



# RAKENNUSTEN ELINKAARIVAIKUTUSTEN ARVIOINTI JA KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELUN VAIKUTUS RIL TIETOISKU 4.6.2020

Sanni Heikkinen  
Vanhempi konsultti  
sanni.heikkinen@ramboll.fi



Ramboll Finland Oy  
PL 25  
Itsehallintokuja 3  
02601 ESPOO  
+358 20 755 611  
+358 20 755 6201  
<https://fi.ramboll.com>

**RAMBOLL**

# RAMBOLL LYHYESTI

## OMISTAJANA RAMBOLL-SÄÄTIÖ

Tarjoamme infrastruktuurin, ympäristön ja rakennusten suunnitteluun, rakennuttamiseen, rakentamiseen ja ylläpitoon sekä johdon konsultointiin liittyviä asiantuntijapalveluita.

Erityisen vahva läsnäolo Pohjoismaissa, Isossa-Britanniassa, Pohjois-Amerikassa, Manner-Euroopassa, Lähi-idässä ja Aasiassa.



**16 500**  
asiantuntijaa



Lähes **300**  
toimipistettä  
35 maassa



EUR  
**1,9 mrd**  
liikevaihto

### PALVELUT MAAILMANLAAJUISESTI

- Kiinteistöt ja rakentaminen
- Infra ja liikenne
- Kaupunkisuunnittelu
- Vesi
- Ympäristö ja terveys
- Energia
- Johdon konsultointi

RAMBOLL



# SUOMEN JOHTAVA TOIMIJA

YLI **90%**  
**ASIAKKAISTA**  
**TYTYVÄISIÄ**

**4,5**

Rambollin  
kyky tehdä  
yhteistyötä

**4,6**

Yhteistyön  
todennäköinen  
jatkaminen

**4,3**

Keskiarvo  
asiakas-  
tyytyväisyydessä

**RAMBOLL**

Lähde: Rambollin asiakaspalautejärjestelmä 2019, asteikko 1–5.

# TOIMITILAMME RAMBOLL VILLAGE

## HAASTE

Suunnitella ja rakentaa korkealaatuinen, inspiroiva ja turvallinen työympäristö yli tuhannelle asiantuntijalle ja kumppaneille. Rakennus mukautuu ja vastaa tulevaisuuden haasteisiin mm. energiatehokkuuden ja tilojen muunneltavuuden osalta.

## MITÄ TEIMME

Toimitila suunniteltiin kestävästä rakentamisen periaatteista noudattaen ja digitalisaatiota hyödyntäen. Erityistä huomiota kiinnitettiin energiankäytön CO<sub>2</sub>-päästöihin. Noin 50 % energiantarpeesta katetaan paikallisella uusiutuvalla energiantuotannolla hyödyntäen maalämpöä, energian kierrätystä ja aurinkosähköä.

## VAIKUTUS

Rakennuksesta kertyvää elinkaaritietoa voidaan hyödyntää muissa suunnitteluprojekteissa ja toimitilan ylläpidon optimoinnissa. Näin autamme asiakkaitamme saavuttamaan kestävä kehityksen tavoitteita sekä edistämme energiatehokasta rakentamista yhteiskunnassa.

7 EDULLISTA  
JA PUNDASTA  
ENERGIAA



13 ILMASTOTEKOJA



RAMBOLL

# ESITYKSEN SISÄLTÖ

Taustaa

01

Mikä LCA?

02

Miksi laskelmia  
tehdään,  
Viitekehykset

03

Laskentaprosessi ja esimerkit

04

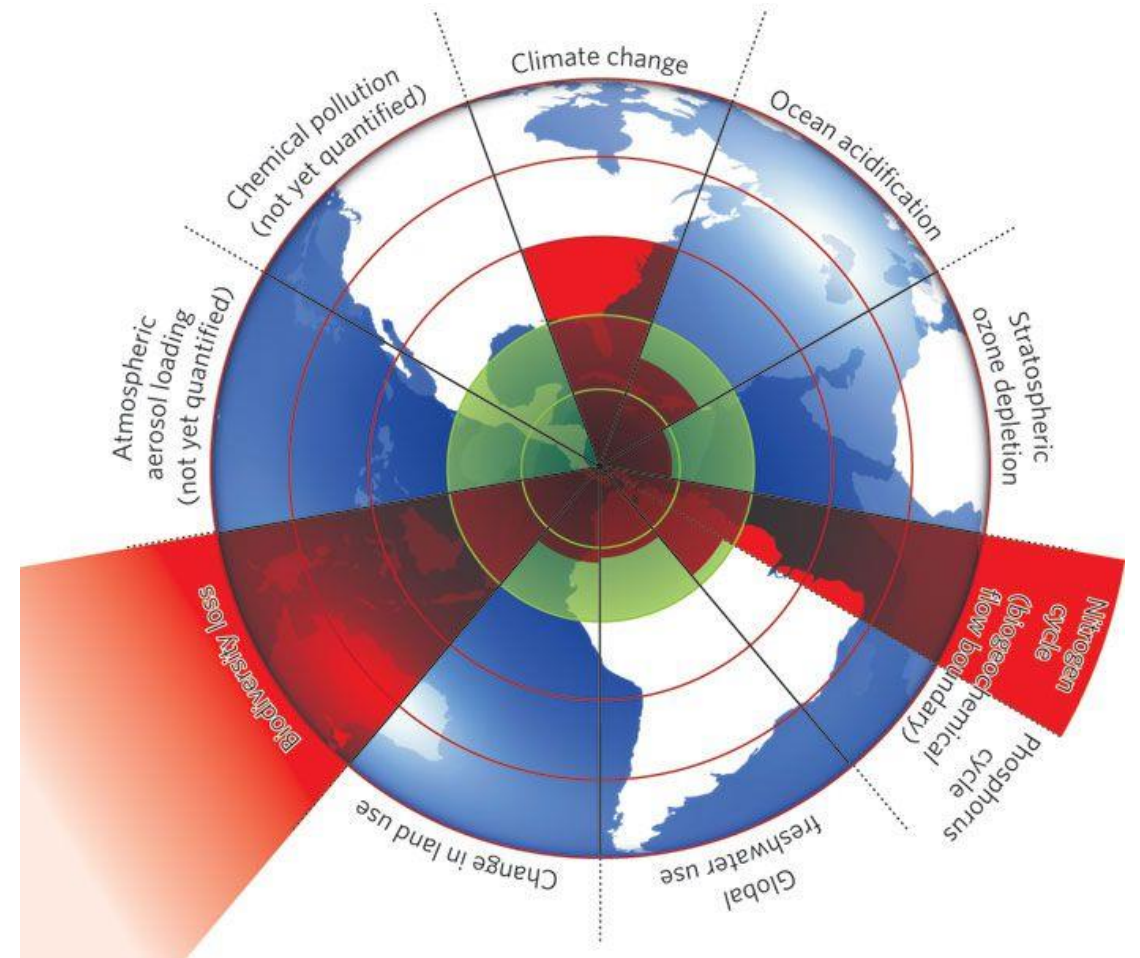
Käyttöikäsuunnittelun vaikutus laskelmiin

05

# TAUSTAA

# PLANEETAN KANTOKYVYN RAJAT

- Toimimme tällä hetkellä planeettamme kantokyvyn rajojen ulkopuolella, mikä tarkoittaa, että nykyiset toimintamallimme ovat kestäättömiä.
- Tämän vuoksi yhteiskunnallisen hyvinvoinnin kannalta elintärkeitä toimintoja on radikaalisti muutettava: on luotava uudelleen tavat tuottaa energiaa, ravintoa ja muita hyödykkeitä, sekä rakentaa, liikkua ja kuljettaa hyödykkeitä.
- Maailman ylikulutuspäivä vuonna 2019 oli 29.7
  - Suomalaisten ylikulutuspäivä 5.4.2019
- Ilmastonmuutos on jo käynnissä.
  - Vuosina 2014-2018 viisi mittaushistorian (1880→) kuuminta elokuuta.
  - Luononkatastrofien aiheuttamat tuhot suurimmat ikinä vuonna 2017, 115 miljardia euroa (Munich RE)



Rockström, J. ym., 2009. A safe operating space for humanity. Nature, 461(24)

# YMPÄRISTÖN TILA JA SIIHEN KANSAINVÄLINEN, KANSALLINEN JA PAIKALLINEN HERÄÄMINEN

- Globaalit päästöt jatkavat kasvuaan riippumatta yhteisistä tavoitteista rajata lämpeneminen jopa 1,5 asteeseen
- IPCC:n 1,5 asteen raportti herätti sekä kuluttajat että sijoittajat: toimittava on nyt eikä myöhemmin, ja päästöjen vähentäminen on kaikkien vastuulla.
- Eniten päästöjä aiheuttavat teollisuuden alat joutuvat läpikäymään suurimman muutoksen
  - Suomen tämänhetkinen kansallinen tavoite on olla hiilineutraali vuonna 2035.
  - Monet kaupungit, kunnat ja yritykset ovat sitoutuneet tiukempiin tavoitteisiin
- Rakennettu ympäristö on merkittävä päästöjen aiheuttaja ja samalla rakentamisen volyyymi on kasvanut: olemassa olevan rakennuskannan on arvioitu tuplaantuvan (nykyään 223 miljardia neliömetriä) vuoteen 2050 mennessä.



