



# PASSIIVIENERGIATALO

## Mikä se on ja miten se tehdään?

Asuminen ja ilmastonmuutos  
Ajankohtaisseminaari

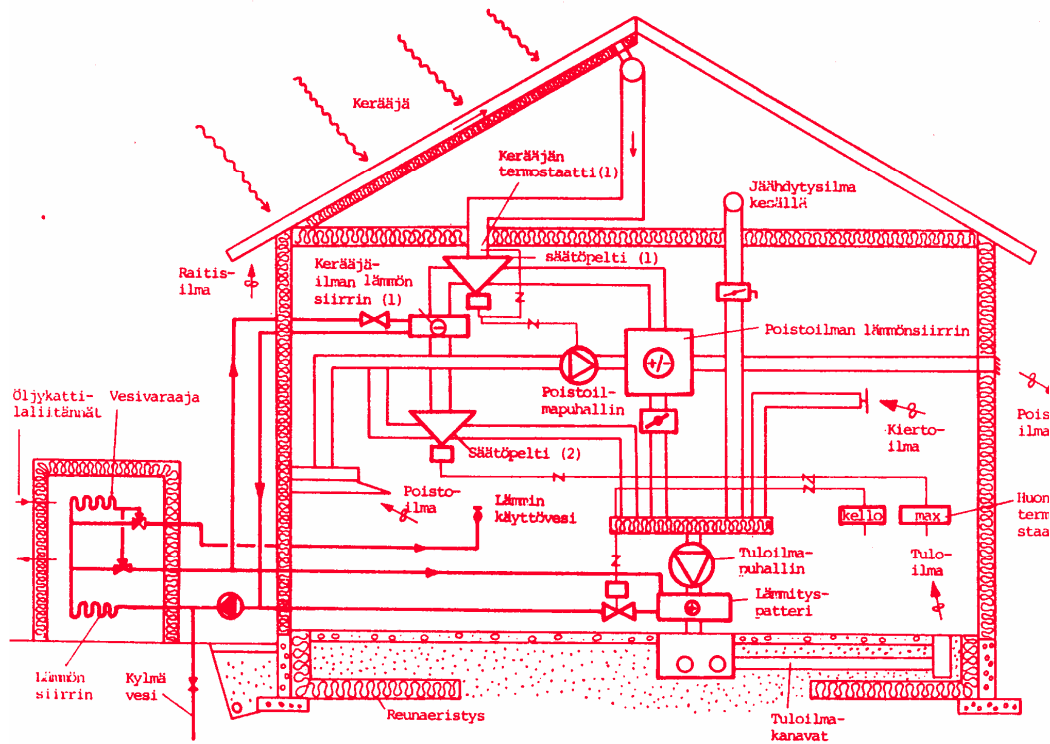
Suomen Asuntomessut  
Suomen Asuntotietokeskus  
12.2.2008 Helsinki

Mikko Saari, VTT

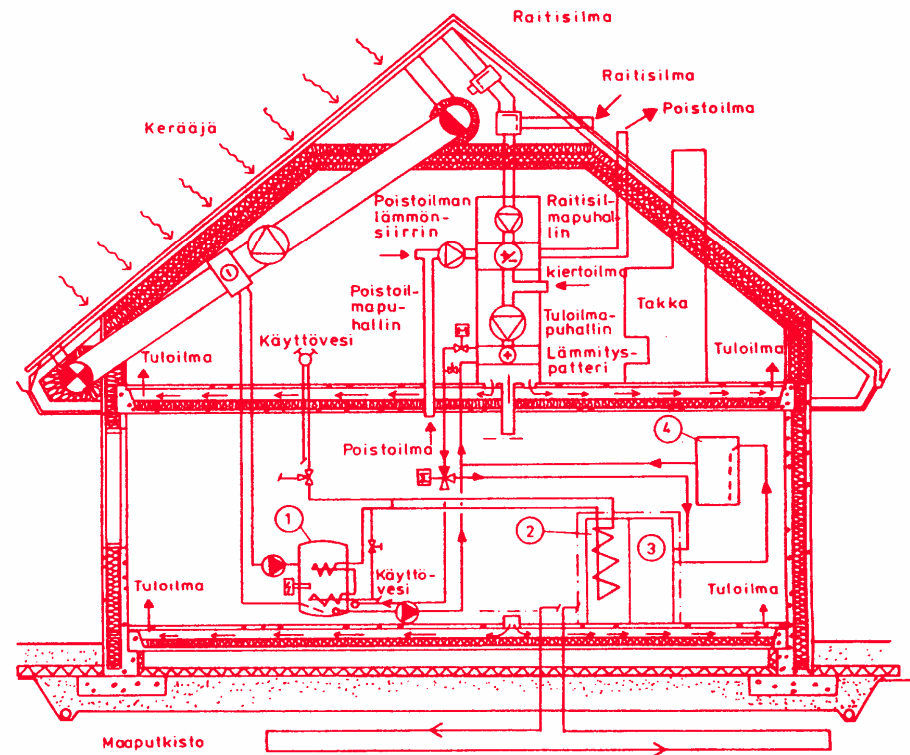


Teknologiasta liiketoimintaa

# Energiakriisien jälkeen uskottiin monimutkaiseen tekniikkaan rakennusten “energiansäästössä”

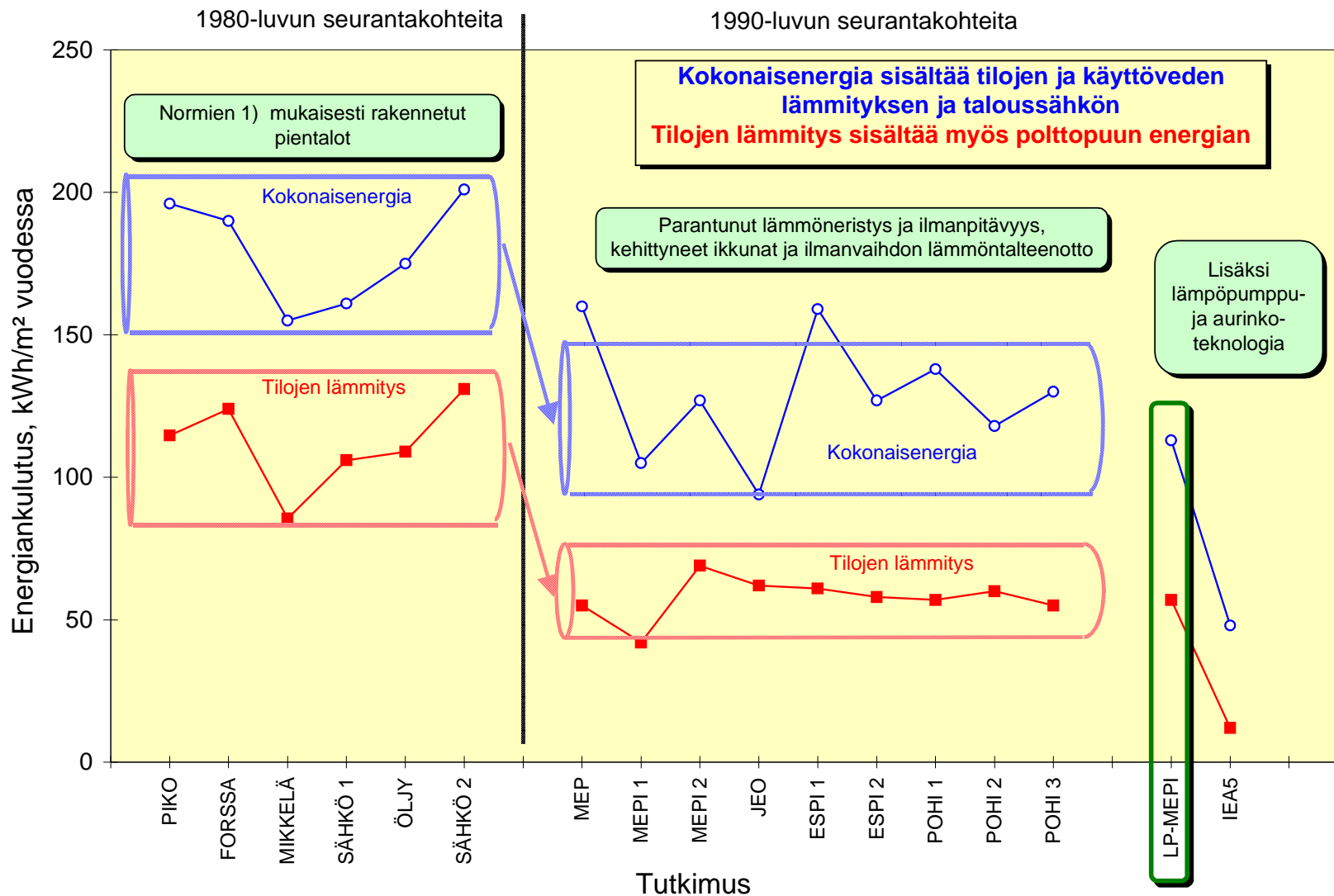


**Vuosi 1978**



**Vuosi 1982**

# Kustannustehokkaalla matalaenergiatekniologialla pientalon energiankulutus voidaan puolittaa



## Esimerkkejä rakennusten energiatutkimuksista Suomessa

- Useita pientalojen energiatutkimuksia asuntomessuilla 1980- ja 1990-luvuilla
- Energiatutkimusohjelmia TAT, ETRR, LVIS 2000, RAKET
- Koerakentamista

### Matalaenergiapientalojen tutkimuksia

- Matalaenergiaharkkotalo (Laine et al. 2003)  
<http://www.betoni.com/suunnittelu/default.asp?paa=3&ala1=32&ala2=192>
- ESPI - matalaenergiapientalot (Laine et al. 1998)  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1998/T1924.pdf>
- Massiivinen matalaenergiapientalo (Kouhia et al. 1997)
- IEA5 - aurinkotalo (Kouhia et al. 1997)
- Espoon matalaenergiatalot (Haakana et al. 1995)
- MEP - matalaenergiapientalo (Nieminen et al. 1994)
- MEPI - matalaenergiapientalot (Laine et al. 1993)

### Matalaenergiakerros- ja toimistotalojen tutkimuksia

- INDUCON-rakennuskonsepti (Sarja et al. 2003)  
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2206.pdf>
- Korkeatasoinen matalaenergiapienkerrostalo (Senewa Oy 2000)
- Life-cycle-cost optimised wooden multi-storey apartment building (Leppänen et al. 1999)  
<http://www.inf.vtt.fi/pdf/tiedotteet/1999/T1994.pdf>
- Asuinkerrostalojen LVI-vertailututkimus (Laine et al. 1998)
- Asu paremmin - perusparannus matalaenergia-asuinkerrostaloksi (LVI-Parmair Oy 1998)
- Asu paremmin - matalaenergia-asuinkerrostalo (LVI-Parmair Oy 1997)
- METOP - CFC-aineeton matalaenergiatoimistotalo (Laine et al. 1994)
- FINNHOUSE - taloudelliset asuinrakennuskonseptit (Sarja et al. 1994)
- EUROPA-HUIS - matalaenergia-asuinkerrostalo (Marttila 1993, Laine 1994)
- EBES - asuinkerrostalo (Kaitamaa et al. 1993)

# Matalaenergiatalon suunnittelun ja toteutuksen periaatteet

- **Viihtyisä, terveellinen ja turvallinen sisäilmasto**
  - miellyttävät lämpöolot talvella ja kesällä
    - tasalämpöinen ja vedoton
  - hiljainen asunto
    - esimerkiksi makuuhuoneen äänitasotavoite 22 dB(A)
- **Energiatavoitteet**
  - tilojen lämmitysenergiankulutus on vähintään 50 % pienempi kuin vastaavan normien mukaan rakennetun talon kulutus
  - myös talotekniikan ja muiden sähkölaitteiden energiatehokkuutta parannetaan
- **Rakennus suunnitellaan kokonaisuutena**
  - rakenne- ja talotekniikka suunnitellaan yhdessä
  - mahdollisimman yksinkertaisilla ja toimintavarmilla ratkaisuilla
  - ei osaoptimointia tai härveliteknologiaa

