

Kohti vähähiilistä rakentamista Puumalassa

Niilo Ikonen Miia-Liina Tommila Ilkka Törmä

Tommila Architects

avarrus

UUSI
KAUPUNKI*

7.5.2024



Euroopan unionin
osarahoittama



Puumalan kunta

Teemat

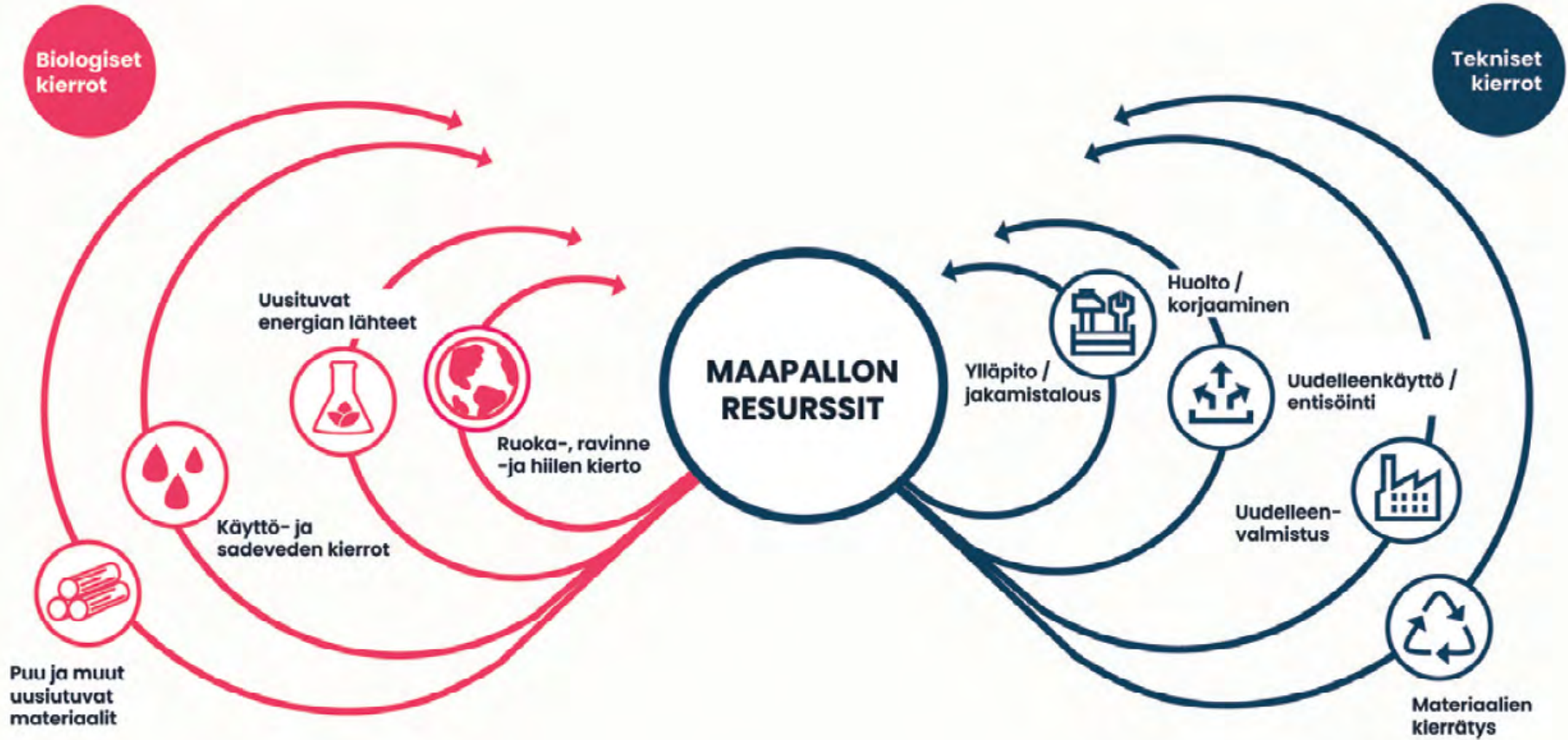
Korjausrakentaminen ja kiertotalous

Vähähiiliset materiaalit

Regeneratiivinen suunnittelu

Korjaus- rakentaminen ja kiertotalous

- 1. Jätteet ja päästöt on suunniteltu pois**
- 2. Kaikki materiaali on arvokasta raaka-ainetta**
- 3. Liiketoiminta vahvistaa luonnon ekosysteemejä**



