

Matti Alasaarela

**HIRSISEINÄN VARASTOITUVAN HIILEN
LASKENTA
SKENAARIO SEINÄN LÄMMÖNLÄPÄISYKERTOIMEN
KOMPENSOIMISESTA HIILINIELUN AVULLA**

ALKUSANAT

Kansainväliset sopimukset ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi kiristävät myös rakentamiseen kohdistuvia energiansäästövaatimuksia. Suomen Hirsitaloteollisuus Ry on etsinyt keinoja, joilla hirsirakentamisen ekologisuutta voidaan havainnollistaa luotettavaan tutkimustietoon pohjautuen. Tämä laskelma on tehty Hirsitaloteollisuus Ry:n toimeksiannosta.

Tutkimuksessa selvitetään hirsiseinään varastoituvan hiilen määrä. Seinästä muodostuu hiilinielu, joka voidaan katsoa massiivisen hirsirakenteen eduksi muihin seinärakenteisiin verrattuna

Hiilinielun vaikutusta voidaan arvioida seuraavan skenaarion avulla:

- lasketaan kuinka paljon lämmitysenergiaa voidaan tuottaa siten että energian tuotannon hiilidioksidipäästöt vastaavat edellä mainittua hiilinielua.
- jaetaan tämä energia 30, 40 ja 50 vuoden ajalle
- lasketaan erivahvuisten hirsiseinien lämmön hukka 30, 40 ja 50 vuoden aikana.
- lasketaan kuinka monta prosenttia tuotettu energia on suhteessa seinäneliön lämmönhukkaan tarkastelujakson aikana.
- lasketaan kompensoidut U-arvot hirsiseinälle

LÄHTÖARVOT

Massiivihirsiseinien valmistukseen käytetään Suomessa mäntyä (*Pinus sylvestris*) ja kuusta (*Picea abies*). Tarkastelu tehdään männystä valmistetulle hirsiseinälle. Kuusen hiilipitoisuus on hyvin lähellä männyn hiilipitoisuutta.

Männyn kuiva-ainepitoisuus on 409 kg/m³ [2]. Tarkasteltavien seinien paksuudet on valittu hirsitalotehtaiden käyttämistä yleisimmistä seinävahvuuksista.

Männyn hiilipitoisuus on 51.9%. Yksi kiintokuutiometri mäntyä sisältää hiiltä 212 kg [2].

Ulkoilman vuotuiseksi keskilämpötilaksi on oletettu +2 °C. Luku perustuu Suomen Rakennusmääräyskokoelman osan D5 säätietoliitteen taulukkoon 1. Ilmastovyöhyke III (Jyväskylä - Luonetjärvi).

Rakennuksen sisälämpötilan arvona on käytetty +21°C Ympäristöministeriön 19.6.2007 rakennusten energiatodistuksesta annetun asetuksen laskentaohjeiden mukaan.

1kg hiiltä (C) vastaa 3.67 kg hiilidioksidia (CO₂) [2].

Kaukolämmön päästökerroin on 220 kg/MWh ja sähkön päästökerroin 200kg/MWh [1][3]. Laskelmissa on käytetty päästökerrointa 210 kg/MWh (CO₂).

Vaikutukset on laskettu 30, 40 ja 50 vuoden käyttöikäoletuksilla.

Laskelmissa käytetyt seinien U-arvot on saatu hirsitalotehtailta.

