



Johan Aamuvuori

# **OLEMASSA OLEVAN PIENTALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN**

# **OLEMASSA OLEVAN PIENTALON ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN**

Johan Aamuvuori  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, talon- ja korjausrakentaminen

---

Tekijä: Johan Aamuvuori  
Opinnäytetyön nimi: Olemassa olevan pientalon energiatehokkuuden parantaminen  
Työn ohjaaja: Kauko Tulla  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013  
Sivumäärä: 46 + 2 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin energiatehokkuuden parantamista osana olemassa olevan pientalon saneerausta. Tarkoituksena oli selvittää erilaisten korjausten vaikutus energiankulutukseen. Samalla tarkasteltiin, miten pitkän takaisinmaksuajan nämä korjaustoimenpiteet vaativat.

Työssä esitettiin 27.2.2013 ilmestynyttä Ympäristöministeriön asetusta rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Työssä käytiin läpi myös tulevan energiatodistusuudistuksen tärkeimmät muutokset. Eri aikakausien rakenteiden lisäeristämistä tarkasteltiin sekä muita mahdollisia energiatehokkuuden parannuskeinoja. Esimerkkikohteen energiankulutus laskettiin Energiajunior 12 -ohjelmalla ennen ja jälkeen korjausten. Saatujen kulu-  
tusten perusteella arvioitiin korjauksen kannattavuutta.

Työssä esitettyjen korjausten ja teknisten muutoksien myötä pientalon energiatehokkuus parani luokasta E luokkaan C. Lasketut lämmitysenergiakustannukset pienenevät 55,4 % alkuperäiseen verrattuna. Työtä voidaan käyttää erilais-  
ten energiakorjauksien kannattavuuden arvioinnissa pientaloissa. Ennen lisäeristämistä tulee aina tarkistaa uuden rakenteen rakennusfysikaalinen toiminta.

---

Asiasanat: korjausrakentaminen, energiatehokkuus, energiakorjaus, energiatodistus, lisäeristäminen

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
SANASTO	5
1 JOHDANTO	7
2 ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT MÄÄRÄYKSET	8
2.1 Lainsäädännön uudistukset	9
2.2 Energiatodistus	12
3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	15
3.1 Taustaa	15
3.2 Käyttötottumukset	16
3.3 Rakennusosat	17
3.3.1 Ulkoseinät	18
3.3.2 Alapohja	23
3.3.3 Yläpohja	24
3.3.4 Ikkunat ja ovet	25
3.4 Talotekniset järjestelmät	26
3.4.1 Ilmanvaihto	26
3.4.2 Lämmitysjärjestelmät	28
4 PIENTALON ENERGIAKORJAUKSEN TOTEUTTAMINEN	31
4.1 Kohteen esittely	31
4.2 Energiaselvitys	33
4.3 Rakennusosakohtaiset vaatimukset	33
4.4 Energiankulutus vaatimukset rakennusluokittain	36
4.5 E-luku-vaatimus rakennusluokittain	36
4.6 Energiasaneerauksen toteutus	36
5 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	44
LIITE 1 Energiaselvitys ennen muutosta	
LIITE 2 Energiaselvitys muutoksen jälkeen	

## SANASTO

Bruttoala	Bruttoala kuvaa koko rakennuksen laajuutta. Se lasketaan rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summana. Bruttoalaan lasketaan kaikki kerrostasoalat riippumatta siitä, ovatko huoneet kylmiä vai lämpimiä. [ $\text{brm}^2$ ] (16.)
E-luku	Energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergian laskennallinen kulutus lämmitettyä nettoalaa kohden. [ $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{vuosi}$ ] (1.)
ET-luku	ET-luku määrää rakennuksen energiatodistuksen energialuokan. ET-luku saadaan jakamalla rakennuksen laskennallinen energiantarve (lämmitys, käyttövesi, sähkölaitteet, jäähdytys) rakennuksen bruttoalalla. [ $\text{kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$ ] (1.)
Höyrynsulku	Rakennusosan ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen tai rakenteesta. (18.)
Ilmansulku	Rakennusosan ainekerros, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen ilmavirtaus rakenteen läpi puolelta toiselle. (18.)
Lämmitysenergia	Rakennuksen lämmittämiseen kuluva energia. [ $\text{kWh}$ ] (1.)
Nettoala	Lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna. [ $\text{m}^2$ ] (16.)
Ostoenergia	Energiaa, joka hankitaan rakennukseen sähkö- tai kaukolämpöverkosta, polttoaineena tai bioenergiana. (1.)

Takaisinmaksuaika	Aikaväli, jolla korjauskustannukset maksavat itsensä säästöjen kautta takaisin. (18.)
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin, joka ilmoittaa rakenteen läpi kulkevan energiamäärän pinta-ala yksikköä kohden yhdenlämpötila yksikön erolla. [ $W/(m^2K)$ ] (16.)

# 1 JOHDANTO

Energia-asiat ovat olleet paljon esillä viime vuosina uudisrakentamisen yhä vain tiukentuvien energiatehokkuusmääräysten myötä. 1.6.2013 viranomaisten käytössä olevien rakennusten ja 1.9.2013 muiden asuntojen osalta voimaan tulevien korjausrakentamista koskevien Rakennusmääräysten myötä myös saneerattavat pientalot tulevat lain piiriin. Jatkossa siis myös olemassa olevien pientalojen, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, korjausrakentamisessa rakennusten energiatehokkuutta tulee tarkastella. Työssä esitetään nämä pian voimaan tulevat Ympäristöministeriön asetukset rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Myös tulevan Energiatodistusudistuksen tärkeimmät muutokset listataan.

Työssä käydään yleisesti läpi eri aikakausien pientalojen rakenteita sekä niiden lisäeristämistä ja tutkitaan myös muita energiatehokkuutta lisääviä tekijöitä. Esimerkkikohteena on vuonna 1963 rakennettu pientalo, jonka energiatehokkuuden parantamista tulevan saneerauksen yhteydessä tarkastellaan. Tuleva saneeraus sisältää huoneistomuutoksia sekä kaikkien pintojen uusimisen. Kohteeseen on aikaisemmin tehty kuntoarvio, jossa ei havaittu merkittäviä kosteus- tai sisäilmaongelmia. Kuntoarviossa todettiin kohteen lämmitysjärjestelmän olevan vanhentunut, joten se uusitaan.

Työssä selvitetään erilaisten korjausten vaikutusta esimerkkikohteen energiankulutukseen. Sen selvittämiseksi kohteesta tehdään energiaselvitys. Energiaselvitys laaditaan Energiajunior 12 -ohjelmalla sekä olemassa olevilla rakenteilla että korjaussuunnitelmien mukaisilla uusilla rakenteilla ja teknisillä järjestelmillä. Saatujen tulosten perusteella vertaillaan energian säästöä korjauskustannuksiin eli tutkitaan korjauksen takaisinmaksuaikaa.

## 2 ENERGIATEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT MÄÄRÄYKSET

Suomessa rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat monet lait ja asetukset, joita ovat esimerkiksi maankäyttö- ja rakennuslakiin perustuvat rakentamismääräyskokoelman osat. Ne velvoittavat ja opastavat rakennuttajaa tekemään energiatehokkaita ratkaisuja. Tulevaisuudessa rakentamismääräykset ohjaavat vielä energiatehokkaampaan suuntaan. (23.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3 Rakennusten energiatehokkuus kokoaa rakennuksen energiatehokkuusvaatimukset ja auttaa laatimaan energiaselvityksen (23). Sen määräykset ja ohjeet koskevat uusia rakennuksia muuttamia poikkeuksia mukaan ottamatta (6).

Energiatehokkuutta ohjaavat Rakennusmääräyskokoelman osat ovat seuraavat:

- D3 (2012), Rakennusten energiatehokkuus astui voimaan 1.7.2012. Siihen on koottu yhteen kaikki energiatehokkuusvaatimukset. Siihen on siirretty myös aikaisemmat energiatehokkuusvaatimukset osista C3 ja D2. (6.)
- C3 (2010), Rakennusten lämmöneristys määräykset tuli voimaan 1.1.2010. Siinä määritetään eri rakennusosien sallitut lämmönläpäisy arvot. Sitä on ehdotettu kumottavaksi ja siirrettäväksi osaan D3. (3.)
- D2 (2012), Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto tuli voimaan 1.7.2012. Se sisältää muun muassa vaatimukset ilmanvaihdon poistoil-masta talteen otettavalle lämpömäärälle. (5.)
- D5 (2007), Rakennusten energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta tuli voimaan 1.1.2008. Siitä on annettu uudistus luonnos vuonna 2012, mutta se ei ole tullut vielä voimaan. (7.)
- C4 (2003), Lämmöneristys asetus tuli voimaan 1.10.2003. Siinä käsitellään rakennuksen eri rakennusosia ja rakenteita, näiden lämmönläpäisykertoimien määrittämistä sekä lämmöneristyksen suunnittelua ja toteutusta. (4.)



## 2.1 Lainsäädännön uudistukset

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä annettiin 27.2.2013. Asetus viimeistelee niin kutsuttuja korjausrakentamisen energiatehokkuusmääräyksiä koskevan uudistuksen. Uudet määräykset koskevat rakennuksissa tehtäviä, maankäyttö- ja rakennuslain mukaan luvanvaraisia korjauksia silloin, kun niiden yhteydessä olisi mahdollista parantaa energiatehokkuutta teknisen, toiminnallisen sekä taloudellisen toteutavuuden perusteella arvioituna. Asetus tulee voimaan viranomaisten käytössä olevien rakennusten osalta 1.6.2013 ja muiden rakennusten osalta 1.9.2013. Energiatehokkuuden parantamisvelvollisuuden piiriin eivät kuulu:

- rakennukset niiltä osin, kun ne on suojeltu ja määräyksien noudattaminen aiheuttaisi suojeltuihin osiin muutoksia, joita ei voida pitää hyväksyttävänä
- tuotantorakennukset, joissa tuotantoprosessi luovuttaa niin suuren määrän lämpöenergiaa, että halutun huonelämpötilan aikaansaamiseen ei tarvita ollenkaan tai tarvitaan vain vähäisessä määrin muuta lämmitysenergiaa, tai tuotantotilat, joissa lämmityskauden ulkopuolella runsas lämmöneristys nostaisi haitallisesti huonelämpötilaa tai lisäisi oleellisesti jäähdytysenergian kulutusta
- rakennukset joiden pinta-ala on enintään 50 m<sup>2</sup>
- muut kuin asuinkäyttöön tarkoitetut maatalousrakennukset, joissa energiankäyttö on vähäinen
- kasvihuoneet, väestönsuojat tai muut rakennukset, joiden käyttö alkupe räiseen käyttötarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti tämän asetuksen mukaisia energiantehokkuuden parantamisvaatimuksia noudatettaessa
- loma-asunnot, joihin ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää
- määräajan paikoillaan pystytettävät siirtokelpoiset rakennukset, joiden käyttötarkoitus ei siirron yhteydessä oleellisesti muutu
- rakennukset, joita käytetään hartauden harjoittamiseen ja uskonnolliseen toimintaan (1).

Asetuksessa annetaan rakennuksen omistajalle kolme eri vaihtoehtoa, joilla rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen taso määritellään ja kuinka energiatehokkuuden parantuminen osoitetaan. Ensimmäisenä vaihtoehtona on parantaa rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiin arvoihin. Toisena vaihtoehtona on noudattaa asetettua rakennustyyppin mukaista vaatimusta. Vaatimus on lukuarvo kWh/m<sup>2</sup>/vuosi. Taserajana käytetään rakennuksen energiankulutusta, joka lasketaan standardikäytöllä. Laskennassa voidaan soveltaa uudisrakentamisen laskentaan tarkoitettuja ohjeita. Kolmantena vaihtoehtona on laskea rakennukselle ominainen kokonaisenergiankulutus E-lukuna ja pienentää sitä vaatimusten mukaisella määrällä. E-luku lasketaan standardikäytöllä. Laskennassa voidaan soveltaa samoja laskentavälineitä ja ohjeita kuin uudisrakentamisessa. (1.)

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:

- Ulkoseinän uuden U-arvon tulee olla alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,17 W/(m<sup>2</sup>K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä uuden U-arvon tulee olla alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,60 W/(m<sup>2</sup>K) tai parempi.
- Yläpohjan uuden U-arvon tulee olla alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/(m<sup>2</sup>K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä uuden U-arvon tulee olla alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,60 W/(m<sup>2</sup>K) tai parempi.
- Alapohjan energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
- Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava 1,0 W/(m<sup>2</sup>K) tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. (1.)

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta pienentämällä, on rakennusluokittain noudatettava seuraavia energiankulutuksen vaatimuksia:

- pien-, rivi- ja ketjutalo ≤ 180 kWh/m<sup>2</sup>

- asuinkerrostalo  $\leq 130 \text{ kWh/m}^2$
- toimisto  $\leq 145 \text{ kWh/m}^2$
- opetusrakennus  $\leq 150 \text{ kWh/m}^2$
- päiväkotiki  $\leq 150 \text{ kWh/m}^2$
- liikerakennus  $\leq 180 \text{ kWh/m}^2$
- majoitusliikerakennus  $\leq 180 \text{ kWh/m}^2$
- muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli  $\leq 170 \text{ kWh/m}^2$
- sairaala  $\leq 370 \text{ kWh/m}^2$  (1).

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa kokonaisenergiankulutusta (E-luku,  $\text{kWh/m}^2$ ) pienentämällä, on laskettava rakennukselle ominainen, rakennusluokan mukainen kulutus seuraavien kaavojen mukaisesti:

- pien-, rivi- ja ketjutalo  $\leq 0,80 \times E$ -laskettu
- asuinkerrostalo  $\leq 0,85 \times E$ -laskettu
- toimisto  $\leq 0,70 \times E$ -laskettu
- opetusrakennus  $\leq 0,80 \times E$ -laskettu
- päiväkotiki  $\leq 0,80 \times E$ -laskettu
- liikerakennus  $\leq 0,70 \times E$ -laskettu
- majoitusliikerakennus  $\leq 0,70 \times E$ -laskettu
- muu liikuntahalli kuin jää- ja uimahalli  $\leq 0,80 \times E$ -laskettu
- sairaala  $\leq 0,80 \times E$ -laskettu (1).

Kun rakennuksen teknisiä järjestelmiä peruskorjataan, uudistetaan tai uusitaan, on velvollisuus noudattaa seuraavia vaatimuksia:

- Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.
- Koneellisen tulo- ja poistoilmanjärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään  $2,0 \text{ kW(m}^3/\text{s)}$ .

- Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW(m<sup>3</sup>/s).
- Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW(m<sup>3</sup>/s).
- Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan.
- Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan, mitä uudisrakentamisesta säädetään. (1.)

## 2.2 Energiatodistus

Energiatodistus on työkalu, jolla voi helposti vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Tällä hetkellä se vaaditaan vain uudisrakentamisessa, mutta 1.6.2013 voimaantulevan muutoksen myötä energiatodistus tarvitaan myös olemassa oleville rakennuksille myynnin ja vuokrauksen yhteydessä. Uudistuksen myötä energiatodistuksen laadintaan tulee selkeämpiä määräyksiä. (22.)

Energiatodistus on ollut Suomessa käytössä vuodesta 2008 uudisrakentamisessa sekä vuodesta 2009 suurissa olemassa olevissa rakennuksissa. Se on parantanut uudisrakentamisen energiatehokkuutta huomattavasti. Esimerkiksi vuonna 2009 21 % uusista pientaloista kuului A-luokkaan ja vuonna 2011 siihen kuului jo 48 %. Nykyisin on olemassa useita eri todistuslomakkeita, laatimista-poja, laatijoita sekä voimassaoloaikoja. (22; 9.)