**”Rakennukset tuottavat 39 prosenttia kaikista hiilidioksidipäästöistä - -  
Rakentamisen sekä kiinteistöjen käytön ja ylläpidon aikaisen  
hiilijalanjäljen pienentäminen on yksi tehokkaimmista keinoista  
ilmastonmuutoksen vastaisessa taistelussa”.**

World Green Building Council: Bringing embodied carbon upfront

# MIKÄ LCA?

# LCA ELI LIFE CYCLE ASSESSMENT

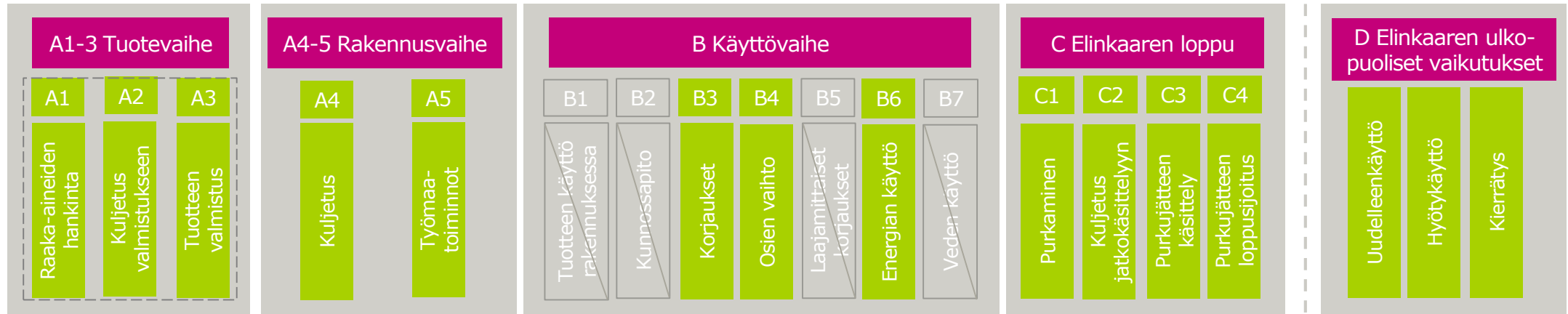
- Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) on standardoitu ja paljon hyödynnetty menetelmä tuotteen, palvelun tai prosessien ympäristövaikutusten selvittämiseksi. LCA tuottaa tietoa ympäristövaikutuksista suhteessa tarkasteltuun toiminnalliseen yksikköön.
- Periaatteet ja menetelmä esitetty standardeissa ISO14040 (2006) ja ISO14044 (2006)
  - 4 päävaihetta: tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi (LCI), ympäristövaikutusten arviointi ja tulosten tulkinta
- Yleisin on tutkittu ympäristövaikutusluokka on Ilmastonlämpenemispotentiaali, jonka indikaattoriyksikkönä käytetään yleisesti kg CO<sub>2</sub>-ekvivalentti. CO<sub>2</sub>e on laskettu suhteuttamalla kaikkien laskennassa huomioidut kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidin säteilypakotteeseen.
- Elinkaariarvioinnissa pääperiaatteena olisi sisällyttää tarkasteluun koko tarkastellun yksikön elinkaari, kehdestä-hautaan
- Laskentaa voidaan hyödyntää päätöksenteon tukena

# LCA RAKENNUKSILLE (EN 15978)

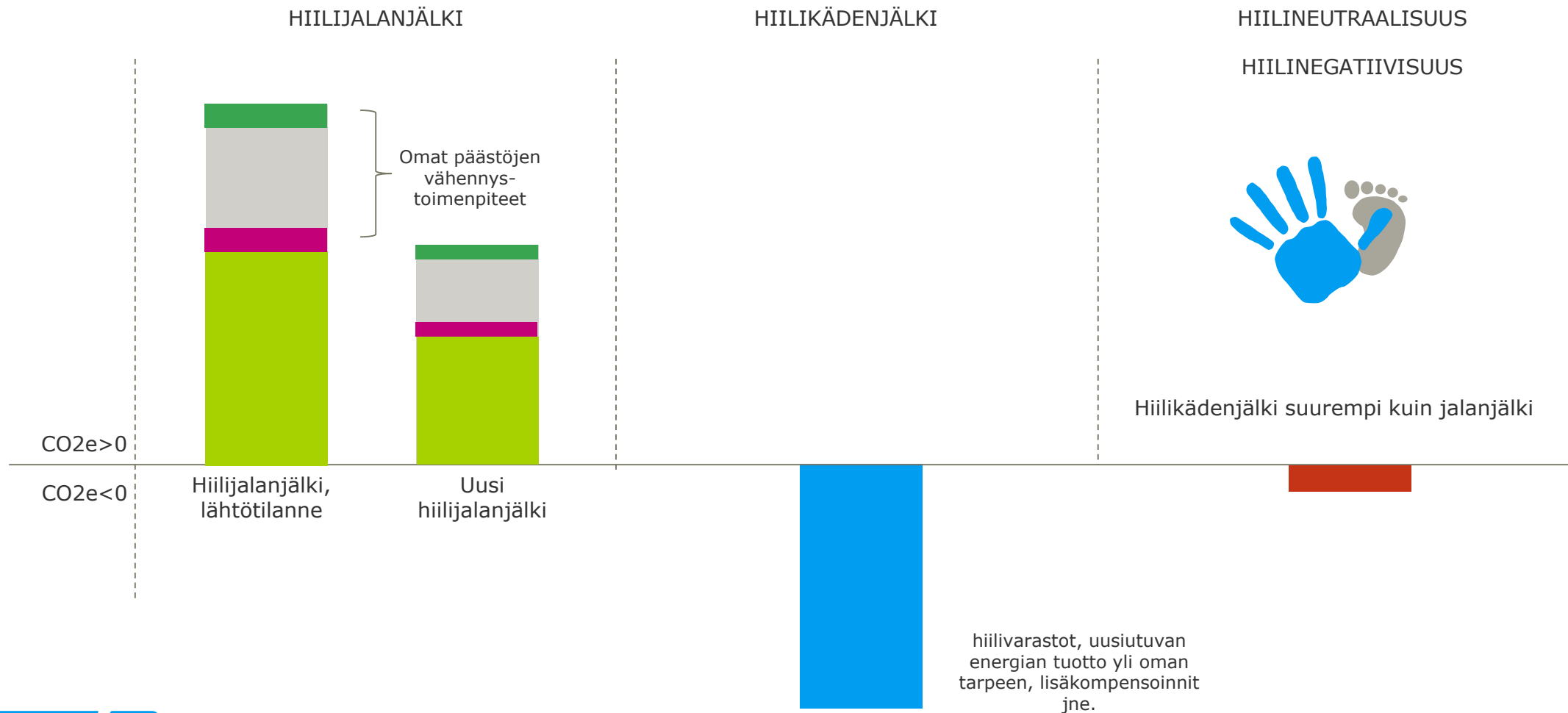
- Rakennusten LCA perustuu tyypillisesti eurooppalaisen standardiin EN 15978:2011 "Sustainability of construction works Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method", jossa esitetään laskentasäännöt uuden tai olemassa olevan rakennuksen ympäristösuorituskyvyn arviointiin. (Samaan CEN/TC 350 komitean standardiperheeseen kuuluu myös muita rakentamisen kestävään kehitykseen liittyviä standardeja)
- Alla esitetty sisällytetyt elinkaaren vaiheet, standardi esittää tarkemmin mitä eri vaiheisiin tulisi sisällyttää
- Tarkastelun yksityiskohtaisuus pitäisi valita tarkastelun tavoitteiden sekä lähtötietojen saatavuuden mukaan

- Ympäristöindikaattorit EN 15804 mukaisesti:

Indicator	Unit
Global warming potential, GWP	kg CO <sub>2</sub> equiv
Depletion potential of the stratospheric ozone layer, ODP;	kg CFC 11 equiv
Acidification potential of land and water; AP;	kg SO <sub>2</sub> <sup>-2</sup> equiv
Eutrophication potential, EP;	kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> equiv
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants, POCP;	kg Ethene equiv
Abiotic Resource Depletion Potential for elements; ADP_elements	kg Sb equiv
Abiotic Resource Depletion Potential of fossil fuels ADP_fossil fuels	MJ, net calorific value



# LCA RAKENNUKSILLE: KESKUSTELUUN USEIN LIITTYVIÄ TERMEJÄ



# MIKSI LASKELMIA TEHDÄÄN: VIITEKEHYKSET

# MUUTOKSEEN VAIKUTTAMINEN, MIKSI LASKELMIA TEHDÄÄN:

## **Siitä on hyötyä ympäristövaikutusten pienentämiseksi:**

- Voidaan löytää elinkaaren vaiheet, joissa on eniten päästöjä ja täten myös vähennyspotentiaalia
- Voidaan ohjata kohti vähähiilistä rakentamista, mutta välttää osaoptimointia
- Voidaan tarkastella vaihtoehtoisten ratkaisujen merkittävyyttä hiilijalanjälkeen

## **Siitä on muuta hyötyä:**

- Ympäristösertifioinnit

## **Tai meidän on pakko**

- lainsäädäntö

# LASKENTAMENETELMIEN EROJA

	YM Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä	Level(s)	BREEAM mat01 Life Cycle Impacts	LEED MR Whole Building Life- Cycle Assessment
<b>Käytetyn arviointijakson pituus</b>	50 vuotta tai tavoitekäyttöikä	60 vuotta	60 vuotta	60 vuotta
<b>Elinkaaren vaiheet (EN 15978)</b>	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B3-5 Korjaukset ja osien vaihdot B6 Energian käyttö C1-4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B1-B5 Korjaukset ja osien vaihdot <b>B6 Energian käyttö</b> <b>B7 Veden käyttö</b> C1-C4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus <b>D elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset</b>	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B3-5 Korjaukset ja osien vaihdot <b>B6 Energian käyttö</b> <b>B7 Veden käyttö</b> C1-4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle B1-B5 Korjaukset ja osien vaihdot C1-C4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus
<b>Määritettävät ympäristöindikaattorit</b>	Hiilijalanjälki (kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a, m <sup>2</sup> =lämmitetty nettoala) Hiilikädenjälki (kg CO <sub>2</sub> e)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e) Happamoituminen (kg SO <sub>2</sub> e) Rehevöityminen (kg PO <sub>4</sub> e) Otsonikato (kg CFC <sub>11</sub> e) Alailmakehän otsoni (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e) Syntyneet jätteet (kg)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e) Happamoituminen (kg SO <sub>2</sub> ) Rehevöityminen (kg PO <sub>4</sub> e) Otsonikato (kg CFC <sub>11</sub> e) Alailmakehän otsoni (kg NOx tai kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) Uusiutumattoman energian kulutus (MJ)



# LASKENTAMENETELMIEN EROJA

	YM Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä	Level(s)	BREEAM mat01 Life Cycle Impacts	LEED MR Whole Building Life-Cycle Assessment
<b>Sisällytettävät materiaalit</b>	<p><b>Tontti</b> (maaosat, tuennat ja vahvistukset, päällysteet, alueen rakenteet)</p> <p><b>Kantavat rakenteet</b> (perustukset, alapohja, runko, julkisivut, ovet ja ikkunat, ulkotasot, kattorakenteet)</p> <p><b>Täydentävät rakenteet</b> (väliseinät ja ovet, portaat, pintarakenteet, tyypilliset kiintokalusteet, hormit ja tulisijat, tilaelementit)</p> <p><b>Talotekniikka</b> (lämmitys-, vesi- ja viemäri-, ilmastointi- ja jäähdytys- ja sähköjärjestelmät, sprinkleri, hissit)</p>	Pääsääntöisesti samat kuin YM arviointimenetelmässä	Kriteerissä voi saavuttaa pisteitä sitä enemmän, enemmän materiaaleja laskentaan sisällyttää.	Ei sisällä talotekniikka tai tontin rakenteita.
<b>Huomiot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Määritetään myös positiiviset vaikutukset eli hiilikädenjälki</li> <li>- Ennalta määritetyt päästökertoimet käytönaikaiselle energialle</li> </ul>		Kriteerissä voi saavuttaa pisteitä sitä enemmän, enemmän materiaaleja laskentaan sisällyttää sekä laadullisesti parempaa ympäristödataa ja laskentatyökalua käyttää. Maksimissaan 5 (+1 exemplary level piste)	Laaditaan Baseline-rakennus. Pisteitä saa, mikäli voi osoittaa vähintään 10% parannuksen Baseline-rakennukseen.