Ethica Finland Oy: Kiertotalousopas 2021

9R

REFUSE / KIELTÄYDY **0**

RETHINK / AJATTELE UDELLEEN. **1**

REDUCE / VÄHENNÄ. **2**

REUSE / KÄYTÄ UDELLEEN. **3**

REPAIR / KORJAA JA YLLÄPIDÄ. **4**

REPAIR / KORJAA JA YLLÄPIDÄ. **5**

REFURBISH / KUNNOSTA. **6**

REPURPOSE / MUUNNA. **7**

RECYCLE / KIERRÄTÄ. **8**

RECOVER / PALAUTA. **9**

Arkkitehdit Tommila ja Foxlet



Kuva: Tuomas Uusheimo

Ajurien tallit

Asuinrakennus, 18 asuntoa vanhaan hevostalliin

Kiertotalousmateriaalit: vanhan rakennuksen puu-, tiili-, teräs- ja betoniosat

Helsinki

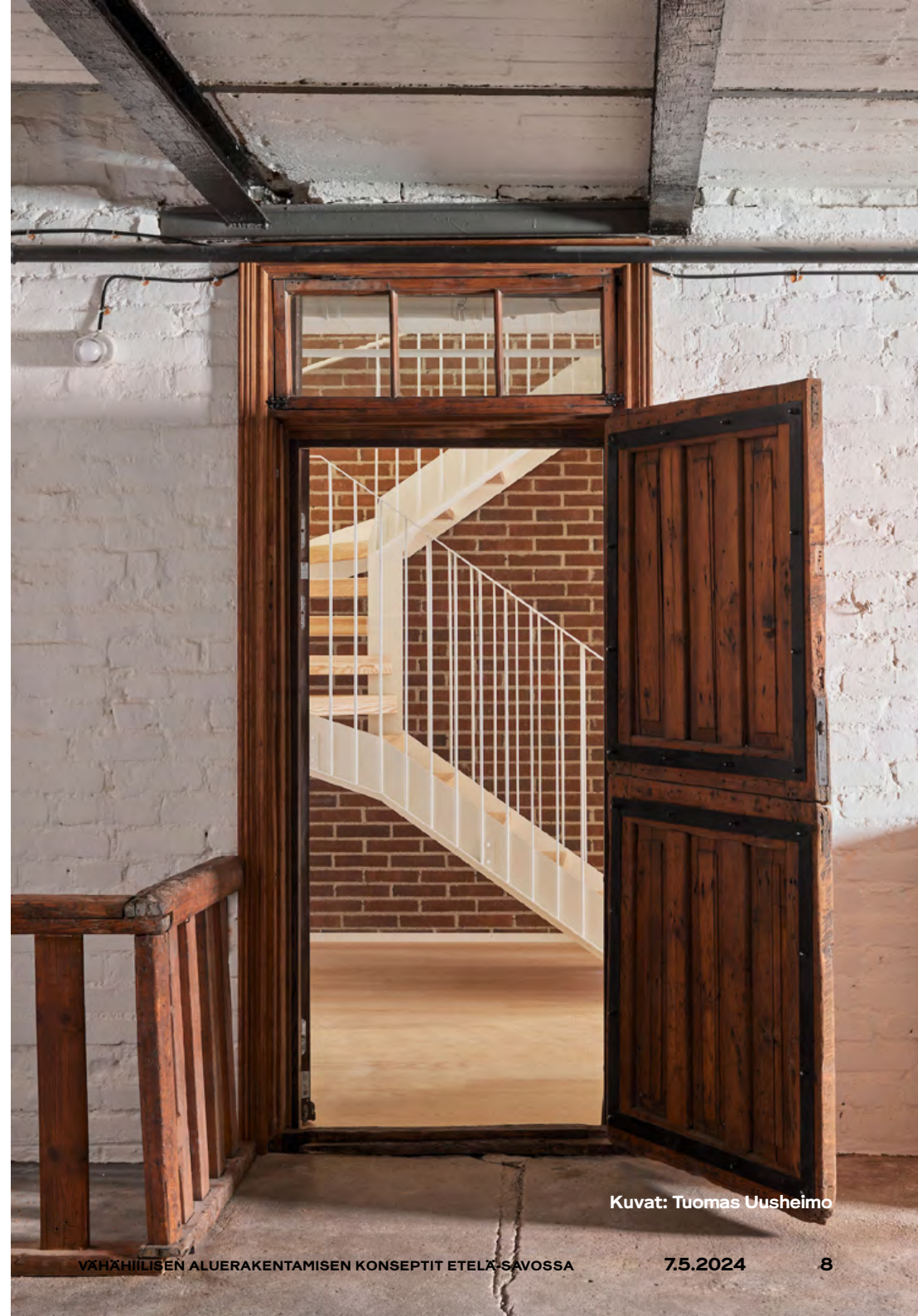
2022

Suunnittelija: Avarrus arkkitehdit

Tilaaaja: Helsingin Top 41 Oy

Korjaaminen

- Vanhojen tiilimuurausten tukeminen ja osittainen uusiminen
- Puuosia vietiin pajalle kunnostettaksi, patina, kuten hevosten puremajäljet jätettiin näkyviin
- Rakenteiden tarkka tutkiminen ja suunnittelu mahdollisti säilyttämisen
- Tunnelman ja identiteetin säilyttäminen tärkeää
- Uudet osat ja kalusteet moderneja ja erottuvia
- Lähtökohtaisesti huonosti asunnoiksi soveltuva rakennus saatiin säilytettyä. Rakenteista noin 90% vanhoja.





Kuva: Atte Aaltonen



Kuva: Tuomas Uusheimo



Kuva: Tuomas Uusheimo

Asuinalue, sosiaalinen asuntotuotanto

Kiertotalousmateriaali: kierrätetty kattotiili

Århus, Tanska

2022

Suunnittelija: Lendager

Kiertotalous

- Rakennuksista yhteensä 30% kierrätettyjä rakennusmateriaaleja.
- Rakennettu pääasiassa puuelementeistä.
- 30%:n lisäys viherkertoimessa. Kaikki katot ovat viherkattoja. Monipuolinen maanpäällyskasvillisuus.

Hiilipäästöt

- CO₂ 7 kg/m² vuosittain.

Taloudellisuus

- Kestävää rakentamista sosiaalisen asumisen budjetilla.
- Projekti lisää alueen sosiaalista monimuotoisuutta edullisella asumista, jota voidaan vuokrata esimerkiksi opiskelijoille, matalan tulotason perheille ja ikääntyneille.

Waste retreat

Loma-asunto

Kiertotalousmateriaali: kierrätetty puu

Odsherred, Tanska

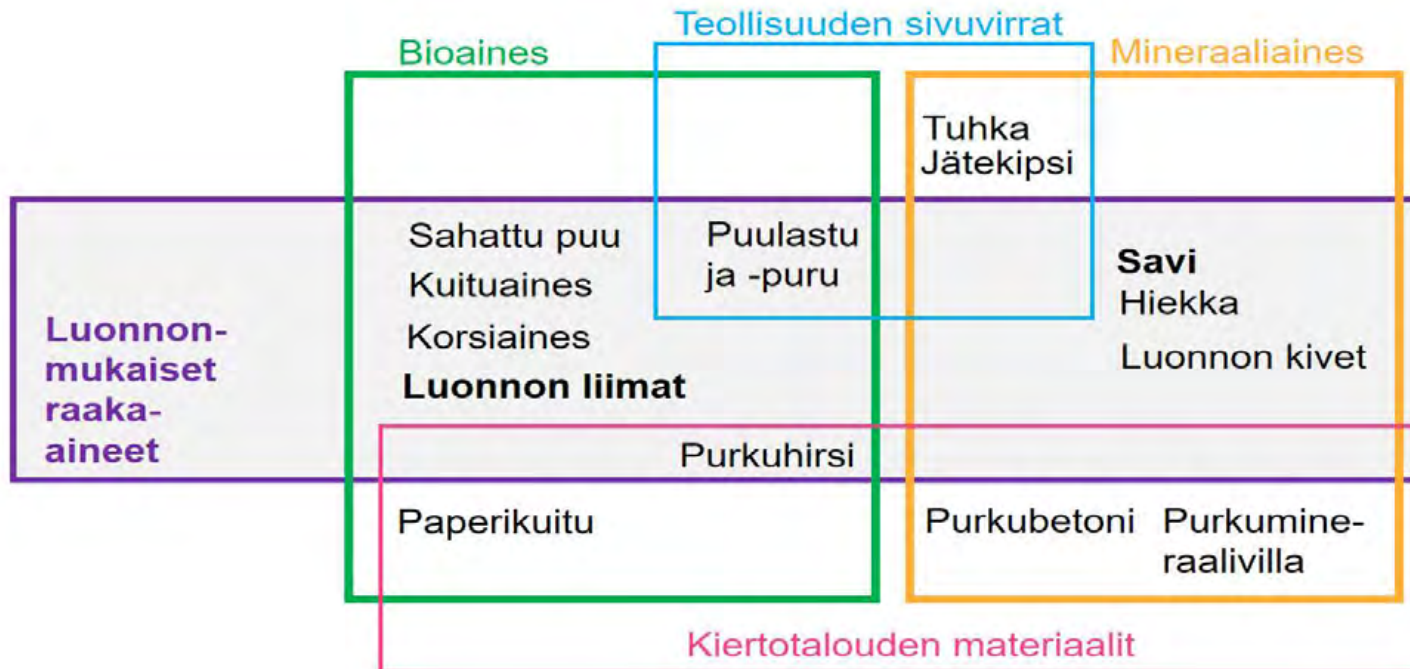
2018

Suunnittelija: Lendager

Kiertotalousmateriaalit

- Kierrätettyä puuta ulko- ja sisätiloissa: seinissä ja lattioissa.
- Rakenteelliset puuelementit on kierrätetty Kööpenhaminan yliopistosairaalaan.
- Kierrätetyt rakenteelliset puupalkit, Rigshospitaletista Kööpenhaminasta.
- 100% kierrätetyt julkisivut, shou sugi -polttokäsitellyt
- Kierrätetty keittiö
- Tiililattiat ja savupiippu kierrätystiilistä
- Lattialaudat ylijäämäpaloista
- Puujätelämmöneristys
- Kierrätetyt kalusteet

Vähähiiliset materiaalit



Luonnonmukaisten raaka-aineiden suhde muihin vähähillisiin raaka-aineisiin.

Westermarck, M. & Vinha, J. 2023. Esiselvitys luonnonmukaisista rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista. Nature Co2-hanke. Tampereen yliopisto.