Energiatodistusuudistuksessa lain piiriin tulevat myös vanhat pientalot muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta. Energiatodistus tarvitaan aina rakennuksen tai huoneiston myynnin tai vuokrauksen yhteydessä. Myynti- ja vuokrausilmoituksessa tulee esittää rakennuksen energialuokka A - G. Uudistuksen myötä energiatodistuksesta tulee vertailukelpoinen ja luotettava. On vain yksi lomake laadittaessa, yksi tapa määrittää energiatehokkuus ja tekijöiltä edellytetään pätevyymistä ja rekisteröintiä valvontaviranomaisen ylläpitämään laatijarekisteriin. Pätevyys vaatii tekniikan alan soveltavaa tutkintoa tai korvaavaa työkoekemusta sekä laatijakokeen läpäisyyn. Suunnitteilla on myös sähköinen rekisteri,

jossa energiatodistukset olisivat julkisesti nähtävillä. Energiatodistus on jatkossa voimassa 10 vuotta kerrallaan. (22.)

Energialuokitus perustuu rakennuksen E-lukuun, joka koostuu rakennuksen laskennallisesta vuotuisesta ostoenergiankulutuksesta painotettuna eri energiamuotojen kertoimilla (taulukko 1). Tämä tarjoaa ostajalle teknisiin ominaisuuksiin perustuvaa tietoa, joka ei ole riippuvainen käyttäjien käyttötottumuksista. Nykyisten asukkaiden toteutuneen ostoenergiankulutuksen ilmoittaminen on jatkossakin pakollista, jos tieto on saatavilla. (9; 22.)

TAULUKKO 1. Lämmityksen energiamuotokertoimet (22)

	Energiamuodon kerroin asetuksessa
Fossiiliset	1
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Uusiutuvat	0,5

Uudistetut energiatodistukset tulevat käyttöön vaiheittain. Sitä sovelletaan uusiin ja uuden veroisiin taloihin heti lain voimaan tulon jälkeen 1.6.2013. Ennen vuotta 1980 rakennettuihin taloihin energiatodistus tarvitaan myynnin ja vuokrauksen yhteydessä vasta 1.7.2017 alkaen. Muutamissa poikkeuksissa energiatodistus voidaan laatia valmiin lomakkeen avulla niin kutsutun kevennetyn menettelyn kautta. Tätä voidaan käyttää esimerkiksi, kun kiinteistön myyntihinta on alhainen, alle 50 000 €, tai jos vuokra jää alle 350 euroa kuukaudessa. Kevennettyä menettelyä voidaan käyttää myös lähisukulaisten välisessä myynti- ja vuokraustilanteissa tai kun kohdetta ei ilmoiteta julkisesti myytäväksi tai vuokratavaksi. (26.)

Kuluttajan kannalta uusi E-luku ei ole kovin selkeä, sillä todellinen kulutus kerrotaan energiamuotokertoimilla. Etenkin sähkölämmitteisten rakennuksien kulutus kasvaa huomattavasti, kun se kerrotaan 1,7:llä. Toisaalta vanhoissa rakennuksissa, joissa on lämpöpumppu, todellinen kulutus kerrotaan 0,5:llä, vaikka todellisuudessa ne lämpenevät talvisin hyvin pitkälti sähköllä.

### 3 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

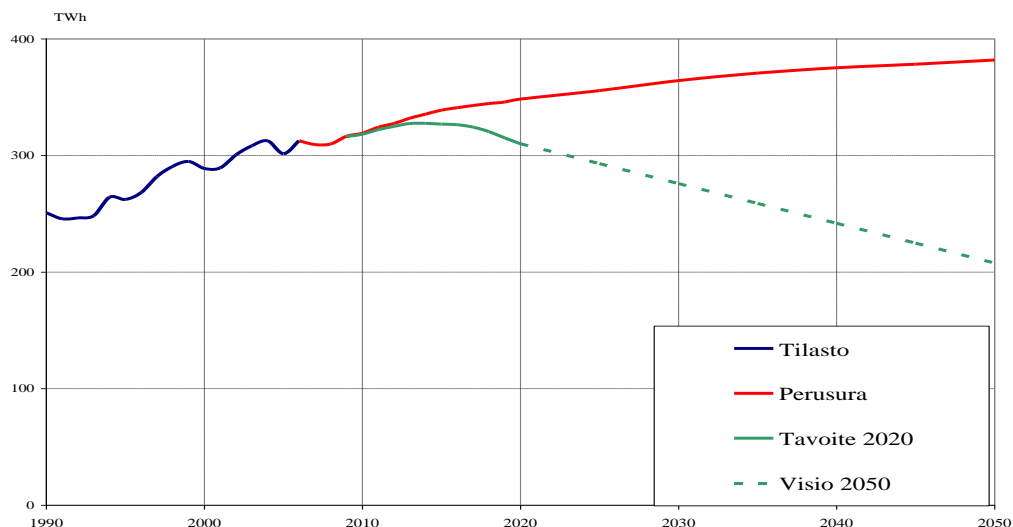
#### 3.1 Taustaa

Suomi on sitoutunut erinäisiin sopimuksiin energiatehokkuuden parantamiseen. Näitä sopimuksia ovat Kioton ilmastopimus, Euroopan rakennusten energiatehokkuusdirektiivi sekä Suomen energia- ja ympäristöstrategia.

Kioton ympäristösopimus astui voimaan 2005. Se velvoittaa kehittyneitä maita vähentämään kuuden kasvihuonekaasun (hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi, fluorihiiivedyt, perfluorihiiivedyt ja rikkiheksafluoridi) päästöjä yhteensä 5,2 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuosina 2008 - 2012. Kioton ympäristösopimus sai jatkoa YK:n ilmastokokouksessa 2012, jossa sopimusta jatkettiin kahdeksalla vuodella vuoteen 2020 asti. (13; 14.)

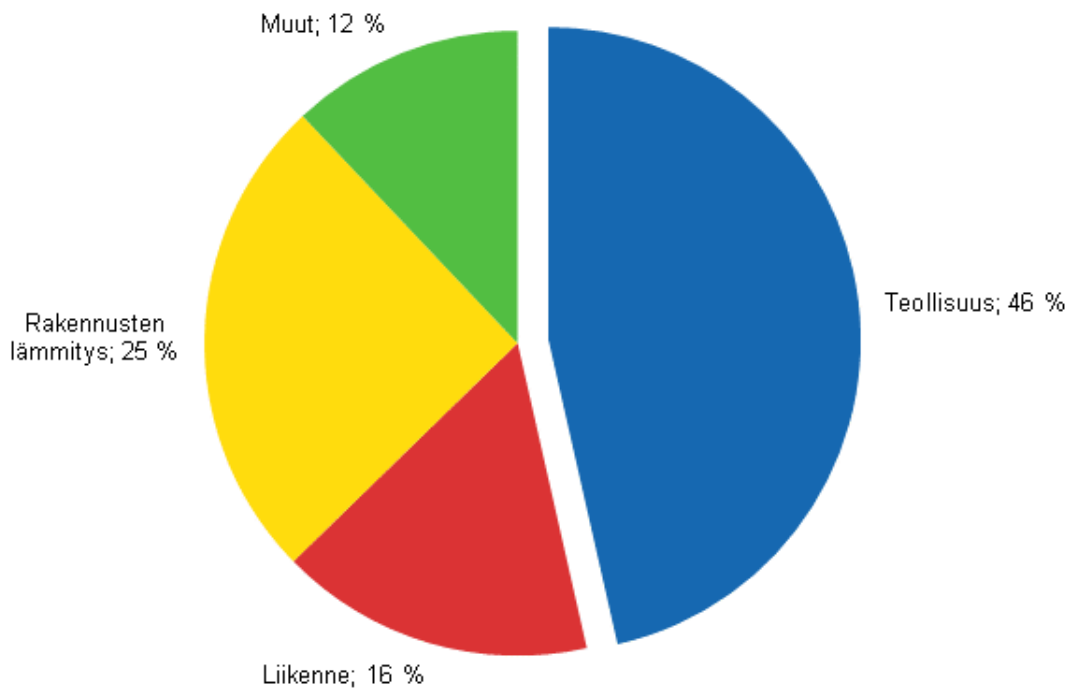
Euroopan parlamentti hyväksyi toukokuussa 2010 uudistetun rakennusten energiatehokkuutta parantavan direktiivin. Direktiivi tuli voimaan alkukesästä 2010. Sen mukaan energiatehokkuutta on edistettävä sekä uudisrakentamisessa että jo olemassa olevassa rakennuskannassa. (17.)

Valtioneuvosto hyväksyi 6.11.2008 maallemme uuden ilmasto- ja energiastrategian, joka käsittelee ilmasto- ja energiapoliittisia toimenpiteitä varsin yksityiskohtaisesti vuoteen 2020 ja viitteenomaisesti aina vuoteen 2050 asti (kuva 1).



KUVA 1. Energian loppukulutus vuosina 1990 - 2050 (12)

Jotta tavoitteisiin päästään, täytyy kehitellä uusia energiatehokkaita ratkaisuja joka sektorilla. Koko Suomen energian loppukäytöstä vuonna 2011 kului 26 % rakennusten lämmittämiseen (kuva 2), joten on perusteltua, että uusien rakennusten rinnalla aletaan kiinnittää huomiota myös jo olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuteen. (12.)



KUVA 2. Energianloppukäytön jakaminen sektoreittain 2012 (8)

### 3.2 Käyttötottumukset

Joka päivä tehdään valintoja, jotka vaikuttavat energiankäyttöön. Päätöksiin vaikuttavat asenteet, mieltymykset ja käyttötottumukset. Energian säästöön saadaan tehoa, kun jokainen välttää turhaa energian kulutusta. Energiataloudellisuuden ei tarvitse rajoittaa elämää. Kiinnittämällä huomiota käyttötottumuksiin saavutetaan huomattavia säästöjä tekemättä minkäänlaisia investointeja. (16.)

Kodin energiankäytöstä jopa puolet kuluu lämmitykseen. Asuintaloissa täytyy lämmittää asuin- ja märkätilat, puolilämpimät tilat ja käyttövesi. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että jo 1°C:n pudotus huonelämpötilassa säästää 5 % lämmitys-



kuluissa ja ihminen tottuu kyseiseen lämpötilan pudotukseen yhdessä viikossa. (16.)

Jopa 30 % rakennuksen vuotuisesta lämmitysenergian kulutuksesta menee käytöveden lämmitykseen. Tätä kulutusta voidaan pienentää välttämällä turhaa veden kulutusta ja hankkimalla nykyaikaiset laitteet ja vesikalusteet. Uudet astian- ja pyykinpesukoneet sekä uudet WC-istuimet kuluttavat vettä alle puolet vanhoihin verrattuna. (16.)

Kodin energiasta noin kolmannes menee sähkölaitteisiin ja valaistukseen. Näistä eniten energiaa kuluu valaistukseen, ruoan säilytykseen ja valmistamiseen sekä astioiden ja pyykin pesuun. Viime vuosina myös kasvava viihdeelektroniikan määrä on lisännyt energian kulutusta. Kulutusta voi pienentää seuraavilla asioilla:

- Sammutetaan turhat valot.
- Käyttämällä valaisimissa energiansäästölamppuja ja led-tekniikkaa.
- Hankkimalla kodinkoneita uusiessa mahdollisimman energiatehokkaita laitteita.
- Katkaisemalla sähkölaitteen virta kokonaan, sillä valmiustila kuluttaa vuodessa jopa 5 -10 % kotitaloussähköstä. Esimerkiksi tv:n valmiustila, 15 W/h, kuluttaa vuodessa 131 kWh eli noin 12 euroa.
- Suosimalla kannettavaa tietokonetta pöytäkoneen sijaan. Kannettavan tietokoneen virran kulutus on vain noin 10 % pöytäkoneen kulutuksesta. (16.)

### **3.3 Rakennusosat**

Pientalossa yli puolet lämmitysenergiasta häviää rakennuksen ikkunoiden, seinien, katon ja alapohjan läpi (kuva 3). Koska tämä lämpöhäviön osuus kulutuksesta on pientaloissa suurempi kuin muissa rakennustyypeissä, korjauksella on mahdollista saavuttaa huomattavia säästöjä. Säästö on sitä suurempi, mitä huonommat korjattavan rakennuksen energiaominaisuudet ovat. Yli kolmannes lämpöenergiasta häviää ilmanvaihdon mukana ulkoilmaan, joten koneellinen

tulo- ja poistoilmanvaihto tehokkaalla lämmöntalteen otolla on myös suotavaa.  
(15.)



KUVA 3. Pientalon lämpöhäviöt (15)

### 3.3.1 Ulkoseinät

Jos seinien pintarakenteita korjataan tai uusitaan, on usein järkevää lisätä eristystä. Lisäeristyksen sijoittaminen vaatii aina tapauskohtaista harkintaa. Sisäpuolinen lisäeristäminen on yleensä halvempaa toteuttaa, mutta sitä ei yleensä saada täysin yhtenäiseksi. Esimerkiksi väliseinien, välipohjien, komeroiden ja ikkunapielien kohdille tulee kylmäsilta, ellei rakennusosia pureta korjauksen yhteydessä. Julkisivukorjauksen yhteydessä kannattaa lisäeristys sijoittaa rungon ulkopuolelle, jos ratkaisu on toteutettavissa niin, ettei rakennuksen ulkonäkö oleellisesti muutu. (18, s.133.)

Vanhojen pientalojen ulkovaipan alkuperäinen lämmöneristys ei yleensä täytä hyvän energiatalouden vaatimuksia. Eristeen laskeutuminen on usein aiheuttanut vuotokohtia ikkunoiden alapuolella ja seinien yläosissa. Vaipan lisäeristys on usein järkevää tehdä vanhaa rakennetta paksuntamalla. Vanha tiivis täyte kannattaa jättää paikalleen, jos siinä ei ole kosteusvaurioita. Sen poistaminen on usein työlästä ja pölyistä. Tiiveysmittaukset osoittavat, että täytteen korvaaminen mineraalivillalla on johtanut usein ilmavuotojen lisääntymiseen. Ulkopuo-

lisellä lisäeristämällä saadaan yhtenäinen, koko rakennuksen seinien peittävä lisäeristys. Tämän lisäksi vanha rakenne säilyy lämpimämpänä ja on näin ollen rakennusfysikaalisesti toimiva. (18, s. 133.)

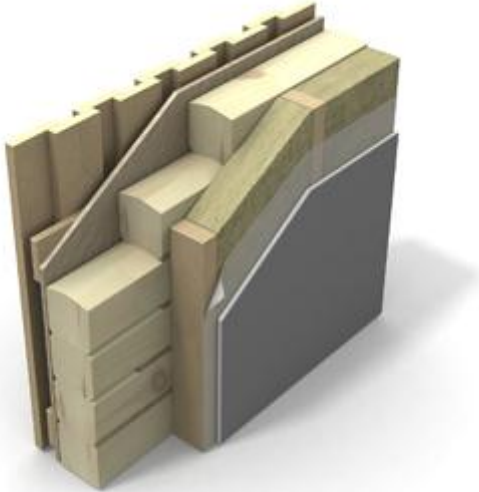
Jos julkisivuverhouksen uusiminen ei ole tarpeen tai mahdollista, on lisäeristys taloudellista sijoittaa sisäpuolelle. Seinän pinnasta tulee poistaa vanha verhous sekä mahdollinen höyrynsulku. Mineraalivillalämmöneriste asennetaan tiiviisti lisäkoolauksen väleihin ja peitetään muovikalvolla tai muulla ilmansululla. Liittymiset väliseiniin, lattiaan ja kattoon sekä ovien ja ikkunoiden pielet on tiivistettävä huolellisesti. Mikäli höyrynsulkua ei saada jatkettua yhtenäisesti sauman yli, on käytettävä saumausainetta tai tiivisteprofiileita. Sisäpuolisen lisäeristyksen yhteydessä täytyy huomioida aina tapauskohtaisesti rakenteen rakennusfysikaalinen toimivuus. Koska uuden sisäpuolisen eristeen myötä vanha rakenne jää kylmemmäksi kuin aiemmin, on vaarana, että rakenteeseen alkaa kehittyä kosteutta. (18, s.133.)

Vertaillen lisäeristämisen kannattavuutta on hyvä käyttää erilaisia laskentaohjelmia. Tulevissa eri aikakausien lisäeristämisen säästöjen laskennassa on käytetty Parocin lisäeristyslaskuria (21). Esimerkkikohteena on 96 m<sup>2</sup> pientalo, jonka ulkoseinän pinta-ala on yhteensä 100 m<sup>2</sup>. Lämmitysenergian hintana on käytetty öljylle tyypillistä 0,10 €/ kWh. (10.)

