

Energiaohjelma 2008-2012



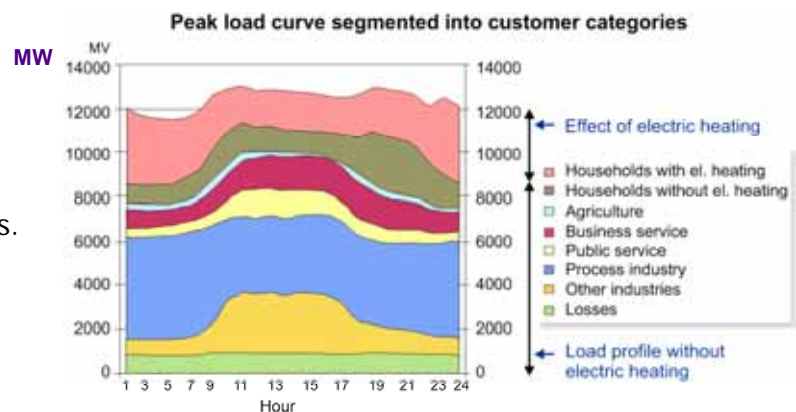
Miksi puhumme energiatehokkuudesta?

- Rakennusten energiankäytön tehokkuudelle ja erityisesti sen aiheuttamille päästöille monia kansainvälisiä ja kansallisia tavoitteita:
 - mm. VNK:n päästöjen lasku 80% 2050 mennessä 1990-tasosta
- Monitasoisia ratkaisuja tarvitaan eri sektoreilla kokonaisuutta unohtamatta:
 - Energiahuolto, korjausrakentaminen, uudisrakentaminen
 - Energiankäytön ja -huollon (tuotannon) yhteensovittaminen entistä tärkeämpi
 - Energiahuolto- ja talotekniikkaratkaisuilla nähtävissä keskeinen rooli
- Ymmärrettävä myös syy-seurausyhteydet, rakennusten suunnittelussa hyvä energiatehokkuus on seurasta varsinaisista tavoitteista:
 - hyvä sisäilmasto energiatehokkaasti!
- Rakennusten osuus on 41% koko EU:n energiankäytöstä (Eurostat)

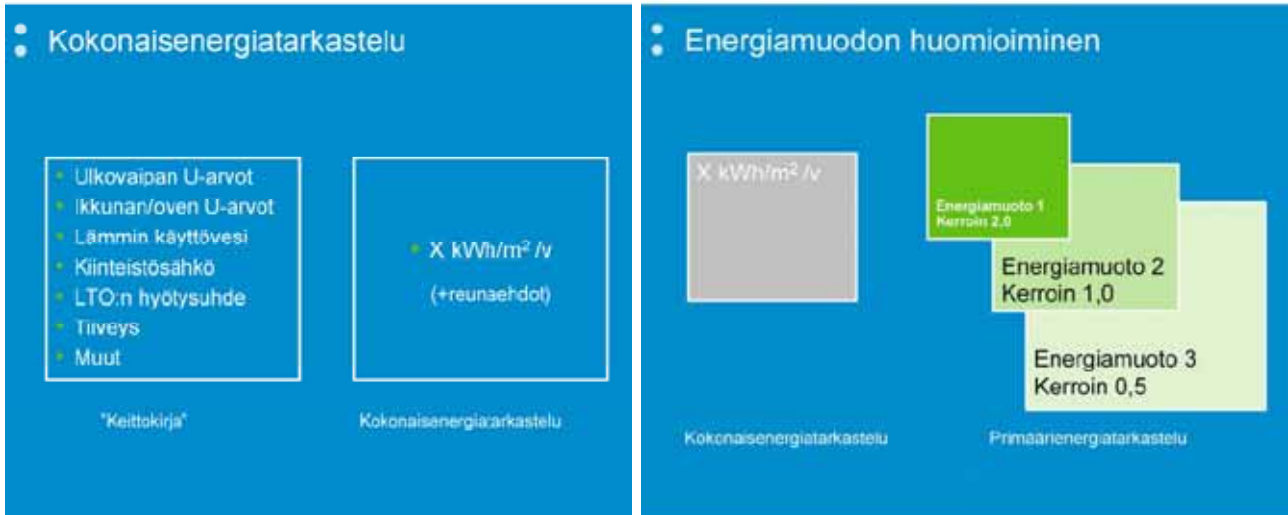
Löysät pois

Asuinrakennukset:

- Pientaloissa (51 % rakennusten lämmityksestä) korostuvat johtumishäviöt ja siitä johtuen lämmitystavan merkitys (esim. sähkölämmitys vs. maalämpöpumppu 3:1)
- Suomessa on 0,7 miljoona "väärin" lämmitettyä pientaloa
 - 500 000 suora sähkö
 - 200 000 vesikiertoinen sähkö
 - 300 000 öljy
 - 100 000 biopolttoaine/kaukolämpö/lämpöpumput
- Kerrostaloissa (21 % rakennusten lämmityksestä) korostuu lämpimän käyttöveden lämmitys ja sähkönkulutus:
 - Sähköiset märkätilalattialämmitykset (RakMk ei ota mitenkään kantaa)
 - Sähköiset ilmanvaihdon jälkilämmitykset (RakMk ei ota mitenkään kantaa)
 - Lämpimän käyttöveden suuri osuus lämmityksestä
 - Kodinkoneet, puhaltimet ja valaistus
- Muissa rakennuksissa (toimisto-, liike- julkiset rakennukset) korostuu sähkönkäytön merkitys
 - Ilmastointi, valaistus ja laitteet



Rakentamismääräykset 2012



(Vapaavuori, Asuntoforum 2008)

SITRA

Jarek Kurnitski 20.11.2009

© Sitra 2009

Rakennusten energiatehokkuuden määrittäminen kokonaisenergiankulutusta kuvaavalla energiatehokkuusluvulla

- ET-luku laskee yhteen kaikki ostoenergiat yhdeksi tunnusluvuksi relevanteilla energiamuotojen kertoimilla painotettuna (EN 15603)
- Oikeat energiamuotojen kertoimet keskeinen asia energiatehokkuusvaatimusten ohjausvaikutuksen kannalta

| Ostoenergia | Rakennus A | Rakennus B |
|------------------------------------|------------|------------|
| Sähkö, kWh/(m ² a) | 100 | 50 |
| Kaukolämpö, kWh/(m ² a) | 50 | 100 |
| Yhteensä, kWh/(m ² a) | 150 | 150 |

- CO₂ päästöpohjaisilla energiamuotojen kertoimilla laskentuna (esimerkki):

| Ostoenergia | Rakennus A | Rakennus B |
|------------------------------------|------------|------------|
| Sähkö, kWh/(m ² a) | 100*2 | 50*2 |
| Kaukolämpö, kWh/(m ² a) | 50*0,7 | 100*0,7 |
| Yhteensä, kWh/(m ² a) | 235 | 170 |

