



Matalaenergiatalot ja sähkölämmitys

Mikko Saari, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
PL 1803 (Kivimiehentie 4, Espoo)
02044 VTT

Puh. (09) 456 4757, 040 556 7395, Faksi (09) 456 4815
mikko.saari@vtt.fi
<http://www.vtt.fi/rte>



Suomalaisia matalaenergiataloja



Matalaenergiatalon suunnittelun ja toteutuksen periaatteet

- **Viihtyisä, terveellinen ja turvallinen sisäilmasto ja halutut toiminnot**
 - vaaditut ominaisuudet täyttävillä ja toimivilla ratkaisuilla
 - mahdollisimman yksinkertaisilla ratkaisuilla
 - energiankulutus- ja kustannusvaatimukset täyttävillä ratkaisuilla
- **Energiatavoitteet**
 - tilojen lämmitysenergiankulutus on vähintään 50 % pienempi kuin vastaavan normien mukaan rakennetun rakennuksen kulutus
 - myös talotekniikan ja muiden sähkölaitteiden energiatehokkuutta parannetaan
- **Rakennus suunnitellaan kokonaisuutena**
 - rakenne- ja talotekniikka suunnitellaan yhdessä
 - ei osaoptimointia tai härveliteknologiaa

Puhutaan mieluummin energiatehokkuudesta kuin energiansäästöstä

- Tehokkuus on saadun tuotoksen suhde laitettuun panokseen

MITÄ SAADAAN

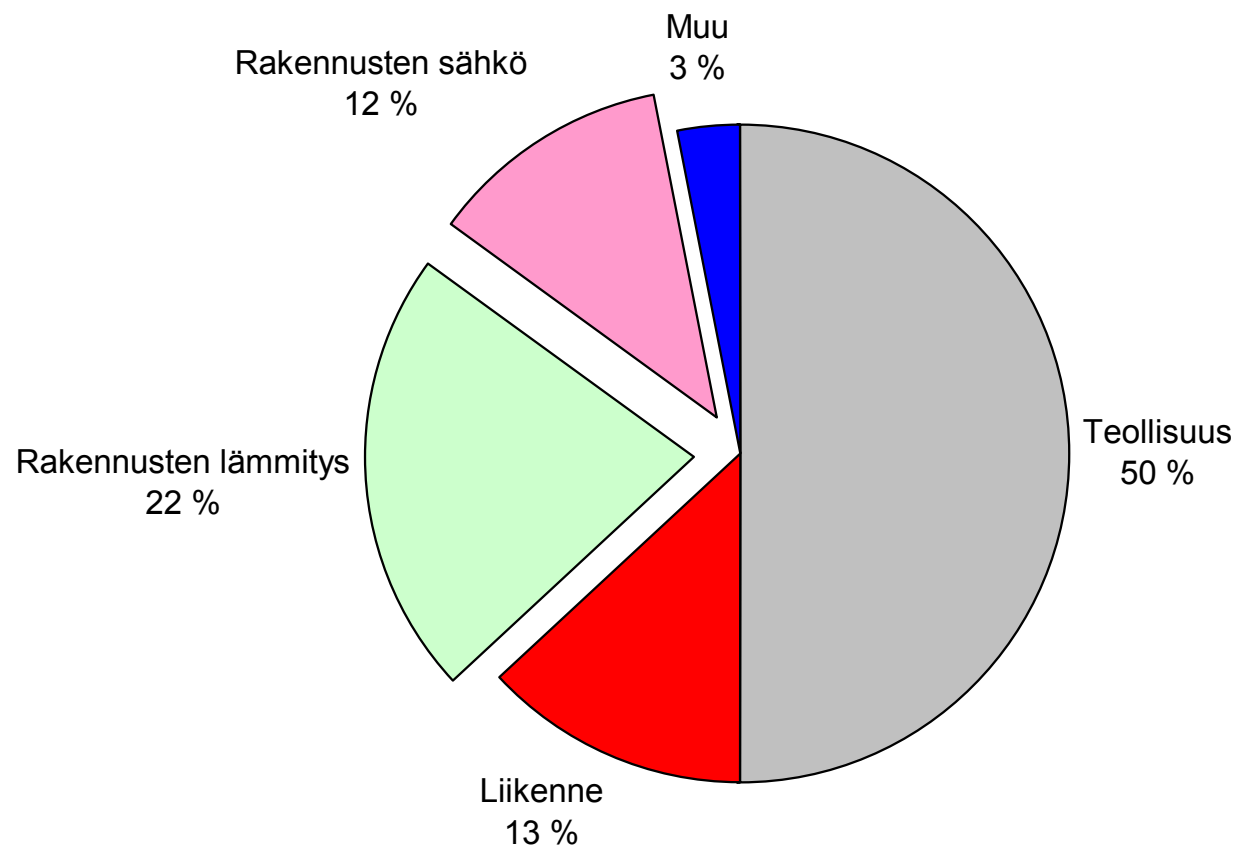
(tarpeita vastaava, kestävä, toimiva, terveellinen, turvallinen, muunneltava, ympäristömyönteinen,...)

ENERGIATEHOKKUUS = -----

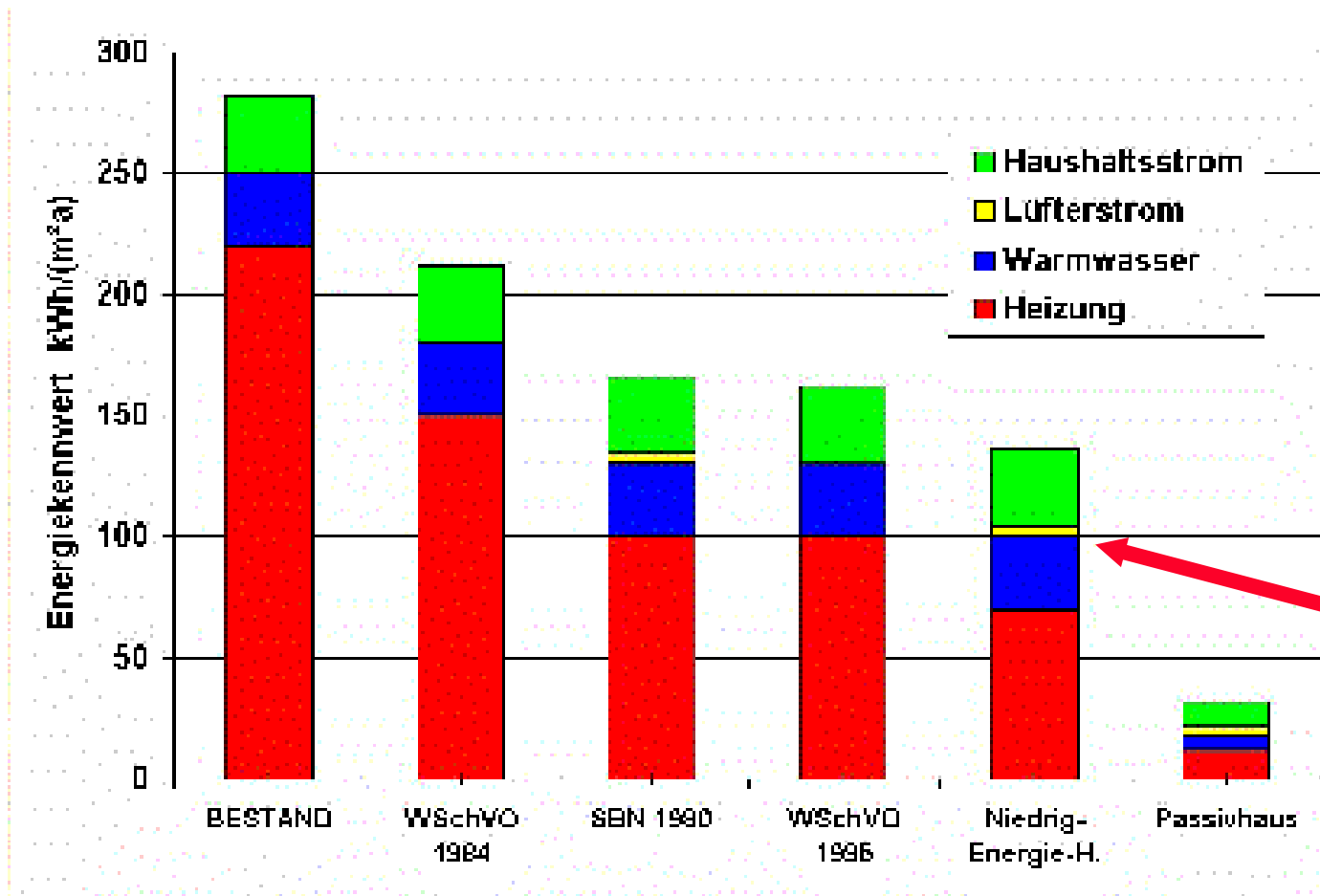
PALJONKO KULUTTAA

(energiaa, raaka-aineita, ympäristöä, ...)

Suomessa rakennuksissa kuluu 34 % energiasta



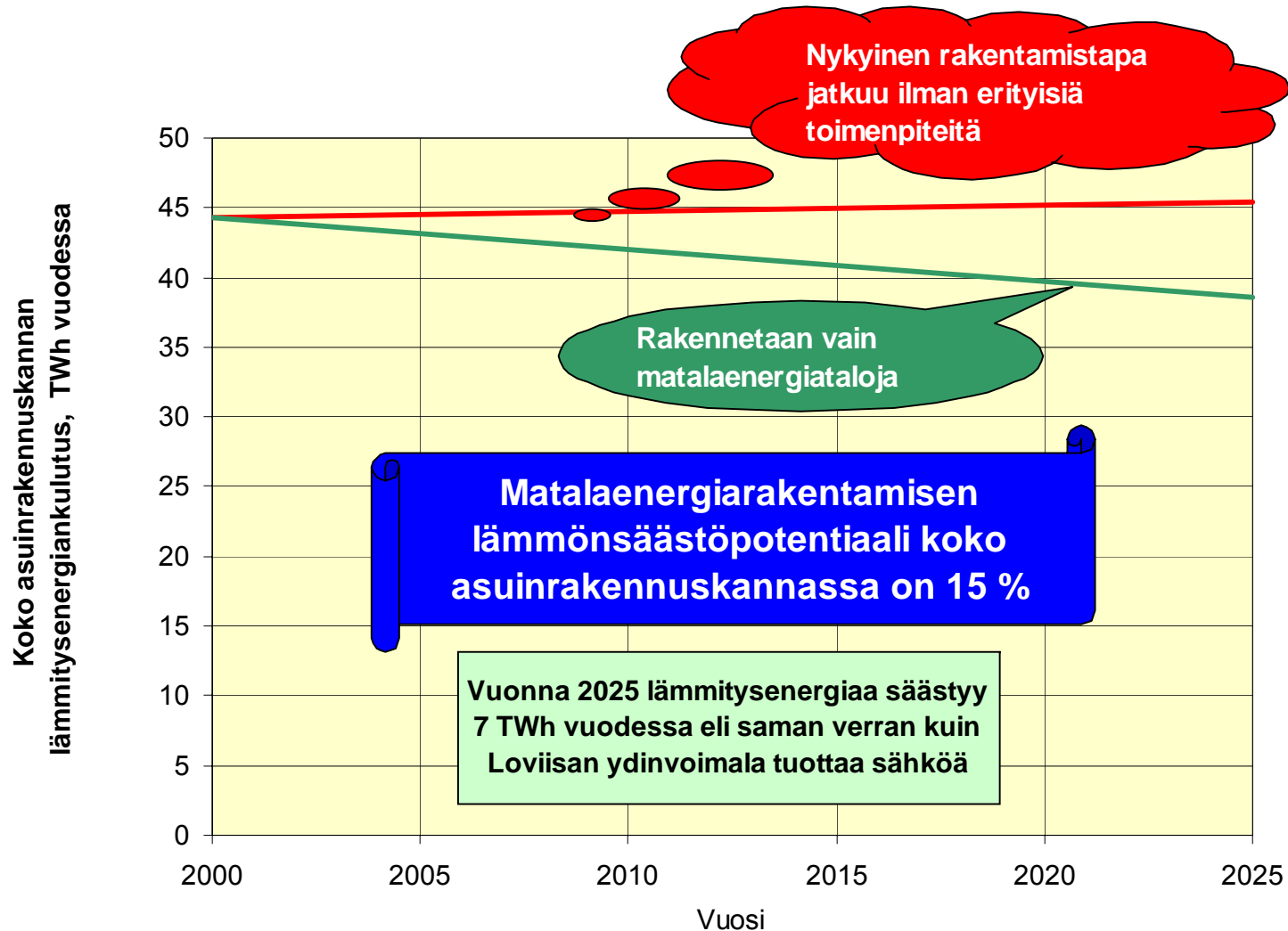
Rakennusten energiamääräysten kehitys Saksassa



Uudet matalaenergiatasoa olevat EnEV 2000 energiamääräykset tulivat voimaan 1.2.2002.

