

# NATURECO2

**Esiselvitys vähähiilisistä ja luonnonmukaisista  
rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista**

**Työpaja tuotteiden käyttöpotentiaalista 29.11.2022**

**Hiilitaseita koskeva osa esityksestä**

**Projektipäällikkö/tutkija ark. Mikael Westermarck**

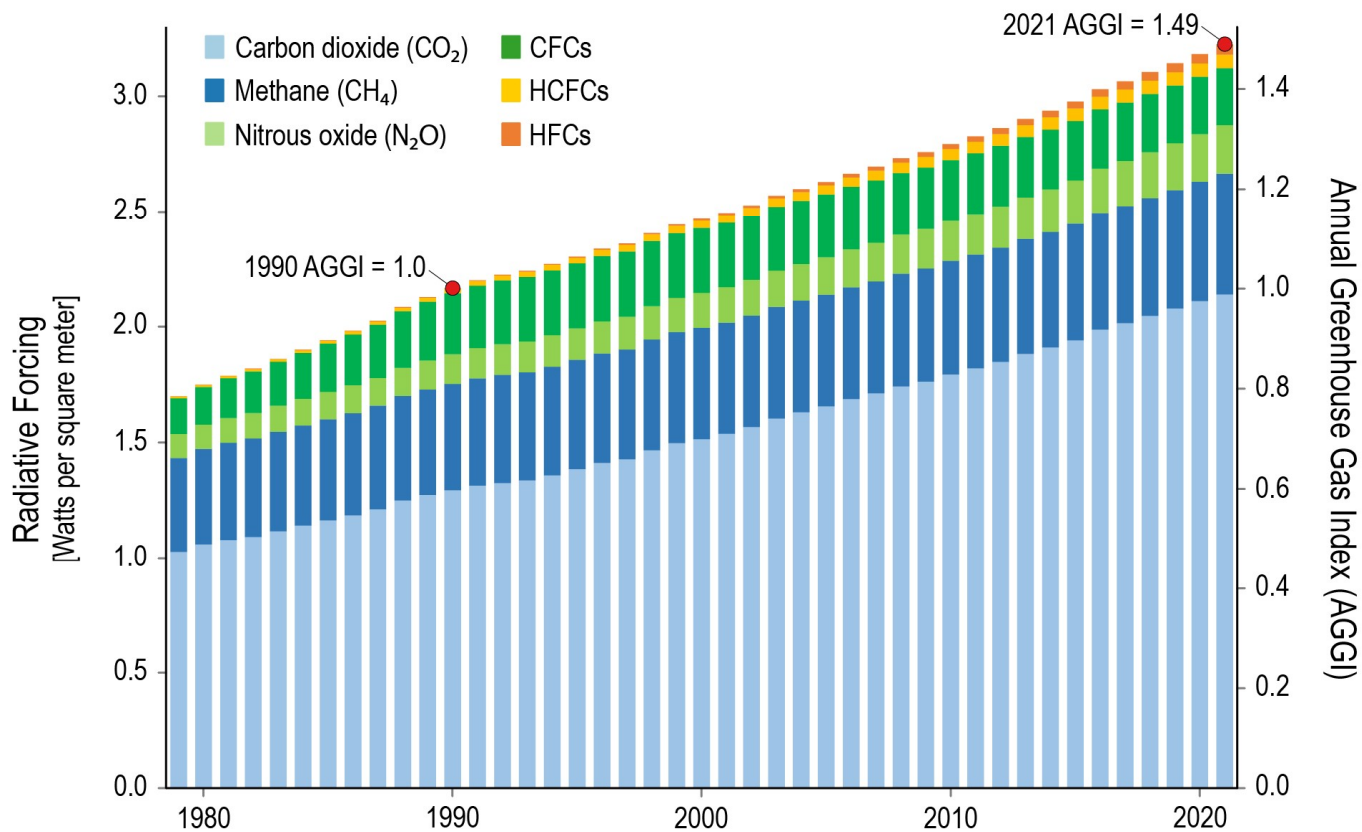


Euroopan unionin rahoittama –  
NextGenerationEU

NatureCO2-hanke on saanut tukea ympäristöministeriöltä Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelmasta, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (RRF).

# Hiilitaseet

## Annual Greenhouse Gas Index



**Vuosittainen kasvihuonekaasuindeksi – AGGI**  
(Annual Greenhouse Gas Index)

Ilmakehän kasvihuonekaasujen pitoisuuksien kehittyminen.

- Hiilidioksidi CO<sub>2</sub>
- Metaani CH<sub>4</sub>
- Ilokaasu N<sub>2</sub>O
- Freonit

Ympäristöministeriön tekeillä oleva rakentamisen ilmastaselvitys perustuu laskentakaavoihin, jotka löytyvät standardeista:

- SFS-EN 15804 2012 and A2 2019
- SFS-EN ISO 14067:2018

YM jättää huomioimatta kuitenkin sinisellä tekstillä kirjoitetut elinkaaren vaiheet.

