

Matti Alasaarela

**HIRSISEINÄÄN 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/m<sup>3</sup> [2]. Tarkasteltavien seinien paksuudet on valittu hirsitalotehtaiden käyttämistä yleisimmistä seinävahvuuksista.

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

Ulkoilman vuotuseksi 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 (CO<sub>2</sub>) [2].

Kaukolämmön päästökerroin on 220 kg/MWh ja sähkön päästökerroin 200kg/MWh [1][3]. Laskelmissa on käytetty päästökerrointa 210 kg/MWh (CO<sub>2</sub>).

Vaikutukset on laskettu 30, 40 ja 50 vuoden käyttöikäoletuksilla.

Laskelmissa käytetyt seinien U-arvot on saatu hirsitalotehtailta.

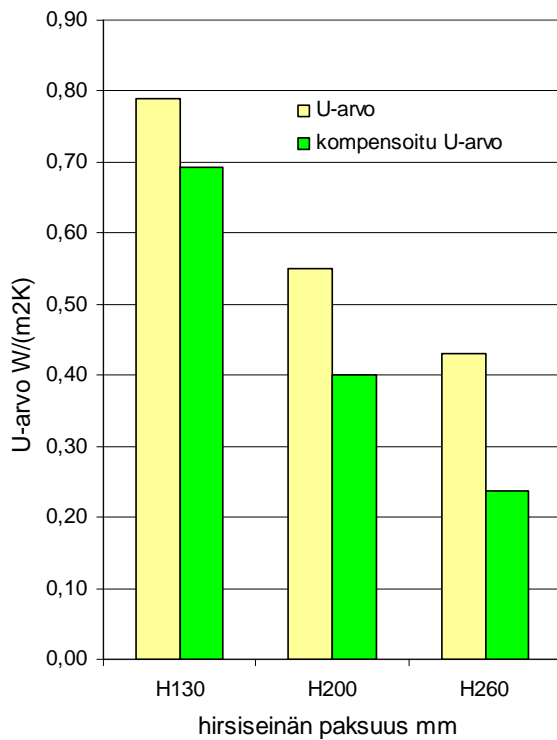
# LASKELMA

## Hiilinieluvaikutuksen laskentataulukko

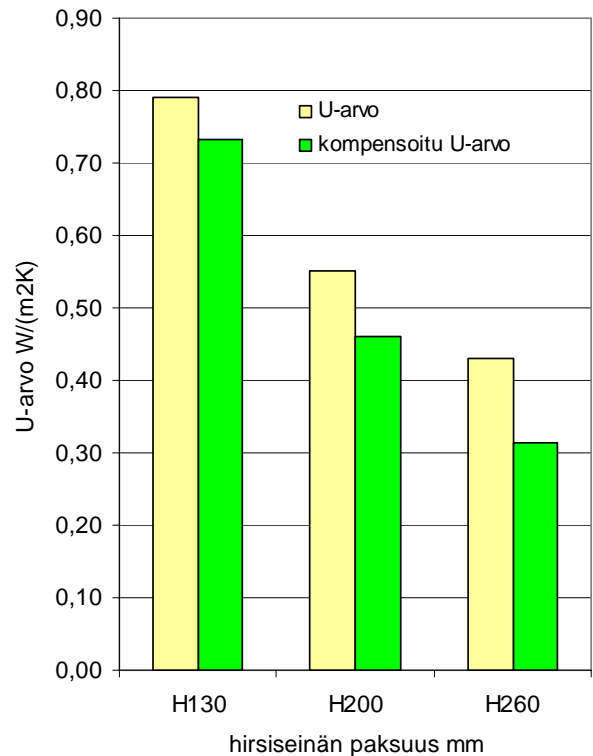
seinän paksuus mm	U-arvo W/m2K	Kuiva-ainepitoisuus kg/m2	hiili-sisältö kg/m2	G W/m2	Energiankulutus/m2				AC kWh	Hiilinielun päästöillä tuotettu energia kWh/vuosi						hiilinielulla kompensoit U-arvot W/m2K		
					1v kWh	30v kWh	40v kWh	50v kWh		/30v	/40v	/50v	% energiakulutuksesta 30v	40v	50v	30v	40v	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



