



Ympäristösuoritus / hiilijalanjäljen ohjausmenetelmät

VAAPU-koulutus 26.3.2019

Tytti Bruce-Hyrkäs
Bionova ltd / One Click LCA





**Tarjoamme helppokäyttöisiä työkaluja rakennusalan
elinkaarivaikutusten vaikutusten ohjaamiseen globaalisti**

Helppokäyttöisiä ja automatisoituja laskentatyökaluja...



**Rakennusten
suunnitteluun**



Infrahankeisiin



**Kiinteistöjen
ylläpitoon**



**Materiaaleille ja
EPD:lle**

One Click LCA automatisoi laskennan kaikista yleisimmistä suunnittelutyökaluista

The screenshot displays the One Click LCA software interface. At the top, there's a 3D rendering of a multi-story building with a green roof. Below the rendering, a table lists various building components and their associated materials, with a green arrow pointing to the 'mineral w' (mineral wool) entry.

Category / material	# of objects	Unit/skip	Map to One Click LCA (optional)	Solidity %	Apply extra specificati	Share %
Floors (23)						
Structural Columns (1)						
Concrete columns	33	Volume	Concrete columns and beams, incl. reinf.			
Structural Framing (15)						
Covering	2	Area				
Concrete frame elements	57	Volume	Concrete, 3001-4000 psi, average (Nation		Add rebar	2.1
Cast in place concrete	7	Area				
EPS insulation	2	Area	mineral w			
Mineral wool	8	Area	Mineral wool insulation batt, R11, EcoBatt Insulation with Ecose Technology, Unfaced (Knauf Ins			
Gypsum board	10	Area	Mineral wool insulation batt, R22, EcoBatt Insulation with Ecose Technology, Unfaced (Knauf Ins			
Covering	2	Area	Mineral wool insulation batt, R30, EcoBatt Insulation with Ecose Technology, Unfaced (Knauf Ins			
Covering	7	Area	Mineral wool insulation batt, R38, EcoBatt Insulation with Ecose Technology, Unfaced (Knauf Ins			
Hollow steel column 345 MPa	120	Volume	Mineral wool insulation batt, R11, EcoBatt Insulation with Ecose Technology, Kraft Facing (Knauf			

Energia-
mallinnus



DesignBuilder



Suunnit-
telu



AUTODESK
REVIT

GRAPHISOFT
ARCHICAD



TEKLA



Tiedos-
tot



Microsoft
Excel



gbXML

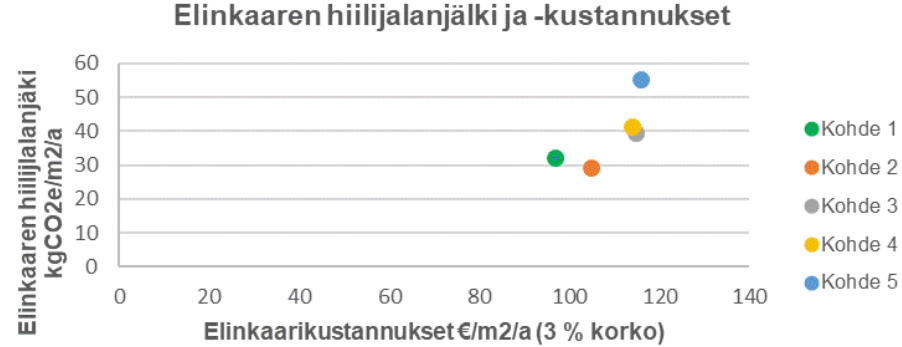


BIM

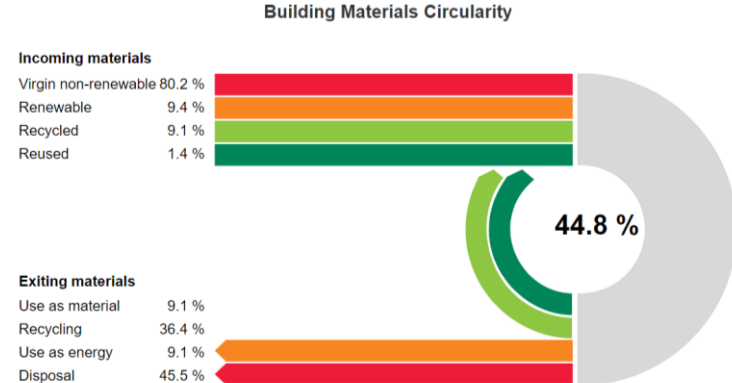
SOLIBRI
Model Checker



LCA, LCC, kiertotalousvaikutukset...



Cradle to grave (A1-A4, B4-B5, C1-C4)		kg CO ₂ e
(270-367) A	423	
(367-464) B		
(464-561) C		
(561-659) D		
(659-756) E		
(756-853) F		
(853-950) G		



Some clients we are proud to serve

EUROPEAN



NORTH AMERICAN / GLOBAL



INSTITUTIONS AND GOVERNMENTS



SUOMALAISIA ASIAKKAITAMME



1. RAKEN- NUKSEN HIILIJALAN- JÄLKI

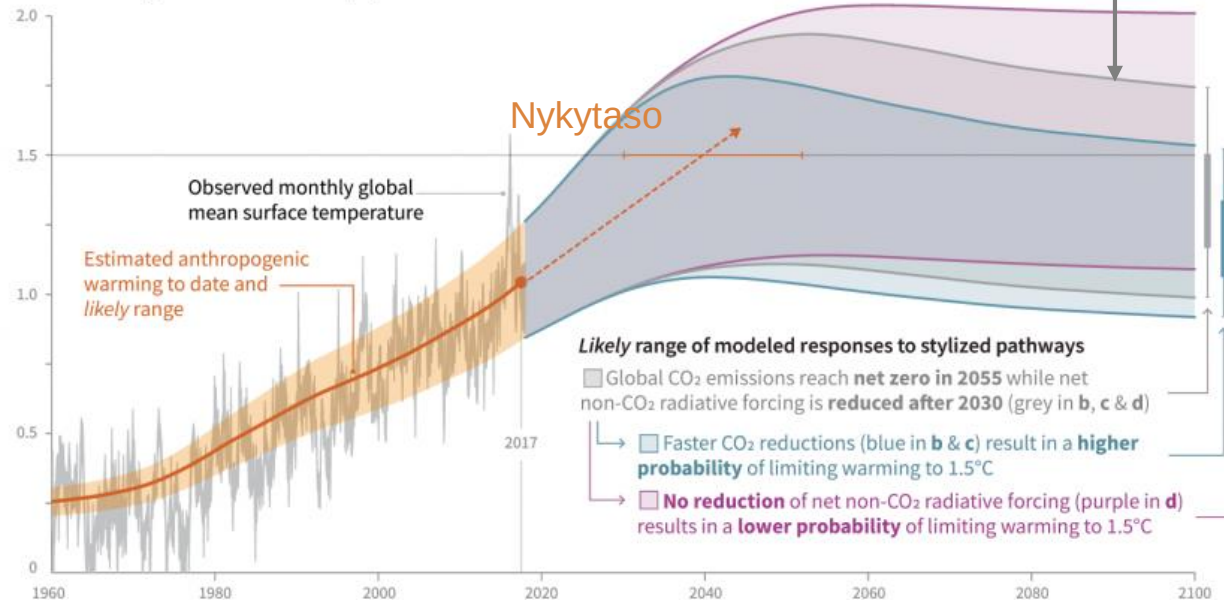
*Mitä ja miksi? 10-12
slides*



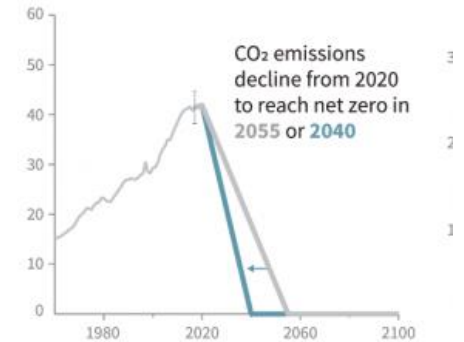
Ilmastonmuutoksen pysäyttäminen 1,5 asteeseen voi olla mahdollista, jos saavutamme hiilineutraaliuden 2040-2055

a) Observed global temperature change and modeled responses to stylized anthropogenic emission and forcing pathways

Global warming relative to 1850-1900 (°C)



b) Stylized net global CO₂ emission pathways Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)

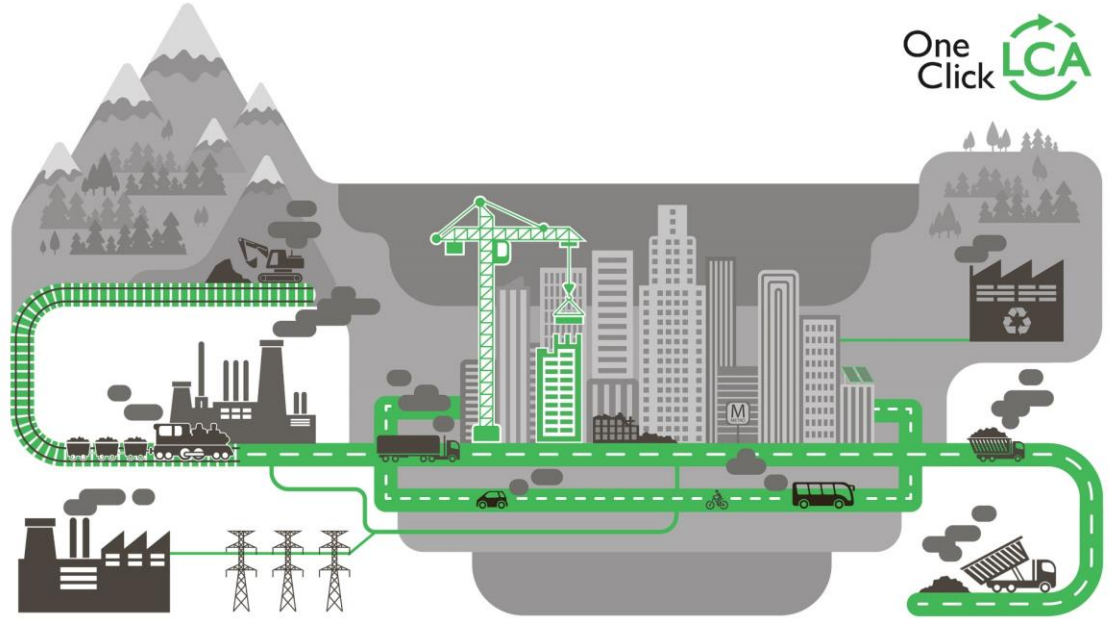


Hiilineutraalius 2040

Rakennukset vastaavat valtaosasta päästöjä elinkaarensa aikana

Rakennukset ja rakentaminen:

- Aiheuttavat n. 35 % globaaleista ilmastopäästöistä
- Rakennukset ja yli puolet resursseista



Sources: Meggers, F., 2012. "Reduce CO2 from buildings with technology to zero emissions". Sustainable Cities and Society.