Tässä selvityksessä luonnonmukaisten rakennustuotteiden ja niistä koostuvien rakenteiden osalta otetaan huomioon vain elinkaaren vaiheet A1-3 ja D4, sillä muiden vaiheiden voidaan arvioida tuovan vain vähän eroja tavanomaisiin tuotteisiin ja rakenteisiin

## Rakentamisen ilmastaselvityksessä arvioitavat rakennuksen elinkaaren vaiheet

### A. Ennen käyttöä

#### A1-3 Tuotteiden valmistus

A4 Kuljetukset työmaalle

A5 Työmaa-toiminnot

### B. Käytön aikana

B1 Tuotteiden käyttö

B2 Kunnossapito

B3 Korjaukset

B4 Rakennus-tuotteiden vaihdot

B5 Laajamittaiset korjaukset

B6 Energian käyttö

B7 Veden käyttö

B8 Käyttäjien toimet

### C. Käytön jälkeen

C1 Purkutyöt

C2 Kuljetukset käsittelyyn

C3 Jätteenkäsittely

C4 Loppusijoitus.

### D Elinkaaren ulkopuolelle jäävät muut vaikutukset, jotka arvioidaan osana hiilikädenjälkeä

D1a Rakennusosien uudelleenkäytön kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt

D1b Materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt

D2 Materiaalien hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai energiana

D3 Rakennuksessa tai sen tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia

D4 Pitkäikäisten rakennustuotteiden sisältämä eloperäinen tai tekninen hiili. CO<sub>2</sub>

D5 Sementtipohjaisiin tuotteisiin karbonatisoitumisen kautta sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi

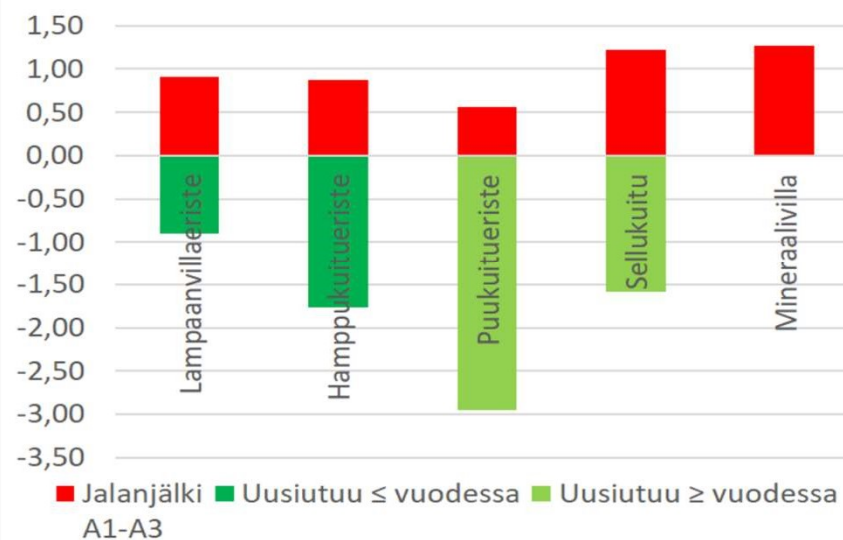
Materiaali	Yritys/yhteisö/lähde	Tuotteiden hiilitase			Rakenteen hiilitase			Koostumus	Lämmönjohtavuus	Tarvikkeen paloluokka
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa	Tiheys	Rakenteen paksuus			
		kgCO2e/kg			kg/m3	m	kgCO2e/m2			

### Eristevillat, R = 1 m<sup>2</sup>\*K/W

Lampaanvillaeriste	Thermafleece	1,290	-1,28	-1,28	0,00	18	0,039	<b>0,91</b>	<b>-0,90</b>	<b>0,00</b>	Lampaanvilla 75%, kierrätysmuovi 20 %, tuholaisenestoaine 5 %	0,039	E
Hamppukuitueriste	KOBE-cz	0,622	-1,26	-1,26	0,00	35	0,040	<b>0,87</b>	<b>-1,76</b>	<b>0,00</b>	Hamppu 85 %, kierrätysmuovi 12 %, sooda 3 %	0,040	D
Puukuitueriste	Hunton Nativo	0,298	-1,55		-1,55	50	0,038	<b>0,57</b>		<b>-2,95</b>	Puukuitu 81 %, homeen- ja palonestoaineet, polyolefin	0,038	E
Sellukuitu	CO2data tyypillinen	0,85	-1,1		-1,10	37	0,039	<b>1,23</b>		<b>-1,59</b>	Kierrätyspaperi, homeen- ja palonestoaineet, polyesteri	0,039	E
Mineraalivilla	CO2data tyypillinen	1,2	0,00		0,00	30	0,036	<b>1,27</b>		<b>0,00</b>	Sulatetut kiviäidut, sideaine	0,036	A



