



# **RAKENNUKSEN ENERGIA TODISTUS: ET-LUVUSTA E-LUKUUN**

Aake Pihlainen

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2013  
Rakennustekniikan koulu-  
tushjelma  
Kiinteistönpitotekniikan  
suuntautumisvaihtoehto

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Kiinteistönpitotekniikan suuntautumisvaihtoehto

PIHLAINEN, AAKE

Rakennuksen energiatodistus: ET-luvusta E-lukuun

Opinnäytetyö 48 sivua, joista liitteitä 3 sivua  
Joulukuu 2013

---

Energiatehokkuuden merkitys on kasvanut voimakkaasti viime vuosina. Tähän ovat vaikuttaneet esimerkiksi energian hinnan voimakas nouseminen sekä ilmastopöytäkirjojen tavoitteet päästörajoineen. Rakennukset kuluttavat Suomessa lähes 40% koko maan kokonaisenergiankulutuksesta, joten energiatehokkaalla rakentamisella on suuri merkitys. Rakennusten energiatehokkuutta kuvaamaan on kehitetty rakennuksen energiatodistus.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä energiatodistusta määrittävään normistoon ja tiivistää energiatodistuksen pääasialliset tavoitteet ja tehtävät. Lisäksi opinnäytetyössä selvitetään esimerkkirakennuksen energialuokka uuden ja vanhan lainsäädännön mukaisesti.

Energiatodistuslainsäädännön pohjana on Euroopan unionin lainsäädäntö. Suomessa energiatodistuksen laatimista sääntelee laki rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013), joka korvaa aiemmin käytössä olleen lain rakennuksen energiatodistuksesta (487/2013). Lisäksi lain toimeenpanoa säädellään myös asetuksilla sekä Suomen rakentamismääräyskokoelman osilla C3, C4, D2, D3 ja D5.

Esimerkkikohteen energialuokat uudella ja vanhalla tavalla laskettuna olivat melko lähellä toisiaan. Suurimman eron laskennassa aiheuttavat energiamuodon kertoimet, jotka vaikuttavat rakennuksen energialuokkaan käytetyn lämmitystavan mukaisesti. Energiamuodon kertoimien käyttäminen on herättänyt kovaa kritiikkiä erityisesti olemassa olevien rakennusten kohdalla. Esimerkkirakennuksen energialuokaksi muodostui uuden lain mukaisella laskentatavalla E kun taas vanhan lainsäädännön mukaisella laskentatavalla rakennuksen energialuokka olisi ollut D.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
School of Construction Engineering  
Degree Programme in Facility Management

PIHLAINEN, AAKE:

Energy Certificate of Construction: From number ET to number E

Bachelor's thesis 48 pages, appendices 3 pages  
December 2013

---

The importance of energy efficiency has grown during the past years. This has been affected by the increase of energy costs and the goals of climate change agreements. Buildings use almost 40 % of all energy in Finland. Thus it is very important to build houses that are energy efficient. Energy certificate is a document that has been developed to assess buildings energy efficiency.

This thesis is about to familiarize the legislation on energy certificates and to boil down goals and the role of energy certificate. The energy efficiency rate of an example building has also been founded out by using two different methods: one is based on the old legislation and the other on the new legislation.

The legislation on the energy certificates is based on the legislation of European Union. In Finland, Energy Efficiency Act defines how the energy certificate must be made. It also replaces the older Energy Efficiency Act. Implementation of this act is regulated by decrees and the Finnish Building Regulations (parts C3, C4, D2, D3 and D5).

Energy efficiency rate of an example building was quite the same despite of which one of the two calculation methods was being used. The most significant difference in the results was caused by the choice that which heating system was being used. Energy efficiency rate of an example building was D when using the old method and E when using the new method.

---

Key words: energy certificate, energy efficiency rate

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn tausta.....	6
1.2	Työn tavoitteet .....	7
1.3	Rajaukset.....	8
2	ENERGIATODISTUSTA MÄÄRÄÄVÄ NORMISTO .....	9
2.1	EU-laki.....	9
2.2	Kansallinen lainsäädäntö .....	9
3	MILLOIN ENERGIATODISTUS?.....	11
3.1	Tavanomainen menettely .....	11
3.2	Kevennetty energiatodistusmenettely .....	12
4	ENERGIATODISTUKSEN SISÄLTÖ.....	14
4.1	Energiatodistuksen tavoitteet.....	14
4.2	Uudisrakennuksen energiatodistus .....	14
4.3	Olemassa olevan rakennuksen energiatodistus.....	14
4.3.1	Olemassa olevan rakennuksen havainnointi .....	15
4.4	Rakennusten energialuokat .....	16
4.5	Energialuokkien laskentanormit .....	17
4.6	Uudistukset 1.6.2013 voimaan tulleen lain myötä.....	17
4.7	Energiatodistuksen antajan pätevyysvaatimukset.....	18
5	LAKIMUUTOKSEN KRITIIKKI .....	20
5.1	Kulutus vai laskennallinen.....	20
5.2	Energiamuodon kertoimet.....	21
6	RAKENNUKSEN ENERGIALUOKAN LASKENTA UUDEN LAIN MUKAAN .....	24
7	ESIMERKKIRAKENNUKSEN ENRGIALUOKAN LASKENTA .....	26
7.1	Esimerkkikohteen esittely .....	26
7.2	Laskennan lähtötiedot .....	27
7.3	Energiatehokkuusluvun laskenta rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (50/2013) mukaan .....	30
7.3.1	Johtumislämpöhäviöt .....	30
7.3.2	Vuotoilma.....	31
7.3.3	Ilmanvaihdon lämmitys.....	33
7.3.4	Lämmin käyttövesi.....	35
7.3.5	Lämpökuormat .....	36
7.3.6	Energialaskennan yhteenveto.....	40
7.4	Energiatehokkuusluvun laskenta rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (487/2007) mukaan .....	43
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	44

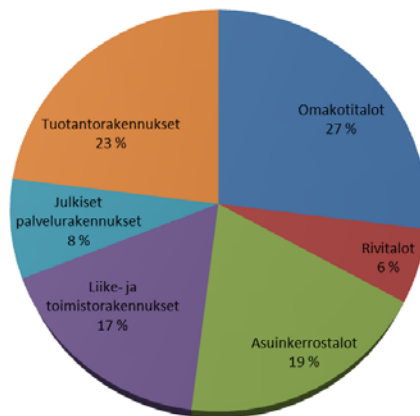
LÄHTEET .....	47
LIITTEET .....	48
Liite 1. Vaipan johtumislämpöhäviöt kuukausittain .....	48
Liite 2. Energiatodistuksen laskennan lähtötiedot MX6 Teknologiat Oy:n Excel-ohjelmassa Rakentaminen v.2.0.6 .....	49
Liite 3. Energialuokka MX6 Teknologiat Oy:n Excel-ohjelmalla Rakentaminen v.2.0.6 .....	50

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Rakennusten energiatehokkuuteen on kiinnitetty viime vuosina entistä suurempaa huomiota. Energian hinnan noustessa mielenkiinto energian säästämiseen on kasvanut. Rakennukset kuluttavat Suomessa jopa 40% koko maan kokonaisenergiankulutuksesta (ympäristöministeriö 2012.) Tämän vuoksi rakennusten energiatehokkuuden parantaminen auttaa merkittävästi vähentämään koko maan energiankulutusta. Pientaloilla on merkittävä osuus rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta.

**Erilaisten rakennustyyppien osuus rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta**



Kaavio 1: Erilaisten rakennustyyppien osuus rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta

Rakennusten energiatehokkuus on parantunut Suomessa viimeisten kymmenien vuosien aikana merkittävästi lähinnä parempien rakennusmateriaalien sekä paremman rakentamistaidon ja rakennesuunnittelun vuoksi. Myös energian hintojen kallistuminen on vaikuttanut parempien lämpöeristeiden ja rakennustapojen kehittämiseen. Näin ollen kalliimpi energia kannustaa epäsuorasti energiatehokkaampaan rakentamiseen. Viime vuosina rakennusten energiatehokkuutta on pyritty parantamaan myös lainsäädännön avulla. Lähtökohta energiatehokkaampaa rakentamista ohjaavaan lainsäädäntöön on Euroopan unionin kaikille jäsenmaille antamat direktiivit, jonka pohjalta jokainen jäsenmaa on tehnyt oman normistonsa. Vuoden 2008 alussa astui voimaan laki rakennuksen energiatehokkuudesta 13.4.2007/487. 1.6.2013 lähtien asiaa on säännellyt laki rakennuksen

energiatohokkuudesta 50/2013, joka korvaa aikaisemmin annetun lain. Laki määrittää uudestaan ja kiristää rakennusten energiatohokkuuden määrittelyä.

Rakennusten energiatohokkuutta kuvaamaan on kehitetty energiatodistus. Energiatodistuksen tavoitteena on, että sen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatohokkuutta. Energiatodistus perustuu rakennuksen energiatohokkuuteen, joka vanhan lain mukaan saatiin määrittämällä ET-luku joko toteutuneisiin kulutustietoihin perustuvana tai pelkästään rakennuksen teknisistä ominaisuuksista johtuvana laskennallisena arvona.

Energiatodistuksessa pyritään ilmoittamaan se energiamäärä, joka tarvitaan rakennuksen tarkoitustaan vastaavaan käyttöön. Uudessa 16.2013 voimaan tulleessa laissa olemassa olevien rakennusten energiatohokkuusluvun laskenta ei perustu enää toteutuneisiin kulutustietoihin, vaan E-luku saadaan pelkästään rakenteisiin ja rakennuksen järjestelmiin perustuvana laskennallisena arvona.

Energiatodistuksessa rakennukset jaetaan energialuokan perusteella luokkiin A-G. A luokka on vähiten energiaa kuluttava, kun taas G-luokka kuluttaa eniten energiaa.

## **1.2 Työn tavoitteet**

Pientalojen osuus rakennusten kokonaisenergiankulutuksesta on Suomessa noin 27% (ympäristöministeriö 2012.) Pientalojen omistus pohja on pääasiassa yksityisillä henkilöillä, jotka ovat harvoin perehtyneet energiatohokkuutta säätelevään normistoon syvällisesti. Kuitenkin heillä kiinteistön omistajina on velvoite energiatodistuksen laatimiseen. Lain mukaan energiatodistus vaaditaan myös olemassa olevan kiinteistön osalta, kun kiinteistöä vuokrataan tai myydään (laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013). Uuden lain mukaisen energiatodistuksen hinnaksi on arvioitu 500-700 euroa, mikä on yksityiselle ihmiselle merkittävä aikaisempaan verrattuna ylimääräinen menoerä (ympäristöhallinto 2013).

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä energiatodistuksen laatimista määrittävään normistoon ja tiivistää energiatodistuksen pääasialliset tavoitteet ja tehtävät. Opinnäytetyön ensisijainen tehtävä on kuitenkin keskittyä olemassa olevien rakennusten energiatodistukseen sekä laskea olemassa olevan pientalon energiatodistuksen energia-

luokka uuden ja vanhan lain määrittelemillä menetelmillä ja analysoida laskennassa syntyviä eroavaisuuksia ja niiden merkitystä. Esimerkkikohteeni on vuonna 1985 valmistunut sähkölämmitteinen pientalo.

### **1.3 Rajaukset**

Opinnäytetyössä on tarkoitus perehtyä ensisijaisesti jo olemassa olevan pientalon energiatodistukseen, muut rakennustyypit olen pyrkinyt rajaamaan työn ulkopuolelle. Esittelen työssäni lyhyesti myös uuden lain kohtaamaa kritiikkiä ja taustaa energialuokkaan voimakkaasti vaikuttavan energiamuotokertoimien takaa. Työn pääasiallinen painopiste ei kuitenkaan ole näissä asioissa.



## **2 ENERGIATODISTUSTA MÄÄRÄÄVÄ NORMISTO**

### **2.1 EU-laki**

Suomessa käytettävän energiatodistuslainsäädännön pohjana on Euroopan unionin lainsäädäntö. Voimassa oleva tärkein normi on Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/21/EU. Direktiivin tarkoituksena on ottaa kaikissa Euroopan unionin jäsenmaissa käyttöön rakennusten energiatodistus sekä kiristyneet vaatimukset uudisrakennusten energiatehokkuudelle. Direktiivin avulla pyritään mahdollistamaan unionin pysyminen Kioton ilmastopimuksen tavoitteissa.