* Mazria, E., 2007. "Resuscitating a dying world. The 2010 imperative: A global emergency teach-in." Architecture 2030.

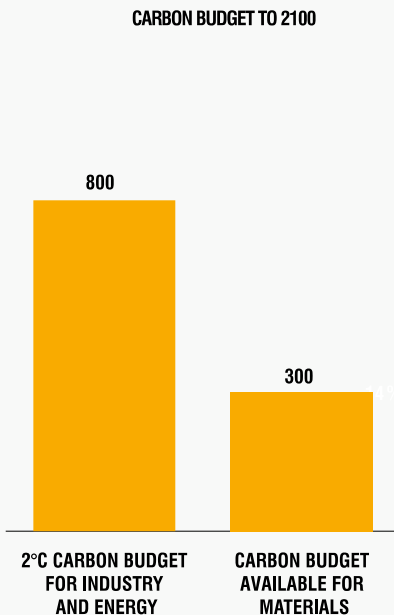
Yksin materiaalien valmistuksen päästöt riskeeraavat 2 asteen päästöskenaarion ylittymisen

Tavoite, 2 astetta

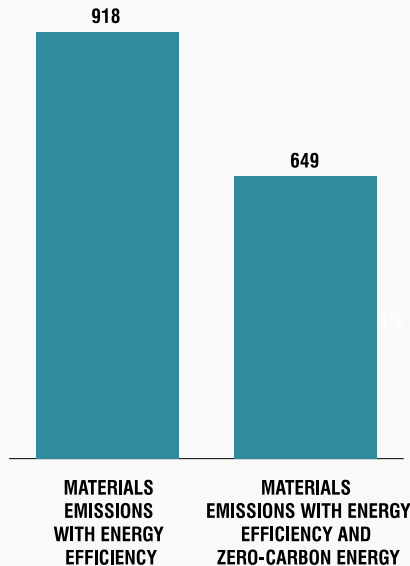
Koko hiilibudjetti teollisuudelle ja energiantuotannolle sekä viidelle merkittävimmälle materiaalille



CO₂ EMISSIONS AND CARBON BUDGET
Gt TONNES CO₂



CO₂ EMISSIONS FROM MATERIALS PRODUCTION



Nykytila

Materiaalien päästöt nykytasolla ja vähentämällä energian päästöjä



Vähähiilisen rakentamisen kysyntä kasvaa

Hiilineutraalit kaupungit:

Kotima

Moni pieni kunta nokittaa Helsingin ilmastotavoitteissaan – yhä useammat kaupungit pyrkivät hiilineutra-

Kaupungeilla on keskeinen rooli ilmastomuutoksessa, sillä energiatuotannon on merkittävä. Kunnat ovat ottaneet käyttöön ilmastotoimia sähköautoista au



Herttoniemen liikennesolmu nähtynä Rautatiepäästä. (www.veera.fi)

Turulle maailman kärkeen lukeutuva ilmastosuunnitelma

Turun kaupunki tähtää hiilineutraaliksi alueeksi vuoteen 2029 mennessä. Tavoite on maailman kovimpia. Turulla on kuitenkin hyvät mahdollisuudet saavuttaa se.



Turun kaupunginvaltuusto päätti maanantaina 11.6. ilmastosuunnitelman, jonka avulla hiilineutraalisuuden tavoite on määrä saavuttaa. Tämä edellyttää laajaa vuorokautista energiatuotannon ja liikennepalveluiden sekä kaupungin, yritysten ja koko kansalaisten yhteistyötä.

Vihreä rahoitus ja investorien vaatimukset:



Hiilipohjainen lainsäädäntö ja valtioiden päästötavoitteet:



COUNTRIES THAT JOINED THE PARIS CLIMATE AGREEMENT

■ Ratified (147) ■ Signed (48) ■ Not signed (2)



SOURCE: UNFCCC NOTE: Denmark's agreement excludes Greenland. Map is updated as of May 31, 2017.

BUSINESS INSIDER

Ympäristö- ministeriön tiekartta

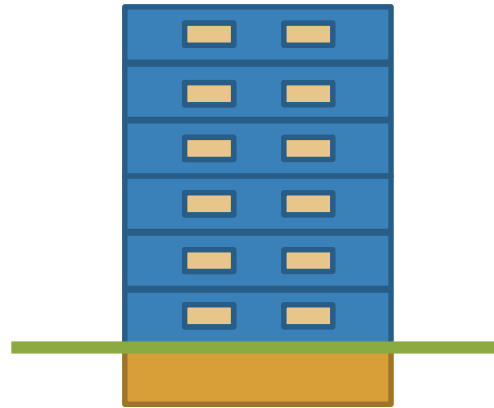
- Ympäristöministeriön tavoitteena on siirtää rakennusten ohjauksen **painotus** käytön energiankulutuksesta **koko elinkaareen**
- Ohjauksen kohteena on **rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki (CEN/TC 350)**
- Ohjauksen kehitys toteutetaan vaiheittain siten, että lopullinen **ohjaus on voimassa 2025**
- Level(s)- hiilijalanjäljen testaus valmistui Tammikuussa 2019
- Laskentamenetelmän ensimmäisen version lausuntokierros on päättynyt Tammikuussa 2019



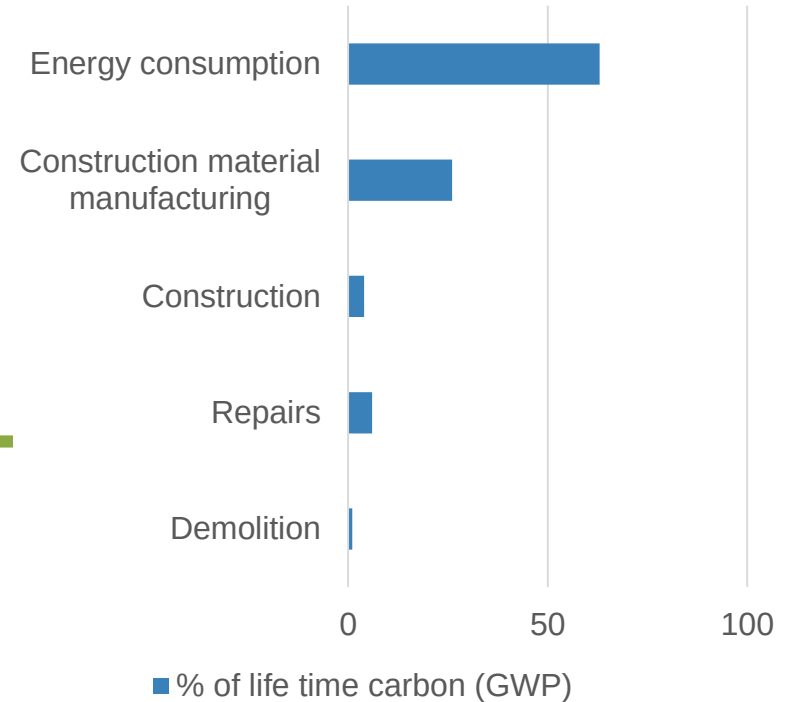
Life cycle carbon of average apartment building

Laskelmat: Ruuska & Häkkinen: "The significance of various factors for GHG emissions of buildings." International Journal of Sustainable Engineering, 2014

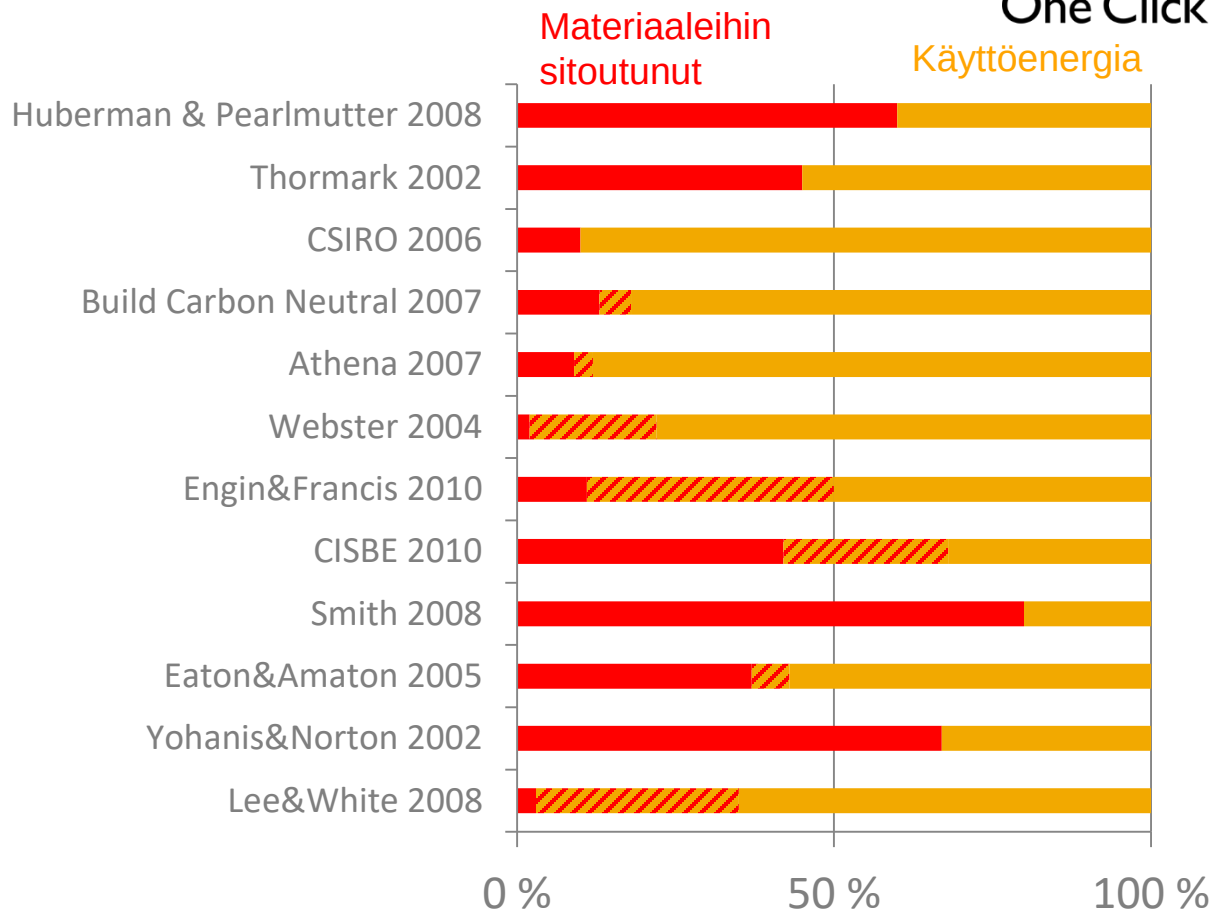
Mistä
ympäristö-
vaikutukset
aiheutuvat?