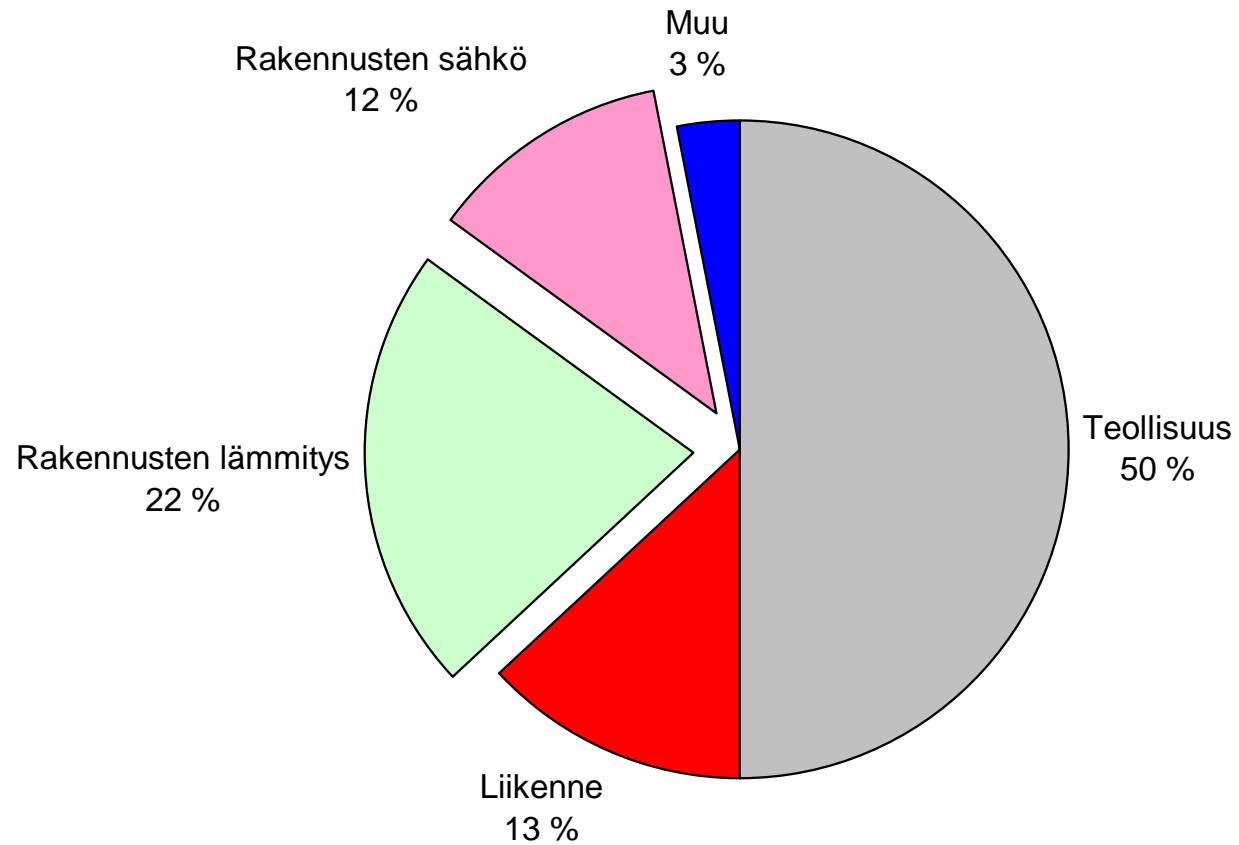
# Matalaenergiarakentamisen yksinkertaiset ja kustannustehokkaat keinot

- rakennuksen ulkovaipan lämpöhäviöiden pienentäminen ainakin puoleen nykyisestä
  - ulkoseinät, katto, lattia, ikkunat ja ovet
- ilmanvaihdon hallinta ja poistoilman lämmön talteenotto
  - ilmanvaihdon hallinnalla varmistetaan myös terveellinen sisäilma
- lämmityksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus
- sisäisten ja ulkoisten lämpökuormien (ilmaisenergioiden) tehokas hyödyntäminen lämmityksessä
- vedenkulutuksen hallinta
- ominaiskulutukseltaan vähän sähköä kuluttavat laitteet
- huolellinen rakentaminen (rakennuksen ulkovaipasta tulee tuulenpitävä ja kylmäsillaton)
- kaiken tekniikan yksinkertaistaminen, talon osien vähentäminen ja toistuvien ratkaisujen käyttäminen
- tehdään rakennuksesta tarkoituksenmukainen nyt ja tulevaisuudessa, varaudutaan tulevaisuuteen

# Tutkimuksilla on selvitetty matalaenergiarakentamisen tärkeimmät vaikutukset energiankulutuksen pienenemisen lisäksi

- Rakennuskustannukset eivät juurikaan nouse
  - suunnitellaan rakennus kokonaisuutena ja otetaan ratkaisuihin huomioon pienentynyt lämmöntarve
- Toimintavarmuus paranee
  - laitteet vähenevät, yksinkertaistuvat ja pienenevät
  - huollettavuus ja korjattavuus paranee
- Matalaenergiarakentaminen ei edellytä ihmisiltä käyttötottumusten muuttamista tai mukavuudesta tinkimistä energiankulutuksen pienentämiseksi puoleen
- Sisäilman laatu paranee
  - hyvin lämpöeristetty, tuulenpitävä ja kylmäsillaton ulkovaippa on vedoton
  - hallittu energiataloudellinen ilmanvaihtojärjestelmä takaa viihtyisän ja terveellisen sisäilman kaikissa olosuhteissa
- Säästää ympäristöä
  - elinkaaren aikaiset päästöt pienenevät
  - raaka-aineiden kulutus vähenee

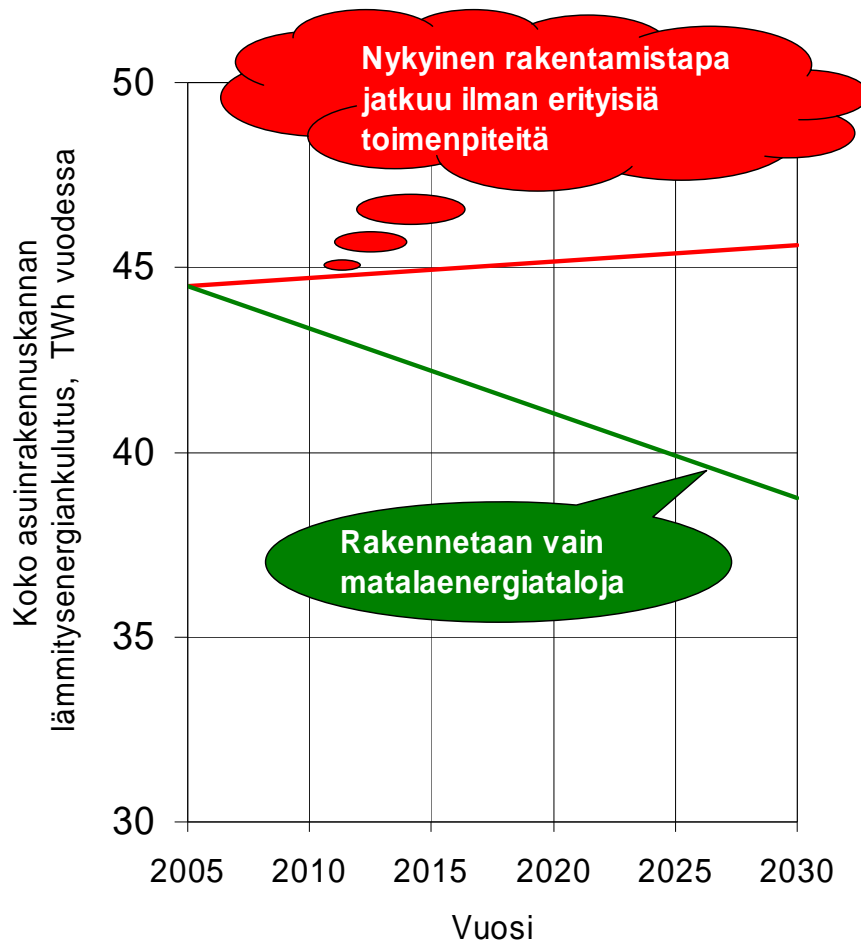
# Suomessa rakennuksissa kuluu kolmannes energiasta



# Rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on tärkeä osa ilmastotalkoita

- Kioton sopimus
  - vuosien 2008-2012 keskimääräiset kasvihuonekaasupäästöt vuoden 1990 tasolle
- EU:n energiansäästön toimenpideohjelma
  - 20 % säästötavoite vuonna 2020
- Energiapalveludirektiivi
  - 9 % säästötavoite vuonna 2016 (vuosien 2001-2005 tasosta)
- Uusiutuvien energianlähteiden osuutta lisättävä EU-tasolla 20 %:iin vuonna 2020
  - Suomessa uusiutuvien osuus tällä hetkellä 25 %
  - Esitetty uusiutuvien osuuden tavoite 38 %

## Matalaenergiauudisrakentamisella voidaan pienentää koko asuinrakennuskannan energiankulutusta



Matalaenergiauudisrakentamisella on suuri lämmönsäästöpotentiaali koko asuinrakennuskannassa.

Vuonna 2030 lämmitysenergiaa säästyy 7 TWh eli 7 miljardia kilowattituntia vuodessa. Saman verran kuin Helsingin kaukolämmön tuotanto.

Matalaenergiarakentamisen vaikutuksesta lämmitysenergian kulutus pienenee 15 %.

**Passiivienergiarakentamisen yleistymisen pienentää kulutusta vielä tästäkin**

## Passivhäuser: behaglich ohne Heizsystem ...



In einem gut gedämmten Haus reicht bei Energieknappheit die Wärme von Personen und Geräten aus, die Räume warm zu halten. [Aus dem Buch *Managing Energie – Managing the home* von J. Nørgård, B. Christensen 1980(!)]

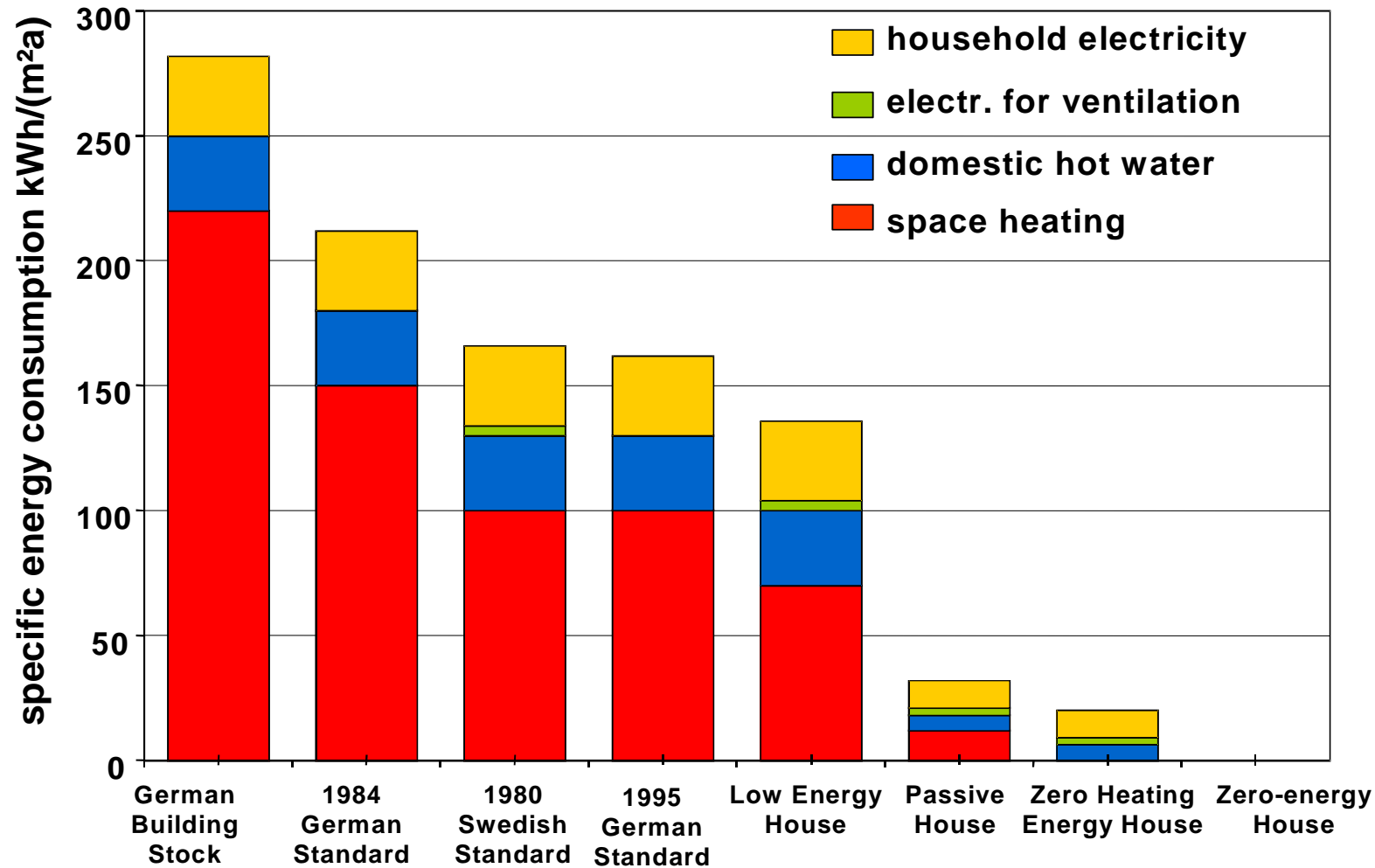
## Mikä on passiivitalo?