1940-luvun ja sitä ennen tehdyt hirsitalot ovat suurimmalta osin jo pois käytöstä tai purettu. Niiden energiankulutus ja mukavuustaso ovat kaukana nykyvaatimuksista. Näissä seinät ovat yleensä noin 150 mm paksua hirttä. Tämä vastaa noin 50 mm:n runkorakenteista villaseinää. Seinien ilmatiiveys on yleensä huono puun elämisen ja kutistumisen myötä tulleiden rakojen vuoksi. Tällaisen seinän U-arvo on noin 0,70 W/m<sup>2</sup>K. Lisäämällä seinään 100 mm mineraalivillaa saadaan U-arvo laskemaan 0,23 W/m<sup>2</sup>K:iin. Esimerkkitalon tapauksessa tämä tekisi 705 euron vuotuisen säästön lämmityksessä. (21.)

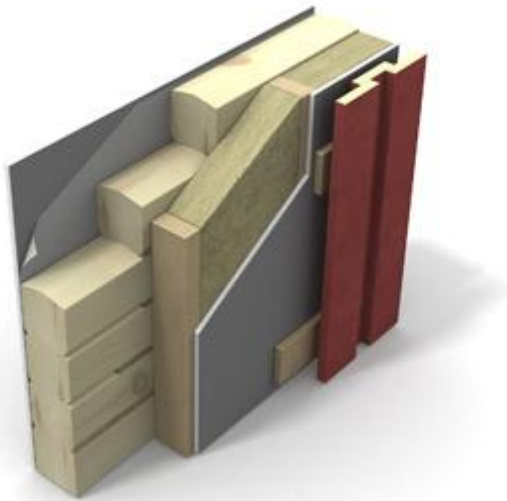
Hirsiseinän sisäpuolinen lisälämmöneristys aloitetaan poistamalla vanha sisäverhous ja höyrynsulku. Suuret raot ja halkeamat tilkitään. Uudet koolaukset naulataan 600 mm:n välein ja samalla seinä oikaistaan. Koolausten väliin asennetaan mineraalivillaa niin, että se täyttää koko eristettävän tilan. Tämän päälle

kiinnitetään höyrynsulku siten, että saumat limittyvät vähintään 200 mm. Saumat teipataan ja katon sekä viereisten seinien liittymät tiivistetään. Lopuksi asennetaan sisäverhous (kuva 4). (20.)



*KUVA 4. Hirsiseinän sisäpuolen lisäeristys (20)*

Hirsiseinän ulkopuolinen lisälämmöneristys aloitetaan irrottamalla mahdollinen vanha ulkoverhousmateriaali, rimoitus ja vuorauspahvi. Suuret raot ja halkeamat tilkitään. Vanhaan seinään asennetaan bitumipaperi tai vastaava estämään ilman virtaamisen hirsien saumoista eristekerrokseen. Uudet koolaukset naulataan ja samalla seinä tarvittaessa oikaistaan. Uudet eristelevyt asennetaan koolausten väliin niin, että se täyttää koko eristettävän tilan. Vanhan seinän epätasaisuuden vuoksi eristepaksuuden kannattaa olla 10 - 30 mm uutta koolausta paksumpi. Tämän päälle asennetaan tuulensuojalevy, tuuletusrimoi- tus ja lopuksi ulkoverhous (kuva 5). (20.)



*KUVA 5. Hirsiseinän ulkopuolen lisäeristys (20)*

Vuosina 1945 - 1959 purutalot korvasivat hirsitalot. Eristävyys ja tiiveys olivat selvästi parantuneet eikä rakenteiden painuman aiheuttamia ongelmia ollut. Näitä taloja on vielä runsaasti. Näiden talojen runko on tyypillisesti 100 mm:n puuta. Paperi ja laudoitus ovat molemmin puolin runkoa ja niiden väli on täytetty sahanpurulla, kutterilastulla tai näiden sekoituksella. Tämän tapaisen seinärakenteen U-arvo on noin  $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Lisäämällä seinään 100 mm mineraalivillaa, saadaan U-arvo laskemaan  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ :iin. Esimerkkitalon tapauksessa tämä tekisi 469 euron vuotuisen säästön lämmityksessä. 50 mm mineraalivillan lisäyksellä saadaan U-arvoksi  $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja energiansäästöä 335 €/ vuosi. (21.)

Vuosina 1960 - 1974 rakennetuissa puurunkotaloissa villaeristeet korvasivat heikommin eristävät purueristeet. Seinien paksuus säilyi kuitenkin yleensä samana kuin puruseinissä, eli 100 mm:ssä. Sisäverhouksena oli yleensä lastulevy ja tuulen suojana bituliitti. Näiden seinien U-arvo on yleensä noin  $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Lisäämällä seinään 100 mm mineraalivillaa saadaan U-arvo laskemaan  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ :iin. Esimerkkitalon tapauksessa tämä tekisi 276 euron vuotuisen säästön lämmityksessä. 50 mm mineraalivillan lisäyksellä saadaan U-arvoksi  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja energiansäästöä 185 €/ vuosi. (21.)

1975 - 1983 energiakriisin jälkeisten talojen eristemateriaalina oli edelleen mineraalivilla, mutta eristepaksuudet nousivat 100 mm:stä 150 mm:iin. Runkoon lisättiin 50 mm:n lisäkoolaus ja 50 mm:n villa ja bituliitti. Vaihtoehtoisesti lisäeristys hoidettiin 50 mm:n villatuulensuojalevyllä. Näiden seinien U-arvo on noin  $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Lisäämällä seinään 100 mm mineraalivillaa, saadaan U-arvo laskemaan  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ :iin. Esimerkkitalon tapauksessa tämä tekisi 167 euron vuotuisen säästön lämmityksessä. 50 mm mineraalivillan lisäyksellä saadaan U-arvoksi  $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$  ja energiansäästöä 106 e/vuosi. (21.)

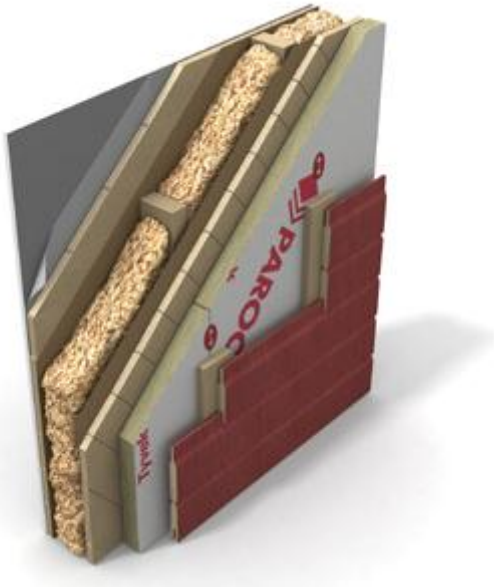
1984 - 2002 rakennetut pientalot ovat huomattavasti energiaa säästävämpiä kuin edellisten vuosikymmenien talot. Näiden seinissä on yleensä 150 - 200 mm lämmöneristystä ja niiden U-arvo on noin  $0,20 - 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ . (21) Tällaisen U-arvon omaavia seiniä ei kannata lisä eristää kuin vain poikkeustapauksissa. Mitään merkittäviä vuosittaisia säästöjä ei enää saavuteta.

Jos puurankaseinän ulkoverhous on hyvässä kunnossa, voidaan lisäeristys sijoittaa sisäpuolelle. Sisäpuolelle lisäeristystä tehtäessä on tärkeää poistaa vanhat tiiviit pinnat ennen uuden eristeen asentamista. Tämän jälkeen seinään asennetaan uusi koolaus ja mineraalivilla. Tämän päälle laitetaan ilmansulku ja uusi verhous (kuva 6). (20.)



*KUVA 6. Puruseinän sisäpuolen lisäeristys (20)*

Yleensä lisäeristys kannattaa tehdä kuitenkin seinän ulkopuolelle. Tällöin vanha verhous puretaan ja uusi eristekerros tulee vanhaan eristeeseen kiinni siten, ettei välissä ole ilmanpitäviä rakennekerroksia. Uuden eristeen ja verhouksen väli toteutetaan samaan tapaan kuin nykyisessä uudisrakentamisessa (kuva 7). (20.)



*KUVA 7. Puruseinän ulkopuolen lisäeristys (20)*

### **3.3.2 Alapohja**

Vanhan rossipohjan eristeinä käytetyt purut, sammaleet ja oljet ovat vuosien kuluessa painuneet ja lattian eristeen väliin on syntynyt rako. Siihen imeytyy ulkoa kylmää ilmaa, minkä seurauksena lattia on mahdollisesti kylmä. Lisäksi lattian ilmatiiveys on usein heikko, jolloin vedon tunne lisää kylmyyttä huomattavasti.

Alapohjan lisäeristäminen tulee yleensä kyseeseen vain tuulettuvan alapohjan tapauksessa, jolloin lisäeriste tulee alapintaan tai yläpinnan eristettä korvataan paremmalla lämmöneristeellä. Lisäeriste on saatava tiiviisti vanhaa rakennetta vasten ja se on tarvittaessa peitettävä tuulensuojalevyin. Ilmanvuotojen estämiseksi tulee vanhaa rakennetta myös tarvittaessa tiivistää. Etenkin liittymät ulkoseiniin vaativat usein tiivistämistä. (20; 18, s.133.)

Yläpuolinen eristäminen aloitetaan irrottamalla lattiamateriaali ja tarkistamalla vanhan eristeen ja lattiarakenteen kunto. Vanhaa eristettä poistetaan tarpeellinen määrä, tarvittaessa kaikki, jolloin myös alapuolisen tuulensuojan kunto on helppo tarkistaa. Uusi lämmöneriste asennetaan vanhan lattiarungon väliin siten, että eriste täyttää kokonaan sille varatun tilan. Levyjen tulee painua tiiviisti kiinni seinän lämmöneristeisiin. Tämän päälle kiinnitetään höyrynsulku siten, että saumat limittyvät vähintään 100 mm. Saumat teipataan ja liitetään tiiviisti ympäröiviin seiniin. Lopuksi asennetaan lattiamateriaali (kuva 8). Ryömintätilan riittävä tuuletus tulee aina tarkistaa, eikä sitä saa tukkia täysin talvellakaan. (20.)



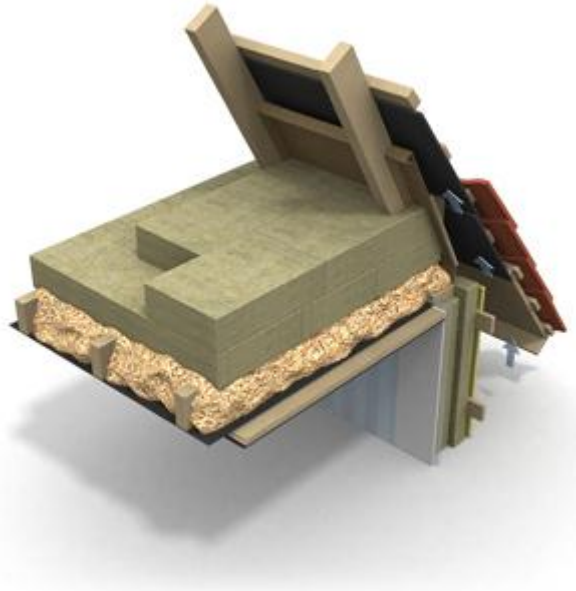
*KUVA 8. Tuulettuvan alapohjan lisäeristys (20)*

### **3.3.3 Yläpohja**

Yläpohjan lisäeristäminen on tavallisesti edullisin ratkaisu ja sen lisäeristämisen tarve tulee tarkistaa aina ensimmäiseksi. Eristyskerroksen huomattavakin paksuntaminen on usein mahdollista rakennuksen ulkonäköön vaikuttamatta tai hyötyalaa pienentämättä. Yläpuolisen lisäeristämisen yhteydessä on aina huolehdittava, että vanha rakenne on riittävän ilma- ja höyrytiivis. Tarvittaessa se on tiivistettävä esimerkiksi alapuolelle tulevalla höyrynsululla (18, s.134). Lisäksi



on tarkistettava, että yläpohjaan tulee riittävä tuuletus (kuva 9). Tämä varmistetaan jättämällä räystäiden alle 30 - 50 mm:n tuuletusväli. Räystääsalueelle kannattaa myös asentaa tuulenohjaimet. Eristeenä voidaan käyttää joko puhallusvillaa tai eristelevyjä. (20.)



*KUVA 9. Yläpohjan lisäeristys (20)*

Jos lisäeristys tehdään vanhan rakenteen alapuolelle, on mahdollinen vanha höyrynsulku poistettava. Eriste asetetaan tiiviisti vanhaan pintaan kiinni ja peitetään höyrynsululla, jonka saumat limitetään. Vähäinen lisäeristys voidaan toteuttaa akustiikka- tai sisäverhouslevyillä. Niiden lämmönvastus tulee kuitenkin yleensä olla enintään 1/3 koko yläpohjan lämmönvastuksesta, ettei mahdollinen tiivis vanhan rakenteen pinta jäähdä sisäilman kastepisteeseen saakka. (18, s.134.)

### **3.3.4 Ikkunat ja ovet**

Ikkunoiden uusiminen on taloudellisesti perusteltua vain, jos niiden kunto on erittäin huono. Pelkän energiansäästön takia kaksilasista ikkunaa ei kannata vaihtaa uuteen. Sen sijaan uuden lisälasin asentaminen (15) ja ikkunan tiiveyden parantaminen on kannattavaa, ja siihen uhrattu raha saadaan nopeasti takaisin energiasäästöinä. (18, s.134.)

Sisäpuite tiivistetään täysin tiiviillä kumi- tai muovitiivisteellä, joista suositeltavimpia ovat putkimaiset ja V-muotoiset profiilit. Uloimpien puitteiden tiivistämiseksi tulee lasien huurtumisen estämiseksi käyttää ilmaa läpäisevää, esimerkiksi solumuovista, villasta tai puuvillasta valmistettua tiivistenauhaa. Tuuletus voidaan hoitaa myös jättämällä kumi- tai muovitiivisteiden ylä- ja alareunaan pienet tuuletusaukot (25). Tiivisteiden tulee olla riittävän paksuja ja kimmoisia, jotta leveydeltään vaihtelevat raot saadaan kauttaaltaan tiiviiksi. (18, s.134.)

Karmin ja seinän välinen rako saattaa olla paha vuotokohta hyväkuntoisessakin ikkunassa, eli sen tiiveys kannattaa aina varmistaa korjauksen yhteydessä. Ikkunoiden tiivistämisen onnistuminen riippuu ratkaisevasti työsuorituksesta. Hyvätkään tarvikkeet eivät takaa merkittävää energiansäästöä, ellei työtä tehdä huolellisesti ja ammattitaitoisesti. (18, s.134.)

### **3.4 Talotekniset järjestelmät**

Tärkeä osa energiatehokkuuden parantamisessa on vanhojen taloteknisten järjestelmien päivittäminen uusiin korkealla hyötysuhteella toimiviin laitteisiin. Jos laitteissa on vielä teknistä käyttöikää jäljellä, tulisi järjestelmä säätää toimimaan optimaalisesti. Huomattava osa Suomen pientaloista lämmitetään vielä sähköllä tai fossiilisella polttoaineella eli öljyllä. Tukeaksemme ympäristölle asetettuja tavoitteita tulisi nämä korvata uusiutuvilla polttoaineilla toimiviin järjestelmiin tai lämpöpumppuihin. Jo olemassa olevaa lämmitysjärjestelmää voidaan tukea asentamalla tukilämmitys. Myös painovoimaisen ilmanvaihdon ja koneellisen poiston korvaaminen lämmöntalteenotolla varustetulla laitteistolla tuo huomattavia säästöjä.