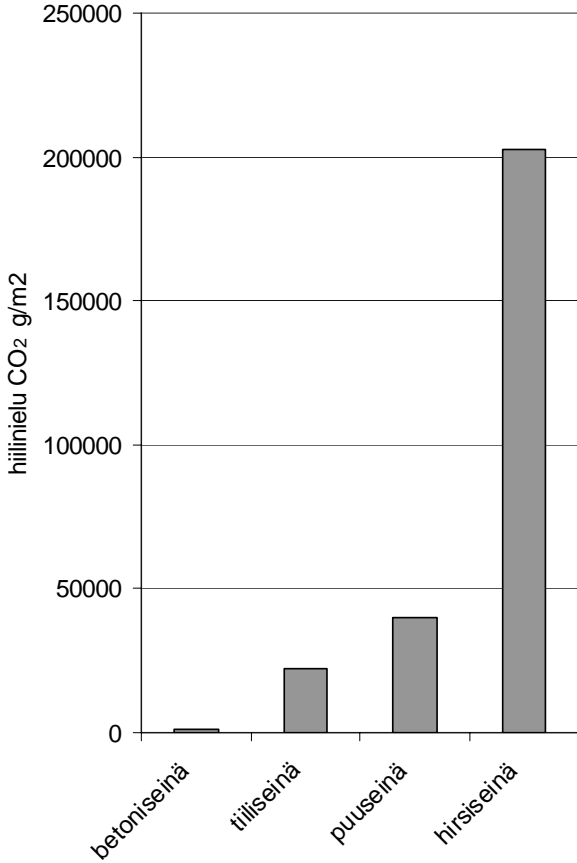
### 50 vuoden käyttö



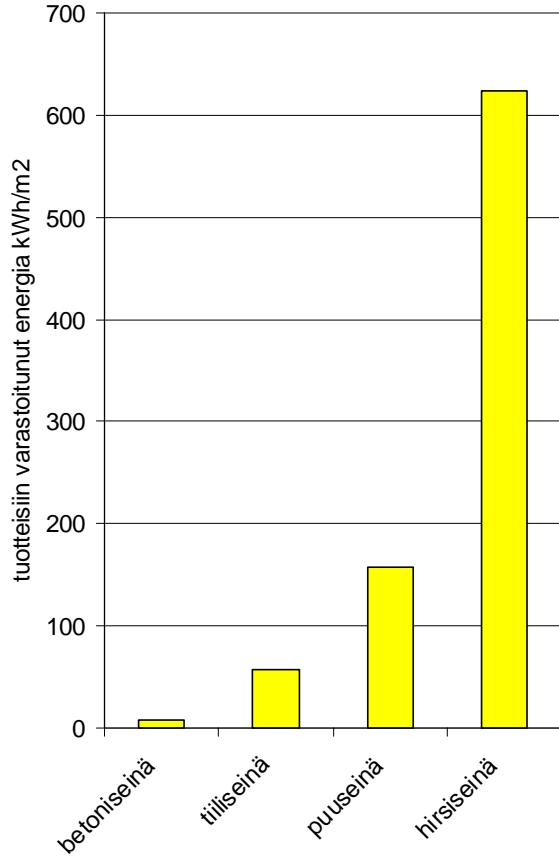
Kaavioissa vasemmanpuoleinen pylväs kuvaa hirsiseinän laskennallista U-arvoa ja oikeanpuoleinen hiilinielulla kompensoitua U-arvoa

## 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.



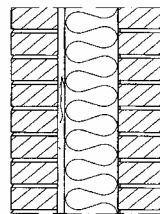
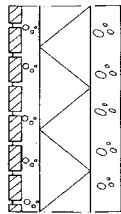
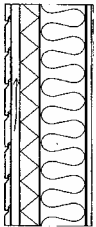
## VERTAILLUT SEINÄRAKENTEET

puuseinä  
0,22 W/m<sup>2</sup>K

betoniseinä  
0,21 W/m<sup>2</sup>K

tiiliseinä  
0,21 W/m<sup>2</sup>K

hirsiseinä  
0,41W/m<sup>2</sup>K



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

- tiililaatta285x43x85
- betoni 42
- min.villaeriste 190
- betoni 100
- raudoite 6kg/m<sup>2</sup>
- saumabetoni
- saumaussmassa
- saumanauha

- kalkkiahiekkatiili 130
- muurauslaasti M00/600
- muuraussiteet 4kpl/m<sup>2</sup>
- tuuletusrako 30
- tuulensuojalevy 50
- lämmöneriste 150
- kahitiili 130
- muurauslaasti M100/600

- maalaus
- liimahirsi 260
- 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 CO<sub>2</sub>-päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO<sub>2</sub>-päästökertoimet" Motiva Oy 2004
- [4] Hirsitaloteollisuus Ry [www.hirsikoti.fi/1.3.php](http://www.hirsikoti.fi/1.3.php)
- [5] Helsingin yliopisto, metsäekonomian laitos. Loppuraportti ympäristöklusterin tutkimusohjelmasta "Puu ilmastonmuutoksen hillitsijänä" Helsinki 2006