Vergleich von Energiekennwerten für Wohngebäude

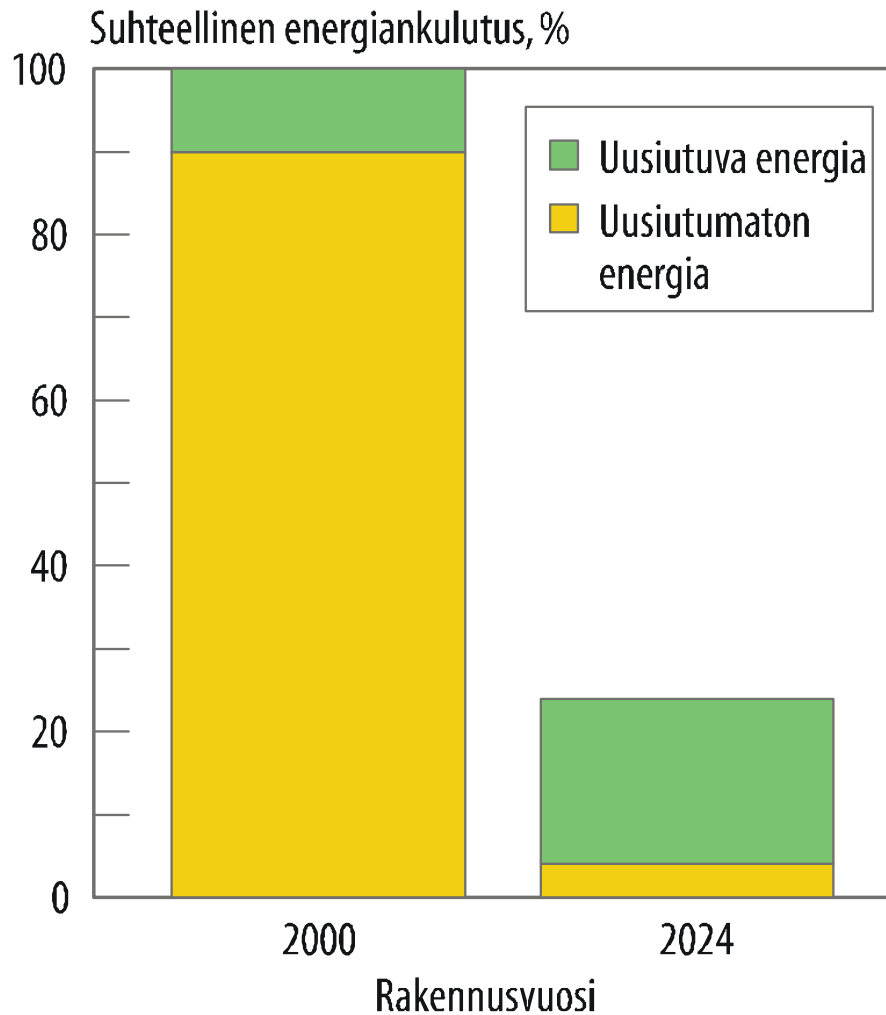
Kasvihuonekaasujen päästötavoitteet saavutetaan yksinkertaisimmin rakentamistapaa muuttamalla



Rakennusten lämmöntarpeen pientämisen vaikutukset lämmitykseen

- **Lämmitysjärjestelmää voidaan yksinkertaistaa**
 - mahdollisuudet osien vähentämiseen paranevat
 - laatu paranee ja huoltotarve ja käyttökustannukset alenevat
- **Uusiutuvien ja epäjatkovien energialähteiden hyödyntämismahdollisuudet paranevat**
- **Kovilla pakkasilla energian ja tehon tarve pienenee**
- **Sähkölämmityksen sijasta voitaisiin siirtyä puhumaan hyvän sisäilmaston toteuttamisesta ja hallinnasta sähköä energiatehokkaasti käyttämällä**

Energian tarpeen pienentäminen on tehokkain keino uusiutuvien energialähteiden osuuden lisäämiseen

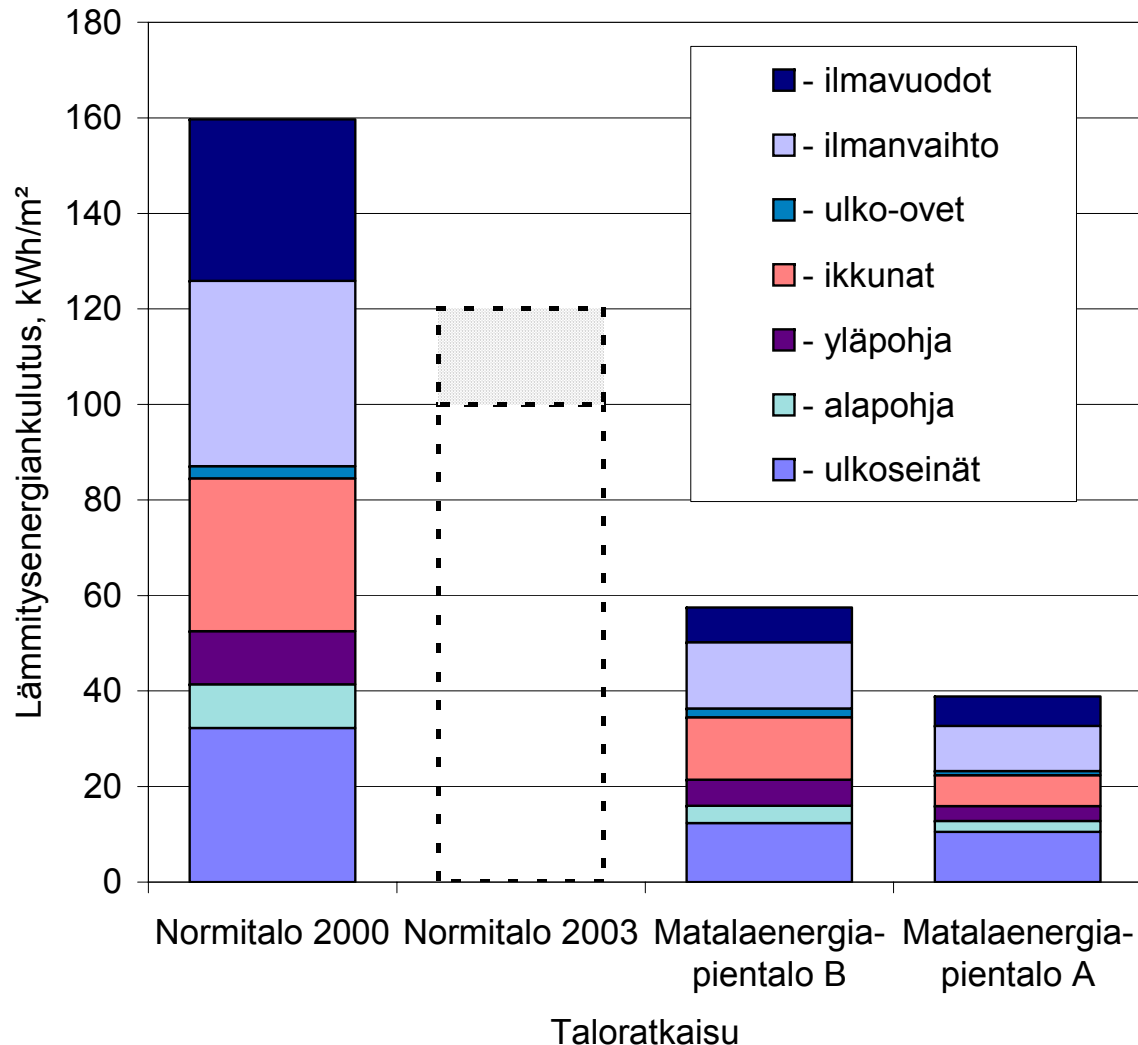


Tulevaisuuden rakennus toimii uusiutuvalla energialla

Vuonna 2000: vain 10 prosenttia kulutetusta energiasta tuotettiin uusiutuvilla energialähteillä
-> ”marginaalitekniologiaa, josta ei uutta liiketoimintaa synny”

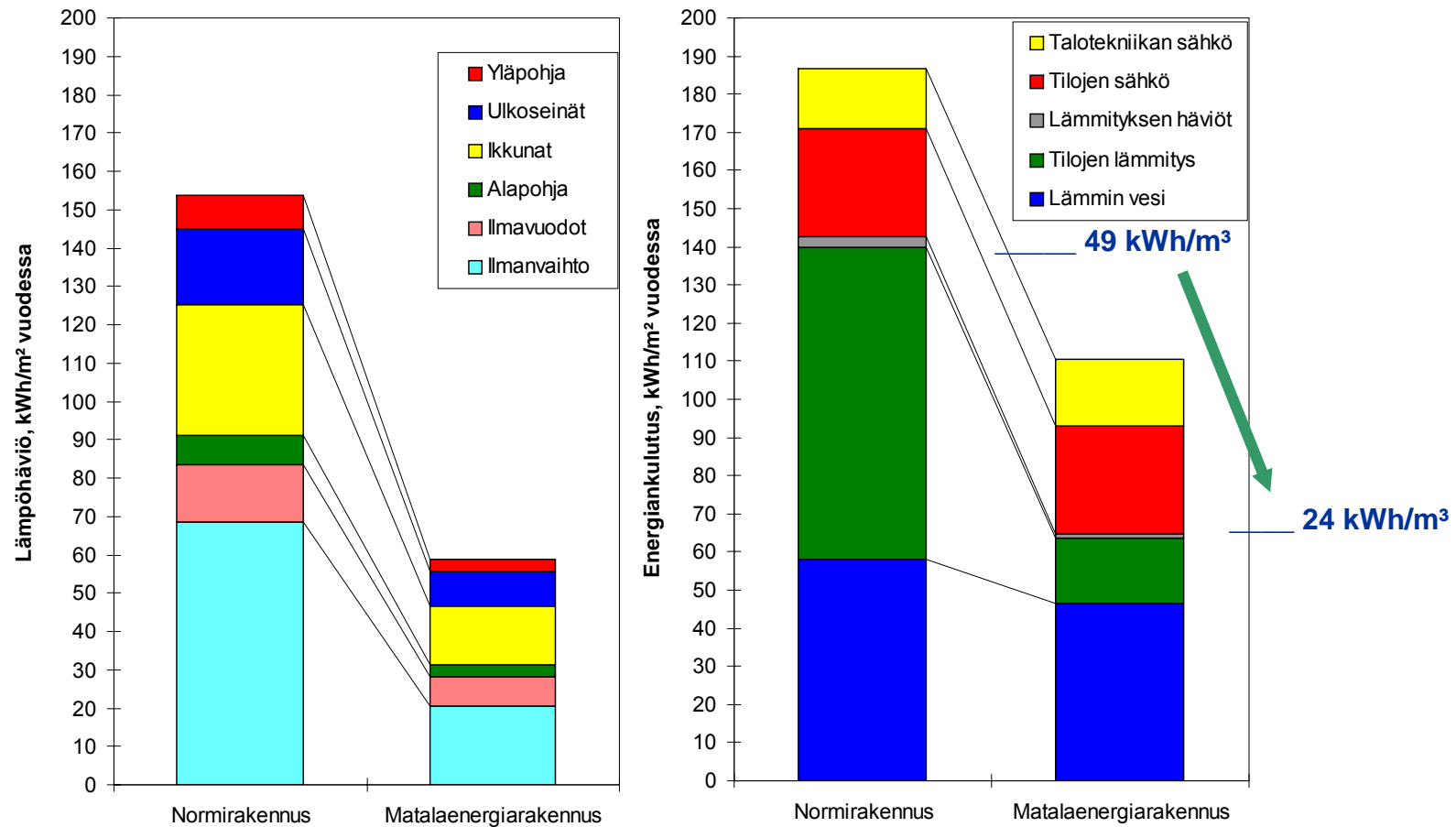
Vuonna 2024: 80 prosenttia kulutetusta energiasta tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä
-> ”energiatehokkuuden parantaminen on tehnyt marginaalitekniologiasta vallitsevan käytännön”
(vaikka uusiutuvan energian määrä on vain kaksinkertaistettu vuodesta 2000)

Matalaenergiatalojen lämmitysenergiankulutukset



- Normipientalo 2000:n tilojen lämmitysenergiakulutus on noin 160 kWh/krs-m²
- Uusien määräysten (voimassa 1.10.2003 alkaen) mukaisesti rakennetun normipientalon lämmitysenergiakulutus on noin 100 - 120 kWh/krs-m²
- Matalaenergiatalon ostettavan tilojen lämmitysenergian tarve on 60 kWh/krs-m² (energialuokka B) tai 40 kWh/krs-m² (energialuokka A) ratkaisumallista riippuen

Asuinkerrostalon kaukolämmönkulutus voidaan puolittaa matalaenergiarakentamisella - mahdollisuus sähkölämmitykselle?



Matalaenergiarakentamisen faktat

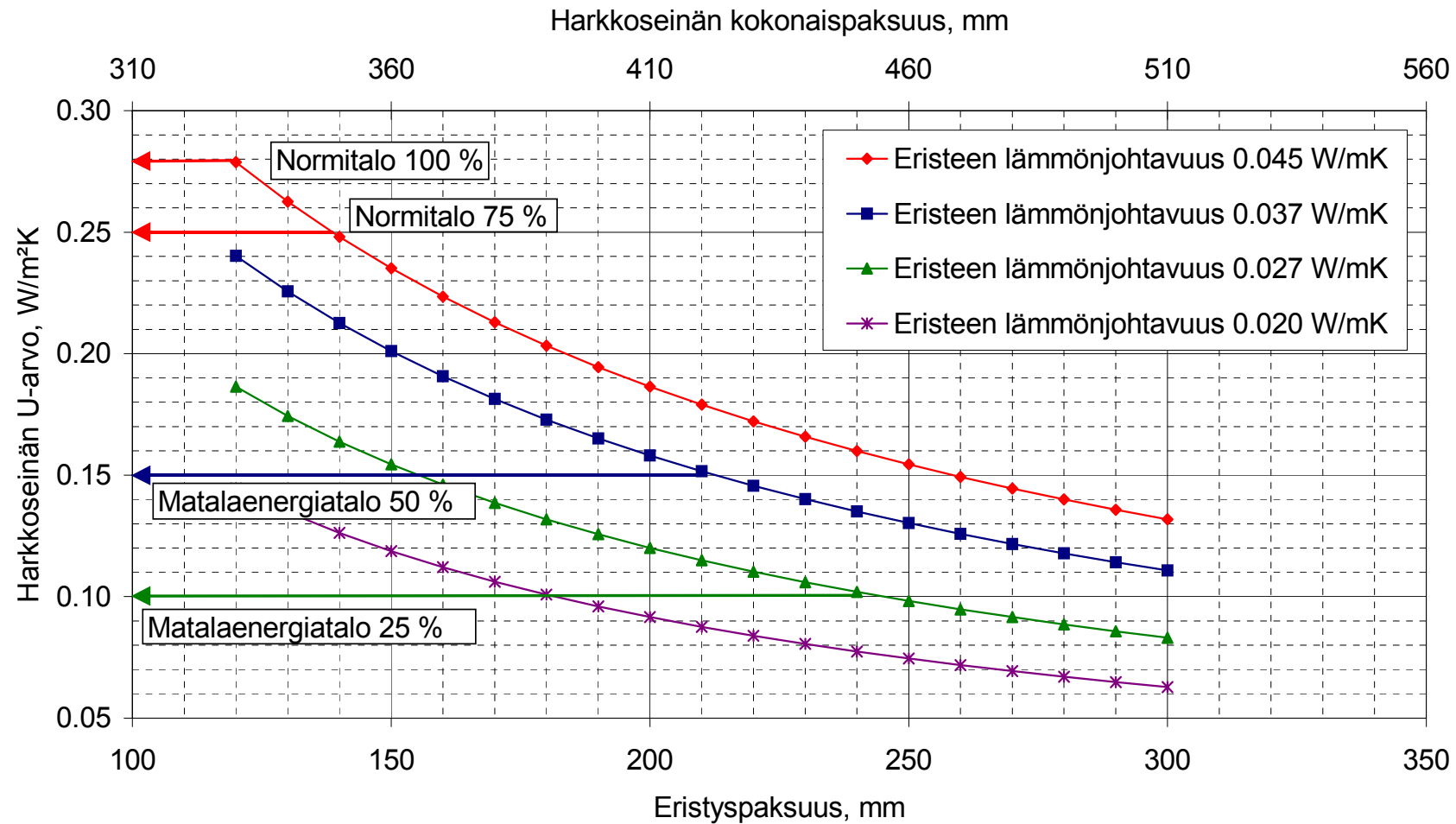
- **Rakennuskustannukset eivät juurikaan nouse**
 - suunnitellaan rakennus kokonaisuutena ja otetaan ratkaisussa huomioon pienentynyt lämmöntarve
- **Toimintavarmuus paranee**
 - laitteet vähenevät, yksinkertaistuvat ja pienenevät
- **Energiankulutus pienenee puoleen ja käyttökustannukset alenevat merkittävästi, vaikka ihmiset asuvat ja toimivat kuten ennenkin**
- **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