*”Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in dem eine behagliche Temperatur sowohl im Winter als auch im Sommer ohne separates Heiz- bzw. Klimatisierungssystem zu erreichen ist”,  
Dr. Wolfgang Feist, PASSIV HAUS INSTITUT, Darmstadt.*

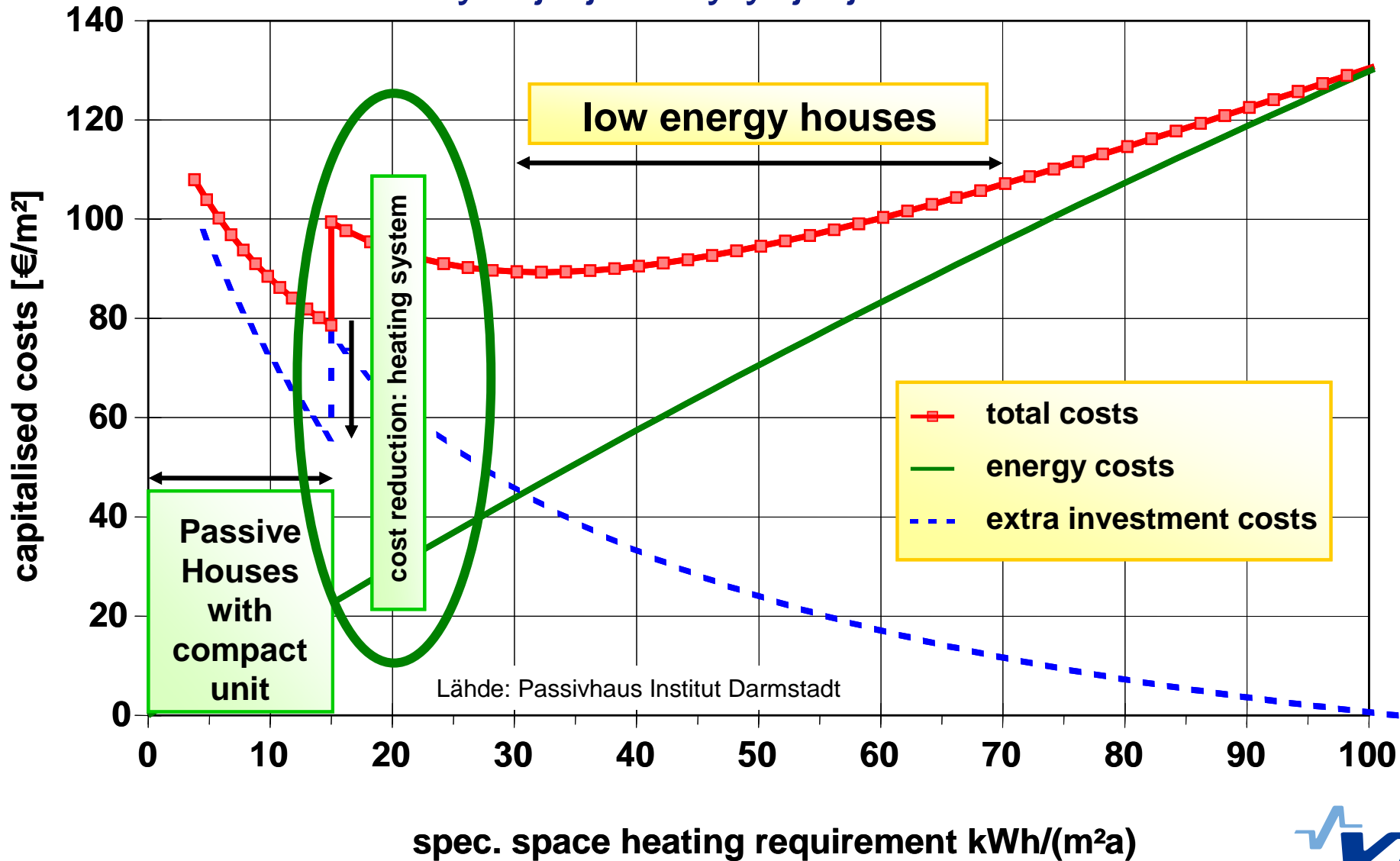
*”Passiivitalo on talo, jossa on viihtyisä lämpötila sekä talvella että kesällä ilman erillistä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmää”.*



## Saksalaisia energiatehokkuuden tavoitetasoja



# Passiivitalossa syntyy kustannussäästöä, koska erillistä lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmää ei tarvita





**PEP**

**Promotion of European Passive Houses**  
[www.europeanpassivehouses.org](http://www.europeanpassivehouses.org)



# Passiivitalo

Jyri Nieminen

<http://passivehouse.vtt.fi>

Intelligent Energy  Europe



# PEP 'Promotion of European Passive Houses'

Tavoitteena on edistää passiivitalojen rakentamista Keski- ja Pohjois-Euroopassa (Intelligent Energy Europe - ohjelman hanke)

Rinnakkaisprojektissa Passive-On tarkastellaan Etelä-Euroopan lämpimiä maita

PEP-projektissa ovat mukana:



Koordinaattori



# Passiivitalon määrittely erilaisia ilmastoja varten PEP ja Passive-On -projektien perusteella

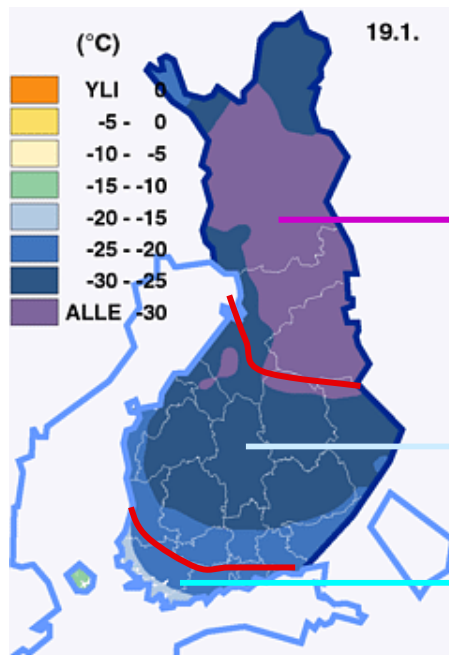
## Perusmääritelmä

- Etelä-Euroopan lämpimät ilmastot:
  - Lämmitysenergian tarve 15 kWh/m<sup>2</sup>
  - Jäähdytysenergian tarve 15 kWh/m<sup>2</sup>
  - Primäärienergian tarve 120 kWh/m<sup>2</sup>
- Keski-, Itä- ja Länsi-Eurooppa
  - Lämmitys- ja jäähdytysenergian tarve 15 kWh/m<sup>2</sup>
  - Primäärienergian tarve 120 kWh/m<sup>2</sup>
- Pohjoismaat 60° leveysasteen pohjoispuolella
  - Lämmitys- ja jäähdytysenergian tarve 20 - 30 kWh/m<sup>2</sup> rakennuksen sijainnista riippuen
  - Primäärienergian tarve 120 - 140 kWh/m<sup>2</sup>
- Kaikissa ilmastoissa rakennuksen ilmavuotoluku  $n_{50} < 0,6$  1/h

## Suositus

- Lämmitystehon tarve 10 W/m<sup>2</sup>
  - Sovelletaan 60° pohjoispuolella

# Passiivitalo/Passivhus/Passive House/Passivhaus/ Tilojen lämmitysenergian tarve Suomen ilmastossa



Pohjois-Suomi = 30 kWh/m<sup>2</sup>

Keski-Suomi = 25 kWh/m<sup>2</sup>

Etelärannikkoseutu ml. Helsinki, Espoo, Vantaa,  
Turku: 20 kWh/m<sup>2</sup>

Ilmavuotoluku  $n_{50} < 0,6$  1/h

## Passiivienergiatilitalon ratkaisumalli



## Passiivienergiatiilitalon sisäilmaston vaatimukset

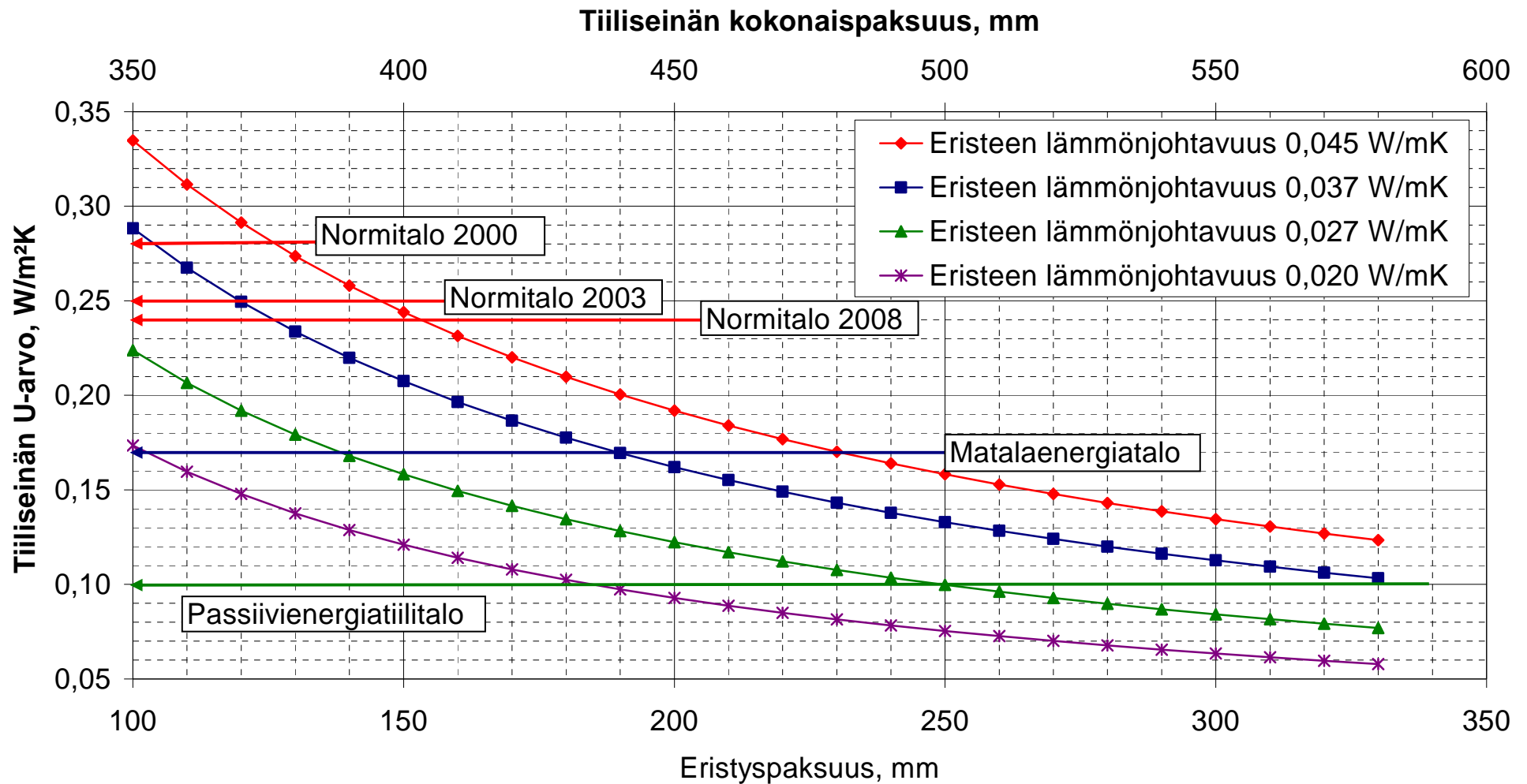
<b>Sisäilmaston suoritusarvot</b>	<b>Rakentamis- määräysten mukainen talo (2008)</b>	<b>Passiivienergia- tiilitalo</b>
Sisäilmaston tavoitetaso	RakMk osa D2	S1 ja S2 <sup>1</sup>
Pintamateriaalien päästöluokka	RakMk osa D2	M1 <sup>1</sup>
Rakennustöiden puhtausluokka	RakMk osa D2	P1 ja P2 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> LVI 05-10318. 2001. Sisäilmastoluokitus 2000. Helsinki, Sisäilmayhdistys ry. Rakennustieto Oy. 19 s. (LVI-ohjekortti, RT-kortti 07-10741)