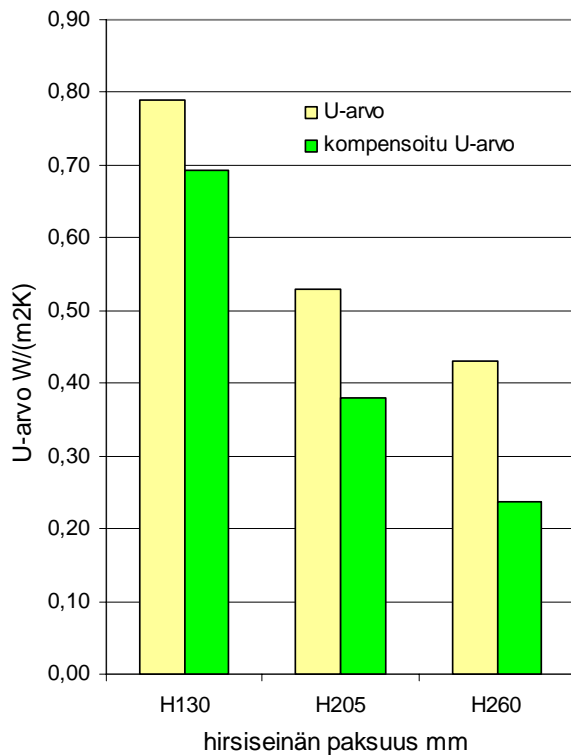
LASKELMA

Hiilinieluvaikutuksen laskentataulukko

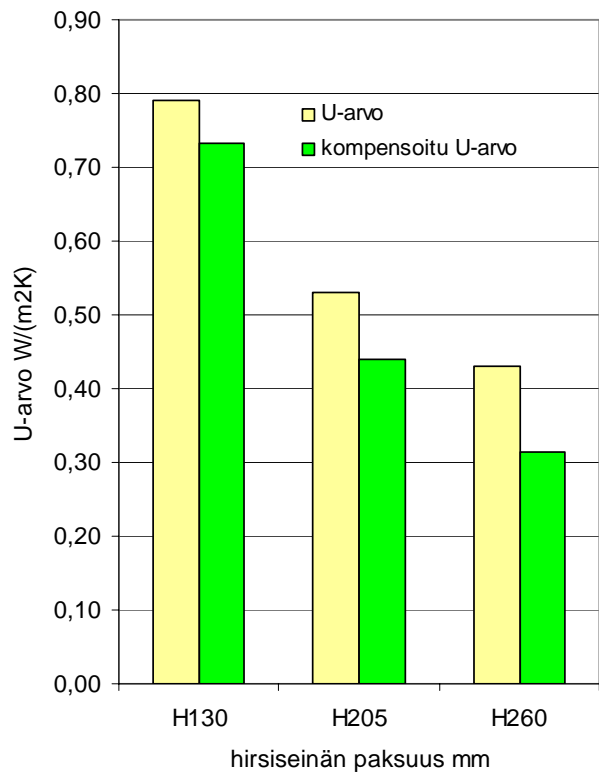
| seinän paksuus mm | U-arvo W/m ² K | Kuiva-aine-pitoisuus kg/m ² | hiili-sisältö kg/m ² | G W/m ² | Energiankulutus/m ² | | | | AC kWh | Hiilinielun päästöillä tuotettu energia kWh/vuosi | | | | | | hiilinielulla kompensoit U-arvot W/m ² K | | |
|-------------------|---------------------------|--|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|--------|---|------|------|---------------------------|-----|-----|---|------|------|
| | | | | | 1v kWh | 30v kWh | 40v kWh | 50v kWh | | /30v | /40v | /50v | % energiakulutuksesta 30v | 40v | 50v | 30v | 40v | 50v |
| 95 | 1,04 | 38,9 | 20,2 | 19,76 | 173 | 5193 | 6924 | 8655 | 352 | 12 | 9 | 7 | 7 | 5 | 4 | 0,97 | 0,99 | 1,00 |
| 120 | 0,85 | 49,1 | 25,5 | 16,15 | 141 | 4244 | 5659 | 7074 | 445 | 15 | 11 | 9 | 10 | 8 | 6 | 0,76 | 0,78 | 0,80 |
| 130 | 0,79 | 53,2 | 27,6 | 15,01 | 131 | 3945 | 5260 | 6574 | 482 | 16 | 12 | 10 | 12 | 9 | 7 | 0,69 | 0,72 | 0,73 |
| 135 | 0,77 | 55,2 | 28,7 | 14,63 | 128 | 3845 | 5126 | 6408 | 501 | 17 | 13 | 10 | 13 | 10 | 8 | 0,67 | 0,69 | 0,71 |
| 180 | 0,60 | 73,6 | 38,2 | 11,40 | 100 | 2996 | 3995 | 4993 | 668 | 22 | 17 | 13 | 22 | 17 | 13 | 0,47 | 0,50 | 0,52 |
| 200 | 0,55 | 81,8 | 42,5 | 10,45 | 92 | 2746 | 3662 | 4577 | 742 | 25 | 19 | 15 | 27 | 20 | 16 | 0,40 | 0,44 | 0,46 |
| 205 | 0,53 | 83,8 | 43,5 | 10,07 | 88 | 2646 | 3529 | 4411 | 760 | 25 | 19 | 15 | 29 | 22 | 17 | 0,38 | 0,42 | 0,44 |
| 220 | 0,50 | 90,0 | 46,7 | 9,50 | 83 | 2497 | 3329 | 4161 | 816 | 27 | 20 | 16 | 33 | 25 | 20 | 0,34 | 0,38 | 0,40 |
| 260 | 0,43 | 106,3 | 55,2 | 8,17 | 72 | 2147 | 2863 | 3578 | 965 | 32 | 24 | 19 | 45 | 34 | 27 | 0,24 | 0,29 | 0,31 |

