi

- ilmalämpöpumppu
- vesilämpöpumppu
- varaava tulisija
- aurinkoenergia.

Tutkimusten mukaan ilmalämpöpumppu (ilma-ilmalämpöpumppu) eli ILP on erittäin hyvä lisälämmönlähde sähkölämmityksen rinnalle. Ilmalämpöpumppu ei yksistään riitä pientalon lämmittämiseen vaan tarvitsee aina rinnalleen täysmitoitettun lämmitysjärjestelmän. Ilmalämpöpumpun investointikustannus ei ole kovin suuri, laadukkaan pumpun saa keskimäärin 2000:lla eurolla. Ilmalämpöpumpun keskimääräinen vuotuinen lämpökerroin on luokkaa 2, mikä tarkoittaa sitä, että lämpöpumppu tuottaa 2 kWh:a lämpöä jokaista käyttämänsä sähkön kWh:a kohden. Ilmalämpöpumppu voikin maksaa itsensä takaisin kohtuullisen lyhyessä ajassa. Ilmalämpöpumppu säästää parhaiten sähköä keväällä sekä syksyllä. Ilmalämpöpumpun tuottama laskennallinen lämmitysenergian enimmäismäärä on uusissa pientaloissa 1000 kWh vuodessa. Ilmalämpöpumpulla saavutetaan energiansäästöjä kuitenkin vain jos pumpun käyttö on järkevää. Vääränlaisella pumpun käytöllä ja säätämällä saadaan pahimmassa tapauksessa sähkönkulutus jopa nousemaan. Energiansäästön lisäksi ilmalämpöpumpulla voidaan kesällä myös viilentää rakennusta, mikä saattaa olla helteillä miellyttävä lisä. Toki pumppu kuluttaa sähköä myös viilennyskäytössä, mutta toimii erillisiä jäähdyttimiä paremmalla hyötysuhteella. Ilmalämpöpumppu aiheuttaa huoneilmaan myös virtauksia, sillä sisäyksikkö kierrättää huoneilmaa lävitseen joko lämmittäen tai jäähdyttäen sitä. Voimakkaat ilmavirtaukset taas saavat pölyhiukkaset liikkeelle ja huoneilman laadun laskemaan. Toisaalta uusissa ilmalämpöpumpuissa on hyvät ilmansuodattimet, jotka estävät pölyn leviämisen pumpun kautta ja poistavat pölyä huoneilmasta. [30.]

Ilmasta voidaan ottaa talteen lämpöenergiaa myös veteen ulkoilma-vesilämpöpumpun avulla. Pumppu siirtää lämmön veteen, jota voidaan käyttää sähkölämmitystalossa lämpimän käyttöveden valmistamiseen. Ilma-vesilämpöpumppu toimii samalla periaatteella kuin muutkin lämpöpumput. Pumppu sisältää kaksi lämmönvaihdinginta, höyrystimen ja lauhduttimen. Lämmitettyä vettä voidaan käyttää sähkölämmitteisessä rakennuksessa lämpimänä käyttövetenä. [39, s. 63.]

Lämpöä voidaan ottaa talteen myös kiinteistön poistoilmasta veteen poistoilmalämpöpumpun eli PILP:in avulla. Poistoilmalämpöpumpulla korvataan usein perinteinen ilmanvaihtojärjestelmä. PILP- järjestelmässä poistoilma ohjataan pumpulle, joka käyttää rakennuksesta vapautuvan lämmön veden lämmittämiseen. Tässä ratkaisussa rakennukseen sisään tulevaa ilmaa ei välttämättä lämmitetä ollenkaan, vaan se tulee raakana ulkoilmasta ja rakennuksen normaali lämmitysjärjestelmä lämmittää huoneilman. [39, s. 64.]

Lämpöpumppumarkkinoille tekevät tuloaan myös ilma-ilmalämpöpumput, jotka voivat luovuttaa lämpöä myös käyttöveden lämmitykseen, kun pumpulla jäähdytetään rakennusta. Tällöin rakennuksesta vapautuvaa hukkalämpöä voidaan käyttää lämpimän käyttöveden lämmittämiseen, mikä olisikin sähkölämmitteisessä pientalossa varsin järkevää.

Varaavan takan rakentaminen pientaloon on usein suunnitelmissa jo ennen lämmitysjärjestelmän suunnittelua, tai periaatteellinen päätös takan rakentamisesta on ainakin tehty. Takka rakennetaan noin 95 %:iin uusista pientaloista lämmitysjärjestelmästä riippumatta ja voidaan ajatella takan investointikustannusten lukeutuvan tällöin talon investointikustannuksiin eikä niinkään lämmitysjärjestelmän kuluihin. Itsessään takan investointikustannus on melko kallis, usein 4-8000 euron tienoilla. Takka toimii paitsi lämmittimenä myös tunnelman luojana sekä mahdollisesti ruuanlaiton apuvälineenä tulisijasta riippuen. Varaavan takan avulla saadaan helposti lisälämpöä kovilla talvipakkasilla. Hyödyn saamiseksi tulisijasta energialuvun laskentaan tulee takan olla nimenomaan varaava. Varaavasta tulisijasta voidaan tilaan saatavaksi lämmitysenergiaksi laskea enintään 2000 kWh:a vuodessa, joka tuotetaan uusiutuvalla energialla energiamuodon kertoimen ollessa 0,5. Ostoenergiankulutusta laskettaessa käytetään varaavien tulisijojen kokonaisvuosihyötysuhteena luovutuksesta ostoenergiaan arvoa 0,60 ellei tarkempia tietoja ole käytettävissä. Laskettaessa 2000 kWh:n lämmitysenergian mukaan, puun ostoenergian määrä on siis 3 333,3 kWh:a. Varaavassa takassa korkeammalla hyötysuhteella palava puu lämmittää tulipesää ympäröivää kiviainesta ja kivi taas sitoo lämpöä itseensä ja luovuttaa sitä hiljalleen asuntoon. Varaava takka ei kykene luovuttamaan suuria määriä lämpöä huoneeseen heti sytyttämisen jälkeen vaan voi kestää vuorokaudenkin ennen kuin takan ulkopinnat ovat lämpimät ja kykenevät luovuttamaan lämpöä ympäristöön. Varaava takka soveltuukin hyvin asuinrakennuksiin, jotka ovat jatkuvasti lämpimiä. Mökkikäytössä suuri varaava takka ei välttämättä ehdi lämmitellä mökkiä ensimmäisen oleskeluvuorokauden aikana. [30.]

Investointikustannuksen lisäksi takka kuluttaa polttopuuta. Polttopuu on toistaiseksi varsin kohtuullisen hintaista: irtokuutio koivuklapeja ostettuna maksaa noin 40 €, seka-puuta saa hieman halvemmalla [35]. Polttopuuta on myös erittäin hyvin saatavilla koti-maasta, joten puun hinnalle ei pitäisi olla suuria korotuspaineita. Omalta tontilta, talon tieltä tai muuten kaadettuja puita voi käyttää talon lämmittämiseen eikä tästä aiheudu mitään kustannuksia.

Suurimman kustannuksen tulisijasta muodostaa usein muurattava hormi. Paikalleen muurattava hormi on myös joissain tapauksissa usein turhan massiivinen rakennuk-seen. Nykyään tulisijan savunpoistoon löytyy muurattavien hormien rinnalle muitakin vaihtoehtoja. Saatavilla on muun muassa teräksisiä hyvin eristettyjä ja kompakteja sa-vupiippuja, jotka on helppo asentaa ja vievät tilaa huomattavasti muurattavaa hormia vähemmän. Valmispiippuihin on saatavilla hyvin erilaisia taitos- ja liitoskappaleita, jotka helpottavat piipun asentamista kohteeseen kuin kohteeseen. Teräksinen valmishormi saattaakin olla järkevä ja turvallinen valinta joihinkin kohteisiin.