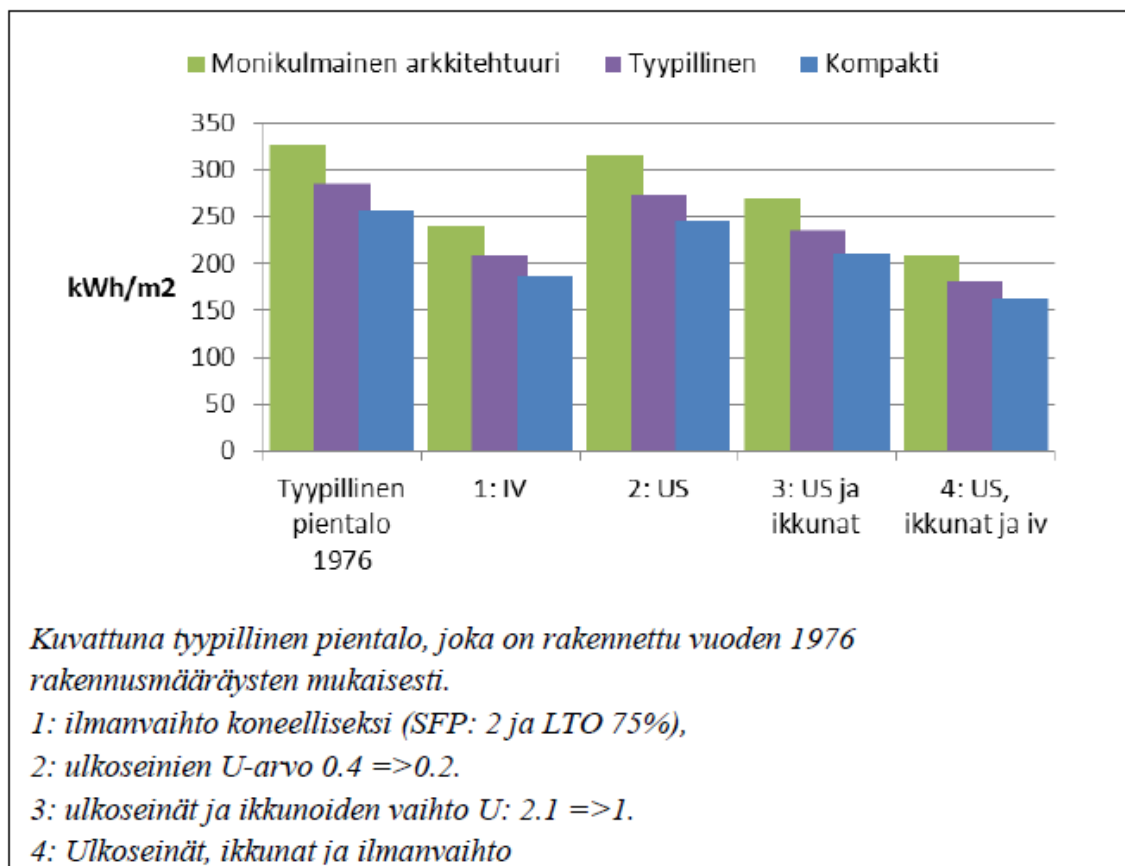
#### **3.4.1 Ilmanvaihto**

Rakennuksen lämpöhäviöistä noin kolmannes voi johtua ulos ilmanvaihdon kautta. Tämän vuoksi energiakorjauksen yhteydessä on syytä nykyaikaistaa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä. Lisäksi ilmanvaihdon toimivuus on syytä tarkistaa aina lämmitysjärjestelmäsaneerauksen, lisäeristyksen tai ikkunoiden kunnostamisen yhteydessä. Vanhoissa painovoimaisissa ilmanvaihtoissa sekä koneellisissa poistoissa kaikki lämmitysenergia puhalletaan suoraan ulos, kun

taas nykyaikaisessa koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa saadaan lämmitysenergiasta otettua talteen jopa 80 %. (11.)

Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän päivittämisestä koneelliseksi tulo- ja poistoilmajärjestelmäksi aiheutuva lisäkustannus noin 3 500 euroa. Koneellisen poistoilmajärjestelmän päivittäminen koneelliseksi tulo- ja poistoilmajärjestelmäksi maksaa kaiken kaikkiaan noin 4 000 - 6 000 euroa, josta laiteinvestoinnin (kone ja tuloilmakanavisto) osuus on noin 2 900 - 3 000 euroa ja työkustannuksen osuus noin 2 000 - 2 500 euroa. Kuten alla olevasta taulukosta (taulukko 2) nähdään, tehokkaalla lämmöntalteenotolla saadaan nopeasti huomattava säästö. (1, s.47.)

*TAULUKKO 2. Energiakorjausten säästöjä tyypillisessä vuonna 1976 rakennetussa pientalossa (1, s.23)*



### 3.4.2 Lämmitysjärjestelmät

Sähkölämmitysjärjestelmä voi olla joko suora tai varaava. Varaavassa sähkölämmityksessä on erillinen lämminvesivaraaja, jonka vettä lämmitetään sähkövastuksella. Tavoitteena on, että 90 % tarvittavasta vedestä lämmitetään yö-sähköllä. Tässä järjestelmässä sekä huoneistonlämmitys että lämminkäyttövesi saadaan sähkövaraajasta. Tällainen järjestelmä on helposti vaihdettavissa esimerkiksi maalämpöpumppuun, sillä rakennuksessa on jo valmiiksi vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä. Suorassa sähkölämmityksessä lämmönjakotapoja ovat patteri-, lattia-, katto- ja ikkunalämmitys, joista yleisimpinä patteri- ja lattia- lämmitys. Suorassa lämmitysjärjestelmässä lämmin käyttövesi tuotetaan erillisellä, yleensä 300 - 500 litran käyttövesivaraajassa. Sähkölämmityksen suosio on laskenut viime vuosina korkean energiahintansa vuoksi, mutta tulevaisuudessa sen suosio voi nousta matala- ja passiivienergiarakentamisen myötä, jolloin energian tarve on hyvin vähäistä. (16.)

Öljylämmitys yleistyi 1960- luvulla ja on hyvin yleinen lämmitysmuoto monissa olemassa olevissa pientaloissa. Öljylämmitysjärjestelmä koostuu öljykattilasta, öljypolttimeista, säätölaitteista ja öljysäiliöstä. Järjestelmä tuottaa sekä huoneitilojen että lämpimän käyttöveden tarvitseman energian, joten erillistä lämminvesivaraajaa ei tarvita. Nykyaikaisten öljylämmityskattiloiden hyötysuhde on erittäin hyvä, noin 90 - 95 %, ja palaminen on hyvin puhdasta. Vaikka öljy on uusiutumaton luonnonvara, on kehitteillä ja osin jo käytössä polttonesteitä, joissa osa polttoaineesta on biopohjaista. Öljylämmitys on hyvin huoleton lämmitysvaihtoehto. Kattila nuohotaan ja poltin huolletaan noin kerran vuodessa. Öljylämmityksen huonoina puolina voidaan pitää lämmitysöljyn korkeaa hintaa sekä sen saatavuuden epävarmuutta tulevaisuudessa. (16.)

Puupolttoaineiden käyttö lämmityksessä on ympäristön kannalta hyvä vaihtoehto, sillä puun poltto ei aiheuta ylimääräistä hiilidioksidipäästöä, sillä puun hiilidioksidi vapautuisi sen lahotessa ilmaan joka tapauksessa. Myös rikkipäästöt ovat pienet. Hiukkaspäästöjen minimoimisen kannalta säännöllinen huolto ja säätö on tärkeää. Lisäksi on tärkeää, että käytettävä polttoaine on riittävän kuivaa. Puukattiloissa käytetään polttoaineina pilkkeitä, halkoja ja haketta. Puulämmitysjärjestelmässä on yleensä varaaja, johon kattilan kehittämä lämpö va-

rastoidaan. Puulämmitys vaati asukkailta enemmän työtä kuin muut lämmitystavat. Sitä harkittaessa on syytä miettiä etukäteen, mistä polttoainetta hankitaan ja missä sitä säilytetään talossa tai tontilla. (16.)

Kaukolämmön osuus pientalojen lämmitystapana on hieman noussut viime vuosina. Sen yleistymistä rajoittaa se, että sitä ei ole saatavilla joka paikassa. Kaukolämpötalossa ei tarvita erillistä lämminvesivaraajaa. Kaukolämmitys kannattaa ottaa yhdeksi vertailtavaksi lämmitystavaksi aina, jos sitä on saatavilla, sillä kaukolämpöenergian hinta on yleensä hyvin kilpailukykyinen. Kaukolämmön hinta vaihtelee jonkin verran paikkakunnittain. Käyttäjän kannalta kaukolämpö on hyvin vaivaton, sillä se ei vaadi juurikaan huoltoa tai ylläpitoa. (16.)

Maalämpöpumput ovat kasvattaneet lämmitysjärjestelmistä suosiotaan eniten. Niiden investointikustannukset ovat melko suuret, mutta käyttökustannukset ovat edulliset. Mitä suurempi talo on ja mitä suurempi lämmitysenergiankulutus, sitä kannattavammaksi maalämpöpumppu tulee. Parhaan hyötysuhteen saavuttamiseksi rakennuksessa tulisi olla vesikiertoinen lattialämmitys, sillä siinä lämmitysverkkoon menevän veden ei tarvitse olla niin lämmintä kuin patteriverkossa. Asukkaiden kannalta maalämpöpumppu on myös helppokäyttöinen, sillä se vaatii vain vähän huolto- ja tarkistustoimia. (16.)

Puupelletit ovat kotimaista polttoainetta ja niiden ympäristökuormitus on hyvin pieni. Pellettilämmitysjärjestelmä koostuu kattilasta, polttimesta, siirtoruuvista ja varastosiilosta. Pelletit varastoidaan siiloon kattilahuoneen läheisyyteen. Siilon on oltava täysin kuiva, pölytiivis ja sähkötön. Pellettikattila nuohotetaan ja tuhkat poistetaan säännöllisesti. Joissain kattilatyypeissä huolto on tehtävä 1 - 2 kuukauden välein, täysautomaattisissa kattiloissa muutaman kerran vuodessa. (16.)

Ilma-vesilämpöpumppu on uusin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu. Ilma-vesilämpöpumppu ottaa lämmitysenergiaa ulkoilmasta ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan hoitaa koko talon lämmitystarve, mutta se tarvitsee kylmimpiä aikoja varten varajärjestelmän. Varajärjestelmänä toimii yleensä sähkövastus. Se soveltuu hyvin myös vanhoihin taloihin, jolloin se voidaan asentaa vanhan lämmitysjärjes-

telmän tilalle tai rinnalle. Ilma- vesilämpöpumpun etuna maalämpöpumppuun verrattuna on, että sen hankintakustannus on huomattavasti pienempi ja se voidaan asentaa kohteisiin, joissa maaperä ei ole otollinen maalämpöpumpulle.

(16.)

Varsinaisten lämmitysjärjestelmien rinnalle voidaan ottaa tukilämmitysjärjestelmiä. Ne eivät yksin riitä rakennuksen lämmöntarpeeseen, mutta säästävät huomattavasti energiaa käytettynä esimerkiksi sähkö- tai öljylämmityksen rinnalla. Tukilämmitysjärjestelmiä ovat esimerkiksi ilmalämpöpumput, aurinkokeräimet ja erilliset tulisijat. (16.)

## 4 PIENTALON ENERGIAKORJAUKSEN TOTEUTTAMINEN

1.9.2013 pientalon osalta voimaan tuleva Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä ohjaa kiinnittämään huomiota energiatehokkuuden parantamiseen, kun tehdään luvanvaraista korjausta, käyttötarkoituksen muuttamista tai teknisten järjestelmien korjaamista. Asetuksessa annetaan kolme vaihtoehtoista reittiä, joista korjaushankkeeseen ryhtyvä voi joustavasti valita itselleen sopivimman keinon parantaa energiatehokkuutta. Pientalon energiakorjauksen toteutuksen suunnittelussa tutkittiin nämä kolme eri vaihtoehtoa, mitä niiden täyttämiseen vaaditaan. Lopulta osittain näitä yhdistelemällä tehtiin lopullinen suunnitelma.

### 4.1 Kohteen esittely

Korjauksen kohteena on haja-asutusalueella sijaitseva yksikerroksinen 1963 valmistunut omakotitalo. Rakennukseen tehdyistä remonteista merkittävimmät ovat 1981 tehty laaja peruskorjaus sekä 2002 vuonna tehty vesikaton muutostyö.

Korjauskohde: Vuonna 1963 valmistunut 1- kerroksinen omakotitalo. Asuntoon kuuluvat 2 makuuhuonetta, olohuone, keittiö, kylmiö, KHH, PH ja sauna. Rakennuksen yhteydessä sijaitsevat kylmäautotalli ja lämmönjakohuone.

Rakennusajankohta: 1963

Kerrosluku: 1

Pinta-ala: Rakennusala: 127 m<sup>2</sup>

Tilavuus: 422 m<sup>3</sup>

Muut rakennukset: Varistorakennus, lato ja maakellari.

Tehdyt korjaukset: Vuonna 1981 peruskorjaus  
- ulkoseinien sisäpintaan lämpöeristettä lisää 50 mm

- yläpohjaan lämmöneristettä lisää 100 mm
- alapohjaan lämmöneristettä lisää 50 mm
- ikkunoihin kolmannet ruudut
- ulko-oven uusiminen
- pesuhuoneen seinien laatoitus
- saunan ja pesuhuoneen lattian laatoitus
- vesijohtojen uusiminen
- lämmityspattereihin termostaattiventtiilit
- lattian alla olevien lämpöjohtojen eristys
- keittiökalusteiden uusiminen

Vuonna 1990

- lämmitysjärjestelmän vaihto öljylämmitykseen

Vuonna 2002

- vesikaton korotus olemassa olevan rakenteen päälle
- vesikatteen uusiminen
- ulkoverhouksen maalaus.

Tehtyjen näköhavaintojen perusteella rakennus on kohtalaisessa kunnossa. Kuntoarvion jälkeen tehdyissä pintakosteusmittauksissa ei myöskään löytynyt kohonneita kosteusarvoja. Sisäpinnat ovat pääosin hyvässä kunnossa. Lattioissa on paikoin pieniä kulumia. Lisäksi ikkunan tiivisteissä on puutteita. Suurimpana ongelmana on pesuhuoneen seinästä löytynyt halkeama, jonka seurauk-



sena kohteeseen tehdään kylpyhuonesaneeraus. Myös lämmityksen jakojärjestelmä on tullut aikansa päähän ja näin ollen uusitaan tulevan saneerauksen yhteydessä.

## **4.2 Energiaselvitys**

Olemassa olevan pientalon energiatodistus pohjautuu toteutuneeseen energiakulutukseen (9, s.15). Lain uudistuksen myötä tämä tulee muuttumaan ja myös olemassa olevien pientalojen energiakulutus lasketaan RakMK:n osien D5 ja D3 mukaan. Kulutus saadaan laskennallisesti, jolloin voidaan vertailla rakennuksen ominaisuuksia sulkemalla käyttäjien käyttötottumukset pois vertailusta. (22.) Olemassa olevien rakennusten energiatodistuksen tekoon on tulossa Lamit Oy:ltä erillinen Energiasenior-ohjelma. Mutta koska tämä ei ollut vielä käytössä tätä työtä tehtäessä, on tässä käytetty uudisrakennuksiin tarkoitettua Energiajunior 12 -ohjelmaa. (27.)

Rakennuksesta oli käytössä vanhat käsin piirretyt rakennuslupakuvat. Koska ei ollut varmuutta, olivatko mitat paikkaansa pitäviä, kohteeseen tehtiin paikalla uudelleen mitoittaminen. Tämän jälkeen kohteesta piirrettiin uudet pääpiirustukset mitattujen todellisten mittojen perusteella. Rakenteet arvioitiin vanhojen dokumenttien sekä uusien mittojen perusteella. Tarvittavat laajuustiedot mitoitettiin kuvista Rakennustietokortiston RT 12-10277- ja RT 120.12 -ohjeiden mukaisesti. Rakenteiden U-arvot laskettiin RakMK:n osassa C4 määritetyillä materiaalien lämmönjohtavuusarvoilla. Tuloksena saatiin, että rakennuksen nykyinen E-luku on 307 kWh/m<sup>2</sup> ja se kuuluu energiatehokkuustarkastelussa E-luokkaan. Ostoenergiaa rakennukseen tarvitaan laskennallisesti vuodessa yhteensä 36 550 kWh. (Liite 1.)