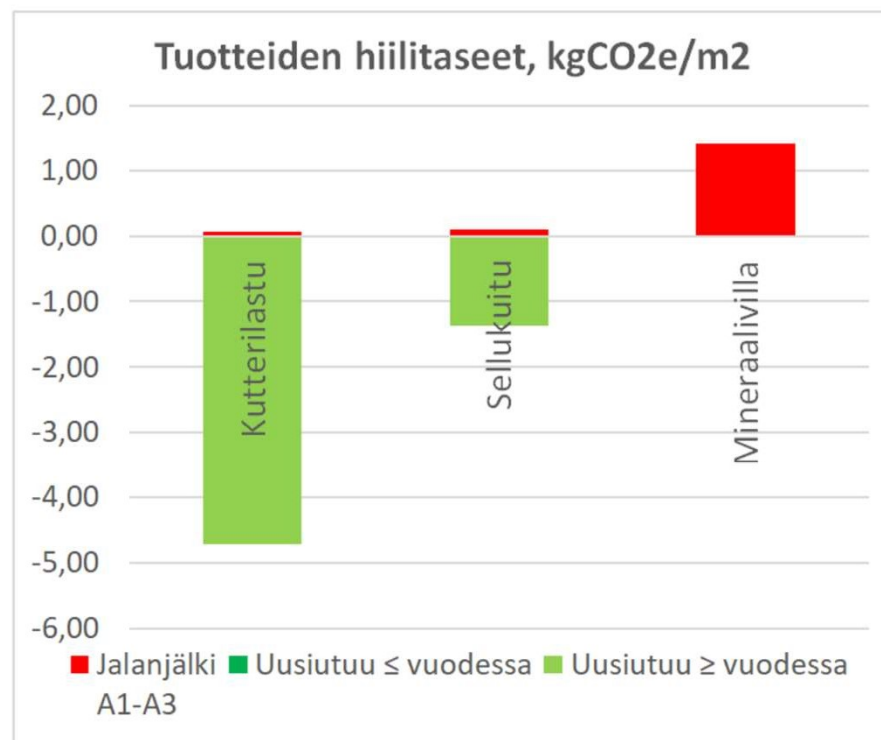
Tuotteiden hiilitaseet, kgCO2e/m<sup>2</sup>



Materiaali	Yritys/yhteisö/lähde	Tuotteiden hiilitase				Tiheys	Rakenteen paksuus	Rakenteen hiilitase			Koostumus	Lämmönjohtavuus	Tarvikkeen paloluokka
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa			Jalanjälki A1-A3	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa			
		kgCO2e/kg				kg/m3	m	kgCO2e/m2					

### Puhalluseristeet, R = 1 m<sup>2</sup>\*K/W

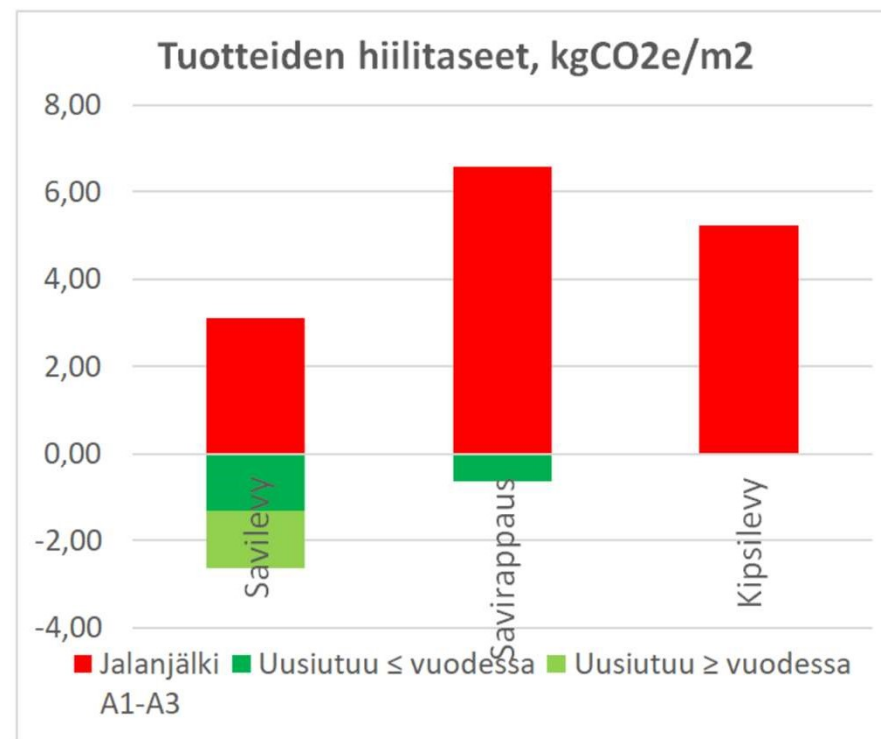
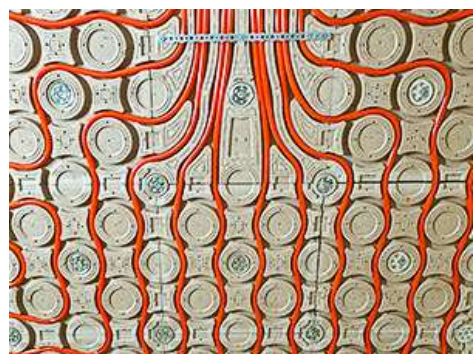
Kutterilastu	Ehta/LUKE	0,018	-1,57		-1,57	70	0,043	0,05		-4,71	Sihdattu kutterilastu 100 %	0,043	E
Sellukuitu	CO2data tyypillinen	0,09	-1,2		-1,20	30	0,038	0,10		-1,37	Kierrätyspaperi, homeen- ja palonestoaineet	0,038	E
Mineraalivilla	CO2data tyypillinen	1,2	0		0,00	33	0,036	1,43		0,00	Sulatetut kivi kuidut, sideaine	0,036	A



