

Kutterinlastueristeisten rakenteiden hiilijalanjälkitarkastelut

Professori Arto Saari
Tampereen yliopisto, Rakentamistalouden tutkimusryhmä

Ecosafe-tutkimuksen loppuseminaari 2.6.2023 Tampereen
yliopisto, Tampere

Esityksen sisältö

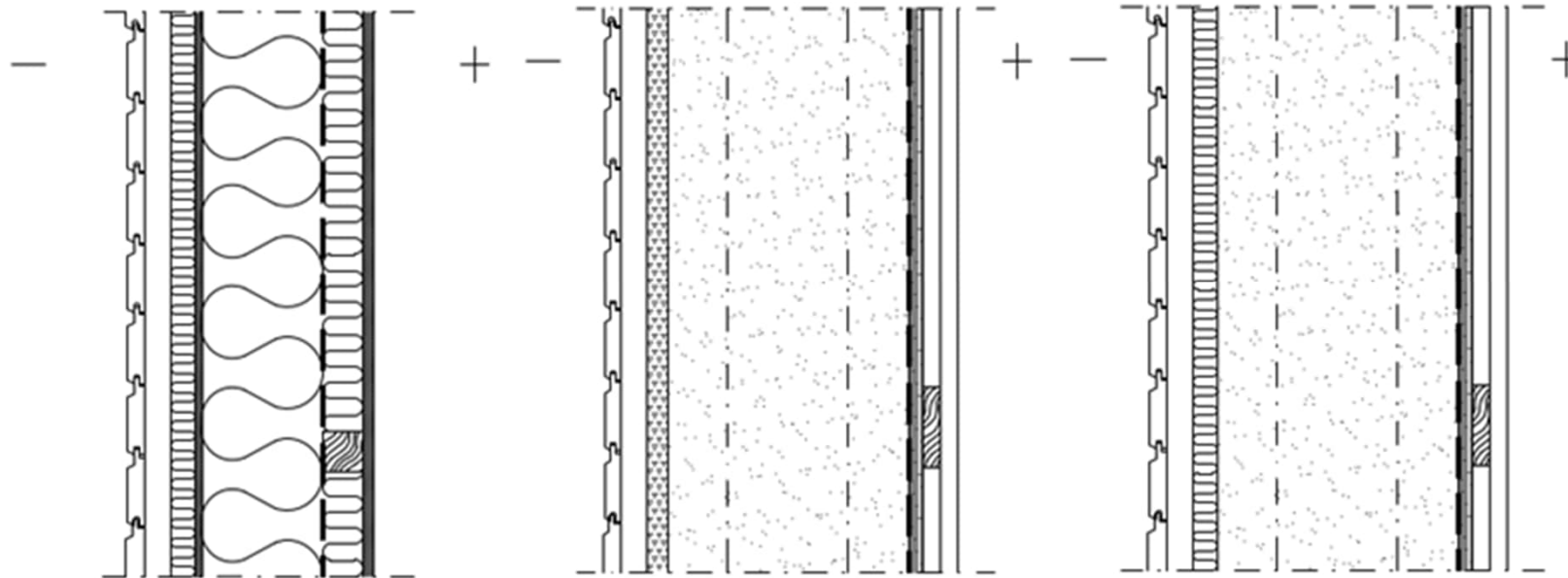
- Esitellään asuinrakentamiseen soveltuvien kutterinlastu- ja savi-kutterinlastueristeisten ulkoseinä-, yläpohja- ja alapohjarakenteiden hiilijalanjälki- ja kädenjälkilaskelmien tuloksia.
- Verrataan niitä tyypillisiin nykyrakenteisiin sekä esitetään myös kosteusturvalliset suositellut rakenteet.
- Tutkimus on tehty osana Ympäristöministeriön rahoittamaa ja Tampereen yliopiston toteuttamaa ECOSAFE –hanketta.