Kuten direktiivit yleensäkin, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/21/EU antaa ainoastaan ohjeet, joiden puitteissa kansallinen normisto voidaan säätää. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/21/EU antaa kuitenkin varsin tiukat raamit kansalliselle lainsäädännölle.

### **2.2 Kansallinen lainsäädäntö**

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 on 1.6.2013 alkaen ollut tärkein energiatodistuksen taustalla oleva laki. Sitä edeltävä käytössä ollut normi oli laki rakennuksen energiatodistuksesta 487/2007, joka uuden lain myötä poistui käytöstä. 1.6.2013 voimaan tulleen lain toimeenpanoa säädellään lisäksi asetuksilla. Keskeiset energiatodistusta koskevat asetukset ovat valtioneuvoston asetus rakennuksen energiatodistuksen laatijan pätevyydestä ja kevennetyn energiatodistusmenettelyn edellytyksistä 170/2013 sekä ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013. Rakennusten energiatehokkuuteen liittyviä säännöksiä annetaan myös maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999 ja sen nojalla annettavissa ympäristöministeriön asetuksissa, jotka julkaistaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Energiatodistusta koskevat keskeiset rakentamismääräyskokoelman osat ovat C3, C4, D3, D2 sekä D5.

Rakentamismääräyskokoelman osassa C3 asetetaan rakennuksen lämmöneristystä koskevat määräykset ja osassa D3 rakennuksen energiatehokkuusvaatimukset. C2 antaa ohjeita lämmöneristyksestä ja sen vaatimustasoista. Rakennusten sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskeva D2 asettaa vaatimuksen ilmanvaihdon poistoilmasta talteenotettavalle

lämpömäärälle. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaa koskevat ohjeet sisältyvät osaan D5.

### 3 MILLOIN ENERGIATODISTUS?

#### 3.1 Tavanomainen menettely

Energiatodistus on ollut pakollinen kaikille uusille rakennuksille, joille haetaan rakennuslupaa 1.1.2008 jälkeen

Uuden lain mukaan energiatodistus vaaditaan myös olemassa olevilta rakennuksilta kun niitä myydään tai vuokrataan. Ennen vuotta 1980 valmistuneilla rakennuksilla siirtymäaika on vuoteen 2017 saakka (laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013).

Tässä laissa säädettyt velvollisuudet hankkia energiatodistus ja käyttää sitä koskevat rakennusta, jossa käytetään energiaa rakennuksen tilojen tarkoituksenmukaisten sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi.

Rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain 3 §:n mukaan vaatimus energiatodistuksen laatimisesta ei koske:

- 1) rakennusta, jonka pinta-ala on enintään 50 neliometriä;
- 2) loma-asumiseen tarkoitettua rakennusta, jota ei käytetä majoituselikeinon harjoittamiseen;
- 3) tilapäistä tai määräaikaista rakennusta;
- 4) teollisuus- ja korjaamorakennusta, uimahallia, jäähallia, varastorakennusta, liikenteen rakennusta sekä rakennukseen liittyvää tai erillistä mootoriajoneuvosuoja;
- 5) muuhun kuin asuinkäyttöön tarkoitettua maatilarakennusta, jossa energiantarve on vähäinen tai jota käytetään alalla, jota koskee kansallinen alakohtainen energiatehokkuussopimus;
- 6) rakennusta, joka on suojeltu maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisella kaavalla, valtion omistamien rakennusten suojelusta annetun asetuksen (480/1985), rakennusperinnön suojelemisesta annetun lain (498/2010) tai sitä edeltävien lakien mukaisella päätöksellä taikka rakennusta, joka sijaitsee maailman kulttuuri- ja luonnonperinnön suojelemista tehdyn yleissopimuksen (SopS 19/1987) mukaisessa maailmanperintöluetteloon hyväksytyssä kohteessa tai on kohteena viranomaisten välisessä rakennuksen suojelua koskevassa sopimuksessa;

- 7) kirkkoa tai muuta uskonnollisen yhteisön omistamaa rakennusta, jossa on vain kokoontumiseen tai hartauden harjoittamiseen taikka näitä palvelemaan toimintaan tarkoitettuja tiloja;
- 8) kasvihuonetta, väestönsuojaa tai muuta rakennusta, jonka käyttö tarkoitukseensa vaikeutuisi kohtuuttomasti, jos niihin sovellettaisiin rakennusten energiatehokkuutta koskevia säännöksiä ja määräyksiä; eikä
- 9) puolustushallinnon käytössä olevaa rakennusta

Mikäli kiinteistö on arvoltaan hyvin vähäinen, vuokra on pieni tai kohdetta ei esitellä julkisesti, energiatodistus voidaan laatia valmiin lomakkeen avulla niin kutsutun kevennetyn menettelyn kautta. Energiatodistusta ei tarvita muun muassa loma-asunnoille, suojelluille tai pienille, alle 50 m<sup>2</sup> kokoisille rakennuksille. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013.)

### **3.2 Kevennetty energiatodistusmenettely**

Kevennettyä energiatodistusmenettelyä voidaan soveltaa silloin, kun myytävä tai vuokrattava kohde on arvoltaan hyvin vähäinen tai on olemassa muu erityinen syy kevennetyn menettelyn käyttämiseen (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013 17 §.)

Rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain 17 §:ssä tarkoitetun kevennetyn energiatodistusmenettelyn käyttämättömyyttä arvioitaessa katsotaan myytävän rakennuksen tai kiinteistön taikka huoneiston tai sen hallintaoikeuden arvo hyvin vähäiseksi, jos myyntihinta on alle 50 000 euroa. Kevennettyä menettelyä voidaan käyttää muusta erityisestä syystä lähisukulaisten välisen myynnin tai vuokrauksen lisäksi myös, jos myytävää tai vuokrattavaa rakennusta tai kiinteistöä taikka huoneistoa ei esitellä julkisesti myyntiä tai vuokrausta varten eikä tarjota myytäväksi tai vuokrattavaksi julkisesti esillä olevalla ilmoittelulla. Kevennettyä menettelyä voidaan käyttää myös, jos rakennuksen, kiinteistön tai huoneiston vuokra on alle 350 euroa kuukaudessa.

(Valtioneuvoston asetusrakennuksen energiatodistuksen laatijan pätevyydestä ja kevennetyn energiatodistusmenettelyn edellytyksistä 170/2013 4 §.)

Mikäli energiatodistus on hankittu kevennettyä menettelyä käyttäen ja rakennus tulee normaalin menettelyn piiriin esimerkiksi myyntihinnan noustessa, on tavallinen energiatodistus tehtävä viipymättä (Energiatodistusopas 2013 s. 25.)

Kevennetyn menettelyn mukainen energiatodistus ei perustu rakennuksen tietoihin. Kevennetyssä menettelyssä energiatehokkuutta ei ilmoiteta normaalilla luokitteluasteikon kirjaimella, vaan energialuokka on tässä tapauksessa aina H. (Energiatodistusopas 2013 s. 25.)

Kevennetyssä menettelyssä ei sovelleta lain energiatodistuksesta pykälää 8§, 9§, 10§, 11§ ja 12§.

## **4 ENERGIATODISTUKSEN SISÄLTÖ**

### **4.1 Energiatodistuksen tavoitteet**

Energiatodistuksen tavoitteet ovat energiatehokkaampaan rakentamiseen sekä ympäristöä vähän kuormittavan lämmitysmuodon valintaan kannustaminen sekä rakennusten energiatehokkuuden vertailun helpottaminen osto- ja vuokrautilanteissa.

Pelkän energialuokan lisäksi uuden lain mukainen energiatodistus pitää sisällään myös parannus- ja korjausehdotuksia, joiden avulla rakennuksen energiatehokkuutta pystytään jatkossa parantamaan. Näin tavoitteena on kannustaa kiinteistön omistajia energiaa säästäviin korjauksiin ja parannuksiin.

### **4.2 Uudisrakennuksen energiatodistus**

Energiatodistus edellytetään uudisrakennuksilta jo rakennuslupaa haettaessa. Mikäli talon rakenteet tai tekniset järjestelmät ovat muuttuneet rakentamisen aikana suunnitelluista, on myös energiatodistusta päivitettävä rakennuksen käyttöönottoon mennessä. Uudisrakennuksen hyvä energiatodistuksen laadinta vaatii usein yhteistyötä rakennuksen eri järjestelmien ja rakenteiden suunnittelijoiden kesken. (Energiatodistusopas 2013 s. 11.)

### **4.3 Olemassa olevan rakennuksen energiatodistus**

Olemassa oleville rakennuksille energiatodistus vaaditaan pääasiassa silloin, kun rakennus myydään tai vuokrataan. Toisin kuin vuoden 2008 lain mukaan, uuden lain mukaisesti myös olemassa olevan rakennuksen energiatodistus on aina laskennallinen. Energiatodistus olemassa oleville rakennuksille lasketaan samoilla laskentakaavoilla ja lähtötiedoilla kuin uudisrakennuksetkin (Energiatodistusopas 2013 s 12.) Olemassa olevia kulutustietoja ei enää käytetä laskennan pohjana. Tällä halutaan varmistaa, että uudisrakennusten ja jo olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden vertailu olisi mahdollisimman helppoa eikä käyttäjien energiankulutustottumukset vaikuttaisi rakennuksen energialuokkaan.

Vaikka olemassa olevan rakennuksen energialuokka pohjautuukin laskennallisiin arvoihin, on rakennus aina energiatodistusta tehtäessä myös tarkastettava paikan päällä. Tällä varmistetaan, että laskennassa käytetään rakennusta parhaiten kuvaavia laskenta-arvoja.

Rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (50/2013) 30 §:ssä on määritelty olemassa olevia rakennuksia koskevat siirtymäajat seuraavasti:

- 1) heinäkuun 1 päivästä 2014, kun kyseessä on:
  - a) kolme tai useampia asuinhuoneistoja käsittävä asuinrivitalo tai asuinrakennusryhmä, jonka rakennukset ovat varaston, katoksen tai vastaavan rakennelman välityksellä toisissaan kiinni ja jossa ei ole päällekkäisiä asuinhuoneistoja;
  - b) liikerakennus;
  - c) toimistorakennus;
- 2) heinäkuun 1 päivästä 2015, kun kyseessä on:
  - a) hoitoalan rakennus;
  - b) kokoontumisrakennus;
  - c) opetusrakennus;
- 3) heinäkuun 1 päivästä 2017, kun kyseessä on enintään kaksi asuinhuoneistoa käsittävä asuinrakennus, joka on loppukatselmuksessa hyväksytty käyttöön otettavaksi ennen vuotta 1980.

(Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013)

#### **4.3.1 Olemassa olevan rakennuksen havainnointi**

Vaikka rakennuksen energiatodistuksen energialuokan määrittäminen perustuukin laskennallisiin arvoihin, on olemassa oleva rakennus silti tarkastettava havainnoimalla. Tarkastus tehdään paikan päällä rakenteita avaamatta tai purkamatta (Energiatodistusopas 2013 s 13.)

Ympäristöministeriön antaman rakennuksen energiatodistusta koskevan asetuksen (176/2013) 4 § mukaan tarkastus on kohdistettava seuraaviin rakennuksen osiin ja järjestelmiin:

1. rakenteet kuten ulkoseinät, ulko-ovet ja ikkunat, yläpohja, alapohja;
2. lämmitysjärjestelmä;
3. käyttöveden lämmitysjärjestelmä;
4. ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä;
5. valaistus;

6. sähköiset erillislämmitykset; sekä
7. muut järjestelmät, joilla on vaikutusta rakennuksen energiatehokkuuteen.

Koska tarkastus tehdään rakenteita avaamatta ja purkamatta on mahdollista, että rakennusvirheiden ja vastaavien rakennuksen todellista energiankulutusta lisäävien ongelmien havaitseminen jää tekemättä. Esimerkiksi lämmöneristystyö on voitu tehdä huonosti, jolloin syntyy kylmäsiltoja, joita piirustusten mukaan ei pitäisi olla. Tällaisia ongelmia ei kuitenkaan rakenteita avaamatta ole mahdollista välttämättä havaita. Koska energiatehokkuusluvun määrittäminen perustuu pelkästään laskennallisiin arvoihin rakennuksen todellinen energiatehokkuus ja rakennuksen laskennallinen energiatehokkuusluokka voivat olla hyvinkin kaukana toisistaan. Tästä syystä eri rakennusten energiatehokkuusluokkia vertailtaessa on kiinnitettävä huomiota myös toteutuneisiin kulutustietoihin, mikäli ne ovat saatavilla.