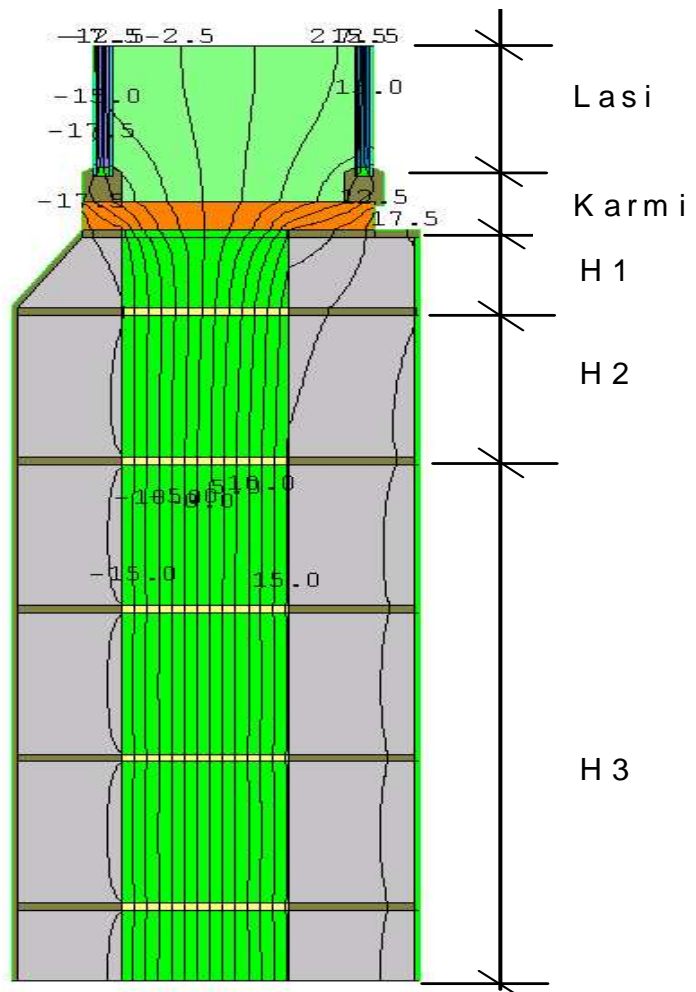
## Passiivienergiatiilitalon rakennusosien vaatimukset

Rakennusosien suoritusarvot	Rakentamis- määräysten mukainen talo (2008)	Passiivienergiatiilitalo
U-arvot, W/m <sup>2</sup> K		
- ulkoseinä	0,24	0,10 – 0,13
- yläpohja	0,15	0,06 – 0,08
- alapohja maanvastainen	0,24	0,10 – 0,12
ryömintätilaan rajoittuva	0,19	0,08 – 0,10
ulkoilmaan rajoittuva	0,15	0,08 – 0,10
- ulko-ovet	1,4	0,4 – 0,7
- ikkunat ja ovien valoaukot	1,4	0,6 – 0,8
Ikkunan valoaukon auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin $g_{\text{kohtisuora}}$ , -	-	< 0,3 Pohjoismaissa (edellyttää yleensä lisäksi rakenteellista aurinkosuojausta) (> 0,5 Keski-Euroopassa)
Ikkunan valoaukon valonläpäisykerroin, -	-	> 0,4 (suositus)
Vaipan ilmanvuotoluku $n_{50}$ , 1/h	enintään 4,0	enintään 0,6

# Passiiviennergiatilitalon ulkoseinän kehittäminen



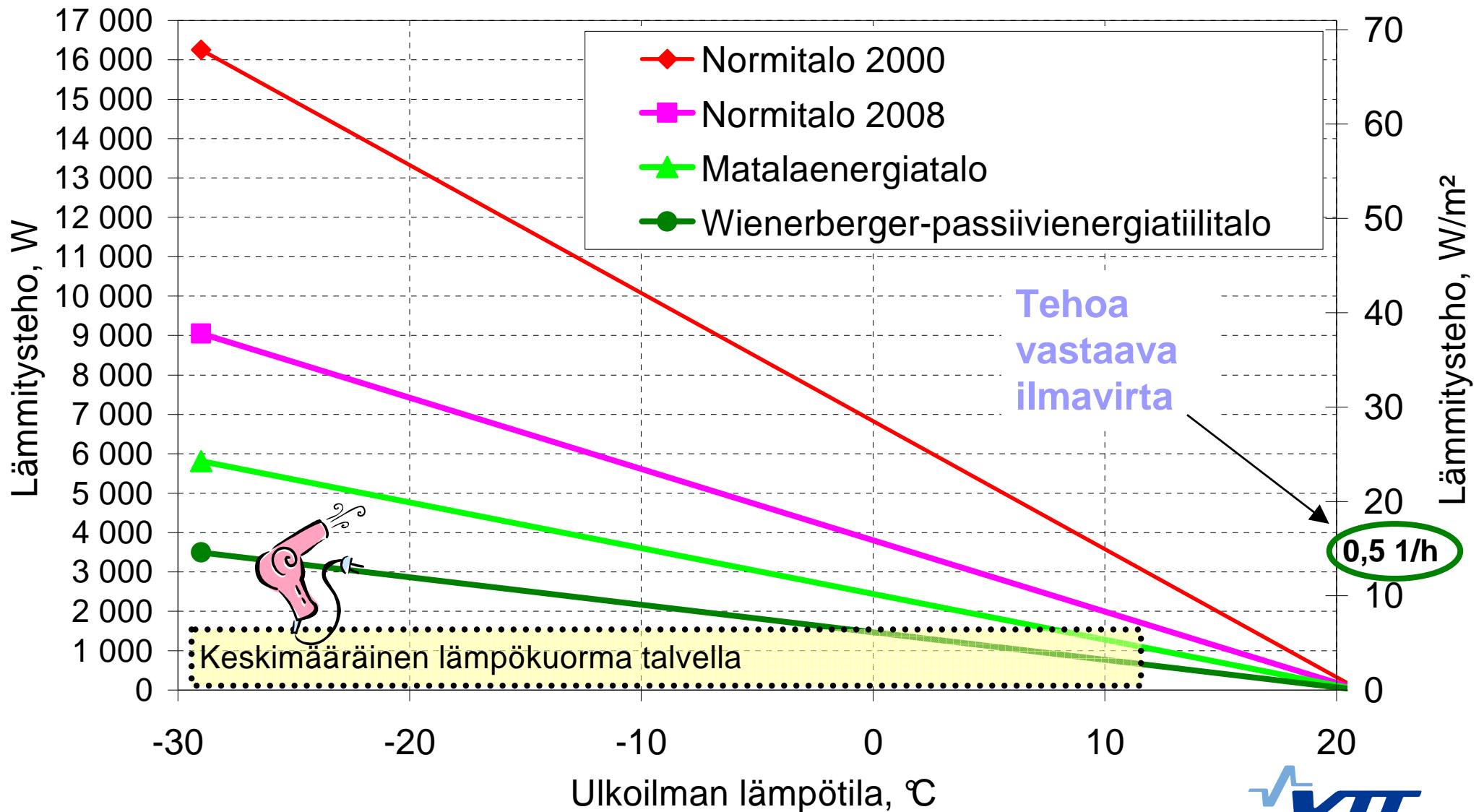
# Passiivienergiarakenteiden lämpö- ja kosteustekninen toimivuuden varmistaminen



## Passiivienergiatiilitalon talotekniikan vaatimukset

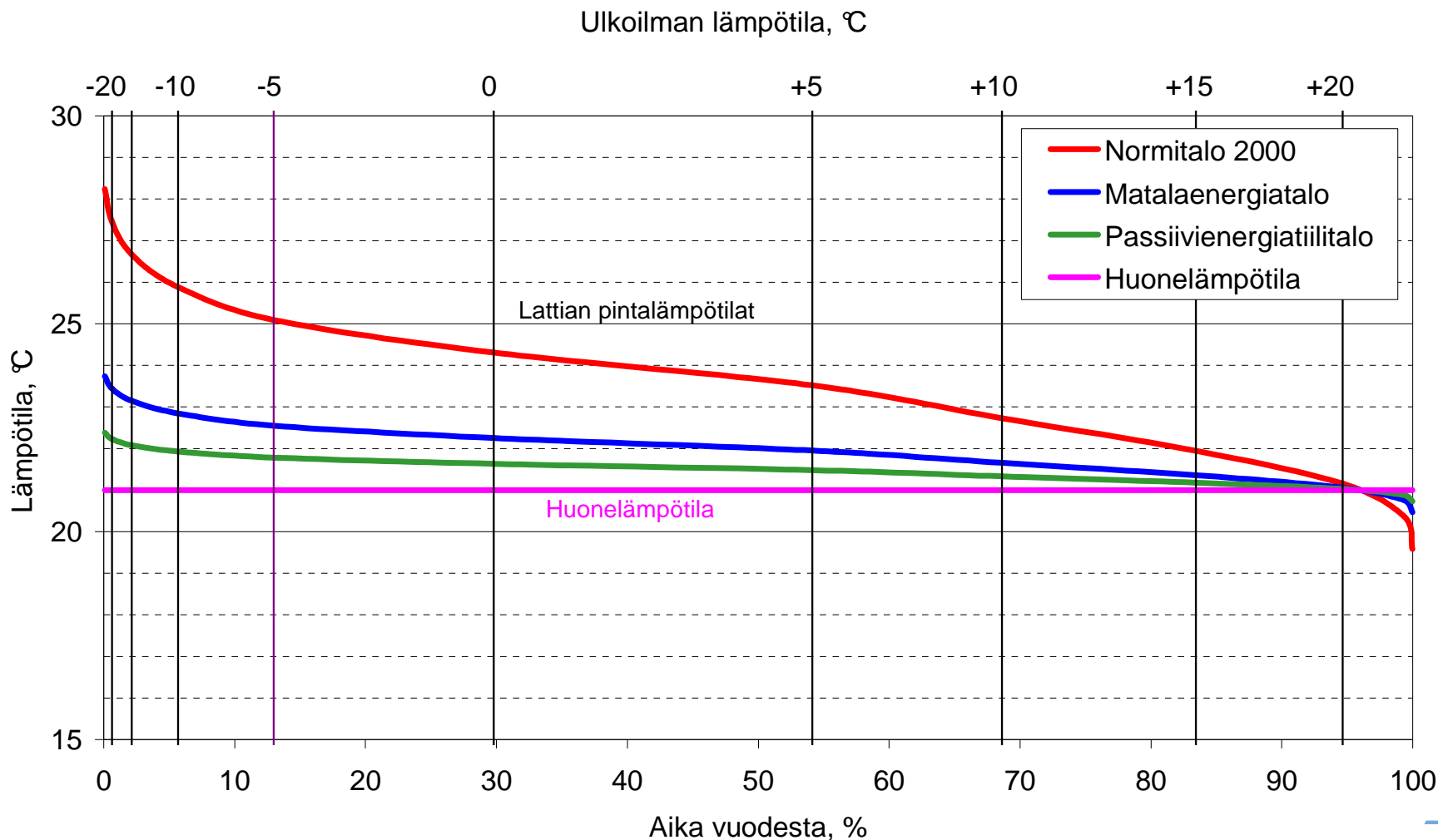
Talotekniikan suoritusarvot	Rakentamis- määräysten mukainen talo (2008)	Passiivienergia- tiilitalo
<b>Lämmityksen suoritusarvot</b>		
Huoneiden lämmityksen tehontarve, W/m <sup>2</sup>	50 – 70	10 – 20
Tilojen lämmityksen ja jäähdytyksen energiankulutus, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	80 – 130	20 – 30
Lämmin käyttövesi, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	25	20
Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	25 – 50	5 – 10
<b>Energiankulutus</b>		
Lämmitysenergiankulutus, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	130 – 205	45 – 60
Laitesähköenergia, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	50	40
Kokonaisenergia, kWh/brm <sup>2</sup> vuodessa	180 – 260	85 – 100
<b>Ilmanvaihdon suoritusarvot</b>		
Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde	30 %	65 %
Ilmanvaihdon ominaissähköteho, kW/(m <sup>3</sup> /s)	enintään 2,5	enintään 1,5
Ilmanvaihdon äänitasot, dB(A)	Olo- ja makuuhuoneet Keittiö Kylpyhuone	22 25 28