Materiaali	Yritys/yhteisö/lähde	Tuotteiden hiilitase					Rakenteen hiilitase					Lämmönjohtavuus	Tarvikkeen paloluokka
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa	Tiheys	Rakenteen paksuus	Jalanjälki A1-A3	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa	Koostumus ja tarkennus		
		kgCO2e/kg			kg/m3	m	kgCO2e/m2						

## Palonsuojaverhoukset, A luokka, 26 mm

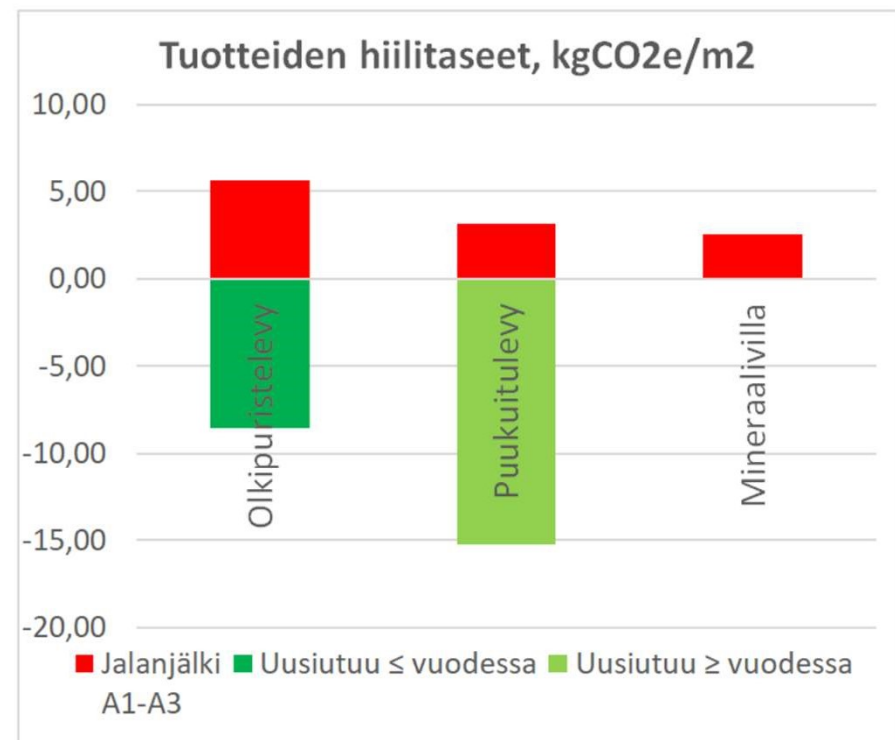
Savilevy	Lemix	0,082	-0,07	-0,04	-0,04	1450	0,026	3,11	-1,32	-1,32	Savi n. 95 %, puukuitu, tärkkelys, juuttikangas	0,353	A
Savirappaus	Dachverband Lehm	0,140	-0,01	-0,01	0,00	1800	0,026	6,57	-0,66	0,00	Kuivattu savijauho 32 %, hiekka 67%, olki 1%	0,910	A
Kipsilevy	CO2data tyypillinen	0,23			0,00	875	0,026	5,23		0,00	Kipsi, pahvi	0,433	A



Materiaali	Yritys/yhteisö/lähde	Tuotteiden hiilitase				Tiheys	Rakenteen paksuus	Rakenteen hiilitase			Koostumus ja tarkennus	Lämmönjohtavuus	Tarvikkeen paloluokka
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa			Jalanjälki A1-A3	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa			
		kgCO2e/kg				kg/m3	m	kgCO2e/m2					