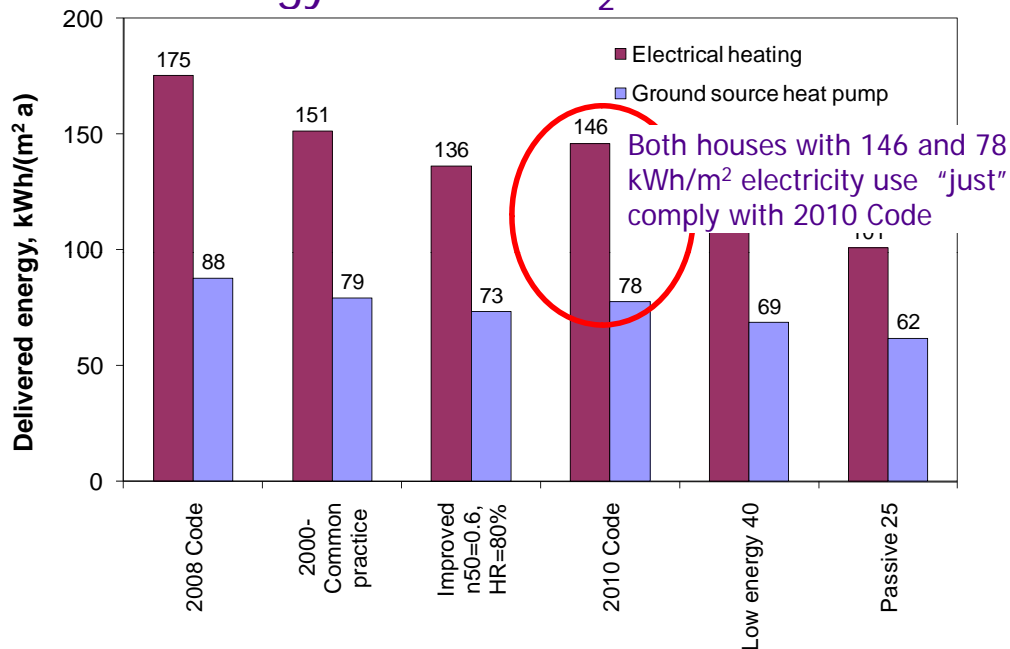
ET ≤ 200

SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

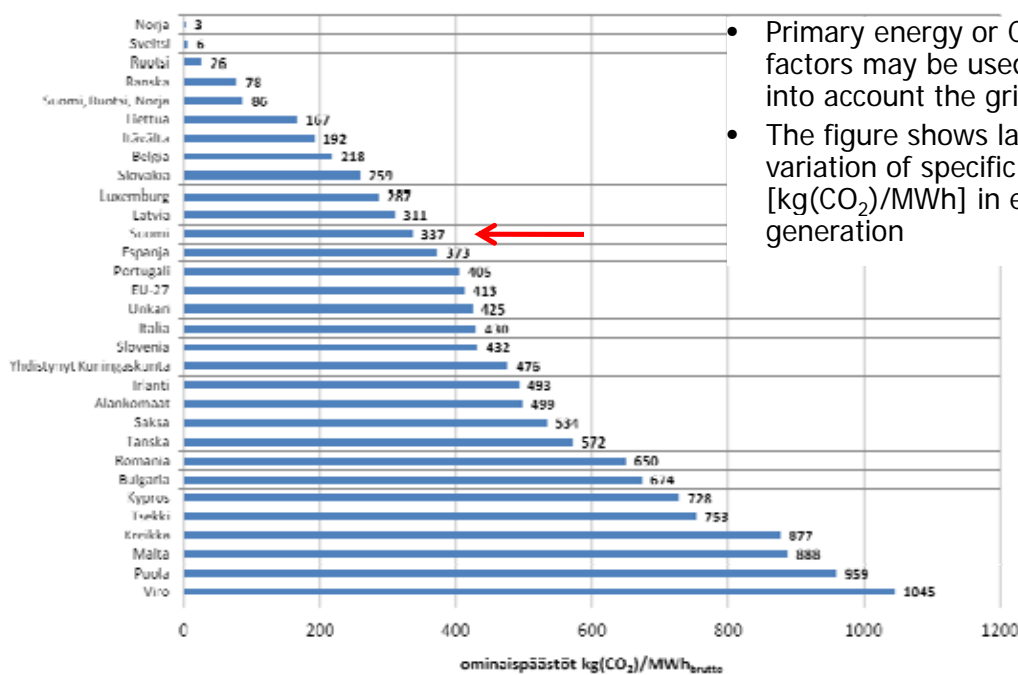
Example of component based regulation: limited control on energy use and CO₂-emissions



- Component based regulation in Finland: both detached houses with 146 and 78 kWh/(m²a) electricity use comply with 2010 building code!
- Emission based/primary energy requirements to be launched in 2012

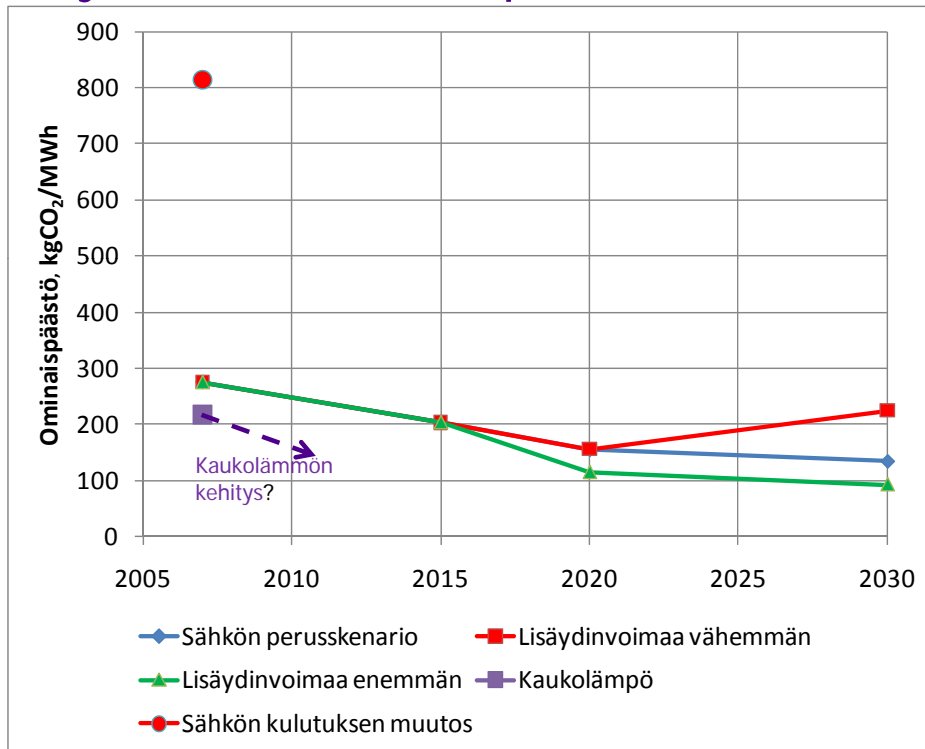
Factors vs. grid efficiency

Sähkötuotannon CO₂-ominaispäästökertoimet Euroopassa vuonna 2006
 Tilastoaineisto: Eurostat 2009