#### 4.4 Rakennusten energialuokat

Rakennukset jaetaan energiatodistuksissa energiatehokkuusluvun mukaisesti energialuokkiin A-G. A-luokka on energiatehokkain ja vastaavasti G-luokka kuluttaa suhteellisesti eniten energiaa. Uudisrakennusten vähimmäisenergialuokka on C.

TAULUKKO 1: Pientalojen (alle 120m<sup>2</sup>) energialuokat

Energiatehokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus (kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> /a)
A	E-luku ≤ 94
B	95 ≤ E-luku ≤ 164
C	165 ≤ E-luku ≤ 204
D	205 ≤ E-luku ≤ 284
E	285 ≤ E-luku ≤ 414
F	415 ≤ E-luku ≤ 484
G	485 ≤ E-luku

Myös rakennuksen eri rakennusosien energiatehokkuudelle on uudisrakentamisessa annettu tarkempia määräyksiä.

TAULUKKO 2: Uudisrakentamisessa rakennusosien maksimilämmönläpäisykerroimet

Rakennusosa	Lämmönläpäisykerroin
Seinä	0,17 W/m <sup>2</sup> K



Hirsiseinä	0,40 W/m <sup>2</sup> K
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/m <sup>2</sup> K
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,26 W/m <sup>2</sup> K
Maata vastaan oleva rakennusosa	0,16 W/m <sup>2</sup> K
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0 W/m <sup>2</sup> K

Lisäksi vaatimuksia on muun muassa rakennuksen ilmatiiviydelle sekä ilmastointijärjestelmälle.

#### 4.5 Energialuokkien laskentanormit

Energialuokat lasketaan rakentamismääräyskokoelman osan D5 määrittämällä tavalla. Vuoden 2008 alusta voimaan tulleessa laissa uudisrakennusten ja olemassa olevien rakennusten energialuokat laskettiin eri tavalla ja rakennuksen energialuokka pohjautui ET-lukuun. Olemassa olevien rakennusten energiatehokkuusluku laskettiin toteutuneisiin kulutustietoihin pohjautuen. Uudisrakennusten energiatehokkuusluku laskettiin puolestaan laskennallisesti rakennuksen pinta-alojen, rakenteiden u-arvojen sekä rakennuksen teknisten tietojen avulla. Uuden 1.6.2013 voimaan tulleen lain mukaan myös olemassa olevien rakennusten energiatehokkuusluku lasketaan samalla tavalla kuin uudisrakennustenkin. Tällöin kulutustiedot ovat toisarvoista tietoa. Ohjeena on kuitenkin, että myös kulutustiedot esitellään energiatodistuksen ohessa, mikäli ne ovat luotettavasti käytössä. Tavoitteena onkin, että energiatodistuksen kertoma energialuokka kertoisi rakennuksen ominaisuuksista, joihin asukkaiden käyttötavat ja energiankulutustottumukset eivät vaikuttaisi.

#### 4.6 Uudistukset 1.6.2013 voimaan tulleen lain myötä

Merkittävin muutos 1.6.2013 voimaan tulleessa laissa on vaatimus, että energiatodistus tarvitaan 1. kesäkuuta alkaen myös vanhan pientalon myynnin tai vuokrauksen yhteydessä, kuten muissakin rakennuksissa.

Energiatodistus kertoo rakennuksen energialuokan ja sisältää lisäksi suosituksia energiatehokkuuden parantamiseen. Jatkossa energialuokka tulee ilmoittaa myynti- ja vuokrausilmoituksissa myös olemassa olevien kohteiden kohdalla. Lisäksi todistus tulee laittaa näkyville suurissa rakennuksissa, joissa yleisöpalvelutilojen koko on yli 500 m<sup>2</sup>

Lakimuutoksen merkittävänä tavoitteena on parantaa energiatodistusten vertailtavuutta ja luotettavuutta. Kun sekä uudisrakennusten että olemassa olevien rakennusten energiatodistukset lasketaan jatkossa samalla tavalla, on kuluttajan helpompi vertailla rakennusten energiatehokkuuden eroja konkreettisesti. Tavoitteena on saada kodinkoneista tuttu energialuokkajako tunnetuksi kuluttajien keskuuteen myös rakennusten kohdalla.

Uudistuksen myötä energiatodistukset myös yhdenmukaistuvat. Jatkossa energiatodistus laaditaan aina samanlaiselle lomakkeelle. Tämä koskee sekä uudisrakennuksia että jo olemassa olevia rakennuksia. Kuluttajan kannalta on helpompaa, kun lomakkeet ovat aina visuaalisesti yhdenmukaisia. Tämä myös omalta osaltaan lisää energiatodistuksen luotettavuuden ja asianmukaisuuden tunnetta kuluttajien keskuudessa. Energiatodistus on voimassa kymmenen vuotta, jonka jälkeen se pitää uusia (laki rakennuksen energiatodistuksesta 8§.)

#### **4.7 Energiatodistuksen antajan pätevyysvaatimukset**

Rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain 12 §:n mukaan energiatodistuksen saa laatia henkilö, jonka pätevyys on todettu ja voimassa, joka on rekisteröity energiatodistusten laatijoista pidettävään rekisteriin ja jonka osalta toiminnan harjoittamisen yleiset edellytykset täyttyvät. Lisäksi energiatodistuksen laatijalla tulee olla vaaditun tasoinen tekniikan alan tutkinto, joka on myös mahdollista korvata työkokemuksella. Lisäksi pätevyyteen vaaditaan hyväksytysti suoritettu laatijakoe. Energiatodistuksen antajan pätevyysvaatimuksista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksella rakennuksen energiatodistuksen laatijan pätevyydestä ja kevennetyn energiatodistusmenettelyn edellytyksistä 170/2013

Pätevyys on voimassa määräajan, joka on enintään seitsemän vuotta. Pätevyyden uudistamiseksi energiatodistuksen laatijan tulee pitää ammattitaitoaan yllä energiatodistusten laatimisella, ammattitaitoa ylläpitävällä koulutuksella tai näihin rinnastettavalla tavalla. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013.)

Koulutusta päteväytyneeksi energiatodistuksen antajaksi tarjoavat useat tahot. Ympäristöministeriö nimeää pätevyuden toteajaksi yhteisön tai säätiön, joka täyttää toteajalle asetetut vaatimukset (Laki energiatodistuksesta 50/2013). Pätevyyden toteajiksi on ympä-

ristöministeriö hyväksynyt FISE Oy:n ja Kiinteistöalan koulutussäätiön (energiatodistusopas 2013 s. 16.)

## 5 LAKIMUUTOKSEN KRITIIKKI

### 5.1 Kulutus vai laskennallinen

Julkisuudessa on ollut paljon keskustelua uuden lain tarkoituksenmukaisuudesta. Eniten keskustelua on herättänyt uuden lain muutos olemassa olevien rakennusten energiatehokkuusluvun laskentaan. Erityistä kritiikkiä on aiheuttanut kulutustietoihin perustuvan laskentatavan vaihtaminen pelkästään rakenneosista teoreettisesti laskettavaan malliin. Muutoksella pyritään poistamaan käyttäjän vaikutus rakennuksen energiankulutukseen. Säästäväisellä kulutuksella asukas pystyy käyttämään rakennusta tarkoitustaan vastaavaan käyttöön hyvin pienelläkin energialla, vaikka esimerkiksi talon eristykset eivät laskennan mukaan mahdollistaisi näin pientä energiankulutusta. Tämä onnistuu esimerkiksi pitämällä rakennuksen sisäilman lämpötila suosituksia alempana. Toisaalta energiatodistuksen pääasiallinen tarkoitus on rakennusten energiankulutuksen pienentäminen. Kulutukseen perustuva laskentamalli voisi kannustaa asukkaita säästämään energiaa, jolloin myös rakennuksen energialuokka paranisi. Pahimmassa tapauksessa uusi, pelkästään laskentaan perustuva malli, voi vääristää pahasti todellista tilannetta.

Konsulttitoimisto LPP Partners Oy:n Motivan Elvari-hankkeelle tekemän selvityksen mukaan sähkölämmitteisten omakotitalojen laskennalliset, uuden energiatodistuslain ohjeiden mukaisesti lasketut E-luvut saattavat nousta yli kolme kertaa todellisia kulutuslukuja suuremmiksi. Selvityksessä mukana olleen, vuonna 1953 valmistuneen sähkö- ja puulämmitteisen omakotitalon laskennalliseksi kokonaisenergiankulutukseksi tuli 76 950 kWh vuodessa uuden energiatodistuslain ohjeiden mukaisesti laskettuna, vaikka rakennuksen todellinen, vuoden aikana mitattu kulutus oli vain 22 786 kWh vuodessa. Kahdessa muussa vertailussa mukana olleessa kohteessa energian laskennallinen kulutus nousi vastaavasti 2,5 ja 2,6 kertaa todellista kulutusta suuremmaksi. Kohteiden, eli vuosina 1953, 1973 ja 2008 valmistuneiden omakotitalojen energiankulutusta on seurattu tarkasti jo useita vuosia. (Talouselämä 2013.)

Kiinteistönomistajat ovat olleet huolissaan, minkälainen vaikutus energiatodistuksilla on tulevaisuuden kiinteistökauppaan. Vanhat vanhojen rakentamistapojen ja -normien mukaiset rakennukset saavat väistämättä huonon energialuokan. Tästä syystä on pelkona se, että vanhojen, erityisesti sähkölämmitteisten kiinteistöjen kysyntä ja arvo laskevat merkittävästi. On kuitenkin muistettava, että mikäli rakennuksen kulutustiedot ovat saatavilla energiatodistuksessa energialuokan lisänä, pystyy asiantunteva rakennuksen ostaja tai vuokraaja päättelemään, mistä huono energialuokka johtuu ja selvittämään raken-

nuksen todellisen energiankulutuksen. Tällöin energialuokan vaikutus kiinteistökauppaan jää luultavasti varsin pieneksi.

Erityisen suurta huolta kiinteistönomistajissa on kuitenkin herättänyt mahdollisuus käyttää tulevaisuudessa rakennusten energialuokkaa myös muihin tarkoituksiin. Tulevaisuudessa rakennusten luokittelua eri energialuokkiin voitaisiin käyttää muun muassa kiinteistöveron perusteena. Tässä tapauksessa on mahdollista, että kiinteistövero porrastettaisiin rakennusten energiatehokkuuden perusteella, jolloin huonompiin energialuokkiin kuuluvat rakennukset maksaisivat suurempaa kiinteistöveroa. (Talouselämä 2013.) Kiinteistönomistajien huolen perusteena on ympäristöministeriön vuonna 2009 teettämä selvitys rakennusten kiinteistöveron porrastamisesta energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella. Tällaisten suunnitelmien toteutuessa kiinteistönomistajien huoli on aiheellista.

## 5.2 Energiamuodon kertoimet

Energiamuodon kertoimet vaikuttavat voimakkaasti energiatehokkuusluvun laskentaan. Myös energiamuodon kertoimet ovat herättäneet laajaa kritiikkiä. Erityisesti sähkölämmittäjät kärsivät uuden lain mukaisesta laskentatavasta. Sähkölämmitteisten kiinteistöjen omistajat kokevat tullessa huijatuiksi, kun vielä 80-luvulla sähkölämmitystä yleisesti suositeltiin ensisijaiseksi lämmitysmuodoksi. Nyt lämmityssähkön energiamuotokerroin 1,7 on ylivoimaisesti muita lämmitysmuotoja suurempi. Ratkaisu on herättänyt epäilyjä siitä, yritetäänkö valtiotasolla poliittisesti vaikuttaa lämmitysmuodon valintaan. On kuitenkin syytä huomioida Suomessa käytettävän kertoimen 1,7 olevan huomattavasti Euroopan keskiarvoa 2,5 pienempi.