### Tuulensuojaeristeet, R =1 m<sup>2</sup>\*K/W

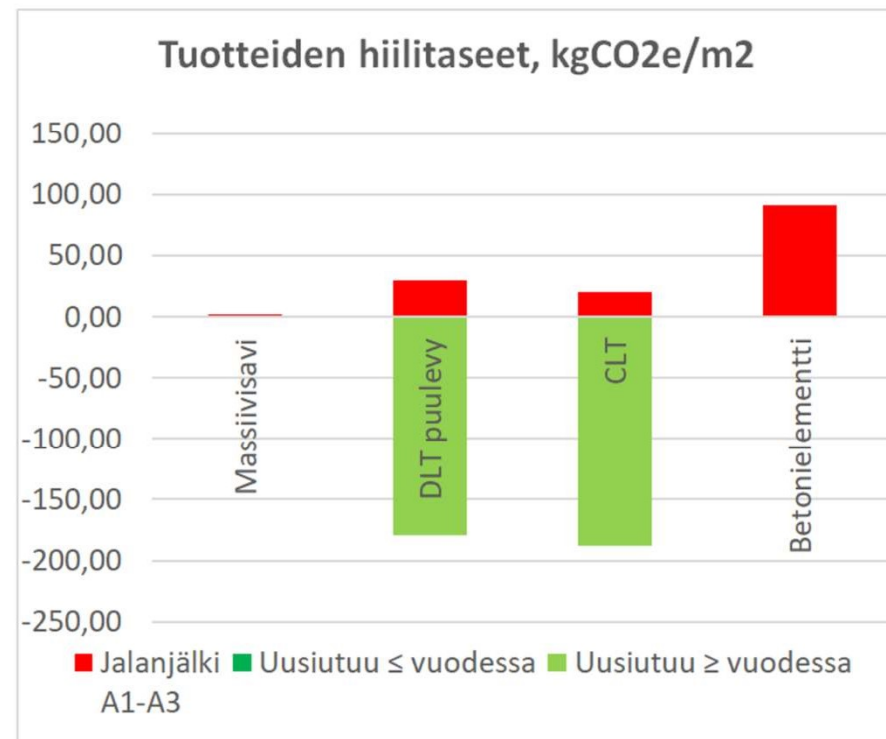
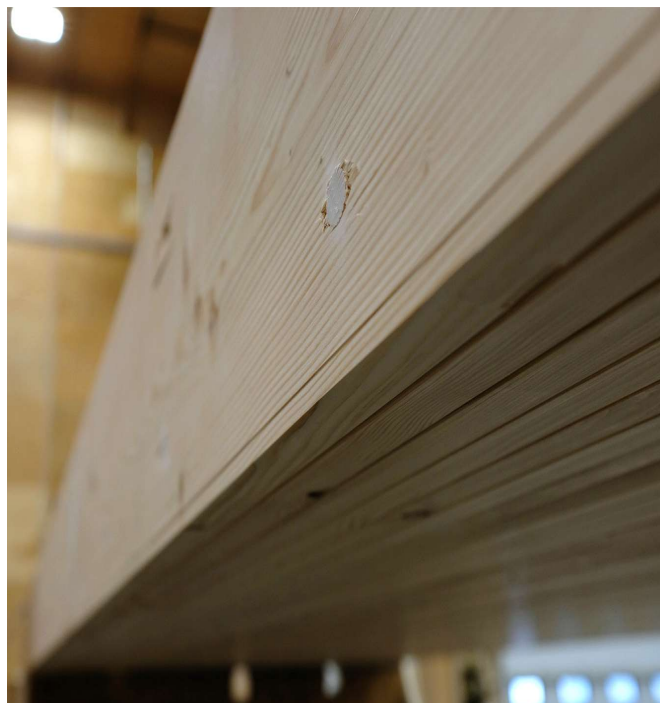
Olkipuristelevy	Vestaeco	0,939	-1,42	-1,42	0,00	140	0,043	5,65	-8,53	0,00	Olki 95 %, PMDI hartsi 5 %	0,043	E
Puukuitulevy	Hunton	0,296	-1,44		-1,44	230	0,046	3,13		-15,24	Puukuitu, bitumi	0,046	
Mineraalivilla	CO2data tyypillinen	1,200				61	0,035	2,56			Sulatetut kivekuidut, sideaine	0,035	A



Materiaali	Yritys/yhteisö/lähde	Tuotteiden hiilitase				Rakenteen hiilitase			Lämmönjohtavuus	Tarvikkeen paloluokka
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa	Tiheys	Rakenteen paksuus	Jalanjälki A1-A3		
		kgCO2e/kg				kg/m3	m	kgCO2e/m2		