- Primary energy or CO₂ based factors may be used to take into account the grid efficiency
- The figure shows large variation of specific emissions [kg(CO₂)/MWh] in electricity generation

Sähkön ja kaukolämmön päästöt



SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

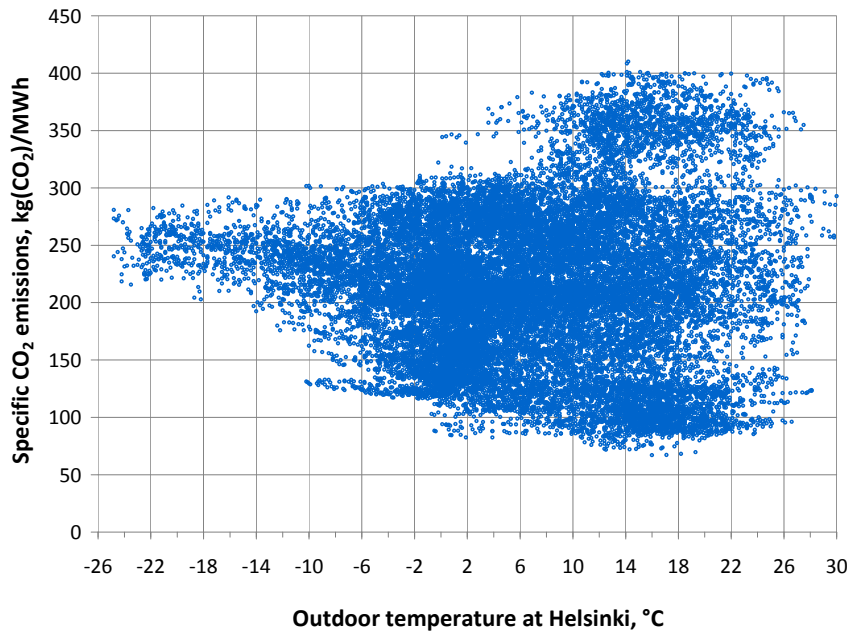
Arvio Suomen sähköntuotannon CO₂-ominaispäästöistä lähitulevaisuudessa

Energiateollisuus ry/Pöyry: Sähköntuotantoskenaariot vuoteen 2030

| | Perusskenaario | | | | Lisäydinvoimaa vähemmän -skenaario | | | |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2007 | 2015 | 2020 | 2030 | 2007 | 2015 | 2020 | 2030 |
| | TWh | TWh | TWh | TWh | TWh | TWh | TWh | TWh |
| Vesivoima | 14,0 | 14,0 | 15,0 | 16,8 | 14,0 | 14,0 | 15,0 | 16,8 |
| Tuulivoima | 0,2 | 2,0 | 4,5 | 7,5 | 0,2 | 2,0 | 4,5 | 7,5 |
| Ydinvoima | 22,5 | 34,6 | 47,4 | 56,4 | 22,5 | 34,6 | 47,4 | 43,5 |
| Kaukolämpö yhteistuotanto | 14,5 | 18,1 | 21,1 | 20,1 | 14,5 | 18,1 | 21,1 | 20,4 |
| Teollisuus yhteistuotanto | 12,1 | 15,0 | 15,5 | 15,3 | 12,1 | 15,0 | 15,5 | 15,3 |
| Erillinen sähköntuotanto | 14,5 | 10,5 | 8,6 | 6,8 | 14,5 | 10,5 | 8,6 | 15,0 |
| Tuotanto | 77,8 | 94,2 | 112,1 | 122,9 | 77,8 | 94,2 | 112,1 | 118,5 |
| Nettotuonti | 12,6 | 6,9 | -5,6 | -8,2 | 12,6 | 6,9 | -5,6 | -3,9 |
| Kulutus | 90,3 | 101,0 | 106,5 | 114,6 | 90,3 | 101,0 | 106,5 | 114,6 |
| | Mt | Mt | Mt | Mt | Mt | Mt | Mt | Mt |
| Tuotannon CO ₂ -päästöt | 17,6 | 15,7 | 14,2 | 13,5 | 17,6 | 15,7 | 14,3 | 21,8 |
| | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh | kg/MWh |
| Tuotannon CO₂-ominaispäästöt (energiamenetelmä) | 226 | 167 | 127 | 110 | 226 | 167 | 128 | 184 |

Yhteistuotannon polttoaine-energia ja päästöt on skenaarioissa laskettu energiamenetelmällä. Skenaarioiden vuoden 2007 lukuarvo on hieman Tilastokeskuksen tilastoista määritettyä vastaavaa arvoa pienempi: Tilastokeskuksen energiamenetelmällä määritetyt ominaispäästöt olivat vuonna 2007 240 kg/MWh (noin 6 % suuremmat). Hyödynjakomenetelmällä lasketut arvot ovat tyypillisesti noin 15–20 % energiamenetelmällä määritettyjä arvoja suurempia. Seuraavassa kuvassa lukuarvot on muunnettu ensin Tilastokeskuksen energiamenetelmän tasoon ja sitten hyödynjakomenetelmää vastaavalle tasolle (hyödynjakomenetelmä = 1,06 · 1,15 energiamenetelmä).

Specific CO₂ emissions of total electricity generation as a function of outdoor temperature 2006–2008



- Generation of separate conventional thermal power in Finland can be high in summer period due to shortage of hydro power and lack of CHP which is generated against heat load of district heating

Demand change allocation for 2007

- We have calculated the demand change allocation an hour by hour for the current situation (2007) according to the order of variable cost of production sources

Specific CO₂ emissions by new or non-appearing electricity use (demand change) for current situation

| Current situation (year 2007) | Total electricity generation | Separate conventional thermal power | CHP electricity generation | Industrial CHP | Weighted average specific emission |
|--|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| Specific emission kg(CO ₂)/MWh | 279 | 893 | 439 | 190 | 814 |
| Share of the demand change | | 90 % | 2 % | 0 % | |

- Results show that during 90% of the time of the year the demand change will be allocated to the separate conventional thermal power, 2% to CHP and the rest for carbon-neutral production (not shown in the Table). This means that an hourly weighted specific emissions by new or non-appearing electricity use is as high as 814 kg(CO₂)/MWh that is average emission of total generation by factor 3.