Matalaenergiarakentamisen yksinkertaiset ja kustannustehokkaat keinot

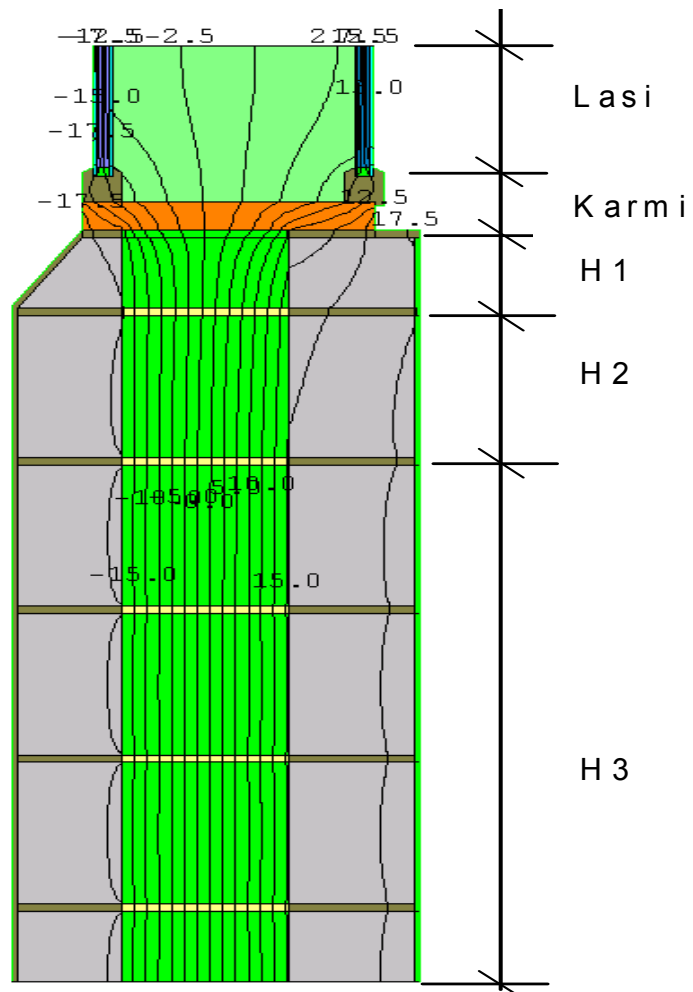
- rakennuksen ulkovaipan lämpöhäviöiden pienentäminen ainakin puoleen nykyisestä
 - ulkoseinät, katto, lattia, ikkunat ja ovet
- ilmanvaihdon hallinta ja poistoilman lämmön talteenottaminen
 - ilmanvaihdon hallinnalla varmistetaan myös terveellinen sisäilma
- lämmityksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus
- sisäisten ja ulkoisten lämpökuormien (ilmaisenergioiden) tehokas hyödyntäminen lämmityksessä
- vedenkulutuksen hallinta
- valitaan ominaiskulutukseltaan vähän sähköä kuluttavia laitteita
- 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)



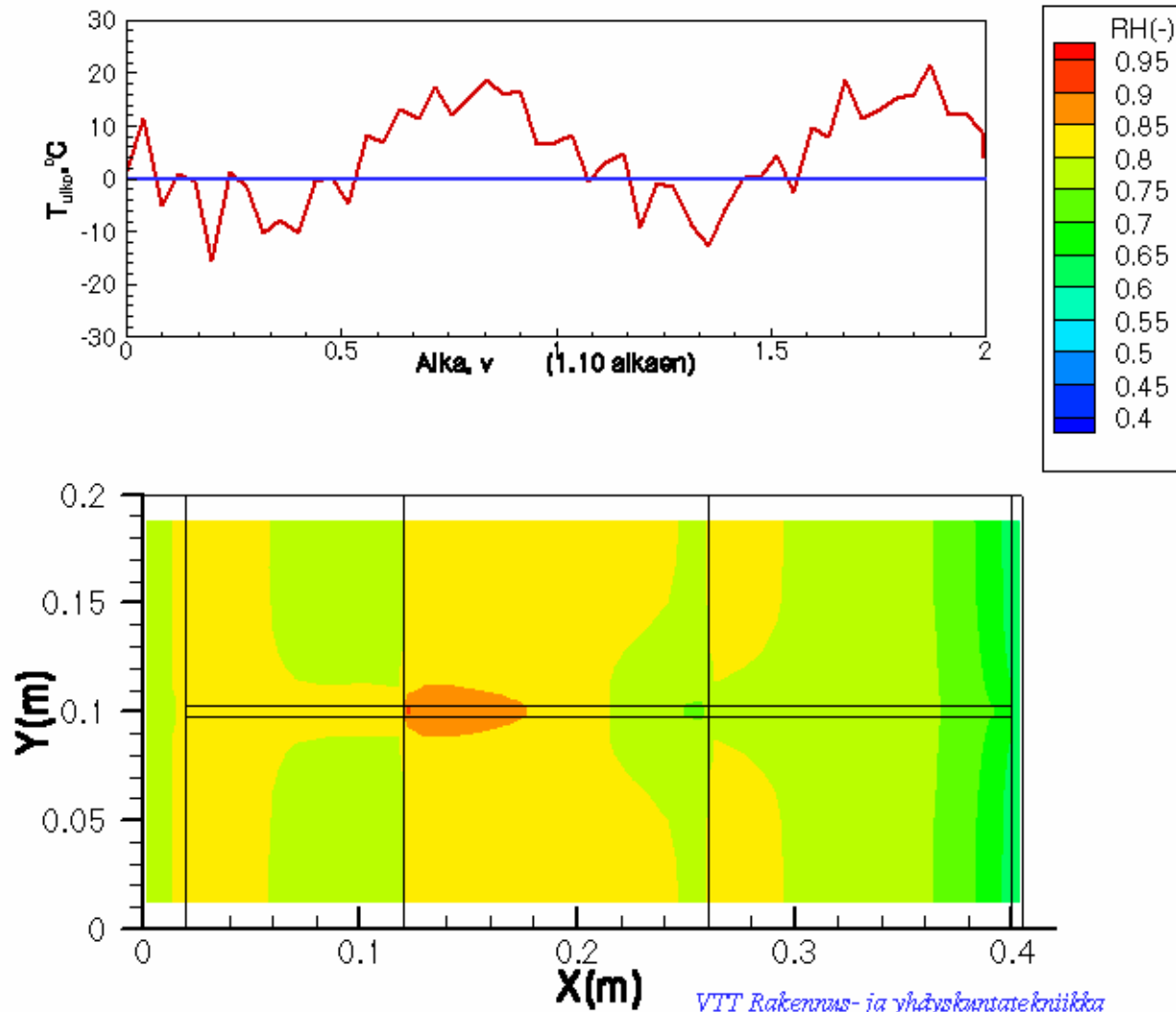
Matalaenergiarakenteiden kehittäminen - esimerkkinä kevytsoraharkkoseinä



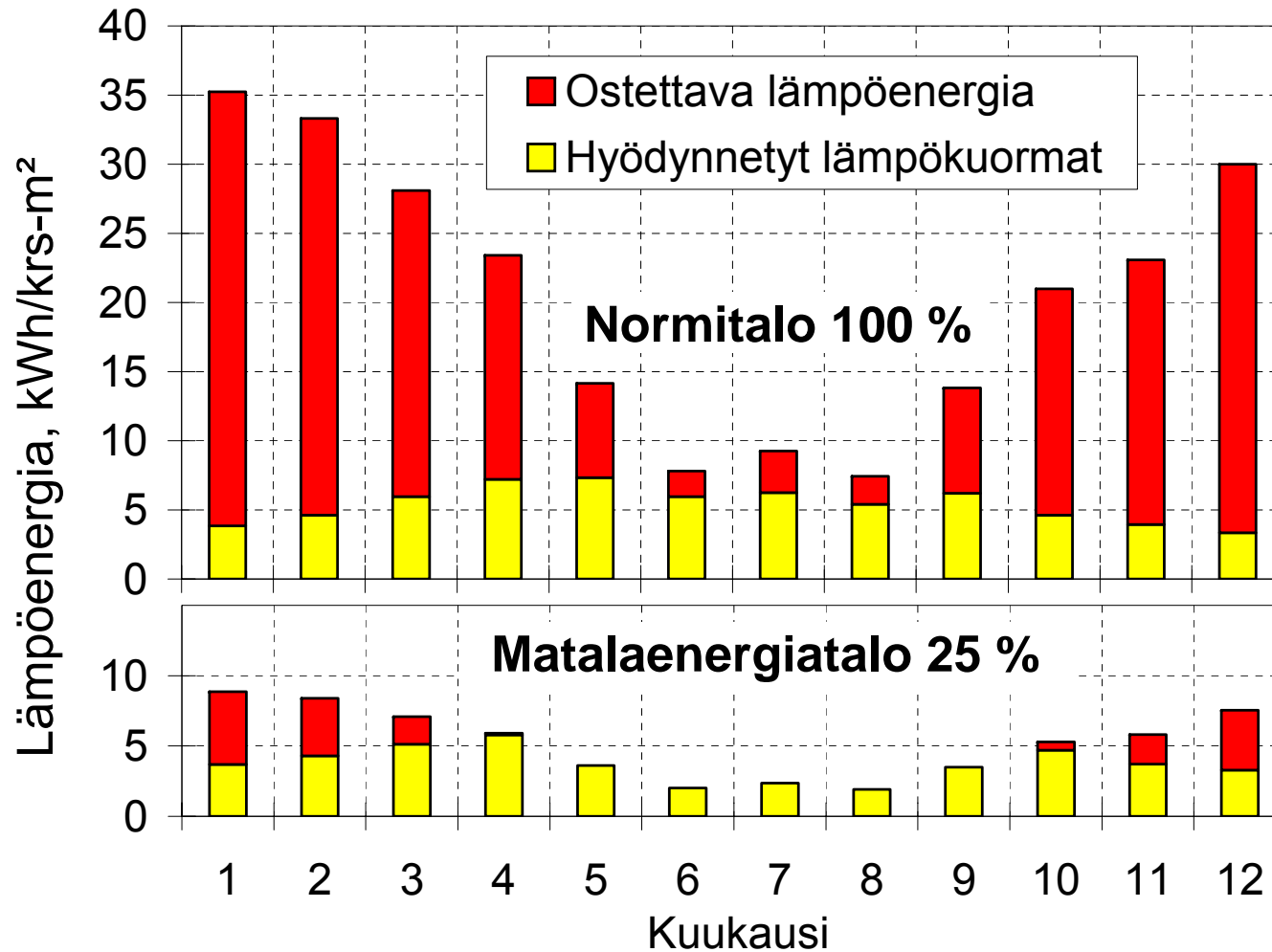
Matalaenergiarakenteiden lämpötekniinen kehittäminen



Matalaenergiarakenteiden kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen

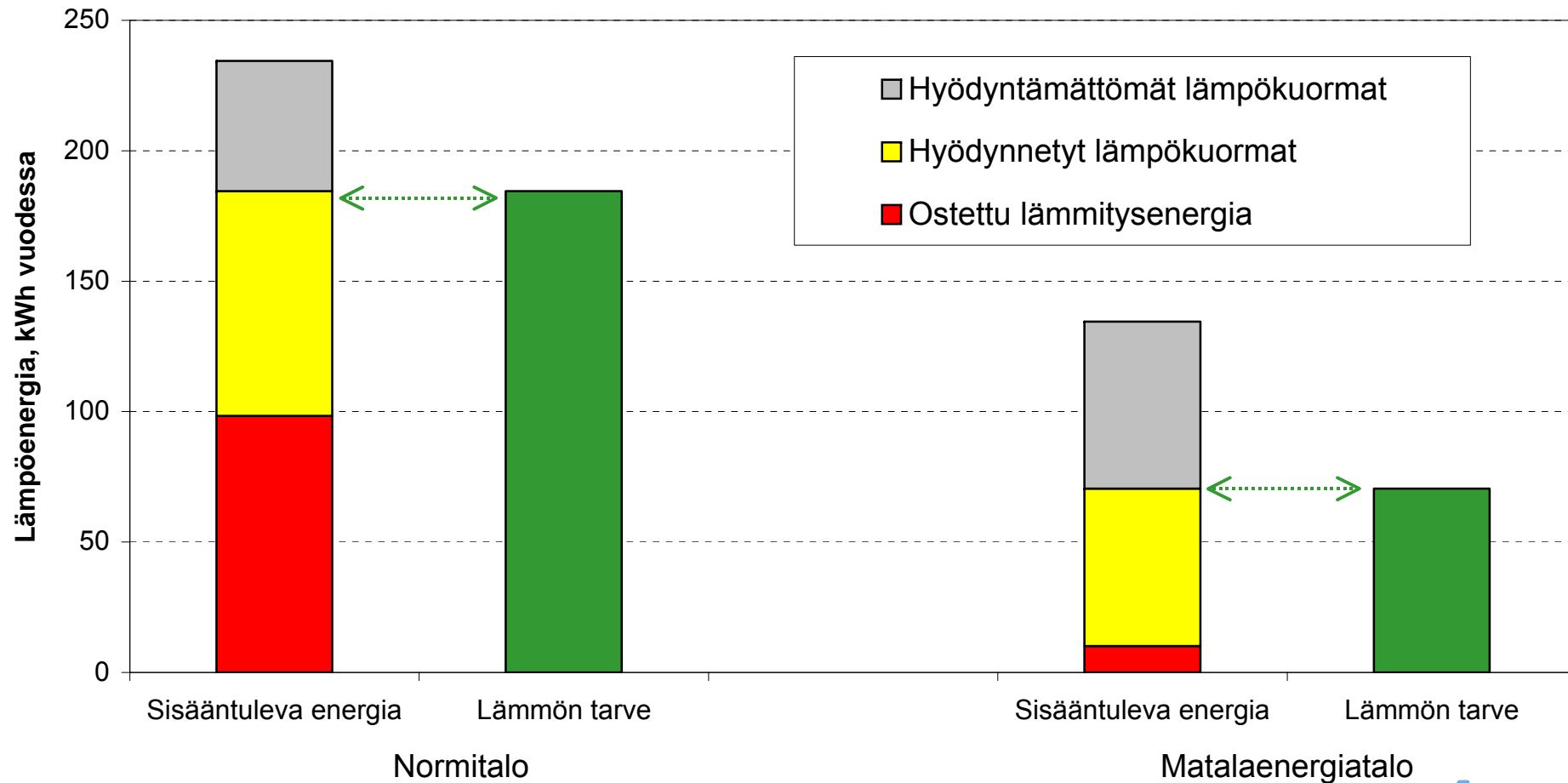


Ilmaiset lämpökuormat hyödynnetään tehokkaasti -> lämmityskausi lyhenee, jopa vain 3 kuukauteen



