

The logo for Ramboll, featuring the word "RAMBOLL" in a bold, blue, sans-serif font. The letter "O" is stylized with a white circular element inside it.

Bright ideas.
Sustainable change.

Hiilijalanjäljen laskenta vaatii artikkelitasoista automaattista tuotetietojen käsittelyä Case: KOY Järvenpään Myllytie 14

28.11.2023

Rakennustieto, Pyöreä Pöytä

Mika Kovanen



Hiilijalanjäljen laskenta vaatii artikkelitasoista automaattista tuotetietojen käsittelyä

Case: KOY Järvenpään Myllytie 14

01

Hiilijalanjäljen laskennan merkitys ja haasteet

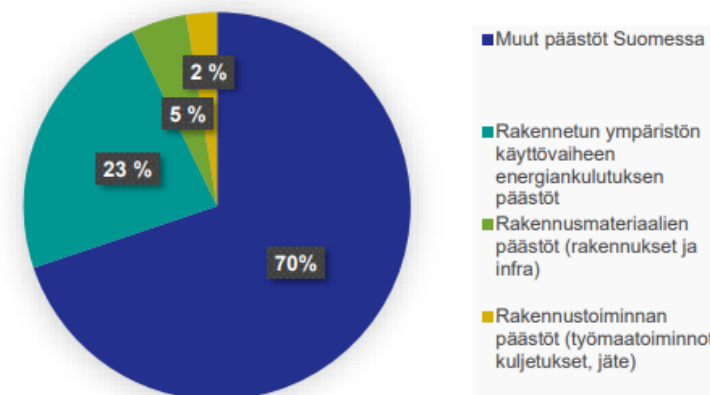
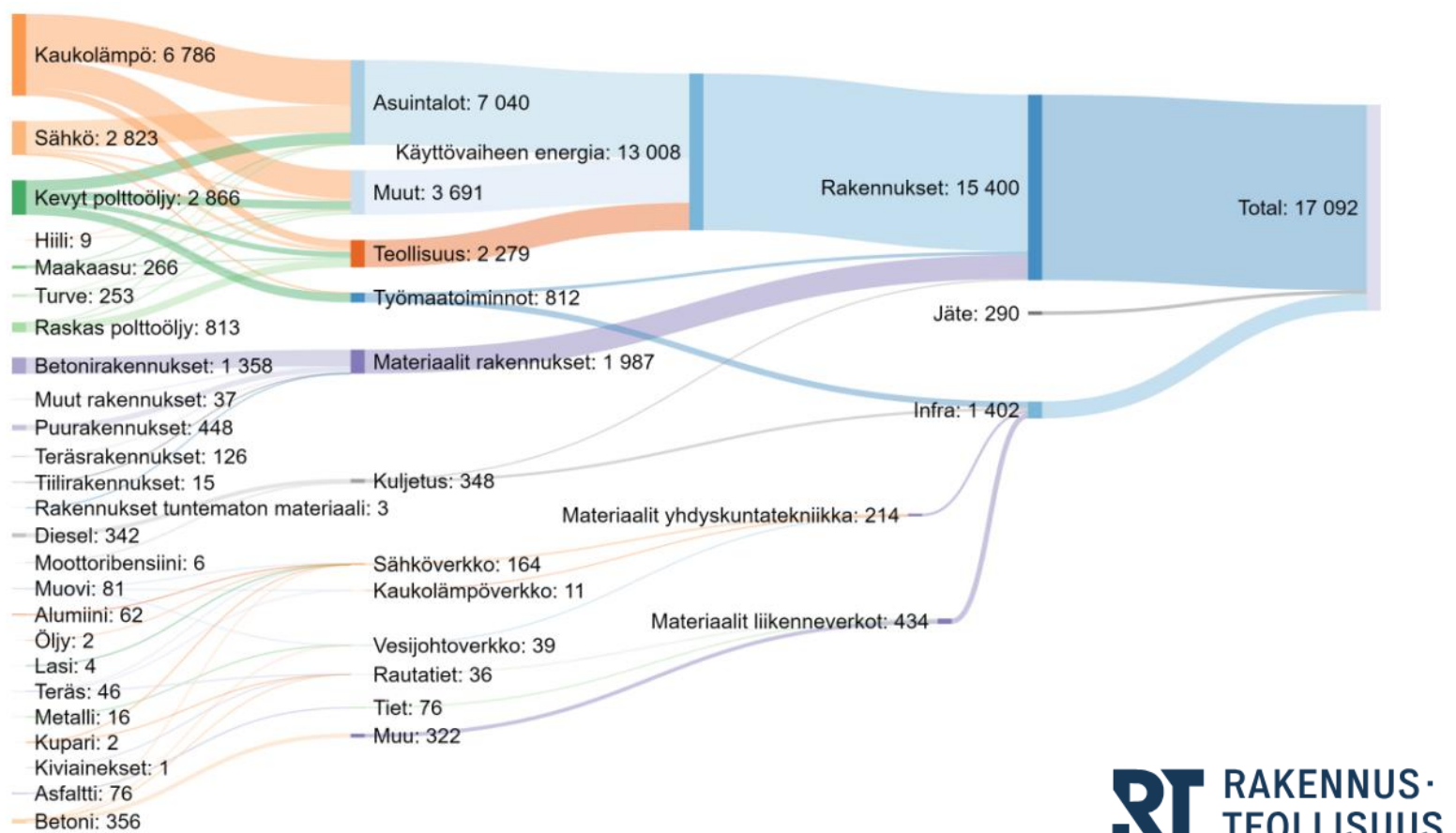
02