- 6 floors + cellar
- Floor area 2 500 m²
- 50 years life time



Mistä päästöt aiheutuvat?

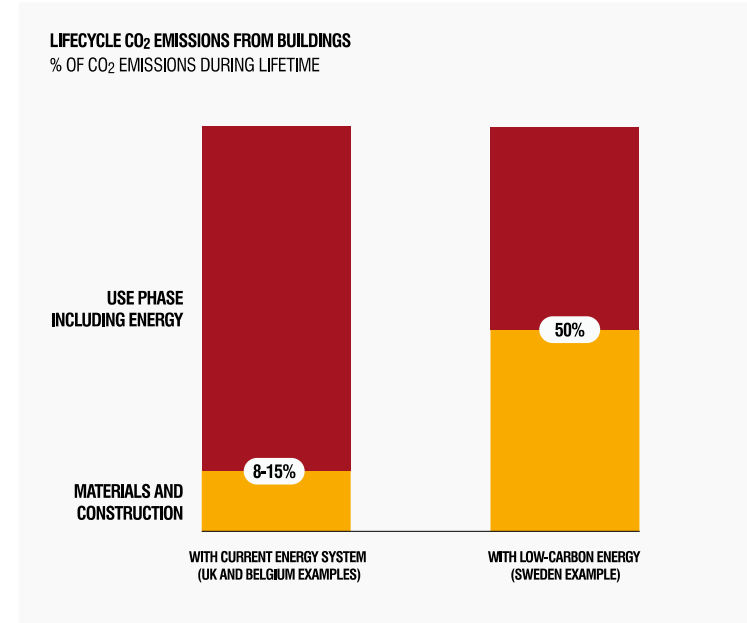
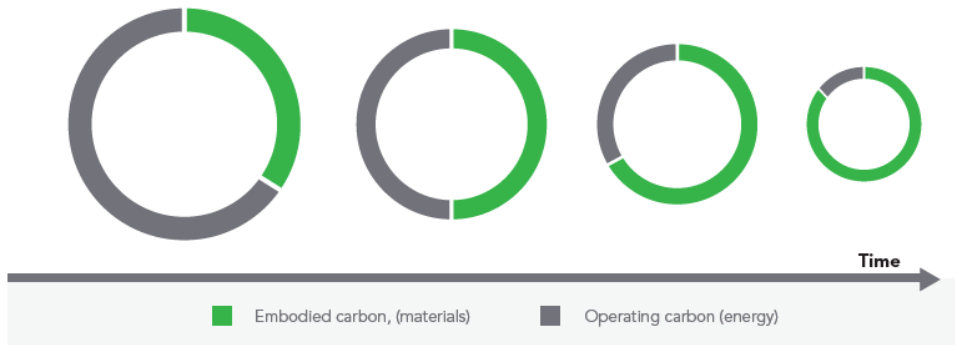


Lähde: Ibn-Mohammed ym. (2013). "Operational vs. embodied emissions in buildings – A review of current trends." *Energy and Buildings* 66: 232 - 245.

Muiden elinkaaren vaiheiden päästöjen merkitys kasvaa suhteessa käyttöenergiaan

- Energiatehokkuus ja siirtyminen puhtaampiin tuotantomuotoihin leikkaavat käyttöenergian osuutta päästöistä
- Esimerkiksi Norjassa ja Ruotsissa rakennusmateriaaleihin sitoutuneiden päästöjen osuus ylittää jo nyt käyttöenergian päästöt 50 vuoden elinkaaren aikana

Embodied carbon importance grows constantly



Elinkaaren päästöt määräytyvät suunnitte- lussa

Suurin osa päästöistä määräytyy varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Nyt hankkeissa tehtävät päätökset määrittävät päästöt vuosiksi eteenpäin.

Pre design

Requirements
definition

Design phase

Architectural and
technical planning

Construction

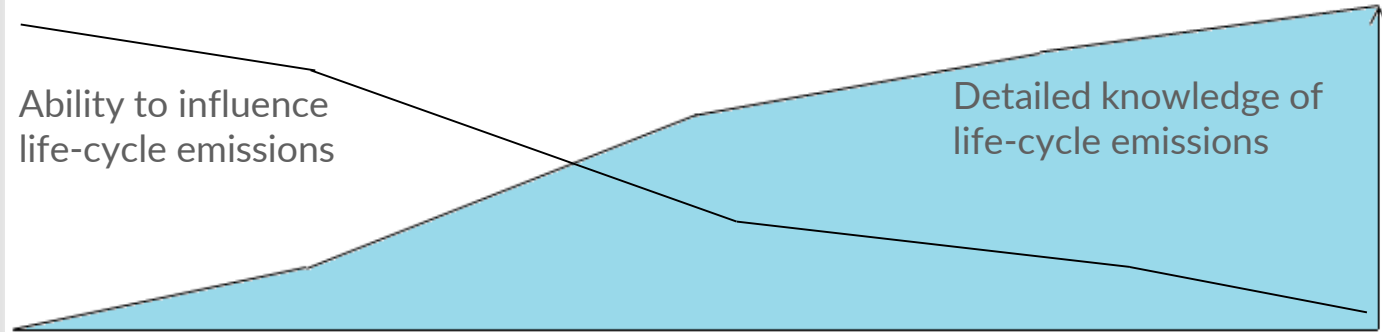
Tendering and
construction

Use phase

Building use

Ability to influence
life-cycle emissions

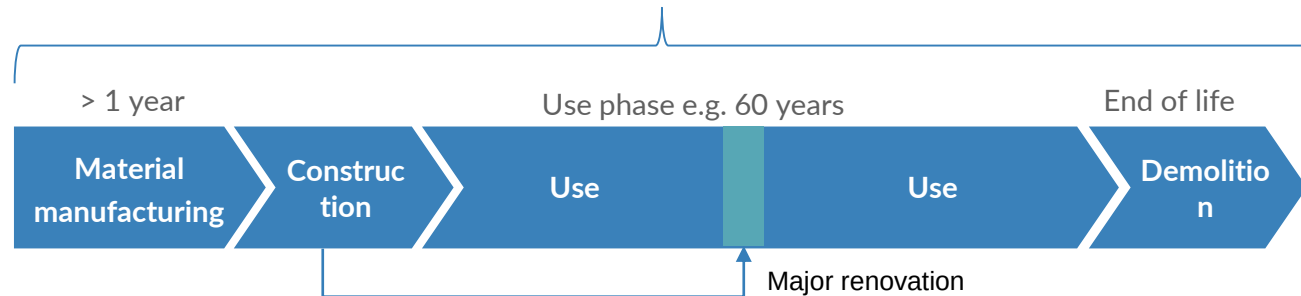
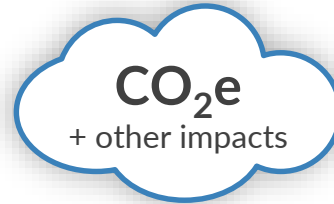
Detailed knowledge of
life-cycle emissions



Elinkaariarviointi antaa tieteeseen pohjautuvan numeerisen kuvan hankkeen ympäristö vaikutuksista koko sen elinkaaren aikana. Arviointimenetelmä ei arvota tuloksia.

Elinkaariarviointi, LCA

Elinkaarikustannukset, LCC

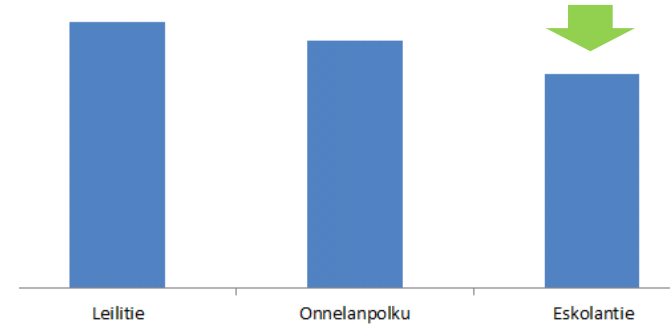


**LCA antaa
kokonais-
kuvan
vaikutuksista**

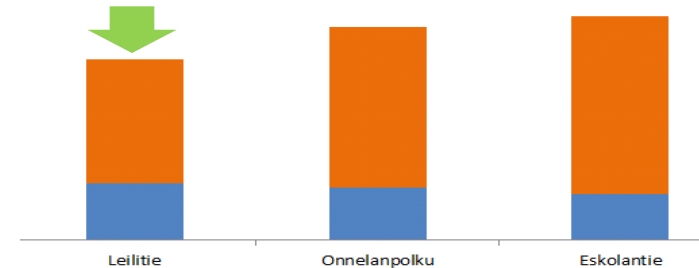
Mittaaminen auttaa välttämään osa- optimoinnin

Example: Kolmen ARA-asuinkerrostalon hiilijalanjälki
(kgCO₂e / m²) 50 vuoden elinkaaren aikana