Myös auringosta voidaan ottaa energiaa talteen. Vaikka aurinkoenergian hyödyntämi-nen Suomessa on ollut melko vaisua toistaiseksi, on ostoenergian säästämiseksi au-rinkoenergian avulla hyvät mahdollisuudet myös Suomessa. Aurinkoenergian hyödyn-täminen on mahdollista Suomessa helmikuun alusta aina marraskuulle saakka. Aurin-gosta voi ottaa talteen energiaa joko lämpönä aurinkokeräimillä tai sähkönä aurinko-paneeleilla.

Yleensä aurinkosähköjärjestelmiä on ollut käytössä vain kohteissa joita ei voida helpos-ti liittää valtakunnan sähköverkkoon, esimerkiksi kesämökeillä tai veneillä. Todennäköi-sesti aurinkosähköjärjestelmät tulevat lisääntymään myös muissa kohteissa, esimer-kiksi pientaloissa.

Sähkölämmitteisessä pientalossa tukilämmitysmuotona aurinkoenergiaa käytettäessä auringosta otetaan usein talteen lämpöä, jota käytetään käyttöveden lämmittämiseen. Aurinkolämpöä onkin järkevä ensisijaisesti käyttää käyttöveden esilämmitykseen. Täl-löin ulkolämpötilalla ei ole suurtakaan merkitystä saavutettavaan hyötyyn. Vesijohto-verkosto syöttää kiinteistöön 4-8-asteista käyttövettä. Huononakin päivänä aurinko lämmittää järjestelmän helposti 30 asteen tuntumaan ja loppu kuumennuksen voi tehdä esimerkiksi sähkövastuksilla. Aurinkolämmöllä voidaan tuottaa noin puolet lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvittavasta energiasta. Aurinkolämpöjärjestelmä koostuu

aurinkokeräimistä, varaajasta, pumppu- ja ohjausyksiköstä sekä putkistosta. Aurinkoenergian käyttäminen lämpimän käyttöveden valmistamiseen pienentää laskennallista sähkönkulutusta käyttöveden lämmitykseen. Ympäristöministeriö on julkaissut 23.8.2011 oppaan aurinkolämmön ja –sähkön energiantuoton laskennasta. [40, s. 67.]

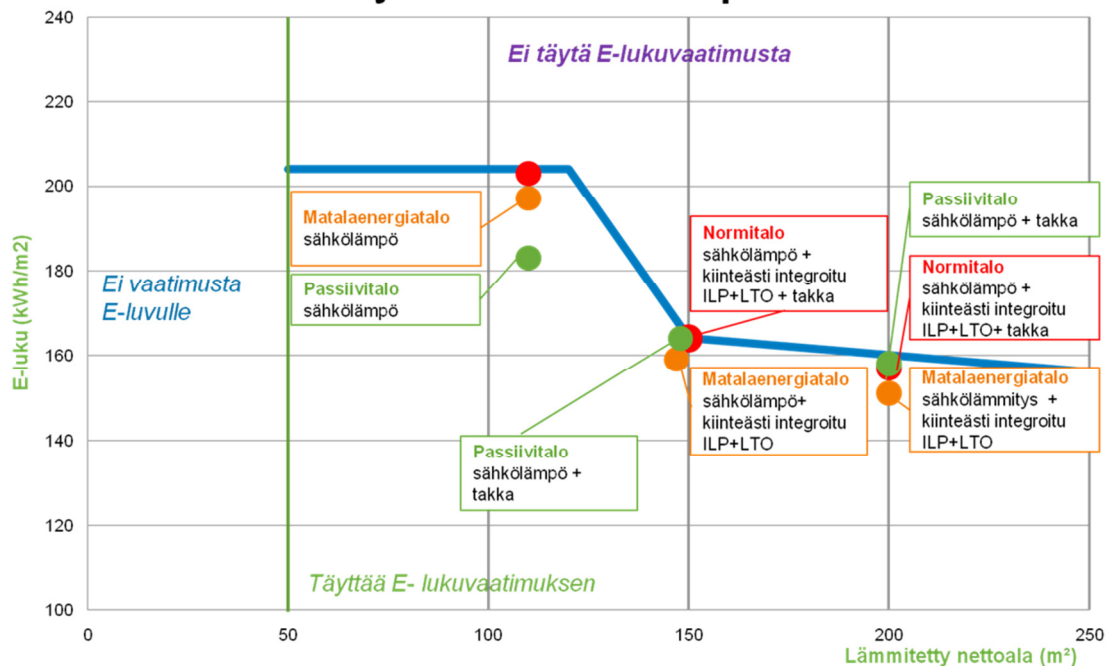
Lämmitysinvestointeihin on mahdollista saada myös erilaisia tukia. Suomi on sitoutunut muiden EU-maiden kanssa tiukkoihin energiantuotannon päästöjen rajoittamistavoitteisiin vuoteen 2020 mennessä. Tästä johtuen muun muassa lämmitysratkaisuissa kannustetaan siirtymään fossiilisista polttoaineista uusiutuviin. Kannustimena käytetään vuodesta 2011 alkaen investointitukia myös yksityistalouksille. Myös kotitalousvähenys pysyy edelleen voimassa, jota voi saada esimerkiksi laitteiston asennuskustannuksista. Kunnat voivat myöntää myös energia-avustusta, joka on pientalojen harkinnanvarainen energia-avustus. Tukia haetaan kiinteistön sijaintikunnan kautta ja sen myöntämisperusteista ja aikatauluista kannattaakin olla yhteydessä kunnan tekniseen toimeen. Myös asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen ARA:n kotisivuilta löytyy tietoa lämpöinvestointituista.

6.3 Pientalot alle 150 m²

Motivan tutkimuksen ja lämmitystapojen vertailulaskurin perusteella sähkölämmityksen on todettu olevan uudisrakennuksissa järkevin lämmitysratkaisu aina 150 m²:iin asti ja jopa 200 neliöön asti sähkölämmitys on erittäin kilpailukykyinen. Vasta suurempien omakotitalojen kohdalla vaihtoehtoiset lämmitysmuodot alkavat olla kilpailukykyisiä sähköön verrattuna. Passiivitaloissa sähkölämmitys on paras vaihtoehto vielä selvästi suuremmillakin neliömäärillä. [32.]

Sähkölämmitysfoorumi ry on laatinut ohjeet sähkölämmityksen toteuttamisesta energiatodistuslain voimaantulon jälkeen. Ohjeesta löytyy kuvaaja vaaditusta energiatehokkuusluvusta sekä esimerkit tukilämmitysmuotojen sekä ilmanvaihdon lämmön talteenoton tarpeellisuudesta vaaditun energiatehokkuusluokan saavuttamiseksi.

E-luvun täyttävät ratkaisut pientaloon



Kuvio 4. Energiatohokkuusluokan täyttävät ratkaisut pientaloon.

Noin 150-neliöisessä, rakennusmääräyskokoelman D3 mukaan eristetyssä, ns. normaalitalossa tulee sähkölämmityksen rinnalta löytyä hyvällä hyötysuhteella toimiva ilmanvaihdon lämmön talteenotto, kiinteästi asennettu ilma-ilmalämpöpumppu sekä varaava takka. Näiden energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden ja tukilämmitysmuotojen turvin voidaan kyseiselle talolle saada vaadittu energiatehokkuusluokka. [29.]

Tampereen teknillisen yliopiston konstruktion laitoksella 2011 tehdyssä työssä selvitettiin neljän pientalon laskennalliset E-luvut eri lämmitysmenetelmillä. Sähkölämmityksen rinnalla laskennassa käytettiin aurinkokeräintä sekä varaavaa tulisijaa. Lämmön talteenoton, eli LTO:n hyötysuhteena käytettiin 45 %:ia, joka on nykymittapuulla varsin alhainen. [33.]