TAULUKKO 3: Energiamuodon kertoimet

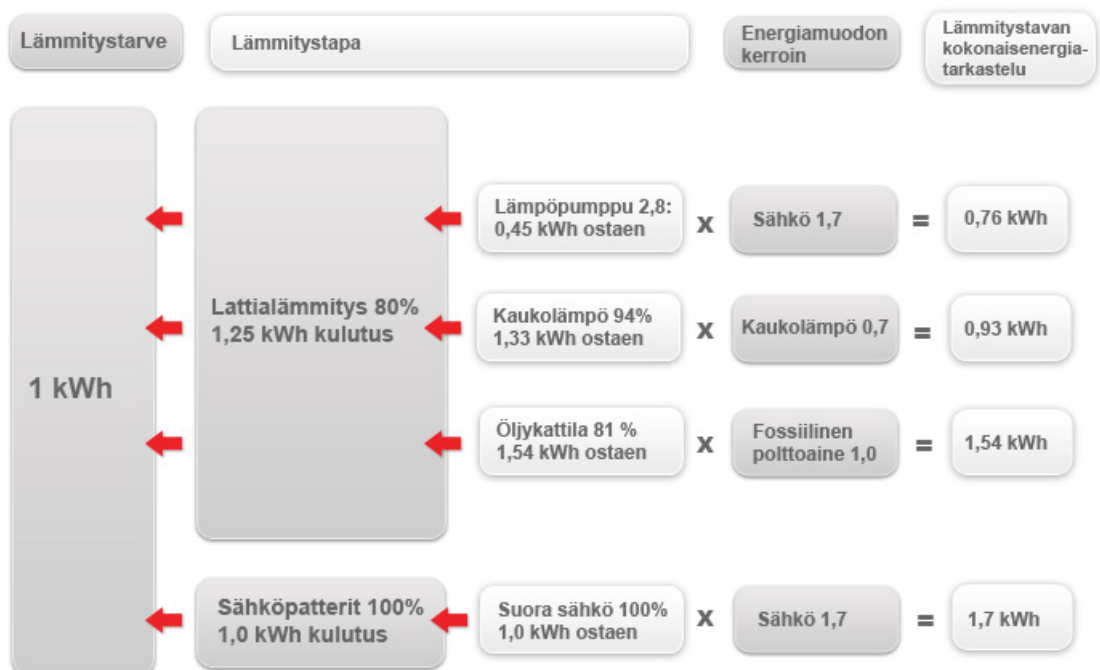
Energiamuodon kertoimet	
	Energiamuodon kerroin
Fossiiliset polttoaineet	1
Sähkö	1,7
Kaukolämpö	0,7
Kaukojäähdytys	0,4
Uusiutuvat energialähteet	0,5

Energiamuodon kertoimet ovat herättäneet niin suurta vastustusta, että lakimuutoksesta on tehty kansalaisaloite. Kansalaisaloite keräsi nimiä niin paljon, että asia on otettava

eduskunnassa uuteen käsittelyyn. Aloitteessa kritisoidaan erityisesti sitä, että vanhat pientalot saavat uusia laskentatapoja käyttämällä väistämättä huonoimpien F ja G-luokan energialuokan. Tämä vaikuttaa tulevaisuudessa myös asuntokauppaan, sillä huonon energialuokan omaavien talojen kysyntä laskee ja kysynnän tippuessa myös niiden myyntihinta ja arvo tippuvat. Kuitenkaan kansalaisaloitteen mukaan lämmitysjärjestelmän saneeraus ei ole useinkaan taloudellisesti perusteltavissa talon elinkaari huomioiden. Jo olemassa olevissa rakennuksissa lämmitysjärjestelmän muutos on aina hyvin kallis toimenpide ja tuskin koskaan maksaa itseään takaisin. Kansalaisaloitteen mukaan on kohtuutonta, että vanhoja ja uusia rakennuksia vertaillaan samoilla laskentatavoilla, sillä eri aikakausien hyvä rakennustapa ei ole mitenkään verrannollinen toistensa kanssa. Kansalaisaloitteessa vedotaan siihen, ettei energiamuotokertoimia ei huomioitaisi laadittaessa energiatodistusta ennen vuotta 2008 rakennetuille pientaloille. (Kansalaisaloite OM 83/52/2013.)

Energiamuodon kertoimet perustuvat primäärienergiakertoimiin. Primäärienergia on energiaa, johon ei ole kohdistunut mitään muunto- tai jalostusprosesseja. Primäärienergiakertoimet puolestaan kuvaavat luonnonvarojen käyttöä ja siten energiamuodon kertoimet kuvaavat luonnonvarojen kulutusta.

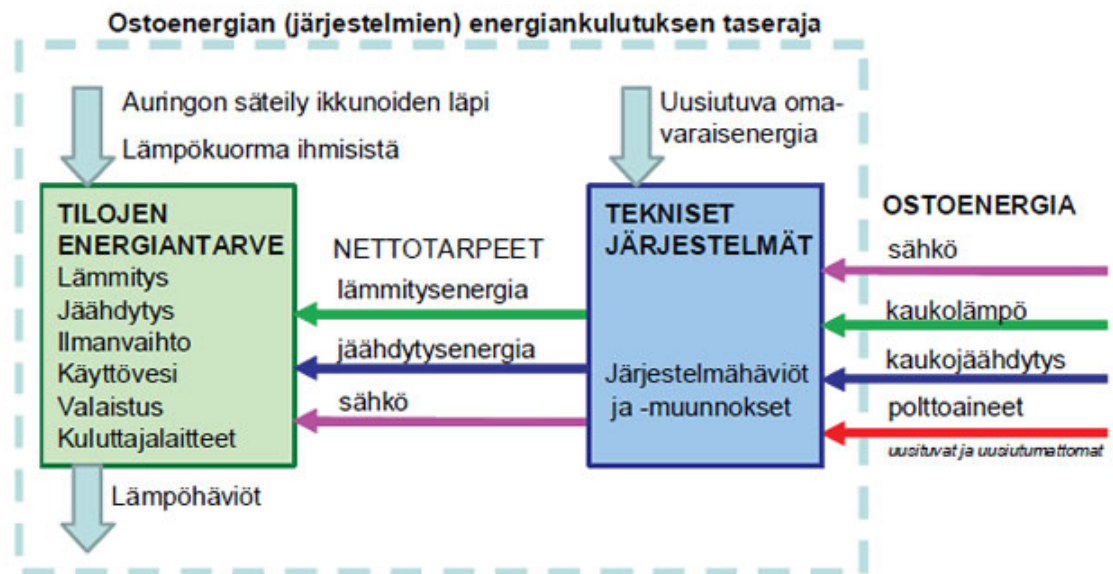
Energiamuodon kertoimia ei voi suoraan verrata keskenään vaan energialähde on ensin muunnettava lämmöksi.



KAAVIO 2: Energiamuodon kertoimien vaikutus lämmitystavan kokonaisenergiatarkasteluun (Rakennusmaailma 6/2012).

Kaaviosta 2 selviää, että energiamuodon kertoimella on merkittävä vaikutus energiatodistuksessa ilmoitettavaan lämmitystavan kokonaisenergiatarkasteluun. Vaikka suoralla sähkölämmityksellä pystytään huomattavasti parempaan hyötysuhteeseen lämmitettäessä esimerkiksi öljylämmitykseen verrattuna ja näin ostettava energiamäärä on pienempi, energiamuodon kerroin nostaa sähkölämmityksen kokonaisenergiatarkastelussa eniten kuluttavaksi vaihtoehdoksi. Toisin sanottuna vastaavasti lämpöeristetty sähkölämmiteinen rakennus kuluttaa puhdasta energiaa vähemmän muihin lämmitysratkaisuihin verrattuna mutta energiatodistuksessa se korjataan muita lämmitysmuotoja energiatehottomammaksi. Sähkölämmityksen korkea energiamuotokerroin on syystäkin herättänyt paljon kysymyksiä etenkin jo olemassa olevien rakennusten kohdalla. Vielä 1980-luvulla sähkölämmitystä suositeltiin ensisijaiseksi pientalojen lämmitysmuodoksi. Energiamuotokertoimien käyttö energiatodistuksen pohjana olevan E-luvun laskentaan on perusteltua uudisrakennuksissa, joissa lämmitysmuodon ja lämmöneristyksen valintaan voidaan vaikuttaa jo rakentamisvaiheessa. Vanhojen pientalojen omistajien rankaiseminen aikaisemmin hyvän rakentamistavan mukaisesta toiminnasta onkin herättänyt runsaasti vastustusta.

## 6 RAKENNUKSEN ENERGIALUOKAN LASKENTA UUDEN LAIN MUKAAN



Kuva 1. Ostoenergiankulutuksen taseraja.

KUVA 1: Ostoenergiankulutuksen laskenta (asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013)

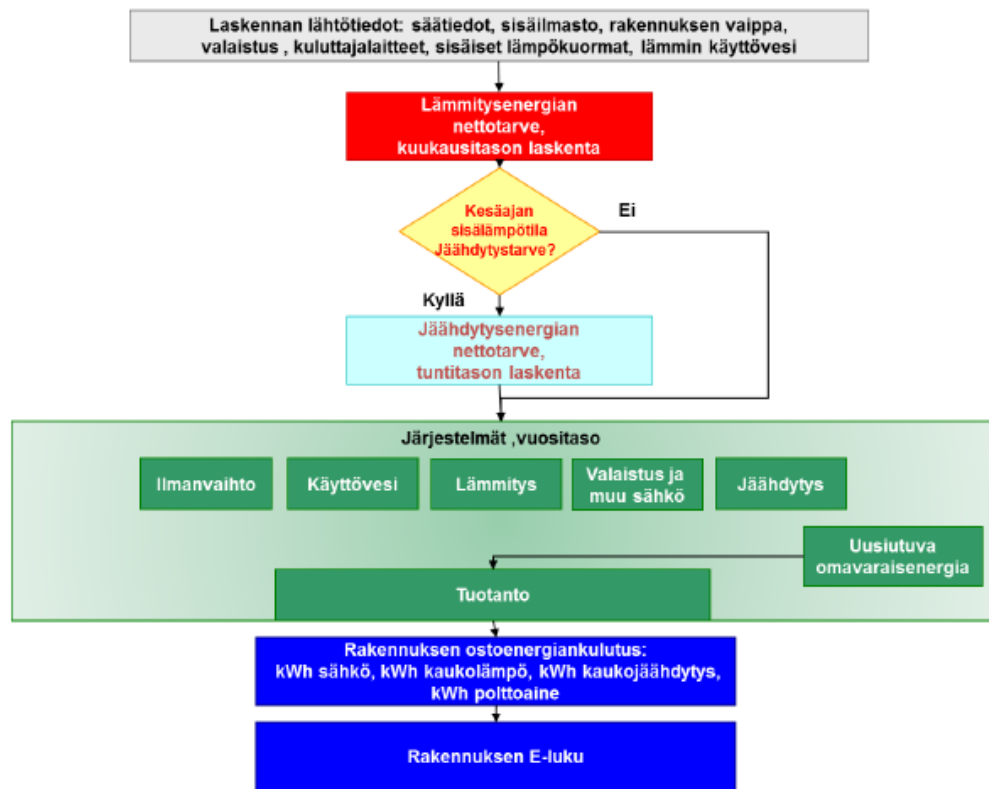
Rakennuksen energiatehokkuusluku tarkoittaa rakennuksen kokonaisenergiantarvetta suhteessa rakennuksen pinta-alaan. Rakennuksen nettoenergiatarve koostuu:

1. Tilojen lämmitysenergiasta (johtumislämpöhäviöt, vuotoilman lämpöhäviöt, korvaus- ja tuloilman lämpeneminen tilassa huonelämpötilaan)
2. Ilmanvaihdon lämmitys
3. Lämmin käyttövesi
4. Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöt
5. Jäähdytys
6. Valaistus ja kuluttajalaitteet

Nettoenergiantarpeesta vähennetään hyödynnettävät lämpökuormat, joita ovat:

1. Valaistuksen lämpöhäviöt
2. Kuluttajalaitteiden lämpöhäviöt
3. Lämpimän käyttöveden lämpöhäviöt
4. Henkilöiden aiheuttama lämpökuorma
5. Auringosta säteilevä lämpökuorma





KUVA 2: Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet (D5/2012)

Rakennuksen kokonaisenergiantarve on nettoenergiantarpeen ja lämpökuormien erotus.