# YM VÄHÄHIILISYYDEN MENETELMÄ

- Rakennuksen vähähiilisyden arvioinnilla pyritään pienentämään rakennuksen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöjä huolellisen ennakkosuunnittelun avulla. Arvioinnissa huomioidaan koko rakennus, tontin rakenteet sekä keskeinen osa taloteknisistä järjestelmistä. Arviointi tehdään rakennuksen koko elinkaaren ajalle. Elinkaareen sisältyvät rakennustuotteiden valmistus, kuljetukset ja työmaatoiminnot, käyttö ja korjaukset sekä purku ja kierrätys.
- Ympäristöministeriö (YM) on kehittänyt suomalaisen Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmän, joka on julkaistu koekäyttöä varten 8/2019. Menetelmä on osa tiekarttaa, jonka avulla Ympäristöministeriö on tuomassa hiilijalanjäljen määrittämisen osaksi rakentamisen säädösohjausta vuoteen 2025 mennessä. Menetelmä määrittää laskennassa käytetyt rajaukset ja oletukset.
- Viimeisin versio käytetystä arviointimenetelmä on julkaistu elokuussa 2019 ja sen pilotointi on käynnissä. Ympäristöministeriö on ilmoittanut, että menetelmää tullaan päivittämään pilotoinnin tulosten perusteella.

## 01 Testaus ja menetelmät 2017-

- Vaikutusarvioinnit
- Laskentamalli ja päästötietokanta
- Osaaminen ja työkalut
- Testaus julkisissa rakennushankkeissa ja yksityisellä - sektorilla



## 02 Ohjausjärjestelmä 2019-

- Säädösohjauksen mahdollistaminen
- Kannusteiden valmistelu
- Kytkeä kaavoitukseen ja energiaohjaukseen
- Pilottihankkeiden laajentaminen
- Päästötietojen seurannan ja tilastoinnin valmistelu

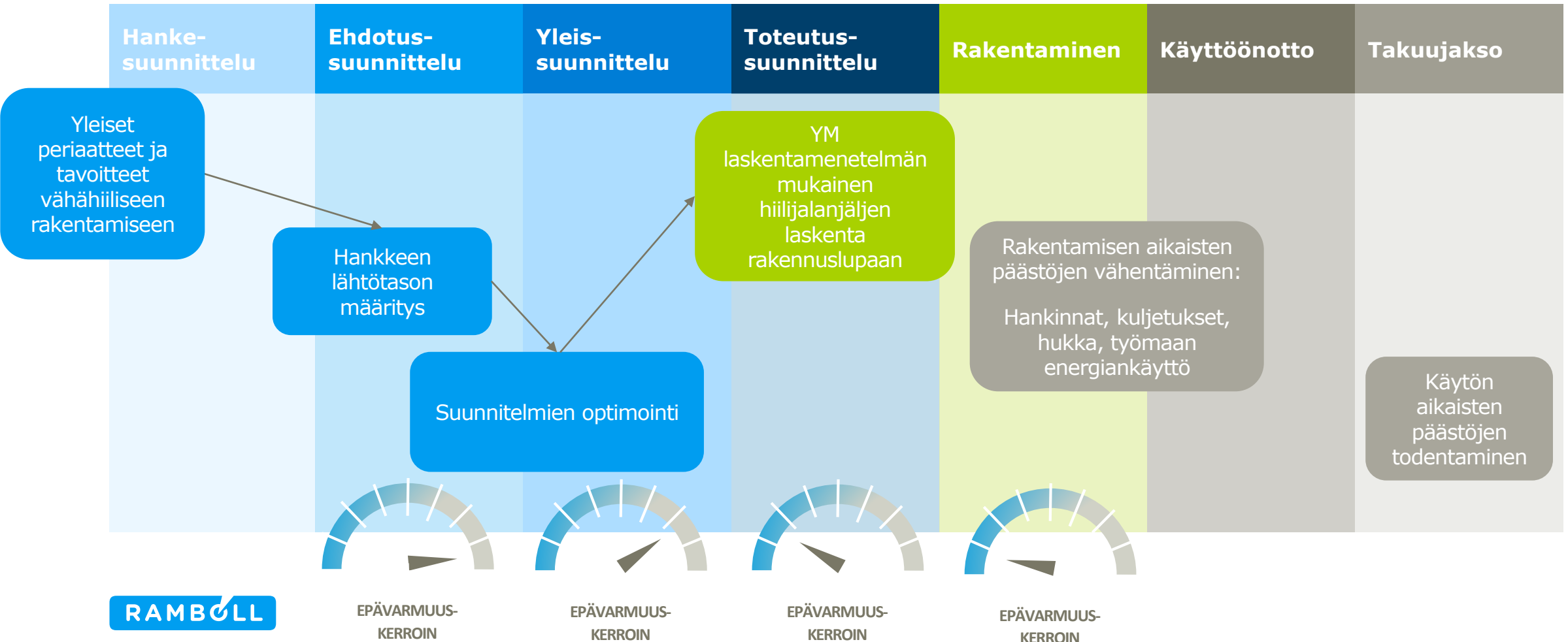


## 03 Ohjaus käyttöön 2025

- Ilmoitusvelvollisuus / sitovat raja-arvot
- Rakennuskannan vaiheittainen kytkentä ohjauksen piiriin
- Päästötietojen seuranta

# LCA LASKENTA ERI TARPEISIIN

- Laskennan scope voidaan ja on usein järkevää määrittää tarpeenmukaisesti tavoitteen ja käytettävissä olevien lähtötietojen mukaisesti



# LASKENTAPROSESSI JA ESIMERKIT

# LASKENTAAN TARVITTAVAT TIEDOT

Skenaario rakennuksen elinkaarelle ja eri vaiheille

TUOTEVAIHE	RAKENTAMINEN	KÄYTTÖ	PURKU
Rakennusmateriaalien määrät rakenteittain/ materiaaleittain (usein tietomallin, suunnitelmien tai valmiiden määräluetteloiden pohjalta)	Materiaalien kuljetustyyppit ja matkat työmaalle (oletuskuljetusmatkat ja ajoneuvot) Työmaan energiankulutukset ja jätteet synty ja käsittely (oletus työmaatoiminnot)	Kohteen vuosittaiset energian ja vedenkulutukset Materiaalien ja rakennusosien käyttöiät yleensä (oletuskäyttöikien mukaisesti)	Prosessit eri materiaalien purulle, etäisyydet käsittelyyn (oletuksin)
Tuotekohtaiset päästötiedot (Ympäristöselosteet eli EPD:t tai materiaalien keskimääräiset ympäristövaikutukset eri tietopankeista/lähteistä)	Ajoneuvokohtaiset päästöt Työmaan jätteiden käsittelyn prosessien, veden ja energian päästöt tai keskivertotyömaan päästöt	Energian ja vedenkulutuksen päästöt Tuotteiden vaihtojen ja korjausten päästöt (alkuperäisen tuotteen mukaisina)	Kuljetusten ja jätehuollon prosessien päästöt