Matalaenergiatalo lämpenee ilmaisilla lämpökuormilla

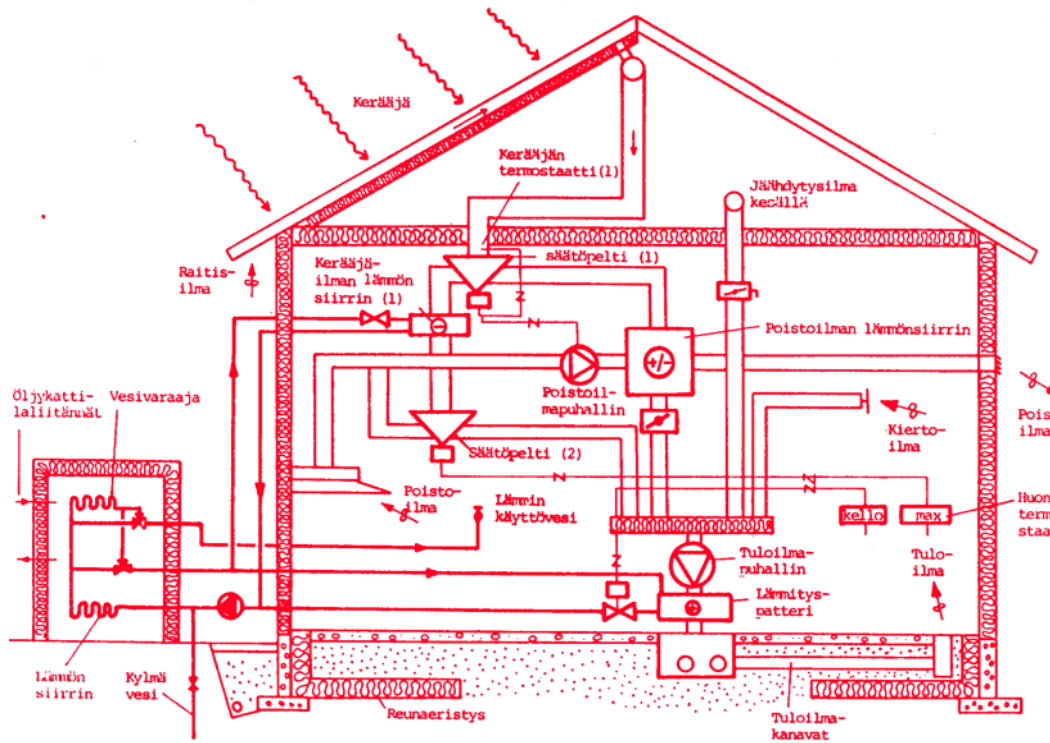
Matalaenergiatalon lämmityksessä hyödynnettävien lämpökuormien osuus voi olla jopa 80 % lämmöntarpeesta



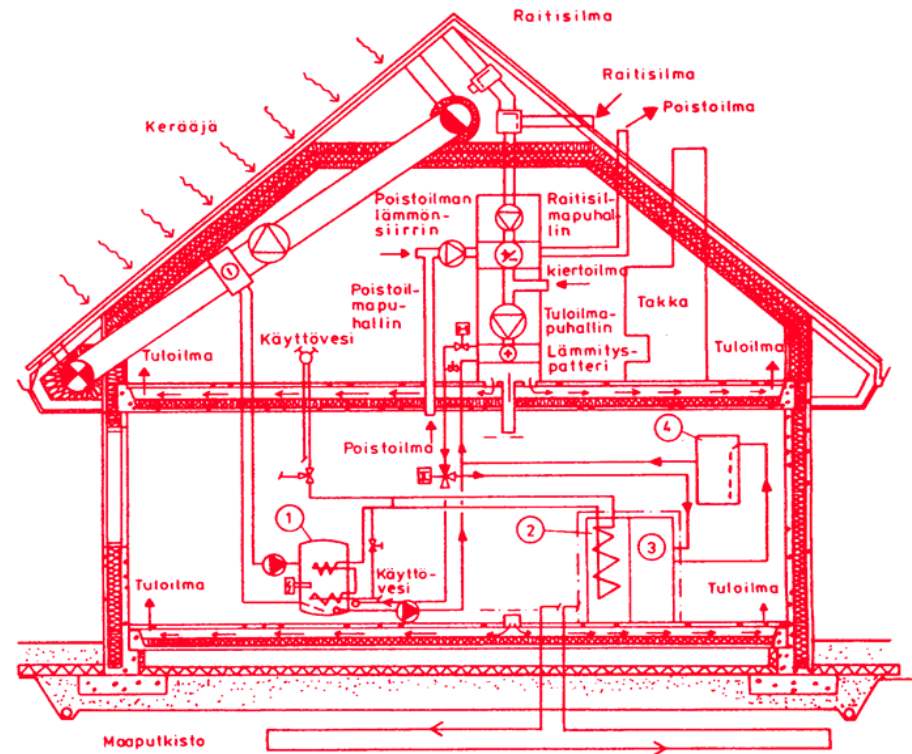
Matalaenergiatalotekniikan keinot

- ilmanvaihdon hallinta ja poistoilman lämmöntalteenoton tehostaminen
- lämmityksen ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus
- rakenteiden lämmönvarauskyvyn hyödyntäminen ilmaislämpöjen varastointiin ja helteillä sisälämpötilan alentamiseen
- automaatiojärjestelmien sopeuttaminen matalaenergiarakentamisen tarpeisiin
- kaiken tekniikan yksinkertaistaminen, talon osien vähentäminen ja toistuvien ratkaisujen käyttäminen
- valitaan ominaiskulutukseltaan vähän sähköä kuluttavia laitteita ja järjestelmiä
- parannetaan käyttövesijärjestelmän energiatehokkuutta
 - käyttövesivirtojen hallinnan parantaminen vesikalusteilla ja vakiopainesäädöllä
 - lämpimän käyttöveden kiertoputkistojen ja varaajien lämmöneristyksen parantaminen
- rakennetaan huolellisesti, jotta vältetään hallitsemattomilta ilma- ja lämpövuodoilta sekä saadaan aikaan hyvä sisäilmasto

Energiakriisien jälkeen uskottiin monimutkaiseen tekniikkaan rakennusten “energiansäästössä”

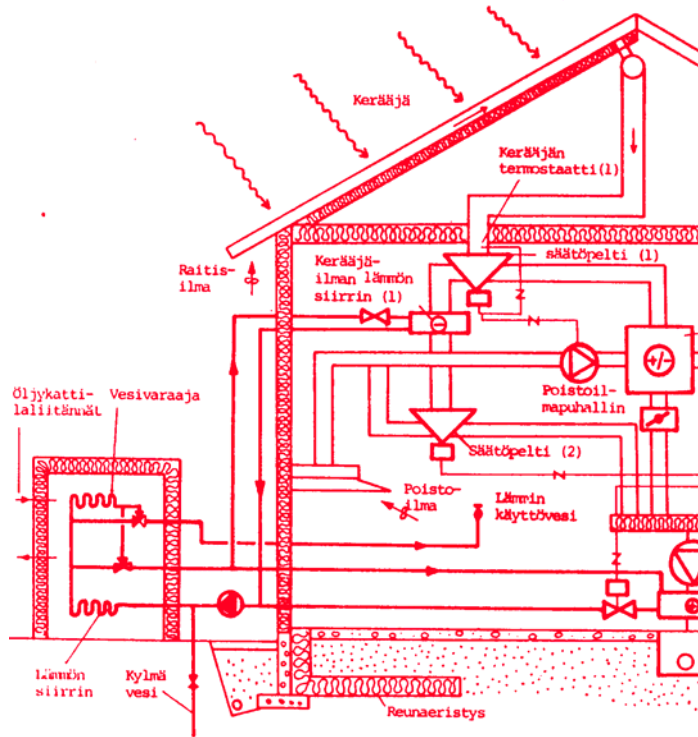


Vuosi 1978
43 kWh/m³

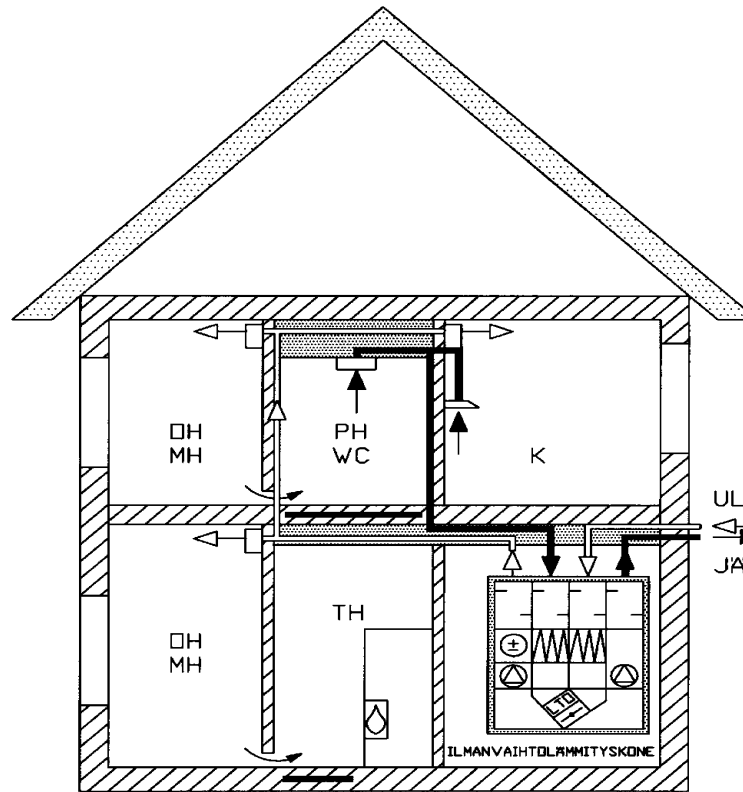


Vuosi 1982
43 kWh/m³

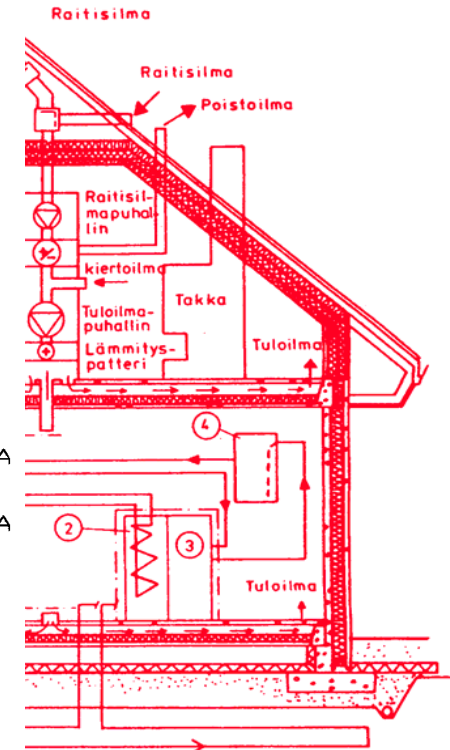
Nyt kehitetään yksinkertaisia ja toimintavarmoja ratkaisuja ja energiatehokkuus myös paranee