## **4.3 Rakennusosakohtaiset vaatimukset**

Ensimmäisenä vaihtoehtona on parantaa korjattavien tai uusittavien rakennusosien lämmönpitävyyttä vaatimusten mukaisiin arvoihin. Tässä tapauksessa saneerattavan kohteen seiniä ja yläpohjaa lisäeristetään, alapohjaa parannetaan mahdollisuuksien mukaan ja vanhojen ikkunoiden lämmönpitävyyttä parannetaan mahdollisuuksien mukaan.

Esimerkkikohteen seinien nykyinen U-arvo on 0,34 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Ulkoseinän alkuperäinen U-arvo

US1	mm	m	λ	R	
Pintavastus				0,04	
Ulkoverhous	20	0,020	0,120	0,17	
Mineraalivilla+koolaus (150*50)	150	0,150	0,055 + 0,12	2,48	
Höyrynsulkumuovi	-				
Lastulevy	12	0,012	0,130	0,09	
Pintavastus				0,13	U =
				2,91	0,34

Jotta siitä saadaan määräysten mukainen, tulee korjatun seinän U-arvo olla 0,5 \* alkuperäinen U-arvo, mutta kuitenkin enintään 0,17 W/m<sup>2</sup>K. Tämä saadaan toteutettua lisäämällä seinään 100 mm SPU-eristettä, jolloin seinän U- arvoksi saadaan 0,15 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Ulkoseinän korjattu U-arvo

US1_korj.	mm	m	λ	R	
Pintavastus				0,04	
Ulkoverhous	20	0,020	0,120	0,17	
Mineraalivilla+koolaus (150*50)	150	0,150	0,055 + 0,12	2,48	
SPU-Eristelevy	100	0,100	0,027	3,70	
Kipsilevy	10	0,010	0,150	0,07	
Pintavastus				0,13	U =
				6,59	0,15

Yläpohjan nykyinen U-arvo on 0,35 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 5). Siinä on 100 mm sahanpurua ja 100 mm mineraalivillaa. Katto on muodoltaan harjakatto, mikä mahdollistaa helpon lisäeristämisen.

TAULUKKO 5. Yläpohjan alkuperäinen U-arvo

YP1, YP2	mm	m	$\lambda$	R	
Pintavastus				0,04	
Mineraalivilla	100	0,100	0,06	1,67	
Sahanpuru	100	0,100	0,12	0,83	
Tiiv. Paperi	-				
Kattopaneli	13	0,013	0,12	0,11	
Pintavastus				0,17	U =
				2,82	0,35

Jotta määräykset täytetään, täytyy uuden U-arvon olla  $0,5 \cdot$  alkuperäinen U-arvo, mutta kuitenkin enintään  $0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tämä tarkoittaa, että yläpohjaan tulee lisätä 350 mm puhallusvillaa (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Yläpohjan korjattu U-arvo

YP1, YP2_korj.	mm	m	$\lambda$	R	
Pintavastus				0,04	
Puhallusvilla	350	0,350	0,04	8,97	
Mineraalivilla	100	0,100	0,06	1,67	
Sahanpuru	100	0,100	0,12	0,83	
Tiiv. Paperi	-				
Kattopaneli	13	0,013	0,12	0,11	
Pintavastus				0,17	U =
				11,79	0,08

Jos kohteen ikkunat ja ulko-ovet uusittaisiin, tulisi niiden U-arvo olla enintään  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Tässä tapauksessa ikkunat ovat kuitenkin hyväkuntoiset ja niihin on asennettu vuonna 1981 kolmannet lasit, joten niiden lämmönpitävyyttä parannetaan tiivistämällä ne uudestaan. Myös alapohja on todettu kuntoarviossa hyväkuntoiseksi, joten siihen ei lisätä eristettä.

Tehtyjen parannusten myötä koko rakennuksen uudeksi E-luvuksi tulee  $232 \text{ kWh/m}^2$ , eli parannusta entiseen tulee  $24,4 \%$ . Ostoenergian tarve vähenee  $658 \text{ kWh}$  vuodessa. Tämä tarkoittaa öljylämmityksellä noin  $946$  euron säästöä vuodessa, kun öljyn hinta on  $10,96 \text{ c/kWh}$  (10).

#### **4.4 Energiankulutus vaatimukset rakennusluokittain**

Toisena vaihtoehtona on parantaa energiatehokkuutta kyseiselle rakennustyyppille määrätyle tasolle. Tällöin tarkastellaan koko rakennuksen vuosittaista, normaalikäytössä syntyvää energiakulutusta suhteessa rakennuksen pinta-alaan. Tässä tarkastelussa ei oteta huomioon energiamuodon kerrointa. Jotta esimerkkikohteen pientalo täyttäisi tämän vaatimuksen, tulisi sen energiankulutus olla vähemmän kuin 180 kWh/m<sup>2</sup>.

Nykyisellään rakennuksen energiankulutus on 288 kWh/m<sup>2</sup>, kun energiamuodon kertoimia ei oteta huomioon. Ensimmäisen vaihtoehdon rakennusosien parantamisen myötä rakennuksen uusi energiankulutus olisi 213 kWh/m<sup>2</sup>. Tämä vaihtoehto voisi olla hyvä tarkastelukohde sähkölämmitteiselle rakennukselle, jolloin sähkön kulutusta ei tarvitsisi kertoa 1,7:llä. Tässä tapauksessa tämän vaihtoehdon käyttäminen vaatisi kuitenkin huomattavan energiatehokkuuden parantamisen, joten se jätetään toistaiseksi tutkimatta.

#### **4.5 E-luku-vaatimus rakennusluokittain**

Kolmantena vaihtoehtona on laskea rakennukselle ominainen, rakentamisajan kohdan mukaisilla tai viimeisimmän käyttötarkoituksen muutoksen mukaisilla ratkaisuilla laskettu kokonaisenergiankulutus eli E-luku ja pienentää sitä kyseiselle rakennustyyppille asetetun tason mukaisesti. Pien-, rivi, ja ketjutaloissa vaaditun uuden E-luvun tulee olla pienempi kuin 0,8 \* E-laskettu. Eli uusi E-luku tulee olla alle 80 % vanhaan verrattuna. Esimerkkikohteessa korjauksen jälkeinen E-luku tulee siis olla pienempi kuin 245 kWh/m<sup>2</sup>. Tähän päästään esimerkiksi ensimmäisen vaihtoehdon rakenteiden lisäeristämällä, jolloin uusi E-luku on 232 kWh/m<sup>2</sup>. E-lukutarkastelu korostaa sähkön energiatehokasta käyttöä, joten otettaessa käyttöön uusiutuvaa energiaa hyödyntävä lämmitysjärjestelmä, on tämä hyvä tarkasteluvaihtoehto.

#### **4.6 Energiasaneerauksen toteutus**

Kohteessa on vesikiertoinen radiaattorilämmitysjärjestelmä. Tilojen ja käyttöveden lämmitys hoidetaan öljyllä. Koska kohteen öljylämmitysjärjestelmä ja kierto-vesiputkisto oli tullut teknisen käyttöikänsä loppuun, päätettiin ne uusiksi ja vaih-

taa uusiutuvalla energialla toimivaan puukeskuslämmitykseen. Samalla kohteeseen päätettiin asentaa koneellisen poistoilmanvaihdon tilalle tehokkaalla lämmöntalteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneeksi valitaan Enervent Pingvin eco EDW ja ilman jakojärjestelmäksi saneerauskohteeseen hyvin soveltuva Vallox Blue Sky -järjestelmä (kuva 10).



*KUVA 10. Vallox Blue Sky -kanavan asennus saneerauskohteeseen (11)*

Pelkkien teknisten järjestelmien muutoksen myötä uudeksi E-luvuksi saatiin 172 kWh/m<sup>2</sup>. Ostoenergiaa säästetään vuodessa 1 925 kWh eli 1 856 euroa, kun puun hinta on 6,21 c/kWh ja öljyn 10,96 c/kWh (10). Ympäristöministeriön asetus korjauksen ja saneerauksen energiatehokkuuden parantamisesta täyttyy esimerkkikohteessa jo pakollisen teknisen järjestelmän uusimisella. Mutta koska energianhinta on koko ajan nousussa, päätettiin myös kohteen lämmönpitävyyttä parantaa. Samalla laskettiin, miten pitkä kyseisten korjausten takaisinmaksuaika on.

Asuintilan seinän U-arvo on 0,34 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 3), eli seinä päästää lävitseen 0,34 wattia yhden neliömetrin alueelta yhden asteen lämpötilaerolla joka

sekunti. Lisäeristämällä seinä SPU Anselmi -eristelevyllä sisäpuolelta saadaan seinän uudeksi U-arvoksi 0,20 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 7), eli 41,2 % paremmaksi. Energiajunior 12 -ohjelmalla tehtyjen laskujen mukaan (liite 2) tämä tarkoittaa, että ostoenergiankulutus pienenee vuodessa 21 649 kWh:sta 19 714 kWh:iin. Eli energiaa kuluu vuodessa 1 935 kWh vähemmän. Uudella puulämmityksellä puun hinnan ollessa 6,21 c/kWh (10) säästöä kertyy noin 120 euroa vuodessa.

TAULUKKO 7. Korjatun ulkoseinän U-arvo

US1_korjaus	mm	m	λ	R	
Pintavastus				0,04	
Ulkoverhous	20	0,020	0,120	0,17	
Mineraalivilla+ koolaus (150*50)	150	0,150	0,055 + 0,12	2,48	
SPU Anselmi	60	0,060	0,027	2,22	
Kipsilevy	10	0,010	0,150	0,07	
Pintavastus				0,13	U =
				5,11	0,20

Eristettävän seinän pinta-ala on 81 m<sup>2</sup>. Työmenekin ollessa 0,06 tth/m<sup>2</sup> (24) ja työhinnan 45 €/h saadaan työhinnaksi 220 €. Materiaali kustannuksia tulee noin 2 200 € eli yhteensä lisäeristykseen hinnaksi saadaan 2 400 €. (Taulukko 8.) Pintatöitä ei oteta laskuihin mukaan, koska pinnat uusitaan saneerauksessa joka tapauksessa. Näin ollen seinän lisäeristykseen takaisinmaksu ajaksi tulee noin 20 vuotta, kun mahdollisia korkoja ei oteta huomioon.

TAULUKKO 8. Seinän lisäeristykseen kustannusarvio

Seinän lisäeristys		
Käsinsiirrot	0,01	tth/m <sup>2</sup>
Lämmöneristyslevyksen asennus	0,04	tth/m <sup>2</sup>
Siivous	0,01	tth/m <sup>2</sup>
työn hinta	45	e/h
Seinän pinta-ala	81	m <sup>2</sup>
SPU-Anselmi	24	e/m <sup>2</sup>
Muut tarvikkeet	200	e
Lisäeristykseen hinta yhteensä	2363	e

Yläpohjan nykyinen U-arvo on 0,35 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 5). Lisäämällä siihen 200 mm puhallusvilla saadaan uudeksi U-arvoksi 0,13 W/m<sup>2</sup>K (taulukko 9) eli 62,9 % paremmaksi. Energiajunior 12 -ohjelmalla saadaan vuotuisesti energian säästökseksi 2 993 kWh/a (liite 1). Lämmityskustannuksissa säästetään siis noin 186 € vuodessa.

TAULUKKO 9. Korjatun yläpohjan U-arvo

YP1, YP2_korj.	mm	m	λ	R	
Pintavastus				0,04	
Puhallusvilla	200	0,200	0,04	5,13	
Mineraalivilla	100	0,100	0,06	1,67	
Sahanpuru	100	0,100	0,12	0,83	
Tiiv. Paperi	-				
Kattopaneli	13	0,013	0,12	0,11	
Pintavastus				0,17	U =
				7,95	0,13

Yläpohjan lisäeristämisen hinnaksi saadaan noin 1200 € (taulukko 10) eli takaisin maksuajaksi tulee 6,5 vuotta, kun mahdollisia korkoja ei oteta huomioon.

TAULUKKO 10. Yläpohjan lisäeristystyksen kustannusarvio

Kaluston valmistelu	1	tth/150 m <sup>3</sup>
puhallus	0,27	tth/m <sup>3</sup>
kaluston purku ja siivous	0,5	tth/150 m <sup>3</sup>
Työn hinta	45	e/h
Yläpohjan pinta-ala	127	m <sup>2</sup>
Eriste kerroksen paksuus	0,2	m
Puhallusvilla	33	e/m <sup>3</sup>
Lisäeristystyksen hinta yhteensä	1215	e

Ikkunoihin on asennettu 1981 vuonna tehdyssä saneerauksessa kolmannet lasit, joten niiden arvioitu U-arvo on nykyisellään noin 1,8 W/m<sup>2</sup>K (18). Uusien ikkunoiden vastaava arvo on nykyisellään jopa 0,75 W/m<sup>2</sup>K. Asentamalla tällaiset ikkunat vanhojen tilalle saadaan Energiajunior 12 -ohjelmalla laskennalliseksi energian säästökseksi 2 263 kWh/a eli noin 250 euroa vuodessa. Ikkunoiden

uusimisen kokonaiskustannus on 380 € / ikkuna m<sup>2</sup>:llä (1 s. 51). Eli tässä koh- teessa ikkunoiden uusiminen tulisi maksamaan, kun ikkuna pinta-alaa on yh- teensä 16,15m<sup>2</sup>, noin 6 150 euroa. Eli takaisinmaksuajaksi tulisi lähes 25 vuot- ta. Tämän vuoksi vanhat ikkunat tiivistetään uudelleen käyttämällä RK- uratiivistettä.

Oikealla tiivistämisellä voidaan parantaa oleskeluviihtyvyyttä, estää vedon, me- lun, kosteuden ja likaisen ulkoilman pääsy asuntoon. Lisäksi pienellä hankinta- kustannuksella voidaan säästää energiaa jopa 5 - 20 %. Ikkunoiden tiivistämi- nen aloitetaan vanhan tiivisteeseen poistamisella. Samalla poistetaan myös mah- dolliset niitit, joilla tiiviste on voitu kiinnittää. Toisena vaiheena on ikkunan/oven puhdistaminen pölystä ja muusta liasta. Viimeisenä vaiheena on uuden tiivis- teen asennus. Asennus kannattaa aloittaa ylhäältä alaspäin, jolloin tiiviste on helpompi painella sormin uriin sisään. Tiivistettä ei saa taittaa nurkissa, vaan se tulee katkaista (kuva 11). (25.)



*KUVA 11. Vanhan ikkunan tiivistysohje (25)*

Ennestään tiivistetyissä ja toimivissa ovissa ja ikkunoissa tiivisteet asennetaan entisen tiivisteeseen tilalle. Tiivisteet asennetaan sisä- ja/tai välipuitteeseen varmis-



taen, ettei näiden väliin muodostu hikoilua, joka johtaa talvella jäätymiseen. Ulkopuolelta tulee tiivistää niin, että tiivisteeseen jätetään noin 20 mm:n rako ylä- ja alapuitteen tiivisteiden molempiin päihin, mutta pystypuolelta tiivistetään kokonaan. Näin estetään veden, lumen, kylmän, pölyn ja melun pääsy puitteiden väliin. Jos kohteessa ei ole korvausilmaventtiilejä, tulee ikkunan yläosan tiivisteestä ottaa noin 10 cm:n pala pois. Näin turvataan riittävä korvausilman saanti. (25.)

Energiajunior 12 -ohjelmalla laskettu ostoenergiankulutus nykyisillä rakenteilla on 36 550 kWh/vuosi (liite 1). Nykyisin laskennallinen energiaan menevä kustannus on 4 006 € /vuosi, kun öljyn hinta on 10,96 c/kWh. Koska öljy on fossiilinen polttoaine, ei ole odotettavissa, että hinta tulisi tulevaisuudessa laskemaan. Nykyisillä rakenteilla rakennuksen E-luku on 307 kWh/m<sup>2</sup> ja se kuuluu energiatehokkuusluokkaan E.