A) Rakennusmateriaalit ja
rakentaminen

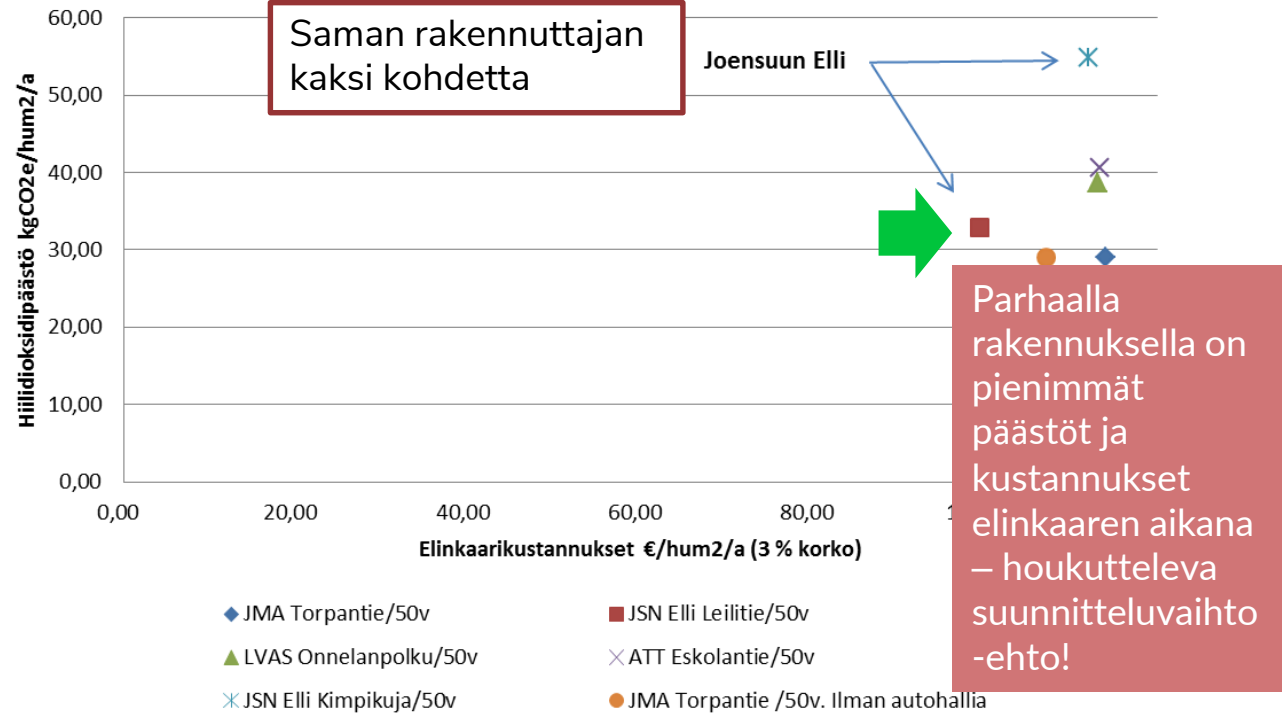


B) Koko elinkaari,
materiaalit,
rakentaminen,
käyttöenergia, osien
vaihdot, elinkaaren
loppu



Yhdistetty LCA & LCC auttaa löytämään kustannus- optimin

Esimerkki: Samojen kohteiden tulokset yhdistettynä elinkaarikustannusten lasketatulosten kanssa.

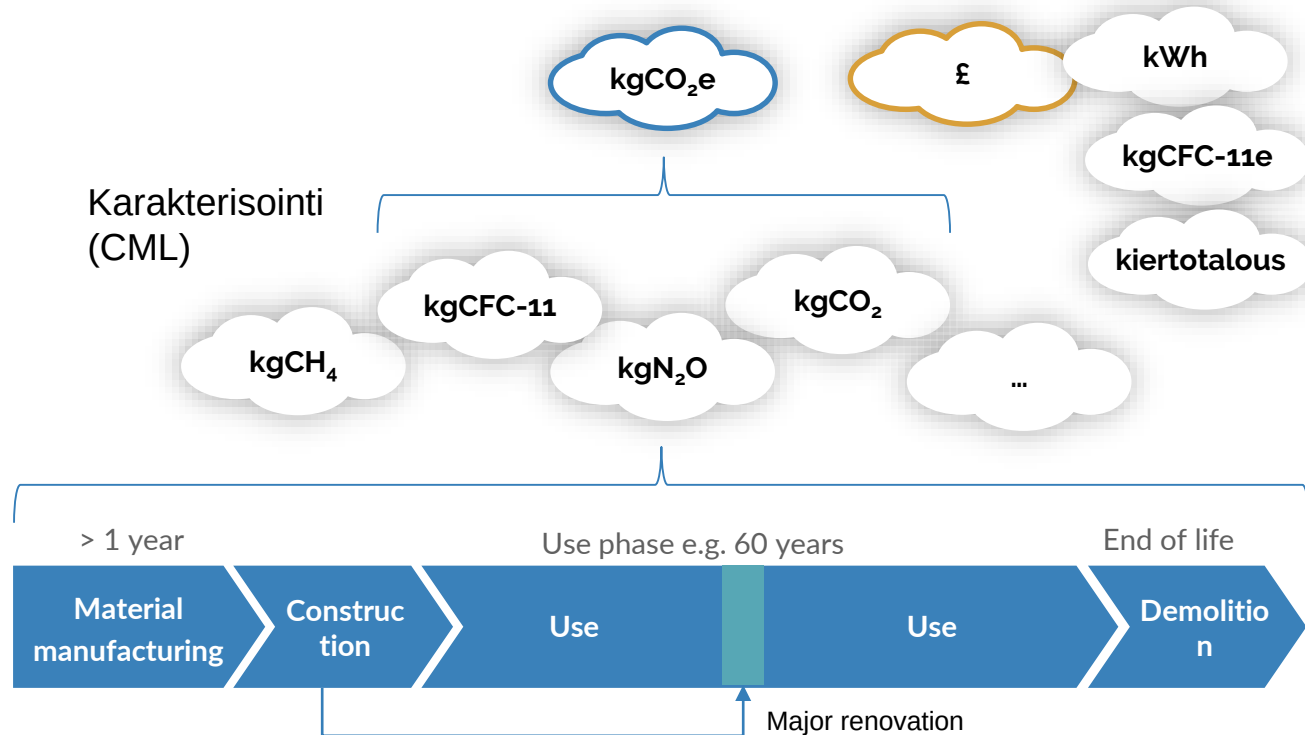


2. LASKENTA- PERIAATTEET JA STANDARDIT



Elinkaari- arviointi mittaa elinkaaren ympäristö- vaikutusta

Esimerkki: Koko rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät kasvihuonekaasujen päästöt yhteismitallistetaan hiilidioksidiekvivalenteiksi (kg CO₂e). Tämä tarkoittaa lämpenemisvaikutusta, jonka 1 kg ilmakehään päässyttä hiilidioksidia aiheuttaa 100 vuodessa.



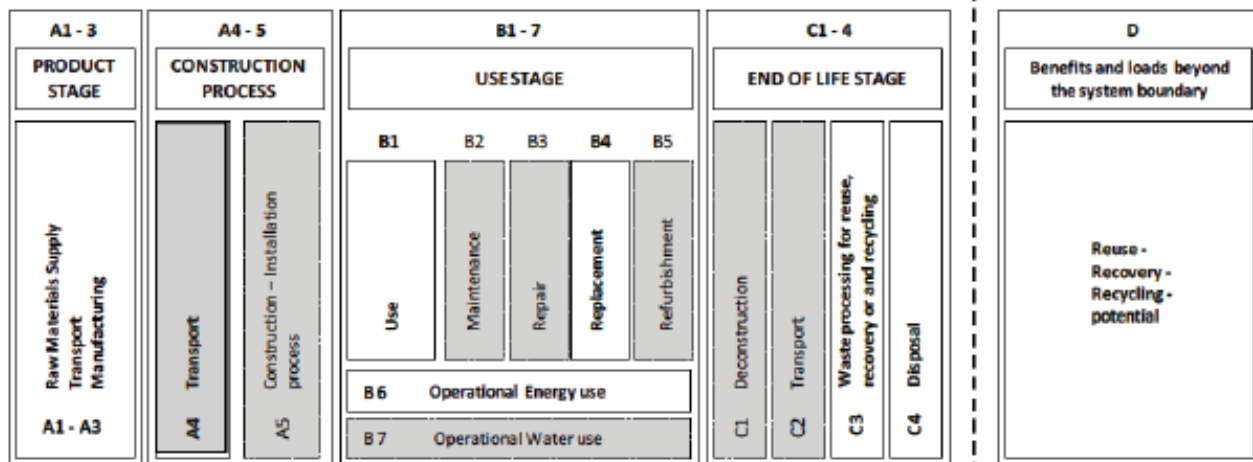
Arviointi perustuu CEN / TC 350 EN- Standardei- hin

Standardiperhe: Sustainability of construction works on [virallinen pohja rakennusten arvioinnille Euroopassa](#)

Rakennustaso: EN 15978 – LCA standard for construction projects

Rakennustuotetaso: EN 15804 (EPD data) ja EN 15942 (EPD format)

Peruseriaatteita mm.: Rakennusta arvioidaan koko sen elinkaaren aikana, vertailu tapahtuu rakennustasolla



Menetelmien keskinäinen suhde



ISO-standardit – yleinen pohja elinkaariarvioinnille
ISO 21929-1 Construction - Sustainability indicators
ISO 14040/44 Life cycle assessment



EN-standardit
EN 15978 Environmental performance of buildings -
Calculation method*
EN 15804 Environmental product declarations

Kansalliset ja vapaaehtoiset ohjausmenetelmät, elinkaariarviointia osana
pisteitä hyödyntävät ympäristösertifioinnit