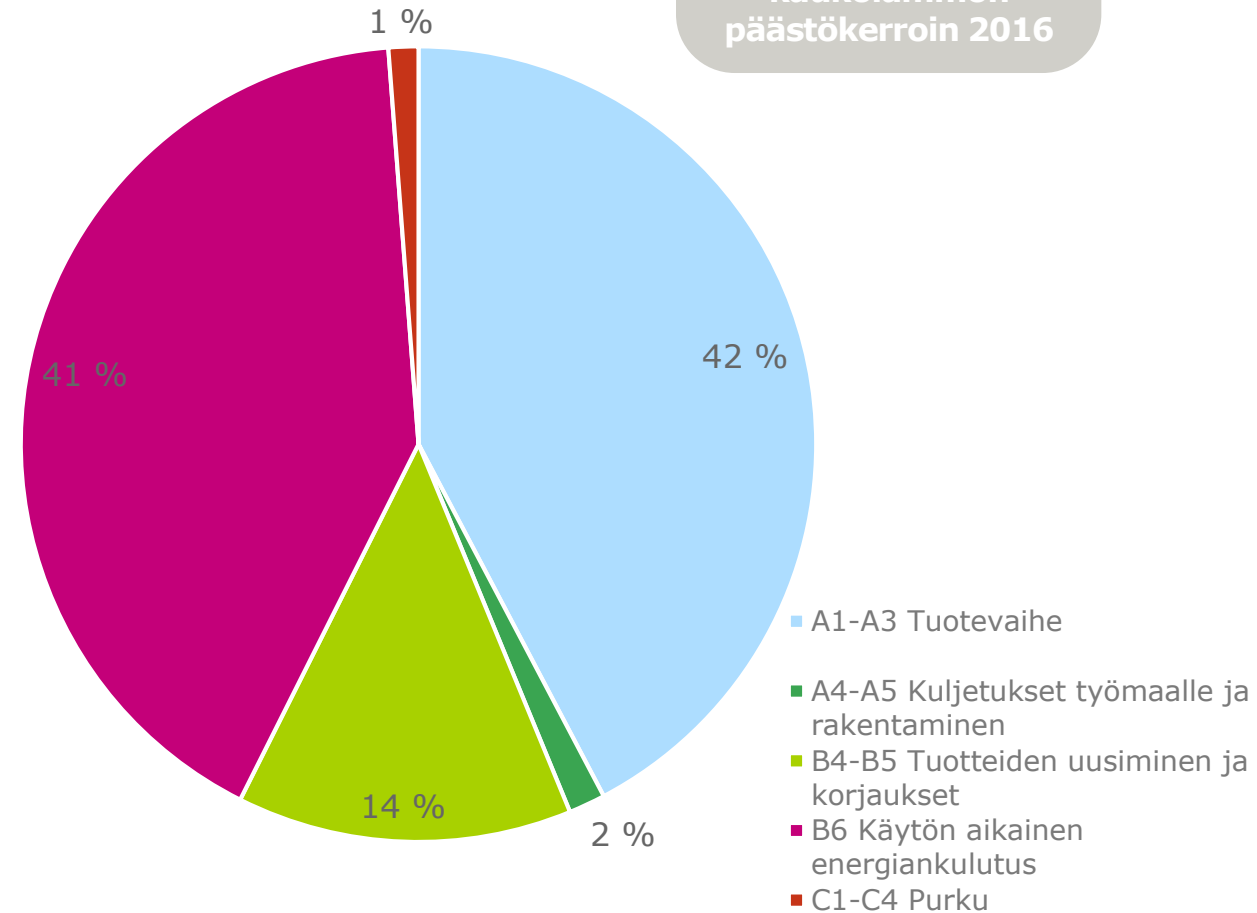


# ESIMERKKI TULOXSISTA (LEVEL(S))

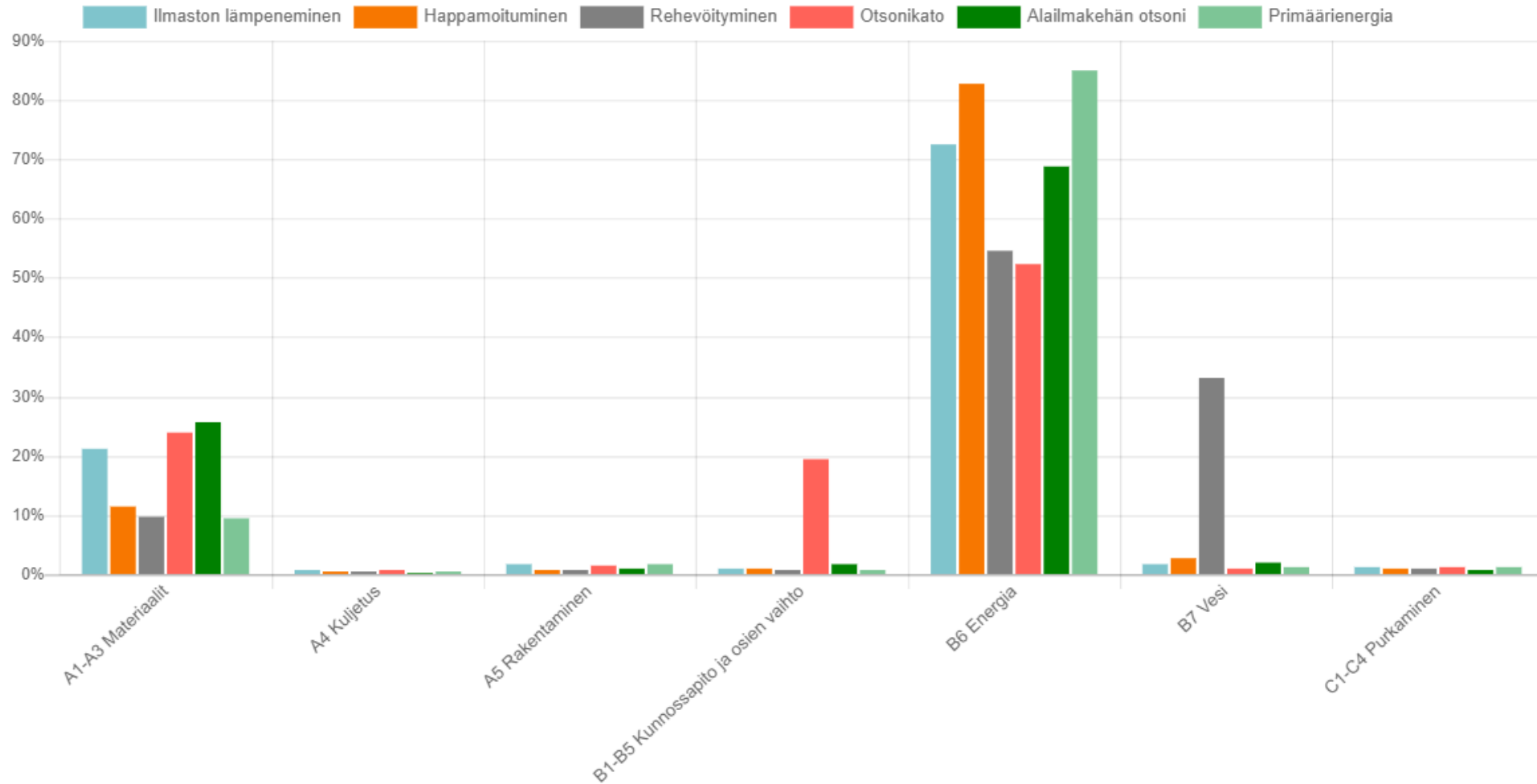
Keskimääräinen  
sähköntuotannon  
CO<sub>2</sub>-päästökerroin  
Suomessa

Fortum Espoo  
kaukolämmön  
päästökerroin 2016

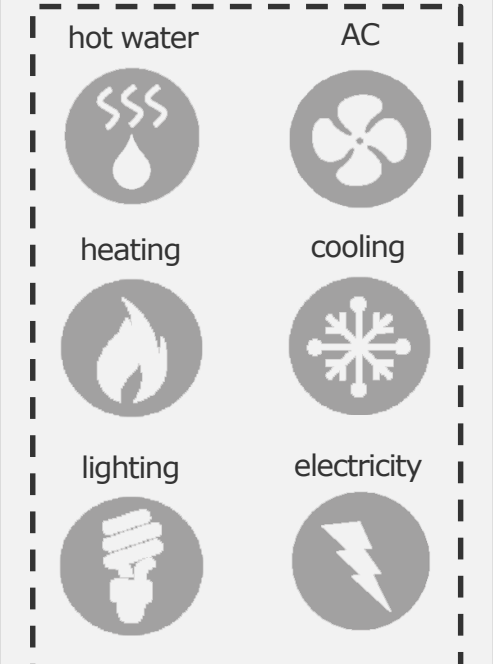
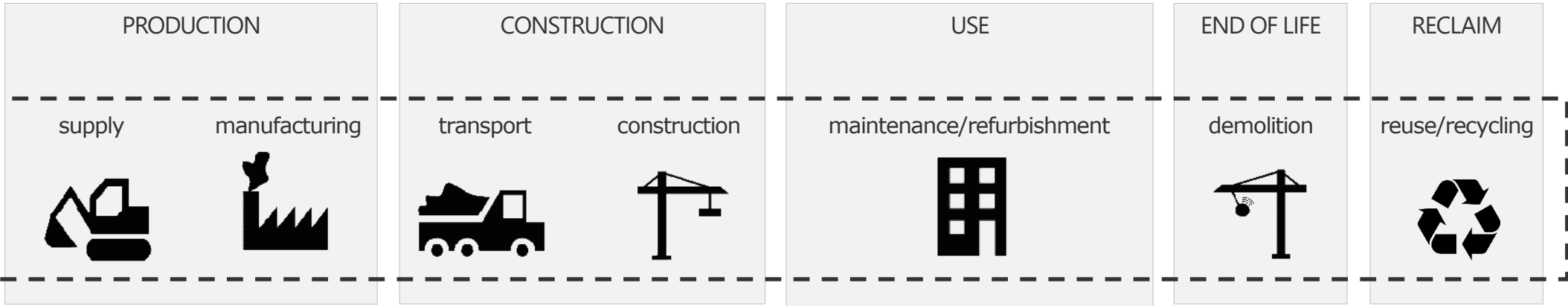
Elinkaaren vaihe	Ilmaston lämpeneminen tn CO <sub>2</sub> e	Suhteellinen osuus
A1-A3 Tuotevaihe	14 000	42 %
A4-A5 Kuljetukset työmaalle ja rakentaminen	494	2 %
B1-B5 Kunnossapito, korjaukset, osien vaihto	4 510	14 %
B6 Energiankäyttö	13 700	41 %
C1-C4 Purkaminen	402	1 %
<b>Yhteensä</b>	<b>33 106</b>	<b>100 %</b>