Hiililaskenta on suoritettu käyttäen ympäristöministeriön laskentamenettelyä

Tässä tarkastellaan tuotevaihetta, joka sisältää:

- raaka-aineiden hankinnan (A1),
 - kuljetuksen valmistukseen (A2) ja
 - tuotteen valmistuksen (A3).
-
- Lisäksi laskennassa tarkastellaan rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävistä hyödyistä ja haitoista rakenteisiin varastoitunutta hiiltä (D3).

<u>Tuotevaihe</u>	<u>Rakentaminen</u>	<u>Käyttövaihe</u>		<u>Elinkaaren loppu</u>
A1 Raaka-aineen hankinta	A4 Kuljetus työmaalle	B1 Tuotteen käyttö rakennuksessa	B5 Laajamittaiset korjaukset	C1 Purkaminen
A2 Kuljetus valmistukseen	A5 Työmaatoiminnot	B2 Kunnossapito	B6 Energian käyttö	C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn
A3 Tuotteen valmistus		B3 Korjaukset	B7 Veden käyttö	C3 Purkujätteen käsittely
		B4 Osien vaihto		C4 Purkujätteen loppusijoitus
		D <u>Lisätiedot</u>		
		Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat		

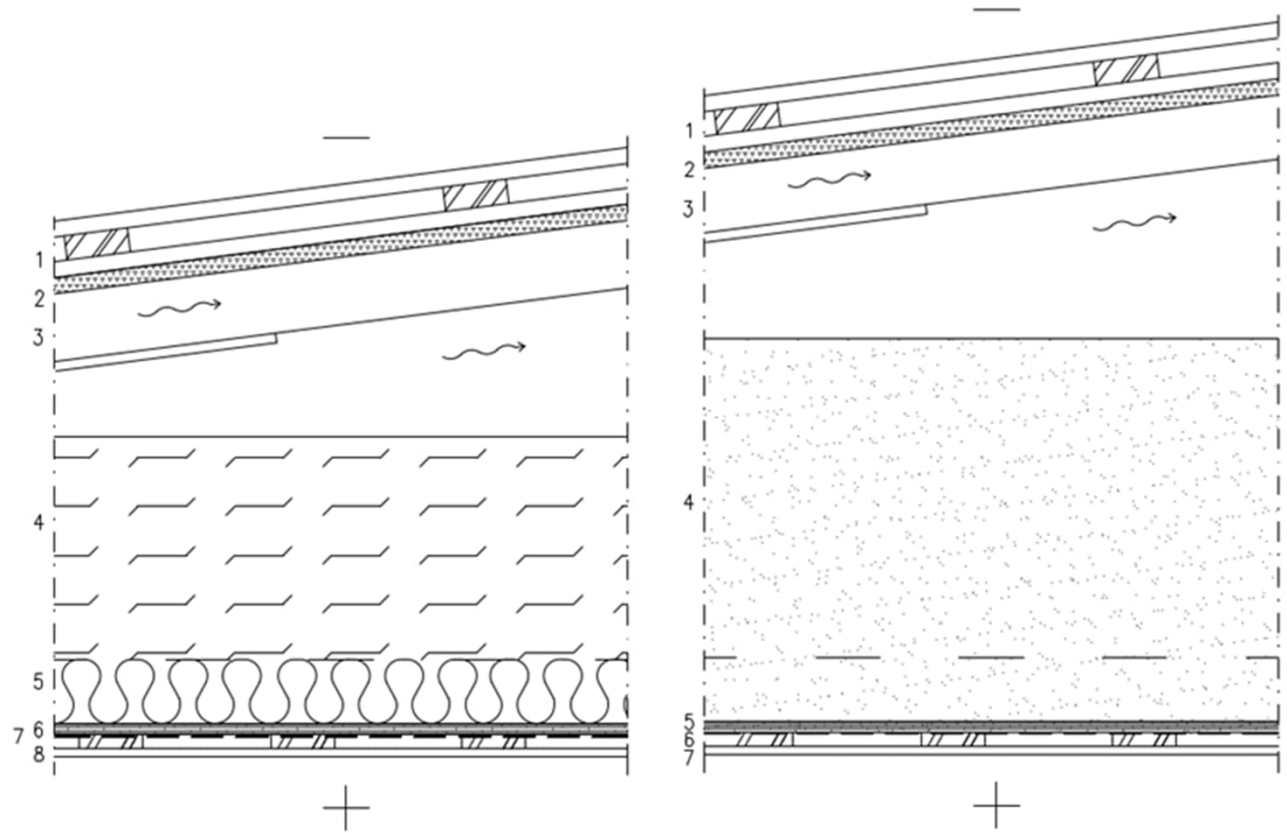


Hiililaskennan kohteena olleet omakotitalon ulkoseinärakenteet:

- Vasemmalla: nykyään vallitseva rakenne (eristeet: 32mm+148mm+48mm);
- Keskellä: puupohjainen rakenne, lämmöneristeenä puhdas kutterinlastu tai savetettu kutterinlastu (eristeet: 25mm+300mm);
- Oikealla: puupohjainen rakenne, jossa tuulensuojana mineraalivilla (eristeet: 30mm+300mm).
- Rakenteiden U-arvo on 0,17 W/m²K.

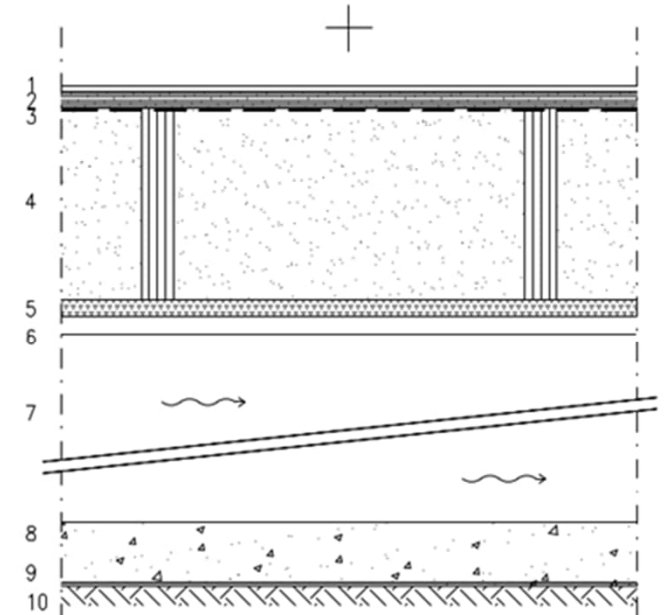
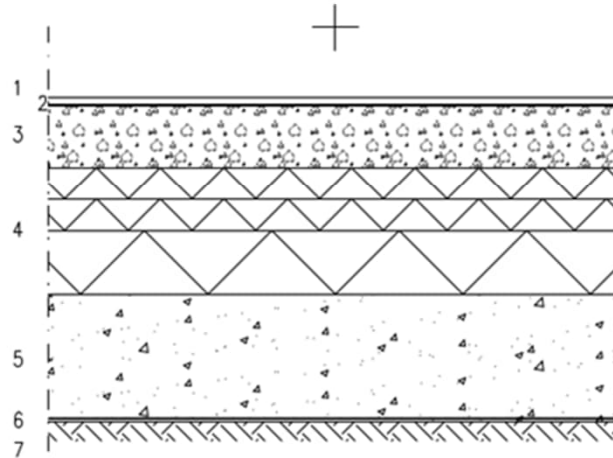
Hiililaskennan kohteena olleet omakotitalon yläpohjarakenteet:

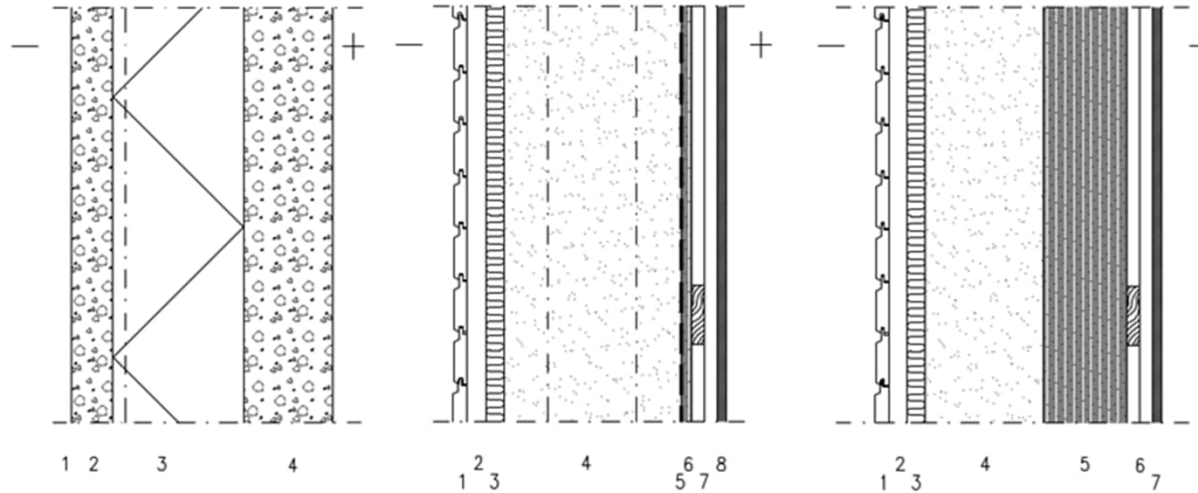
- Vasemmalla: nykyään vallitseva rakenne (eristeet: 25mm+350mm+100mm);
- Oikealla: puupohjainen rakenne, lämmöneristeinä puhdas kutterinlastu tai savetettu kutterinlastu (eristeet: 25mm+600mm).
- Rakenteiden U-arvo on 0,09 W/m²K.



Hiililaskennan kohteena olleet omakotitalon alapohjarakenteet:

- Vasemmalla: nykyään vallitseva rakenne (eristeet: 200mm).;
- Oikealla: puupohjainen rakenne, lämmöneristeinä puhdas kutterinlastu tai savetettu kutterinlastu (eristeet: 300mm+25mm).
- Rakenteiden U-arvo on 0,17 W/m²K.





Hiililaskennan kohteena olleet kerrostalon ulkoseinärakenteet:

- Vasemmalla: nykyään vallitseva rakenne (eristeet: 220mm);
- Keskellä: rankarunkoinen puupohjainen rakenne, lämmöneristeenä puhdas kutterinlastu tai savetettu kutterinlastu(eristeet: 30mm+300mm);
- Oikealla: CLT-rakenteinen puupohjainen rakenne (eristeet: 30mm+200mm).
- Rakenteiden U-arvo on 0,17 W/m²K.

Rakennusosan hiililaskelma, Esimerkki 1:

CLT kerrostalo, kutterieristetty seinärakenne

US-kl_s-clt

Rivi	Rakennusosa		Rakennusosan hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki							Tuotetieto	
			Rivit	Määrä	Yksikkö	GWP (A1-A3), Tyypillinen arvo, kgCO2e	Konservatiivisen arvon kerroin	GWP (A1-A3), Konservatiivinen arvo, kgCO2e	D3 Hiilivarasto	Lähde	Pvm
1		Pintarakenne									
2	>23 mm	Ulkoverhouslauta	2	1	us-m2	0,7	1,2	0,9	-16,7	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
3	32 mm	Ilmarako + pystyauoitus 32x100 k600, tarvittavat palokatkot	3	1	us-m2	0,2	1,2	0,2	-4,1	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
4	30 mm	Mineraalivillatuulensuoja, paroc cortex, lambda_d=0,033	3	1	us-m2	2,2	1,2	2,6	0,0	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
5	200 mm	200 mm kutterinlastueriste + pystyrunko 50x200									
		* Savi	5	1	us-m2	0,0	1,2	0,0	0,0	Pölkky Oy	23.4.2021
		* Kutterinlastu	5	1	us-m2	0,0	1,2	0,0	-54,4	Pölkky Oy	23.4.2021
		* Savikutterinlastuseoksen kuivaus, polttoaineen Öljy *)	5	1	us-m2	6,6	1,0	6,6			
		* Pystyrunko kerto 50x200	5	1	us-m2	0,5	1,2	0,6	-12,7	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
6	140 mm	140 mm CLT-massiivipuulaatta	6	1	us-m2	11,2	1,2	13,4	-105,3	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
8	44 mm	Ristiinkoolaus / asennustila 2x 22x100 k600	8	1	us-m2	0,2	1,2	0,3	-5,6	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
9	15 mm	Palokipsilevy	9	1	us-m2	3,0	1,2	3,6	0,0	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
10		Pintarakenne									
YHTEENSÄ				1	us-m2	25	1,2	28	-199		

*) Esimerkissä savikutterinpuruseoksen kuivauksessa on käytetty polttoaineena kevytöljyä. Käytettäessä polttoaineena puuta on kuivauksen hiilijalanjälki lähes nolla.

Arto Saari 30.5.2023

Rakennusosan hiililaskelma, Esimerkki 2:

Kerrostalo tyypillinen nykyinen rakenne, ei kantava

US-bet, U=0,17, ei kantava

Rivi	Rakennusosa			Rakennusosan hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki							Tuotetieto	
				Rivit	Määrä	Yksikkö	GWP (A1-A3), Tyypillinen arvo, kgCO2e	Konservatiivisen arvon kerroin	GWP (A1-A3), Konservatiivinen arvo, kgCO2e	D3 Hiilivarasto	Lähde	Pvm
1			Pintarakenne									
2	80 mm		Betoniulkokuori	2,3,4	1	us-m2	77	1,2	92	0	Rakentamisen päästötieto	18.3.2021
3	220 mm		Uritettu mineraalivilla									
4	80 mm		Betonisisäkuori, ei kantava									
5			Pintarakenne									
YHTEENSÄ					1	us-m2	77	1,2	92	0		

Arto Saari 11.10.2021

Hiililaskennan tulokset

- Hiilijalanjälki, Tuotevaihe (A1-A3)
- Hiilivarasto (D3)

Koodien merkinnät:

US = ulkoseinä,
 YP = yläpohja,
 AP = alapohja,

kl = kutterinlastu,
 kl_s = savetettu kutterinlastu,
 mv = mineraalivilla,

bet = betoni,
 ranka = rankarunko,
 clt = ristiinlaminoitu puu,

maa = maanvastainen

Rakenne		Hiilijalanjälki A1-A3,	Hiilikädenjälki,
Koodi	Rakenne	Hiilijalanjälki (Tuotevaihe A1-A3), Tyypillinen arvo, kgCO2e/rakennusosa-m2	D3 Hiilivarasto, kgCO2e/rakennusosa-m2
Omakotitalo:			
US-mv, U=0,17	Omakotitalo nykyisin ratkaisuin	24	-33
US-kl	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, puhdas kutteri	14	-143
US-kl_s	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, savetettu kutteri	15...25 *)	-142
US-kl-mv	Omakotitalo ECOSAFE-suositusratkaisu, puhdas kutteri	15	-142
US-kl_s-mv	Omakotitalo ECOSAFE-suositusratkaisu, savetettu kutteri	15...25 *)	-142
YP-mv U=0,09	Omakotitalo nykyisin ratkaisuin	36	-39
YP-kl	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, puhdas kutteri	12	-207
YP-kl_s	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, savetettu kutteri	12...32 *)	-207
YP-kl	Omakotitalo ECOSAFE-suositusratkaisu, puhdas kutteri	12	-207
YP-kl_s	Omakotitalo ECOSAFE-suositusratkaisu, savetettu kutteri	12...32 *)	-207
AP-maa, U=0,17	Omakotitalo nykyisin ratkaisuin	50	0
AP-kl	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, puhdas kutteri	19	-135
AP-kl_s	Omakotitalo puupohjaisin ratkaisuin, savetettu kutteri	19...29 *)	-135
AP-maa, U=0,17	Omakotitalo, ECOSAFE-suositusratkaisu	50	0
Kerrostalo:			
US-bet, U=0,17, ei kantava	Kerrostalo tyypillinen nykyinen rakenne, ei kantava	77	0
US-bet U=0,17, kantava	Kerrostalo tyypillinen nykyinen rakenne, kantava	96	0
US-kl_s-ranka	Kerrostalo puupohjainen seinärakenne	16	-142
0	0	0	0

Koodin merkinnät: US = ulkoseinä, YP = yläpohja, AP = alapohja, kl = kutterinlastu, kl_s = savetettu kutterinlastu, mv = mineraalivilla, bet =

* Vaihtoehtoisten suunnitteluratkaisujen U-arvot ovat samat.

* A1 = Raaka-aineiden hankinta, A2 = Kuljetus valmistukseen, A3 = Valmistus

* Laskennassa materiaalien päästöjen lähteenä on käytetty pääosin ympäristöministeriön julkaisemaa Rakentamisen päästötietokantaa.

*) alempi arvo savikutterinlastuseoksen kuivaus puupolttoaineella ja ylempi arvo kuivaus polttoaineena kevyt polttoöljy

5. Johtopäätökset

- Puhtaalla kutterinlastulla lämmöneristettyjen puupohjaisten ulkoseinä-, yläpohja- ja alapohjarakenteiden hiilijalanjälki on selvästi alhaisempi kuin mineraalivillaeristeisten puurakenteiden ja murto-osa, kun verrataan betonirakenteiseen ulkoseinään.
- Savetetulla kutterinlastulla lämmöneristettyjen puupohjaisten ulkoseinä-, yläpohja- ja alapohjarakenteiden hiilijalanjälki on samaa tasoa kuin puhtaalla kutterinlastulla eristettyjen rakenteiden, jos savikutterinlastuseos kuivataan puupohjaisilla polttoaineilla, mutta samaa tasoa kuin mineraalivillaeristeisten, jos kuivaus öljyllä.
- Kutterinlastua saadaan saha- ja puusepänteollisuuden sivutuotteena. Samoin sieltä saadaan jättepuuta, jota voidaan tarvittaessa käyttää kutterinlastun ja saven kuivaukseen.
- Kutterinlastun ja saven käyttö tukee paikallista teollisuutta ja työllisyyttä.
- Kuten edellä ilmeni, puupohjausiin rakenteisiin sitoutuu huomattava määrä hiiltä. Siten puupohjaisten rakenteiden koko elinkaaren hiilijalanjäljen suuruuteen vaikuttaa merkittävästi se, miten niitä käsitellään purkamisen jälkeen, mm. kaatopaikka, poltto, kompostointi, kuivatuslaus, jne.
 - Tästä aiheesta on kirjoitettu artikkeli (Tuomo Joensuu, Eero Tuominen, Juha Vinha, Arto Saari), joka on parhaillaan arvioitavana kansainvälisessä tieteellisessä lehdessä.

Yhteystiedot:

Professori Arto Saari

Tampereen yliopisto

Rakennetun ympäristön tiedekunta

Puh. 050 301 6026

S-posti: arto.saari@tuni.fi