**YM: Rakennusten hiilijalanjäljen
arviointimenetelmä**



BREEAM®



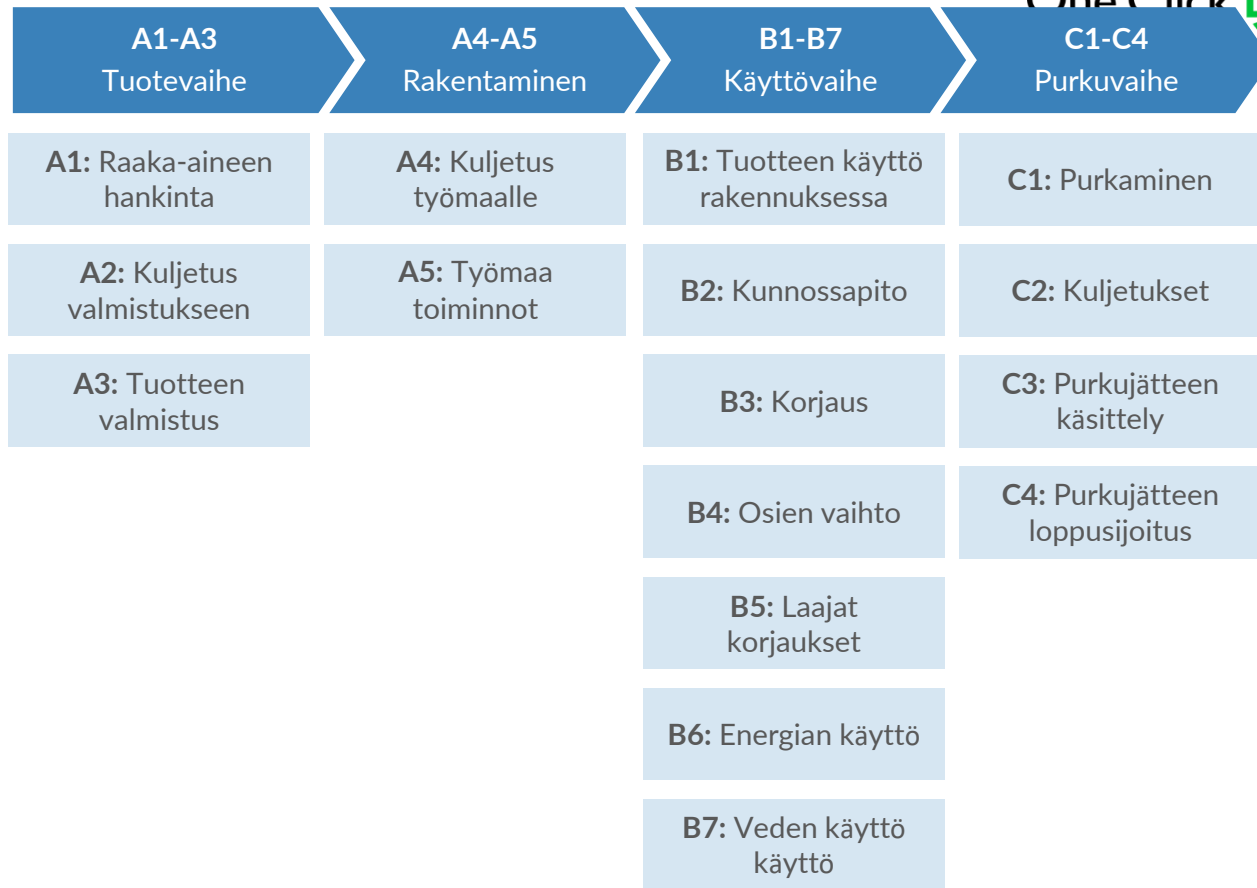
Rakennusten
elinkaarimittarit
(2013)



Yksityiskohtaisuus kasvaa

Elinkaaren vaiheet CEN/TC 350 EN- standardit

One Click LCA



D: Elinkaaren ulkopuoliset hyödyt ja kuormat

Ympäristöseloste (EPD) on tuotteen elinkaariarviointi

Ympäristöseloste (Environmental Product Declaration / EPD) on elinkaariarviointi lisäsäännöillä tiedon tuottamiseen ja esittämiseen (perustuen standardiin ja julkaisujärjestelmän (Product category rules / PCR) vaatimuksiin.

EPD on ensisijainen lähde rakennustason arvioinnissa.



YM lausunto- menetelmä, perusteet

Perusteet:

- Elinkaaren hiilijalanjälki EN-standardien mukaisesti
- Sisältää hiilijalanjäljen (päästöt) ja hiilikädenjäljen (hyödyt)
- Yksinkertaistettu ja yksityiskohtainen menetelmä
- Rakennuksen elinkaaren pituus on normitettu 50 vuoteen jollei muuta voida osoittaa
- Energian päästökertoimet on normitettu, päästökertoimissa huomioidaan päästövähennykset sitoumusten mukaisesti
- Materiaaleista arvioidaan tontin materiaali, runko ja pinnat sekä talotekniikka
- Tulokset esitetään lämmitettyä nettoalaa kohden

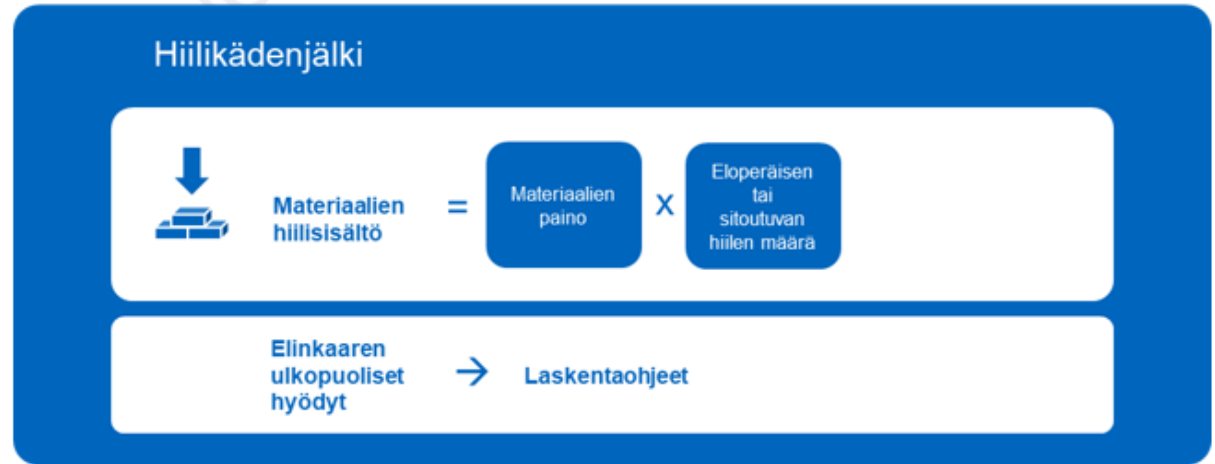
HUOM: Kyseessä on lausuntomenetelmä, sisältö voi vielä muuttua

<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=57846e74-8072-4c16-a191-176aeebbbd3a>

Hiilijalanjälki, yksinker- taistettu- (ja tarkka-) menetelmä



Hiilikäden- jälki



Materiaalien hiilisisältö:

- Betonin karbonaatio
- Biopohjaisten materiaalien hiilivarasto

Elinkaaren ulkopuoliset hyödyt (moduli D)

- Materiaalein kierrätyshyödyt

Hiilijalanjäljen suhde muihin mittareihin

Kolme keskeistä vaihtoehtoa päästöjen ohjaukseen. Eri menetelmiä voidaan myös yhdistää.

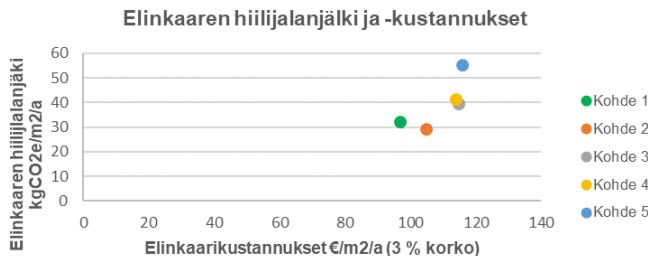
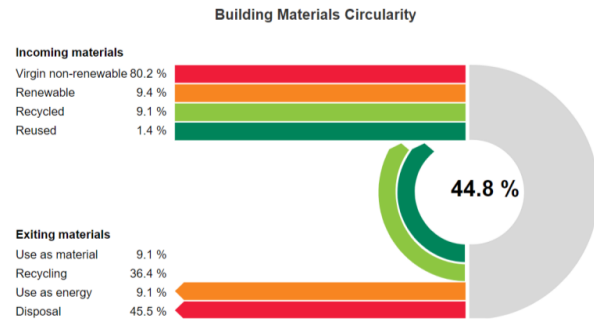


Energiatodistus – toimii lähtötietona

- Energialaskenta toimii osaltaan hiilijalanjäljen lähtötietona
- Energiaa arvioidaan kWh:n sijasta ilmastovaikutuksiin perustuen!

Kiertotalous – mitattavissa samoista lähtötiedoista

- Käytettävät materiaalit: kierrätysmaterit, uusiutuvat materiaalit
- Materiaalien uusimistarve
- Materiaalien kierrätettävyyys