Vuosi 1978
43 kWh/m³

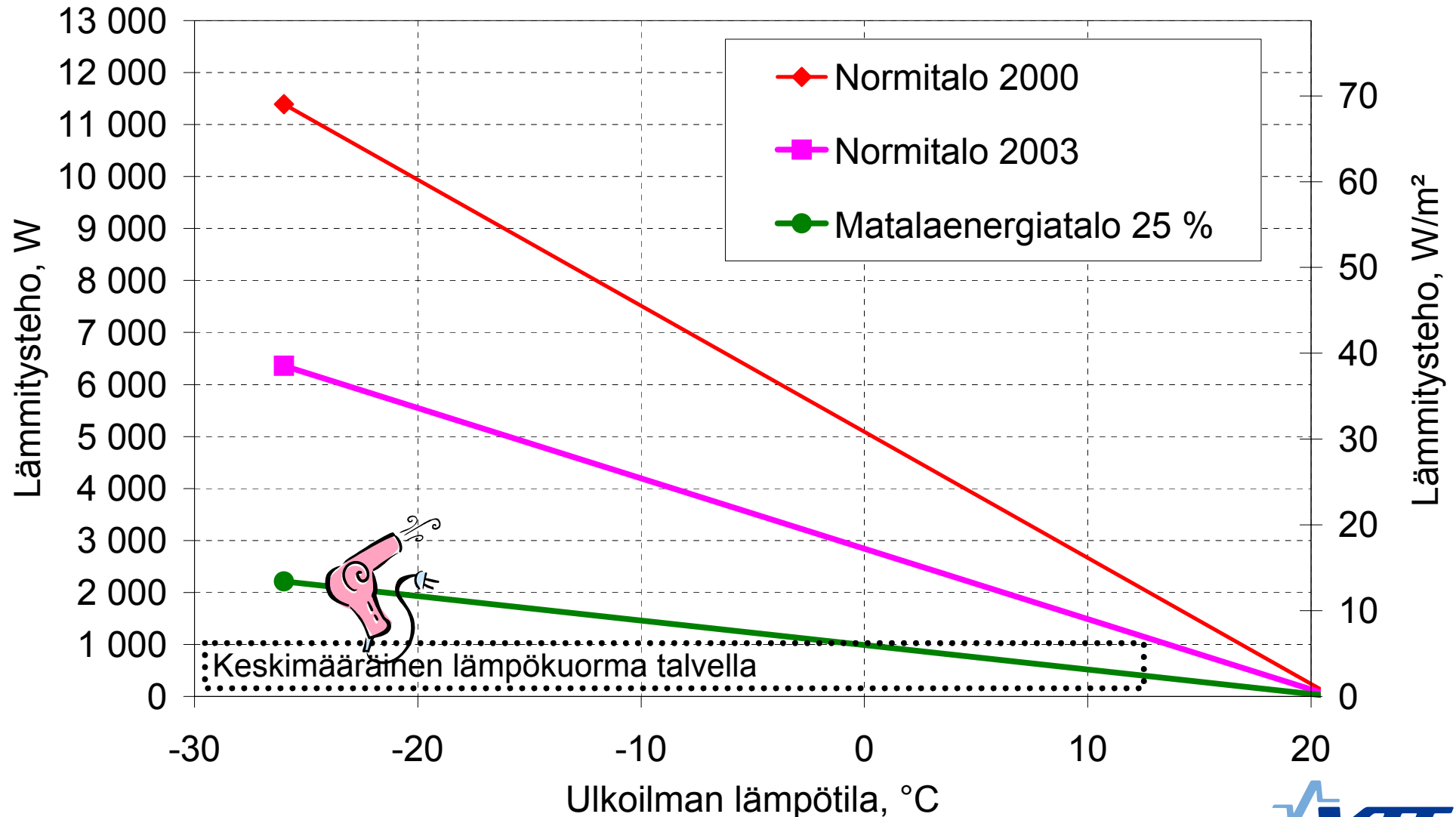


Vuosi 2003
Mitattu vuotuinen kokonais-
energiankulutus oli
30 kWh/m³



Vuosi 1982
43 kWh/m³

Matalaenergiatalon lämmitystehontarve on pieni

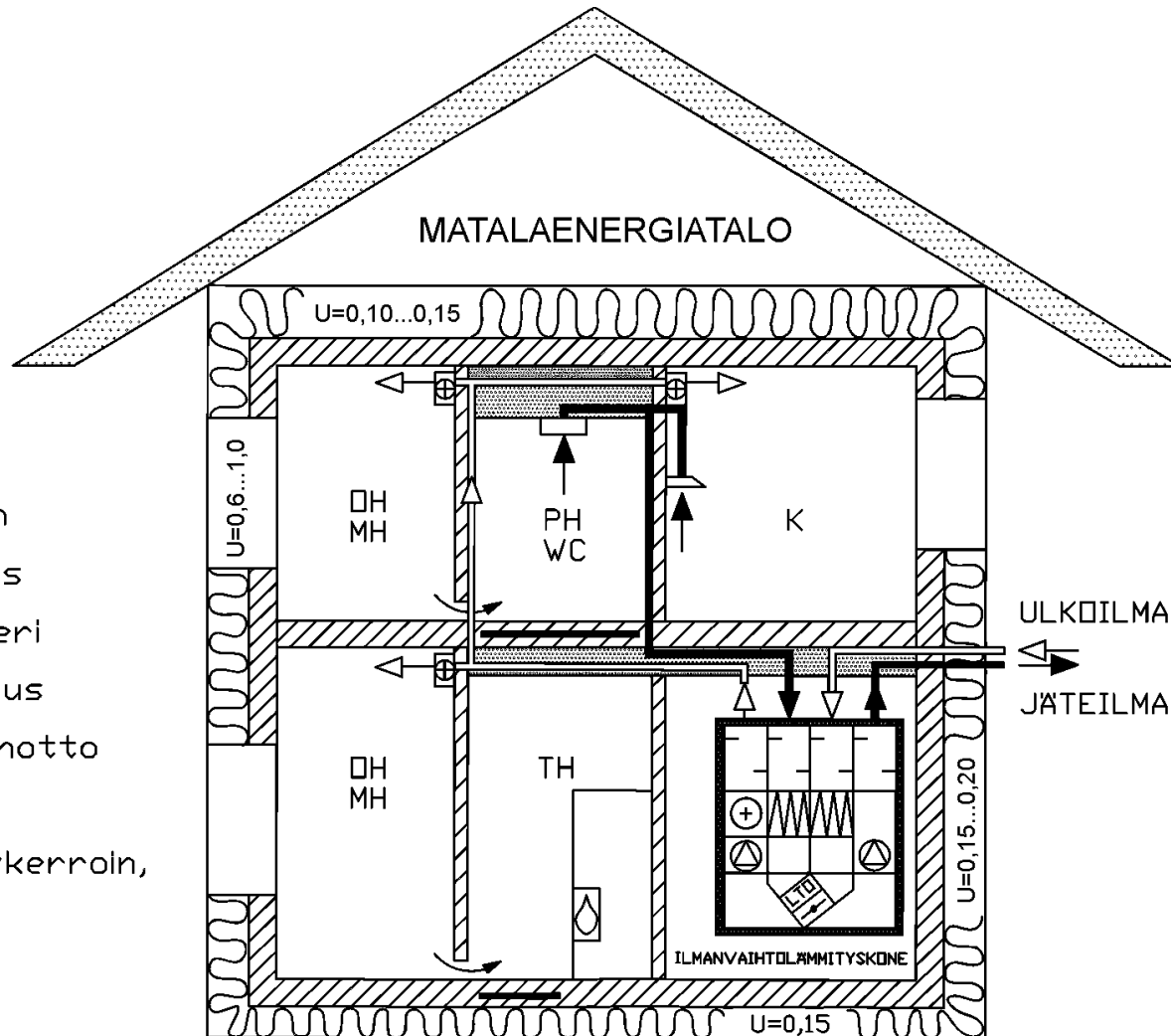


Matalaenergiataloon kehitetty ilmanvaihtolämmitysjärjestelmä

Merkkien selitykset

-  puhallin
-  suodatin
-  virtaussäädin
-  lattialämmitys
-  lämmityspatteri
-  äänenvaimennus
-  lämmöntalteenotto
-  takka

U lämmönläpäisykerroin,
 W/m^2K

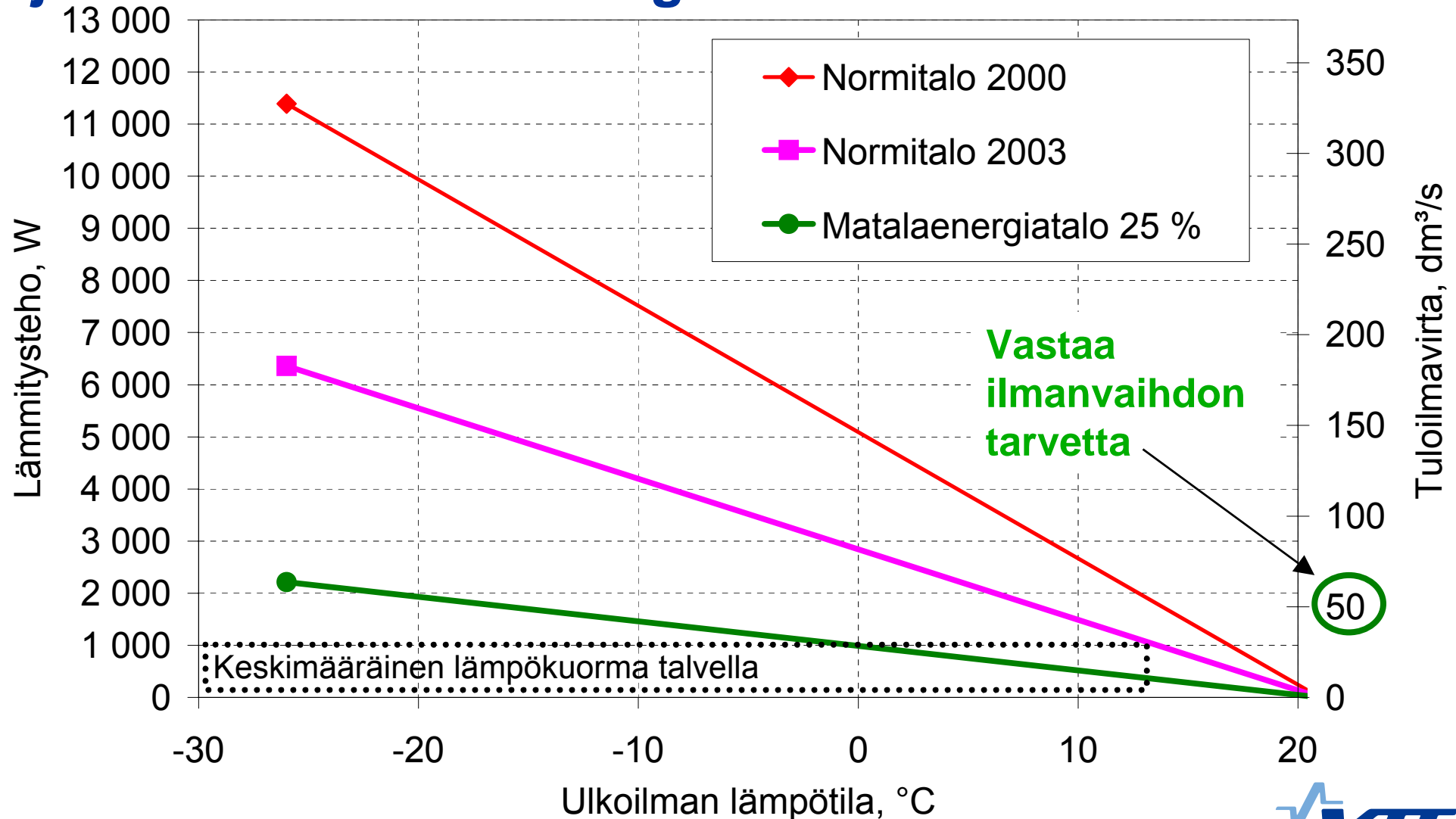


Lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto on nykyisin yleisin ilmanvaihtoratkaisu pientaloissa. Se yleistyy myös muissa asuinrakennuksissa.

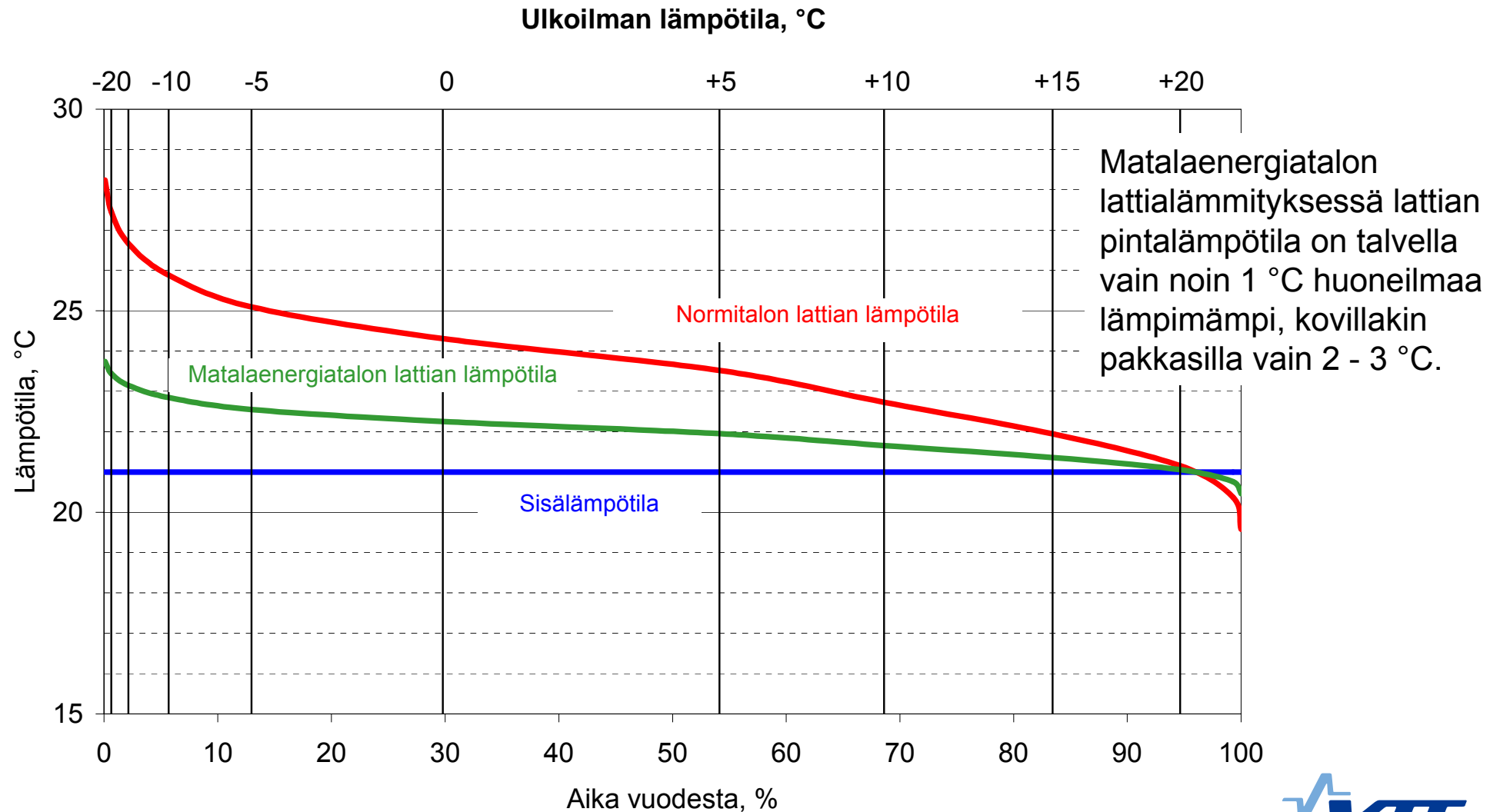
Yhdistämällä tilojen lämmitys ilmanvaihtoon, saadaan yksinkertainen ja tehokkaasti säädettävissä oleva lämmitysratkaisu.

Ilmanvaihtolämmityksessä tilat lämmitetään huoneisiin puhallettavalla tuloilmalla.

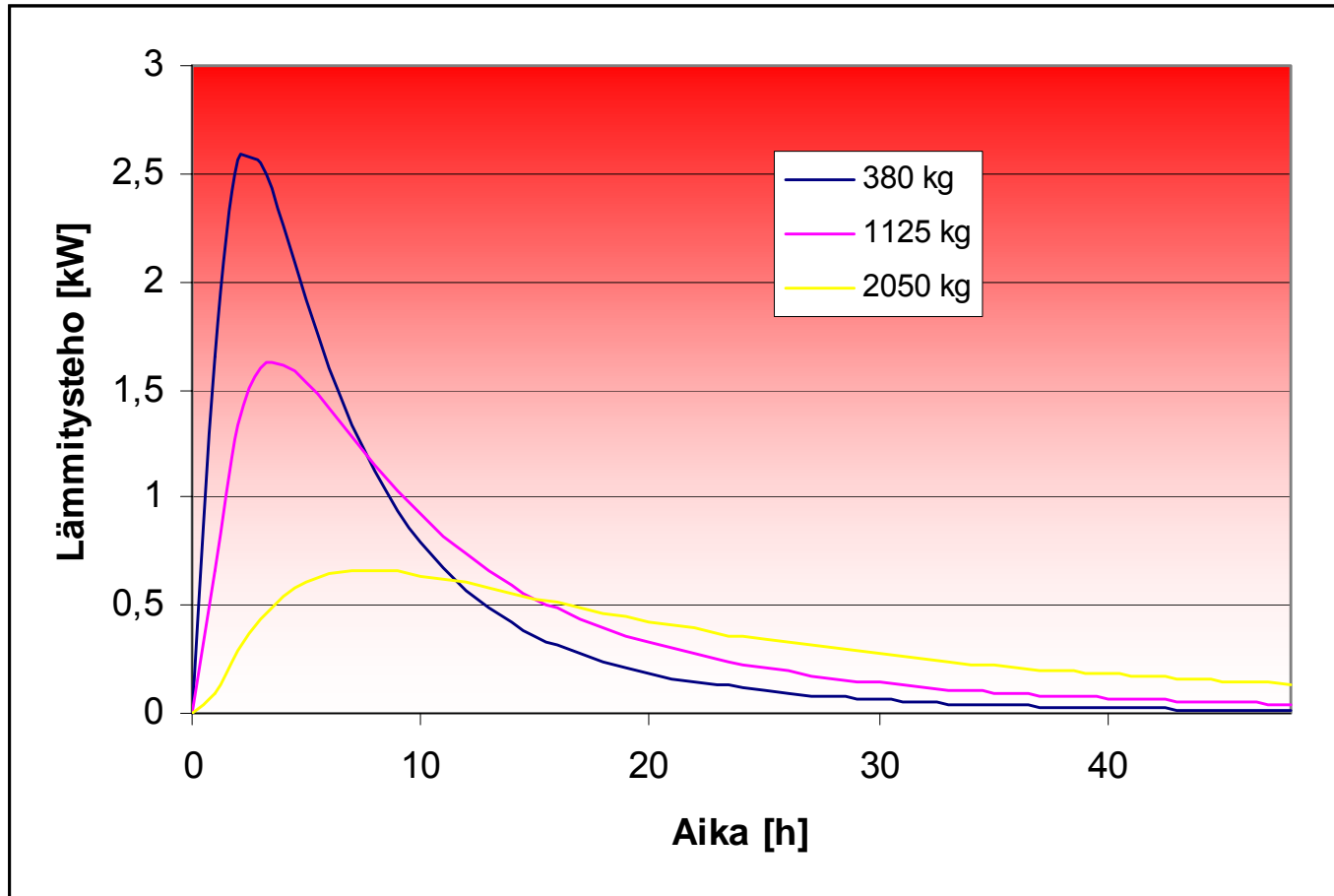
Ilmanvaihdossa tarvittava tuloilma riittää lämmön jakamiseen matalaenergiatalossa