G = lämpöenergiavirta seinän läpi oletuslämpötilaerolla
 AC= energiamäärä, jonka tuottaminen aiheuttaa hirsiseinän sisältämän ylimääräisen hiilen verran hiilidioksidipäästöjä

30 vuoden käyttö



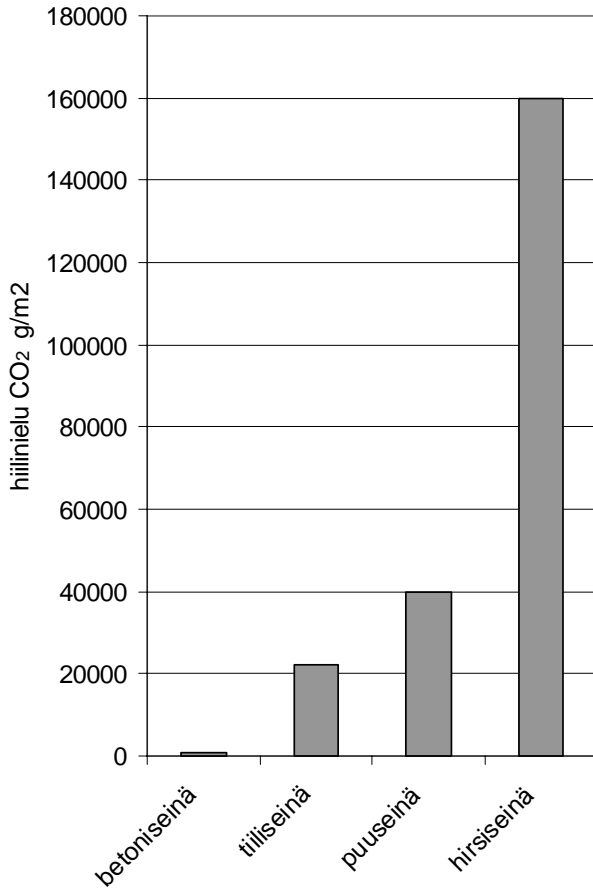
50 vuoden käyttö



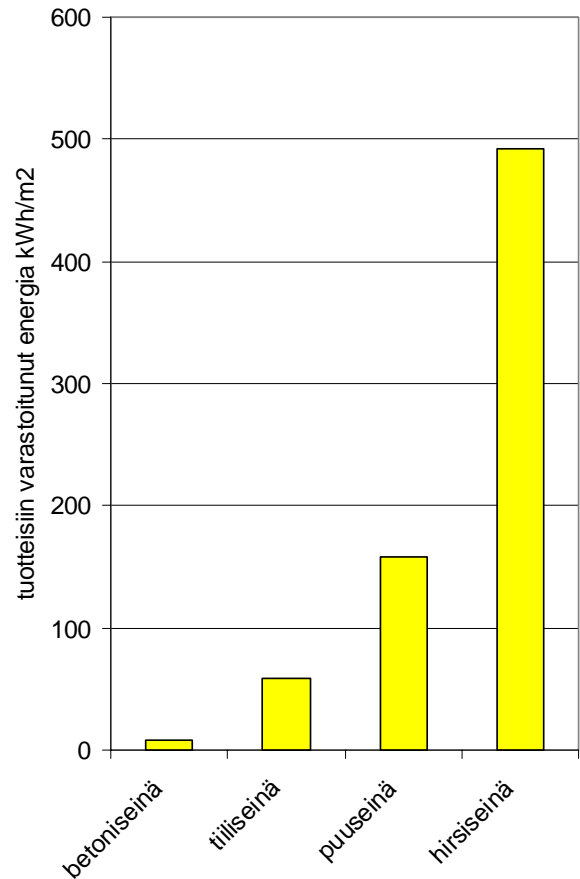
Kaavioissa vasemmanpuoleinen pylväs kuvaa hirsiseinän laskennallista U-arvoa ja oikeanpuoleinen hiilinielulla kompensoitua U-arvoa

VERTAILUA MUIHIN RAKENTEISIIN

Seinään varastoituneen hiilen määrä
hiilidioksidina yhtä seinäneliometriä kohden



Seinään varastoituneen energian määrä
kWh yhtä seinäneliometriä kohden.
Tämä energia voidaan hyödyntää energiajätteenä rakennuksen purkamisen jälkeen.