## 7 ESIMERKKIRAKENNUKSEN ENRGIALUOKAN LASKENTA

### 7.1 Esimerkkikohteen esittely

Laskentaesimerkkinä käytän vuonna 1985 valmistunutta sähkölämmitteistä pientaloa. Sähkölämmityksen tyyppinä on kattolämmitys, joka on toteutettu kattopaneelin alla sijaitsevalla säteilylämmittimillä. Sähkölämmityksen tukena on kaksi varaavaa tulisijaa (takka, leivinuuni) sekä puulämmitteinen sauna. Rakennuksen bruttoala on 156,5 m<sup>2</sup> sekä nettoala 114 m<sup>2</sup>. Rakennuksen eteläpäädyssä on kaksi lämmittämätöntä kylmävarastoa.

Ilmanvaihto on huippuimurilla toteutettu koneellinen poistoilmanvaihto, jossa korvausilma tulee ikkunoiden korvausilmaventtiileistä.

Käyttöveden lämmitys on toteutettu sähkölämmitteisellä 200 litran lämminvesivaraajalla ja rakennuksessa ei ole lämpimän käyttöveden kiertojohtoa.

Kohteesta oli hyvin saatavilla E-luvun laskentaan tarvittavia tietoja piirustuksista. Harvoissa tapauksissa jouduttiin käyttämään rakentamismääräyskokoelman mukaisia rakennusluvan vireilletulovuoden mukaisia oletusarvoja. Ikkunoiden ja ovien U-arvoina käytettiin rakentamismääräyskokoelman oletusarvoja sekä rakennusvaipan ilmanvuotolukuna käytettiin taulukkoarvoa.

TAULUKKO 4: Esimerkkikohteen perustiedot

Valmistumisvuosi	1985
Säävyöhyke	Vyöhyke 1
Käyttötarkoitusluokka	Erilliset pientalot
Kerrosten lukumäärä	1
Tilojen lämmitysjärjestelmä	Sähkö (kattolämmitys) + 2 varaavaa tulisijaa
Lämminvesivaraaja	200 litraa
Ilmanvaihtojärjestelmä	Koneellinen poisto
Lämmitetty nettoala	114 m <sup>2</sup>
Sisälämpötila	21 °C
Rakennusvaipan ilmanvuotoluku	6 m <sup>3</sup> /h m <sup>2</sup>
Lämmönjakojärjestelmän hyötysuhde	0,85
Ilmanvaihdon poistoilmavirta	0,046 m <sup>3</sup> /s
Ulkoseinät	92,6 m <sup>2</sup>

Ikkunat	17,7 m <sup>2</sup>
Ovet	3,7 m <sup>2</sup>

## 7.2 Laskennan lähtötiedot

Rakennusosien u-arvot

Rakennusosien U-arvot on laskettu rakennusmääräyskokoelman C4 ohjeiden mukaisesti

$$U = 1 / R_T$$

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_m + R_g +$$

$$R_b + R_{q1} + R_{q2} + \dots + R_{qn} + R_{se}$$

jossa

$$R_1 = d_1 / \lambda_1, R_2 = d_2 / \lambda_2$$

$R_{si} + R_{se}$  = sisä- ja ulkopuolisen pintavastuksen

summa

Epätasa-aineisten ainekerrosten j lämmönvastus  $R_j$  kaavalla:

$$1 / R_j = f_a / R_{aj} + f_b / R_{bj}$$

Rakennusosien  $\lambda$ -arvot on laskettu rakentamismääräyskokoelman C4 ohjeiden perusteella. Valmistajien antamat arvot ovat erityisesti lämmöneristeissä huomattavasti parempia.

Ulkoseinä:

TAULUKKO 5: Ulkoseinän materiaalikerrokset

Ulkoseinän materiaalikerrokset			
	$\lambda$ (W/mK)	d (m)	Materiaalin osuus rakennekerroksesta
Kipsilevy	0,21	0,013	1
Höyrynsulku	0,33	0,00025	1
Mineraalivilla	0,055	0,125	0,9166
Koolaus	0,12	0,125	0,0833
Tuulensuoja	0,04	0,07	1

Ulkoseinän lämmönläpäisykerrointa u laskettaessa ei ole otettu huomioon tiiliverhousta eikä sen takana olevaa hyvin tuulettuvaa ilmarakoa.

Koolauksen ja mineraalivillan muodostaman epätasa-aineisen kerroksen  $R_j$ . Koolauksen väli 600 mm ja koolauspuun koko 50 mm x 125 mm.

$$\frac{1}{R_j} = \frac{0,0833}{\left(\frac{0,125m}{\frac{0,12W}{mK}}\right)} + \frac{0,9166}{\left(\frac{0,125m}{\frac{0,055W}{mK}}\right)} = 0,4832W/m^2K$$

$$R_T = \frac{0,13m^2K}{W} + \frac{0,013m}{\frac{0,21W}{mK}} + \frac{0,00025m}{\frac{0,33W}{mK}} + \frac{1}{\frac{0,4832W}{m^2K}} + \frac{0,070m}{\frac{0,04W}{mK}} + \frac{0,04m^2K}{W} = \frac{4,0522m^2K}{W}$$

$$U_{ulkoseinä} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{4,0522m^2K}{W}} = 0,2468W/m^2K$$

## Yläpohja

TAULUKKO 6: Yläpohjan materiaalikerrokset

Yläpohjan materiaalikerrokset			
	$\lambda$ (W/mK)	d (m)	Materiaalin osuus rakennekerroksesta
Paneeli	0,12	0,02	1
Höyrynsulku	0,33	0,00025	1
Mineraalivilla	0,055	0,05	0,9166
Koolaus	0,12	0,05	0,0833
Mineraalivilla	0,055	0,125	0,9166
Koolaus	0,12	0,125	0,0833
Puhallusvilla	0,06	0,3	1

Koolauksen ja mineraalivillan muodostaman epätasa-aineisen kerroksen  $R_{j1}$  ja  $R_{j2}$ . Koolauksen 1 väli 600 mm ja koolauspuun koko 50 mm x 50 mm ja koolauksen 2 väli 600 mm ja koolauspuun koko 50 mm x 125 mm.

$$\frac{1}{R_{j1}} = \frac{0,0833}{\left(\frac{0,125m}{0,12W}\right)} + \frac{0,9166}{\left(\frac{0,125m}{0,055W}\right)} = 0,4832W/m^2K$$

$$\frac{1}{R_{j2}} = \frac{0,0833}{\left(\frac{0,05m}{0,12W}\right)} + \frac{0,9166}{\left(\frac{0,05m}{0,055W}\right)} = 1,2075W/m^2K$$

$$R_T = \frac{0,10m^2K}{W} + \frac{0,02m}{\frac{0,12W}{mK}} + \frac{0,00025m}{\frac{0,33W}{mK}} + \frac{1}{\frac{1,2075W}{m^2K}} + \frac{1}{\frac{0,4832W}{m^2K}} + \frac{0,30m}{\frac{0,060W}{mK}} + \frac{0,04m^2K}{W} = \frac{8,204m^2K}{W}$$

$$U_{yläpohja} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{8,204m^2K}{W}} = 0,1213W/m^2K$$

Alapohja:

TAULUKKO 7: Alapohjan materiaalikerrokset

Alapohjan materiaalikerrokset			
	$\lambda$ (W/mK)	d (m)	Materiaalin osuus rakennekerroksesta
Parketti	0,12	0,015	1
Mineraalivilla	0,055	0,1	0,9166
Koolaus	0,12	0,1	0,0833
Betonilaatta	1,7	0,06	1
EPS	0,036	0,1	1
Sora	2,0 (m <sup>2</sup> K/W)		

Koolauksen ja mineraalivillan muodostaman epätasa-aineisen kerroksen  $R_j$ . Koolauksen väli 600 mm ja koolauspuun koko 50 mm x 100 mm.

$$\frac{1}{R_j} = \frac{0,0833}{\left(\frac{0,10m}{0,12W}\right)} + \frac{0,9166}{\left(\frac{0,10m}{0,055W}\right)} = 0,604W/m^2K$$

$$R_T = \frac{0,17m^2K}{W} + \frac{0,015m}{\frac{0,12W}{mK}} + \frac{1}{\frac{0,604W}{m^2K}} + \frac{0,06m}{\frac{1,7W}{mK}} + \frac{0,10m}{\frac{0,036W}{mK}} + \frac{2,0m^2K}{W} + \frac{0,04m^2K}{W} = \frac{6,804m^2K}{W}$$

$$U_{alapohja} = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{6,804m^2K}{W}} = 0,147W/m^2K$$

Ikkunoiden lämmönläpäisykertoimena käytetään taulukkoarvoa 2,1 W/m<sup>2</sup>K

Ovien lämmönläpäisykertoimena käytetään taulukkoarvoa 1,4 W/m<sup>2</sup>K

### 7.3 Energiatehokkuusluvun laskenta rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (50/2013) mukaan

#### 7.3.1 Johtumislämpöhäviöt

Rakennuksen ulkoseinien ja yläpohjan johtumislämpöhäviöt lasketaan kuukausittain rakentamismääräyskokoelman D5/2012 kaavalla:

$$Q_{ulkoseinät} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000}$$

$$Q_{yläpohja} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000}$$

Alapohjan johtumislämpöhäviöt lasketaan kuukausittain kaavalla:

$$Q_{alopohja} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000}$$

Alapohjan johtumislämpöhäviötä laskettaessa ulkolämpötilana käytetään maan kuukausittaista keskilämpötilaa.

Rakennuksen ikkunoiden ja ovien johtumislämpöhäviöt lasketaan kuukausittain kaavalla:

$$Q_{ikkunat} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000}$$

$$Q_{ovet} = \frac{UA(T_s - T_u)\Delta t}{1000}$$

Kylmäsiltojen vaikutuksena pidetään 10%. Laskut on syötetty itse tehtyyn Excel- taulukkolaskentapohjaan ja vaipan johtumislämpöhäviöt on esitetty taulukossa 8. Tarkempi taulukko liitteessä.

TAULUKKO 8: Vaipan johtumislämpöhäviöt

	Q <sub>joht</sub> kWh	Kylmäsiltoja 10 %	Yhteensä
Tammikuu	1597,98	159,8	1757,78
Helmikuu	1496,53	149,65	1646,18
Maaliskuu	1541,2	154,12	1695,32
Huhtikuu	1106,16	110,62	1216,77
Toukokuu	769,43	76,94	846,38
Kesäkuu	540,13	54,01	594,15
Heinäkuu	347,56	34,76	382,31
Elokuu	408,57	40,86	449,43
Syyskuu	700,76	70,08	770,84
Lokakuu	962,7	96,27	1058,97
Marraskuu	1258,92	125,89	1384,81
Joulukuu	1468,4	146,84	1615,24
Q <sub>joht</sub> kWh			13418,18

### 7.3.2 Vuotoilma

Ilmanvuotoluku lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla:

$$q_{50} = \frac{n_{50}}{A_{vaippa}} V$$

jossa

$q_{50}$  rakennusvaipan ilmanvuotoluku,  $m^3/(h m^2)$

$n_{50}$  rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h

$V$  rakennuksen ilmatilavuus,  $m^3$

$A_{vaippa}$  rakennusvaipan pinta-ala (alapohja mukaan luettuna),  $m^2$ .

$$q_{50} = \frac{6}{342,04 m^2} * 285,3 m^3 = 5,0046 m^3/m^2$$

Vuotoilman määrä lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla:

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{q_{50}}{3600 \cdot x} A_{vaippa}$$

$$q_{v,vuotoilma} = \frac{5,0046 \text{ m}^3/\text{h m}^2}{3600 \cdot 35} * 342,04 \text{ m}^2 = 0,013586 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Vuotoilman lämmittämisen tarvitsema energia lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla:

$$Q_{vuotoilma} = \rho_i c_{pi} q_{v,vuotoilma} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

jossa

$Q_{vuotoilma}$	vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,vuotoilma}$	vuotoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Taulukko L2.2. Säätiiedot kuukausittain säävyöhykkeellä I ja II. Helsinki-Vantaa.