Työssä laskentaesimerkkeinä käytettiin muun muassa 142 m²:stä RET-pientaloa, jolle E-lukuvaatimus on 173,5 kWh/m² sekä 110 m²:stä Jukka-pientaloa, jolle E-lukuvaatimus on 204 kWh/m². Kumpikaan kohteista ei oletusarvoilla suoraan täyttänyt sähkölämmityksellä E-lukuvaatimuksia. RET-pientalossa laskelmallisesti parannettiin eristystä sekä LTO:n hyötysuhde nostettiin 75 prosenttiin, jolloin E-lukuvaatimus saavu-

tettiin. Jukka-pientalossa riitti ainoastaan LTO:n hyötysuhteen nostaminen 60 prosenttiin sekä puusta saatavan lämmön osuuden nostaminen 2,1 prosentilla E-lukuvaatimuksen saavuttamiseen. Lämmön talteenottolaitteistoiden vuosihyötysuhteet ovat parantuneet huomattavasti, nykyään voidaan helposti päästä 80 %:n vuosihyötysuhteen tuntumaan. [33.]

Lisätarkasteluna työssä tutkittiin kahden ilma-ilmalämpöpumpun liittämistä sähkölämmityksellä varustettuun taloon. Lisätarkastelun perusteella kiinteä ulkoilma-ilmalämpöpumppu, joka tuottaa 85 %:a tilojen lämmitystarpeesta, mahdollistaa selvästi heikomman vaipan eristystason, tiiviyden tai lämmön talteenoton hyötysuhteen verrattuna ilman ilmalämpöpumppua toteutettuun sähkölämmitysratkaisuun. Lisätarkasteluisa ei otettu aurinkokeräintä huomioon. [33.]

Tarkasteltaessa esimerkiksi varaavan tulisijan ja ilma- ilmalämpöpumpun vaikutusta laskennalliseen kokonaisenergiankulutukseen otetaan laskennassa huomioon energiamuodon lämmitysenergian tuotto, hyötysuhde ja että energiamuoto jonka mukaan määräytyy energiamuodon kerroin.

Varaavan tulisijan vuotuiseksi lämmitysenergian maksimituotoksi on asetettu 2000 kWh tulisijaa kohden. Käytettäessä hyötysuhteen taulukkoarvoa 0,6 on ostoenergian määrä 3 333,3 kWh. Puu on uusiutuvaa energiaa, joten energiamuodon kerroin on 0,5. Näin ollen 2000 kWh:n laskennallinen lämpöteho saadaan 1 666,7 kWh:lla.

Ilma-ilmalämpöpumpun lämmöntuotoksi voidaan uudisrakennuksessa käyttää korkeintaan 1000 kWh vuodessa. Lämpöpumpun toimiessa lämpökertoimella 2,0 on ostoenergian tarve 500 kWh. Sähkön energiamuodon kerroin on 1,7, jolloin ostoenergiaa tarvitaan laskennallisesti 850 kWh:a.

Varaavan tulisijan ja ILP:n yhteinen lämmitysenergian tuotto on siis 3000 kWh, laskennallisesti energiatarvetta määritettäessä tämä puolestaan vastaa 2517,7 kWh:a.

Energiatehokkuusluvun määräytyminen on kuitenkin aina talo- ja tapauskohtaista, sillä E-luvun laskentaan vaikuttavat muun muassa talon sijainti, ikkunoiden suunnat ja LTO:n hyötysuhde.

7 DEVI-lattialämmitystuotteet

Sähköisen lattialämmitysjärjestelmän toteuttamiseen löytyy paljon erilaisia ratkaisuja sekä erilaisia variaatioita laitetoimittajasta riippuen. Oy Danfoss Ab:n lattialämmitystuotteet kulkevat vuodesta 2003 alkaen Danfoss-yhtymään kuuluneen DEVI-tuotemerkin alla. Itse DEVI on perustettu jo vuonna 1942 Kööpenhaminassa. DEVI-tuotteiden kehitys on kulkenut kovaa vauhtia alusta alkaen ja nykyään Danfoss Oy / DEVI on alansa johtava teollisuusyrittäjä Euroopassa huomattavalla markkinaosuudella.

DEVI tarjoaa sähköisiä lattialämmitystuotteita yli 40 vuoden kokemuksella ja DEVI:n mallistosta löytyykin jokaiseen käyttötarpeeseen ja kohteeseen sopiva ratkaisu. Alle on koottu yleisimpiä uudisrakennuskohteisiin soveltuvia tuotteita.

7.1 Lattialämmityskaapelit yleisimpiin käyttökohteisiin

DEVI uudisti lämmityskaapelinsa syyskuussa 2013, ja uudet kaapelit kulkevat nimellä DEVIflex™. Uudistuksen myötä kaapelit saivat uuden, asennusta helpottavan pyöreän profiilin kaapeliin sekä 2,3 metriä pitkään liitosjohtimeen. Kaikki DEVIflex™-kaapelit ovat halkaisijaltaan 6,9 mm paksuja. Kaapelit soveltuvat myös putkien saattolämmitykseen sekä sulanapitoon kaapelien tehosta riippuen. Kaikki DEVIflex™-kaapelit toimitetaan määrämittäisinä ja eri pituusvaihtoehtoja on saatavilla runsaasti. Kaapeleiden alhaisin asennuslämpötila on -5 °C ja suurin sallittu ympäristön lämpötila on 65 °C.

Useimmissa tapauksissa, kun lattialämmityksen tehontarve on 60-150 W/m², voidaan käyttää DEVIflex™10T tai DEVIflex™18T kaapelia. 10T tarjoaa lämmitystehoa 10 W/m ja 18T vastaavasti 18 W/m.

Asennettaessa lämmityskaapelit 150 mm silmäiseen rauditusverkkoon raudituksen mukaisesti saadaan lämmitysteheksi 10T:llä noin 67 W/m² ja 18T:llä noin 120 W/m². Mikäli kaapelit asennetaan lähelle pintamateriaalia tai pintamateriaalina on esimerkiksi laatta, saattaa olla syytä pienentää kaapelien asennusväliä esimerkiksi 100 mm:iin, jolloin lattia tuntuu tasalämpöiseltä sekä lämmitysteho saadaan nostettua neliötä kohden 10T:llä 100 Wattiin ja 18T:llä 180 Wattiin.

Nämä kaapelit soveltuvat hyvin myös varaavaan lämmitysratkaisuun, ja teho riittää lämmittämään paksumpaakin betonilaattaa.



Kuvio 5. DEVIflex™-lattialämmityskaapeli.

DEVI on julkaissut erityisesti matala- ja passiivenergiataloihin suunnitellun DEVIflex™ 6T-kaapelin. Kaapelin lämmitysteho on 6 W/m, joten sillä saavutetaan 100-150 mm:n asennusvälillä noin 40-60 W:n neliöteho, joka on sopiva matalaenergiataloihin. 6T on suunniteltu toimimaan suorana sähkölämmityksenä, eli pintaan asennettuna luovuttamaan nopeasti lämpöä ympäristöön ja lämmittämään vain tarpeen vaatiessa.

Pienen neliötehon ansiosta 6T:llä saavutetaan matala- ja passiivenergiataloissa alhainen energiankulutus. 6T onkin sopiva tuote uusiin hyvin eristettyihin pientaloihin, jotka eivät vaadi suurta lämmitystehoa.

7.2 Helppoja asennusratkaisuja

DEVI:ltä löytyy mallistostaan myös useita asennusta helpottavia tuotteita sekä helposti asennettavia lämmitysratkaisuja.

DEVIflex™ 6T- ja 10T-kaapeleille on tarjolla asennus ja eristelevy DEVIcell™. Asennuslevy mahdollistaa helpon ja nopean tavan toteuttaa lattialämmitys suoraan parketin, laminaatin tai puupinnoitteen alle. DEVIcell™-asennuslevy on 13 mm paksu ja yhteen levyneliöön menee 10 metriä lämmityskaapelia, jolloin lämmitysteho on 60 tai 100

w/m². Levy koostuu alapuolisesta 12 mm paksusta lämpöä eristävästä EPS-eristelevystä ja yläpuolisesta noin 1 mm paksusta lämpöä heijastavasta alumiinilevystä. Rakenteensa ansiosta lämpö ei pääse hukkaan kun alapuolinen eriste eristää alapuolen lämpöhäviöitä ja alumiini heijastaa lämmön kaapelista ylöspäin. Näin lattialämmitys luovuttaa lämpöä tarvittaessa nopeasti huoneeseen, ja lämpö jakautuu tasaisesti lattias-
assa.