Lattialämmityksen toimintalämpötilat muuttuvat

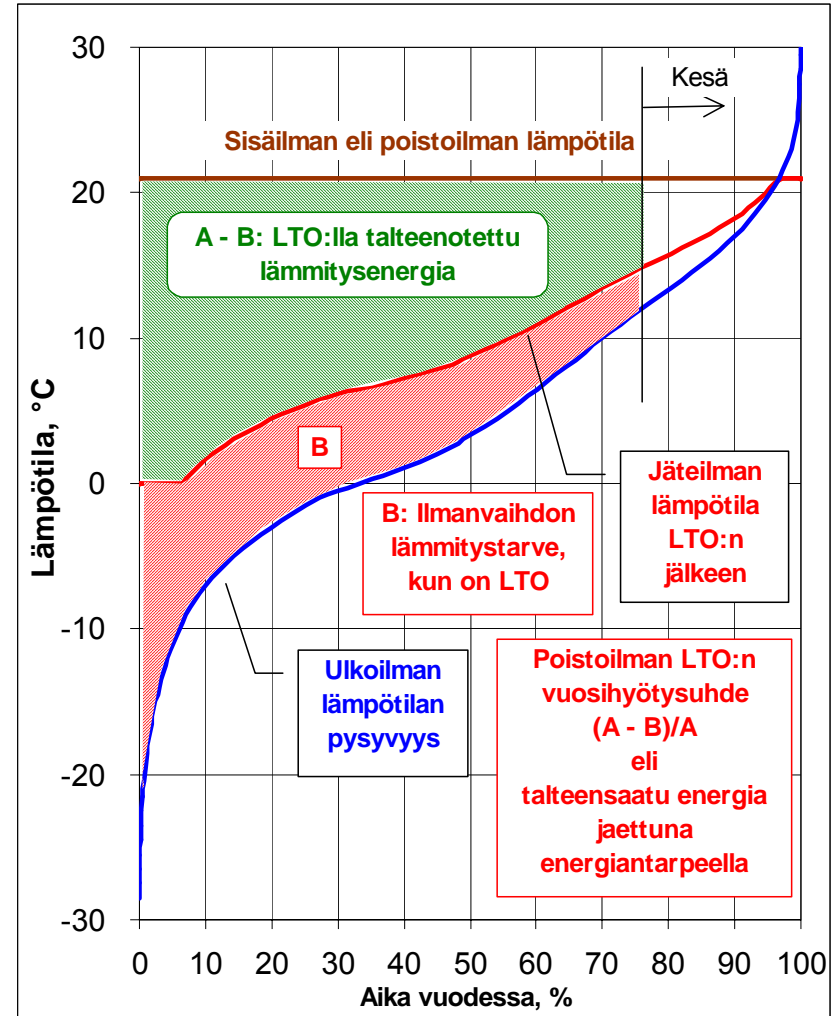
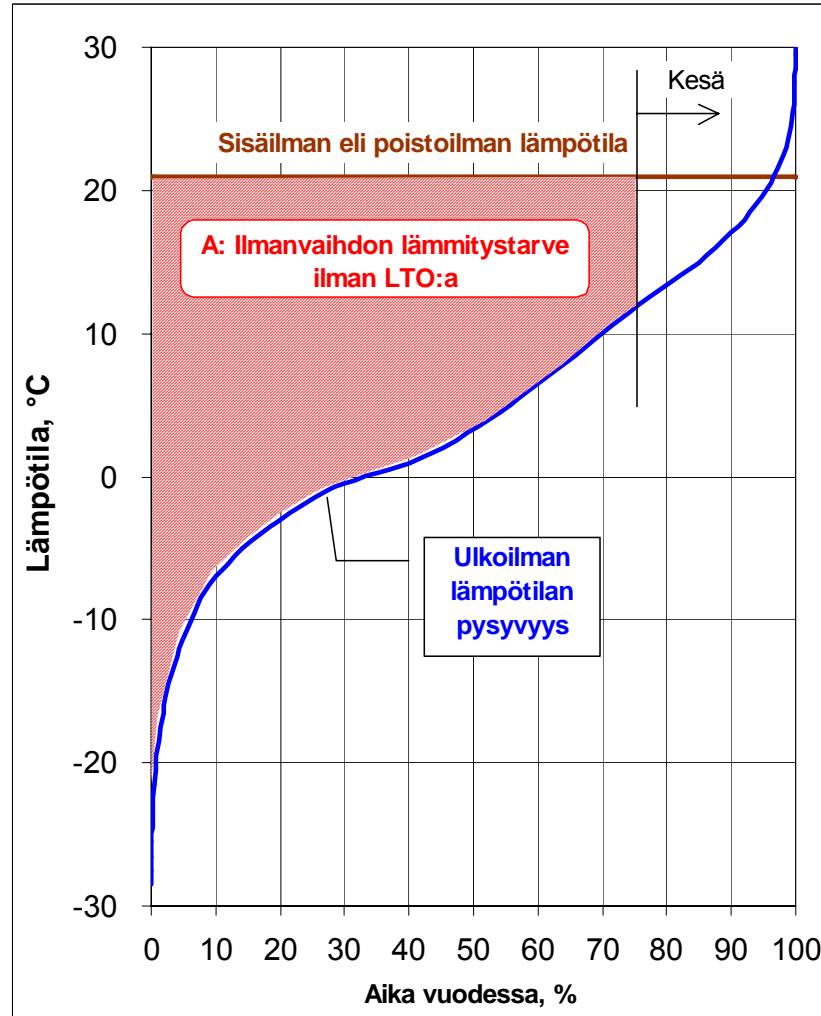


Tulisijälämmitys matalaenergiatalossa

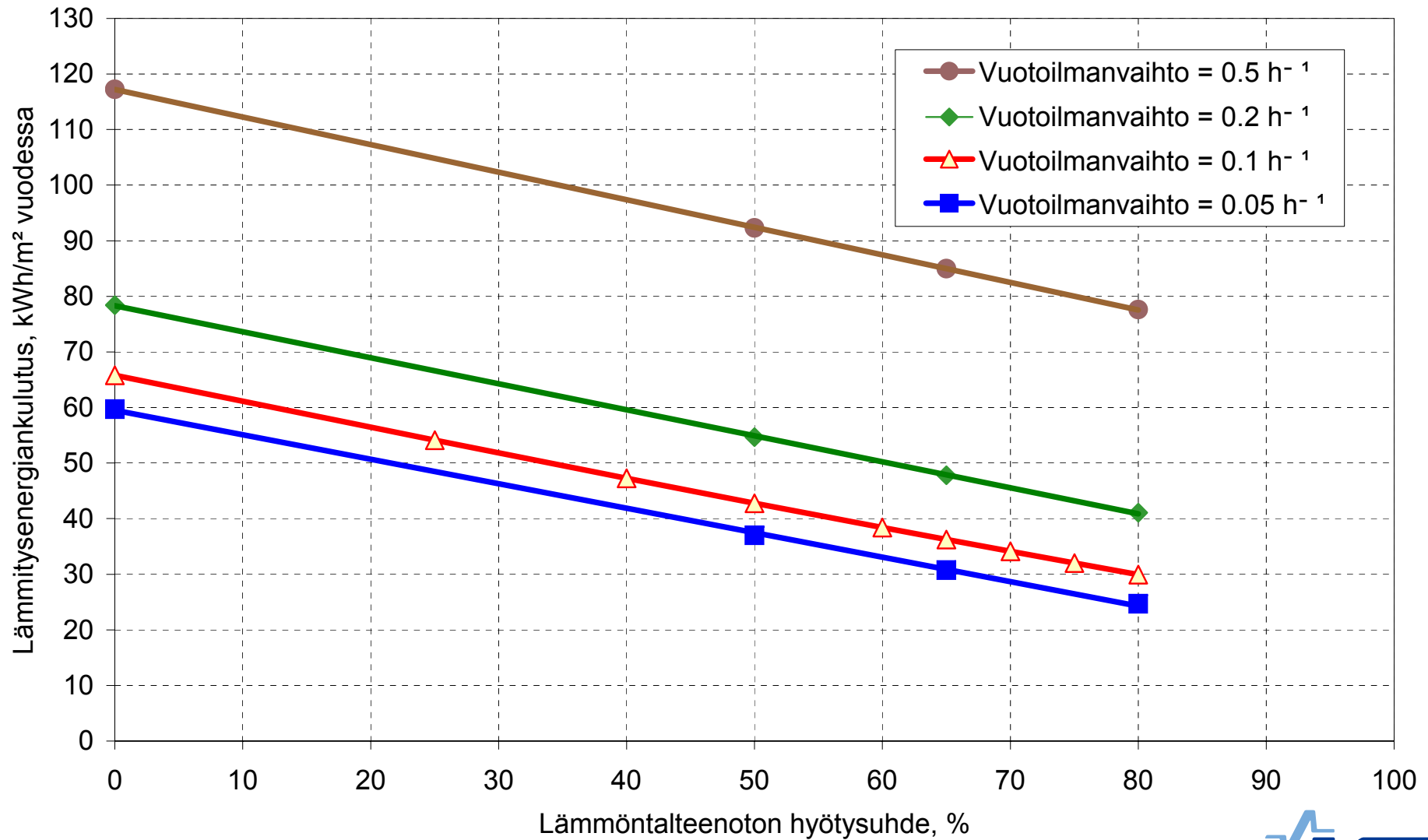


- **Massiivinen varaava tulisija luovuttaa matalaenergiataloon lämpöä tasaisesti usean päivän ajan yhdellä poltolla**
- **Kevyt tulisija voi antaa matalaenergiataloon liian suuren hetkellisen lämpötehon, joka nostaa sisälämpötilan tarpeettoman korkeaksi ja lämpö on tuuletettava ulos**

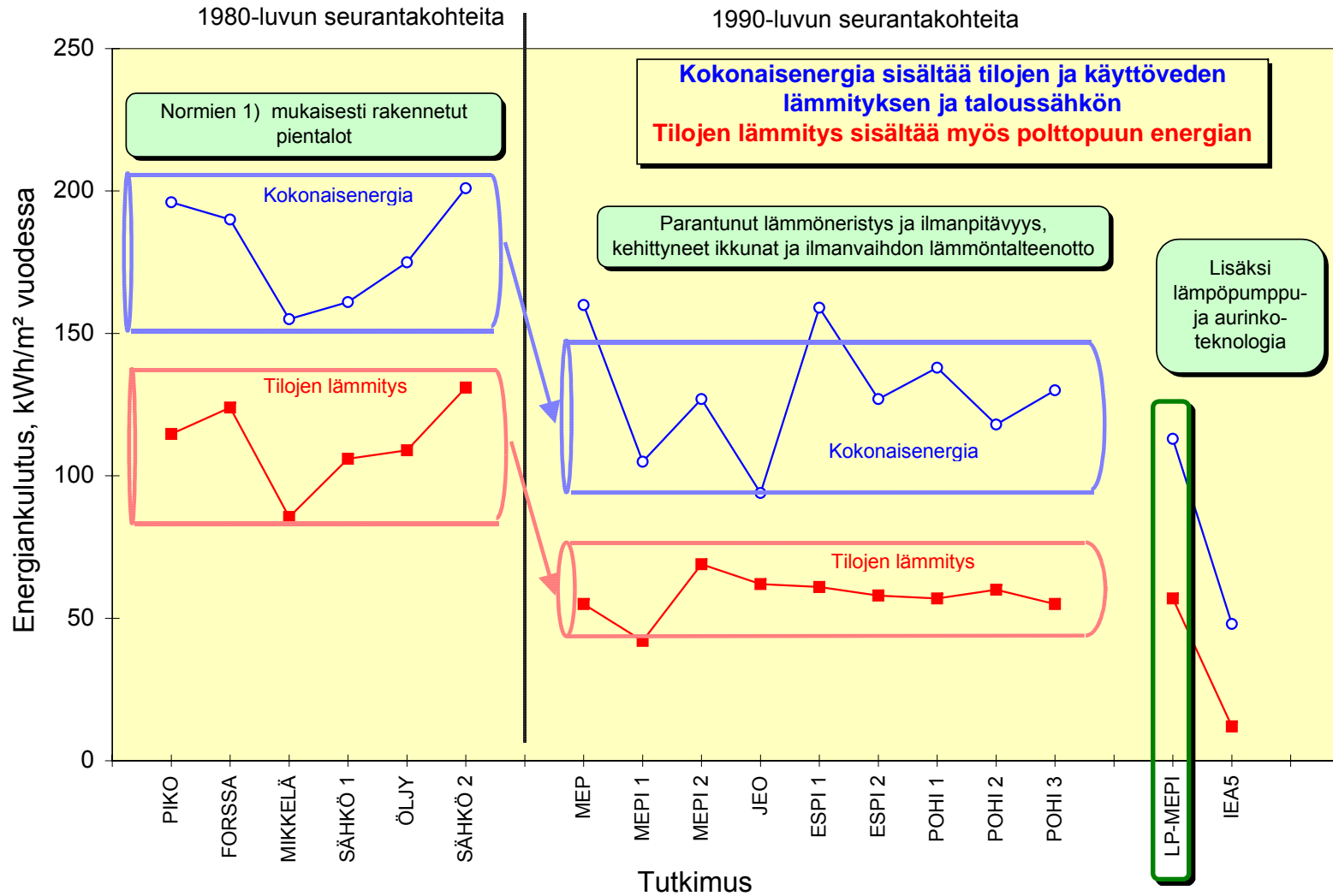
Esimerkki ilmanvaihtokoneen energiatarkastelusta lämpötilojen pysyvyyskäyrätarkastelun avulla



Matalaenergiatalossa pitää hallita ilmanvaihdon lämmöntalteenotto ja ulkovaipan ilmanpitävyys



Kustannustehokkaalla matalaenergiateknologialla energiankulutus voidaan puolittaa



HUOM.