## Ilmanvaihdon tuloilma riittää lämmön jakamiseen

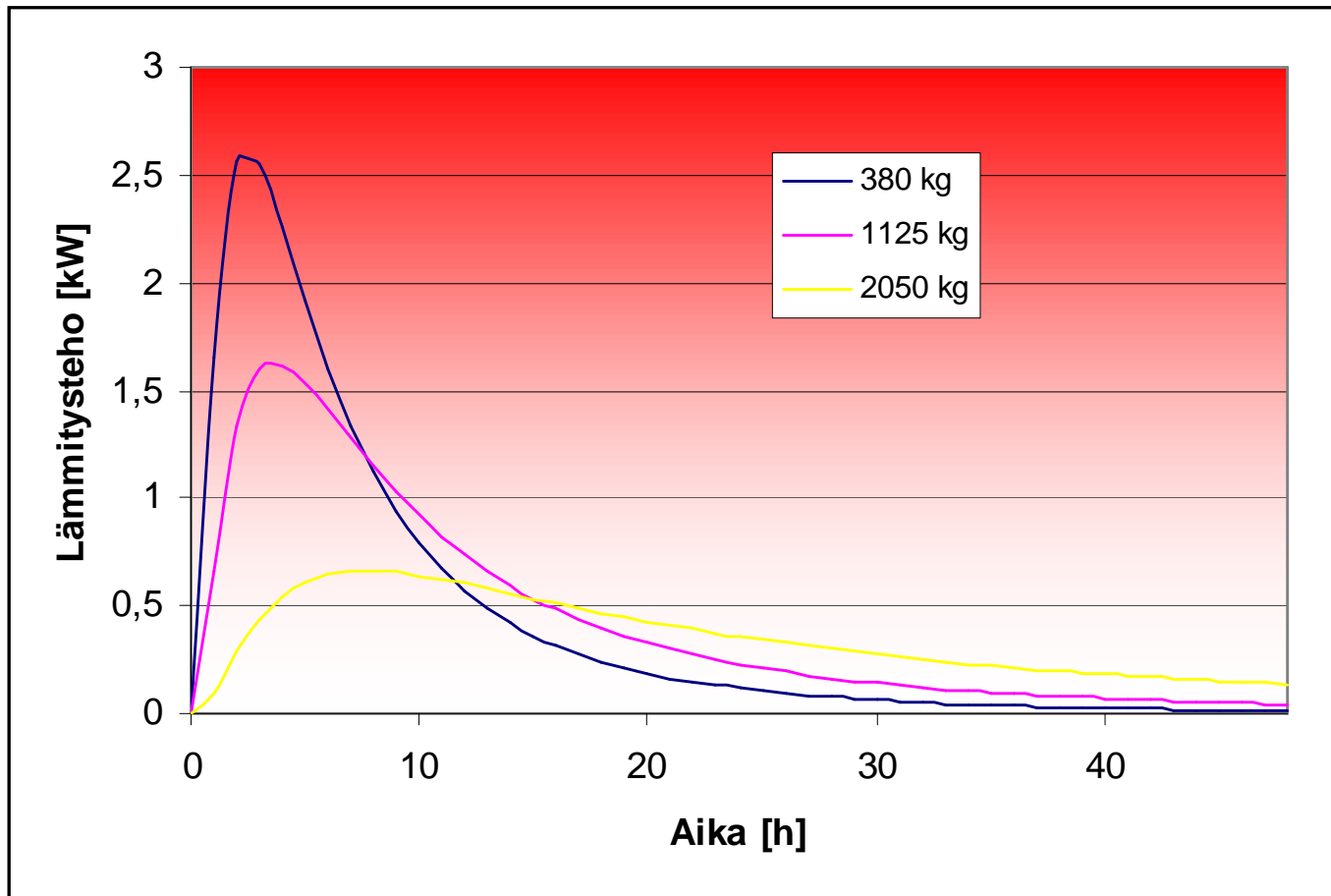


## Lattialämmityksen toimintalämpötilat muuttuvat

Passiivenergiatilitalon lattialämmityksessä lattian pintalämpötila on talvella alle 1 °C huoneilmaa lämpimämpi, kovillakin pakkasilla vain 1,5 °C.