# ESIMERKKI TULOXSISTA (ONE CLICK LCA:N KUVAAJA)



**embodied carbon**  
= Sitoutuneet päästöt

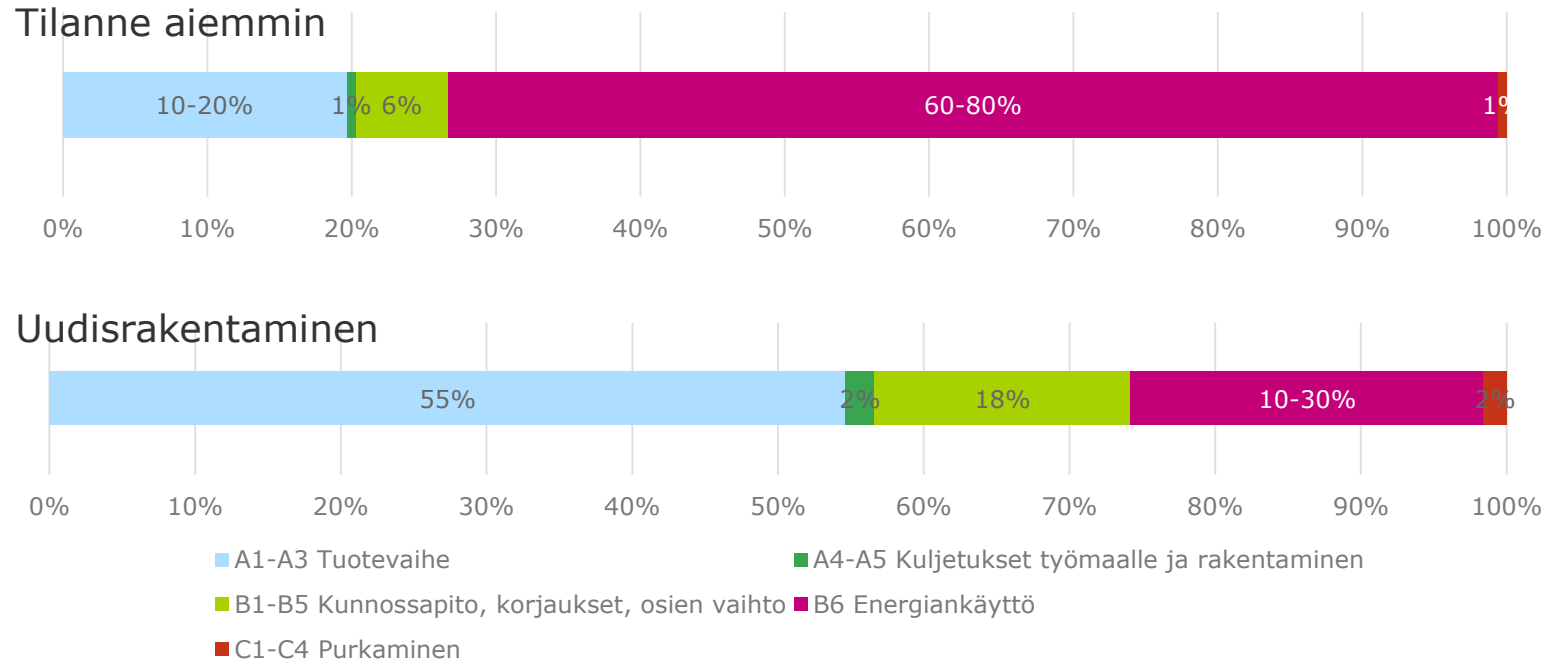


**operational carbon**  
= Operatiiviset päästöt



# ENERGIAN PÄÄSTÖT TULEVAISUUDESSA

- Energiajärjestelmän muutos vähähiiliseksi vaikuttaa merkittävästi rakennusten energiankäytön osuuteen elinkaaren kokonaispäästöistä
- Rakennustuotteilla on uudisrakentamisessa selkeästi suurin vaikutus päästöihin
- Energiaratkaisulla on silti merkittävä ratkaisu hiilijalanjälkeen ja rakennushankkeissa tehtävät päätökset energiamuodoista ja energiahallinnasta edistävät koko energia-alan murrosta hiilineutraaliksi



	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
<b>Sähkö</b>	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
<b>Kaukolämpö</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Kaukojäähdytys</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Fossiiliset polttoaineet</b>	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
<b>Uusiutuvat polttoaineet</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

YM vähähiilisuuden arviointimenetelmä energian päästökertoimet

# SITOUTUNEET PÄÄSTÖT (ASUINKERROSTALO ESIMERKKI)

Huomioituid elinkaaren vaiheet:

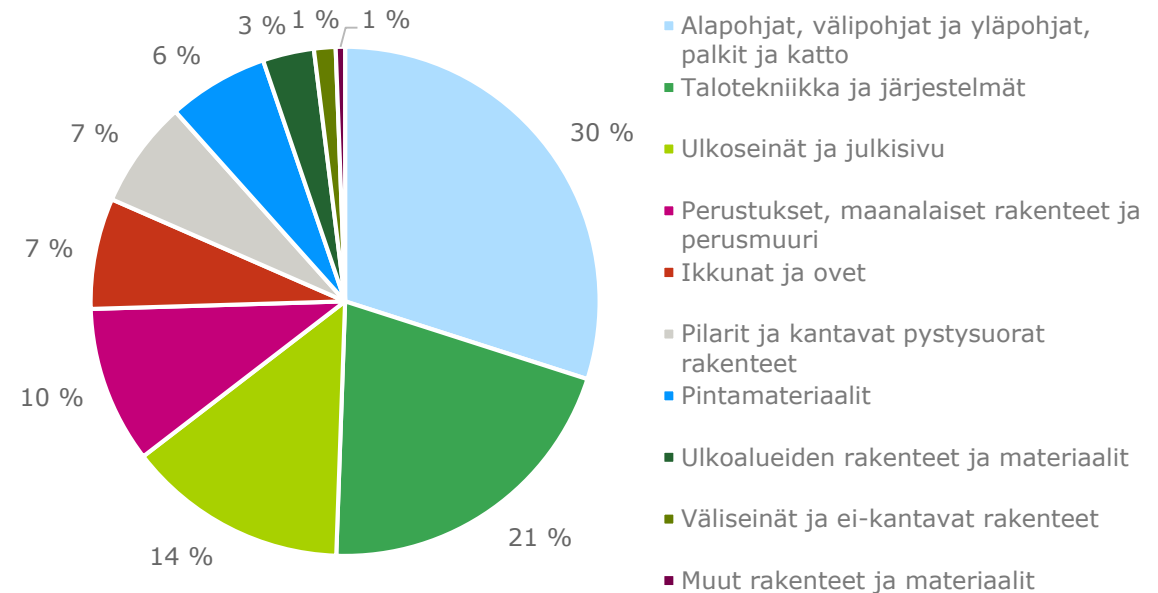
A1-A3 Tuotevaihe

A4 Kuljetus rakennuspaikalle

B1-B5 Kunnossapito ja osien vaihto

C1-C4 Purkaminen

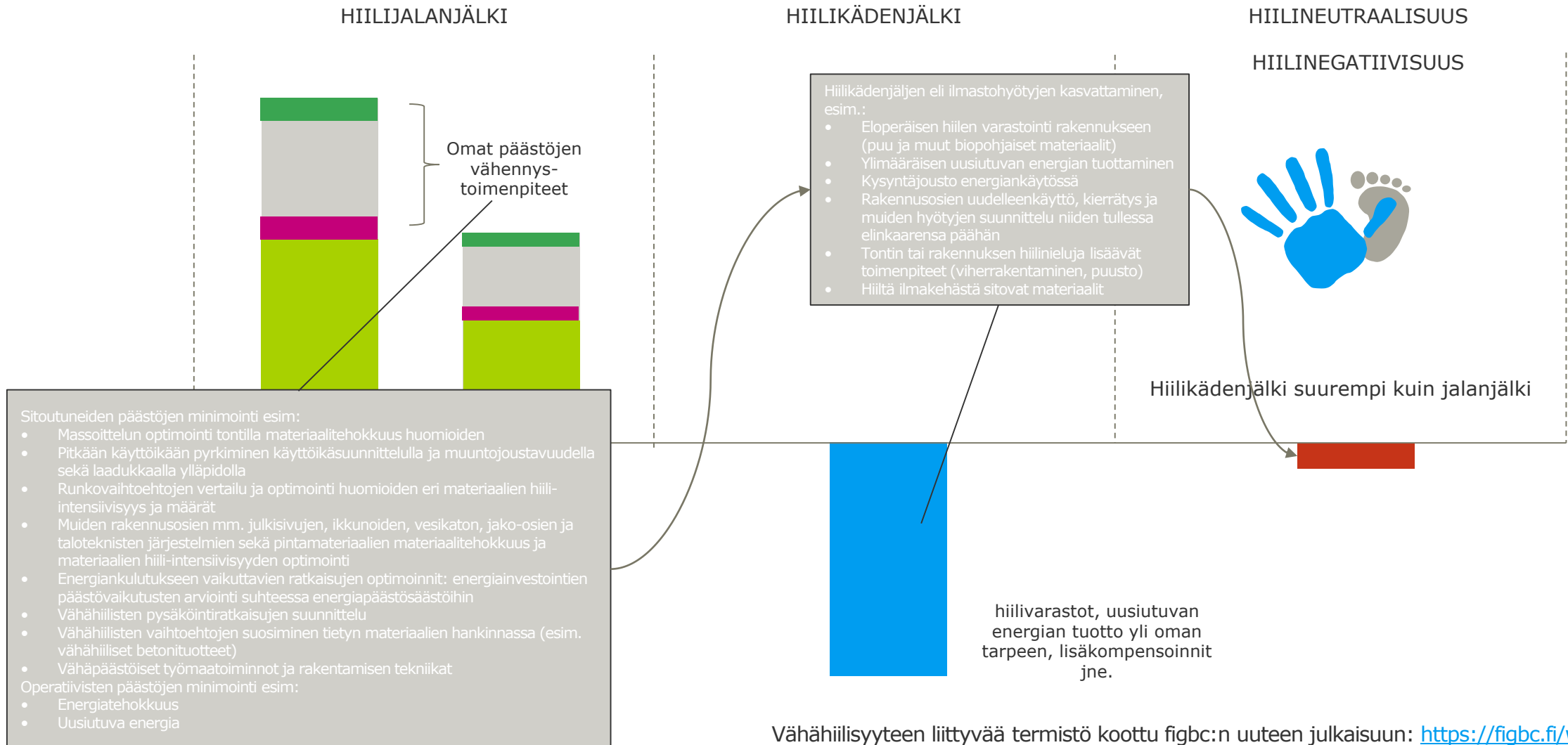
	Ilmaston lämpeneminen kg CO2e
Talotekniikka ja järjestelmät	702 109
Pilarit ja kantavat pystysuorat rakenteet	232 561
Pintamateriaalit	217 685
Ulkoalueiden rakenteet ja materiaalit	110 994
Ulkoseinät ja julkisivu	477 567
Perustukset, maanalaiset rakenteet ja perusmuuri	338 904
Alapohjat, välipohjat ja yläpohjat, palkit ja katto	1 019 847
Väliseinät ja ei-kantavat rakenteet	46 687
Muut rakenteet ja materiaalit	20 226
Ikkunat ja ovet	239 556
<b>Yhteensä</b>	<b>3 406 136</b>



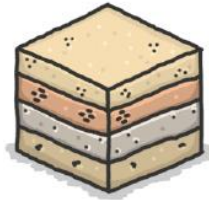
Sitoutuneet päästöt suhteutettuna asuintalojen bruttoalaan ilman pysäköintiä:

**465 kgCO2e/brm2**

# KEINOJA HIILINEUTRAALISUUTEEN



# IN FACT ALL CONSTRUCTION MATERIALS CAN VARY A LOT. TYPICAL CRADLE TO GATE EMBODIED CARBON ARE ...



**Rammed Earth**  
**48 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 40 to 170 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



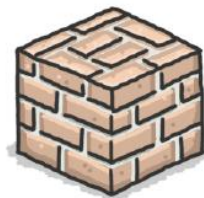
**Softwood Timber**  
**110 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 1 to 480 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



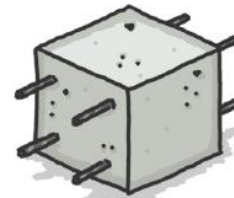
**Cross Laminated Timber**  
**219 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 160 to 320 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



**Stone Generally**  
**237 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 60 to 2,100 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



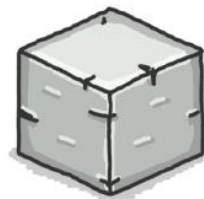
**Clay Brick Wall\***  
**345 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 260 to 1,100 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