Kuva: Ville Vappula

Spaakin talo

Asuinrakennus, kolmen asunnon rivitalo ja yhteistilat

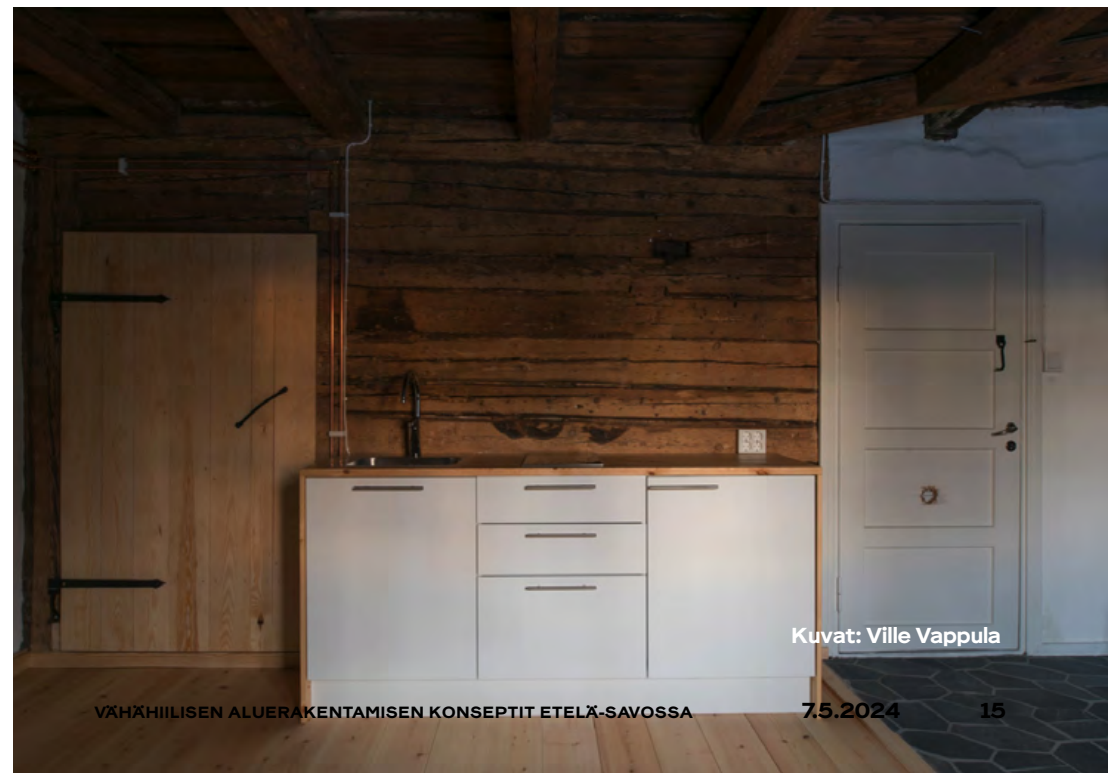
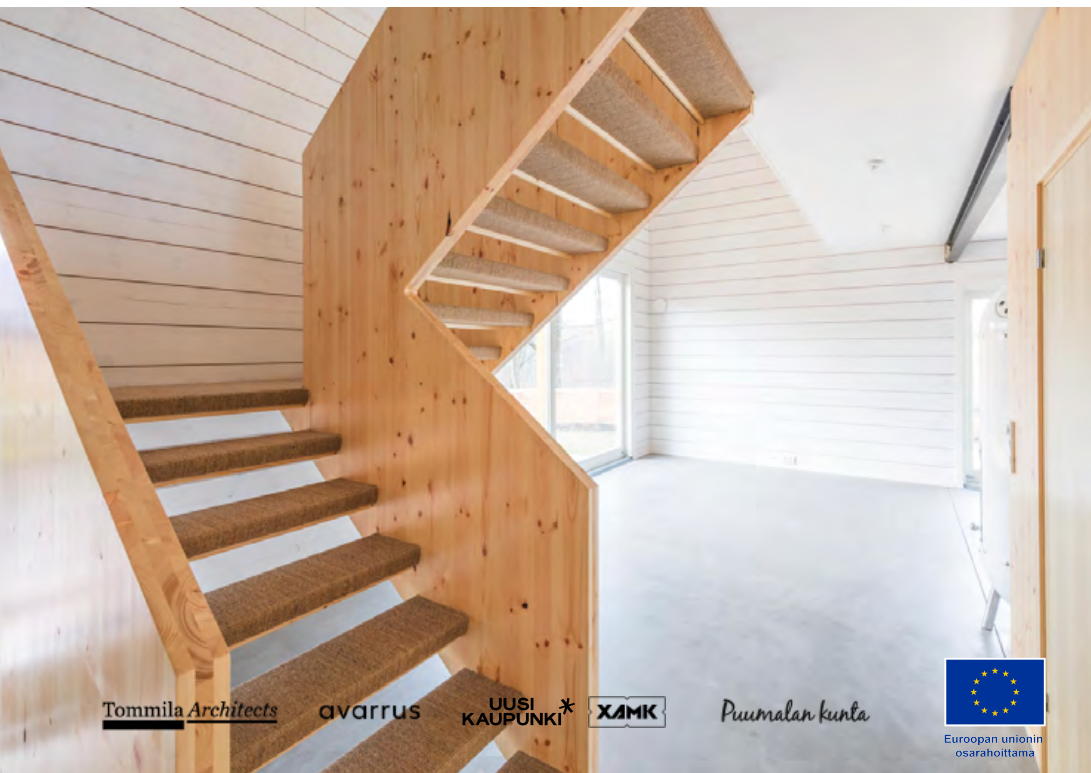
Rakenteellinen päämateriaali: lamellihirsi, hirsi, tiili, clt

Painovoimainen ilmanvaihto

Helsinki 2017

Suunnittelija: Avarrus arkkitehdit

Tilaaaja: State Control Oy





Talo Hoinka

Kahden asunnon talo

Rakenteelliset päämateriaalit: olki, puu, betoni

Pfaffenhofen, Saksa

2023

Suunnittelija: Atelier Kaiser Shen

Olkipaalieriste

- Olkipaalieristys seinissä, lattiassa ja yläpohjassa.
- Olkipaalien lämmöneristys on erinomainen.
- Paikalla tehtävä olkipaalirakentaminen elvyttää perinteistä rakennusmenetelmää ja paikallista rakennustyötä.
- Olkimateriaalia ei ole sijoitettu ensimmäiseen kerrokseen millä suojataan paaleja kosteudelta ja vesivaurioilta.

Muut materiaalit

- Pääasiassa kuusta, betonia.
- Sisätiloissa puuverhousta ja rappausta.

Energiansäästö

- Kattoikkunat maksimoivat päivänvaloa ja vähentävät keinovalon tarvetta ja parantavat energiatehokkuutta.
- Aurinkopaneelit katolla.

Joustavat tilat

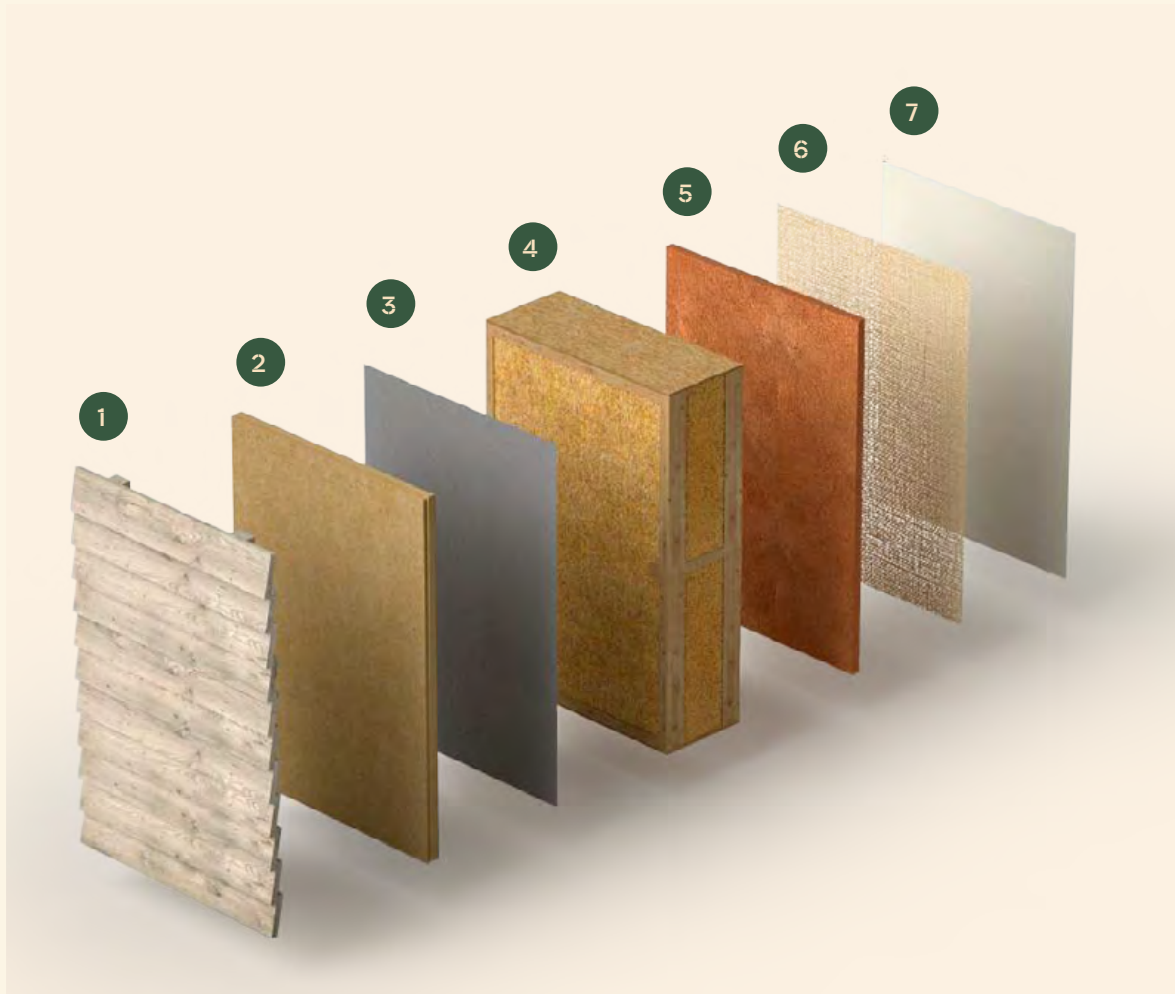
- Rakennuksessa on kaksi asuntoa, mutta se voidaan jakaa myös useammaksi asunnoksi. Huonejärjestys ja yleispätevä mitoitus mahdollistavat asunnoissa erilaiset huonejaot asukkaan tarpeiden mukaan.