Kuukausi	Ulkoilman keskilämpötila, $T_u$ , °C	Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle, $G_{\text{säteily, vaakapinta}}$ , kWh/m <sup>2</sup>	Normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, S17, Kd
Tammikuu	-3,97	6,2	650
Helmikuu	-4,50	22,4	602
Maaliskuu	-2,58	64,3	607
Huhtikuu	4,50	119,9	354
Toukokuu	10,76	165,5	117
Kesäkuu	14,23	168,6	9
Heinäkuu	17,30	180,9	0
Elokuu	16,05	126,7	31
Syyskuu	10,53	82,0	161
Lokakuu	6,20	26,2	331
Marraskuu	0,50	8,1	495
Joulukuu	-2,19	4,4	595
Koko vuosi	5,57	975	3952

KAAVIO 3: Säätiiedot kuukausittain (Rakmk D3)

Vuotoilman lämmittämiseen kuluva energia lasketaan kuukausittain erikseen ja kokonaisenergian tarve on vuoden kaikkien kuukausien summa. Laskut on syötetty itse teh-



tyyn Excel-taulukkolaskentapohjaan ja vuotoilman lämmittämiseen kuluva energia on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 9: Vuotoilman lämmittämiseen kuluva energia  $Q_{\text{vuotoilma}}$  kuukausittain

	$Q_{\text{vuotoilma}}$		$T_u$	$\Delta t$
Tammikuu	302,8694	kWh	-3,97	744
Helmikuu	279,3659	kWh	-4,5	672
Maaliskuu	286,0096	kWh	-2,58	744
Huhtikuu	193,678	kWh	4,5	720
Toukokuu	124,2043	kWh	10,76	744
Kesäkuu	79,46668	kWh	14,23	720
Heinäkuu	44,87852	kWh	17,3	744
Elokuu	60,04019	kWh	16,05	744
Syyskuu	122,8975	kWh	10,53	720
Lokakuu	179,5141	kWh	6,2	744
Marraskuu	240,6303	kWh	0,5	720
Joulukuu	281,2792	kWh	-2,19	744
YHTEENSÄ	2194,834	kWh		

### 7.3.3 Ilmanvaihdon lämmitys

Esimerkkikohteessa ei ole lainkaan lämmön talteenottoa eikä koneellista tuloilman tuontia. Tästä syystä voidaan ilmanvaihdon lämmityksen sijasta laskea korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, koska koko korvausilma lämpenee tilassa. Korvausilmavirta on  $0,046 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sisäilman lämpötila on  $21^\circ\text{C}$

Korvausilman lämmityksen tarvitsema energia  $Q_{\text{iv, korvausilma}}$  lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla:

$$Q_{\text{iv, korvausilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, korvausilma} (T_s - T_u) \Delta t / 1000$$

jossa

$Q_{\text{iv, korvausilma}}$	korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$\rho_i$	ilman tiheys, $1,2 \text{ kg/m}^3$
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, $1000 \text{ J/(kg K)}$
$q_{v, korvausilma}$	korvausilmavirta, $\text{m}^3/\text{s}$
$T_u$	ulkoilman lämpötila, $^\circ\text{C}$
$T_s$	sisäilman lämpötila, $^\circ\text{C}$
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Ulkoilman lämpötilat saadaan taulukosta 10.

Ilmanvaihdon lämmittämiseen kuluva energia lasketaan kuukausittain erikseen ja kokonaisenergiantarve on vuoden kaikkien kuukausien summa. Laskut on syötetty itse tehtyyn Excel-tilukkolaskentapohjaan ja korvausilman lämmittämiseen kuluva energia kuukausittain on esitetty taulukossa 10.

TAULUKKO 10: Korvausilman tarvitsema energia  $Q_{iv}$ , korvausilma

	$T_u$	$\Delta t$	$Q_{iv, korvausilma}$ (kWh)
Tammikuu	-3,97	744	1025,487936
Helmikuu	-4,5	672	945,9072
Maaliskuu	-2,58	744	968,402304
Huhtikuu	4,5	720	655,776
Toukokuu	10,76	744	420,544512
Kesäkuu	14,23	720	269,06688
Heinäkuu	17,3	744	151,95456
Elokuu	16,05	744	203,29056
Syyskuu	10,53	720	416,11968
Lokakuu	6,2	744	607,81824
Marraskuu	0,5	720	814,752
Joulukuu	-2,19	744	952,385472
VUOSI YHTEENSÄ			7431,505344

Ilmanvaihdon puhaltimien sähköenergiankulutus

Ilmanvaihdon ominaissähköteho on  $1,5 \text{ kW/m}^3/\text{s}$  (176/2013 taulukko 3, s 8)

Ilmanvaihdon puhaltimien sähköenergiankulutus lasketaan rakentamismääräyskokoelman D5 kaavalla 7.1

$$W_{ilmanvaihto} = \sum SFP q_v \Delta t + W_{iv, muu}$$

jossa

$W_{ilmanvaihto}$	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh
SFP	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
$q_v$	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, $\text{m}^3/\text{s}$
$\Delta t$	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen käyttöaika laskentajaksolla, h
$W_{iv, muu}$	muu ilmanvaihtojärjestelmän sähkökulutus, kWh.

$$W_{ilmanvaihto} = \frac{1,5 \text{ kW}}{\text{m}^3 \text{ s}} * 0,046 \text{ m}^3 * 8750 \text{ h} = 603,75 \text{ kWh}$$

### 7.3.4 Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energia

Lämpimän käyttöveden nettoenergiantarpeena käytetään rakennusmääräyskokoelman D3 taulukon 5 arvoja.

TAULUKKO 11: Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve lämmitettyä nettoalaa kohti. (Rakmk D3)

Käyttötarkoitusluokka	LKV:n ominaiskulutus dm <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> a)	Lämmitysenergia kWh/(m <sup>2</sup> a)
Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalot, asuinkerrostalo	600	35
Toimistorakennus	103	6
Liikerakennus	68	4
Majoitusliikerakennus	685	40
Opetusrakennus ja päiväkot	188	11
Liikuntahalli	343	20
Sairaala	515	30

Lämpimän käyttöveden tarvitsema energiamäärä saadaan kertomalla rakennuksen nettoala taulukon 5 arvolla. Lisäksi pitää ottaa huomioon lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde sekä varastoinnin häviö.

TAULUKKO 12: Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde (176/2013 liite 1.)

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden jakelun hyötysuhde, $\eta_{\text{kv, siirto}}$				
	Kierto	Ei kiertoa			
		eristämätön	suojaputkessa	eristetty, perustaso <sup>1)</sup>	eristetty, parempi <sup>2)</sup>
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalot	0,96	0,75	0,85	0,89	0,92
Asuinkerrostalo	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Toimistorakennus	0,88	0,69	0,78	0,82	0,85
Liikerakennus	0,87	0,68	0,77	0,81	0,84
Majoitusliikerakennus	0,97	0,76	0,86	0,90	0,94
Opetusrakennus ja päiväkot	0,89	0,70	0,79	0,83	0,86
Liikuntahalli	0,98	0,77	0,87	0,91	0,95
Sairaala	0,94	0,74	0,84	0,88	0,91

<sup>1)</sup> eristyksen perustaso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 0,5 D, missä D on putken halkaisija

<sup>2)</sup> eristyksen parempi taso tarkoittaa vähintään eristyspaksuutta 1,5 D, missä D on putken halkaisija

TAULUKKO 13: Lämpimän käyttöveden varastoinnin häviö (176/2013 liite 1.)

Varaajan tilavuus, l	Varaajan lämpöhäviö, $Q_{kv,varastointi}$ , kWh/vuosi	
	40 mm eriste	100 mm eriste
50	440	220
100	640	320
150	830	420
200	1000	500
300	1300	650
500	1700	850
1000	2100	1100
2000	3000	1500
3000	4000	2000

Koska esimerkkikohteessa ei ole lämpimän käyttöveden kiertojohtoa ei sitä tarvitse ottaa laskennassa huomioon.

$$Q_{lkv,netto} = 35 \frac{kWh}{m^2 a} * A_{netto}$$

$$Q_{lkv,netto} = 35 \frac{kWh}{m^2 a} * 114 m^2 = 3990 kWh/a$$

Lämpimän käyttöveden lämmittämiseen kuuluva kokonaisenergia saadaan kaavalla:

$$Q_{lämmitys, lk v} = \frac{Q_{lkv,netto}}{\eta_{lkv,siirto}} + Q_{lkv,varastointi}$$

$$Q_{lämmitys, lk v} = \frac{3990 kWh/a}{0,89} + 500 kWh/a = 4983,15 kWh/a$$

Lämpimän käyttöveden kierron ja varastoinnin lasketuista lämpöhäviöistä 50 % tulee tiloihin lämpökuormaksi, ellei laskelmin toisin osoiteta.

### 7.3.5 Lämpökuormat

Lämpökuormilla tarkoitetaan ihmisten, sähkölaitteiden, auringon sekä lämpimän käyttöveden lämpöhäviöitä, joita voidaan hyödyntää rakennuksen lämpöenergiana. Lämpökuormat vähennetään rakennuksen energiankulutuksesta

## TAULUKKO 14: Energialaskennassa käytettävät sisäiset lämpökuormat (D3/2012)

*Taulukko 3. Rakennusten standardikäyttö ja energialaskennassa käytettävät sisäiset lämpökuormat lämmitettyä nettoalaa kohti. Käyttöaika esittää kuinka monta tuntia vuorokaudessa ja päivää viikossa rakennusta käytetään. Käyttöaste on keskimääräinen valaistuksen ja kuluttajalaitteiden käyttöaste sekä ihmisten läsnäolo rakennuksen käyttöajan aikana.*

Käyttötarkoitukseluokka	Kellonaika <sup>d</sup>	Käyttöaika		Käyttöaste	Valaistus W/m <sup>2</sup>	Kuluttajalaitteet W/m <sup>2</sup>	Ihmiset <sup>a</sup> W/m <sup>2</sup>
		h/24h	d/7d				
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	00:00-24:00	24	7	0,6	8 <sup>b,c</sup>	3	2
Asuinkerrostalo	00:00-24:00	24	7	0,6	11 <sup>b,c</sup>	4	3
Toimistorakennus	07:00-18:00	11	5	0,65	12 <sup>c</sup>	12	5
Liikerakennus	08:00-21:00	13	6	1	19 <sup>c</sup>	1	2
Majoitusliikerakennus	00:00-24:00	24	7	0,3	14 <sup>c</sup>	4	4
Opetusrakennus ja päiväkot	08:00-16:00	8	5	0,6	18 <sup>c</sup>	8	14
Liikuntahalli	08:00-22:00	14	7	0,5	12 <sup>c</sup>	0	5
Sairaala	00:00-24:00	24	7	0,6	9 <sup>c</sup>	9	8

a ei sisällä kosteuteen sitoutunutta lämpöä, kokonaislämmönluovutus saadaan jakamalla kertoimella 0,6

b asuinrakennusten valaistuksen käyttöaste on 0,1

c ohjearvo uudisrakennuksille ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, pienempää valaistuksen tehoa voi käyttää, mikäli valaistustaso säilyy ja siitä esitetään erilliselvitys kohtien 3.3.3 ja 3.3.4 mukaisesti.

d ilmanvaihdon käyntiaika kohdan 3.3.7 mukaisesti

### Lämpökuorma ihmisistä

$$Q_{henk} = \frac{A_{netto} * Ihmisten\ lämpöteho * Käyttöaste * Käyttöaika * Tuntien\ lukumäärä}{1000}$$

$$Q_{henk} = \frac{114\ m^2 * \frac{2W}{m^2} * 0,6 * \frac{24}{24} * \frac{7}{7} * 8760h}{1000} = 1198,37\ kWh/a$$

### Lämpökuorma sähkölaitteista

$$Q_{laitteet} = A_{netto} * Käyttöaste * Teho_{laitteet} * Käyttöaika * \frac{8760}{1000}$$

### Valaistus

$$Q_{valaistus} = 114\ m^2 * 0,1 * 8\ \frac{W}{m^2} * \frac{24}{24} * \frac{7}{7} * \frac{8760h}{1000} = 798,91\ kWh/a$$

### Kuluttajalaitteet

$$Q_{laitteet} = A_{netto} * Käyttöaste * Teho_{laitteet} * Käyttöaika * \frac{8760}{1000}$$

$$Q_{\text{laitteet}} = 114 \text{ m}^2 * 0,6 * 3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} * \frac{24}{24} * \frac{7}{7} * \frac{8760\text{h}}{1000} = 1797,55 \text{ kWh/a}$$

Lämmin käyttövesi

Lämpimän käyttöveden varastoinnin lämpökuormaksi tulee 50% lämpimän käyttöveden varastoinnin häviöistä

$$Q_{\text{lämmin käyttövesi}} = \frac{500 \text{ kWh/a}}{2} = 250 \text{ kWh/a}$$