DEVI:n valikoimasta löytyy myös erittäin ohut vain 4 mm halkaisijaltaan oleva 10 Watin neliötehon tarjoava DEVIcomfort™ lattialämmityskaapeli. Kaapeli soveltuu hyvin saneerauskohteisiin, joissa lattiapintaa ei haluta tai voida juuri nostaa tai asennuksiin, joissa lattiavalu halutaan pitää matalana.

DEVI:ltä löytyy kahta eritehoista lattialämmitysmattoa joihin lämmityskaapeli on valmiiksi kiinnitetty. 100 W:n neliötehon tarjoavaa DEVIimat™ 100 lämmitysmattoa voidaan käyttää betoni-, kipsikartonkilevy-, lastulevy- tai puurakenteisissa lattioissa, joissa lattiapinnoitteena on laatta, puu, muovimatto, vinyylimatto, korkki, laminaatti tai parketti. 150 W:a neliölle luovuttava DEVIimat™ 150 soveltuu betonilattioille kosteisiin ja kuiviin tiloihin, kun pintamateriaaliksi tulee laatta.

DEVI tarjoaa ratkaisun myös asennuksiin, joissa vanhaa lattiaa ei haluta purkaa tai rikkoa. DEVIdry™ lattialämmityselementti voidaan asentaa vanhan lattian päälle. Lämmityselementti soveltuu käytettäväksi puu- ja betonirakenteisissa lattioissa ja lattiapinnoitteena voidaan käyttää parkettia tai laminaattia aina 22 mm:n paksuuteen asti. Elementti soveltuu myös asennettavaksi kokolattiamaton alle. Lattialämmityselementti-järjestelmää on saatavana kahdella eri teholla, joko 55 W/m² tai 100 W/m².

7.3 Varmuutta ja turvallisuutta asumiseen

Lumi ja jäämassat katoilla ovat korkeiden kaupunkirakennusten lisäksi myös pientalojen riesa. Jäätyvä vesi ja viemäriputkistot aiheuttavat ongelmia ja vesivahinkoja pientaloasujille. DEVI:n laajasta valikoimasta löytyvät ratkaisut myös sulanapitoon.

Sulanapitoon ja kuljetusputkien lämmitykseen on olemassa sekä vakiovastuskaapeleita, jotka antavat aina saman lämmitystehon, sekä itserajoittuvia lämmityskaapeleita. Itserajoittuvien kaapeleiden vastusarvo muuttuu ulkoisen lämpötilan mukaan. Kun ul-

koinen lämpötila laskee lähelle jäätyispistettä, kaapeli luovuttaa maksimaalisen tehon eli vastusarvo on pienimmillään, jolloin kaapelissa kulkee suurempi virta ja tämä puolestaan lämmittää kaapelia. Itserajoittuvia kaapeleita löytyy laaja valikoima, käyttökohteen ja -tarpeen mukaan.

Mikäli viemäreitä tai vesiputkia joudutaan tuomaan rakennukseen routarajan yläpuolelle, on syytä huolehtia, etteivät putkistot pääse jäätymään. Routarajalla tarkoitetaan sitä etäisyyttä maanpinnasta, mihin asti maan jäätyminen talvella ulottuu. Etelä-Suomessa routaraja on noin 1,5 m ja Pohjois-Suomessa noin 2,2 m. Putkien lämmitykseen voi käyttää joko vakiotehoista lämmityskaapelia tai itserajoittuvaa kaapelia. Kaapeleita hankittaessa ja asennettaessa kannattaa huolehtia sopivat termostaatit ohjaamaan kaapeleita, koska itserajoittuvatkaan kaapelit eivät täysin estä virran kulkua kaapelissa lämpimällä kelillä. [34, s. 3.]

Vaikka ulkoalueiden sulanapito mielletään usein ylellisyysvarusteluksi, saattaa se olla tarpeen ja hyvin perusteltua joissain kohteissa. Usein tärkeiksi sulanapitokohteiksi koetaan jyrkät helposti jäätä keräävät ulkoportaat. Sulanapitotarvetta lisäävät myös erilaiset liikunta- ja toimintakykyrajoitukset, joita asukkailla saattaa olla.

Laajan sulanapitokaapeli- ja -mattovalikoiman lisäksi sulanapitoon löytyy myös älykkäitä ulkoalueiden termostaatteja ja antureita. Modernit katto- sekä maa-anturit mittaavat lämpötilan lisäksi kosteutta. Näiden älykkäiden antureiden avulla sulanapidon ohjaus pitää järjestelmän pois päältä kuivalla kelillä vaikka pakkanen olisikin kova. Järkevällä ja hyvin toteutetulla sulanapidon ohjauksella säästää helposti ja varmasti. Kaikkien sulanapitolaitteiden ohjauksessa tulee kiinnittää huomiota siihen, että laitteet eivät ole turhaan päällä sulan aikaan ja kuluta energiaa silloin, kun tarvetta ei ole. Sulanapitolaitteet eivät vaikuta rakennusten laskennalliseen energiatehokkuuteen, mutta laitteiden käyttö näkyy sähkölaskussa.

7.4 Ohjaimet lämmityksen säätöön ja älykkäät ratkaisut energian säästöön

DEVI tarjoaa luonnollisesti myös työkalut lattialämmitysjärjestelmän säätöön. Perinteisesti lattialämmitystä on totuttu säätämään joko huoneen tai lattian lämpötilan mukaan, eli käytetty joko huoneen tai lattian lämpötilaa mittaavaa anturia. Tavalliset termostaatit ovatkin juuri tämänlaisia yhtä anturitietoa sekä käyttäjän itse säätämää lämpötilan ta-

voitearvoa tulkitsevia säätimiä. Perinteiset termostaatit puolustavat tietyissä kohteissa edelleenkin paikkaansa. Esimerkiksi kosteissa tiloissa, joihin ei haluta asentaa termostaattia vaan termostaatti jää huoneen ulkopuolelle, ei ole järkevää käyttää muuta kuin lattia-anturia mittaamaan lämmitetyn huoneen lattian lämpötilaa, jota voidaan potentiometristä säätää halutuksi.

Perinteisten termostaattien rinnalle on tullut yhdistelmätermostaatit, jotka säätävät lattian lämpötilaa ja määrittävät lämmitystarvetta sekä huone- että lattia-anturin avulla. Yhdistelmätermostaatissa huoneanturi toimii primäärianturina. Yhdistelmätermostaatilla lämmön säätäminen on perinteisiin termostaatteihin verrattuna tarkempaa, kun termostaatti saa reaaliaikaista tietoa myös lattian lämpötilasta.

Termostaatin avulla pystyy asettamaan lattialle myös maksimilämpötilan, jolloin lattian pintamateriaalit esimerkiksi puu, jolle on määritelty maksimilämpötila, eivät pääse vahingoittumaan liian korkeasta lämpötilasta.

Termostaattien saralla DEVI:n tämänhetkinen uutuus ja lippulaiva on kosketusnäyttöinen DEVIregTMTouch-lattialämmityksen säädin. Touch on markkinoiden modernein sähköisen lattialämmityksen ohjaukseen suunniteltu termostaatti. Termostaattia on todella helppo käyttää 2”:n taustavalaistusta kosketusnäytöstä, kielivalintoja on 25 ja eri toimintojen symbolit on helppo hahmottaa. DEVIregTMTouch käyttöönotto on helppoa ja vaivatonta. Laite esittää kuusi kysymystä, joilla laite saadaan optimoituun kyseiseen käyttökohteeseen. Termostaatti on suunniteltu toimimaan DEVI 15K-lattia-anturin kanssa, mutta on yhteensopiva myös kahdeksan muun anturin kanssa.