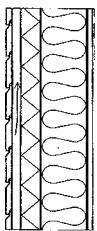
VERTAILLUT SEINÄRAKENTEET

puuseinä
0,22 W/m²K

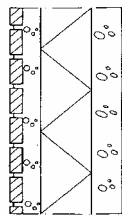
betoniseinä
0,21 W/m²K

tiiliseinä
0,21 W/m²K

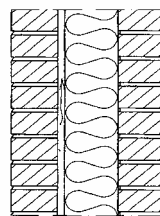
hirsiseinä
0,53 W/m²K



- maalaus
- lautaverhous 24
- koolaus 22x100k600
- tuulensuojavilla 50
- runko+min.villa 175
- höyrynsulku 0,2
- rakennuslevy 13



- tiililaatta 285x43x85
- betoni 42
- min.villaeriste 190
- betoni 100
- raudoite 6kg/m²
- saumabetoni
- saumausmassa
- saumanauha



- kalkkihiekkatiili 130
- muurauslaasti M00/600
- muuraussiteet 4kpl/m²
- tuuletusrako 30
- tuulensuojalevy 50
- lämmöneriste 150
- kahitiili 130
- muurauslaasti M100/600



- maalaus
- lamellihiirsi 205
- saumatiiviste

Vertailevat rakenteet on saatu RTS:n ympäristöselosteista

TULOSTEN TARKASTELUA

Hirsiseinän hiilinieluvaikutus lisääntyy eksponentiaalisesti seinän paksuuden kasvaessa. 130 mm:n vahvuisen hirsiseinän U-arvoon kompensoinnin vaikutus on suhteellisen pieni; 7-12%%. Toisaalta alle 200 mm:n vahvuisia massiivihirsiseiniä ei ympärivuotiseen asumiin rakennetuissa taloissa juuri käytetä. Sen sijaan paksuimman tarkastellun hirren kohdalla vaikutus on jo merkittävä, 30 vuoden jaksolle jaettuna 45% ja 50 vuodelle jaettunakin vielä 27%.

Puun käytön lisäämisestä on muitakin hyötyjä. Rakennusteollisuuden hukkapuuta käytetään yleisesti lämmön tuottamiseen, jolloin vastaava määrä fossiilisia polttoaineita korvautuu uusiutuvalla materiaalilla.

Puutuotteiden valmistaminen kuluttaa vähemmän fossiilisia polttoaineita ja aiheuttaa vähemmän päästöjä kuin muiden rakennusmateriaalien valmistus.

Elinkaaren lopussa puutuotteet eivät ole ongelma toisin kuin monet muut materiaalit.

Laskelma tarkastelee hirsiseinän ekologisuutta vain hiilen sidonnan kannalta. Puutuotteiden hiilinieluja ei lasketa mukaan Kioton pöytäkirjan päästövelvoitteisiin. Syynä tähän on se ettei hiilitaseen laskenta ja raportointiperiaatteista ole päästy yksimielisyyteen.

Tarkempi kuva hirsiseinän energiankulutuksesta ja päästöistä saadaan elinkaarianalyysin avulla.

Lähteet:

- [1] Pekka Pirilä & Aulis Ranne VTT Energia, Pekka Järvinen & Päivi Luoma Imatran Voima Oy, "Sähkölle Ympäristöluokittelu? Ympäristöluokittelun perusteita" VTT Espoo 1997
- [2] Pingoud & Perälä "Arvioita puurakentamisen kasvihuonevaikutuksesta" VTT Rakennustekniikka, Espoo 2000
- [3] Ulla Suomi, Janne Hietaniemi Motiva Oy, Matti Hellgren Kupari Energiapalvelut Oy "Yksittäisen kohteen CO₂-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO₂-päästökertoimet" Motiva Oy 2004
- [4] Hirsitaloteollisuus Ry www.hirsikoti.fi/1.3.php
- [5] Helsingin yliopisto, metsäekonomian laitos. Loppuraportti ympäristöklusterin tutkimusohjelmasta "Puu ilmastonmuutoksen hillitsijänä" Helsinki 2006