Aurinko

TAULUKKO 15: Auringon kokonaissäteilyenergia

Auringon kokonaissäteilyenergia pystypinnoille eri ilmansuuntiin,  
G<sub>säteily, pystypinta</sub>, kWh/m<sup>2</sup>

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	6,2	4,7	3,8	9,5	12,9	9,5	3,8	4,7
Helmikuu	17,3	13,8	15,6	31,0	41,4	30,9	15,6	14,0
Maaliskuu	40,3	38,1	48,5	75,1	89,5	69,4	43,7	36,9
Huhtikuu	43,9	56,3	79,9	101,1	107,3	101,6	80,6	56,8
Toukokuu	57,8	82,1	112,8	123,3	116,0	117,5	104,5	76,3
Kesäkuu	70,6	87,9	109,6	109,9	101,6	110,9	111,2	89,1
Heinäkuu	66,3	91,1	118,8	123,1	115,5	128,6	122,7	91,2
Elokuu	50,0	66,4	91,8	106,0	100,4	92,8	78,8	61,1
Syyskuu	32,9	37,5	56,5	83,9	100,5	87,3	59,3	38,1
Lokakuu	17,9	15,6	17,5	28,3	37,0	30,0	18,8	15,7
Marraskuu	7,2	5,5	5,1	12,3	16,8	12,3	5,1	5,6
Joulukuu	4,2	3,2	2,6	8,4	11,8	8,8	2,9	3,2
<b>Koko vuosi</b>	<b>414,6</b>	<b>502,2</b>	<b>662,5</b>	<b>811,9</b>	<b>850,7</b>	<b>799,6</b>	<b>647,0</b>	<b>492,7</b>

$$g_{\text{kohtisuora}} = 0,7$$

$$g = 0,9 \times 0,7 = 0,63$$

$$F_{\text{läpäisy}} = 0,5$$

Pohjoinen:

$$Q_{\text{aurinko pohjoinen}} = A_{\text{ikkunat pohjoiseen}} * F_{\text{läpäisy}} * g * G_{\text{säteily pohjoinen koko vuosi}}$$

$$Q_{\text{aurinko pohjoinen}} = 3 \text{ m}^2 * 0,5 * 0,63 * 414,6 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} = 391,8 \text{ kWh}$$

Itä:

$$Q_{\text{aurinko itä}} = A_{\text{ikkunat itään}} * F_{\text{läpäisy}} * g * G_{\text{säteily itä koko vuosi}}$$

$$Q_{aurinko\ itä} = 8\ m^2 * 0,5 * 0,63 * 662,5\ \frac{kWh}{m^2} = 1669,5\ kWh$$

Etelä:

Talossa ei lämmitettyjen tilojen ikkunoita etelään

Länsi:

$$Q_{aurinko\ länsi} = A_{ikkunat\ länsi} * F_{läpäisy} * g * G_{säteily\ länsi\ koko\ vuosi}$$

$$Q_{aurinko\ itä} = 6\ m^2 * 0,5 * 0,63 * 647,0\ \frac{kWh}{m^2} = 1222,83\ kWh$$

Lämpökuormat auringosta yhteensä

$$Q_{aurinko} = Q_{ikkunat\ pohjoinen} * Q_{ikkunat\ itä} * Q_{ikkunat\ pohjoinen}$$

$$Q_{aurinko} = 391,8\ kWh * 1669,5\ kWh * 1222,83\ kWh = 3284,13\ kWh$$

Lämpökuormat yhteensä:

$$Q_{lämpökuormat} = Q_{henkilöt} + Q_{valaistus} + Q_{laitteet} + Q_{käyttövesi} + Q_{aurinko}$$

$$Q_{lämpökuormat} = 1198,37\ \frac{kWh}{a} + 798,91\ \frac{kWh}{a} + 1797,55\ \frac{kWh}{a} + 250\ \frac{kWh}{a} +$$

$$3284,13\ kWh = 7328,96\ \frac{kWh}{a}$$

Laskut on syötetty itse tehtyyn Excel-tilukkolaskentapohjaan ja lämpökuormat kuukausittain on esitetty taulukossa 16.

TAULUKKO 16: Lämpökuormat kuukausittain

	Valaistus	Kul.laitteet	Henkilöt	Aurinko	Vesi	YHT.	
Tammikuu	67,8528	152,6688	101,7792	22,617	21,23288	366,1507	kWh/kk
Helmikuu	61,2864	137,8944	91,9296	85,1445	19,17808	395,433	kWh/kk
Maaliskuu	67,8528	152,6688	101,7792	242,8965	21,23288	586,4302	kWh/kk
Huhtikuu	65,664	147,744	98,496	395,1675	20,54795	727,6194	kWh/kk
Toukokuu	67,8528	152,6688	101,7792	536,382	21,23288	879,9157	kWh/kk

Kesäkuu	65,664	147,744	98,496	553,077	20,54795	885,5289	kWh/kk
Heinäkuu	67,8528	152,6688	101,7792	593,9325	21,23288	937,4662	kWh/kk
Elokuu	67,8528	152,6688	101,7792	427,518	21,23288	771,0517	kWh/kk
Syyskuu	65,664	147,744	98,496	285,5475	20,54795	617,9994	kWh/kk
Lokakuu	67,8528	152,6688	101,7792	96,5475	21,23288	440,0812	kWh/kk
Marraskuu	65,664	147,744	98,496	29,295	20,54795	361,7469	kWh/kk
Joulukuu	67,8528	152,6688	101,7792	16,002	21,23288	359,5357	kWh/kk
KOKO VUOSI	798,912	1797,552	1198,368	3284,127	250	7328,959	kWh/v

### 7.3.6 Energialaskennan yhteenveto

Tilojen lämmitystarve yhteensä

TAULUKKO 17: Tilojen lämmitystarve  $Q_{\text{tila}}$

	Johtuminen	Vuotoilma	Korvausilma	$Q_{\text{tila}}$ yhteensä	
Tammikuu	1757,78	302,869395	1025,487936	3086,14	kWh/kk
Helmikuu	1646,18	279,365882	945,9072	2871,46	kWh/kk
Maaliskuu	1695,32	286,009625	968,402304	2949,73	kWh/kk
Huhtikuu	1216,77	193,678027	655,776	2066,23	kWh/kk
Toukokuu	846,38	124,20435	420,544512	1391,13	kWh/kk
Kesäkuu	594,15	79,4666815	269,06688	942,68	kWh/kk
Heinäkuu	382,31	44,8785247	151,95456	579,15	kWh/kk
Elokuu	449,43	60,0401885	203,29056	712,76	kWh/kk
Syyskuu	770,84	122,897512	416,11968	1309,85	kWh/kk
Lokakuu	1058,97	179,514099	607,81824	1846,3	kWh/kk
Marraskuu	1384,81	240,630276	814,752	2440,19	kWh/kk
Joulukuu	1615,24	281,279186	952,385472	2848,91	kWh/kk
KOKO VUOSI	13418,18	2194,83375	7431,505344	23044,52	kWh/v

Lämmitysenergian nettotarve on  $Q_{\text{tila}} - Q_{\text{lämpökuormat}}$

TAULUKKO 18: Lämmitysenergian nettotarve

	$Q_{\text{tila}}$	$Q_{\text{lämpökuorma}}$	$\eta_{\text{lämpö}}$	$Q_{\text{lämpökuorma}} \eta_{\text{lämpö}}$ korjattu	$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$
Tammikuu	3086,14	366,15	1	366,15	2719,99
Helmikuu	2871,46	395,43	1	395,43	2476,03
Maaliskuu	2949,73	586,43	1	586,4	2363,33
Huhtikuu	2066,23	727,62	1	726,52	1339,71
Toukokuu	1391,13	879,92	0,97	853,5	537,63
Kesäkuu	942,68	885,53	0,87	767,7	174,98
Heinäkuu	579,15	937,47	0,59	557,77	21,38
Elokuu	712,76	771,05	0,81	622,17	90,6
Syyskuu	1309,85	618	0,99	613,83	696,03
Lokakuu	1846,3	440,08	1	440,02	1406,28



Marraskuu	2440,19	361,75	1	361,74	2078,45
Joulukuu	2848,91	359,54	1	359,53	2489,37
KOKO VUOSI	23044,52	7328,96		6650,76	16393,77

Energialaskennan yhteenveto

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöenergian kulutus

$$Q_{\text{lämmitys,tilat}} = \frac{Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}}}{\eta_{\text{lämmitys,tilat}}}$$

$\eta_{\text{lämmitys,tilat}}$  = Lämmitysjärjestelmän lämmönjaon ja luovutuksen vuosihyötysuhde. Katotämmityksen vuosihyötysuhde on 0,85 (176/2013, taulukko 9)

$$Q_{\text{lämmitys,tilat}} = \frac{16393,77 \text{ kWh}}{0,85} = 19286,78 \text{ kWh}$$

Talossa on kaksi varaavaa tulisijaa, joiden yhteenlaskettu lämmitysenergian tuotto on 4000 kWh/a

$$Q_{\text{lämmitys,tilat sähkö}} = Q_{\text{lämmitys,tilat}} - \text{Lämmitysenergia tulisijat}$$

$$Q_{\text{lämmitys,tilat sähkö}} = 19286,78 \text{ kWh} - 4000 \text{ kWh} = 15286,78 \text{ kWh}$$

Lämmönjakojärjestelmän sähkönkulutus

$$W_{\text{tilat}} = e_{\text{tilat}} * A_{\text{netto}}$$

$$W_{\text{tilat}} = 0,5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} * 114 \text{m}^2 = 57 \text{ kWh}$$

Talon ostoenergian kulutus sähkö

$$\text{Ostoenergian kulutus sähkö} = Q_{\text{lämmitys,tilat sähkö}} + Q_{\text{lämmitys,lkv}} + W_{\text{tilat}} + W_{\text{puhaltimet}} + Q_{\text{valaistus}} + Q_{\text{laitteet}}$$

$$\text{Ostoenergian kulutus sähkö} = 15286,78 \text{ kWh} + 4983,15 \text{ kWh} + 57 \text{ kWh} + 603,75 \text{ kWh} + 798,91 \text{ kWh} + 1797,55 \text{ kWh} = 23527,15 \text{ kWh}$$

Talon ostoenergian kulutus puu

Talossa on kaksi varaavaa tulisijaa. Lämmitysenergian tuottona käytetään 2000 kWh tulisijaa kohden. Kokonaisvuosihyötysuhteena käytetään arvoa 0,6.

$$\text{Ostoenergian kulutus puu} = \frac{2 \times 2000 \text{ kWh/a}}{0,6} = 6666,66 \text{ kWh}$$

Talon ostoenergian kulutus

*Talon ostoenergian kulutus =*

*Ostoenergian kulutus sähkö + Ostoenergian kulutus puu*

Kokonaisenergian kulutus

Sähkön energiamuotokerroin on 1,7

Polttopuun energiamuotokerroin on 0,5

$$\text{Kokonaisenergiankulutus} = 23527,15 \text{ kWh} * 1,7 + 6666,66 \text{ kWh} * 0,5 = 43329,485 \text{ kWh}$$

E-luku

$$E - \text{luku} = \frac{\text{Kokonaisenergiankulutus}}{\text{Nettoala}} = 380,01 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{a}$$

Luokka E

#### **7.4 Energiatehokkuusluvun laskenta rakennuksen energiatodistuksesta annetun lain (487/2007) mukaan**

Energialuokka vanhan vuoden 2008 lain mukaan on laskettu valmiilla MX6 Teknologiat Oy:n Excel-ohjelmalla Rakentaminen v.2.0.6. Ohjelmassa pyrittiin käyttämään samoja lähtötietoja kuin uuden lain mukaisessa laskennassa on käytetty. Tarkemmat tiedot ja ohjelman antamat energiatodistuslomakkeet on esitetty liitteissä. On huomionarvoista, että vanhan lainsäädännön mukaisesti määritetty ET- luku ei ole suoraan vertailukelpoinen uuden laskennan mukaisen E-luvun kanssa.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena oli laskea rakennuksen E-luku voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti ja selvittää energialuokka uudella ja vanhalla laskentatavalla. Rakennuksen E-luvun laskenta uuden lain mukaisesti onnistui hyvin. Vertailtaessa uuden ja vanhan lain mukaan laskettua energialuokkaa voidaan tulla johtopäätökseen, että laskennan eri osa-alueiden lopputulokset olivat lähellä toisiaan. Voidaan todeta, että erot laskennan lopputuloksessa ja sitä kautta energialuokassa johtuvat pääasiassa energiamuodon kertoimen vaikutuksesta