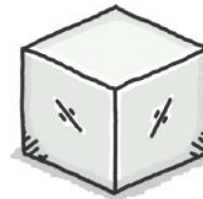
**Reinforced Concrete\*\***  
**635 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 120 to 1,370 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



**Glass Generally**  
**3,600 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 2,300 to 5,100 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



**Steel Section**  
**12,090 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 7,600 to 28,000 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



**Aluminium Generally**  
**18,009 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>**  
Ranges from 2,400 to 58,000 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

CIARAN MALIK

# Bringing embodied carbon upfront

Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon



WORLD  
GREEN  
BUILDING  
COUNCIL

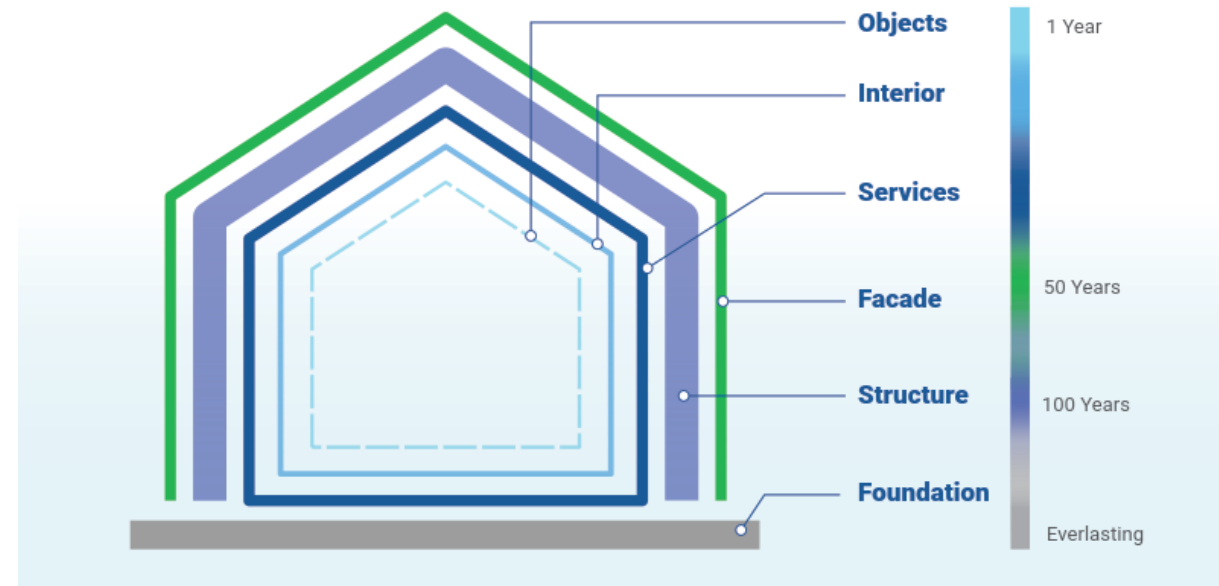
ADVANCING  
NET ZERO

# KÄYTTÖIKÄ- SUUNNITTELU

Kiitos Jukka Lahdensivu  
käyttöikäsuunnitteluun littyvän  
aineiston koonnista  
([jukka.lahdensivu@ramboll.fi](mailto:jukka.lahdensivu@ramboll.fi))

# LCA TARKASTELUJAKSO JA RAKENNUSOSIEN KÄYTTÖIÄT

- LCA:n tarkastelujakso voi olla ja tyypillisesti on rakennuksen vaadittu käyttöikä. Rakennuksen ympäristövaikutuksen arvioinnin tulisi joka tapauksessa perustua suunniteltuun käyttöikään
  - Jos halutaan tarkastella lyhempää tai pidempää tarkastelujaksoa kohdistettavat vaikutukset sen mukaisesti tai luotava skenaario käyttöiän jälkeiselle tilanteelle
- Olemassa olevalle rakennukselle voidaan olettaa jäljellä olevan käyttöiän mukaan
- Eri rakennusosilla/tuotteilla/materiaaleilla omat oletuskäyttöiät



# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU

Laskennallinen käyttöikäsuunnittelu perustuu standardiin ISO 15686-1:2011 Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 1: General principles and framework

Kerroinmenetelmä, missä eri tekijät joko lisäävät tai pienentävät tavoitekäyttöikää

$$t_L = t_{Lr} \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G$$

$t_L$  = käyttöikä

$t_{Lr}$  = vertailukäyttöikä (50 tai 100 vuotta)

A = materiaali, huokoisuus

B = suunnittelu, rakenneyksityiskohdat

C = työn suoritus

D = sisäilmasto

E = ulkoinen säärasisitus

F = käyttösisitus

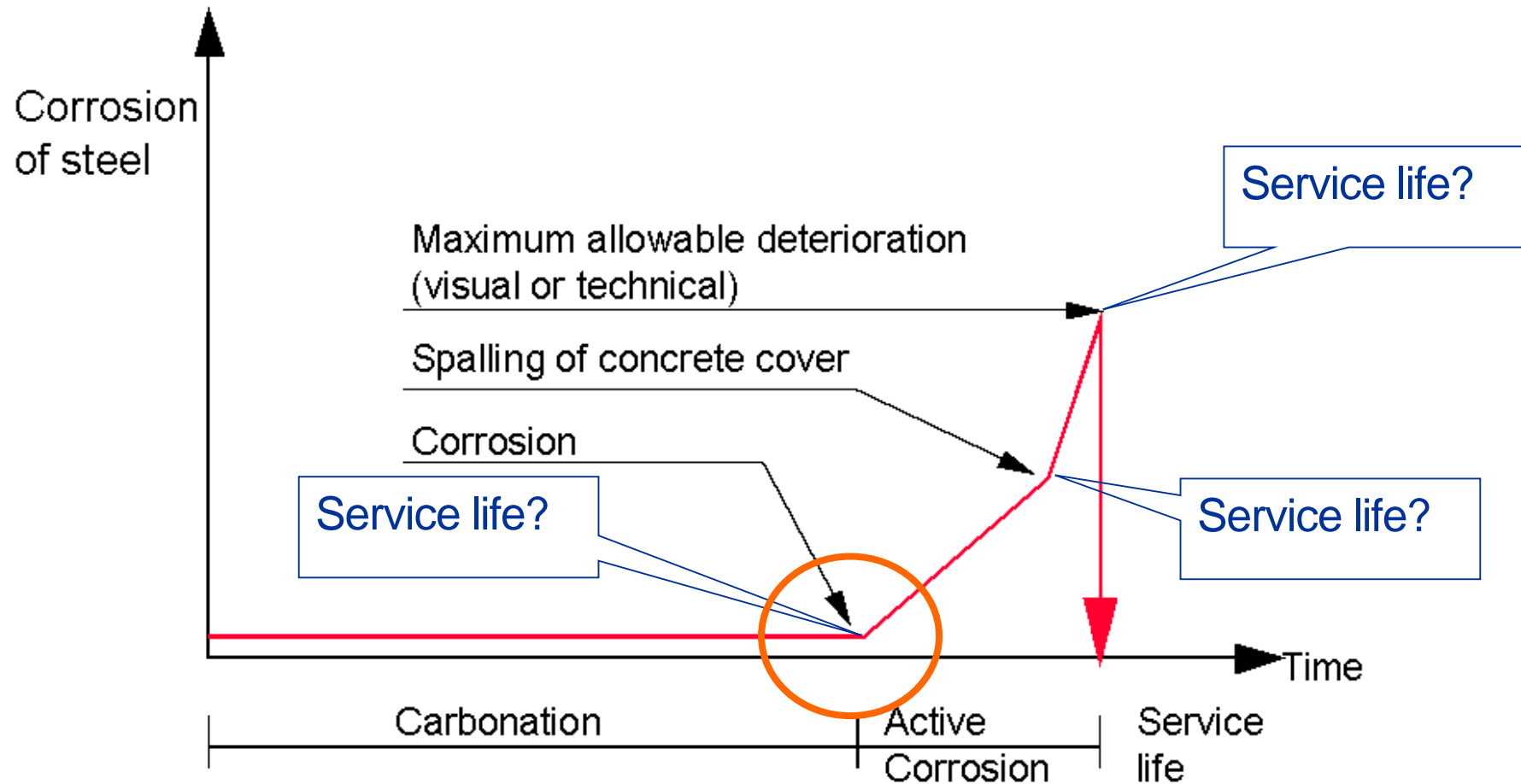
G = huoltotoimenpiteet



# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU

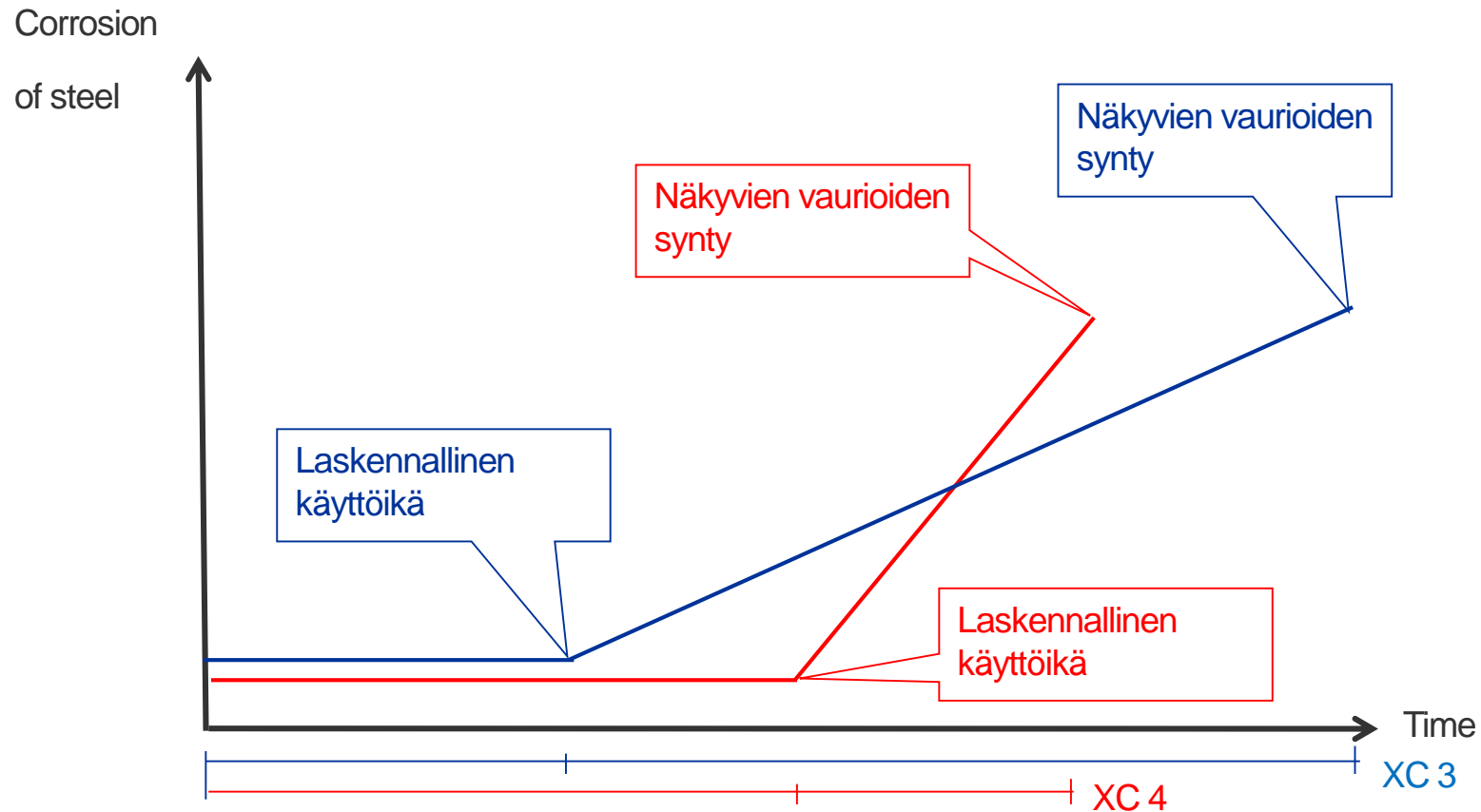
Milloin rakenteen käyttöikä päättyy?