Yläpohjan ja seinien lisäeristämällä sekä lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän muuttamisella saadaan kohteen laskennalliseksi ostoenergiankulutukseksi 28 763 kWh/vuosi. Puulla lämmitettäessä lämmityskustannuksiin tulee menemään 1 786 € /vuosi, kun puun hintana käytetään 6,21 c/kWh. Korjauksen myötä rakennuksen uusi E-luku on 149 kWh/m<sup>2</sup> ja rakennus nousee C-luokkaan.

Tehdyillä korjauksilla saadaan täytettyä Ympäristöministeriön 1.9.2013 voimaan tulevat vaatimuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. E-lukutarkastelussa esimerkkikohteen uusi E-luku tulisi olla alle 245 kWh/m<sup>2</sup>, joten tämä täytetään reilusti.

## 5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tarkastettiin energiatehokkuuden parantamista vuonna 1963 rakennetussa pientalossa. Tarkoituksena oli selvittää saneerauksen yhteydessä tehtävien energiaparannusten kannattavuutta korjauksilla saavutettujen energiasäästöjen kannalta. Tarkoituksena oli myös tutkia uudistuneiden korjausrakentamistakin koskevien rakennusmääräysten vaikutusta tulevaisuuden korjausrakentamisessa.

1.9.2013 olemassa olevien pientalojen osalta voimaan tulevan Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä säätää korjausrakentamisen energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset. Olemassa olevassa rakennuskannassa piilee merkittävä energiansäästöpotentiaali, sillä Suomessa on huomattava määrä fossiilisilla polttoaineilla lämpiäviä heikosti eristettyjä pientaloja. Ja kun koko Suomen energian loppukäytöstä neljäsosa menee rakennusten lämmittämiseen, on syytä tulevaisuudessa panostaa vieläkin enemmän myös olemassa olevan rakennuskannan energiankulutukseen.

Energian säästämiseen ei vaadita aina laajoja lisäeristämisiä ja muita korjaustoimenpiteitä. Jo arjen pienet valinnat tuovat mukanaan huomattavia säästöjä ilman lisäkustannuksia. Jos rakenteita kuitenkin päädytään lisäeristämään, kannattaa aloittaa yläpohjasta. Sen lisäeristäminen on usein helpointa ja kustannustehokkainta. Seinien lisäeristäminen on hyvä tehdä aina seiniin kohdistuvan muun remontin yhteydessä. Muutoin sen lisäeristäminen ei ole kovin kustannustehokasta. Ikkunoiden ja ovien uusiminen ei ole kustannusten kannalta järkevää, jos ne ovat muuten hyväkuntoiset. Niiden uudelleen tiivistäminen on sen sijaan hyvin helppo tapa saavuttaa energian säästöä. Ilmanvaihdon muuttaminen koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi tehokkaalla lämmöntalteenotolla on tärkeää, kun halutaan helposti saada merkittäviä säästöjä.

Esimerkkipientalon korjaussuunnitelmassa päädyttiin lisäämään yläpohjan eristeeseen 200 mm puhallusvillaa. Asuintilojen ulkoseinien sisäpintaan lisättiin SPU Anselmi -eristelevyt ja kaikki vanhat ikkunat ja ovet tiivistettiin uudelleen.

Vanha öljylämmitysjärjestelmä vaihdettiin puulämmitykseksi ja kohteen koneellinen poistoilmanvaihto vaihdettiin koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi tehokkaalla lämmöntalteenotolla.

Energiajunior 12 -ohjelman laskelmat osoittivat, että korjausehdotus suunnitelmien mukaiset muutokset nostivat rakennuksen E-lukutarkastelussa energiatehokkuusluokasta E luokkaan C. Ostoenergian tarve pieneni 7 787 kWh eli 21,3 %. Lisäeristämällä saavutettu säästö ei ollut kovin merkittävä, mutta kuitenkin kannattava, koska kohteeseen joka tapauksessa tuli pintojen uusimista ja muita korjaustoimenpiteitä. Suurin rahallinen säästö saatiin, kun öljylämmitys vaihdettiin puulämmitykseen, jolloin lämmitykseen menevät kustannukset pienenevät 55,4 %.

Työssä ei laskettu tarkkaa kustannusarviota, joten saavutetut säästöt ovat lähinnä suuntaa antavia. Työn rajauksen vuoksi myöskään esimerkkikohteen tulevien lisäeristysten rakennusfysikaalista toimintaa ei tarkasteltu tarkemmin. Ennen varsinaisiin korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä tulisi nämä seikat tarkistaa.

## LÄHTEET

1. Asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142234&lan=fi>. Hakupäivä 2.3.2013.
2. Blue Sky -ilmanjakojärjestelm. 2013. Esite. Vallox. Saatavissa: [http://www.vallox.com/tiedostot/4/pdf/916\\_TEKNbl\\_sf\\_071011/index.html](http://www.vallox.com/tiedostot/4/pdf/916_TEKNbl_sf_071011/index.html) Hakupäivä 20.3.2013.
3. C3. 2010. Rakennusten lämmöneristys. 2008. Helsinki. Ympäristöministeriö.
4. C4. 2003. Lämmöneristys. 2002. Helsinki. Ympäristöministeriö.
5. D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2011. Helsinki. Ympäristöministeriö.
6. D3. 2012. Rakennusten energiatehokkuus. 2011. Helsinki. Ympäristöministeriö.
7. D5. 2007. Rakennusten energiakulutuksen ja lämmitystehotarpeen laske-  
nta. 2007. Helsinki. Ympäristöministeriö.
8. Energian hankinta ja kulutus. 2013. Tilastokeskus. Saatavissa: [http://www.stat.fi/til/ehk/2012/04/ehk\\_2012\\_04\\_2013-03-22\\_kuv\\_014\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehk/2012/04/ehk_2012_04_2013-03-22_kuv_014_fi.html). Hakupäivä 23.3.2013.
9. Energiatodistusopas. 2009. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=105735&lan=fi>. Hakupäivä 25.1.2013.

10. Energiavertailu. 2011. Metsäkeskus. Saatavissa:  
[www.halkoliiteri.com/?id=171](http://www.halkoliiteri.com/?id=171). Hakupäivä 29.3.2013.
11. Ilmanvaihto peruskorjaus. 2013. Esite Vallox. Saatavissa:  
[http://www.vallox.com/tiedostot/4/documents/Esitteet\\_FI/PKIVesite.pdf](http://www.vallox.com/tiedostot/4/documents/Esitteet_FI/PKIVesite.pdf).  
Hakupäivä 20.3.2013.
12. Ilmasto- ja energiastrategia. 2013. Työ- ja elinkeinoministeriö. Saatavissa:  
<http://www.tem.fi/index.phtml?s=5039>. Hakupäivä 23.3.2013.
13. Kioton pöytäkirja. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1885&lan=fi>. Hakupäivä  
25.1.2013.
14. Kioton ympäristösopimus. 2012. Yle. Saatavissa:  
[http://yle.fi/uutiset/kioton\\_ilmastosopimus\\_sai\\_jatkokauden\\_dohassa/6408256](http://yle.fi/uutiset/kioton_ilmastosopimus_sai_jatkokauden_dohassa/6408256). Hakupäivä 25.1.2013.
15. Kodin energiasäästöohjeita. 2013. Valkeakosken energia. Saatavissa:  
<http://www.valkeakoskenenergia.fi/Vinkit/Kodinenergians%C3%A4%C3%A4st%C3%B6hjeita/L%C3%A4mmitys/tabid/2721/Default.aspx>. Hakupäivä: 25.3.2013.
16. Koti ja asuminen. 2013. Motiva. Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen). Hakupäivä 22.2.2013.
17. L 153/13. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU rakennusten energiatehokkuudesta.
18. Lappalainen 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja, suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

19. Lisäeristys, Anselmi. 2012. SPU-Eristeet. Saatavissa:  
<http://www.spu.fi>. Hakupäivä 11.1.2012.
20. Lisäeristysohjeita. 2013. Paroc. Saatavissa: <http://www.paroc.fi/ratkaisutuotteet/ratkaisut/>. Hakupäivä 20.3.2013.
21. Lisäeristyslaskuri. 2013. Paroc. Saatavissa:  
[http://www.paroc.com/SPPS/Finland/BI\\_attachments/Lisaeristyslaskuri/lisaeristyslaskuri.html](http://www.paroc.com/SPPS/Finland/BI_attachments/Lisaeristyslaskuri/lisaeristyslaskuri.html). Hakupäivä 30.3.2013.
22. Rakennuksen energiatodistus uudistuu. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142228&lan=fi>. Hakupäivä 3.3.2013.
23. Rakentamismääräykset ohjaavat energiaa tehokkuuteen. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:  
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=100256&lan=fi>. Hakupäivä 8.1.2013.
24. Ratu 61-0300. 2007. Lämmöneristys menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy.
25. Tiivistysopas. 2013. Saatavissa:  
<http://tiivistysopas.fi>. Hakupäivä 20.3.2013.
26. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=142234&lan=fi>. Hakupäivä 30.3.2013.
27. Energiaohjelmistot. 2013. Lamit Oy. Saatavissa:  
<http://www.lamit.fi/fi/energiaohjelmistot>. Hakupäivä 22.2.2013.

<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo				
<b>Rakennusvuosi</b>	1963				
<b>Lämmitetty nettoala</b>	126.9 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Vyöhyke:</b>	Asuintilat				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	82.4 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Rakennusvaipan umpiosat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>U-arvo</b>	<b>U A</b>	
	-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
AP1	Maanvastainen alapohja	82.4	0.47*	38.728	
YP1	Yläpohja	82.4	0.35	28.84	
US1	Seinä	83	0.34	28.22	
Ulko-ovi	Ulko-ovi	1.9	2	3.8	
* U-arvo ilman maan vastusta					
<b>Kylmäsiilat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pituus</b>	<b>Konduktanssi</b>	<b>Lämpöhäviökerroin</b>	
	-	m	W/m K	W/K	
US_YP	US-YP, Puu, Puu	33.2	0.05	1.66	
US_AP	US-AP, Puu, Betoni	33.2	0.1	3.32	
Ulkonurkka	Ulkonurkka, Puu	10	0.04	0.4	
Sisänurkka	Sisänurkka, Puu	12.5	-0.04	-0.5	
Ikkuna_Ovi	Ikkuna/Ovi, Puu	41.6	0.04	1.664	
<b>Ikkunat</b>	<b>Suunta</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>U-arvo</b>	<b>G-arvo</b>	
	-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	-	
I_Pohjoinen	Pohjoinen	2	1.8	0.7	
I_Itä	Itä	4	1.8	0.7	
I_Etelä	Etelä	3.1	1.8	0.7	
I_Länsi	Länsi	3.9	1.8	0.7	
<b>Vyöhyke:</b>	Taloussiipi				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	44.5 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Rakennusvaipan umpiosat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>U-arvo</b>	<b>U A</b>	
	-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
AP2	Maanvastainen alapohja	44.5	0.9*	40.05	
YP2	Yläpohja	44.5	0.35	15.575	
US1	Seinä	22.7	0.34	7.718	
US2	Seinä	24	0.45	10.8	
Terassiovi	Ulko-ovi	1.9	2	3.8	
AT-ovi	Ulko-ovi	1.7	2	3.4	
* U-arvo ilman maan vastusta					
<b>Kylmäsiilat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pituus</b>	<b>Konduktanssi</b>	<b>Lämpöhäviökerroin</b>	
	-	m	W/m K	W/K	
US_YP	US-YP, Puu, Puu	20.8	0.05	1.04	
US_AP	US-AP, Puu, Betoni	20.8	0.1	2.08	
Sisänurkka	Sisänurkka, Puu	6.6	-0.04	-0.264	
Ikkuna_Ovi	Ikkuna/Ovi, Puu	31.4	0.04	1.256	
<b>Ikkunat</b>	<b>Suunta</b>	<b>Pinta-ala</b>	<b>U-arvo</b>	<b>G-arvo</b>	
	-	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	-	
I_Itä	Itä	2.25	1.8	0.7	
I_Länsi	Länsi	0.9	1.8	0.7	
<b>Ilmanvaihdonlaitteet</b>	<b>Ilman lämpötila</b>	<b>SFP-luku</b>	<b>Lämpötilasuhde</b>	<b>Ajat</b>	<b>Ilmavirta</b>
	C	kW/(m <sup>3</sup> /s)	-	-	m <sup>3</sup> /s
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Lämmöntuoton</b>	<b>Jakojärjestelmän</b>	<b>Lämpökerroin</b>	<b>Lämpöpumpun</b>
	-	hyötysuhde	hyötysuhde	-	teho
	-	-	-	-	kW
Öljykattila	standardi öljy	0.8	0.9	-	-
<b>Lämmin käyttövesi</b>	<b>LKV:n käyttö</b>	<b>Yhteensä</b>			
<b>Vyöhyke</b>	<b>m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>m<sup>3</sup>/a</b>			
Asuintilat	0.6	49.44			
Taloussiipi	0.6	26.7			

ID 12.2.895.1078

2/2



LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin		
Öljykattila	0.77	-		
Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus	Käyttöaste
Vyöhyke	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	-
Asuintilat	2	3	8	0.6 (0.1)*
Taloussiipi	2	3	8	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
13.3.2013		



ID 12.2.895.1078

1/3



## Tasauslaskenta

<b>Rakennuskohde</b>	LKangas
<b>Rakennustunnus</b>	OKT LK
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Johan Aamuvuori
Päiväys	13.3.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

## Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	422 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	126.9 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoli-lämpimät tilat	0 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1
Rakennuksen kerros määrä	1

Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
Vyöhyke: Asuintilat RAKENNUSOSAT	Pinta-alat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Ulkoseinä 1	82.35	83	0.17	0.6	0.34	14	28.22
Yläpohja 1	82.4	82.4	0.09	0.6	0.35	7.42	28.84
Alapohja (maanvastainen) 1	82.4	82.4	0.16	0.6	0.28*	13.18	23.29
Ikkuna 1	2.1	2	1	1.8	1.8	2.1	3.6
Ikkuna 2	4.2	4	1	1.8	1.8	4.2	7.2
Ikkuna 3	3.26	3.1	1	1.8	1.8	3.26	5.58
Ikkuna 4	4.1	3.9	1	1.8	1.8	4.1	7.02
Ulko-ovi 1	1.9	1.9	1	1.8	2	1.9	3.8
<b>Yhteensä</b>	<b>262.7</b>	<b>262.7</b>				<b>50.15</b>	<b>107.55</b>
* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)							
VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>so</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )					Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämmin tila	2	4				4.64	9.29
ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %			Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Hallittu ilmanvaihto							
IV 1 (ei LTO-vaatimusta)	0.033	0.033	0	0	32.96	32.96	
						Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
<b>Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus</b>						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
<b>Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä</b>						<b>87.75</b>	<b>149.79</b>

Perustiedot						Lämpöhäviöiden tasaus	
Vyöhyke: Taloussiipi RAKENNUSOSAT	Pinta-alat [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Ulkoseinä 1	20.06	22.7	0.17	0.6	0.34	3.41	7.72
Ulkoseinä 2	21.21	24	0.17	0.6	0.45	3.61	10.8
Yläpohja 1	44.5	44.5	0.09	0.6	0.35	4.01	15.58
Alapohja (maanvastainen) 1	44.5	44.5	0.16	0.6	0.47*	7.12	20.91
Ikkuna 1	6.13	2.25	1	1.8	1.8	6.13	4.05
Ikkuna 2	2.45	0.9	1	1.8	1.8	2.45	1.62
Ulko-ovi 1	1.9	1.9	1	1.8	2	1.9	3.8
Ulko-ovi 2	1.7	1.7	1	1.8	2	1.7	3.4
<b>Yhteensä</b>	<b>142.45</b>	<b>142.45</b>				<b>30.32</b>	<b>67.87</b>
* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietolomakkeessa)							
VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>so</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )					Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu	
Vuotoilma							
Lämmin tila	2	4				2.18	4.36

ID 12.2.895.1078

2/3



ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m³/s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosiyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
IV 1 (ei LTO-vaatimusta)	0.018	0.018	0	0	17.8	17.8
					Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä					50.3	90.03
					Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					138.05	239.82
Puoliämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					0	0