Tuote: Ecococon

Puu-olkielementtijärjestelmä, joka perustuu elinkaariajatteluun.

Täydennetään yleensä sisäpuolella hengittävällä savirappauksella.





OUTSIDE

INSIDE

- 1 Ventilated facade / Render
- 2 Insulating fibre board (60 – 100 mm)
- 3 Airtight membrane
- 4 Timber-straw panel (400 or 300 mm)
- 5 Base clay coat (25 mm)
- 6 Reinforcing mesh
- 7 Fine clay plaster (3 mm)

Hiiltä sitova rakentaminen

- 98% luonnollisista, uusiutuvista materiaaleista koostuva seinä sitoo tonneittain CO²:ta jokaisessa rakennuksessa.

Miellyttävä sisäolosuhteet

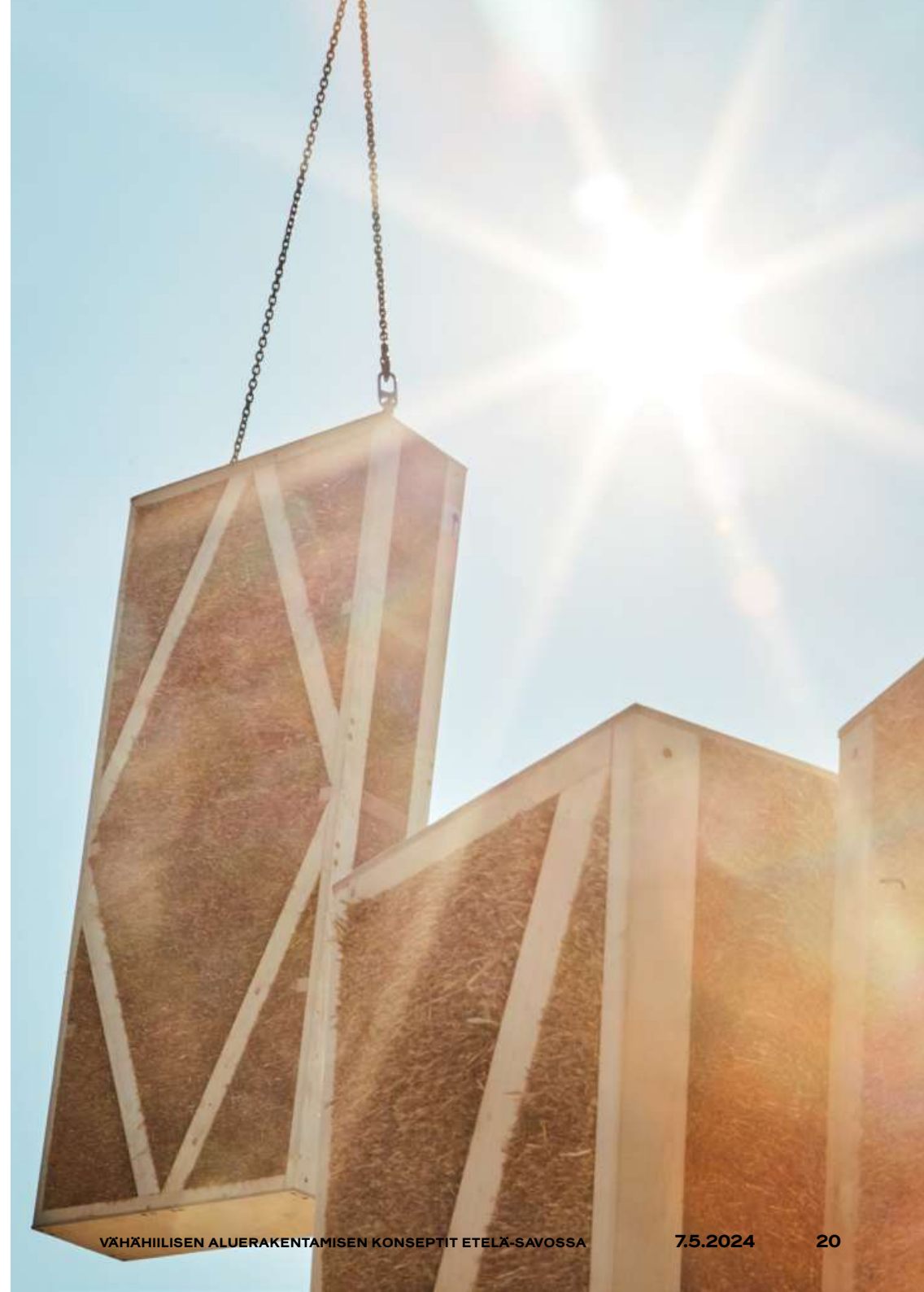
- Sisäpuolen savitasoite toimii luonnollisena kosteuden säätöjärjestelmänä.
- Akustisesti miellyttävä, lämminpintainen.

Eristävyys

- Hyvin eristetyt seinät (U-arvo 0.123 W/m²K) ilman kylmäsiltoja, jotka on helppo toteuttaa ilmatiiviisti.

Nopeasti asennettava

- Räätelöity sopimaan mihin tahansa rakennussuunnitteluun - asuin-, opetus- tai kaupallisiin tarkoituksiin.
- Esivalmistetut elementit on helppo ja nopea asentaa työmaalla.