Scenario of 1600 MW new nuclear energy

- We calculated a simple scenario, where new 1600 MW of nuclear energy will **replace only separate conventional thermal power with no changes in energy demand structure**. If hourly amount of the thermal power is less than 1600 MW, additional nuclear power is pushed in the market and this surplus is not taken into account in this simple scenario (there are not very many such hours available).

Specific CO₂-emissions of the demand change for the scenario where 1600 MW new nuclear energy replaces only separate conventional thermal power

| 1600 MW new nuclear power replaces only separate conventional thermal power | Total electricity generation | Separate conventional thermal power | CHP electricity generation | Industrial CHP | Weighted average specific emission |
|---|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------------------------|
| Specific emission kg(CO ₂)/MWh | 137 | 893 | 439 | 190 | 466 |
| Share of the demand change | | 24 % | 57 % | 0 % | |

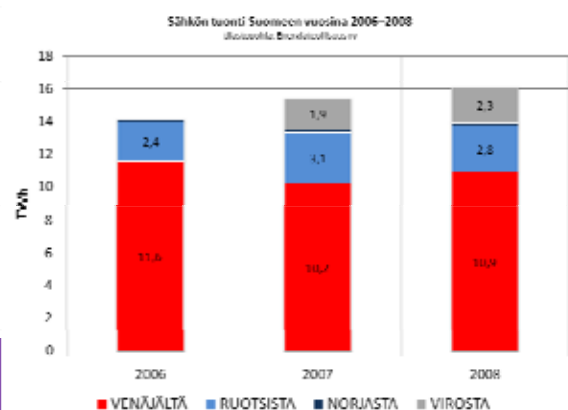
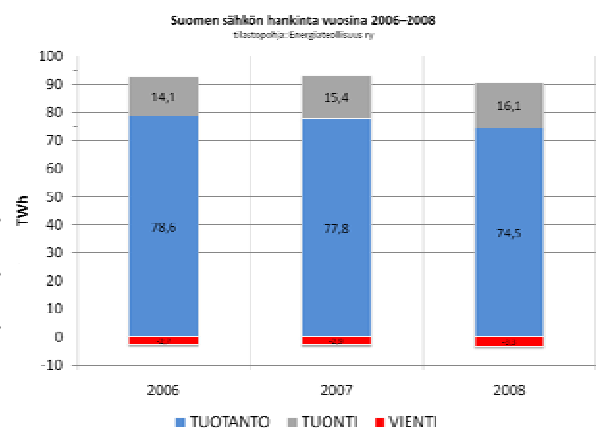
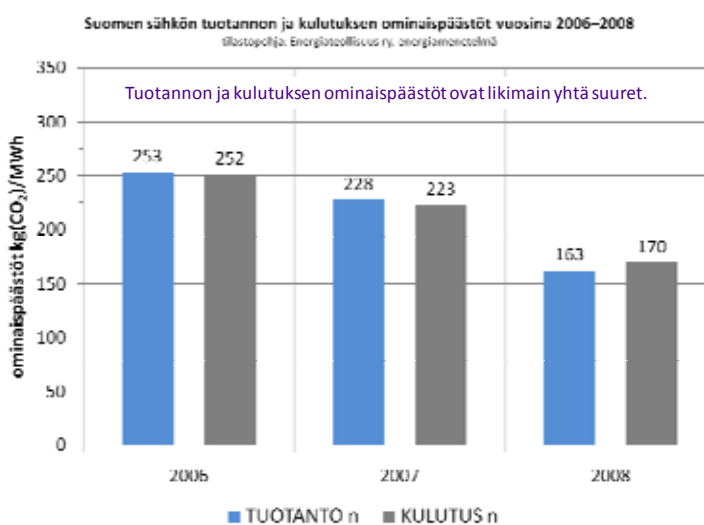
- 1600 MW new nuclear power will decrease in this scenario an average specific emission by almost of factor 2, and only during 24% of the time the demand change will be allocated to the thermal power and 57% to CHP, resulting as specific emission of 466 kg(CO₂)/MWh of the demand change.

SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Suomen sähköhankinnan päästötase



SITRA

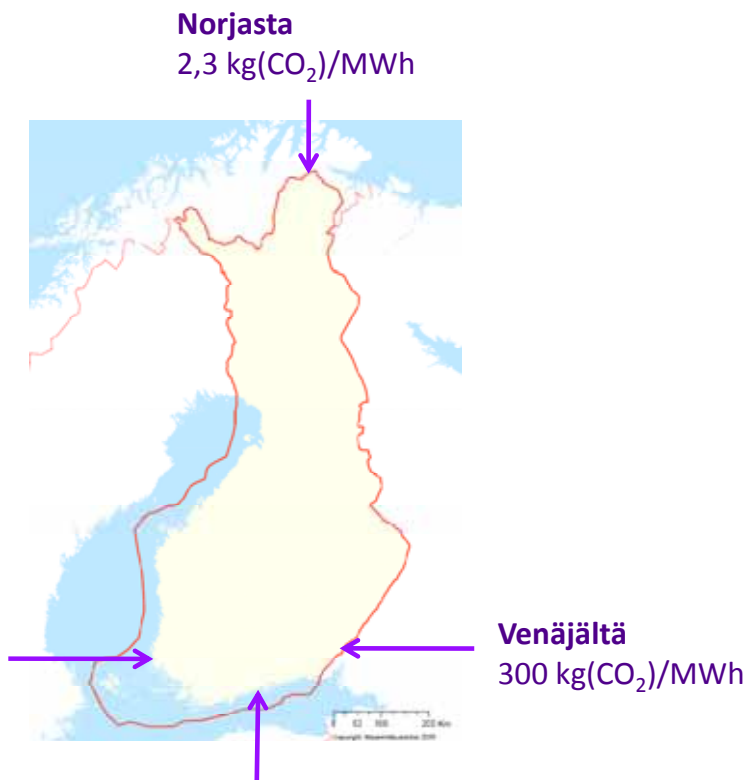
© Sitra 2009

Vienti Suomesta

2006: 194–360 kg(CO₂)/MWh
 2007: 112–279 kg(CO₂)/MWh
 2008: 112–238 kg(CO₂)/MWh

Tuodun sähkön tuottamisen päästöt lasketaan mukaan Suomen sähkön hankinnan päästöihin.

Suomesta viedään sähköä ja päästöjä Suomen tuotannon keskimääräisillä ominaispäästöillä. Sähköntuotannon ominaispäästöjen kuukausittainen vaihtelu huomioitu.