ID 12.2.895.1078

3/3

la m3.fi

<b>Rakennuskohde</b>	LKangas		
<b>Rakennustunnus</b>	OKT_LK		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailukunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasoaaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/> X		
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisussa			
- lämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>	
- puollämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/>	
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input checked="" type="checkbox"/> X		
- lämpimissä tiloissa		Enimmäisarvo	Suunnitteluarvo
		4	4
- puollämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/> X	4	0
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden taseus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	
- lämpimissä tiloissa		Vertailuarvo	Suunnitteluarvo
		138,05	239,82
- puollämpimissä tiloissa	<input checked="" type="checkbox"/> X	0	0
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	<input type="checkbox"/> kyllä	<input type="checkbox"/> ei	
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> X	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mittaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja taseuslaskentaoppaassa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhykke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

ID 12.2.895.1078

1/1

ia mäs .fi

**Rakennuksen lämmitysteho**

Vyöhyke:	Asuintilat
Alapohja (maanvastainen) 1:	1094.43 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	1326.34 W
Yläpohja 1:	1355.48 W
Ovi 1:	178.6 W
Ikkuna 1:	169.2 W
Ikkuna 2:	338.4 W
Ikkuna 3:	262.26 W
Ikkuna 4:	329.94 W
Kylmäsilta 1:	78.02 W
Kylmäsilta 2:	156.04 W
Kylmäsilta 3:	18.8 W
Kylmäsilta 4:	-23.5 W
Kylmäsilta 5:	78.21 W
<b>Rakenteet yhteensä:</b>	<b>5362.22 W</b>
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	692.16 W
Jälkilämmityspatteri:	856.96 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	136359.34 W
Vuotoilma:	436.58 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:</b>	<b>143707.25 W</b>
Vyöhyke:	Taloussiipi
Alapohja (maanvastainen) 1:	982.81 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	362.75 W
Seinä 2:	507.6 W
Yläpohja 1:	732.03 W
Ovi 1:	178.6 W
Ovi 2:	159.8 W
Ikkuna 1:	190.35 W
Ikkuna 2:	76.14 W
Kylmäsilta 1:	48.88 W
Kylmäsilta 2:	97.76 W
Kylmäsilta 3:	-12.41 W
Kylmäsilta 4:	59.03 W
<b>Rakenteet yhteensä:</b>	<b>3383.33 W</b>
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	373.8 W
Jälkilämmityspatteri:	462.8 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	73640.66 W
Vuotoilma:	204.71 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:</b>	<b>78065.31 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	
<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>10707 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>1320 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>210000 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>221773 W</b>

**Rakennuksen tyyppi** Pientalo tai rivitalo  
**Rakennusvuosi** 1963  
**Lisätiedot**

Vyöhyke	E-luku kWh/m <sup>2</sup>	Raja	Luokka	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tyyppi
<b>Koko rakennus</b>	<b>307</b>	<b>195</b>	<b>E</b>	<b>126.9</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Asuinitilat	281	204	D	82.4	Pientalo tai rivitalo
Taloussiipi	353	204	E	44.5	Pientalo tai rivitalo

**Vyöhyke:** Asuinitilat  
**Käyttötarkoitus:** Pientalo tai rivitalo  
**Lämmitetty nettoala:** 82.4 m<sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus	
			kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	2123	1,7	3609	44
Kaukolämpö	0	0,7	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	19526	1	19526	237
<b>Yhteensä</b>	<b>21649</b>	<b>-</b>	<b>23135</b>	<b>281</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Öljykattila	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0,99	0	178,03	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	58,93	0
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet	-	-	-	-
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2	0	0	0
LKV:n apulaitteet	0	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22,78	0	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>25,77</b>	<b>0</b>	<b>236,97</b>	<b>0</b>

<sup>1</sup> Ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	11319	137,36
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0	0
LKV:n valmistus	3845	46,66
Jäähdytys	0	0

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	4771	57,9
Ihmiset	866	10,51
Kuluttajalaitteet	1299	15,77
Valaistus	577	7,01
LKV	0	0

**Vyöhyke:** Taloussiipi  
**Käyttötarkoitus:** Pientalo tai rivitalo  
**Lämmitetty nettoala:** 44.5 m<sup>2</sup>

E-luvun erittely	Ostoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus
------------------	-------------	-----------------------	--

ID 12.2.895.1078

2/2



	kWh/a	-	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	1147	1,7	1949	44
Kaukolämpö	0	0,7	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	0	0,5	0	0
Fossiilinen polttoaine	13754	1	13754	309
<b>Yhteensä</b>	<b>14901</b>	<b>-</b>	<b>15703</b>	<b>353</b>

Uusiutuva omavaraisenergia	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinkosähkö	0	0
Aurinkolämpö	0	0
Tuulisähkö	0	0
Lämpöpumppu	0	0

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus	Sähkö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukolämpö kWh/(m <sup>2</sup> a)	Polttoaine kWh/(m <sup>2</sup> a)	Kaukojäähdytys kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Öljykattila	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.99	0	243.69	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	65.4	0
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet				
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2	0	0	0
LKV:n apulaitteet	0	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>25.77</b>	<b>0</b>	<b>309.09</b>	<b>0</b>

<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen

Energian nettotarve	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	8188	184
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0	0
LKV:n valmistus	2304	51.78
Jäähdytys	0	0

<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa

<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa

Lämpökuormat	kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Aurinko	1197	26.89
Ihmiset	468	10.51
Kuluttajalaitteet	702	15.77
Valaistus	312	7.01
LKV	114	2.56

Laskentatyökalun nimi ja versio:	Energiajunior 12.2
Energiaselvityksen tekijä:	OAMK OAMK
Pääsuunnittelija:	Johan Aamuvuori

Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
13.3.2013		

la .mi .fi

# ENERGIATODISTUS

**Rakennus**  
Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
Osoite:

Valmistumisvuosi: **1963**  
Rakennustunnus: **OKT\_LK**  
Asuntojen lukumäärä: **1**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-150	A	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	
231-270	E	
271-320	F	F
321-	G	
<i>Paljon kuluttava</i>		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **284**  
Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**  
Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.  
Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja: <b>Johan Aamuvuori</b>	Todistuksen tilaaja: <b>Johan Aamuvuori</b>
Allekirjoitus:	Todistuksen laatija: <b>Johan Aamuvuori</b>
Todistuksen antamispäivä: <b>13.3.2013</b>	Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä: <b>12.3.2023</b>

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

© 12.2.2005-10/18 www.energiainjuri.fi

la mit .fi

### ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen laajuustiedot				
Bruttoala	119,3 brm <sup>2</sup>	Ilmatilavuus	307,00 m <sup>3</sup>	
Rakennustilavuus	422 rak-m <sup>3</sup>	Henkilömäärä	4	
Huoneistoala	126,9 hum <sup>2</sup>			
Rakenteet				
Rakennusosat	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)		
<b>Ulkoseinät</b>				
US1	83,00	0,34		
US1	22,70	0,34		
US2	24,00	0,45		
<b>Yläpohja</b>				
YP1	82,40	0,35		
YP2	44,50	0,35		
<b>Alapohja</b>				
AP1	82,40	0,47		
AP2	44,50	0,9		
<b>Ovet</b>				
Uiko-ovi	1,90	2		
Terassiovi	1,90	2		
AT-ovi	1,70	2		
<b>Ikkunat</b>			<b>g<sub>kohisuora</sub></b>	<b>F<sub>kehä</sub></b>
Pohjoiseen				
I_Pohjoinen	2,00	1,8	0,70	0,75
Itään				
I_Itä	4,00	1,8	0,70	0,75
I_Itä	2,25	1,8	0,70	0,75
Etelään				
I_Etelä	3,10	1,8	0,70	0,75
Länteen				
I_Länsi	3,90	1,8	0,70	0,75
I_Länsi	0,90	1,8	0,70	0,75
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>rak omin.</sub> 0,00 Wh(brm <sup>2</sup> K)				
Ilmanvaihto				
Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>		Asuintilat	4,0 1/h	
		Taloussiipi	4,0 1/h	
Ilmanvaihdon poistoilmavirta			0,043 m <sup>3</sup> /s	
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde				
Vedenkulutus				
Lämpimän käyttöveden kulutus		87,60 m <sup>3</sup> /vuosi		
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus		kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>	



ID: 13.2.896.1078 www.energiainkuri.fi

la mit .fi

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	<b>Öljykattila</b>	kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Sisältää käyttöveden lämmityksen			
Lämmönjakotapa	<b>Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristetty</b>		
Lämmönvaraajat	<b>Varaaja , 300 l</b>		
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo		kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertojohdossa on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita			
		kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Energiatohokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	<b>27 904 kWh/vuosi</b>
Laitesähköenergian kulutus	<b>5 965 kWh/vuosi</b>
Jäähdytysenergian kulutus	<b>0 kWh/vuosi</b>
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	<b>33 869 kWh/vuosi</b>
<b>Rakennuksen energiatohokkuusluku</b>	<b>284 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>

<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Omakotitalo				
<b>Rakennusvuosi</b>	1963				
<b>Lämmitetty nettoala</b>	126.9 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Vyöhyke:</b>	Asuintilat				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	82.4 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Rakennusvaipan umpiosat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pinta-ala m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>U A W/K</b>	
	-				
AP1	Maanvastainen alapohja	82.4	0.47*	38.728	
YP1	Yläpohja	82.4	0.13	10.712	
US1	Seinä	83	0.2	16.6	
Ulko-ovi	Ulko-ovi	1.9	2	3.8	
* U-arvo ilman maan vastusta					
<b>Kylmäsiilat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pituus m</b>	<b>Konduktanssi W/mK</b>	<b>Lämpöhäviökertoin W/K</b>	
	-				
US_YP	US-YP, Puu, Puu	33.2	0.05	1.66	
US_AP	US-AP, Puu, Betoni	33.2	0.1	3.32	
Ulkonurkka	Ulkonurkka, Puu	10	0.04	0.4	
Sisänurkka	Sisänurkka, Puu	12.5	-0.04	-0.5	
Ikkuna_Ovi	Ikkuna/Ovi, Puu	41.6	0.04	1.664	
<b>Ikkunat</b>	<b>Suunta</b>	<b>Pinta-ala m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>G-arvo -</b>	
	-				
I_Pohjoinen	Pohjoinen	2	1.8	0.7	
I_Itä	Itä	4	1.8	0.7	
I_Etelä	Etelä	3.1	1.8	0.7	
I_Länsi	Länsi	3.9	1.8	0.7	
<b>Vyöhyke:</b>	Taloussiipi				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	44.5 m <sup>2</sup>				
<b>Ilmanvuotoluku:</b>	4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )				
<b>Rakennusvaipan umpiosat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pinta-ala m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>U A W/K</b>	
	-				
AP2	Maanvastainen alapohja	44.5	0.9*	40.05	
YP2	Yläpohja	44.5	0.13	5.785	
US1	Seinä	22.7	0.34	7.718	
US2	Seinä	24	0.45	10.8	
Terassiovi	Ulko-ovi	1.9	2	3.8	
AT-ovi	Ulko-ovi	1.7	2	3.4	
* U-arvo ilman maan vastusta					
<b>Kylmäsiilat</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Pituus m</b>	<b>Konduktanssi W/mK</b>	<b>Lämpöhäviökertoin W/K</b>	
	-				
US_YP	US-YP, Puu, Puu	20.8	0.05	1.04	
US_AP	US-AP, Puu, Betoni	20.8	0.1	2.08	
Sisänurkka	Sisänurkka, Puu	6.6	-0.04	-0.264	
Ikkuna_Ovi	Ikkuna/Ovi, Puu	31.4	0.04	1.256	
<b>Ikkunat</b>	<b>Suunta</b>	<b>Pinta-ala m<sup>2</sup></b>	<b>U-arvo W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>G-arvo -</b>	
	-				
I_Itä	Itä	2.25	1.8	0.7	
I_Länsi	Länsi	0.9	1.8	0.7	
<b>Ilmanvaihtolaitteet</b>	<b>Ilman lämpötila C</b>	<b>SFP-luku kW/(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Lämpötilasuhde -</b>	<b>Ajat -</b>	<b>Ilmavirta m<sup>3</sup>/s</b>
Pingvin eco EDW	11.8	1.99	0.805	Ma-Su 0-24	0.104
<b>Lämmitysjärjestelmät</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Lämmöntuoton hyötysuhde</b>	<b>Jakojärjestelmän hyötysuhde</b>	<b>Lämpökerroin</b>	<b>Lämpöpumpun teho kW</b>
	-	-	-	-	-
Arimax 240	puukattila	0.9	0.9	-	-
<b>Lämmin käyttövesi</b>	<b>LKV:n käyttö m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Yhteensä m<sup>3</sup>/a</b>			
Asuintilat	0.6	49.44			
Taloussiipi	0.6	26.7			

## Tasauslaskenta

Rakennuskohde	LKangas_muutos_2
Rakennustunnus	OKT_LK
Rakennustyyppi	Pientalo tai rivitalo
Tasauslaskelman tekijä:	Johan Aamuvuori
Päiväys	23.3.2013
Tulos: Suunnitteluratkaisu	EI TÄYTÄ VAATIMUKSIA

## Rakennuksen laajuustiedot

Rakennustilavuus	422 m <sup>3</sup>
Lämmitetty nettoala, lämpimät tilat	126.9 m <sup>2</sup>
Lämmitetty nettoala, puoliämmitetyt tilat	0 m <sup>2</sup>
Rakennusluokka	1
Rakennuksen kerrosmäärä	1

Perustiedot Vyöhyke: Asuintilat RAKENNUSOSAT	Pinta-ala [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Ulkoseinä 1	82.35	83	0.17	0.6	0.2	14	16.6
Yläpohja 1	82.4	82.4	0.09	0.6	0.13	7.42	10.71
Alapohja (maanvastainen) 1	82.4	82.4	0.16	0.6	0.28*	13.18	23.29
Ikkuna 1	2.1	2	1	1.8	1.8	2.1	3.6
Ikkuna 2	4.2	4	1	1.8	1.8	4.2	7.2
Ikkuna 3	3.26	3.1	1	1.8	1.8	3.26	5.58
Ikkuna 4	4.1	3.9	1	1.8	1.8	4.1	7.02
Uiko-ovi 1	1.9	1.9	1	1.8	2	1.9	3.8
<b>Yhteensä</b>	<b>262.7</b>	<b>262.7</b>				<b>50.15</b>	<b>77.8</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>50</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila	2	4	4.64	9.29

ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosiyhtösuhte, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
IV 1 (ei LTO-vaatimusta)	0.033	0.033	0	0.73	21.4	5.82

Vyöhykkeen lämpöhäviöiden taseus						Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä						Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
						76.2	92.91

Perustiedot Vyöhyke: Taloussiipi RAKENNUSOSAT	Pinta-ala [A], m <sup>2</sup>		U-arvot [U], W/(m <sup>2</sup> K)			Lämpöhäviöiden taseus Ominaislämpöhäviö [H = A * U], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Enimmäis- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila							
Ulkoseinä 1	20.06	22.7	0.17	0.6	0.34	3.41	7.72
Ulkoseinä 2	21.21	24	0.17	0.6	0.45	3.61	10.8
Yläpohja 1	44.5	44.5	0.09	0.6	0.13	4.01	5.79
Alapohja (maanvastainen) 1	44.5	44.5	0.16	0.6	0.47*	7.12	20.91
Ikkuna 1	6.13	2.25	1	1.8	1.8	6.13	4.05
Ikkuna 2	2.45	0.9	1	1.8	1.8	2.45	1.62
Uiko-ovi 1	1.9	1.9	1	1.8	2	1.9	3.8
Uiko-ovi 2	1.7	1.7	1	1.8	2	1.7	3.4
<b>Yhteensä</b>	<b>142.45</b>	<b>142.45</b>				<b>30.32</b>	<b>58.08</b>

\* U-arvo sisältäen maan lämmönvastuksen (rakenteen u-arvo lähtötietomakkeessa)

VAIPAN ILMANVUODOT	Ilmanvuotoluku [q <sub>50</sub> ], m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> )		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämmin tila	2	4	2.18	4.36