## Kantava väliseinä, 250 mm paksu

Massiivisavi	Materialepyramiden/ Claytec	0,004	0,00	0,00	2300	0,250	<b>2,33</b>	0,00	Savi, hiekka ja sora	1,500	A
DLT puulevy	StructureCraft Builder	0,270	-1,60	-1,60	449	0,250	<b>30,35</b>	-179,60	Puu 99,9 %		
CLT	CO2data tyyppillinen	0,170	-1,60	-1,60	470	0,250	<b>19,98</b>	-188,00	Puu, PU-liima 1%	0,12	D
Betonielementti	CO2data tyyppillinen	0,150	0,00	0,00	2444	0,250	<b>91,65</b>	0,00	Betoni, teräs		A



Rakenteen hiilitase		
Jalanjälki A1-A3	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu ≥ vuodessa
kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>		

### Kerrostalon ulkoseinärakenteet, U =0,17 W/m<sup>2</sup>K

Ulkoseinä, kutterilastulla eristetty puurakenne

12,47	0,00	-84,89
-------	------	--------

Ulkoseinä, olkielementtirakenne

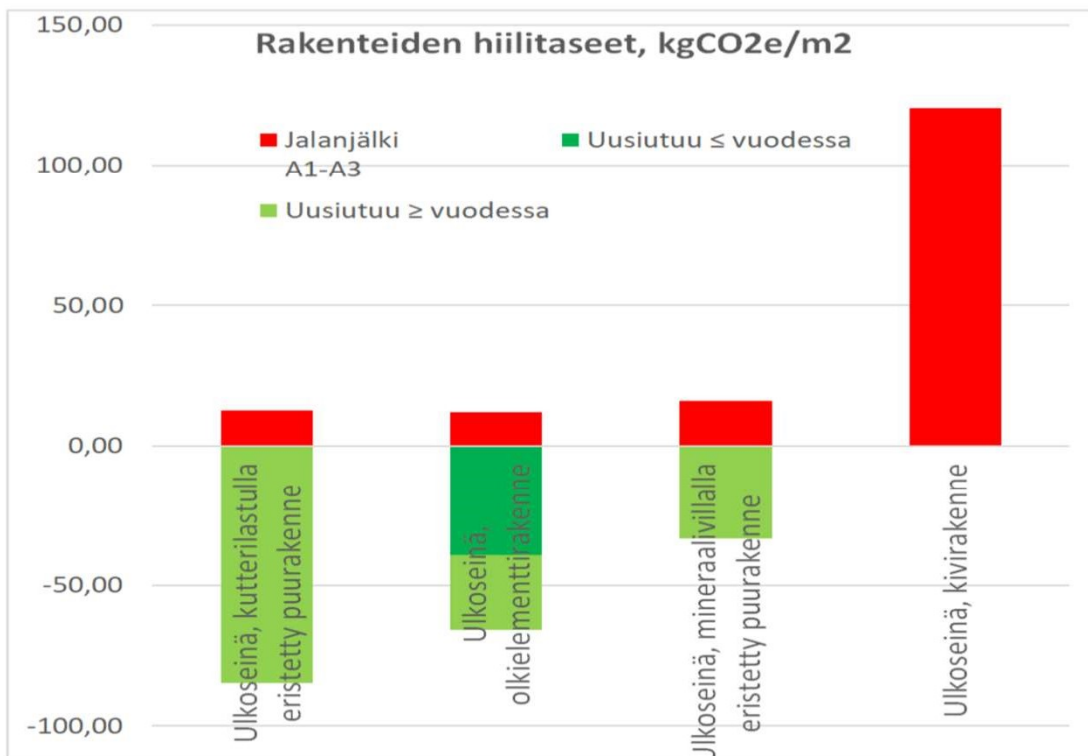
12,02	-39,10	-26,80
-------	--------	--------

Ulkoseinä, mineraalivillalla eristetty puurakenne

16,07	0,00	-33,38
-------	------	--------

Ulkoseinä, kivirakenne

120,41	0	0,00
--------	---	------



Materiaali	Paksuus	Tarkennus
mm		

### Ulkoseinä, kutterilastulla eristetty puurakenne

Kipsilevy	13	EK kipsilevy
Ristiinkoolaus / asennustila	44	Sahattu puu 2x 22x100 k600
Havuvaneri	15	
X5 ilmansulkupaperi		Norm. kartonki. 0,2 mm
Pystyrunko	300,00	kerto-S 45x300 k600
Kutterilastu		
Mineraalivilla	30	Tuulensuojalevy
Tuuletusrako		Pystyauudoitus 32x100 k600
Palokatko metallinen k 3000	32	Pinnoitettu. 1*100 mm
Ulkoverhouslauta	23	Höylätty puu
	457	

### Ulkoseinä, olkielementtirakenne

Sisäverhous	22,00	Savilevy
Olkielementti	220,00	
Ilmansulku muovi	0,2	PE
Mineraalivilla	30	Tuulensuojalevy
Tuuletusrako		Pystyauudoitus 32x100 k600
Palokatko metallinen k 3000	32	Pinnoitettu. 1*100 mm
Ulkoverhouslauta	23	Höylätty puu
	327	