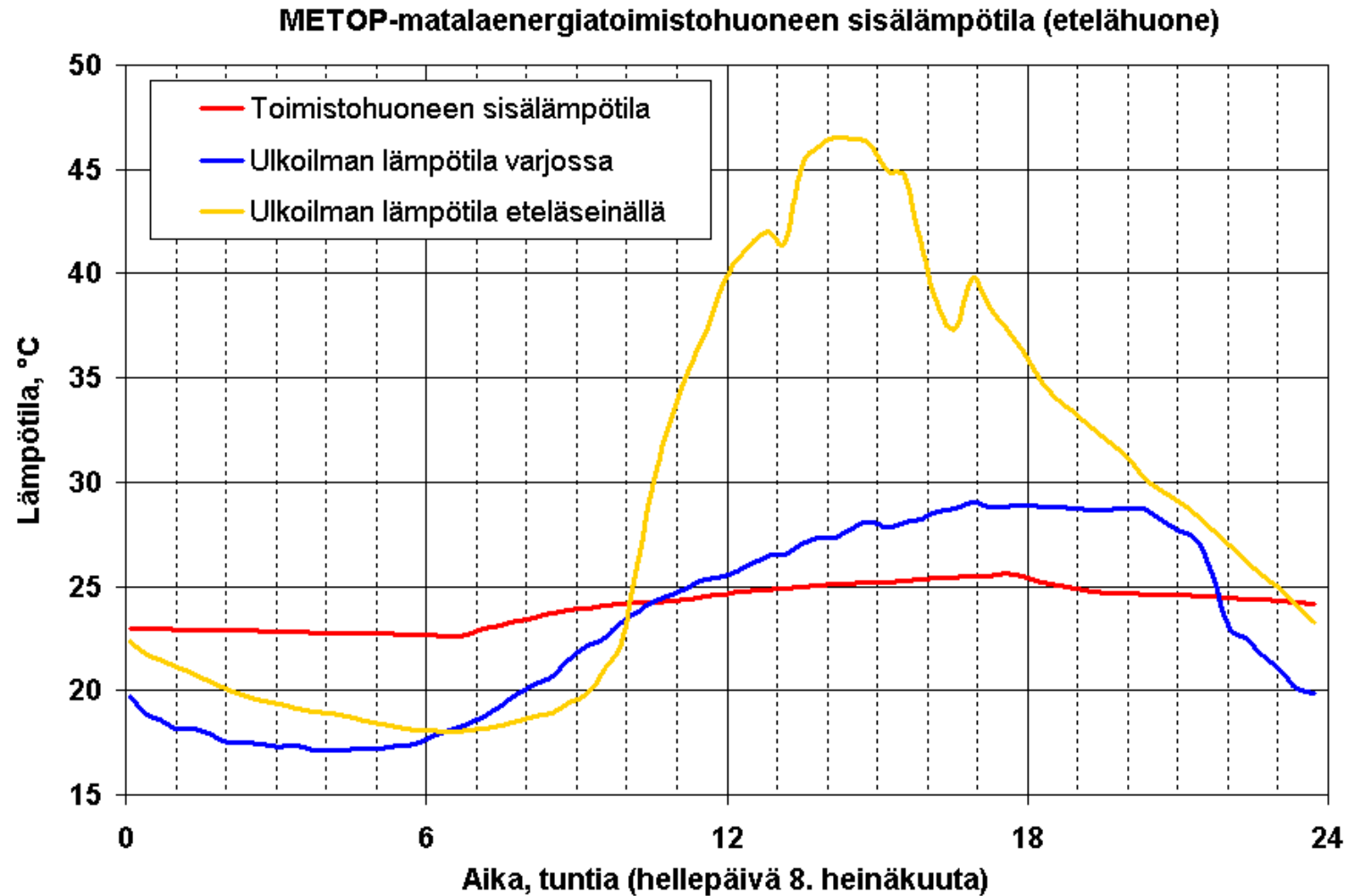
LP-MEPI on maalämpöpumpulla varustettu matalaenergiapientalo.

Sen mitattu energiankulutus ei ollut pienempi kuin yksinkertaisilla ratkaisuilla toteutettujen muiden matalaenergiapientalojen kulutus

Lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone säästää enemmän kuin lämpöpumppu

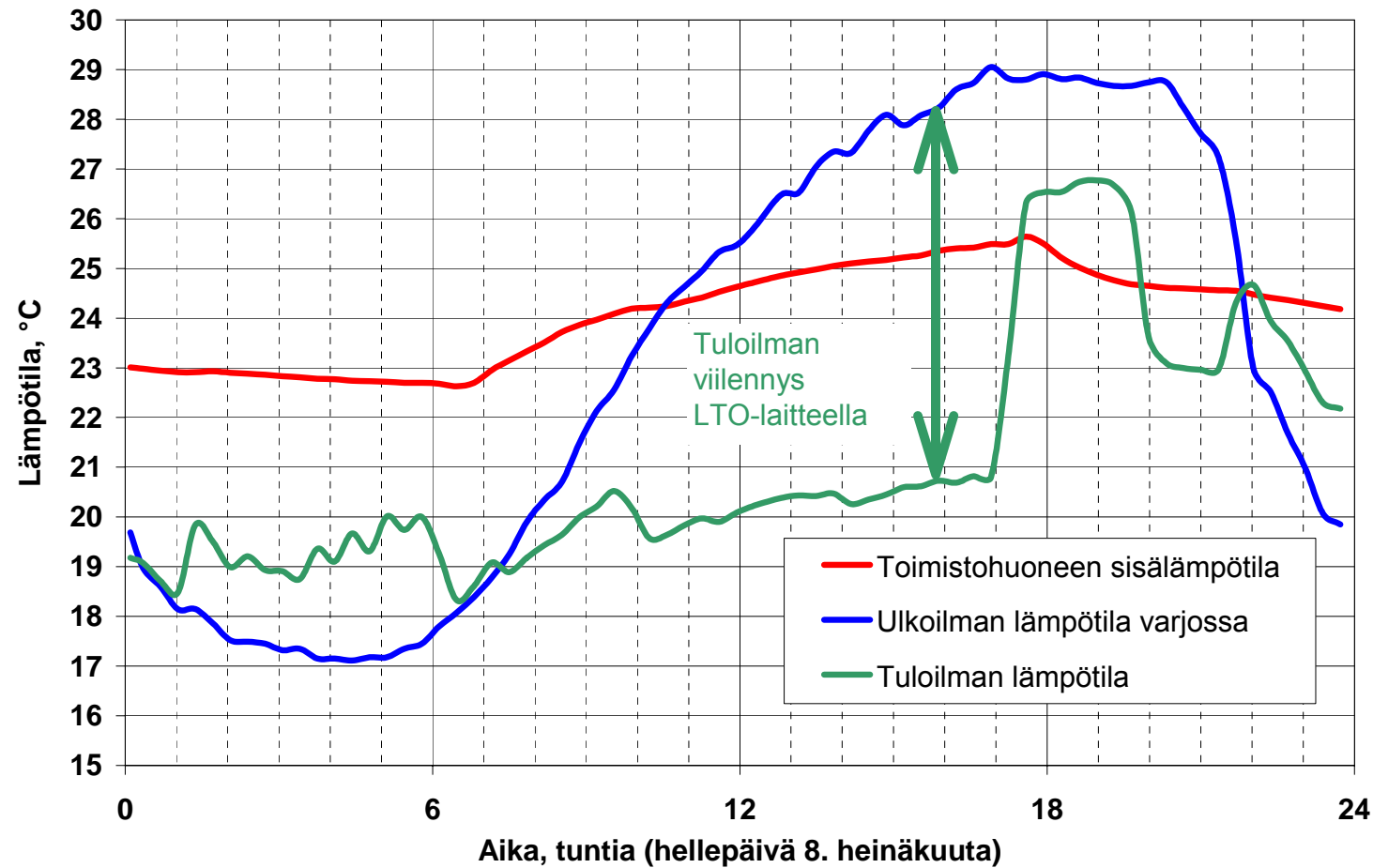
- **Nykyaikainen lämpöpumppu**
 - **lämpökerroin on 2,5**
 - 1 kWh sähköenergiaa tuottaa 2,5 kWh lämpöenergiaa
- **Lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone**
 - **Etelä-Suomessa lämpökerroin on 5**
 - tuottaa vuodessa talteenotettua lämpöenergiaa viisinkertaisen määrän sen kuluttamaan sähköenergiaan verrattuna
 - **Lapissa lämpökerroin on 8 - 11**
 - ... vaikka ilmanvaihdon päätehtävä on taata viihtyisä ja puhdas sisäilma

Matalaenergiatoimisto pysyy viileänä kesähelteilläkin



Kuormien hallita, vesi ja yöaikainen ulkoilma viilennys

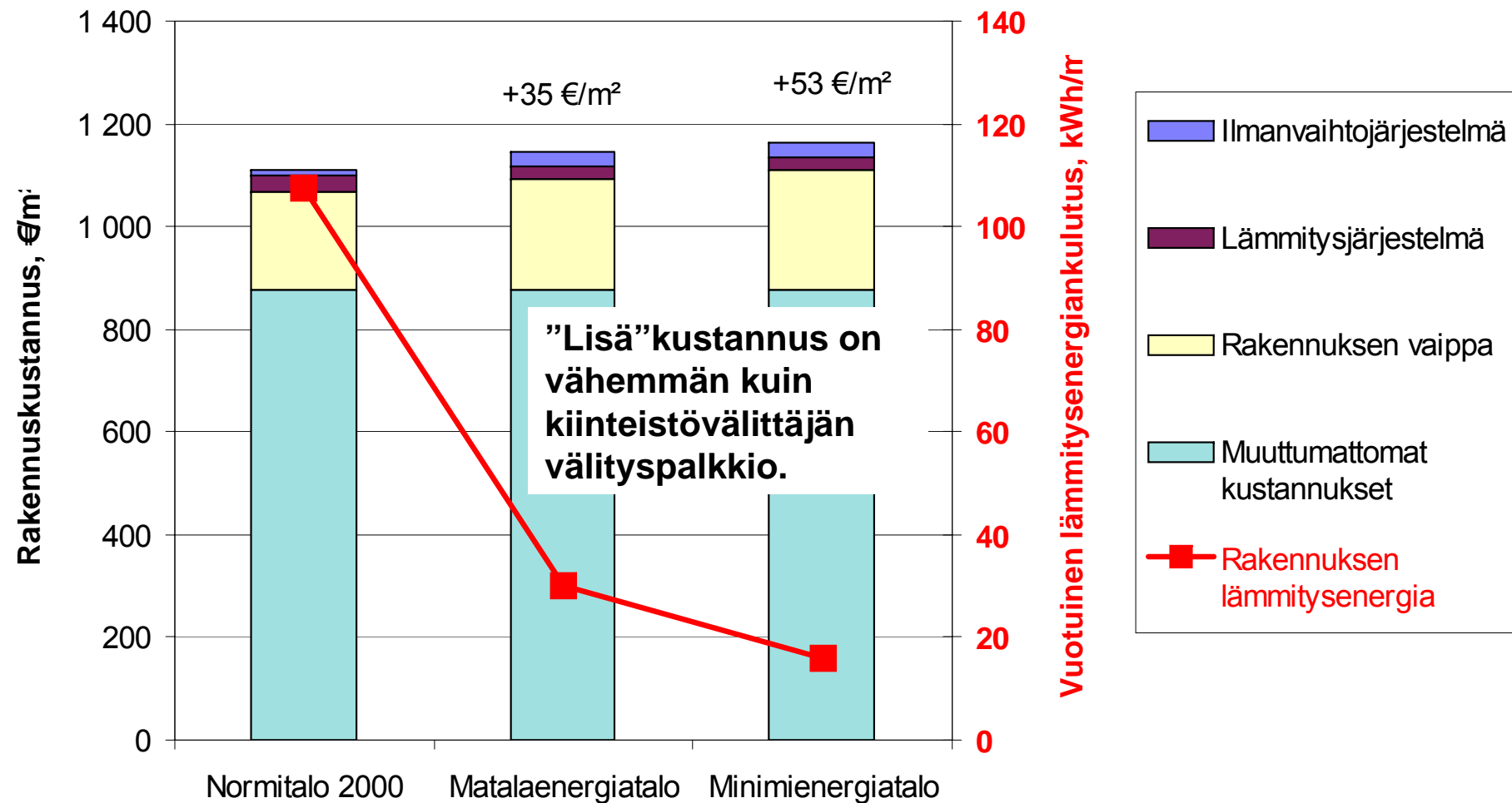
METOP-matalaenergiatoimistotalon epäsuoran kostustusjäähdytyksen toiminta