Tuote: Ekovilla

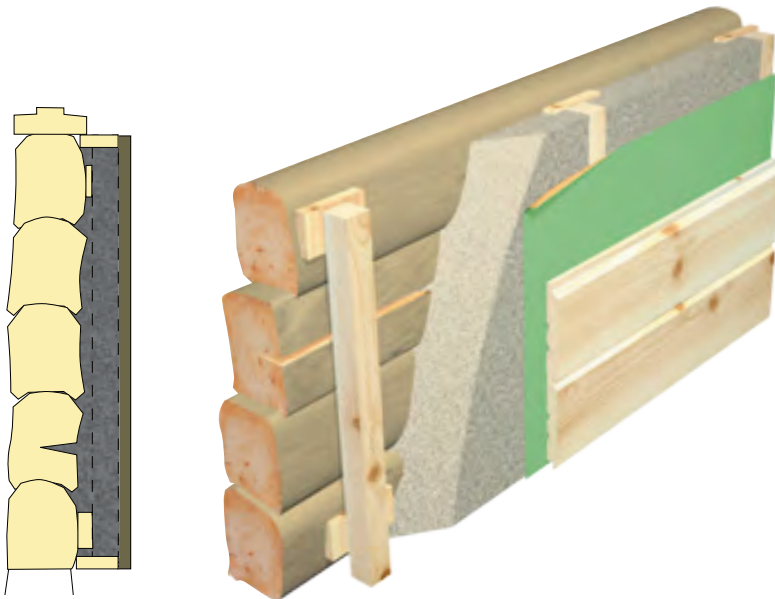
Pääosin kierrätetystä puukuidusta valmistettu puukuitueriste uudis- ja korjausrakentamiseen. Saatavilla levyinä ja ruiskutettavana eristeenä. Voidaan käyttää uudelleen, käyttää laimentaen maanparannusaineena tai polttaa lämmöksi.

Hiilikädenjälki

- Kierrätetyn puuraaka-aineen ansiosta tuotteella on hiilikädenjälki.

Hengittävä materiaali

- Hengittävä ja kosteuttava tasaava rakenne.

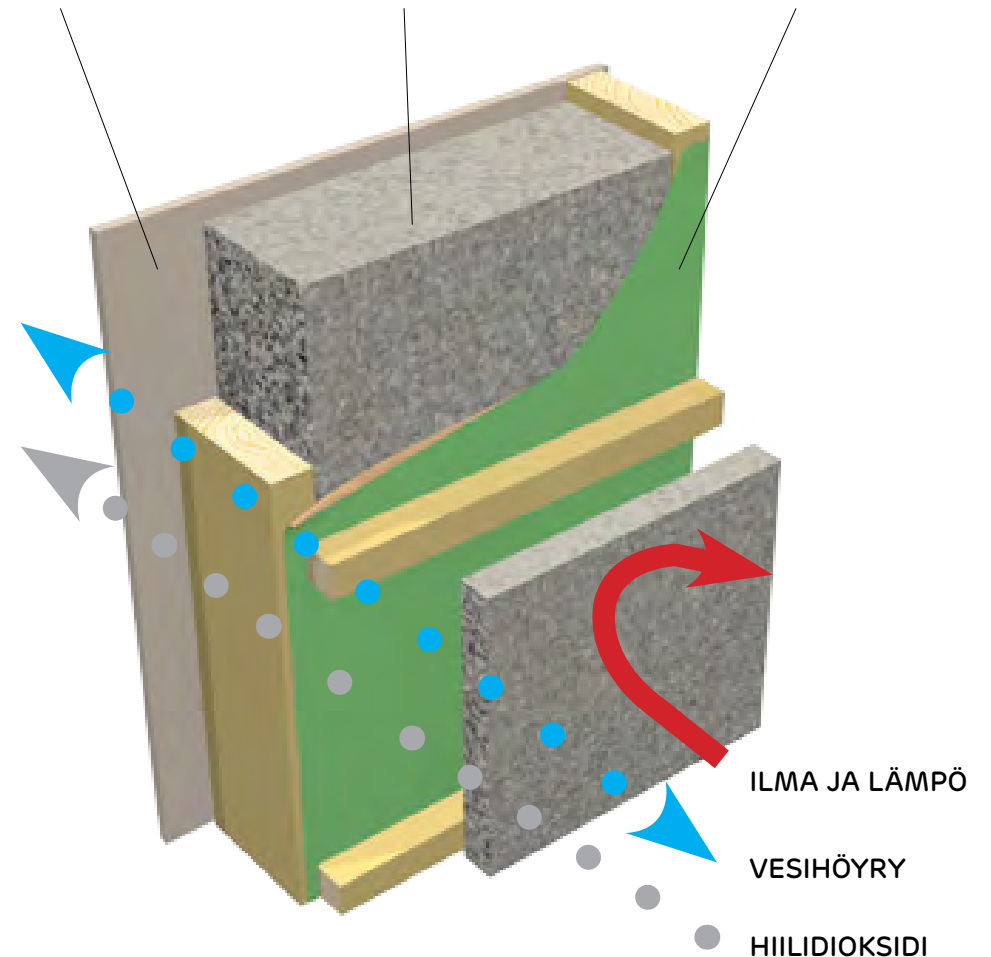


SAMA-AINEINEN HENGITTÄVÄ ERISTERAKENNE

Hengittävä tuulensuoja puukuitua, joka lisää myös rakenteen lämmön-eristävyyttä

Hengittävä lämmöneriste puukuitua - suuren kosteuskapasiteetin omaavaa Ekovilla-eristettä

Hengittävä ilmansulku puukuitua - viisinkertainen höyryvastus tuulensuojaan verrattuna



Kuva: Wolly Silent by Bioregion Institute

Prototyyppi: Woolly silent

Jätelampaanvillasta tuotettu akustinen seinäpaneeli

2021 -

Suunnittelija: Bioregion Institute / Silje Klepsvik, Birgitta Ralston, Siv Støldal, Marion Hennes, Gaspard Fecho

BIO
REGION
INSTITUTE
KALEIDOSCOPE



Kuvitus: Kaleidoscope Nordic



Kuva: Wolly Silent by Bioregion Institute

Flat House

Asuintalo

Rakenteellinen päämateriaali:
puu-hamppubetonielementit,
hamppukuituverhous, puu

Cambridgeshire, Iso-Britannia

2020

Suunnittelija: Practice Architecture,
Material Cultures

Hamppuelementtirakenne

- Hamppubetoni on seos hampun päistäreitä, rakennuskalkkia ja vettä. Veden kuivuttua pois, jäljelle jää ajan myötä kovemaksi ja vahvemaksi muuttuva materiaali, joka muuttuu kiven kaltaiseksi.
- Sisä- ja ulkorakenteet valmistettu pääosin hamppubetonista ja hamppukuiduista.
- Hampun nopea kasvu ja kyky sitoa hiiltä pienentävät rakennuksen hiilijalanjälkeä.
- Hengittävät hamppumateriaalit tasaavat sisäilman kosteutta.
- Rakentaminen on nopeaa esivalmistetuista hamppubetonielementeistä.

Energia

- Biomassakattilat ja aurinkopaneelit pienentävät edelleen hiilijalanjälkeä vähähiilisten rakennusaineiden lisäksi.

Talo Rauch

Omakotitalo

Rakenteellinen päämateriaali: savi

Schlins, Saksa

2008

Suunnittelija: Boltshauser Architekten

Kantavat massiivisaviseinät

- Noin **85%** rakennusmateriaaleista kaivettiin suoraan rakennuspaikalta. Massiivisaviseinät koostuvat kokonaan kaivetusta materiaalista.
- Massiivisaviseinät eivät tarvitse stabilointia eivätkä välttämättä pintakäsittelyä.
- Savijulkisivut on suunniteltu jakamaan tilavuutta ja edistämään eroosioiden hallintaa.
- Käsiyönä tehdyt tiilikerrokset savirakenteessa hidastavat veden valumista julkisivulla ja jarruttavat eroosiota. Ne myös artikuloivat savijulkisivua.
- Rakennustapa säästää noin **50%** rakentamiseen sitoutuneesta energiasta verrattuna tyypillisiin massiivirakenteisiin.
- Puurakenteiset välipohjat paikallisesta puusta.
- Saviseinät tasaavat tehokkaasti suhteellista ilmankosteutta, se pysyy noin **50%:ssa**.

Salvador Espriu

Tuettuja vuokra-asuntoja

Rakenteellinen päämateriaali: kivi

Palma, Mallorca, Espanja

2023

Rakennuttaja: IBAVI (Baleaarien asuntoinstituutti), Carles Oliver, Antonio Martín, Xim Moyá, Alfonso Reina.