Miten se tulisi ottaa huomioon käyttöikämallеissa?



# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, esimerkki betonin rasitusluokan vaikutuksesta

- Aktiivisen vaurioitumisvaiheen pituus voi vaihdella huomattavasti rasitusolosuhteista riippuen, jolloin aktiivisen vaurion aika näkyvään vaurioon vaihtelee paljon.



# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, huolto- ja uusimistarpeet

## Normaalit huoltotoimenpiteet ja huoltovälit

Huollettu			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
Tiilimuuri	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)		Elastiset saumat		Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)		Elastiset saumat			Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)			Elastiset saumat		
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)		Elastiset saumat		Elastiset saumat	Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)		Elastiset saumat			Laasti-sauman pinta-korjaus (1/4)			Elastiset saumat		
Puu	Sisämaa	55	Rakentaminen			Maalaus (1/2)			Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)		Uusiminen (1/2) + maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)		Maalaus			Vanhan poisto + maalaus	
	Rannikko	45	Rakentaminen		Maalaus (1/2)		Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)		Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen (1/2)		Maalaus (1/2)		Vanhan poisto + maalaus		Maalaus (1/2)		Vanhan poisto + maalaus	Uusiminen	Purku
Ohut eristerappaus	Sisämaa	30	Rakentaminen			Maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Maalaus (1/2)			Uusiminen						Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)	Purku
	Rannikko	25	Rakentaminen			Maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Maalaus (1/2)		Uusiminen		Maalaus (1/2)		Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)				Maalaus (1/2)	Purku
Paksu eristerappaus	Sisämaa	35	Rakentaminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Elastiset saumat	Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Elastiset saumat	Uusiminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)		Purku
	Rannikko	30	Rakentaminen			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)			Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Uusiminen		Elastiset saumat / maalaus (1/2)			Uusiminen (1/2) / maalaus (1/2)		Purku
Betoni, valko	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
Betoni, tiililaatta	Sisämaa	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku
	Rannikko	100	Rakentaminen			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat			Elastiset saumat		Purku

# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, huolto- ja uusimistarpeet

Koko elinkaari, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	50 vuotta			Koko elinkaari
		Perustamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	5 326 €	8 131 €	436 457 €
	Rannikko	423 000 €	5 326 €	8 131 €	436 457 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	24 234 €	8 131 €	401 364 €
	Rannikko	369 000 €	42 013 €	8 131 €	419 144 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	51 568 €	8 131 €	455 699 €
	Rannikko	396 000 €	63 543 €	8 131 €	467 674 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	42 304 €	8 131 €	518 434 €
	Rannikko	468 000 €	51 690 €	8 131 €	527 821 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
	Rannikko	309 600 €	29 653 €	10 219 €	349 471 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €
	Rannikko	333 000 €	29 653 €	10 219 €	372 871 €

Koko elinkaari, normaali huolto, 5% korko					
Julkisivutyyppi	Sijainti	100 vuotta			Koko elinkaari
		Perustamis- kustannukset	Käytönaikaiset kustannukset	Purku- kustannukset	
Tiilimuuri	Sisämaa	423 000 €	6 640 €	1 013 €	430 653 €
	Rannikko	423 000 €	6 640 €	1 013 €	430 653 €
Puu	Sisämaa	369 000 €	33 890 €	1 013 €	403 903 €
	Rannikko	369 000 €	47 971 €	1 013 €	417 984 €
Ohut eristerappaus	Sisämaa	396 000 €	71 573 €	1 013 €	468 586 €
	Rannikko	396 000 €	97 338 €	1 013 €	494 351 €
Paksu eristerappaus	Sisämaa	468 000 €	55 114 €	1 013 €	524 127 €
	Rannikko	468 000 €	75 763 €	1 013 €	544 776 €
Betoni, valkobetoni-pinta	Sisämaa	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
	Rannikko	309 600 €	32 953 €	1 273 €	343 826 €
Betoni, tiililaattapinta	Sisämaa	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €
	Rannikko	333 000 €	32 953 €	1 273 €	367 226 €

# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, betoni pakkasrasituksen ja karbonatisoitumisen suhteen

$$t_L = t_{Lr} \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G$$

$t_L$  = käyttöikä

$t_{Lr}$  = vertailukäyttöikä (50 vuotta)

A = materiaali, huokoisuus (ilmapitoisuus, w/c)

B = suunnittelu, rakenneyksityiskohdat (rak.tyyppi, pinnoite)

C = työn suoritus (jälkihoitoaika)

D = sisäilmasto

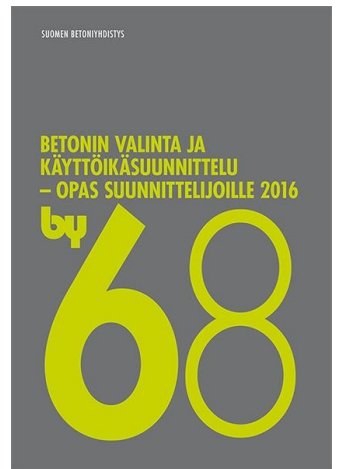
E = ulkoinen säärasitus (pakkasrasitus, ilman suunta, sijainti)

F = käyttörasitus

G = huoltotoimenpiteet (tarkastus- ja hoitoväli)

Eri kertoimet betonin ominaisuuksien mukaan lasketaan tai on taulukoitu by65 Betoninormit 2016 liitteessä 3.

Tavallisessa rakennesuunnittelussa on annettu taulukkoarvoja eri rasitusluokille, jotka täyttämällä päästään tavoiteltuun käyttöikään



# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, tyypilliset eri rakenteiden suunnittelukäyttöiät

Taulukko 2.2. Betonirakenteiden ohjeellisia käyttöikäiä (by 68 Betonin valinta ja käyttöikäsuunnittelu – opas suunnittelijoille 2016 -julkaisun taulukon 10 muokattu versio).

	Asuin- tai toimistorakennus		Julkinen erikoisrakennus <sup>1)</sup>	Halli- tai teollisuusrakennus	Pysäköintitalo
	Normaali	Erityiskohde			
<b>Koko rakennus</b>	<b>50 v</b>	<b>100 v <sup>2)</sup></b>	<b>200 v <sup>2)</sup></b>	<b>50 v</b>	<b>50 v</b>
Perustukset	100 v	100 v (200 v)	200 v	100 v	100 v
Kantavat sisä rakenteet <sup>3)</sup>	100 v (200 v)	100 v (200 v)	200 v	50 v (100 v)	50 v (100 v)
Kantavat ulkorakenteet	50 v (100 v)	100 v	100 v (200 v)	50 v	50 v (100 v)
Ei-kantavat ulkorakenteet	50 v	100 v	100 v (200 v <sup>4)</sup> )	50 v	50 v (100 v)
Vaakarakenteiden pintakerrokset					25 v <sup>5)</sup> (50 v)

<sup>1)</sup> Rakennushistorialtaan, arkkitehtuuriltaan tai sijainniltaan merkittävä rakennus tai muilta ominaisuuksiltaan merkittävä julkinen rakennus.

<sup>2)</sup> Suunniteltaessa rakennusta tai rakenteita hyvin pitkälle käyttöiälle tulee suunnittelussa lisäksi painottaa rakennuksen muunneltavuutta käyttötarkoituksen muuttumisen mukaan.

<sup>3)</sup> Sisä rakenteissa, jotka sijaitsevat normaaleissa sisäolosuhteissa, betonin rasitusolosuhteet ovat matalat (X0...XC1). Rakenteen käyttöikä voi näin olla 50...200 vuotta. Sisä rakenteisiin voi myös kohdistua muun muassa teollisuudessa hyvinkin ankaria erityisrasituksia ja -olosuhteita.

<sup>4)</sup> Julkisivuissa 200 vuoden käyttöikää rajoittaa myös liittyvien rakenteiden (esim. eristeiden) käyttöiät. Siten rakenteet tulisi tehdä vaihdettaviksi.

<sup>5)</sup> Kulutukselle alttiina olevien pysäköintitasojen yläpintojen käyttöikä on rajallinen. Kulutuskestävyyttä voidaan parantaa esimerkiksi pintasiroteella tai kovabetonikerroksella.



Taulukko 2.3. Tuuli- ja hyötykuormien kertoimet pitkällä tavoiteikäikäillä.

Tavoiteikäikä	Kerroin
100 vuotta	1,1
200 vuotta	1,2

Mitoituskuormia on korotettava taulukon kertoimilla pitkällä käyttöikäällä. Tämä lisää jonkin verran materiaalien kulutusta

# KÄYTTÖIKÄSUUNNITTELU, taulukoidut raja-arvot

Taulukko 3.8: Betonin koostumuksen ja ominaisuusien raja-arvot, kun suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta.