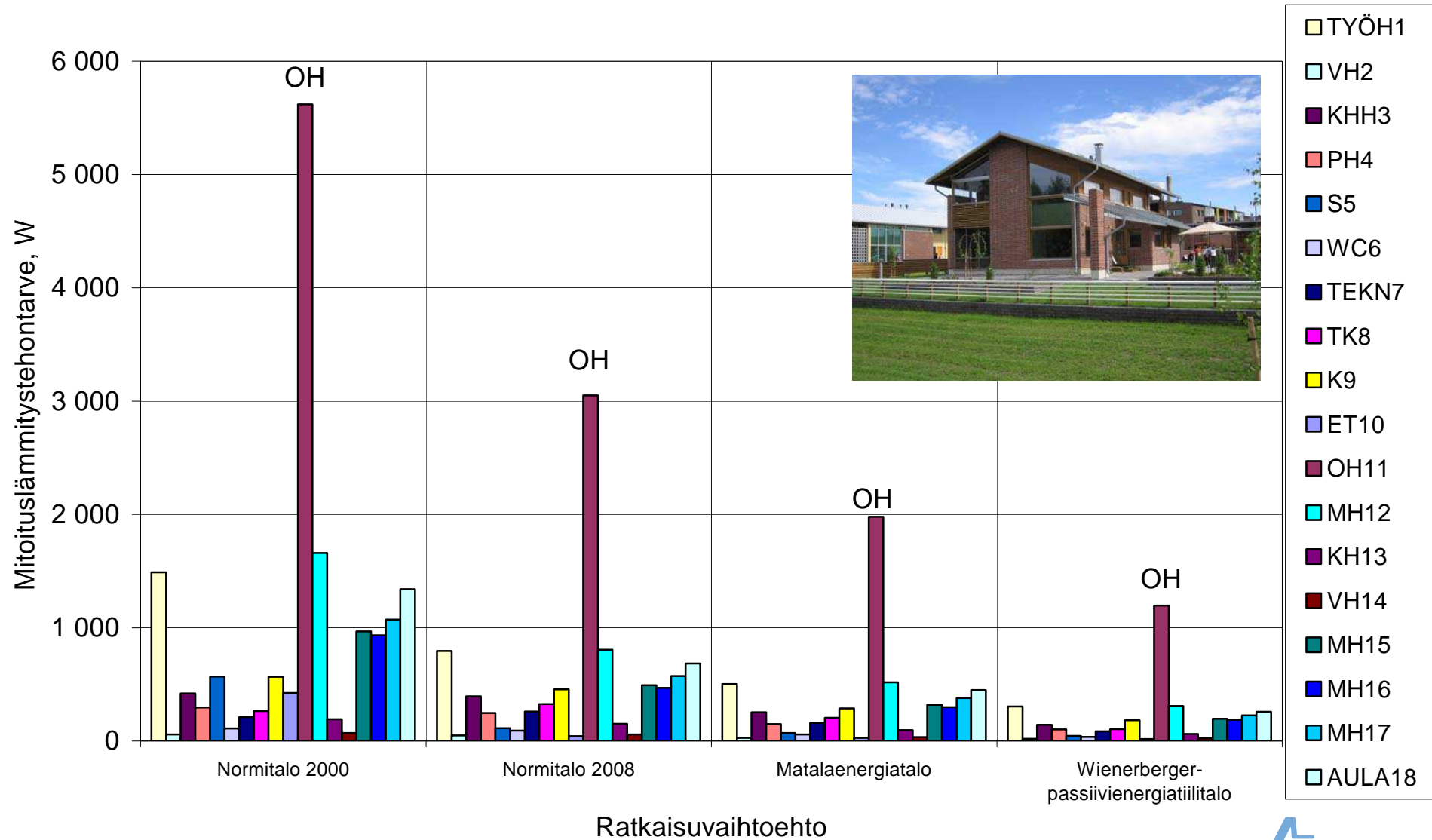


## Tulisijalämmitys passiivenergiatilitalossa



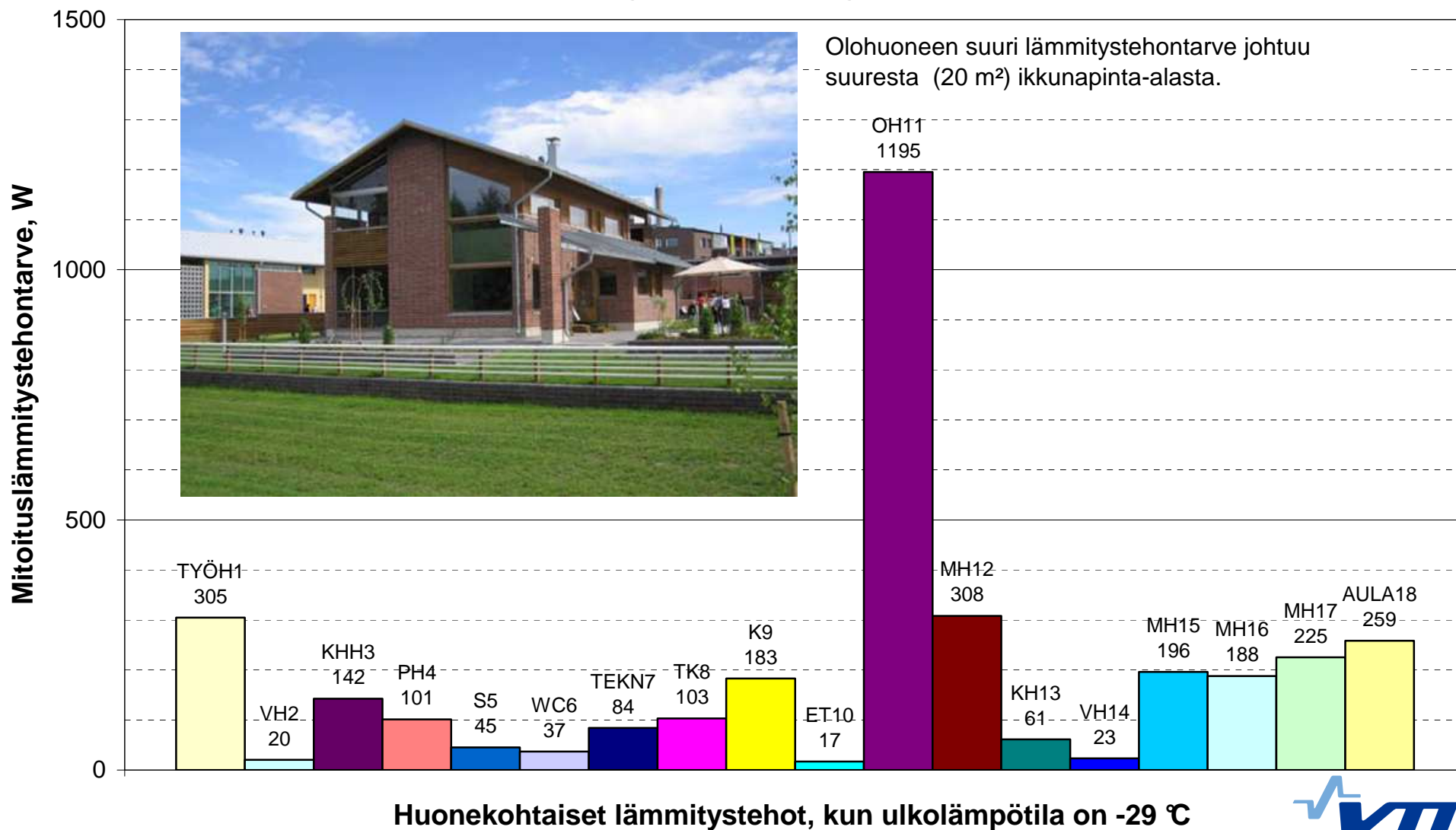
- Massiivinen varaava tulisija luovuttaa passiivenergiatilitaloon lämpöä tasaisesti usean päivän ajan yhdellä poltolla
- Kevyt tulisija voi antaa passiivenergiatilitaloon liian suuren hetkellisen lämpötehon, joka nostaa sisälämpötilan tarpeettoman korkeaksi ja lämpö on tuuletettava ulos

# Huonekohtaiset lämmitystehontarpeet eri ratkaisuvaihtoehdoissa

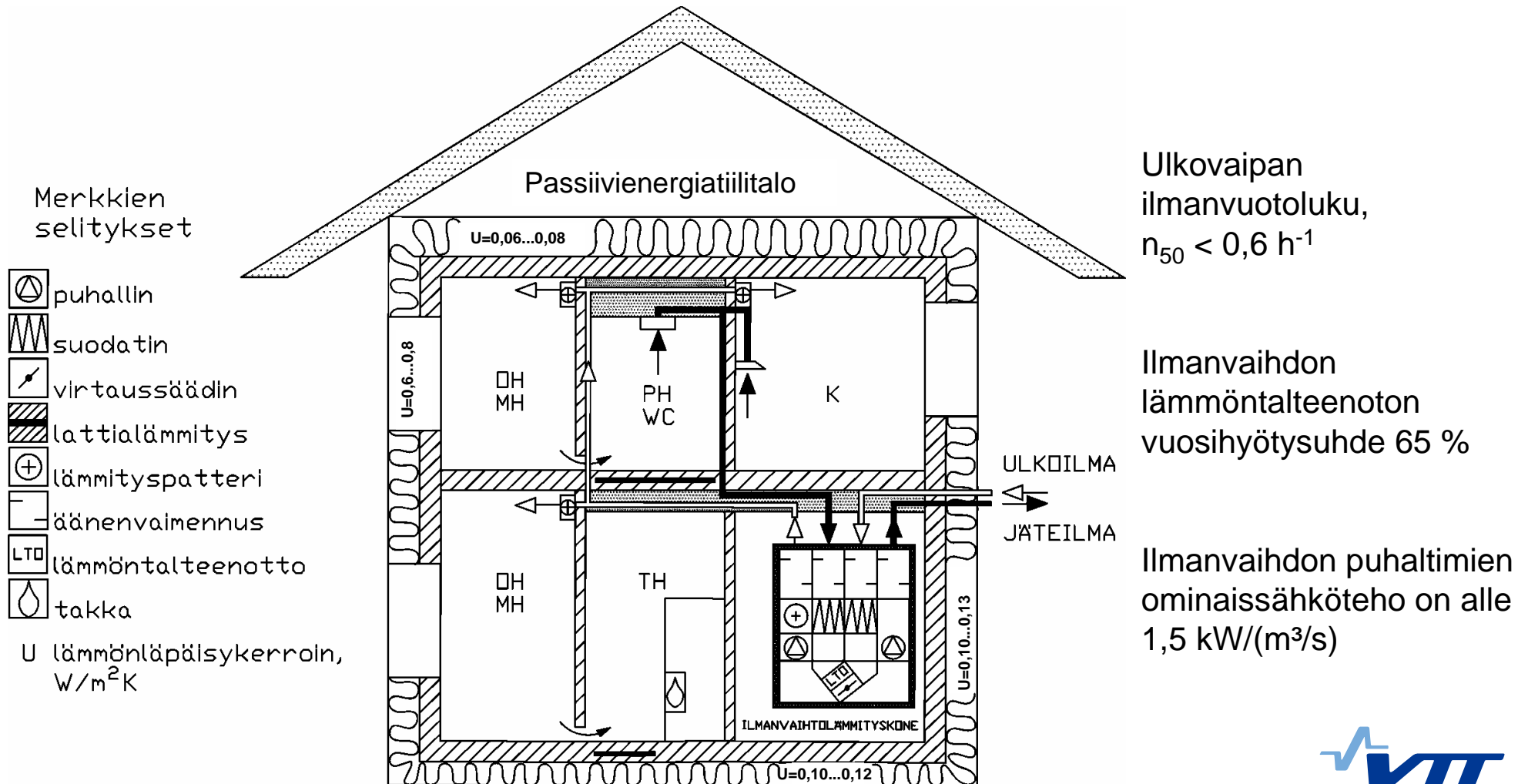


# Passiivienergiatiilitalon huonekohtaiset lämmitystehontarpeet

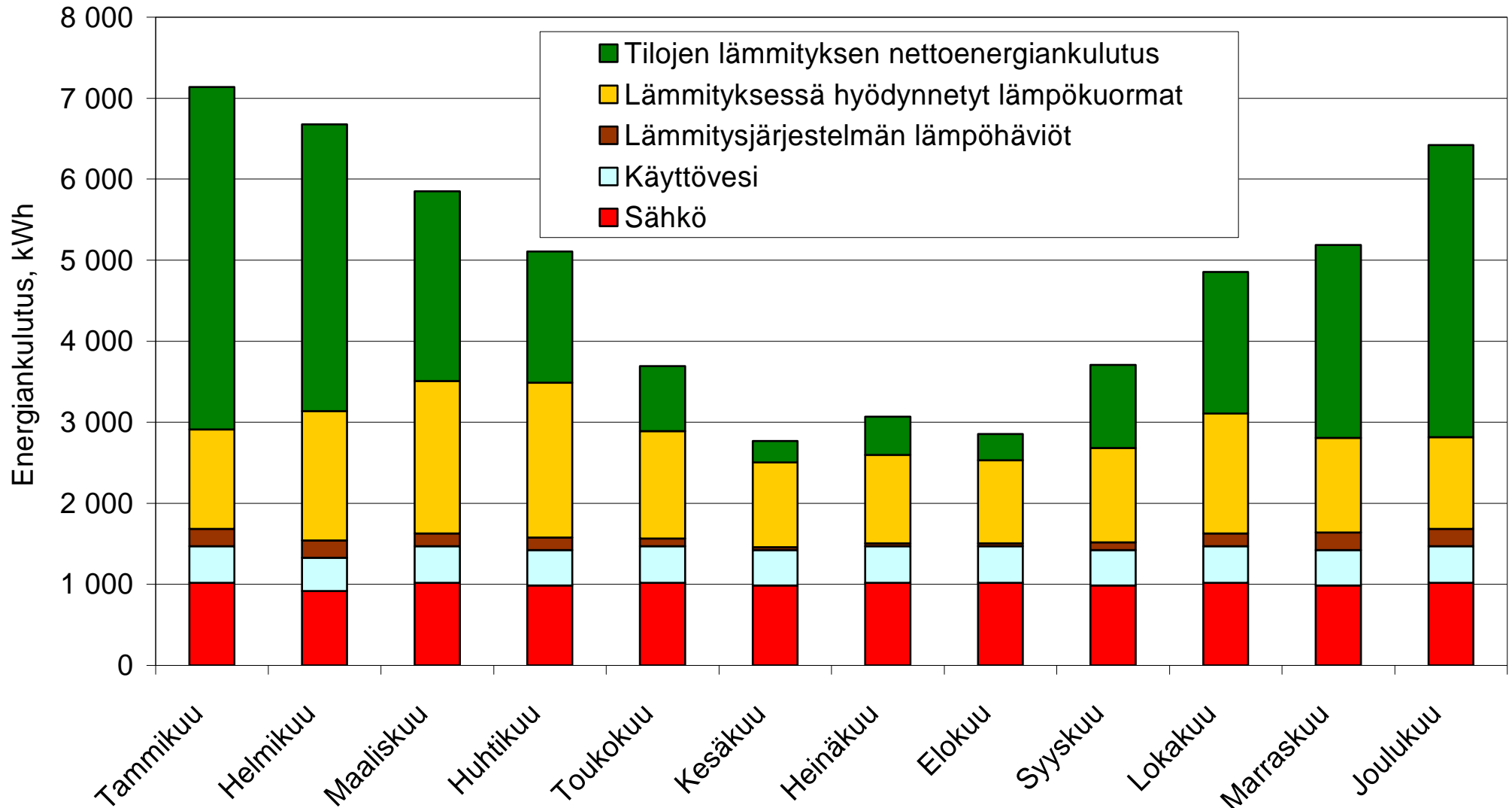
## Wienerberger passiivienergiatiilitalo