Elinkaarikustannukset - arvioinnit tukevat toisiaan

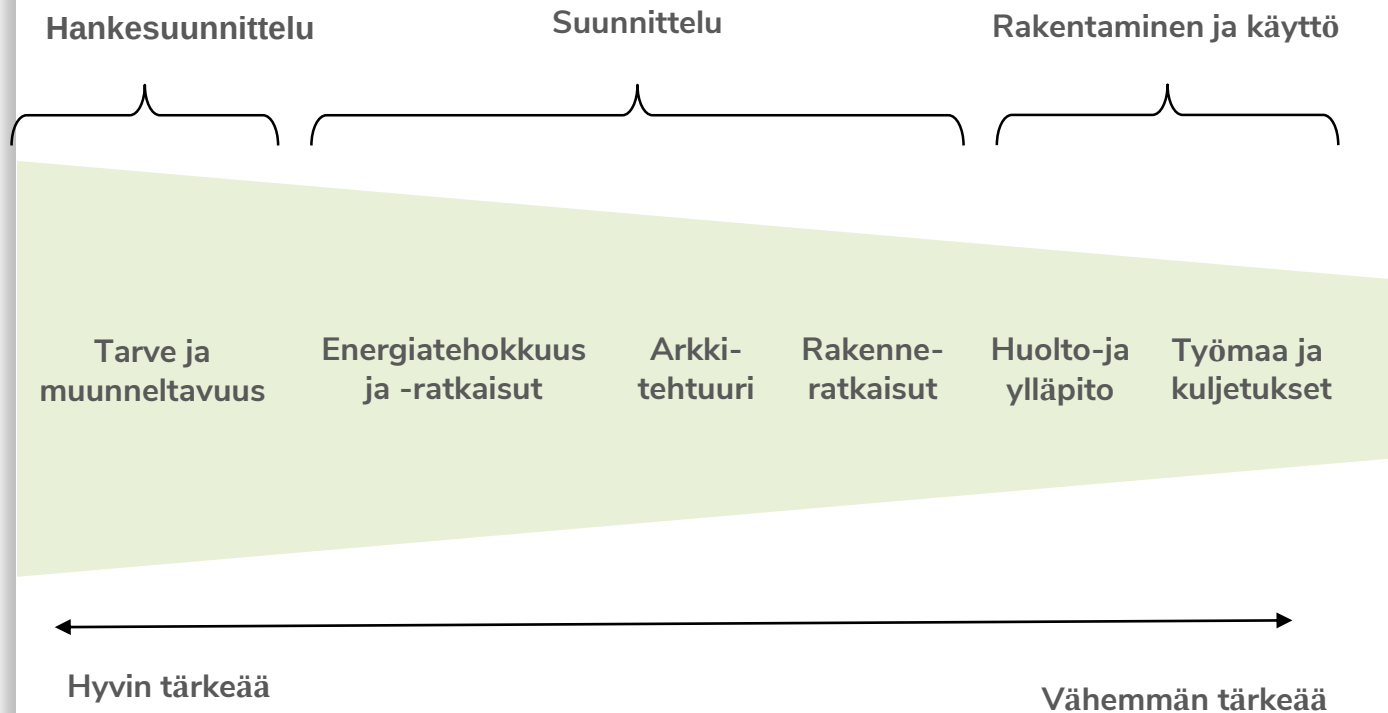
- Hiilijalanjäljen ja elinkaari-kustannukset tukevat toisiaan.
- Esim. Materiaalien ja energian laskenta voidaan tehdä samoista lähtötiedoista

3. Hiilijalanjäljen vähentäminen



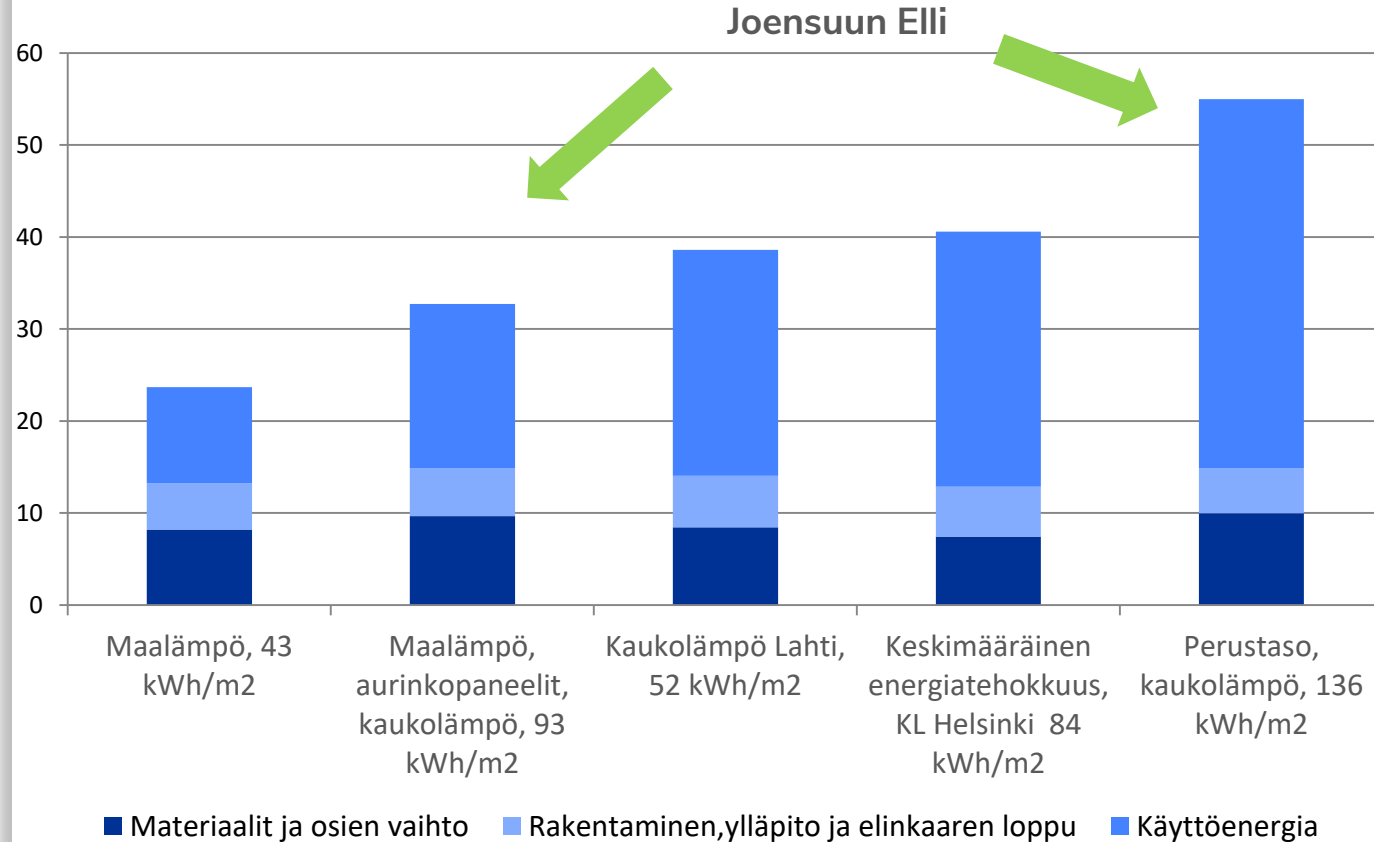
Energiaoptimoinnista ei ole hyötyä, jos rakennuksen tarve tai soveltuvuus käyttöön ei ole kunnossa. Tärkeintä on tehokas kokonaisuus.

Päästöjen vähentäminen 1/7: Rakentaminen tarpeeseen, tehokkuus ja joustavuus



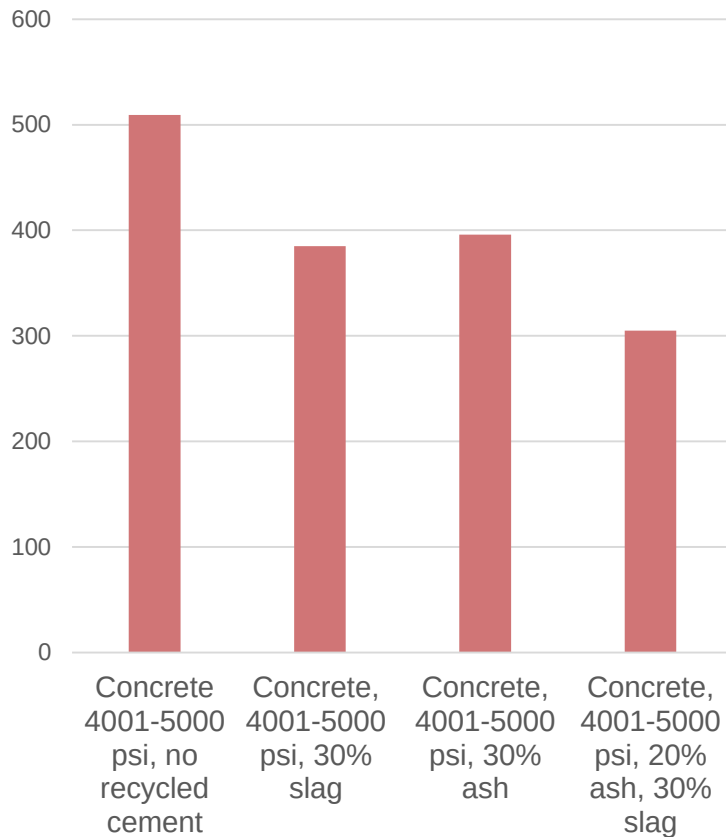
- Viiden ARA-kohteen elinkaaren hiilijalanjälki (kg CO₂e / a / m²).

Päästöjen vähentäminen 2/7: Energia- tehokkuus & Uusiutuva energia



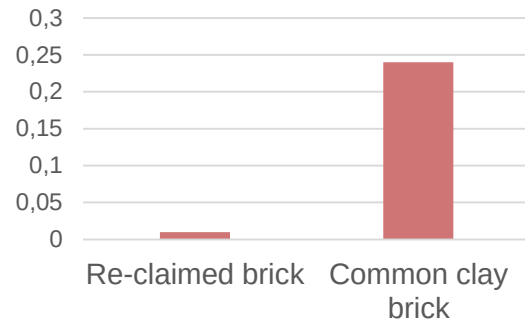
Päästöjen vähentäminen 2/7: Kierrätysmateriaalit

Concrete emissions, kgCO₂e/m³



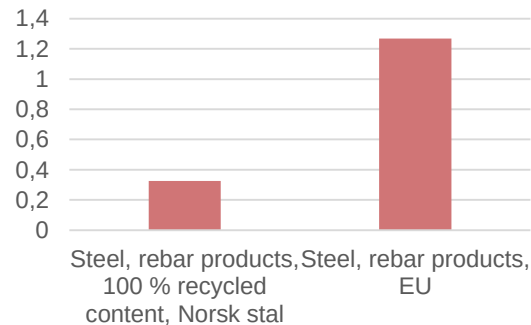
Source: EPDs from National concrete association, US