### Ulkoseinä, mineraalivillalla eristetty puurakenne

Sisäverhous	13	EK kipsilevy
Koolaus	48,00	48x48 k 600
Mineraalivilla		Seinävilla
Höyrynsulkumuovi	0,2	PE
Koolaus	148,00	48x148 k 600
Mineraalivilla		Seinävilla
Kipsilevy	9	Tuulensuojalevy
Mineraalivilla	30	Tuulensuojalevy
Tuuletusrako		Pystyauudoitus 32x100 k600
Palokatko metallinen k 3000	32	Pinnoitettu. 1*100 mm
Ulkoverhouslauta	23	Höylätty puu
	303	

### Ulkoseinä, kivirakenne

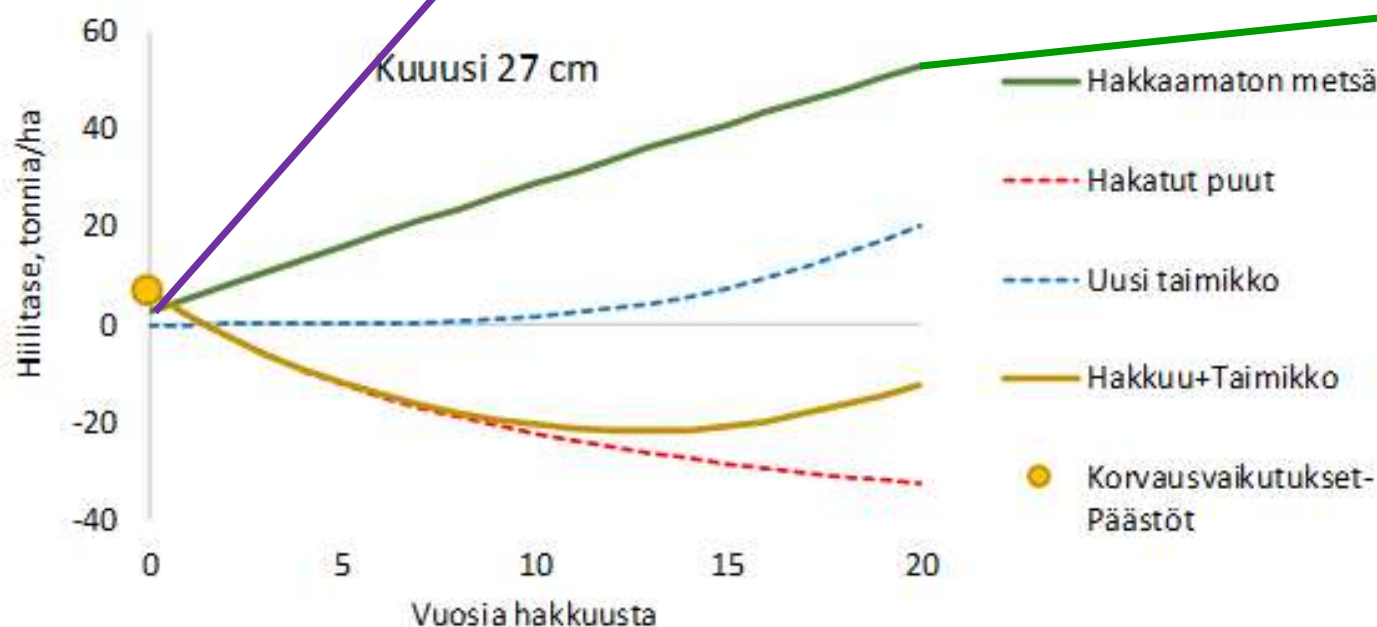
Teräsbetonielementti	150,0	Sisäelementti. 150 mm
Lasivillaeriste	200,0	Normaali
Tuuletusrako	30,0	
Tiili + muurauslaasti	135,0	Poltettu savi. reikätiili. 135
Yhteensä	515	

## Eloperäinen hiili elinkaarilaskennassa

Nopeasti uusiutuvan  
bioaineksen hiilikertymä

Uusiutuvien materiaalien  
nettoilmastovaikutus katsotaan nollaksi:

- Hiilinielussa  $44 \text{ kg CO}_2 > 12 \text{ kg C}$
- Palamisessa ja maatumisessa  $12 \text{ kg C} > 44 \text{ kg CO}_2$



Hiilikertymä hiipuu  
metsän ikääntyessä

Monelle biopohjaiselle  
tuotteelle riittää pääsy  
päästökaupan piiriin. Näin  
saadaan tuotteen hintaa  
laskettua ja myyntiä  
lisättyä.