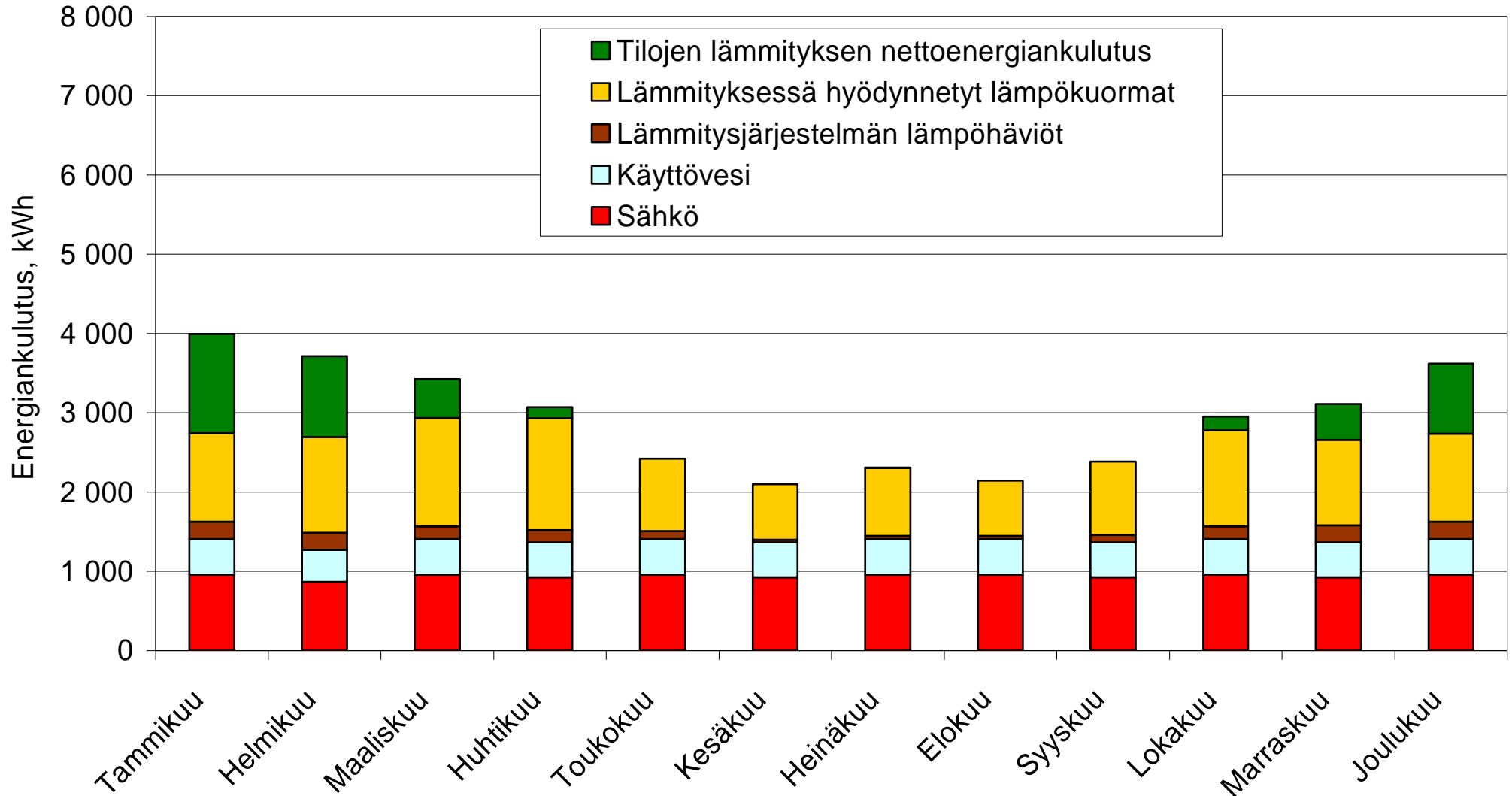
# Ilmanvaihtolämmitysjärjestelmä passiivenergiatilitalossa