ID 12.2.895.1335

2/3



ILMANVAIHTO	Poistoilmavirta [q], m <sup>3</sup> /s		Ilmanvaihdon LTO:n vuosihyötysuhde, [h], %		Ominaislämpöhäviö [H = 1200 * q * (1-h)], W/K	
	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- arvo	Suunnittelu- arvo	Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Hallittu ilmanvaihto						
IV 1 (ei LTO-vaatimusta)	0.018	0.018	0	0.73	6.24	1.7
					Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Vyöhykkeen lämpöhäviöiden tasaus					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimän tilan ominaislämpöhäviö yhteensä					38.74	64.14
					Ominaislämpöhäviö [H], W/K	
Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus					Vertailu- ratkaisu	Suunnittelu- ratkaisu
Lämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					114.94	157.05
Puolilämpimien tilojen ominaislämpöhäviö yhteensä					0	0

<b>Rakennuskohde</b>	LKangas_muutos_2		
<b>Rakennustunnus</b>	OKT_LK		
<b>Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden tarkistuslista</b>			
<b>Pinta-alat</b>			
Vertailuikkunapinta-ala on 15% yhteenlasketuista maanpäällisistä kerrostasaloista, mutta kuitenkin enintään 50% julkisivujen pinta-alasta	kyllä X	ei 	
Rakennusosien yhteenlaskettu pinta-ala sama molemmissa ratkaisuissa	X		
- lämpimissä tiloissa	X		
- puoliämpimissä tiloissa	X		
<b>Rakennusosien U-arvot</b>			
U-arvot ovat enintään enimmäisarvojen suuruisia	kyllä 	ei X	
<b>Rakennusvaipan ilmanpitävyys</b>			
Rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvo on enintään enimmäisarvon suuruinen	kyllä X	ei 	
- lämpimissä tiloissa	X		Enimmäisarvo 4 Suunnitteluarvo 4
- puoliämpimissä tiloissa	X		Enimmäisarvo 4 Suunnitteluarvo 0
<b>Rakennuksen lämpöhäviöiden tasaus</b>			
Suunnitteluratkaisun ominaislämpöhäviö on enintään vertailuratkaisun suuruinen	kyllä X	ei 	
- lämpimissä tiloissa	X		Vertailuarvo 114.94 Suunnitteluarvo 157.05
- puoliämpimissä tiloissa	X		Vertailuarvo 0 Suunnitteluarvo 0
<b>Tarkistuslistan yhteenveto</b>			
Suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimukset	kyllä X	ei 	
<b>Lisäselvitykset</b>			
<b>Rakennuksen ilmanpitävyys</b>			
Rakennuksen suunnitteluratkaisun lämpöhäviön laskennassa käytetään rakennusvaipan ilmanvuotoluvun suunnitteluarvoa. Suunnitteluarvon valinnasta on esitettävä selvitys. Rakennusvaipan ilmanvuotoluku saa olla enintään 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ), mutta ilmanvuotoluku voi ylittää tämän arvon, jos rakennuksen käytön vaatimat rakenteelliset ratkaisut huonontavat merkittävästi ilmanpitävyyttä. Jos ilmanpitävyyttä ei osoiteta mitaamalla tai muulla menettelyllä, rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytetään arvoa 4 m <sup>3</sup> /(h m <sup>2</sup> ).			
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde</b>			
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen määrittämisestä on esitettävä selvitys. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde voidaan määrittää lämmöntalteenottolaitteen valmistajan ilmoittaman varmennetun vuosihyötysuhteen perusteella. Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122 ja tasauslaskentaoppaassa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde määritetään osassa D3/2012 esitetyn säävyöhyke 1:n säätiedoilla (Helsinki-Vantaa).			

**Rakennuksen lämmitysteho**

Vyöhyke:	Asuintilat
Alapohja (maanvastainen) 1:	1094.43 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	780.2 W
Yläpohja 1:	503.46 W
Ovi 1:	178.6 W
Ikkuna 1:	169.2 W
Ikkuna 2:	338.4 W
Ikkuna 3:	262.26 W
Ikkuna 4:	329.94 W
Kylmäsilta 1:	78.02 W
Kylmäsilta 2:	156.04 W
Kylmäsilta 3:	18.8 W
Kylmäsilta 4:	-23.5 W
Kylmäsilta 5:	78.21 W
<b>Rakenteet yhteensä:</b>	<b>3964.06 W</b>
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	621.28 W
Jälkilämmityspatterit:	-2.36 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	136359.34 W
Vuotoilma:	436.58 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:</b>	<b>141378.89 W</b>
Vyöhyke:	Taloussiipi
Alapohja (maanvastainen) 1:	982.81 W
Alapohja (tuuletettu) 1:	0 W
Alapohja (ulkoilma) 1:	0 W
Seinä 1:	362.75 W
Seinä 2:	507.6 W
Yläpohja 1:	271.9 W
Ovi 1:	178.6 W
Ovi 2:	159.8 W
Ikkuna 1:	190.35 W
Ikkuna 2:	76.14 W
Kylmäsilta 1:	48.88 W
Kylmäsilta 2:	97.76 W
Kylmäsilta 3:	-12.41 W
Kylmäsilta 4:	59.03 W
<b>Rakenteet yhteensä:</b>	<b>2923.2 W</b>
Ilmanvaihtolaite 1	
Tuloilma:	335.52 W
Jälkilämmityspatterit:	-1.28 W
Käyttöveden lämmitys ja kiertojohdon lämmitystehontarve:	73640.66 W
Vuotoilma:	204.71 W
<b>Kokonaistehontarve vyöhykkeelle:</b>	<b>77102.82 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	
<b>Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitystehontarve</b>	<b>7525 W</b>
<b>Ilmanvaihdon lämmitystehontarve</b>	<b>-4 W</b>
<b>Käyttöveden lämmitystehontarve</b>	<b>210000 W</b>
<b>Rakennuksen lämmitystehontarve</b>	<b>218482 W</b>

<b>Rakennuksen tyyppi</b>	Pientalo tai rivitalo				
<b>Rakennusvuosi</b>	1963				
<b>Lisätiedot</b>					
<b>Vyöhyke</b>	<b>E-luku kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>Raja</b>	<b>Luokka</b>	<b>Pinta-ala m<sup>2</sup></b>	<b>Tyyppi</b>
<b>Koko rakennus</b>	<b>149</b>	<b>195</b>	<b>C</b>	<b>126.9</b>	<b>Pientalo tai rivitalo</b>
Asuintilat	135	204	B	82.4	Pientalo tai rivitalo
Taloussiipi	173	204	C	44.5	Pientalo tai rivitalo
<b>Vyöhyke:</b>	Asuintilat				
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Pientalo tai rivitalo				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	82.4 m <sup>2</sup>				
<b>E-luvun erittely</b>	<b>Ostoenergia kWh/a</b>	<b>Energiamuodon kerroin -</b>	<b>Energiamuodon kertoimella painotettu energiankulutus kWh/a kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>		
Sähkö	2446	1,7	4158	50	
Kaukolämpö	0	0,7	0	0	
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0	
Uusiutuva polttoaine	13871	0,5	6935	84	
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0	
<b>Yhteensä</b>	<b>16317</b>	<b>-</b>	<b>11093</b>	<b>134</b>	
<b>Uusiutuva omavaraisenergia</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>			
Aurinkosähkö	0	0			
Aurinkolämpö	0	0			
Tuulisähkö	0	0			
Lämpöpumppu	0	0			
<b>Rakennuksen teknisten järjestelmien energiankulutus</b>	<b>Sähkö kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Kaukolämpö kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Polttoaine kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Kaukojäähdytys kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	
Sähkö	-	-	-	-	
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0	0	0	0	
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0	
LKV:n valmistus	0	0	0	0	
Arimax 240	-	-	-	-	
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0.38	0	115.91	0	
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0	
LKV:n valmistus	0	0	52.42	0	
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet					
Pingvin eco EDW	4.53	0	0	0	
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2	0	0	0	
LKV:n apulaitteet	0	0	0	0	
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0	
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22.78	0	0	0	
<b>Yhteensä</b>	<b>29.68</b>	<b>0</b>	<b>168.33</b>	<b>0</b>	
<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen					
<b>Energian nettotarve</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>			
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	8319	100.96			
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0	0			
LKV:n valmistus	3845	46.66			
Jäähdytys	0	0			
<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa					
<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa					
<b>Lämpökuormat</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>			
Aurinko	4661	56.57			
Ihmiset	866	10.51			
Kuluttajalaitteet	1299	15.77			
Valaistus	577	7.01			
LKV	0	0			
<b>Vyöhyke:</b>	Taloussiipi				
<b>Käyttötarkoitus:</b>	Pientalo tai rivitalo				
<b>Lämmitetty nettoala:</b>	44.5 m <sup>2</sup>				

ID 12.2.895.1335

2/2

la .mitl .fi

LKV:n lämmitysjärjestelmät	Lämmöntuoton hyötysuhde	Lämpökerroin		
Arimax 240	0.7	-		
Sisäiset lämpökuormat	Henkilöt	Kuluttajalaitteet	Valaistus	Käyttöaste
Vyöhyke	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup>	-
Asuintilat	2	3	8	0.6 (0.1)*
Taloussiipi	2	3	8	0.6 (0.1)*

\* Valaistuksen käyttöaste on 0,1

Päiväys	Allekirjoitus	Nimen selvennys
23.3.2013		



ID 12.2.895.1335

2/2



E-luvun erittely	Ostoenergia kWh/a	Energiamuodon kerroin -	Energiamuodon kertoimella painotettu energiansiirto	
			kWh/a	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Sähkö	1228	1,7	2088	47
Kaukolämpö	0	0,7	0	0
Kaukojäähdytys	0	0,4	0	0
Uusiutuva polttoaine	11218	0,5	5609	126
Fossiilinen polttoaine	0	1	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>12446</b>	<b>-</b>	<b>7697</b>	<b>173</b>
<b>Uusiutuva omavaraisenergia</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>		
Aurinkosähkö	0	0		
Aurinkolämpö	0	0		
Tuulisähkö	0	0		
Lämpöpumppu	0	0		
<b>Rakennuksen teknisten järjestelmien energiansiirto</b>	<b>Sähkö kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Kaukolämpö kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Polttoaine kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>	<b>Kaukojäähdytys kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>
Sähkö	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0	0	0	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	0	0
Arimax 240	-	-	-	-
Tilojen lämmitys <sup>1</sup>	0,38	0	186,41	0
Tuloilman lämmitys	0	0	0	0
LKV:n valmistus	0	0	65,7	0
Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimet				
Pingvin eco EDW	2,44	0	0	0
Lämmönjakojärjestelmän apulaitteet	2	0	0	0
LKV:n apulaitteet	0	0	0	0
Jäähdytysjärjestelmä	0	0	0	0
Kuluttajalaitteet ja valaistus	22,78	0	0	0
<b>Yhteensä</b>	<b>27,6</b>	<b>0</b>	<b>252,1</b>	<b>0</b>
<sup>1</sup> ilmanvaihdon tuloilman lämpeneminen tilassa ja korvausilman lämmitys kuuluu tilojen lämmitykseen				
<b>Energian nettotarve</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>		
Tilojen lämmitys <sup>2</sup>	7031	158,01		
Ilmanvaihdon lämmitys <sup>3</sup>	0	0		
LKV:n valmistus	2602	58,48		
Jäähdytys	0	0		
<sup>2</sup> sisältää vuotoilman, korvausilman ja tuloilman lämpenemisen tilassa				
<sup>3</sup> laskettu lämmöntalteenoton kanssa				
<b>Lämpökuormat</b>	<b>kWh/a</b>	<b>kWh/(m<sup>2</sup> a)</b>		
Aurinko	1137	25,56		
Ihmiset	468	10,51		
Kuluttajalaitteet	702	15,77		
Valaistus	312	7,01		
LKV	263	5,91		
<b>Laskentatyökalun nimi ja versio:</b>	Energiajunior 12.2			
<b>Energiaselvityksen tekijä:</b>	OAMK OAMK			
<b>Pääsuunnittelija:</b>	Johan Aamuvuori			
<b>Päiväys</b>	<b>Allekirjoitus</b>	<b>Nimen selvennys</b>		
23.3.2013				

la .fi

# ENERGIATODISTUS

**Rakennus**  
Rakennustyyppi: **Pienet asuinrakennukset**  
Osoite:

Valmistumisvuosi: **1963**  
Rakennustunnus: **OKT\_LK**  
Asuntojen lukumäärä: **1**

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu  
 rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
-150	A	
151-170	B	
171-190	C	
191-230	D	
231-270	E	E
271-320	F	
321-	G	
Paljon kuluttava		

Rakennuksen energiatehokkuusluku(ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **246**  
 Energiatehokkuusluvun luokitteluasteikko: **Pienet asuinrakennukset**  
 Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.  
 Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

Todistuksen antaja: <b>Johan Aamuvuori</b>	Todistuksen tilaaja: <b>Johan Aamuvuori</b>
Allekirjoitus:	Todistuksen laatija: <b>Johan Aamuvuori</b>
Todistuksen antamispäivä: <b>23.3.2013</b>	Todistuksen viimeinen voimassaolopäivä: <b>22.3.2023</b>

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

ID 12.2.895.1335 www.energiajunior.fi

la mit .fi

## ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

## Rakennuksen laajuustiedot

<b>Bruttoala</b>	<b>119,3 brm<sup>2</sup></b>	<b>Ilmatilavuus</b>	<b>307,00 m<sup>3</sup></b>
<b>Rakennustilavuus</b>	<b>422 rak-m<sup>3</sup></b>	<b>Henkilömäärä</b>	<b>4</b>
<b>Huoneistoala</b>	<b>126,9 hum<sup>2</sup></b>		

## Rakenteet

## Rakennusosat

## Ulkoseinät

	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)
US1	83,00	0,2
US1	22,70	0,34
US2	24,00	0,45

## Yläpohja

YP1	82,40	0,13
YP2	44,50	0,13

## Alapohja

AP1	82,40	0,47
AP2	44,50	0,9

## Ovet

Ulko-ovi	1,90	2
Terassiovi	1,90	2
AT-ovi	1,70	2

## Ikkunat

	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)	g <sub>kohtisuora</sub>	F <sub>kehä</sub>
Pohjoiseen				
I_Pohjoinen	2,00	1,8	0,70	0,75
Itään				
I_Itä	4,00	1,8	0,70	0,75
I_Itä	2,25	1,8	0,70	0,75
Etelään				
I_Etelä	3,10	1,8	0,70	0,75
Länteen				
I_Länsi	3,90	1,8	0,70	0,75
I_Länsi	0,90	1,8	0,70	0,75

Tehollinen lämpökapasiteetti C<sub>rak omin.</sub> 0,00 Wh(brm<sup>2</sup>K)

## Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>	<b>Asuintilat</b>	<b>4,0 1/h</b>
	<b>Taloussiipi</b>	<b>4,0 1/h</b>
Ilmanvaihdon poistoilmavirta		<b>0,043 m<sup>3</sup>/s</b>
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosiyötysuhde	<b>Pingvin eco EDW</b>	<b>73 %</b>

## Vedenkulutus

Lämpimän käyttöveden kulutus	<b>87,60 m<sup>3</sup>/vuosi</b>
Huoneistokohtainen veden mittaus ja laskutus	kyllä <input checked="" type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/>

ID 12.2.896.1235 www.energiainfo.fi

la .mit .fi

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmönkehitys	<b>Arimax 240</b>		
Sisältää käyttöveden lämmityksen		kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	<b>Vesiradiaattori 70/40 C jakojohdot eristetty</b>		
Lämmönvaraajat	<b>Varaaja , 2000 l</b>		
Lämpimän käyttöveden kiertojohto		kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
Kiertojohtoon on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita		kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>

### Energiatehokkuusluvun laskenta

Lämmitysenergian kulutus	<b>23 344 kWh/vuosi</b>
Laitesähköenergian kulutus	<b>5 965 kWh/vuosi</b>
Jäähdytysenergian kulutus	<b>0 kWh/vuosi</b>
Rakennuksen energiankulutus yhteensä	<b>29 309 kWh/vuosi</b>
<b>Rakennuksen energiatehokkuusluku</b>	<b>246 kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi</b>