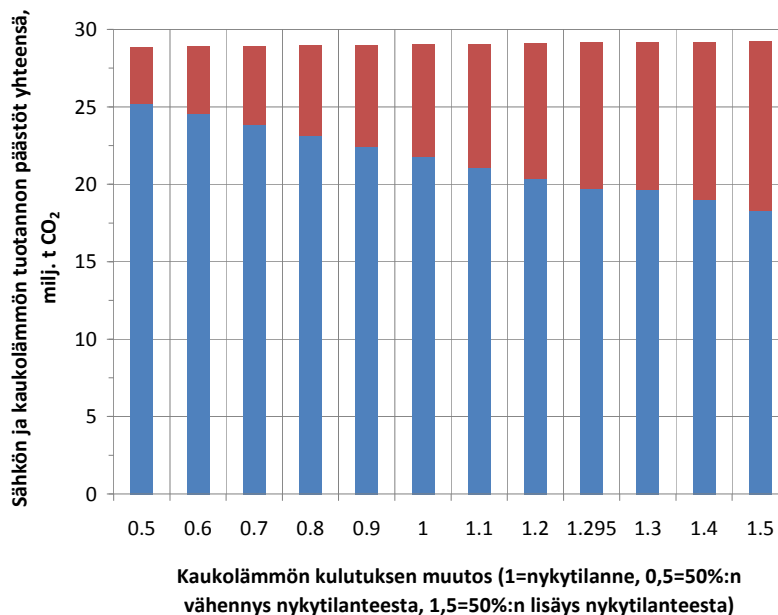


Venäjä: IEA 2006, IPCC vakiokertoimet
 Viro: IEA 2006, IPCC vakiokertoimet
 Norja: IEA 2006, IPCC vakiokertoimet
 Ruotsi: Statistics Sweden (ka. 06 ja 07), kansalliset kertoimet
 Suomi: Energiateollisuus ry, kuukausikeskiarvot (energiamenetelmä)

Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Kaukolämmön kulutuksen muutoksen vaikutus CO₂-päästöihin (sähköntuotanto pysyy vakiona) – nykytilanne/2007 data

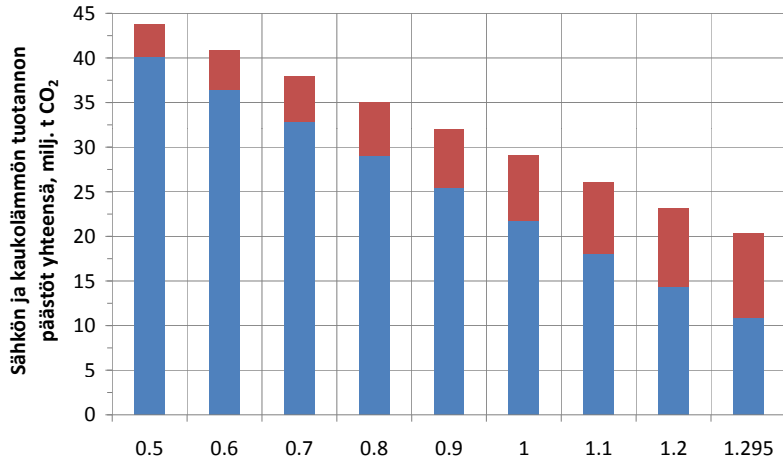


(TKK Kestävä energia KesEn tutkimus)

- SÄHKÖNTUOTANNON PÄÄSTÖT (milj. t) ■ KAUKOLÄMMÖN PÄÄSTÖT (milj. t)
- Erillinen lämpövoima vaihtoehtona kaukolämmön yhteistuotantosähkölle, laskettu Tilastokeskuksen v. 2007 vuositilastoista hyödynjakomenetelmällä
- Kaukolämmön kulutuksen muutos ei vaikuta Suomen päästöihin nykyisellä energiatuotantorakenteella (28,9-29,2 t -50% ja +50% välillä)

Sähkölämmitys korvaa kaukolämpöä tai päinvastoin (kokonaiskulutus vakio) – nykytilanne/2007 data

Erillinen lämpövoima vaihtoehtona sekä kaukolämmön yhteistuotantosähkölle että kaukolämmölle
laskettu Tilastokeskuksen vuosilastoista (hyödynjakomenetelmä)



(TKK Kestävä energia KesEn tutkimus)

Kaukolämmön kulutuksen muutos (1=nykytilanne, 0,5=50%:n vähennys nykytilanteesta, 1,5=50%:n lisäys nykytilanteesta)

■ SÄHKÖTUOTANNON PÄÄSTÖT (milj. t) ■ KAUKOLÄMMÖN PÄÄSTÖT (milj. t)

- Esim. 10%:n kaukolämmön kulutuksen lisäys alentaa päästöjä merkittävästi (vrt. sähköisten mukavuuslattialämmitysten korvaaminen)
- 1,295 kertoimella erillinen lämpövoima on vuositasolla nolla

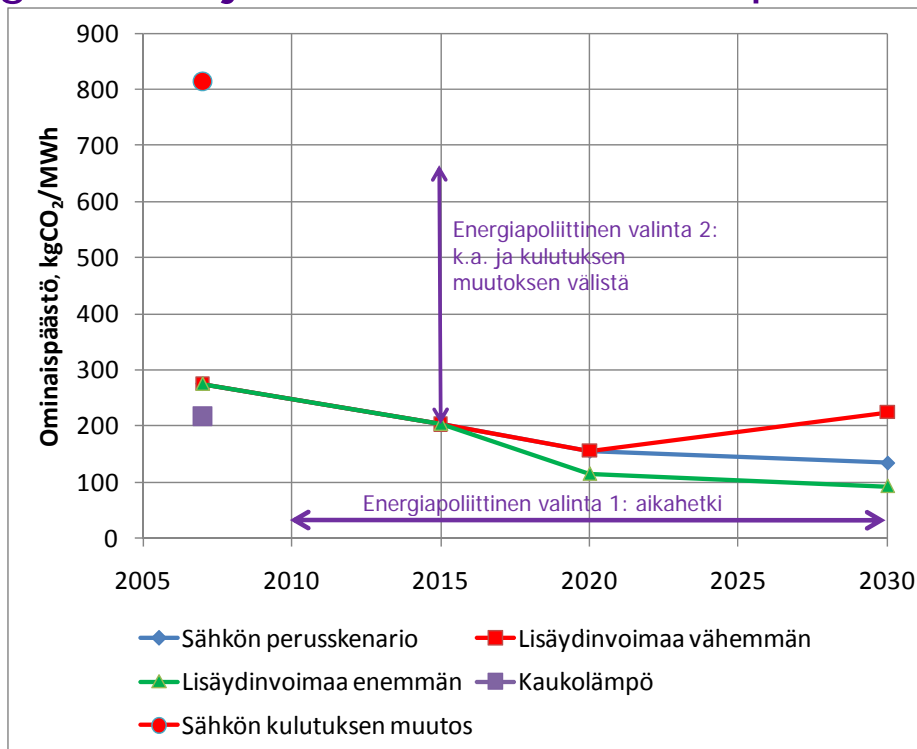
SITRA

2.12.2009

Jarek Kurnitski

© Sitra 2009

Energiamuotojen kertoimien valintaperusteet



SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Energiamuotojen kertoimet

- Voidaan määrittää ominaispäästöistä esim. kevyen polttoöljy ominaispäästön suhteessa
- B85 raportti :

| | |
|--------------------------|-----|
| Sähkö | 2,0 |
| Kaukolämpö | 0,7 |
| Kaukojäähdytys | 0,4 |
| Fossiiliset polttoaineet | 1,0 |
| Uusiutuvat polttoaineet | 0,5 |

- Uusiutuvien kerroin lisätty vain kokonaisuuden takia (tämä lukuarvo lähes kokonaan energiapoliittisen päätöksen kysymys)

(Raportti B85, Rakennusten energiatehokkuuden osoittaminen kiinteistöveron porrastusta varten. Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikka, Espoo 2009)

Kokonaisenergiatarkastelu laskennallisesti vaikeaa?