## Normitalon 2008 energiankulutus

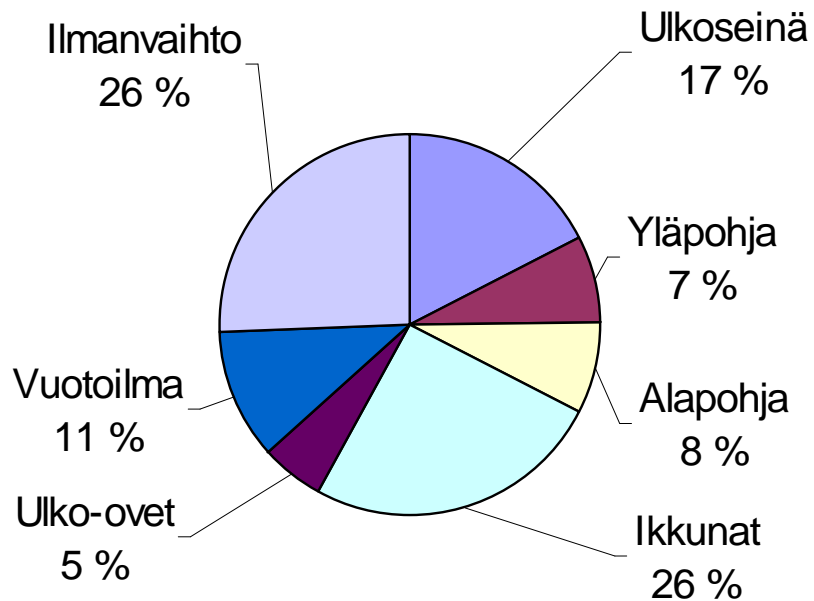


## Passiivienergiatilitalon energiankulutus

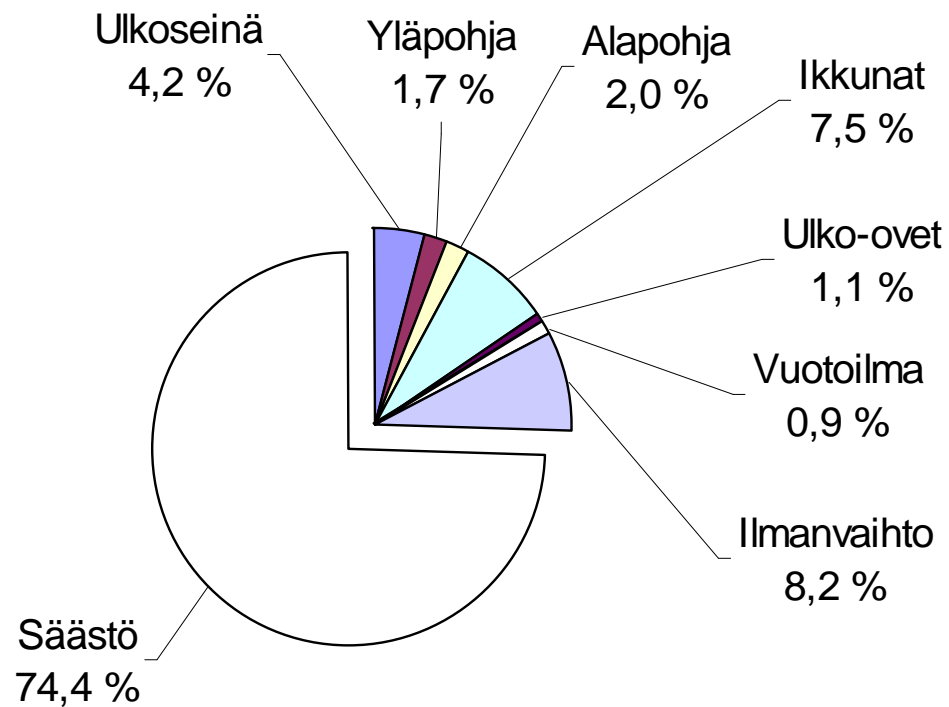


## Passiivenergiatilitalossa kaikkien osia on parannettu

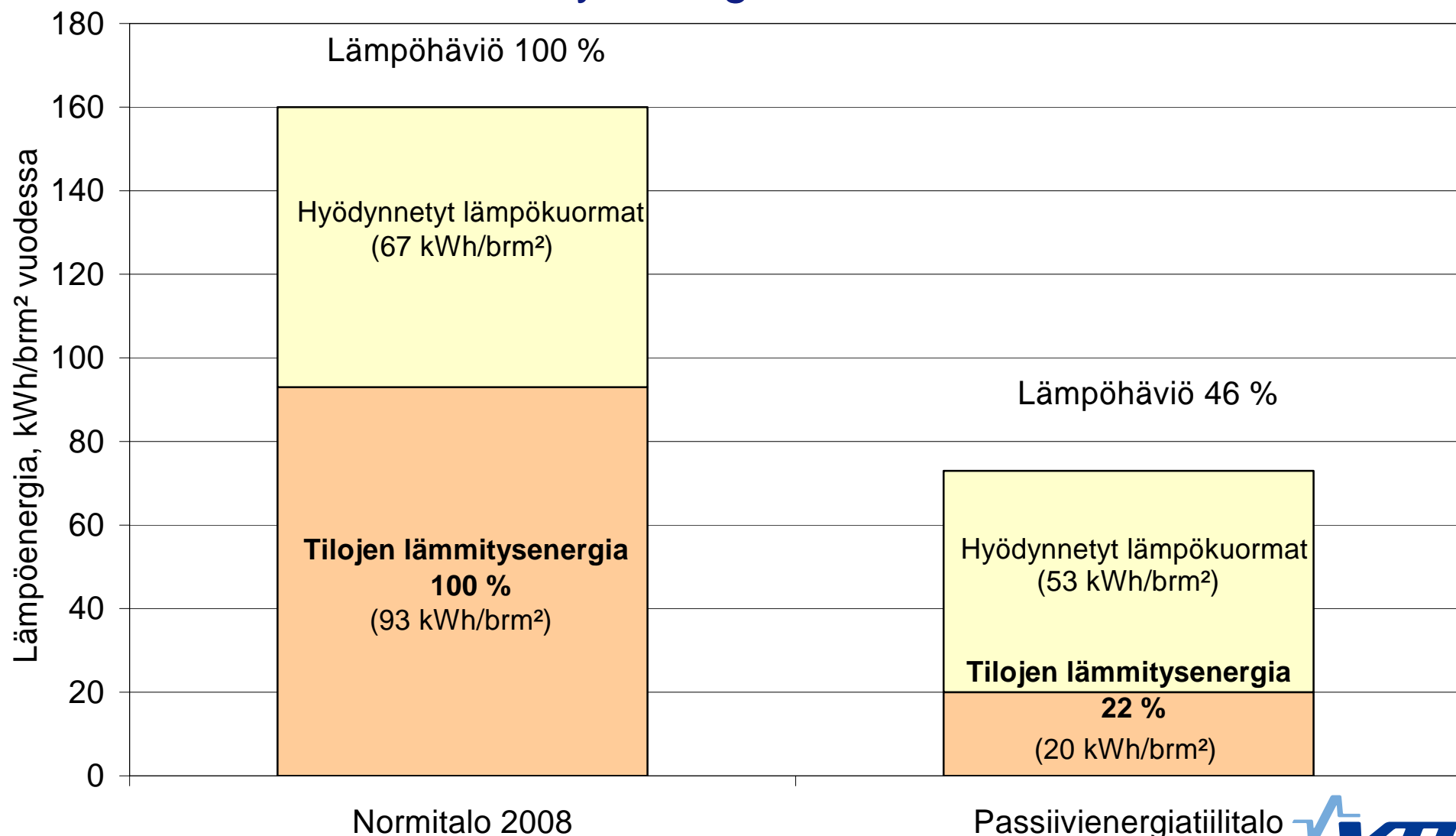
Normitalo 2008:n lämmitys 100 %



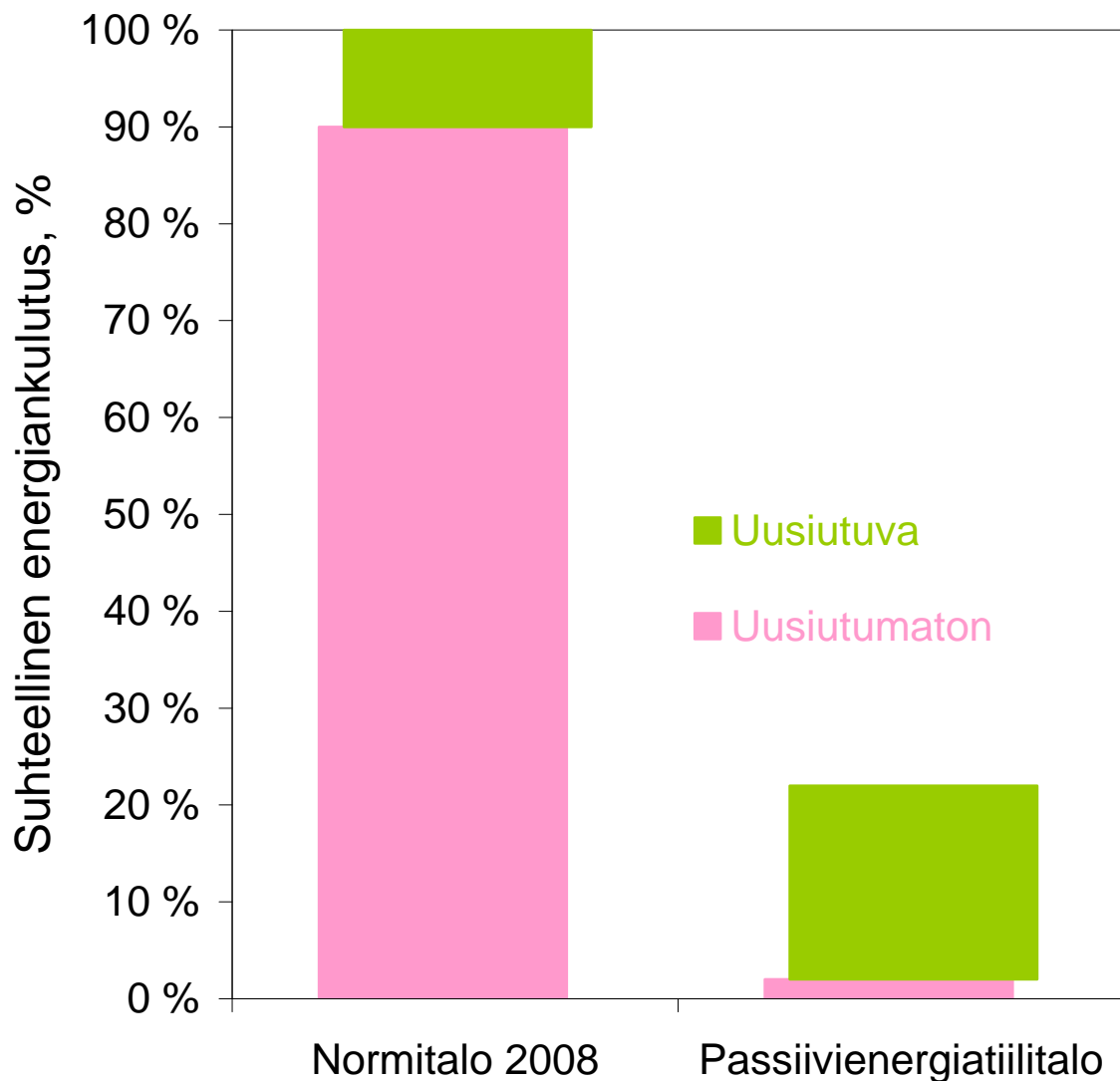
Passiivenergiatilitalon lämmitys 22 %



# Rakennuksen lämpöhäviöiden pienentämisen vipuvaikutus lämmitysenergiankulutukseen



## Tulevaisuuden rakennus lämpiää uusiutuvalla energialla



Esimerkki  
lämmitysenergian tarpeen  
pientämisen vipuvaikutuksesta  
uusiutuvien energialähteiden  
osuuden lisäämiseen:

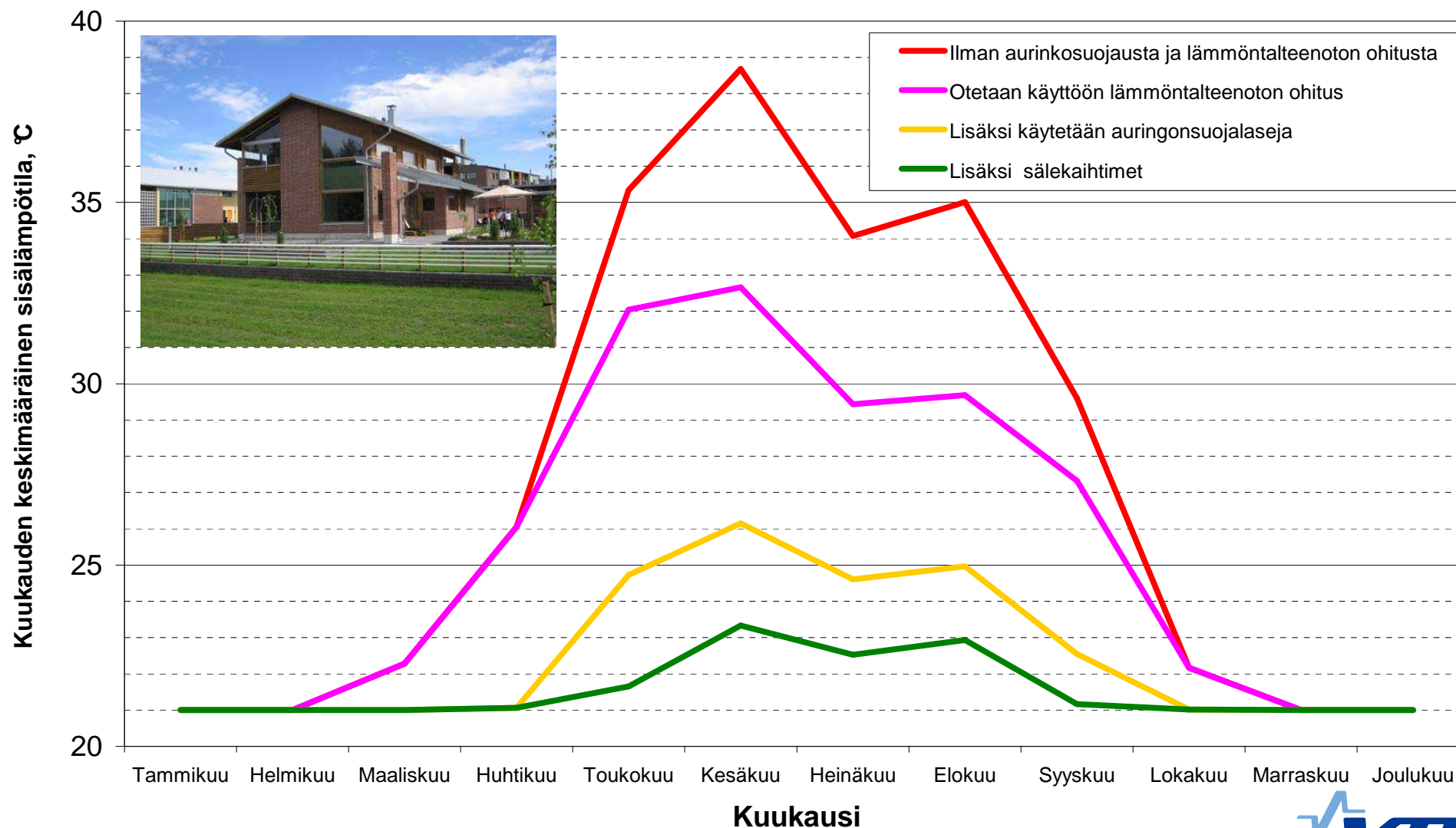
**Normitalo 2008:** 10 prosenttia  
kulutetusta energiasta tuotettiin  
uusiutuvilla energialähteillä

- kaksinkertaistetaan uusiutuvien määrä ->

**Passiivienergiatiilitalo:** 90  
prosenttia kulutetusta energiasta  
tuotetaan uusiutuvilla  
energiälähteillä

# Passiivienergiatiilitalon auringonsuojaus ja viilennystarpeet

## Wienerberger passiivienergiatiilitalo



# TUOTESERTIFIKAATTI

Sertifikaatti Nro VTT-C-0xxx-xx-06  
1 (2)

## ABC Ilma Oy

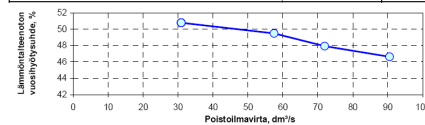
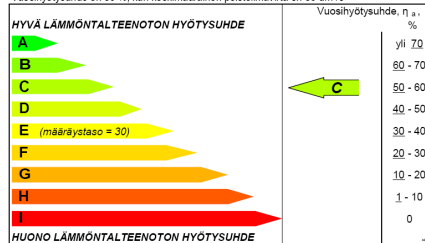
valmistaa

### ilmanvaihtokoneita ABC 123

ABC 123 on tarkoitettu käytettäväksi asunnon ilmanvaihtokoneena ja sen lämmöntalteenoton hyötysuhde ja ominaissähköteho sekä lämpö-, virtaus- ja äänitekniset ominaisuudet on määritetty sertifiointiperusteiden VTT SERT R018-04: *Asunnon ilmanvaihtokone* mukaisesti. Yhteenveto ilmanvaihtokoneen lasketusta energiatehokkuudesta Etelä-Suomen sääoloissa on esitetty seuraavassa:

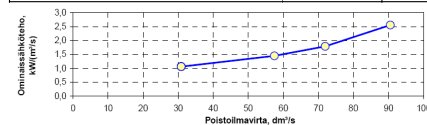
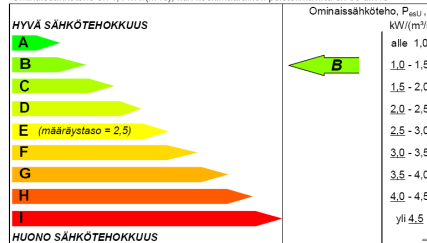
#### POISTOILMAN LÄMMÖNTALTEENOTON VUOSIHYÖTYSUHDE, $\eta_a$

Vuosihyötysuhde on 50 %, kun keskimääräinen poistolämpövirta on 50 dm<sup>3</sup>/s



#### ILMANVAIHTOKONEEN OMINAISÄHKÖTEHO, $P_{s,il}$

Ominaissähköteho on 1,4 kW/(m<sup>3</sup>/s), kun keskimääräinen poistolämpövirta on 50 dm<sup>3</sup>/s



Ilmanvaihtokoneen ominaisuudet ja energiatehokkuuden laskennan lähtötiedot ja tulokset on esitetty sertifikaatin liitteessä. Ilmanvaihtokone täyttää em. sertifiointiperusteissa esitetyt vaatimukset. Tämä sertifikaatti on voimassa xx.xx.20xx saakka sillä edellytyksellä, että tuotteessa ei tapahdu oleellisia muutoksia ja että valmistajalla on voimassa oleva laadunvalvontasopimus VTT:n kanssa. Sertifikaatin voimassaolon voi tarkistaa VTT:sta tai Internet-osoitteesta <http://www.vtt.fi/>. Muut ehdot on esitetty sertifikaatin lopussa.

Myönnetty Espoossa xx.xx.20xx

Liisa Rautiainen  
Arviointipäällikkö

Juhani Laine  
Erikoistutkija

## C-luokan tuotteilla C-luokan taloja.

## Tuotesertifikaatti on keino osoittaa tuotteen energiatehokkuus.

## Esimerkkinä asunnon ilmanvaihtokone.

# ENERGIATODISTUS

## Rakennus

Rakennustyyppi: Erillinen pientalo  
Osoite: Tehtaankatu 1  
37600 Valkeakoski

Valmistumisvuosi: 2009  
Rakennustunnus: 123-456-7-89 A 001

Asuntojen lukumäärä: 1

## Energiatodistus perustuu laskennalliseen kulutukseen ja on annettu

- rakennuslupamenettelyn yhteydessä  
 erillisen tarkastuksen yhteydessä

ET-luku	Vähän kuluttava	Rakennuksen ET-luokka
- 150		
151 - 170		
171 - 190		
191 - 230		
231 - 270		
271 - 320		
321 -		

Paljon kuluttava

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm<sup>2</sup>/vuosi): **101**

Energiatehokkuusluvun luokittelustaikko: Pienet asuinrakennukset

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

## Todistuksen antaja:

Per Pääsuunnittelija

## Allekirjoitus:

*Per Pääsuunnittelija*

## Todistuksen antamispäivä:

12.2.2008

## Todistuksen tilaaja:

Matias Meikäläinen

## Viimeinen voimassaolopäivä:

11.2.2018

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

A-luokan tuotteilla  
A-luokan passiivienergiataloja.

Energiatodistus on helppo  
keino osoittaa rakennuksen  
energiatehokkuus.



---

Matalaenergiatalojen ja passiivienergiatalojen rakentaminen yleistyy nopeasti taistelussa ilmastonmuutosta vastaan!

Passiivienergiatalon kehittäminen ja rakentaminen edellyttävät uutta osaamista ja ajattelutapaa. Samalla edelläkävijöille tarjoutuu kilpailuetua.

Mukaan tarvitaan osaajia ja uutta teknologiaa passiivienergiatalon rakentamisen kaikkiin vaiheisiin.

... kyllähän sitä tietysti ennenkin osattiin ...