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio				Kloridien aiheuttama korrosio						Jäätymis-sulamisrasitus <sup>1,2</sup>			Aggressiiviset kemialliset ympäristöt			
							Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä			XF1	XF2 <sup>1,2</sup>	XF3	XF4 <sup>1,2</sup>	XA1	XA2
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2 <sup>1,2</sup>	XF3	XF4 <sup>1,2</sup>	XA1	XA2	XA3
v/s-enintään		0,90	0,80	0,60	0,60 <sup>3</sup>	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,60	0,50	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40
Vähimmäislujuusluokka	C12/15	C20/25	C20/25	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45					C30/37	C35/45	C40/50
Vähimmäisementtimäärä (kg/m <sup>3</sup> )		160	160	250	250	300	320	320	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
Ilmamäärä (%)												4,0 <sup>4</sup>	5,0	4,0 <sup>4</sup>	5,5			

<sup>1</sup> Lisäksi pakkasenkestävyyden vaatimukset liitteen 4 taulukon L4.1 mukaan.

<sup>2</sup> Rasitusluokissa XF2 ja XF4 betonin vesi-sementtisuhteen, ilmamäärän ja sementtimäärän vaatimukset edellyttävät sementtilaatujen CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-LI, CEM II/A-M tai CEM II/B-M käyttöä taulukossa 3.2 esitetyn rajoituksen.

<sup>3</sup> Sementtilaatujen CEM II/A-S, CEM II/B-S ja CEM II/A-V käyttö tai sementtilaatujen CEM II/A-LI, CEM II/A-M ja CEM II/B-M koostumusrajottamaton käyttö tai taulukon mukaisista suhteutusvaatimuksista poikkeaminen rasitusluokissa XF2 ja XF4 edellyttää betonin pakkas-suolakestävyyden osoittamista toiminnallisilla menetelmillä liitteen 4 kohdan 3 mukaan. Tällöin P-luvun tulee saada rasitusluokassa XF2 arvo 25 ja rasitusluokassa XF4 arvo 40. P-luku määritetään infraRYL osan 3 kohdan 42020.1.2 mukaan.

<sup>4</sup> Ilmamäärävaatimus koskee betonia, jossa kiviaineksen ylänimellisraja on vähintään 16 mm. Ylänimellisrajan ollessa 12 mm ilmamäärävaatimusta nostetaan 0,5 prosenttiyksikköä ja ylänimellisrajan ollessa 8 mm 1,0 prosenttiyksikköä.

Materiaalin vaatimukset voivat olla samat sekä 50 v. että 100 v. tavoiteikäikäelle

RAMBOLL

SUOMEN BETONIHISTÖS

BETONINORMIT 2016

by  
65

Taulukko 3.9: Betonin koostumuksen ja ominaisuusien raja-arvot, kun suunnittelukäyttöikä on 100 vuotta.

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio				Kloridien aiheuttama korrosio						Jäätymis-sulamisrasitus <sup>1</sup>			Aggressiiviset kemialliset ympäristöt			
							Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä			XF1	XF2 <sup>1,2</sup>	XF3	XF4 <sup>1,2</sup>	XA1	XA2
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2 <sup>1,2</sup>	XF3	XF4 <sup>1,2</sup>	XA1	XA2	XA3
v/s-enintään		0,90	0,80	0,60	0,60	0,45	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,55	0,50	0,50	0,40	0,50	0,45	0,40
Vähimmäislujuusluokka	C12/15	C20/25	C20/25	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45					C30/37	C35/45	C40/50
Vähimmäisementtimäärä (kg/m <sup>3</sup> )		160	160	250	250	300	320	340	300	300	320	270		300		300	320	330
Ilmamäärä (%)												5,5 <sup>1</sup>	5,5 <sup>1</sup>					

<sup>1</sup> Lisäksi pakkasenkestävyyden vaatimukset liitteen 4 taulukon L4.1 mukaan.

<sup>2</sup> Betonin pakkas-suolakestävyyden osoitetaan toiminnallisilla menetelmillä liitteen 4 kohdan 3 mukaan.

<sup>3</sup> Ilmamäärävaatimus koskee betonia, jossa kiviaineksen ylänimellisraja on vähintään 16 mm. Ylänimellisrajan ollessa 12 mm ilmamäärävaatimusta nostetaan 0,5 prosenttiyksikköä ja ylänimellisrajan ollessa 8 mm 1,0 prosenttiyksikköä.

<sup>4</sup> P-lukuvaatimus rasitusluokassa XF2 on 50 ja rasitusluokassa XF4 on 70. P-luku määritetään infraRYL osa 3 kohdan 42020.1.2 mukaan.

# RAKENNUSTEN PURKAMINEN

Rakennuksia puretaan eri ikäisinä.

- Asuinrakennukset pitkäikäisimpiä

Missä puretaan ja miksi?

- Purkamista eniten kasvukeskuksissa
- Syynä uudisrakentaminen, eli kaavoitettu suurempi rakennusoikeus vanhalle tontille

Table 12 Number and area of demolished buildings by reason for demolition

Reason for demolition	Number	Percentage	Floor area (m <sup>2</sup> )	Percentage	Average area (m <sup>2</sup> )
New construction	24 134	47%	4 237 690	47%	176
Other reasons	22 415	44%	4 213 535	47%	188
Destruction	2902	6%	435 620	5%	150
Abandonment	1367	3%	113 355	1%	83

Table 11 Average age at the time of demolition by building type

Building type	Average age at the time of demolition (years)
Detached houses	64
Terraced (row) houses	44
Blocks of flats	62
Dormitories	36
Holiday cottages	47
Utility buildings	47
Commercial and office buildings	39
Public buildings	41
Warehouses	37
Industrial buildings	37
Agricultural buildings	35
Transport buildings	36
Other buildings	32

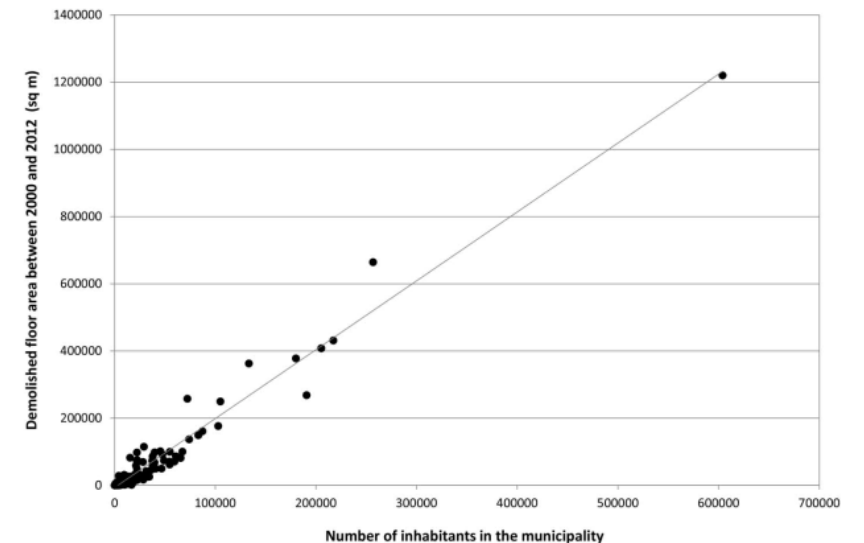


Figure 7 Number of inhabitants in the municipality by demolished floor area

BRI BUILDING RESEARCH & INFORMATION 2014  
<http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.980101>

Routledge  
 Taylor & Francis Group

RESEARCH PAPER

## Statistical and geographical study on demolished buildings

Satu Huuhka<sup>1</sup> and Jukka Lahdensivu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Architecture, Tampere University of Technology, PO Box 600, FI-33101 Tampere, Finland  
 E-mail: [satu.huuhka@tut.fi](mailto:satu.huuhka@tut.fi)

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Tampere University of Technology, PO Box 600, FI-33101 Tampere, Finland  
 E-mail: [jukka.lahdensivu@tut.fi](mailto:jukka.lahdensivu@tut.fi)

Demolition of buildings is one fundamental, but little studied, factor in the dynamics of building stocks. This research study examines the characteristics and location of demolished buildings in Finland as well as motives behind the demolition decisions. A statistical and geographical analysis was performed on a dataset of all 50 818 buildings demolished in Finland between 2000 and 2012. In the Finnish context, the study shows that the amount of demolition, the size of the community, demographic development and construction activity are all interconnected. In general, the larger the community, the more it gains inhabitants and the more is built as well as demolished. The data confirm that removals from the building stock are a result of conscious deliberation. Non-residential buildings dominate the amount of demolished floor area. In addition, they are much larger and younger at the time of demolition than residential buildings, which consist primarily of detached houses. Demolitions are geographically concentrated: cities account for 76% of demolished floor area; and city cores for as much as 44%. Public policy needs to include demolition to reduce environmental impacts and improve resource efficiency.

Keywords: building stocks, construction and demolition waste, demolition, resilience, resilient cities, reuse



# RAKENNUSTEN PURKAMINEN

## MISTÄ RAKENNUKSET ON TEHTY?

**Table 5** Construction material of the load-bearing structure

Construction material (load-bearing structures)	Number	Percentage	Floor area (m <sup>2</sup> )	Percentage	Average area (m <sup>2</sup> )
Concrete	1654	3%	2 636 590	29%	1594
Brick	1120	2%	857 543	10%	766
Steel	1024	2%	580 764	6%	567
Wood	24 460	48%	3 007 490	33%	123
Other	274	1%	166 397	2%	607
All known records	28 253	56%	7 248 784	81%	257
Unknown records	22 286	44%	1 751 416	19%	79

**Table 7** Construction method (prefabricated/built *in situ*/unknown) by material

Construction material (load-bearing structures)	Number prefabricated	Area prefabricated (m <sup>2</sup> )	Number built <i>in situ</i>	Area built <i>in situ</i> (m <sup>2</sup> )	Number unknown	Area unknown
Concrete	180	414 241	294	414 251	1180	1 808 098
Brick	0	0	1120	857 543	0	0
Steel	1024	580 764	0	0	0	0
Wood	1188	220 302	4904	608 319	18 368	2 178 869
Other	55	46 204	52	24 208	167	95 985
Material known	2107	1 073 340	6370	1 904 321	19 715	4 082 952
Material unknown	0	0	24	2183	22 262	1 749 233

Bright ideas. Sustainable change.