- Ei välttämättä, esim. B85 raportin vaihtoehtoinen osoittamistapa pientaloille, jolloin energiatehokkuusluku voidaan osoittaa ilman varsinaista energialaskelmaa arkkitehdin pinta-ala * U-arvo laskelmalla

Taulukko 1. Pientalojen rakennusvaipan enimmäis-ominaislämpöhäviöt eri lämmitystavoilla energiatehokkuuden vaihtoehtoista osoittamistapaa varten.

| Lämmitystapa | Ominaislämpöhäviö W/(K m ²) |
|--------------------------------|---|
| Maalämpöpumppu | 1,1 |
| Pellettikattila | 1,0 |
| Ilma-vesi ulkoilmalämpöpumppu | 0,90 |
| Kaukolämpö | 0,85 |
| Sähkölämmitys ja aurinkokeräin | 0,43 |

Rakennusten standardikäytön määrittely

Taulukko 3. Rakennusten standardikäyttö ja energialaskennassa käytettävät sisäiset lämpökuormat huoneistoalaa kohti.

| Rakennustyyppi | Käyttöaika | | | Käyttöaste, - | Valaistus W/m ² | Laitteet W/m ² | Ihmiset ^a W/m ² | Henkilötiheys m ² /hlö |
|-----------------------|-------------|-------|------|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| | kellonaika | h/24h | d/7d | | | | | |
| Pientalo | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,6 | 8 ^b | 3 | 2 | 43 |
| Asuinkerrostalo | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,6 | 11 ^b | 4 | 3 | 28 |
| Toimistorakennus | 07:30-18:30 | 11 | 5 | 0,65 | 12 ^c | 12 | 5 | 17 |
| Myymläarakennus | 08:00-21:00 | 13 | 6 | 1 | 19 ^c | 1 | 2 | 43 |
| Majoitusliikerakennus | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,3 | 14 ^c | 4 | 4 | 21 |
| Opetusrakennus | 08:00-16:00 | 8 | 5 | 0,6 | 18 ^c | 8 | 14 | 5 |
| Liikuntasali | 08:00-22:00 | 14 | 5 | 0,6 | 18 ^c | 0 | 5 | 15 |
| Liikuntahalli | 08:00-22:00 | 14 | 7 | 0,5 | 12 ^c | 0 | 5 | 17 |
| Päiväkoti | 07:00-18:00 | 11 | 5 | 0,4 | 18 ^c | 4 | 23 | 3 |
| Terveyskeskus | 08:00-18:00 | 10 | 6 | 0,6 | 12 ^c | 15 | 6 | 14 |
| Sairaala | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,6 | 9 ^c | 9 | 8 | 11 |

^a ei sisällä latenttia lämpöä, kokonaislämmönluovutus saadaan jakamalla kertoimella 0,6

^b asuinrakennusten valaistuksen käyttöaste on 0,1

^c ohjearvo uudisrakennuksille ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä

Laskentamenetelmän rakenne

- Luotettava energialaskenta edellyttää lähinnä:
 - Hyvin määriteltyä rakennusten standardikäyttöä
 - Laskentasääntöjä ja ohjearvoja
 - Vaatimuksia laskentatyökaluille (markkinaehtoinen lähestymistapa)
- Energiamuotojen kertoimilla painotettujen kokonaisenergiankulutusten muodostuminen:

| Ominaiskulutus, kWh/(m ² a) | Pientalo | Asuin-kerrostalo | Toimistorakennus | Kauppakeskus | Hotelli | Koulu-rakennus | Liikuntasali | Liikuntahalli | Päiväkoti | Terveyskeskus | Sairaala |
|--|----------|------------------|------------------|--------------|---------|----------------|--------------|---------------|-----------|---------------|----------|
| Tilojen lämmitys | 28 | 21 | 36 | 4 | 9 | 39 | 41 | 48 | 59 | 21 | 57 |
| Ilmanvaihdon lämmitys | 2 | 17 | 11 | 40 | 26 | 27 | 19 | 40 | 15 | 17 | 42 |
| LKV:n valmistus | 18 | 40 | 6 | 4 | 40 | 11 | 11 | 20 | 25 | 20 | 30 |
| Puhallimet ja pumput | 5 | 10 | 15 | 35 | 35 | 25 | 28 | 23 | 23 | 25 | 54 |
| Valaistus | 7 | 10 | 22 | 77 | 37 | 23 | 39 | 31 | 21 | 23 | 47 |
| Laitteet | 16 | 21 | 24 | 4 | 11 | 10 | 0 | 0 | 5 | 28 | 47 |
| Jäähdytys (sähköä) | 3 | 4 | 9 | 10 | 13 | 5 | 0 | 0 | 0 | 18 | 50 |
| Lämpöenergia yhteensä | | 78 | 53 | 48 | 75 | 77 | 71 | 108 | 99 | 58 | 129 |
| Sähköenergia yhteensä | 78 | 45 | 70 | 126 | 95 | 63 | 67 | 54 | 48 | 94 | 199 |
| Lämpöenergian kerroin | | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Sähköenergian kerroin | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Painotettu ominaiskulutus | 157 | 144 | 178 | 285 | 243 | 179 | 185 | 183 | 166 | 228 | 488 |
| Pyöristetty E-luku | 160 | 145 | 180 | 290 | 250 | 180 | 190 | 190 | 170 | 230 | 500 |

Toimistoesimerkki (KesEn tutkimushanke TKK)

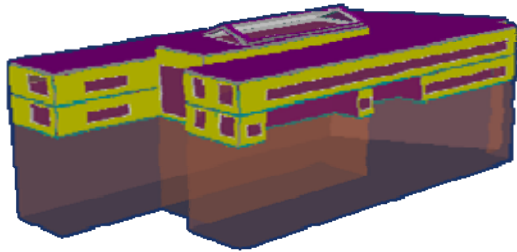


Toimistoesimerkki

- Huoneistoala 6245 htm², viisi kerrosta
- Ikkunoiden pinta-ala 35 % julkisivun alasta ja 19 % huoneistoalasta