Brick emissions, kgCO₂e/kg



Source: IMPACT database

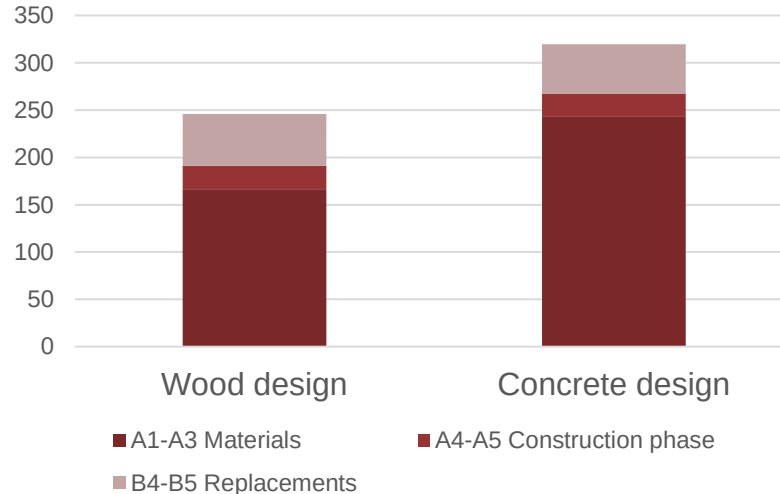
Reinforcement bar, kgCO₂e/kg



Source: EPD Norge, World steel

Päästöjen vähentäminen 3/7: Uusiutuvat materiaalit

Material manufacturing and material replacement impacts of wood and concrete frame design options over 100 years



Also notify smaller scale changes such as:

- Wood based insulation vs. mineral or plastic based option
- Wood cladding (interior or exterior)
- Wooden doors and windows

Päästöjen vähentäminen 4/7: Kestävät-materiaalit

Materials and transport

Maintenance and material replacement

Demolition

Example 1: Material that will last over 60 years building life time

Manufacturing

A4

C3-C4

Example 2: Material that will last 40 year

Replacement after 40 years

Manufacturing

A4

Manufacturing

A4

C3-C4

C3-C4

Example 3: Material that will last 25 year

Manufacturing

A4

Replacement after 25 years

Manufacturing

A4

C3-C4

2nd Replacement after 50 years

Manufacturing

A4

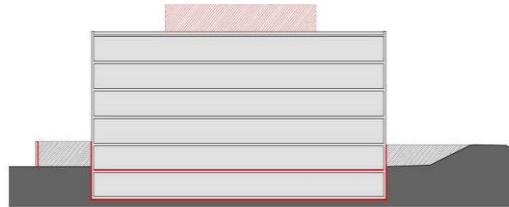
C3-C4

C3-C4

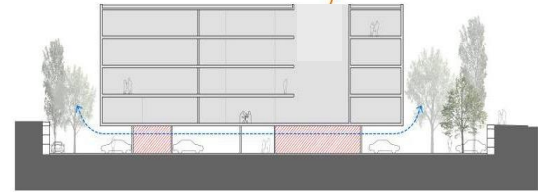
Päästöjen vähentäminen 5/7: Rakenteiden ja geometrian optimointi

Minimized materials through:

- Reduced floor-to-ceiling heights
- Increased stud spacing
- More efficient structural design / innovative beams or spacing
- Other design strategies or innovations which result in less materials



Conventional: retaining walls and floor slab in contact with the ground

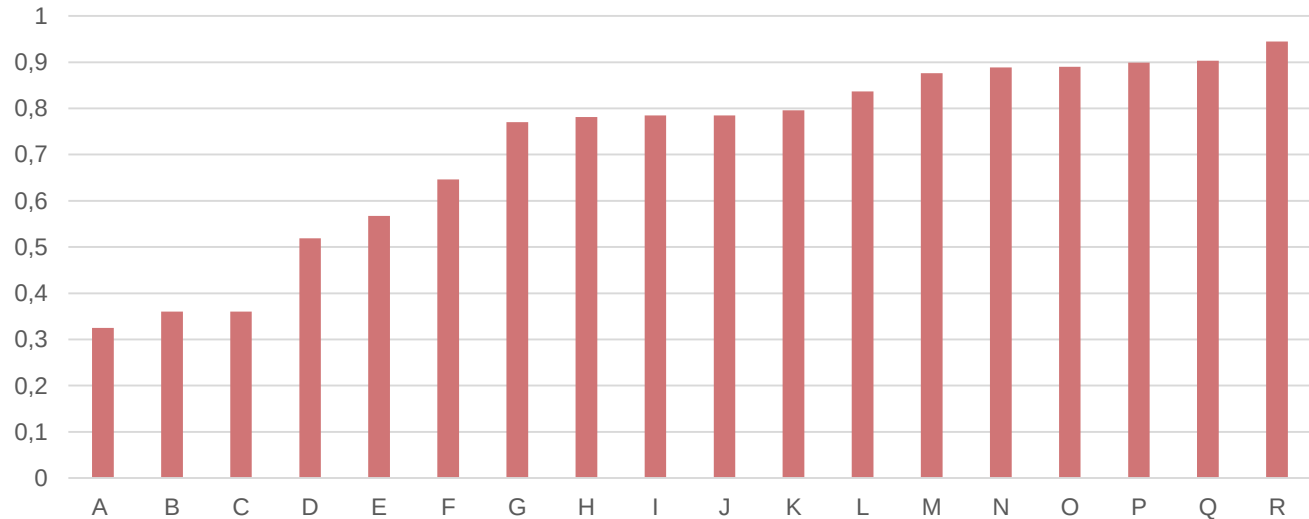


Demand reduction: no retaining walls or floor slabs in contact with the ground

Päästöjen vähentämi- nen 6/7: Vihreämmät valmistajat

Some manufacturers may have improved their process efficiency
Better efficiency of processes, less energy, waste and water
Choosing renewable energy options

Rebar steel emissions, comparison of European and Asian manufacturers,
secondary route (over 90 % recycled content), kgCO₂e/kg of steel



Esimerkkejä ohjauksesta käytännön hankkeissa



Päästöjen ja resurssien ohjaus hankkeissa

ENNEN HANKETTA

Sijainnin vaikutus

Tavoitetason
asetanta

HANKKEEN AIKANA

Hiilijalanjälki
suunnittelussa

Vähähiilisten
tuotteiden
valinta, EPD:t

RAKENTAMISEN JÄLKEEN

Tulosten
todentaminen

Benchmark muihin
hankkeisiin

1. Strategiset
valinnat

2. Konsepti
suunnittelu

3. Suunnittelu

4. Rakentaminen

5. Käyttöönotto

6. Luovutus

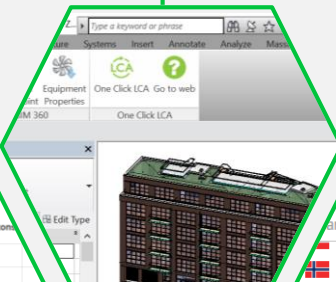
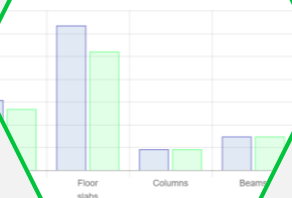
of carbon comparisons in a site impact



Inner city, loose soil
Outside city A, good soil
Outside city B, good soil
User transport

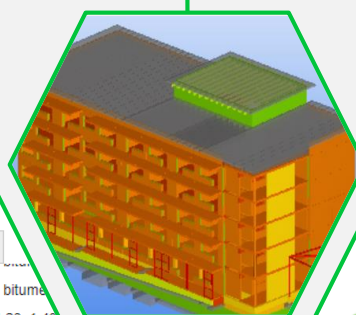
Carbon Designer

Optimized CO2e Carbon savings -11.59% Project -123.14 tons



walls and non-bearing structures

Search by name, manufacturer, EPD nr
Asphalt, wearing layer, 94% gravel, 6% bitume
Balcony Door, 0.78 W/m2K, 65.15 kg, 1.23x1.48
Balcony Door with aluminium cladding, 0.78 W
Balcony Door with aluminium cladding, per
Balcony Door, per unit, 0.78 W/m2K, 65.1
Balcony glass door, wood-alu frame, U



Embodied carbon benchmark



Office buildings, North America

Vaatimustasojen ja tavoitteen asettaminen

1. Syötä
rakennuksen
koko

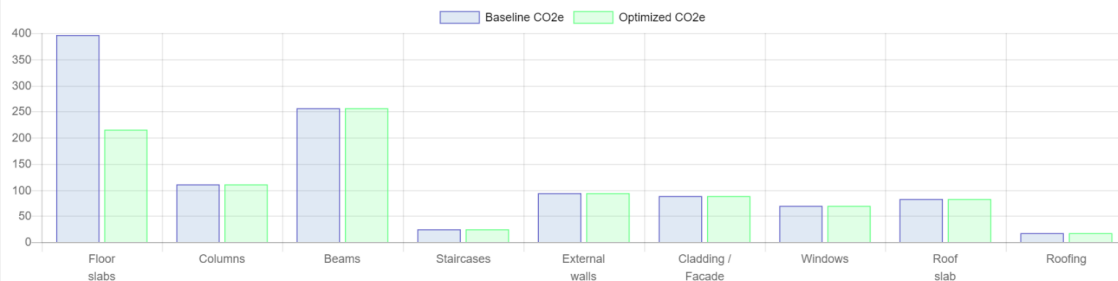
2. Syötä
rakennus-
tyyppi

3. Tarkenna
geometria

4. Valitse
rakenne-
vaihtoehdot

4. Optimoij ja
tarkenna

Baseline CO₂e 226 kg/m² Optimized carbon impacts CO₂e 190 kg/m² Carbon savings -16.09% Project level change -182.2 tons CO₂e



BUILDING ELEMENTS AND MATERIALS

Amount

Tons CO₂e

Carbon Share

Choose types of constructions you wish to use, and adjust the materials used in them as desired. You can also save the adjusted data to a design.