TAULUKKO 19: Rakennuksen energiankulutus ja lämpökuormat

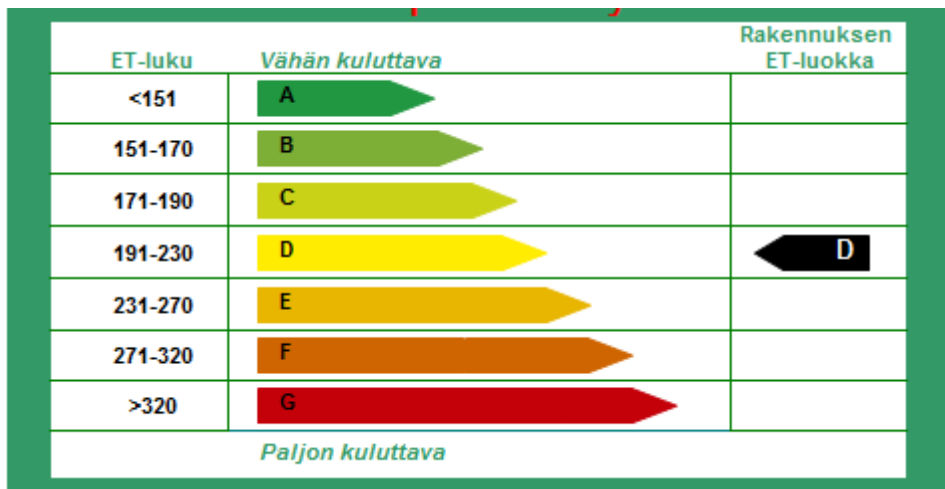
	Vuoden 2013 lainsäädäntö	Vuoden 2008 lainsäädäntö
Vaipan johtumislämpöhäviöt	<b>13418,18 kWh</b>	<b>13868 kWh</b>
Vuotoilma	<b>2194,83 kWh</b>	<b>1971 kWh</b>
Ilmanvaihdon lämmitysenergian kulutus	<b>7431,51 kWh</b>	<b>8820 kWh</b>
<b>Q<sub>tila</sub></b>	23044,52 kWh	24659 kWh
Käyttöveden lämmitysenergian tarve	<b>4983,15 kWh</b>	<b>4239 kWh</b>
Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt	<b>57,00 kWh</b>	<b>570 kWh</b>
Laitesähköenergian tarve (sis. Puhaltimet)	<b>3200,21 kWh</b>	<b>5700 kWh</b>
<b>Lämpökuormat</b>		
Henkilöiden luovuttama lämpöenergia	<b>1198,37 kWh</b>	<b>912 kWh</b>
Lämmityslaitteista vapautuva lämpöenergia	<b>250 kWh</b>	<b>2008 kWh</b>
Valaistuksesta ja sähkölaitteista	<b>2596,46 kWh</b>	<b>3659 kWh</b>
Auringosta vapautuva lämpökuorma	<b>3284,13kWh</b>	<b>3077 kWh</b>
<b>Hyödynnettävä lämpökuorma yhteensä</b>	6650,76 kWh	8984 kwh
<b>Rakennuksen energiankulutus yhteensä</b>		26183 kWh

Vuoden 2013 lainsäädännön mukaisesti otetaan huomioon vielä lämmitysjärjestelmän vuosihyötysuhde sekä energiamuodon kertoimet. Vuoden 2013 normien mukainen E-luvun laskenta on suoritettu luvussa 7. Energialuokka on uudella laskentatavalla E, kun taas vanhalla laskentatavalla rakennus saisi luokkaa paremman arvon D.

TAULUKKO 20: Rakennuksen energialuokka uudella ja vanhalla laskentatavalla

	Vuoden 2013 lainsäädäntö	Vuoden 2008 lainsäädäntö
<b>Rakennuksen energiankulutus yhteensä</b>	43329 kWh	26183 kWh
<b>E-luku ja ET-luku</b>	380 kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> /a	230 kWh/brm <sup>2</sup> /a
<b>Energialuokka</b>	E	D

Taulukko 22: Esimerkkirakennuksen ET-luku



Taulukko 23: Esimerkkirakennuksen E-luku

Energiatohokkuusluokka	Kokonaisenergiankulutus (kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> /a)
A	E-luku ≤ 94
B	95 ≤ E-luku ≤ 164
C	165 ≤ E-luku ≤ 204
D	205 ≤ E-luku ≤ 284
<b>E →</b>	285 ≤ E-luku ≤ 414
F	415 ≤ E-luku ≤ 484
G	485 ≤ E-luku

Mikäli laskennassa ei käytetä energiamuodon kertoimia, pienenee rakennuksen E-luku selvästi ja myös energialuokka muuttuu paremmaksi.

TAULUKKO 21: Rakennuksen energialuokka uudella ja vanhalla laskentatavalla ilman energiamuodon kertoimia

	Vuoden 2013 lainsäädäntö	Vuoden 2008 lainsäädäntö
<b>Rakennuksen energiankulutus yhteensä</b>	30194 kWh	26183 kWh
<b>E-luku ja ET-luku</b>	265 kWh <sub>E</sub> /m <sup>2</sup> /a	230 kWh/brm <sup>2</sup> /a
<b>Energialuokka</b>	D	D

Taulukosta 21 voidaan todeta, että ilman energiamuodon kertoimia rakennuksen energialuokka olisi sama uudella ja vanhalla laskentatavalla laskettuna. Mikäli rakennuksen päälämmitysmuoto perustuisi uusiutuviin energialähteisiin, olisi rakennus hyvin lähellä energialuokkaa C.

Yhteenvetona voidaan todeta, että uuden ja vanhan lain mukainen energialuokan laskenta eroaa varsin vähän toisistaan olemassa olevien rakennusten kohdalla. Erot muodostuvat pääasiassa energiamuodon kertoimen vaikutuksesta. Energiamuodon kerroin saattaa muuttaa saman rakennuksen energialuokkaa jopa kaksi luokkaa riippuen lämmitysmuodon valinnasta.

## LÄHTEET

Ympäristöministeriö. 2012. Pientalot rakennusten energiatodistusten piiriin. Luettu 15.11.2013

[http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet\\_2012/Pientalot\\_rakennusten\\_energiatodistusten\(1161\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2012/Pientalot_rakennusten_energiatodistusten(1161))

Ympäristöhallinto. 2013. Olemassa olevien omakotitalojen energiatodistusten hinnat kohtuullisia. Luettu 20.11.2013

[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen\\_energia\\_ja\\_ekotehokkuus/Rakennuksen\\_energiatodistus/Olemassa\\_olevien\\_omakotitalojen\\_energiat\(27234\)](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus/Olemassa_olevien_omakotitalojen_energiat(27234))

Talouselämä. 2013. Porrastetaanko kiinteistövero energiatodistuksen mukaan? Luettu 21.11.2013.

<http://www.talouselama.fi/Tebatti/kysymykset/porrastetaanko+kiinteistovero+energiatodistuksen+mukaan/a2208707>

Talouselämä. 2013. Tällainen on uusi energiatodistus. Luettu 20.11.2013

<http://www.talouselama.fi/uutiset/tallainen+on+uusi+energiatodistus+laskee+sahkolammitteisen+talon+energiankulutuksen+240++todellista+suuremmaksi/a2168108>

Kansalaisaloite 11.04.2013 OM 83/52/2013. Luettu 15.11.2013

<https://www.kansalaisaloite.fi/fi/aloite/297>

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50

Laki rakennuksen energiatodistuksesta 13.4.2007/487

Asetus rakennuksen energiatodistuksen laatijan pätevyydestä ja kevennetyn energiatodistusmenettelyn edellytyksistä 27.2.2013/170

Asetus rakennuksen energiatodistuksesta 27.2.2013/176

Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.3.2011/D2

Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.3.2011/D3

Suomen rakentamismääräyskokoelma 22.12.2008/C3

Suomen rakentamismääräyskokoelma 30.10.2002/C4

Suomen rakentamismääräyskokoelma 17.5.2013/D5

Asetus rakennuksen energiatodistuksesta 176/2013 Liite 1,2,3 ja 4

Energiatodistusopas 2013. Rakennuksen energiatodistus ja kokonaisenergiankulutuksen määrittäminen. 27.9.2013.





Liite 2. Energiatodistuksen laskennan lähtötiedot MX6 Teknologiat Oy:n Excel-ohjelmassa Rakentaminen v.2.0.6

ENERGIATODISTUKSEN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT					
Rakennuksen laajuustiedot					
Bruttoala	114	brm <sup>2</sup>			
Rakennustilavuus	185	rak-m <sup>3</sup>	Ilmatilavuus	185	m <sup>3</sup>
Huoneistoala	114	hum <sup>2</sup>	Henkilömäärä	2	
Rakenteet					
Rakennusosat					
			Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)	
<b>Ulkoseinät</b>					
Rakennekuvaus U-arvon mukainen			92,57	0,2468	
<b>Yläpohja</b>					
Rakennekuvaus U-arvon mukainen			114	0,12	
<b>Alapohja</b>					
Rakennekuvaus U-arvon mukainen maanvarainen			114	0,147	
Rakennekuvaus U-arvon mukainen					
Rakennekuvaus U-arvon mukainen, alla kellari					
<b>Ovet</b>					
Lämpöeristetty ulko-ovi			3,71	1,4	
<b>Ikkunat</b>					
					gkohtisuora Fkehä
Pojoiseen	Rakennekuvaus U-arvon mukainen		3	2,1	0,7 0,7
Itään	Rakennekuvaus U-arvon mukainen		8	2,1	0,7 0,7
Etelään	Rakennekuvaus U-arvon mukainen		0	2,1	0,7 0,7
Länteen	Rakennekuvaus U-arvon mukainen		6	2,1	0,7 0,7
Tehollinen lämpökapasiteetti C <sub>rak,amin</sub> : Wh/brm <sup>2</sup> K			110,00		
Ilmanvaihto					
Rakennuksen ilmanvuotoluku n <sub>50</sub>			5	1/h	
Ilmanvaihdon poistoilmavirta			0,046	m <sup>3</sup> /s	
Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhde			0	%	
Vedenkulutus					
Lämpimän käyttöveden kulutus			44	m <sup>3</sup> /vuosi	
Huoneistokohtainen vedenmittaus ja laskutus				kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmitysjärjestelmä					
Lämmönkehitys	Sähkö	sisältää käyttöveden lämmityksen		kyllä <input checked="" type="checkbox"/>	ei <input type="checkbox"/>
Lämmönjakotapa	Kattolämmitys				
Lämmönvaraajat					
Lämpimän käyttöveden kiertojohdo				kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
- kiertojohdot on liitetty märkätilojen lämmityslaitteita				kyllä <input type="checkbox"/>	ei <input checked="" type="checkbox"/>
Energiatodistuksen laskenta					
Lämmitysenergian kulutus			20483	kWh/vuosi	
Laitesähköenergian kulutus			5700	kWh/vuosi	
Jäähdytysenergian kulutus			0	kWh/vuosi	
Rakennuksen energiankulutus yhteensä			26183	kWh/vuosi	
Rakennuksen energiatodistuksen laskenta			230	kWh/brm <sup>2</sup> /vuosi	

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: Erilliset pientalot (max 6 as) Valmistumisvuosi: 1985  
 Osoite: Rakennustunnus: 444-55-6-77

Asuntojen lukumäärä: 1

Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamennettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

## Vain opetuskäyttöön!

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

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>): **230**  
 Energiatehokkuusluvun luokitteluasteik Pientalot

### Todistuksen antaja:

Aake Pihlainen  
 Opinnäytetyö

### Todistuksen tilaaja:

Yksityinen

### Allekirjoitus:

Todistuksen antamispäivä:  
 17.11.2013

Viimeinen voimassaolopäivä:  
 17.11.2023

Energiatodistus perustuu lakiin rakennusten energiatodistuksesta (487/2007) ja 19.6 annettuun ympäristöministeriön asetukseen energiatodistuksesta. Tämä energiatodistus on asetuksen lomakkeen 1 mukainen

MX6 Teknologiat Oy