Touch on paitsi helppokäyttöinen ja tarkka säädin, se on erityisesti erinomainen apuväline energiansäästöön. Touchin avulla voit säätää mukavuuslämpötiloja viikon jokaiselle päivälle eri ajoille. Lämpötiloja voi asettaa ajastintoinnoilla jopa 15 minuutin tarkkuudella, eli lämpötila voidaan vaivatta asettaa muutamia asteita alemmas kun tilassa ei olla, esimerkiksi työpäivän aikana. Touchissa on myös poissa –toiminto, jolla lämpötilan voi tiputtaa vielä selkeästi alemmaksi esimerkiksi lomamatkan ajaksi. Touchin tuuletusominaisuus havaitsee tuuletuksen olevan käynnissä, kun huonelämpötila laskee vähintään yhden asteen neljässä minuutissa, tällöin laite kytkee lattialämmityksen pois käytöstä, kun tavallinen termostaatti nostaisi lämmitystehoa. Touch tallentaa myös energiankulutustiedot ja niitä voi tarkastella viikko-, kuukausi- tai summatasolla.



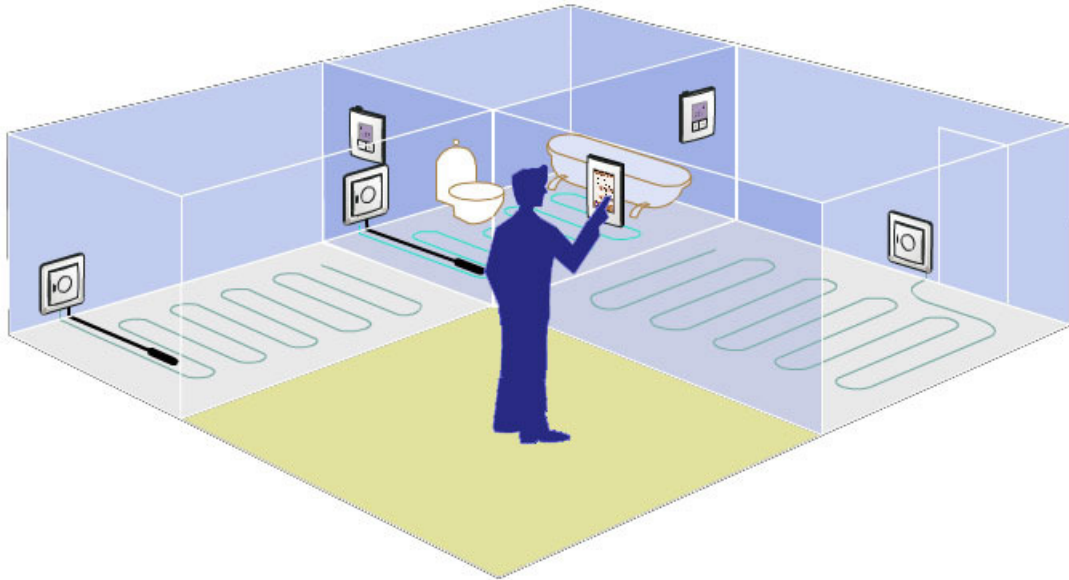
Kuvio 6. DEVIreg™ Touch-termostaatti.

Nyky aikaista teknologiaa edustaa myös DEVIn langaton lattia- ja huonelämmityksen ohajusjärjestelmä DEVIlink™. Link on suunniteltu pientalojen kokonaisvaltaiseen lämmityksen ohjaukseen. Järjestelmän keskusyksiköllä hallinnoidaan koko talon antureita, releitä sekä termostaatteja. DEVIlink™ yhdistää huoneiden lämmitysratkaisut koko kodin kattavaksi lämmitysjärjestelmäksi.



Kuvio 7. DEVIlink™ keskusyksikkö.

Link säilyttää sähkölämmityksen hyödyt, sillä linkillä voi edelleen säätää lämpötiloja huonekohtaisesti ja asettaa energiaa säästäviä toimintoja. Link toimii yhdessä lattia-
lämmitysjärjestelmien sekä sähköpattereiden kanssa.



Kuvio 8. Mallikuva DEVIlink™-lämmitysjärjestelmän toiminnasta.

Myös DEVIlink™-järjestelmän asentaminen on helppoa. Laitteiden ohjauskaapelointia ei tarvita, sillä link- järjestelmä toimii langattomasti. Järjestelmä on helppo asentaa sekä uusiin että saneerattaviin kohteisiin. Lämmittimen kytkentäyksikköön voi liittää lattia-
anturin, huoneanturin paikan voi valita vapaasti, kun johdotusta anturin ja keskusyksikön välillä ei tarvita.

Huonekohtaisia lämpötiloja voi säätää joko kosketusnäytöltä tai huoneanturista, josta näkee myös huoneessa vallitsevan lämpötilan. Huoneanturi on myös lukittavissa, jolloin ohjaus toimii vain keskusyksiköstä. DEVIlink-järjestelmää pystyy ohjaamaan myös mobiililaitteen avulla etäyhteydellä päälle / pois päältä.

Nykyaikaisissa sähkölämmitysjärjestelmissä suurin tekijä energiansäästön saavuttamiseksi on lämmitysjärjestelmän oikeaoppinen käyttäminen. Väärin säädetyllä ja käytetyllä järjestelmällä helposti nostaa sähkölaskua. Siksi DEVI:n uudet termostaatit ovat kompakteja sekä helppokäyttöisiä, jolloin saavutetaan optimaalinen energiankulutus.

8 Toteutettuja lattialämmitysratkaisuja

8.1 Yksiöpuutarhassa

Yksiöpuutarhassa on arkkitehtiopiskelija Olli Enteen pientaloprojekti, jonka tarkoituksena on osaltaan vastata pääkaupunkiseudun huutavaan asunto- ja tonttipulaan. Pääkaupunkiseudulla olemassa olevilla pientalotonteilla on valtavasti rakennusoikeutta jäljellä, yksiöpuutarhassa projektin idea on toteuttaa pieni omakotitalo jo olemassa oleville tonteille. Tontin omistaja voi halutessaan vuokrata tämän pienen ja idyllisen omakotitalon eteenpäin tai pitää halutessaan vaikkapa vierastupana. Talon koko on lähtökohtaisesti juuri alle 50 m², mutta rakennus on suunniteltu siten, että ostaja voi halutessaan kasvattaa rakennettavan talon kokoa lisämoduuleilla, jolloin talo pitenisi harjakaton pituussuunnassa.

Yksiöpuutarhassa projektin mallitalot ovat tätä kirjoittaessa nousemassa Vantaan Korsoon. Mallitalojen on tarkoitus olla valmiita vuoden 2014 loppuun mennessä. Mallitalojen lisäksi tontille jää vanha pihasaunarakennus, joka yhdistyy toiseen mallitaloon terrassin välityksellä.



Kuvio 9. Mallitalojen ja pihasaunan sijoittuminen Korson tontille.

8.1.1 Konsepti, pienennetään omakotitalo yksiöksi ja viedään se puutarhaan

Pääkaupunkiseudun asuntopula kohdistuu pieniin asuntoihin, yksiöihin ja kaksioihin, sillä lähes kolme neljäsosaa ruokakunnista muodostuu yhdestä tai kahdesta henkilöstä.

Samaan aikaan moni mieli asumiseen luonnonläheisyyttä. Yksiöpuutarhassa on ensimmäinen ja ainoa tämän kokoluokan omakotitalo.

Projektin tuotteena on tarkoitus syntyä helposti hankittava tuote, jonka tontin omistaja voi hankkia takapihalleen. Rakennus joka tarjoaa kaiken tarpeellisen, muttei mitään turhaa. Yksiöpuutarhassa mahdollistaa helpon ratkaisun sivuasuntotarpeeseen.