Kokonaisvaltainen hiilijalanjäljen arviointi COfLOW-hankkeessa

03

Hiilijalanjäljen hallinnan mahdollisuudet

Rakennetun ympäristön elinkaaren hiilijalanjäljen osuus Suomen kasvihuonepäästöistä on 30% (kt CO₂)



Rakennusten rakennusmateriaalien päästöjen osuus noin 3,5%

RT RAKENNUS-TEOLLISUUS

Rakennusten hiilijalanjäljen laskennan lähtötiedot ja toteutus

TUOTEVAIHE

Rakennusmateriaalien määrät rakenteittain/materiaaleittain (usein tietomallin, suunnitelmien tai valmiiden määräluetteloiden pohjalta)

Tuotekohtaiset päästötiedot (Ympäristöselosteet eli EPD:t tai materiaalien keskimääräiset ympäristövaikutukset eri tietopankeista/lähteistä)

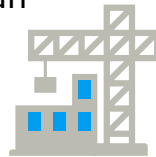


RAKENTAMINEN

Materiaalien kuljetustyyppit ja matkat työmaalle (oletuskuljetusmatkat ja ajoneuvot)

Työmaan energiankulutukset ja jätteet synty ja käsittely (oletus työmaatoiminnot) Ajoneuvokohtaiset päästöt

Työmaan jätteiden käsittelyn prosessien, veden ja energian päästöt tai keskivertotyömaan päästöt



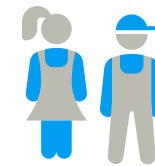
KÄYTTÖ

Kohteen vuosittaiset energian ja vedenkulutukset

Materiaalien ja rakennusosien käyttöiät yleensä (oletuskäyttöikien mukaisesti)

Energian ja vedenkulutuksen päästöt

Tuotteiden vaihtojen ja korjausten päästöt (alkuperäisen tuotteen mukaisina)