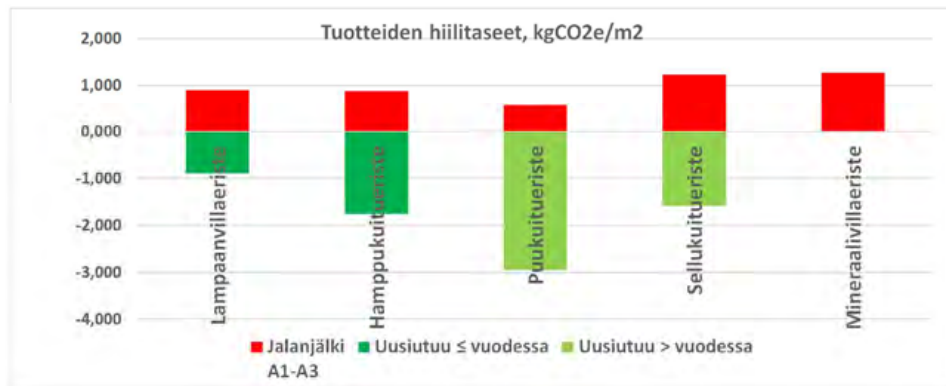
Massivikivirakenne

- Marés:-kivi on perinteinen rakennusmateriaali Mallorcalla niin monumenteissa kuin arkirakennuksissakin.
- IBAVI on elvyttää marés-kiven käyttöä sen ympäristöystävällisyyden ja paikallisen perinteen ja identiteetin vuoksi.
- Marés-kivirakentamisella on 60%:n pienemmät hiilipäästöt kuin alueen tyypillisellä betonirakentamisella.
- Massivikivirakenne tasaa myös lämpötilan vaihtelua ja vähentää viilennys- ja lämmitystarvetta.

Meriheinäeriste

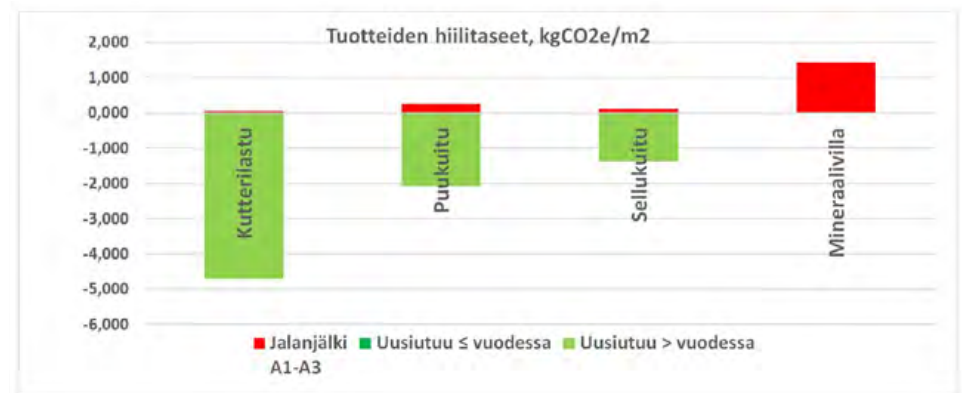
- Meriheinäpohjainen lämmöneriste.
- Lämmöntalteenotto

Materiaali	Yritys/ lähde	Tiheys kg/m ³	Paksuus m	Tuotteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²				Koostumus ja tarkennus	Tarvikkeen paloluokka
				Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu > vuodessa		
Eristevillat, R =1 (m²K)/W									
Lampaanvillaeriste	Therma- fleece	18,0	0,039	0,906	-0,899	-0,899	Lampaanvilla 75%, kierrätysmuovi 20 %, tuholaisenestoaine 5 %	E	
Hamppukuitueriste	KOBE-cz	35,0	0,040	0,870	-1,760	-1,760	Hamppu 85 %, kierrätysmuovi 12 %, sooda 3 %	D	
Puukuitueriste	Hunton Nativo	50,0	0,038	0,566	-2,950	-2,950	Puukuitu 81 %, homeen- ja palonestoaineet, polyolefin	E	
Sellukuitueriste	CO2data tyypillinen	37,0	0,039	1,227	-1,587	-1,587	Kierrätyspaperi, homeen- ja palonestoaineet, polyesteri	E	
Mineraalivillaeriste	CO2data tyypillinen	29,5	0,036	1,274			Sulatetut kiviäidut, sideaine	A	



Eristevillojen hiilitaseiden vertailua, kun niiden lämpövastukset ovat yhteismitallisia.

Materiaali	Yritys/ lähde	Tiheys kg/m ³	Paksuus m	Tuotteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²				Koostumus ja tarkennus	Tarvikkeen paloluokka
				Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu > vuodessa		
Puhalluseristeet, R =1 (m²K)/W									
Kutterilastu	Ehta/LUKE	70,0	0,043	0,054	-4,712			Sihdattu kutterilastu 100 %	E
Puukuitu	Hunton Nativo	33,0	0,038	0,246	-2,070			Puukuitu 86%, ammoniumfosfaatti 5 %, parafiinivaha 1 %	E
Sellukuitu	CO2data tyypillinen	30,0	0,038	0,103	-1,368			Kierrätyspaperi, homeen- ja palonestoaineet	E
Mineraalivilla	CO2data tyypillinen	33,0	0,036	1,426				Sulatetut kiviäidut, sideaine	A

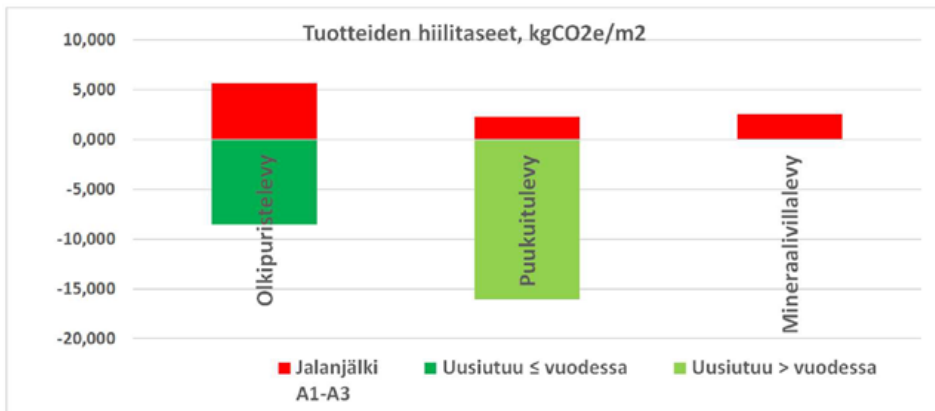


Puhalluseristeiden hiilitaseiden vertailua, kun niiden lämpövastukset ovat yhteismitallisia.

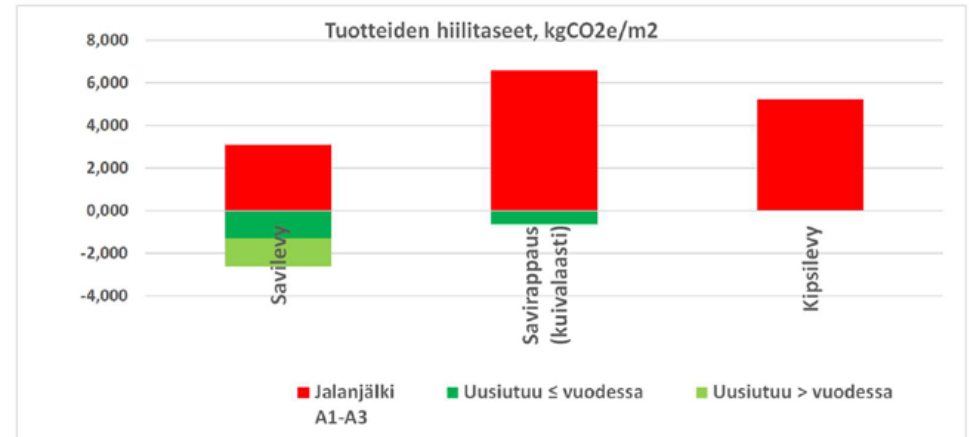
Westermarck, M. & Vinha, J. 2023. Esiselvitys luonnonmukaisista rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista. Nature Co2-hanke. Tampereen yliopisto.