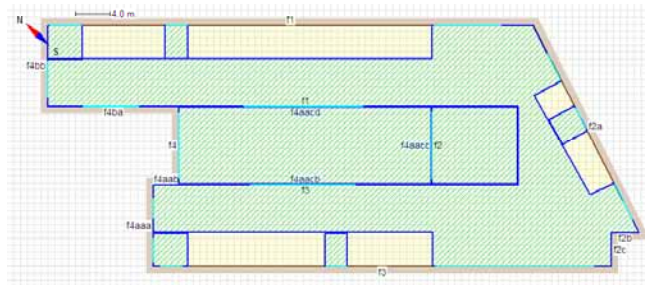
| Tapaukset | U – ARVOT [W/m ² K] | | | LTO [%] | Erillispoistojen LTO [%] |
|---|--------------------------------|----------|---------|---------|--------------------------|
| | Ulkoseinä | Yläpohja | Ikkunat | | |
| Normi2008 | 0.24 | 0.15 | 1.4 | 80 | 0 |
| Normaali (YIT) | 0.21 | 0.14 | 1.1 | 80 | 0 |
| Normi2010 | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 0 |
| Passiivi | 0.10 | 0.08 | -0,7 | 80 | 0 |
| Heikkompi vaippa | 0.40 | 0.25 | -0,7 | 80 | 0 |
| Normi 2010+Erillispoistojen LTO | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 60 |
| Normi 2010+Ulkopuolinen auringonsuojaus | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 0 |
| Normi 2010+Lasijulkisivu | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 0 |
| Normi 2010+Valaistuksen ohjaus | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 0 |
| Normi 2010+VAV | 0.17 | 0.09 | 1.0 | 80 | 0 |

Energiankulutuksen laskenta: IDA-ICE- malli

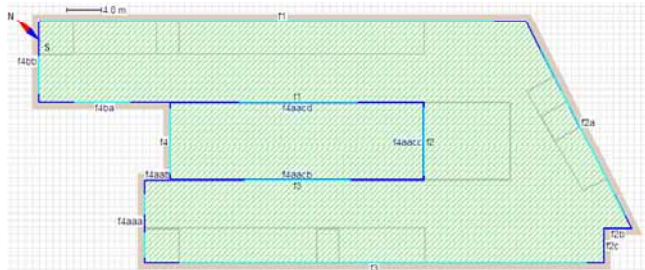


- 9 laskentavyöhykettä
- Säädäta: Helsinki 2001
- Lämmitys 21 ° C ja jäähdytys 25 ° C
- IV: 2,0 dm³/s/m² paitsi neuvotteluhuoneet 0,5-4,0 dm³/s/m²
- IV:n käyntiaika Ma-Pe klo 6-18
- Valaistus 12 W/m²
- Laitteet 150 W/hlö (tietokone)
- 1 hlö/huone, avotoimistot 0.1 hlö/m²
- Läsnaoloprofiilit 7-18

3. krs



4. krs



SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Eri laskentavaihtoehtojen ostoenergiat

| <i>kWh/htm2/a</i> | Normi 2010 | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Passiivi | Heikompi vaippa | Erillisp. LTO | Ulkop. auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohj. | VAV |
|---------------------|------------|------------|----------------|----------|-----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-----|
| Tilojen lämmitys | 25 | 37 | 30 | 18 | 34 | 16 | 26 | 35 | 27 | 24 |
| Tuloilman lämmitys | 10 | 11 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 11 | 11 | 2 |
| Tilojen jäähdytys | 17 | 16 | 16 | 15 | 12 | 17 | 15 | 30 | 10 | 31 |
| Tuloilman jäähdytys | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 4 |
| LKV | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Puhaltimet | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 17 | 15 | 15 | 15 | 6 |
| Pumput | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Valaistus | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 17 | 30 |
| Laitteet | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Lämmitys | 42 | 54 | 47 | 34 | 51 | 32 | 42 | 51 | 44 | 31 |
| Jäähdytys (COP=1) | 25 | 25 | 24 | 23 | 20 | 26 | 23 | 39 | 19 | 34 |
| Sähkö | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 71 | 69 | 69 | 57 | 60 |
| TOT | 136 | 147 | 139 | 126 | 140 | 128 | 134 | 159 | 119 | 126 |

| <i>kWh/htm2/a</i> | Normi 2010 | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Passiivi | Heikompi vaippa | Erillisp. LTO | Ulkop. auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohj. | VAV |
|-----------------------|------------|------------|----------------|----------|-----------------|---------------|-------------------|----------------|---------------|-----|
| Lämmitys 0.7 | 29 | 38 | 33 | 24 | 36 | 22 | 30 | 36 | 31 | 22 |
| Jäähdytys (kauko) 0.4 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 10 | 9 | 16 | 8 | 14 |
| Sähkö 2.0 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 141 | 138 | 138 | 113 | 120 |
| TOT | 177 | 185 | 180 | 171 | 182 | 174 | 176 | 189 | 151 | 156 |

SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Lisäinvestointien kannattavuus – Sähkön hinnanmuutos

sähkön hinta 0.10 €/kWh ja kaukolämmön hinta 0,055 €/kWh:

| | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Heikompi Vaippa | Normi 2010 | Passiivi | Erillisp. LTO | Ulkop. Auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohjaus | VAV |
|---|------------|----------------|-----------------|------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Lisäinvestointi - € | -123000 | -75400 | -58000 | 0 | 143000 | 19000 | 29884 | 802700 | 31380 | 197400 |
| Kustannuslisä - % | -1 % | -0,7 % | -0,5 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,2 % | 0,3 % | 7,1 % | 0,3 % | 1,7 % |
| Ostoenergia - kWh | 827315 | 781915 | 799876 | 752197 | 702235 | 703514 | 751223 | 848637 | 673920 | 655739 |
| Ostoenergia €/a | 67622 | 65036 | 65610 | 63552 | 60598 | 61453 | 63237 | 70393 | 55073 | 65574 |
| Säästöä suhteessa normitaloon €/a | -4070 | -1485 | -2059 | 0 | 2953 | 2098 | 315 | -6841 | 8479 | 6766 |
| Maksuaika 3% korolla (vuotta) | | | | - | yli 40 | 11 | yli 40 | ei ikinä | 4 | yli 40 |
| Aika kunnes epäkannattava 3% korolla (vuotta) | Alle 90 | Alle 500 | Alle 70 | - | | | | | | |

sähkön hinta 0.15 €/kWh ja kaukolämmön hinta 0,055 €/kWh:

| | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Heikompi Vaippa | Normi 2010 | Passiivi | Erillisp. LTO | Ulkop. Auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohjaus | VAV |
|---|------------|----------------|-----------------|------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Lisäinvestointi - € | -123000 | -75400 | -58000 | 0 | 143000 | 19000 | 29884 | 802700 | 31380 | 197400 |
| Kustannuslisä - % | -1 % | -0,7 % | -0,5 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,2 % | 0,3 % | 7,1 % | 0,3 % | 2 % |
| Ostoenergia - kWh | 827315 | 781915 | 799876 | 752197 | 702235 | 703514 | 751223 | 848637 | 673920 | 655739 |
| Ostoenergia €/a | 92199 | 89515 | 89630 | 88197 | 85016 | 86742 | 87591 | 96745 | 75081 | 79808 |
| Säästöä suhteessa normitaloon €/a | -4002 | -1318 | -1433 | 0 | 3181 | 1455 | 606 | -8548 | 13116 | 8389 |
| Maksuaika 3% korolla | | | | - | yli 40 | 17 | yli 40 | ei ikinä | 3 | 40 |
| Aika kunnes epäkannattava 3% korolla (vuotta) | Alle 90 | Alle 500 | Alle 500 | - | | | | | | |

sähkön hinta 0.20 €/kWh ja kaukolämmön hinta 0,055 €/kWh:

| | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Heikompi Vaippa | Normi 2010 | Passiivi | Erillisp. LTO | Ulkop. Auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohjaus | VAV |
|---|------------|----------------|-----------------|------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Lisäinvestointi - € | -123000 | -75400 | -58000 | 0 | 143000 | 19000 | 29884 | 802700 | 31380 | 197400 |
| Kustannuslisä - % | -1 % | -0,7 % | -0,5 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,2 % | 0,3 % | 7,1 % | 0,3 % | 2 % |
| Ostoenergia - kWh | 827315 | 781915 | 799876 | 752197 | 702235 | 703514 | 751223 | 848637 | 673920 | 655739 |
| Ostoenergia €/a | 116776 | 113994 | 113649 | 112842 | 109433 | 112031 | 111946 | 123098 | 95088 | 102830 |
| Säästöä suhteessa normitaloon €/a | -3934 | -1152 | -807 | 0 | 3409 | 811 | 896 | -10256 | 17754 | 10012 |
| Maksuaika 3% korolla | | | | - | yli 40 | 40 | yli 40 | ei ikinä | 2 | 31 |
| Aika kunnes epäkannattava 3% korolla (vuotta) | Alle 100 | Alle 500 | Alle 500 | - | | | | | | |

SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Lisäinvestointien kannattavuus - Sähkön ja kaukolämmön hinnanmuutos

sähkön hinta 0.15 €/kWh ja kaukolämmön hinta 0,085 €/kWh:

| | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Heikompi Vaippa | Normi 2010 | Passiivi | Erillisp. LTO | Ulkop. Auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohjaus | VAV |
|---|------------|----------------|-----------------|------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Lisäinvestointi - € | -123000 | -75400 | -58000 | 0 | 143000 | 19000 | 29884 | 802700 | 31380 | 197400 |
| Kustannuslisä - % | -1 % | -0,7 % | -0,5 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,2 % | 0,3 % | 7,1 % | 0,3 % | 2 % |
| Ostoenergia - kWh | 827315 | 781915 | 799876 | 752197 | 702235 | 703514 | 751223 | 848637 | 673920 | 655739 |
| Ostoenergia €/a | 102272 | 98285 | 99214 | 95976 | 91432 | 92674 | 95515 | 106393 | 83293 | 85667 |
| Säästöä suhteessa normitaloon €/a | -6297 | -2310 | -3239 | 0 | 4543 | 3301 | 460 | -10417 | 12682 | 10309 |
| Maksuaika 3% korolla | | | | - | yli 40 | 7 | yli 40 | ei ikinä | 3 | 29 |
| Aika kunnes epäkannattava 3% korolla (vuotta) | 30 | alle 150 | 27 | - | | | | | | |

sähkön hinta 0.20 €/kWh ja kaukolämmön hinta 0,11 €/kWh:

| | Normi 2008 | Normaali (YIT) | Heikompi Vaippa | Normi 2010 | Passiivi | Erillisp. LTO | Ulkop. Auringons. | Lasi-julkisivu | Valaist. ohjaus | VAV |
|---|------------|----------------|-----------------|------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Lisäinvestointi - € | -123000 | -75400 | -58000 | 0 | 143000 | 19000 | 29884 | 802700 | 31380 | 197400 |
| Kustannuslisä - % | -1 % | -0,7 % | -0,5 % | 0,0 % | 1,3 % | 0,2 % | 0,3 % | 7,1 % | 0,3 % | 2 % |
| Ostoenergia - kWh | 827315 | 781915 | 799876 | 752197 | 702235 | 703514 | 751223 | 848637 | 673920 | 655739 |
| Ostoenergia €/a | 135244 | 130072 | 131221 | 127103 | 121197 | 122907 | 126473 | 140785 | 110145 | 113571 |
| Säästöä suhteessa normitaloon €/a | -8140 | -2969 | -4118 | 0 | 5906 | 4197 | 630 | -13682 | 16958 | 13532 |
| Maksuaika 3% korolla | | | | - | yli 40 | 5 | yli 40 | ei ikinä | 2 | 20 |
| Aika kunnes epäkannattava 3% korolla (vuotta) | 21 | 48 | 19 | - | | | | | | |

SITRA

Jarek Kurnitski 2.12.2009

© Sitra 2009

Toimistoesimerkin yhteenveto (KesEn tutkimushanke TKK)

- Vaipan lisälämmöneristäminen ei taloudellisesti kannattavaa. Ei sen takia, että rakentamiskustannukset olisivat niin suuria, mutta energiansäästö hyvin vähäinen. (Siis pientalotason lämmöneristys ei ole järkevä toimistorakennuksessa.)
- Tarpeenmukainen iv (VAV) ei vielä taloudellisesti kannattavaa
- Erillispoistojen LTO kannattava jo nyt
- Valaistuksen ohjaus kannattava jo nyt
- **Tulokset eivät ole herkkiä energian hinnan muutokselle**

Johtopäätökset

- Rakennusten energiatehokkuuden päästöohjausta odotetaan 2012 rakentamismääräyksiin
- Lisäksi voi tulla erillistavoitteita nollaenergiataloille rakennusten energiatehokkuusdirektiivin vaatimana
- Kokonaisenergiatarkastelu ilman energiamuotojen kertoimia ei välttämättä ohjaa päästöjen alenemiseen
- Energiamuotojen kertoimet muuttuvat ajassa ja ovat osittain rakentamisen ohjauksen kysymys, mutta niiden suuruusluokat tunnetaan jo nyt riittävän hyvin (B85 raportti)
- Rakentamisessa kokonaisenergiatarkastelu tarkoittaa vapaata kilpailua läpinäkyvillä pelisäännöillä:
 - Kaikki ratkaisut samalla viivalla – voidaan valita hankekohtaisesti kustannustehokkaimmat ratkaisut
 - 2012 samanaikainen energiatehokkuuden parantaminen ja rakentamiskustannusten aleneminen voi olla mahdollista