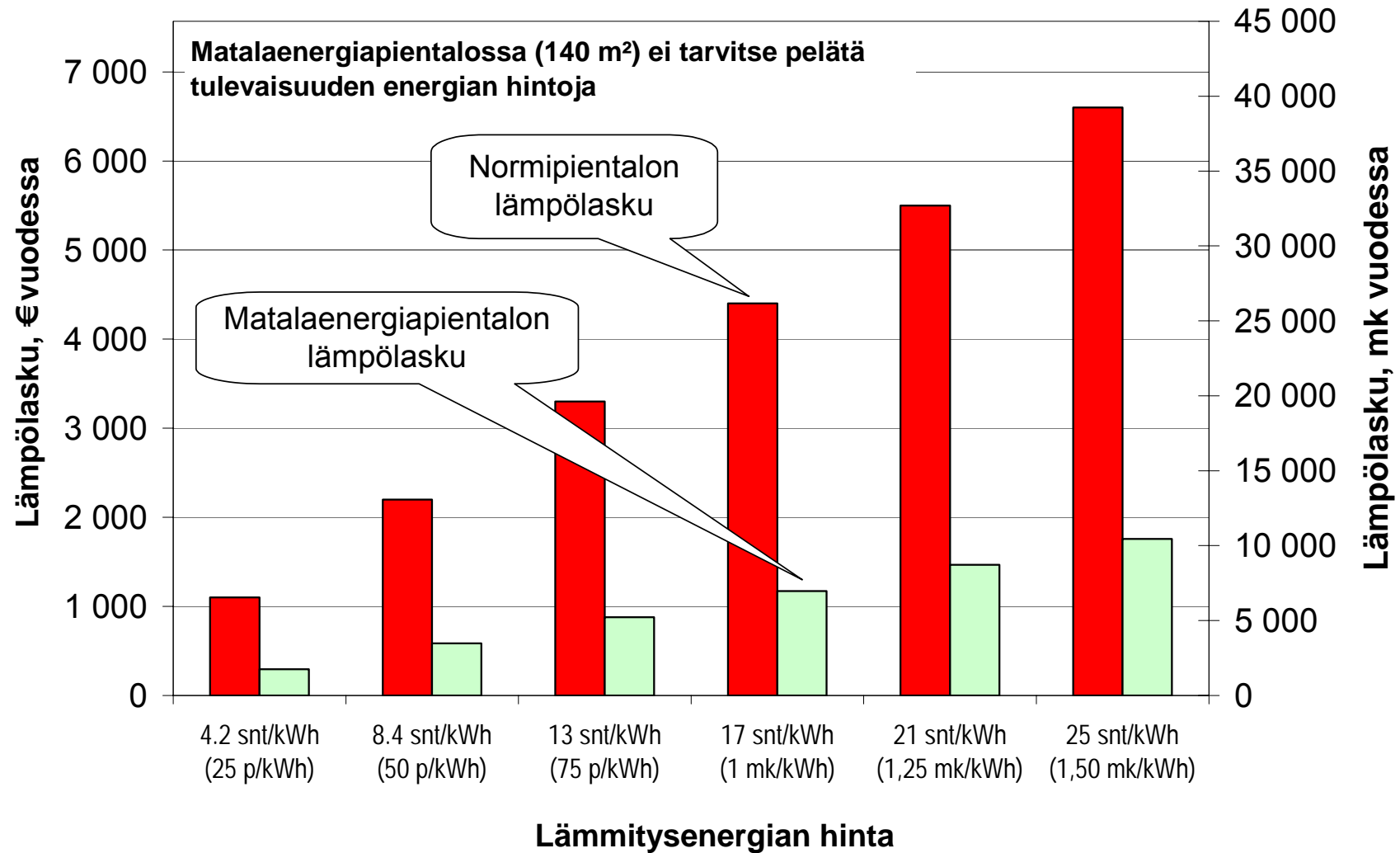
Matalaenergiatalon tekniikan kehitystarpeita

- lämmittävien ja jäähdyttävien matalalämpötilaisten/pienitehoisten rakenteiden kehittäminen
- rakennuksen lämpökapasiteetin vaikutus huonelämpötilan itsesäätyvyyteen matalaenergiatalossa
- pienitehoisten lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien ja lämmönluovuttimien kehittäminen
- yksinkertaisten lämmönsäätöjärjestelmien kehittäminen
- yksinkertaisten yhdistettyjen lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien kehittäminen
- talotekniikan reititysjärjestelmien kehittäminen rakenteiden yhteyteen
- lämmönjakojärjestelmien ja laitteiden lämpöhäviöiden vähentäminen ja näiden lämmöneristystuotteiden kehittäminen
- hitaan lämmönluovutuksen ja pienen lämmönluovutustehon omaavien varaavien tulisijojen kehittäminen

Matalaenergiarakentamisen "lisä" kustannukset

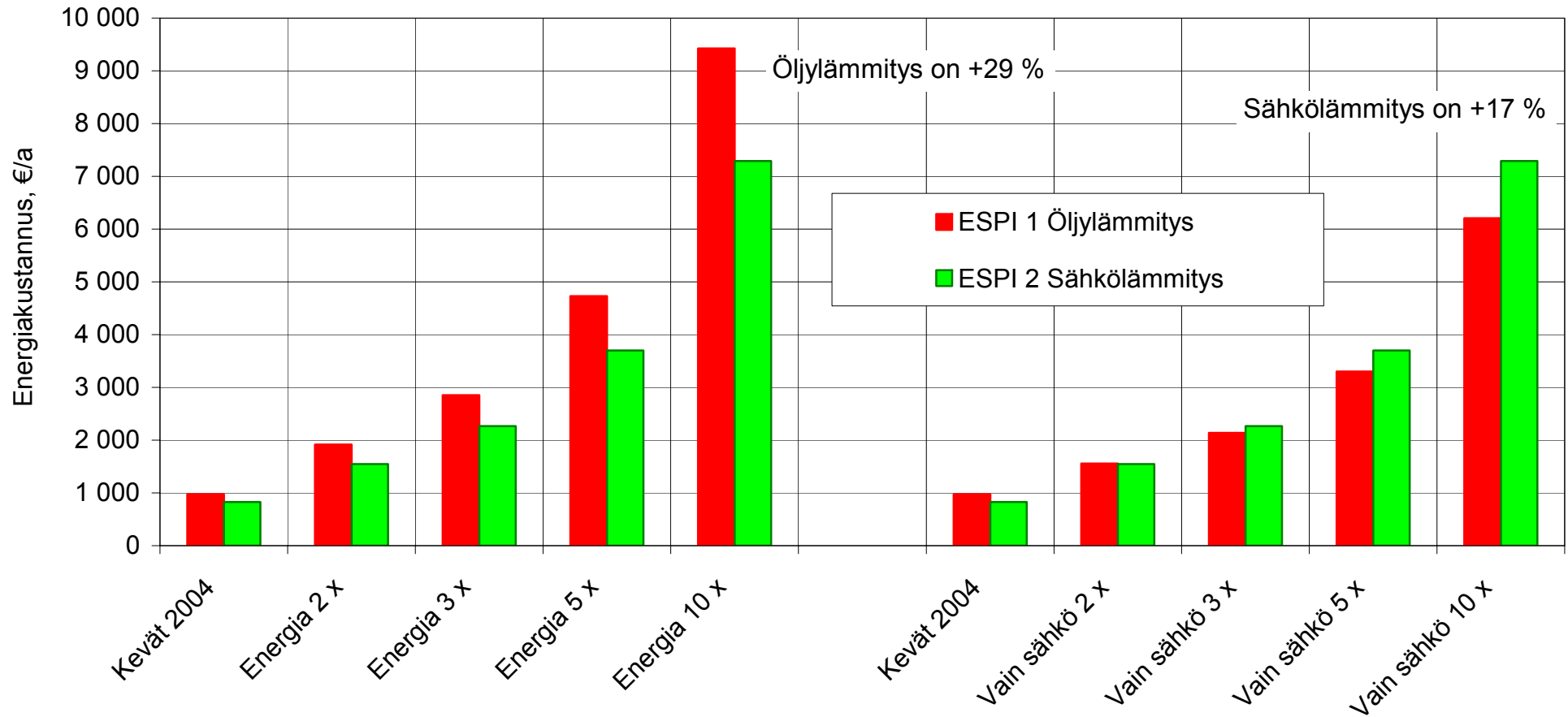


Energian hinta nousee tulevaisuudessa



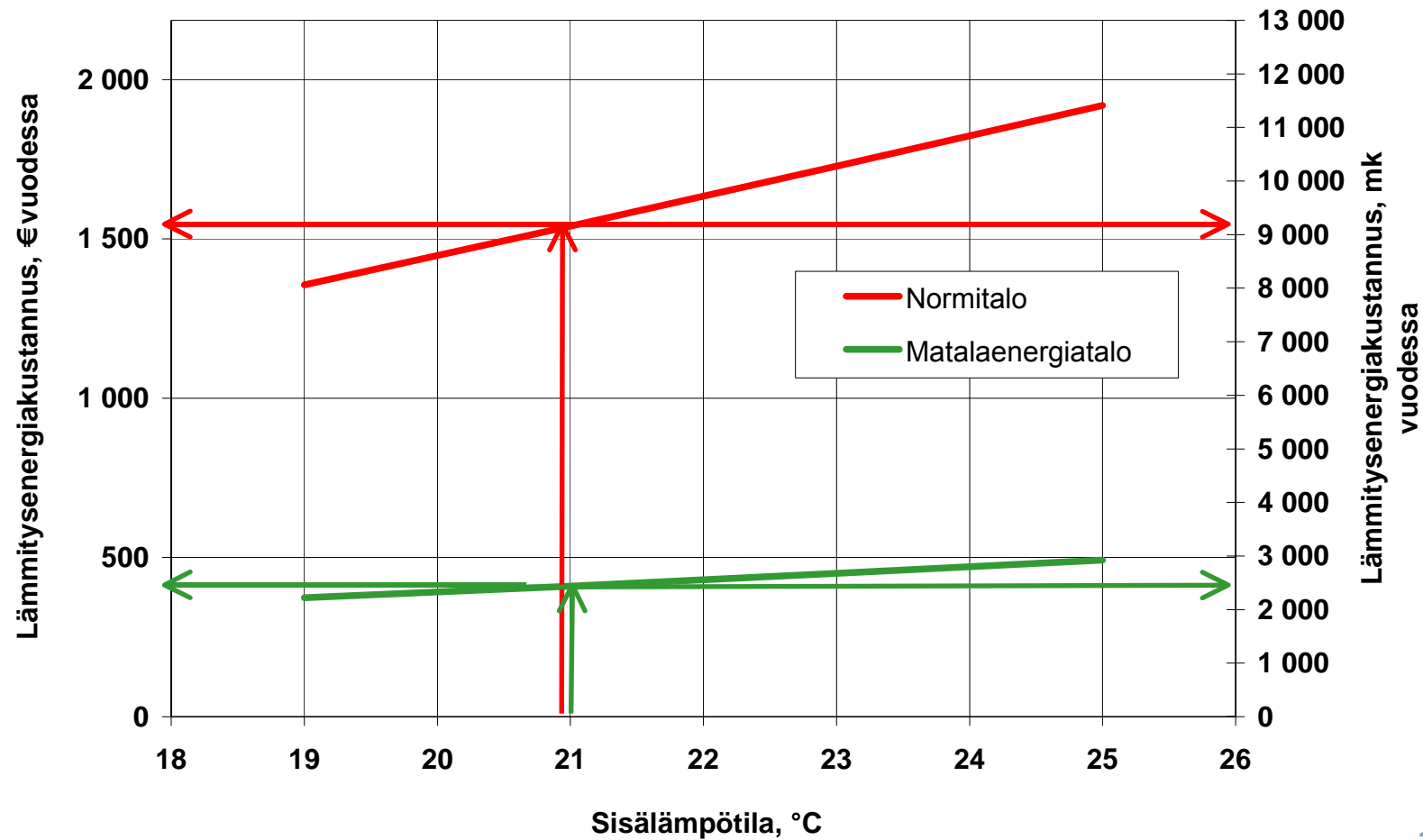
Tärkeintä on matala energiankulutus, ei eri energiamuotojen hintaerot nyt tai tulevaisuudessa

ESPI-matalaenergiatalojen (öljylämmitys ja sähkölämmitys)
vuotuisten energiakustannusten vertailu, kun energian hinta nousee



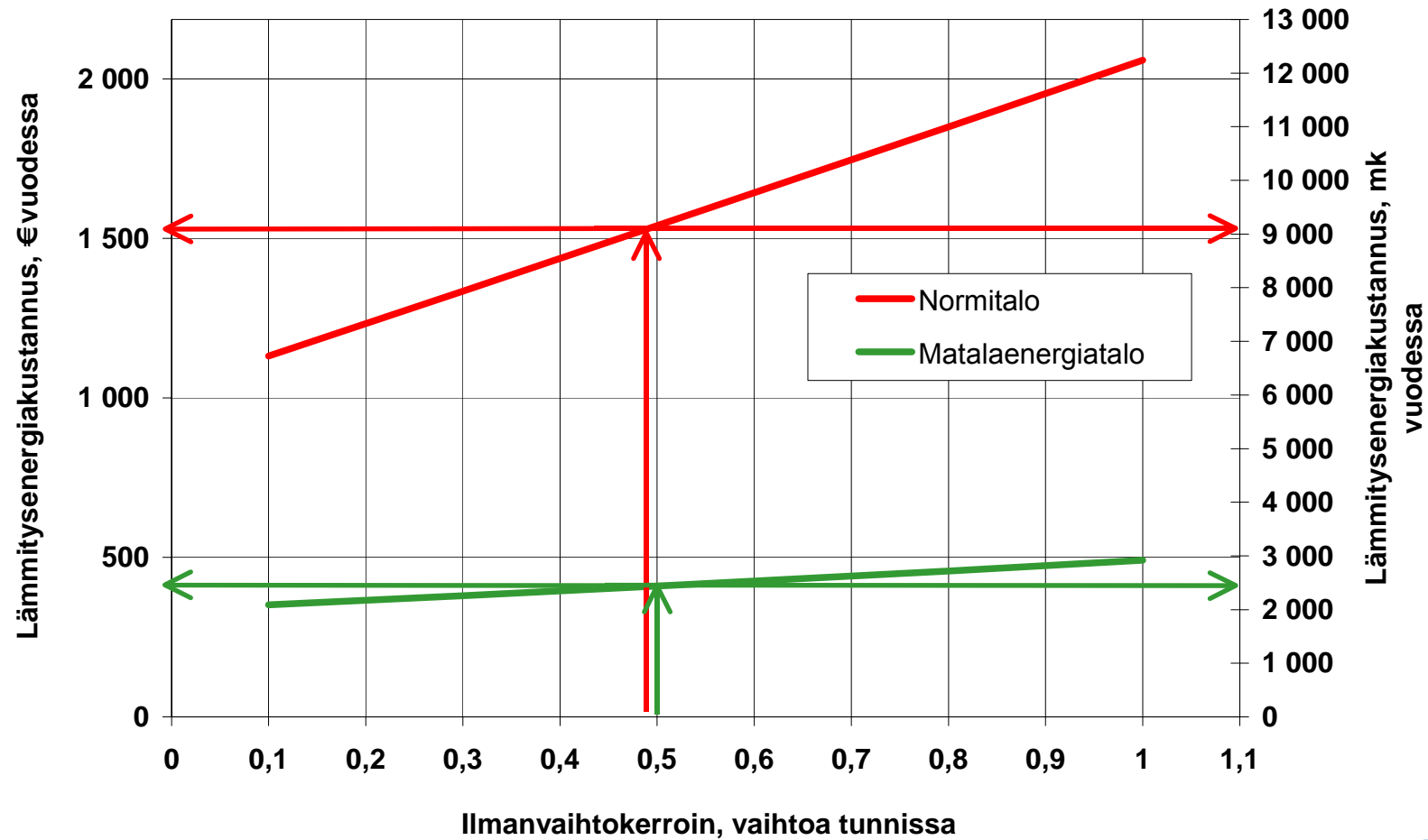
Matalaenergiatalossa ei tarvitse palella

Matalaenergiatalossa (140 m²) sisälämpötilasta ei tarvitse tinkiä



Matalaenergiatalossa on raikas sisäilma

Matalaenergiatalossa (140 m²) ilmanvaihdosta ei tarvitse tinkiä



Esimerkkejä matalaenergiatutkimuksista Suomessa

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)**

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)**

Lopuksi:

Koska matalaenergiatalo tarvitsee vain vähän lämmitysenergiaa, niin sähkö on parhaiten toimiva ja energiatehokkain vaihtoehto lämmitykseen.

Kaikki sähkö muuttuu lopulta kuitenkin lämmöksi.

Kiitos.