Materiaali	Yritys/ lähde	Tiheys kg/m ³	Paksuus m	Tuotteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²			Koostumus ja tarkennus	Tarvikkeen paloluokka
				Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa		
Tuulensuojaeristeet, R =1 (m²K)/W								
Olkipuristelevy	Vestaeco	140,0	0,043	5,655	-8,530	-8,530	Olki 95 %, PMDI hartsia 5 %	E
Puukuitulevy	Hunton	230,0	0,046	2,285	-16,062	-16,062	Puukuitu, bitumi	
Mineraalivillalevy	CO2data tyypillinen	61,0	0,035	2,562			Sulatetut kivikuidut, sideaine	A

Materiaali	Yritys/ lähde	Tiheys kg/m ³	Paksuus m	Tuotteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²			Koostumus ja tarkennus	Tarvikkeen paloluokka
				Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa		
Palonsuojaverhoukset, A luokka, 26 mm								
Savilevy	Lemix	1450	0,026	3,106	-2,639	-1,320	Savi n. 95 %, puukuitu, tärkkelys, juuttikangas	A
Savirappaus (kuiva)	Dachverband Lehm	1800	0,026	6,573	-0,655	-0,655	Kuivattu savijauho 32 %, hiekka 67%, olki 1%	A
Kipsilevy	CO2data tyypillinen	875	0,026	5,233			Kipsi, pahvi	A



Tuulensuojaeristeiden hiilitaseiden vertailua, kun niiden lämpövastukset ovat yhteismitallisia.

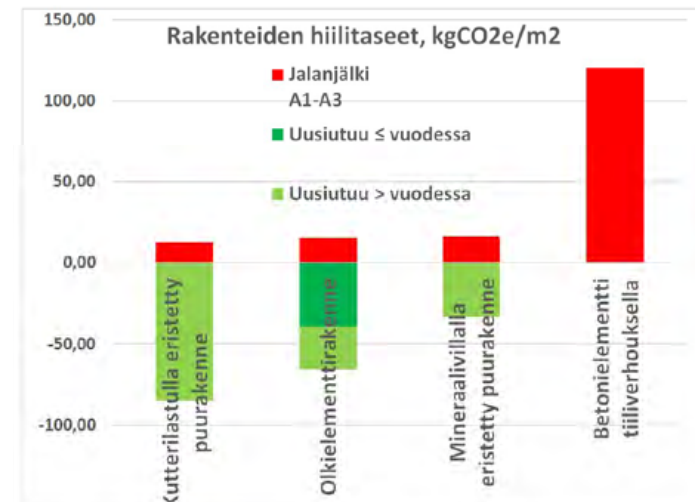
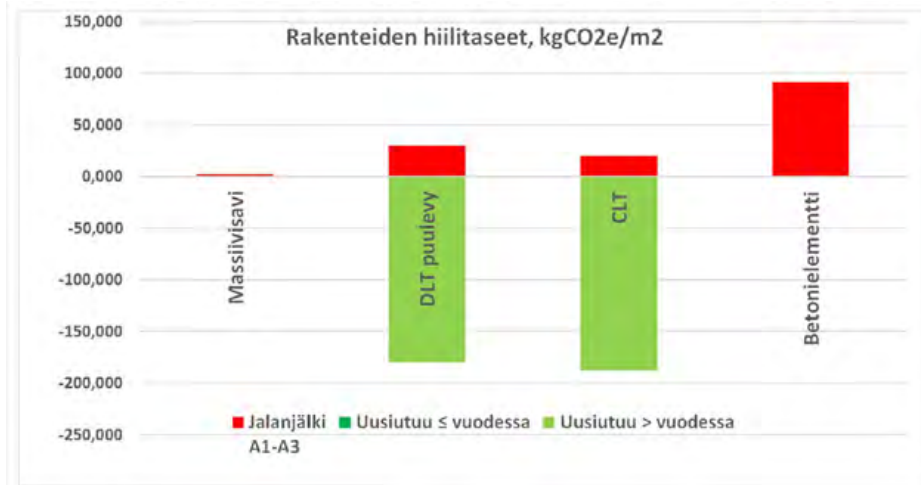


Palonsuojaverhousten hiilitaseiden vertailua, kun niiden suojaverhousominaisuudet ja paksuudet ovat yhteismitallisia.

Westermarck, M. & Vinha, J. 2023. Esiselvitys luonnonmukaisista rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista. Nature Co2-hanke. Tampereen yliopisto.

Materiaali	Yritys/ lähde	Rakenteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²						Koostumus ja tarkennus	Een palolu
		Tiheys kg/m ³	Paksuus m	Jalanjälki A1-A3	Kädenj älki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu > vuodessa		
Kantava väliseinä, 250 mm paksu									
Massiivisavi	Materialepyramiden/ Claytec	2300	0,250	2,325				Savi, hiekka ja sora	A
DLT puulevy	StructureCraft Builder	449	0,250	30,350	-179,6			Puu 99,9 %	
CLT	CO2data tyypillinen	470	0,250	19,975	-188,0			Puu, PU-liima 1%	D
Betonielementti	CO2data tyypillinen	2444	0,250	91,650				Betoni, teräs	A

Rakenteen paksuus mm	Rakenteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²			
	Jalanjälki A1-A3	Kädenj älki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu > vuodessa
Kerrostalon ulkoseinä rakenteet, U = 0,17 W/m²K				
Kutterilastulla eristetty puurakenne	457	12,47	-85,30	-84,89
Olkielementtirakenne	327	15,17	-65,91	-39,10
Mineraalivillalla eristetty puurakenne	303	16,07	-33,38	-33,38
Betonielementti tiiliverhouksella	515	120,41		

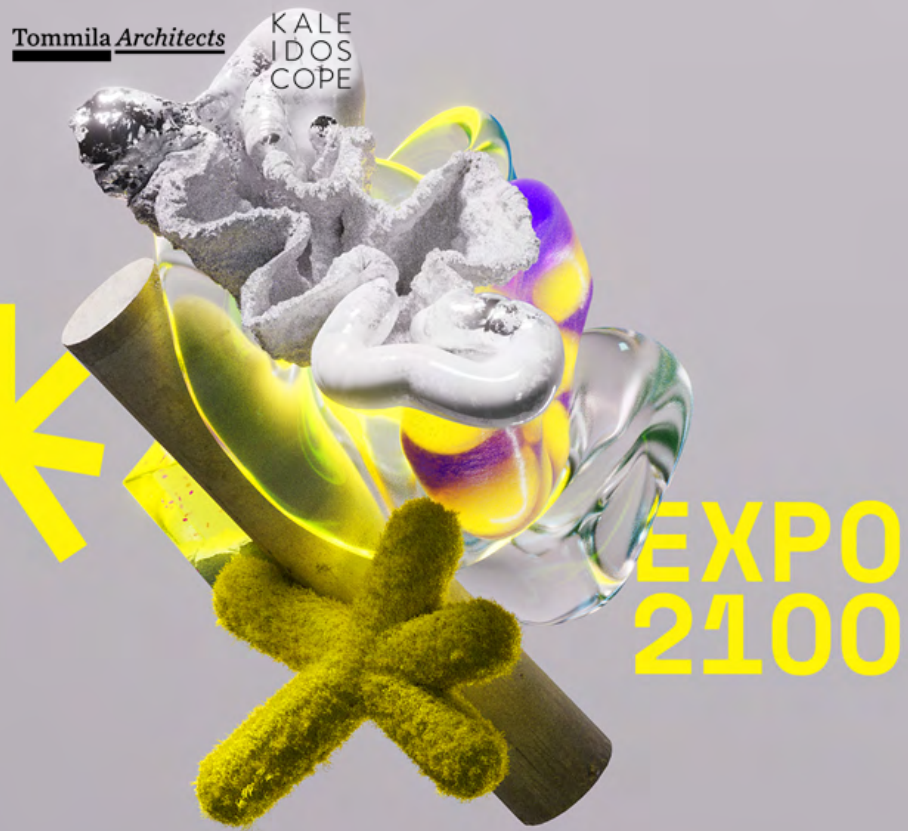


Kantavien väliseinien hiilitaseiden vertailua, kun niiden paksuudet ovat yhteismitallisia.