Avohakattavan metsän hiilinielun kehitys = aikaperspektiivi

Vertailuna hakkaamattoman metsän ja nopeasti uusiutuvan bioaineksen hiilikertymää

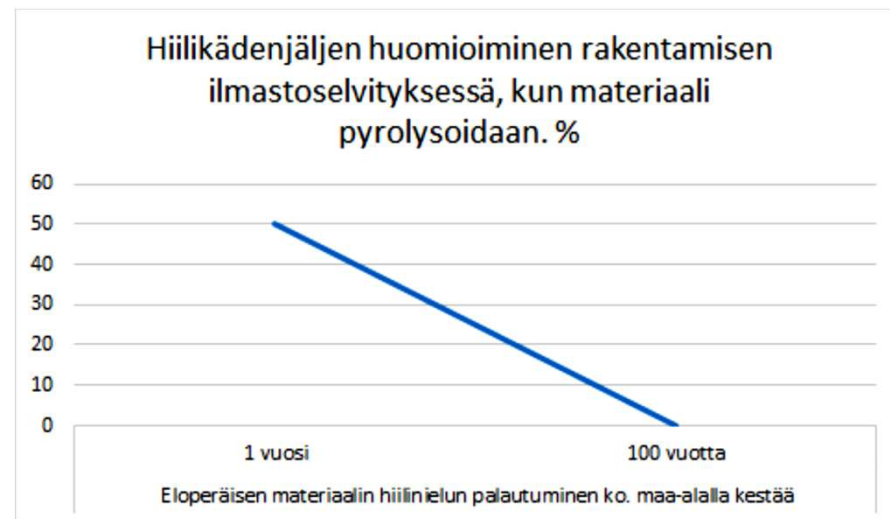
## Ehdotus edellytyksistä ja laskentakaavasta, jolla hiilikädenjälki otettaisiin huomioon rakentamisen ilmastaselvityksessä

Talojen rakenteisiin sidotun hiilen vapautumiselle on 3 skenaariota:

- 1. Pyrolyysissä** 50 % eloperäisestä hiilestä palaa mineraalimuotoon biohiileksi, joka ei enää pääse ilmakehään. Jäljelle jäävästä massasta 30 % tarvitaan prosessin ylläpitämiseen ja lopulla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita.
- 2. Lahoamisessa ja poltossa** hiilidioksidi palaa 100 % ilmakehään, jos hapetus on täydellinen. Tämä hiilidioksidikierron nollautuminen on standardien lähtökohta.
- 3. Mätänemisessä** hiili yhdistyy vetyyn (hapon puuttuessa) ja syntyyvä metaani eli biokaasu on yli 20 kertainen KH-kaasu hiilidioksidiin verrattuna, jos se pääsee kontrolloimattomasti ilmakehään (bioaines maantäytöksi). Biokaasun kontrolloitu tuottaminen ja polttaminen puolestaan nolaa KHK-päästöt. Puu sopii kuitenkin huonosti biokaasun tuotantoon.

**Edellytyksenä** on, että eloperäinen rakennusjäte, jota ei kierrätetä, pyrolysoidaan aina tulevaisuudessa.

**Ehdotuksena laskentakaavalle** on kaavio, joka ottaa huomioon hiilikädenjäljen aikaperspektiivi niin, että eloperäisen hiilen varastointi rakenteisiin on sitä kannatettavampaa, mitä nopeammin ko. maa-alan hiilinielu palautuu.



## Yhteenveto luonnonmukaisten rakennustuotteiden hiilitaseista

Luonnonmukaiset rakennustuotteet kuuluvat vähähiilisimpien rakennustuotteiden joukkoon, mutta ympäristöselvityksiä löytyy vielä harvoista tuotteista. Tietoa on kuitenkin saatavissa ainakin raaka-aineiden osalta monista lähteistä, ja joukossa on tuotteita, joiden hiilijalanjäljet ovat selkeästi tavanomaisia tuotteita pienempiä.

On ilmeistä, että investoinnin ja tuotantonopeuden kasvaessa paranee myös tuotannon tehokkuus ja pienenee hiilijalanjälki, joten voidaan puhua suuruuden ekologiasta, johon myös kyseisten tuotteiden valmistuksessa tulee pyrkiä.

Luonnonmukaisille rakennustuotteille on tyypillistä, että niillä on suuri hiilikädenjälki, ja niiden raaka-aineet uusiutuvat nopeasti. Kun tiedetään, että pyrolyysillä voidaan muuttaa 50% bioaineksen sisältämästä hiilestä pysyvään muotoon, olisi tämä otettava käyttöön kaiken biojätteen osalta. Tällöin rakennustuotteiden hiilikädenjälki olisi otettava huomioon ilmastaselvityksessä riippuen siitä, kuinka nopeasti materiaalin hiilinielu uusiutuu. Tämä puolestaan tekee luonnonmukaisten rakennustuotteiden ja niistä koostuvien rakenteiden hiilitaseista entistä edullisempia.