Floor slabs	4000 m2	Share %	215 tn	23%	Carbon intensity
Hollow-core slab floor assembly, incl. mineral wool acoustic slabs ?	0 m2	0	0 tn	0%	0 kg Edit
Wooden joist floor assembly ?	4000 m2	100	215 tn	100%	54 kg Edit
In-situ concrete slab assembly ?	0 m2	0	0 tn	0%	0 kg Edit

One
Click **LCA**
Carbon designer



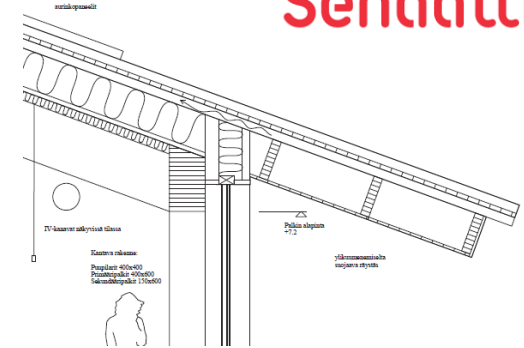
STATSBYGG

YM:n kasvua ja
kehitystä puusta
tukiohjelma -hanke

Hiilijalanjälki koulun suunnittelukilpailussa

- Käyttöenergian vaatimuksen rinnalle EN 15978 mukainen elinkaaren hiilijalanjälki kattaen materiaalien elinkaaren (ei käyttöenergiaa, joka ojattiin energiatodistuksella)
- Arvioinnissa hyödynnettiin hankkeen olemassa olevia tietoja ja One Click LCA:n tietokantoja

Sennotti



122 Alapohjat

1221 Alapohjalaatat

1222 Alapohjakanaalit

1223 Erityiset alapohjat

Alapohjat

rm2

rm2

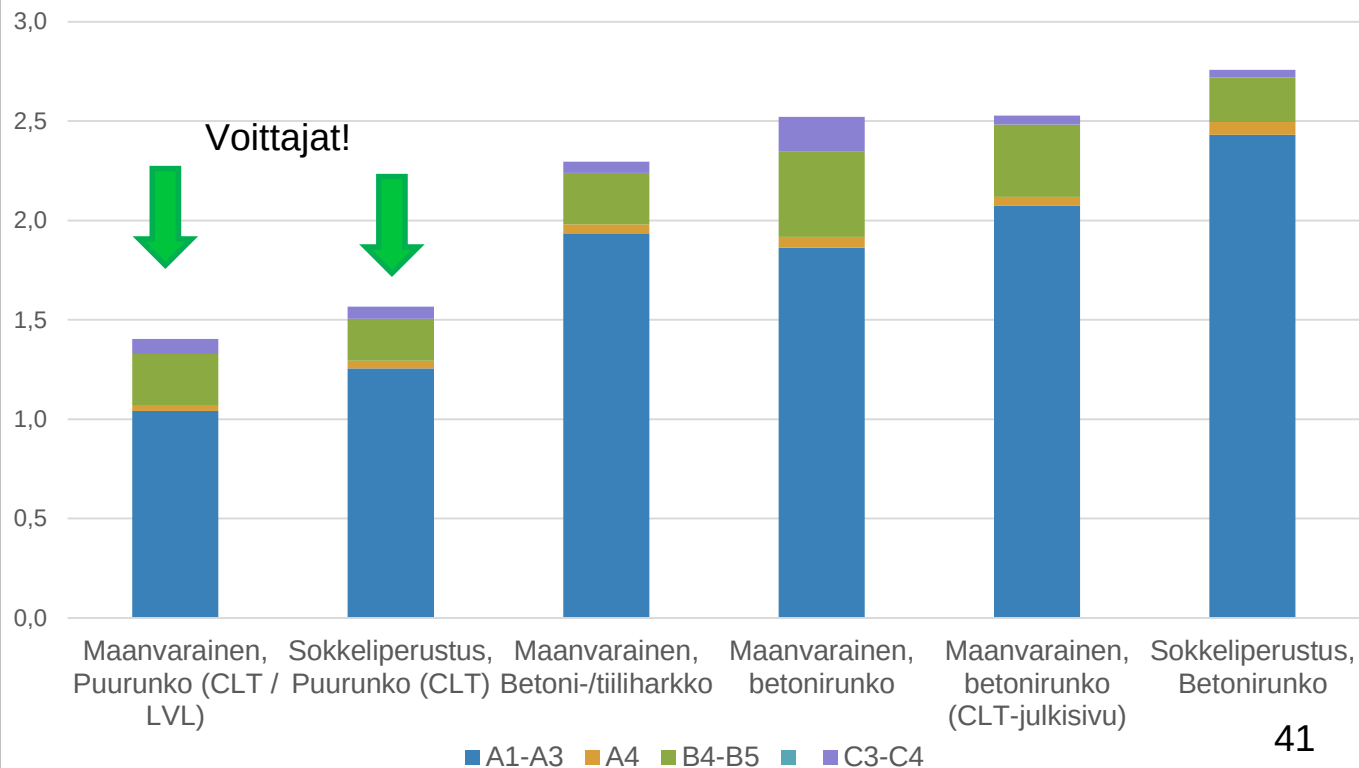
2 390 110

2 390 6



Erot osien vaihdossa (B4-B5) syntyvät ikkunoiden erilaisesta osuudesta sekä julkisivun ja katon pinta-materiaaleista

Perustusten, rungon ja vaipan hiilijalanjälki (kgCO₂e/m²/vuosi)



Suurin osa päästöistä syntyy materiaalien valmistuksessa (A1-A3), Betoni/teräs rungon päästöt 2x puuhun verrattuna

Tekninen suunnittelu: automaat- tinen hiilijalanjälki suunnittelu- ohjelmasta

Laskenta voidaan automatisoida IFC:stä, Revitistä, Archicadistä, Teklasta, tai vaikkapa energiasuunnitteluohjelmistosta (IES, Design Builder, IDA-ICE).

One Click 

Energy
software



DesignBuilder



IDA ICE

Design
software



AUTODESK
REVIT

GRAPHISOFT
ARCHICAD



TEKLA



File
formats



Microsoft
Excel



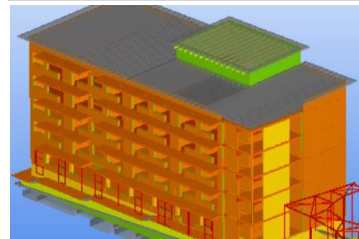
gbXML



BIM
mngmnt



**VISUAALINEN CO₂e
MALLISSA**



Laskennan vaiheet yksinkertais- tettuna

- **Koosta rakennuksen perustiedot**

- Käyttötarkoitus, toiminnalliset vaatimukset, käyttöikä, tilaohjelma

- **Kokoa materiaali ja energiatiedot**

- Voit hankkia tiedot piirustuksista, määrälaskennasta tai BIM:stä, tämä on yleensä työläin vaihe

- Energiankulutuksen saat energiatodistuksesta tai –simuloinnista

- Standardi edellyttää 95 % kattavuutta, ja materiaaleja tai energiaa joiden osuus kokoonaisuudesta on vähintään 1 % ei saa sivuuttaa

- **Tee laskenta ja tarkista tulokset**

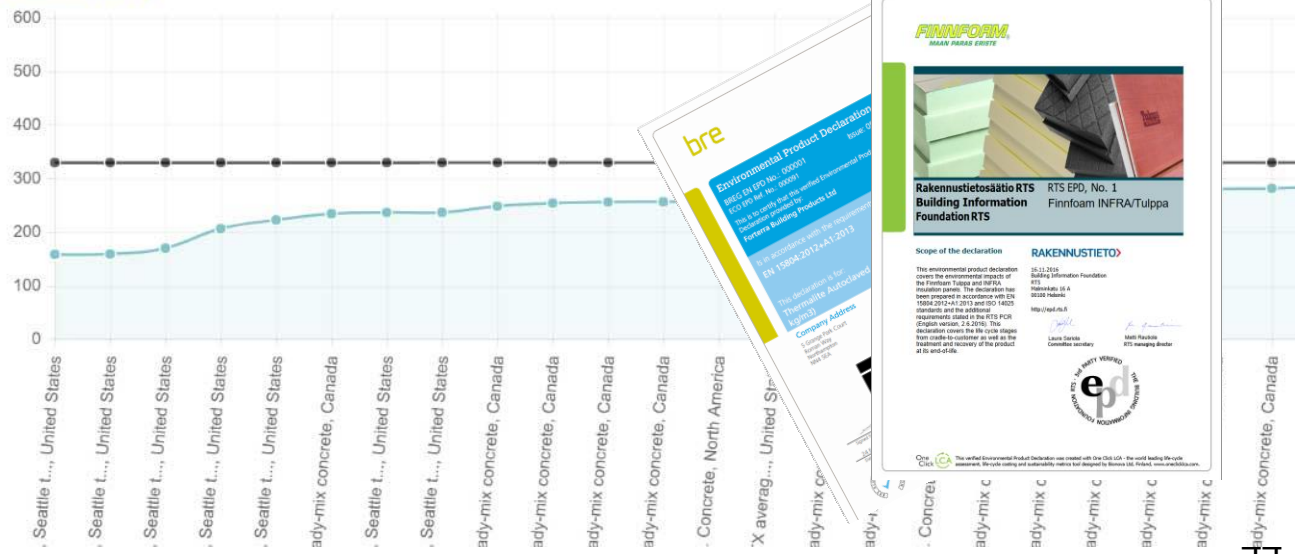
- Yhdistä materiaali ja määrätiedot päästökertoimiin, jotka voidaan joko koota EPD:istä tai saada laskentatyökalusta

- **Raportoi tulokset ja määritellyt taustatiedot**

Myös yksittäisillä tuotevalinnoilla on vaikutusta lopputulokseen.
Ympäristöselosteiden hyödyntäminen mahdollistaa tuotteiden välisten erojen huomioimisen

Show % ☒ Results, CO2 TRACI ☐ Ready-mix concrete, 35MPa Industry Average Benchmark (CRMCA) ☒ Mean for benchmark CO2 TRACI

Toggle resources by country ☒  ☒  ☒  ☐  ☐  ☐ 



LCA ympäristö- sertifioinneis- sa



5+1 krediittiä rakennuksen hiilijalanjäljen laskemisesta (pisteytys perustuu arvioinnin laatuun), lisäksi pisteitä LCC:stä ja EPD:n julkaisseiden tuotteiden käytöstä,.



3+1 pistettä, jos pystyy osoittamaan vähennyksen LCA vaikutuksissa kolmessa (tai kuudessa) eri vaikutusluokassa. Lisäksi pisteitä EPD:n julkaisseiden tuotteiden käytöstä.



RTS-ympäristösertifiointi: max 12 pistettä riippuen mm. arvioinnin laadusta



European komissio on julkaissut Level(s) ydinindikaattorit rakennusten kestävyys arviointiin. Hiilijalanjälki on yksi ydinindikaattoreista.

Kokeile One Click LCA-
työkalua maksutta
osoitteessa
www.oneclicklca.com

Yhteystiedot:
Tytti Bruce-Hyrkäs
Tytti.bruce@bionova.fi
+358500655020

One Click  .com