Malliltaan yksiöpuutarhassa omakotitalo on hyvinkin stereotyyppisen omakotitalon mallinen. Projektitalon kattokulmaa on kuitenkin pienennetty, jotta yläkerrasta saadaan mukavan avara. Katon korkein harja on kuitenkin tasoitettu, eivätkä katon räystäät jatku talon seinien yli.



Kuvio 10. Yksiöpuutarhassa, hahmotelma valmiista pienestä omakotitalosta.

8.1.2 Lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto

Lämmitystavaksi yksiöpuutarhassa taloihin on valittu suorasähkö. Suora sähkölämmitys on tämän kokoluokan talossa ainoa investointikustannuksiltaan järkevä vaihtoehto lämmitysmuodoksi, myös lämmitysenergian tarve on pienessä modernissa talossa varsin vähäinen. Myös käyttövesi lämpenee sähköllä reilun 100 litran varaajassa.

Lämmitysmuotona tullaan käyttämään älykkäästi ohjattua lattialämmitystä. Alakertaan tulee massiivimäntyisen lattian alle, eristevillojen päälle asennettavaksi DEVIcell-asennus- ja eristelevyt. Tämänlaisen tuplaeristyksen ansiosta talo luovuttaa hyvin vähän lämpöä alaspäin ryömintätilaan. DEVIcell-levyihin asennetaan DEVIflex 10T-lämmityskaapeli. Rakennuksen alakerrassa sijaitseviin kosteisiin tiloihin sekä tekniseen tilaan, lattialämmitys toteutetaan DEVIflex-kaapelilla, joka upotetaan lattiavaluun. Kosteisiin tiloihin lattiamateriaaliksi tulee laatta. Yläkertaan ei tulla asentamaan mitään lämmittimiä, sillä alakerrasta nousee riittävästi lämpöä myös pieneen yläkertaan.

Alakerran lattialämmitystä tullaan ohjaamaan älykkäällä DEVItouch-termostaatilla, jonka avulla lämmitys saadaan optimoitua kulloiseenkin tilanteeseen sopivaksi. Touchin avulla saadaan myös tiedot lämmitysjärjestelmän kuluttamasta energiasta.

Yksiöpuutarhassa taloihin tulee koneellinen ilmanvaihto lämmön talteenotolla. Lämmön talteenotto on oleellinen osa energiatehokasta ilmanvaihtoa. Lämmön talteenottolaitteisto ei ole spesifioitunut tätä kirjoittaessa, joten LTO:n hyötysuhde ei ole vielä tiedossa.

8.2 Pierusompio, älykkäällä lämmitysjärjestelmällä mitattua energiansäästöä

Kittilän kunnassa sijaitseva, vuosina 1984-1986 rakennettu Pierusompion huvila on lämmennyt suoralla sähkölämmityksellä, jossa lisälämmönlähteenä on luonnonkivinen avotakka.



Kuvio 11. Pierusompion hirsihuvila.

Peruskorjauksen yhteydessä aiempi sähkölämmitysjärjestelmä korvattiin DEVIn sähköisellä lattialämmityksellä, muutamalla sähköpatterilla sekä älykkäällä lämmityksenohjauksella. [35.]

8.2.1 Alkuperäinen lämmitysjärjestelmä

Alkuperäinen lämmitysjärjestelmä sisälsi ainoastaan suuritehoisia sähköpattereita. Huvilan omistaja koki suuritehoiset sähköpatterit epäsuotuisiksi ja päätti uusia koko lämmitysjärjestelmän. Ongelmaksi vanhojen pattereiden kanssa koitui muun muassa pattereiden suuri pintalämpötila, sillä pienet lapset helposti polttivat itsensä tulikuumiin pattereihin. Myös pattereiden läpi kiertävä sisäilma huononi merkittävästi, sillä ilman sisältämät epäpuhtaudet käryivät kuumen patterin sisällä. Kun tehokkaat sähköpatterit toimivat eräänlaisina ilmapumppuina, sisäilma kiertää rakennuksessa voimakkaammin ja levittää nurkista pölyä ilmaan. Kookkaat sähköpatterit tekivät sisäilmasta myös epämiellyttävän kuivan. [35.]

8.2.2 Siirtyminen älykkääseen sähkölämmitykseen

Uusi lämmitysjärjestelmä asennettiin Pierusompion päämökkiin kesällä 2013 siten, että uusi järjestelmä oli käytössä heinäkuussa 2013. Uuden järjestelmän asentaminen aloitettiin poistamalla kaikki vanhat sähköpatterit ja termostaatit. Myös lattian vanhat pintamateriaalit poistettiin ja vanhojen eristeiden päälle asennettiin rimojen tukemat kipsilevyt.



Kuvio 12. Vanha lattiapinnoite purettu.



Kuvio 13. Kipsilevyt eristeen päällä.

Uusi järjestelmä toteutettiin siten, että päämökkin alakertaan kipsilevyjen päälle, lattian pintamateriaalin alle asennettiin DEVIcell-asennuslevyt, joihin lattialämmityskaapelit asennettiin. Kaapelina käytettiin DEVIflex-kaapelia. Kosteisiin tiloihin sekä eteiseen asennettiin DEVI-mat-lattialämmitysmatto, jonka paksuus on vain 3 mm, jolloin lattian valusta saadaan mahdollisimman matala. Yläkertaan asennettiin lattialämmityksen sijaan kolme modernia sähköpatteria tuomaan tarpeen vaatiessa lisälämpöä makuuhuoneisiin alhaalta nousevan lämpimän ilman lisäksi. [35.]



Kuvio 14. DEVIcell-asennuslevyt kipsilevyjen päällä.



Kuvio 15. DEViflex kaapeli kiinnitetty asennuslevyihin.



Kuvio 16. Kosteisiin tiloihin asennettu DEVimat.

Koko lämmitysjärjestelmää ohjaamaan Pierusompiolle hankittiin DEVlink-lämmityksenohjausjärjestelmä. Link ohjaa ja lukee rakennuksen kaikkia antureita, releitä ja termostaatteja. Linkiin kytkettiin myös aiemmin kunnostettu saunarakennus, jossa on myös sähköinen lattialämmitys. DEVlinkin ansiosta huvilan lämmitystä voidaan säätää kotona/pois -toiminnon avulla etäyhteydellä. Etäyhteyden avulla Pierusompion rakennukset voidaan asettaa lämpiämään vaikkapa vuorokautta ennen paikalle saapumista, jolloin tilat ovat lämpimät heti huvilalle saavuttaessa.

Sekä uudessa että vanhassa lämmitysjärjestelmässä lämmin käyttövesi lämmitetään sähkövaraajalla. Peruskorjauksen yhteydessä Pierusompion sähkömittari vaihtui etälu-