Erityyppisten kerrostalon ulkoseinien hiilitaseiden vertailua, kun niiden U-arvot ovat yhteismitallisia.

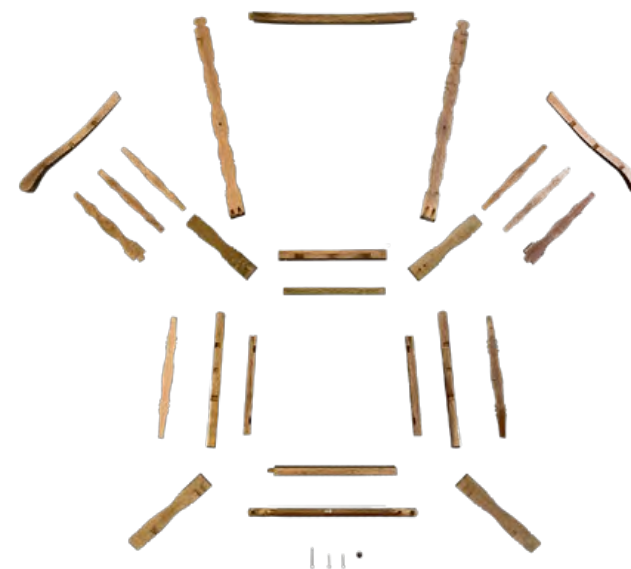
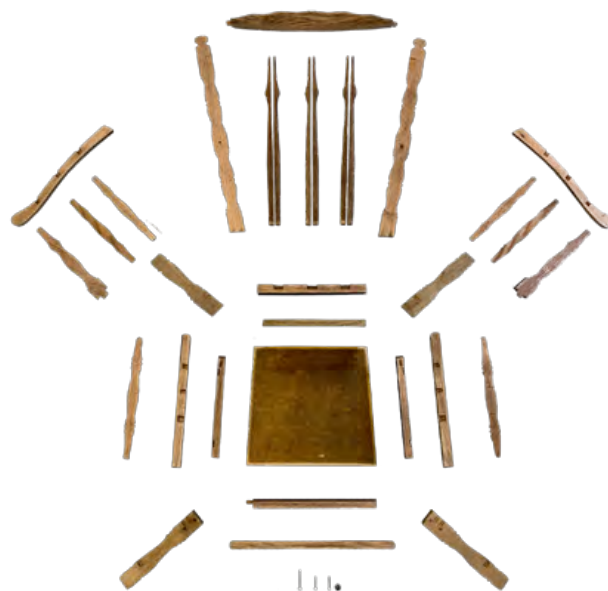
Westermarck, M. & Vinha, J. 2023. Esiselvitys luonnonmukaisista rakennustuotteista ja niiden käyttöpotentiaalista. Nature Co2-hanke. Tampereen yliopisto.

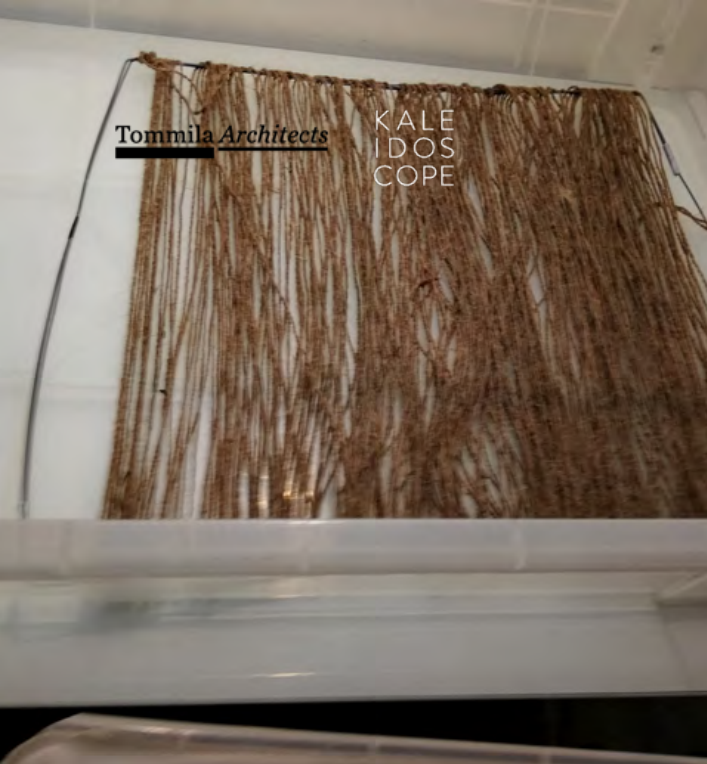
Regeneratiivinen suunnittelu



Prototyyppi: Ikuinen kierto

Kahdennettu, kasvatetuin
sienimateriaalein täydennetty tuoli
Expo2100 -näyttely ja tutkimushanke
2023
Suunnittelija: Arkkitehdit Tommila &
Kaleidoscope Nordic





Tommila Architects

KALE
IDOS
COPE





Kuvat: Øystein Grutle Haara



Prototyyppi: Woolly pot

Jätelampaanvillasta tuotettu
istutusruukku

2021 -

Suunnittelija: Bioregion Institute / Silje
Klepsvik, Birgitta Ralston, Alexandre
Bau, Blandine Zaba, Linda Figueiredo,
Barry Steel



Asuintalo

Regeneratiiviset periaatteet: sähköä tuottava, vettä kasvatukseen kierrättävä

Brålanda, Ruotsi

2022

Suunnittelija: Naturvillan

Energia

- Naturhus-konsepti: lämpöeristettyä rakennusta ympäröivä lasikuori vähentää energiankulutusta keskimäärin 30 %.
- Aurinkopaneelit sähköntuotantoon, puulämmitteinen uuni lämmitykseen. Varalla generaattori.

Veden kierrätys ja ruoan kasvatus

- Vesi kaivosta, jätevesi puhdistetaan biologisesti kasvihuoneen kasvualustojen kautta.
- Lasikuoren alla vihanneksia voi kasvattaa ympäri vuoden.

Rakentaminen ja materiaalit

- Vähäpäästöinen liimapuurakenne toimii pitkäaikaisena hiilinieluna.

Taloudelliset hyödyt

- Alkuun kalliimpi talomalli maksaa itsensä takaisin kannattavaksi noin 20 vuodessa ja alkaa sen jälkeen tuottaa omistajalleen.

Biodiversity School

Alakoulu

Regeneratiiviset periaatteet:
biodiversiteetin lisääminen

Boulogne-Billancourt, Ranska

2015

Suunnittelija: ChartierDalix

Biodiversiteetti

- Katto- ja seinärakenteet on suunniteltu kasvamaan monimuotoiseksi elinympäristöksi paikalliselle lajistolle.
- Eri ilmansuuntiin avautuvilla seinäosuuksilla ja erilaisin esivalmistetuin betonielementein varustetuilla seinillä on erilaisia ominaisuuksia. Seinäelementit on suunniteltu erilaisten lajien asutettaviksi ja vähitellen luonnon prosessien kautta kasvualustoiksi muuttuviksi.
- Katolla on eripaksuisia maakerroksia, jotka imitoivat metsän ja niityn lajirikkaita rajavyöhykkeitä.
- Seinät ja katot yhdistyvät yhdeksi vihervyöhykkeeksi. Rakennus tukee ekologisten verkostojen jatkuvuutta tiiviissä kaupunkiympäristössä.
- Rakennukset toimivat koulun opiskelijoille elävänä ekologian ja vuodenaikojen oppimisympäristönä.

Kiitos!