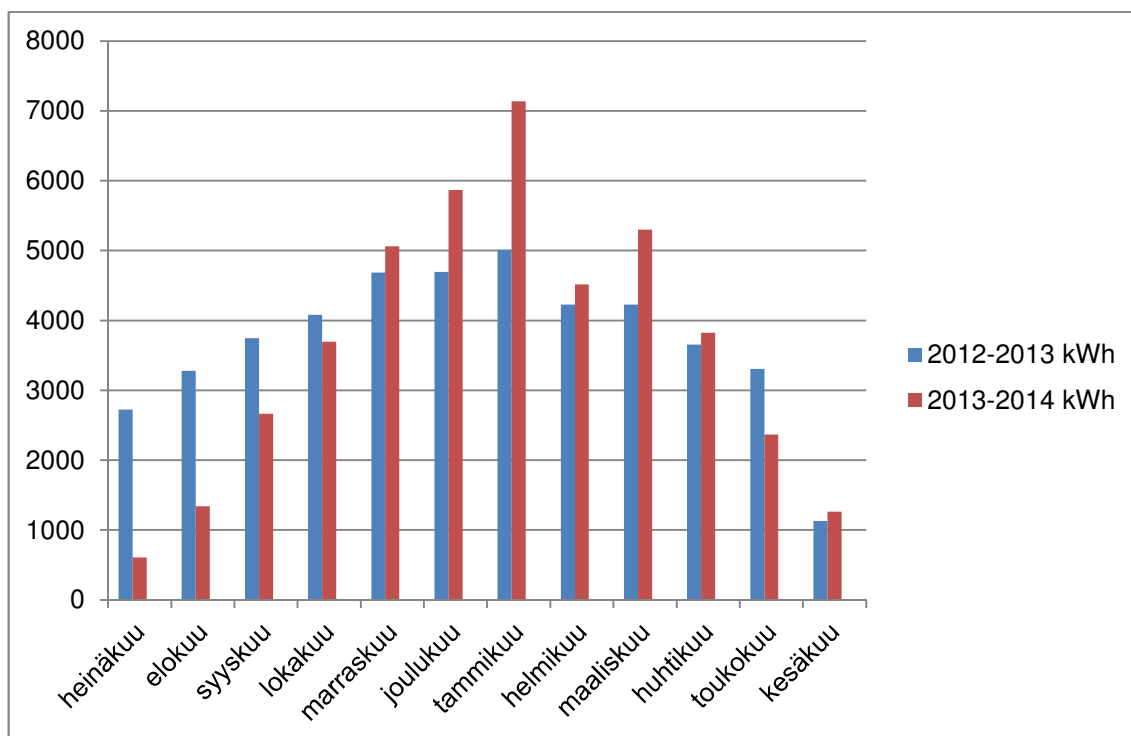
ettavaan. Nykyisin Pierusompiolta saadaankin kulutustietoa reaaliajassa, mikä helpottaa kulutusseurantaa jatkossa.



Kuvio 17. Uusi lämmitysjärjestelmä täysin piilossa lattiapintojen alla.

8.2.3 Lämmitysjärjestelmien vertailu

Pierusompiolta on saatavilla sähkönkulutustietoa kuukausittain vuosilta 2010-2014. Kulutustietojen pohjalta tehtiin vertailu uuden ja vanhan järjestelmän välillä 12 kuukauden jaksolla. Vanhan järjestelmän kulutusta kuvaa 7/2012-6/2013 arvot ja uuden vastaavasti 7/2013-6/2014. Täysin vertailukelpoiset vuosikulutukset eivät ole, sillä huvilan käyttö on lisääntynyt jo ensimmäisenä vuonna merkittävästi, 7-8 viikolla uuden lämmitysjärjestelmän myötä. Lisäksi kulutuslukemat ovat saatavilla vain kokonaiskulutuksen osalta, jolloin lämmitykseen käytettyä energiaa ei voida erotella. Huomattavasti lisääntyneestä käytöstä huolimatta Pierusompion sähkönkulutus on tarkastelujaksolla laskenut. Kuviossa 18 on esitetty kuvaaja Pierusompion kokonaissähkönkulutuksesta.



Kuvio 18. Pierusompion kulutustiedot

Kuvaajasta nähdään lisääntyneen kulutuksen kohdistuvan voimakkaammin joulutammikuulle sekä maaliskuulle. Samoin voidaan ajatella lisääntyneen käytön sijoittuvan korkean kulutuksen kuukausille, kun uusi lämmitysjärjestelmä kuluttaa ylläpitotilassa huomattavasti vähemmän sähköä kuin vanhat sähköpatterit. Yleisesti varsinkin lämpimien kuukausien kulutuslukemat ovat laskeneet reilusti. Pelkästään lämmitykseen kuluvan sähkön vertailutieto olisi huomattavasti parempi mittari laitteistovertailulle, mutta kokonaiskulutus antaa hyvin suuntaa kehitykselle. Lämmityksen lisäksi lomakohteissa suuri kuluerä muodostuu käyttöveden lämmityksestä. Erilaisilla ihmisillä on varsin erilaiset vedenkäyttötottumukset, joten Pierusompion huvilan ollessa vuokrakäytössä voivat veden lämmityskustannukset vaihdella suurestikin viikoittain.

Kokonaisenergiakulutuksen tasolla Pierusompion energiakulutus oli tarkastelujaksolla laskenut 1123,48 kWh. Käytön lisääntyminen huomioon ottaen Pierusompion kokonaisähkönkulutuksen alenema on arviolta 10 prosentin luokkaa. [35.]

Sähkönkulutuksen pienentymisen lisäksi uusi lämmitysjärjestelmä toi mukanaan Pierusompionille muita merkittäviä hyötyjä. Aistinvaraisella tutkimuksella huvilan sisäilmaolosuhteet ovat parantuneet, sisäilma on raikkaamman oloista sekä sisäilmankosteus miellyttävämpää kuin sähköpatterien aikaan.

9 Yhteenveto

Insinööriyössä selvitettiin uusia pientaloja koskeva energialainsäädäntö suoran sähkölämmityksen näkökulmasta. Työssä käsiteltiin E-luvun laadintaperusteet sekä energiatehokkuusvaatimukset uusille pientaloille. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva kansallinen lainsäädäntö sekä kansallista lainsäädäntöä määrittävät Euroopan unionin direktiivit ovat usein kuluttajille vieraita ja epäselviä. Lain selvittämisen ja kuvaamisen tavoitteena oli tuoda pientaloja koskevat energiatehokkuusvaatimukset kuluttajalle helpommin ymmärrettäviksi. Haasteita työn raportointiin toi raporttia tehdessä vireillä ollut energialainsäädännön mahdollinen muutos ja päivitystyö kansalaisaloitteen myötä. Rakennuksia koskevaan energialainsäädäntöön onkin mitä ilmeisimmin tulossa muutoksia lähitulevaisuudessa, joten pientalosta haaveilevan kannattaa seurata energiatehokkuusvaateiden murrosta tarkasti. Toivottavaa olisi, että energiatehokkuusvaatimukset sekä E-luvun laskenta helpottuisivat pientalojen osalta, joka edesauttaisi suomalaista rakentamiskulttuuria.

Työssä käytiin läpi pientalojen lämmitystapoja ja lämmitystavan valintaa. Pientalojen sähkölämmitysratkaisuja esiteltiin yleisesti paneutuen sähköisiin lattialämmitysvaihtoehtoihin, niiden suunnitteluun ja lattialämmitysjärjestelmien asentamiseen. Työssä tuotiin esiin sähkölämmityksen hyviä ominaisuuksia, mikä oli myös yksi päämäärä työlle. Sähköisiä lattialämmitysratkaisuja sekä nykyaikaisia lämmityksenohjausjärjestelmiä esiteltiin erilaisten rakennuskohteiden avulla. Esimerkkikohteiden avulla hahmottui myös konkreettisesti lattialämmityksen asennusratkaisut sekä erilaiset rakennusprojektit.

Työn päätavoitteena oli selvittää sähkölämmityksen realistiset ratkaisumahdollisuudet uudessa alle 150 m²:n omakotitalossa. Työn tuloksena löytyikin erilaisia keinoja saavuttaa vaadittu energiatehokkuusluku sähkölämmitteisissä pientaloissa. Jokainen taloprojekti on aina kuitenkin yksilöllinen ja omanlaisensa, joten yleispätevän ohjeen laatiminen olisi ollut harhaanjohtavaa. Työ antaa joka tapauksessa hyvät apuvälineet omakotitalon sähkölämmityksen suunnitteluun ja toteuttamiseen nykyinen energialainsäädäntö huomioiden.

Työ kuvasi nykyistä lainsäädäntöä, lämmitysratkaisuja sekä tekniikkaa tämän päivän rakentamiseen. Tulevaisuudessa markkinoille saattavatkin tulla erilaiset sähköpörssiä tulkitsemaan kykenevät ohjausjärjestelmät, kun sähkön tariffihinnoittelusta ollaan vähi-

tellen siirtymässä pörssisähköön, jolloin sähkön hinta muotoutuu sähköpörssin mukaan. Kyseisen järjestelmän avulla kiinteistö voisi kohdistaa suurimman osan sähkötarpeestaan aina edullisimpaan aikaan. Suoran sähkölämmityksen kannalta järjestelmä ei suurta hyötyä tarjoaisi, kun lämpöä ei voida juuri varastoida mihinkään, mutta esimerkiksi käyttöveden voisi lämmitellä aina vuorokauden edullisimpaan aikaan.

Insinööriyön pohjalta tilaajayritys laatii sähkölämmittäjän oppaan, jossa kuluttajälähtöisesti esitellään nykyaikaisia ratkaisuja sähköisen lattialämmityksen toteuttamiseen uudisrakennuksissa.

Lähteet

- 1 Energian hankinta ja kulutus. 2014. Verkkodokumentti.
<http://tilastokeskus.fi/til/ehk/2013/04/ehk_2013_04_2014-03-24_fi.pdf> Tilastokeskus. Suomen virallinen tilasto (SVT).
- 2 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU. 2010. Strasbourg.
- 3 Energiatodistusopas. Verkkosivusto. <<http://www.energiatodistus.info>>. Luettu 10.5.2014.
- 4 Energiatodistus laittaa asunnot järjestykseen. 2014. Verkkodokumentti.
<http://motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiatodistus> Luettu 29.5.2014.
- 5 Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 2013.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>>.
- 6 Energiatodistusopas. 2013.
<<http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2F479B50-D83D-4A2C-B726-749FBCF5F7CD%7D/91388>> Ympäristöministeriö.
- 7 Rakennusten energiatodistus ja sen E-luvun laskenta 1.6.2013 alkaen. 2013. Verkkodokumentti.
<http://energiatodistus.motiva.fi/energiatodistustenlaatijat/tapahtumat/et_vuolle_v_erkkoon_19032013.pdf> Motiva. Luettu 15.5.2014.
- 8 Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. 2013. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>>. Luettu 28.5.2014.
- 9 Muistio. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011.
<<http://www.ymparisto.fi/download/noname/{B69FF19E-4CDF-4042-9002-2FF01ADFD11A}/31604>> Ympäristöministeriö.
- 10 Asetus 176/2013 Energiatodistuksen kokonaisenergiankulutuksen (E-luvun) määrittäminen. <<http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf>>.
- 11 Ympäristöministeriön asetus 5/2013.
- 12 Asuntoministeri Viitanen: Energiatodistus pois vanhoilta omakotitaloilta. 2014. Verkkouutinen <<http://www.hs.fi/politiikka/a1398338816980>> Helsingin Sanomat 24.4.2014. Luettu 12.5.2014.

- 13 Kaikkonen kiirehtii energiatodistuksen muutosta. 2014. Verkkouutinen. <http://www.suomenmaa.fi/etusivu/kaikkonen_kiirehtii_energiatodistuksen_muutosta_6894439.html>. Suomenmaa 3.5.2014. Luettu 23.7.2014.
- 14 Ympäristövaliokunnan mietintö 5/2014.
- 15 Eduskunta vaatii muutoksia energiatodistukseen. 2014. Verkkouutinen. <<http://www.hs.fi/kotimaa/Eduskunta+vaatii+muutoksia+energiatodistukseen/a1402034161942>>. Helsingin Sanomat 7.6.2014. Luettu 7.6.2014.
- 16 Ministeri poistaisi vanhojen talojen energiatodistuspakon. 2014. Verkkouutinen. <http://www.suomenmaa.fi/etusivu/ministeri_poistaisi_vanhojen_talojen_energiatodistuspakon_6884846.html>. Suomenmaa 24.4.2014. Luettu 23.7.2014.
- 17 Konkarikoski, Kimmo. 2014. Asiantuntija TkT, METSTA. Sähköpostikeskustelu 11.6.
- 18 Standardi SFS-EN 15232. Rakennusten energiatehokkuus. Rakennusautomaation, säädön ja kiinteistönhoidon vaikutus energiatehokkuuteen. 2012.
- 19 EPBD- Energiaan liittyvät direktiivit- läpivalaisu rakentamisen kannalta. Seminaari. 15.5.2014.
- 20 Rakennuksen hyvä eristäminen pitää lämmön sisällä. Verkkodokumentti. <<http://www.vattenfall.fi/fi/seinat-katto-ja-ikkunat.htm>> Luettu 28.5.2014.
- 21 Sinun kotisi energiankulutus. Verkkodokumentti. <<http://www.vattenfall.fi/fi/sinun-kotisi.htm>> Vattenfall Oy. Luettu 28.5.2014.
- 22 2009. Pientalon lämmitysjärjestelmät. Motiva Oy.
- 23 Sähkön käyttö. Verkkodokumentti. <http://www.lamminkoti.fi/sahkon_kaytto> Sähkölämmitysfoorumi ry. Luettu 28.5.2014.
- 24 Verkkodokumentti. Lattialämmityksen historia. <http://www.thermotech.se/thermofloorlattialammitys/error/error/lattialammituksen_historia.4.73b132e011db37f35688000475.html>. Luettu 23.7.2014.
- 25 Nuortila, Kimmo. 2014. Lattialämmityksen asiantuntija, Oy Danfoss Ab, Espoo. Keskustelut 14.5 ja 18.6.
- 26 Lämmön siirtyminen. 2013. Verkkodokumentti <http://fi.wikipedia.org/wiki/Lämmön_siirtyminen> Wikipedia. Luettu 14.6.2014.

- 27 Lämmitysjärjestelmän valinta. 2014. Verkkodokumentti.
<http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta> MOTIVA Oy.
Luettu 14.6.2014.
- 28 Sähkölämmitys. Verkkodokumentti. <<http://energia.fi/koti-ja-lammitys/sahkolammitys>> Energiateollisuus. Luettu 28.5.2014.
- 29 Sähkölämmityksen toteutus 1.7.2012 jälkeen. Sähkölämmitysfoorumi ry.
- 30 Energiatodistusopas 2013. Ympäristöministeriö.
- 31 Klapihin hinnat. 2014. Verkkodokumentti <<http://www.rekolantila.net/Klapi.php>>.
- 32 Nyt se on tutkittu: Tähän neliömäärään asti omakotitaloon kannattaa aina valita sähkölämmitys. Verkkouutinen.
<<http://www.talouselama.fi/uutiset/nyt+se+on+tutkittu+tahan+neliomaaraan+asti+omakotitaloon+kannattaa+aina+valita+sahkolammitys/a2212204>> Talouselämä
29.10.2013. Luettu 18.6.2014.
- 33 Suomalainen, Taru ja Kalema, Timo. 2011. Rakennusten energiamääräykset 2012, Esimerkkilaskelmia pientaloille, E-lukuvaatimusten täyttyminen. TTY/ Konstruktitekniikka.
- 34 Pientalon perustukset. Pientalorakentamisen kehittämiskeskus ry.
- 35 Saarela, Janne. 2014. Pierusompion huvila. Sähköpostikeskustelu 30.7.2014.
- 36 Harsia, Pirkko. 2006. Sähkölämmityksen ohjaus ja säätö. Espoo. Sähköinfo Oy.
- 37 Harsia, Pirkko. 2006. Sähkölämmitysjärjestelmän asennus, -käyttö- ja hoito-ohje. Espoo. Sähköinfo Oy.
- 38 Vuorinen, Asko. 2009. Energiankäyttäjän käsikirja. Espoo. Ekoenergo Oy.
- 39 Kolehmainen, Tuula. 2014. Kiinteistö ja isännöinti Nro 4/2014. Huhmari. Karprint Oy.
- 40 Karvonen, Juhani. 2014. Aurinkolämpö soveltuu lähinnä käyttöveden esilämmitykseen. Kiinteistö ja isännöinti Nro 4/2014. Huhmari. Karprint Oy.
- 41 Energiatodistusopas – puhdasta säästöä. Verkkodokumentti.
<http://energiatodistus.motiva.fi/midcom-serveattachmentguid-1e177d5faedf82077d511e182a54de6055e5d455d45/tietoisku_energiatodistus_fi.pdf> Motiva Oy.