PURKU

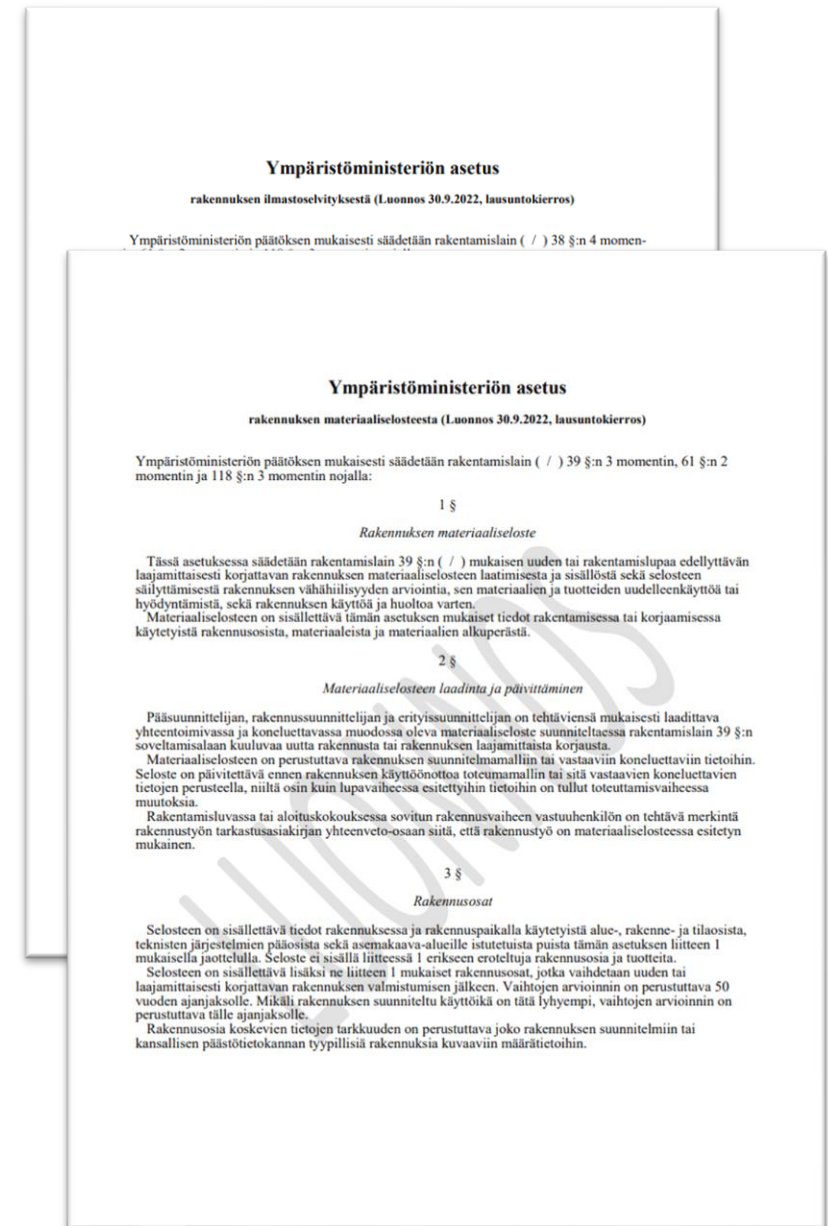
Prosessit eri materiaalien purulle, etäisyydet käsittelyyn (oletuksin)

Kuljetusten ja jätehuollon prosessien päästöt



Uusi maankäyttö- ja rakennuslaki tulossa

- **Uusi rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025.** Tavoitteina:
 - torjuu ilmastonmuutosta
 - edistää kiertotaloutta
 - parantaa rakentamisen laatua
 - sujuvoittaa rakentamista
 - vauhdittaa rakennetun ympäristön digitalisaatiota.
- **Rakennuksen hiilijalanjälki ja -kädenjälki**, eli haitalliset ja hyödylliset ilmastovaikutukset, raportoidaan jatkossa rakennuksen ilmastoselvityksessä.
- **Ilmastaselvitys** laaditaan rakentamisluvan hakemisen yhteydessä, ja sen laatimisessa voi käyttää **rakentamisen päästötietokannasta** maksutta saatavia tietoja yleistietoja.
 - Mikäli käytetään tuotekohtaisia tietoja, pitää sitoutua tuotteen käyttämiseen
 - Ilmastaselvitys on päivitettävä ennen rakennuksen käyttöönottoa, jos lupavaiheen ilmastaselvityksen perusteena oleviin suunnitelmiin on tullut ilmastaselvitykseen vaikuttavia muutoksia



Hiilijalanjäljen laskeminen on jo osa EU taksonomian mukaisuutta (ilmastonmuutoksen hillinnän merkittävä edistäminen)

Construction of new buildings

Contributing to climate mitigation ^

Description v

Substantial contribution criteria ^

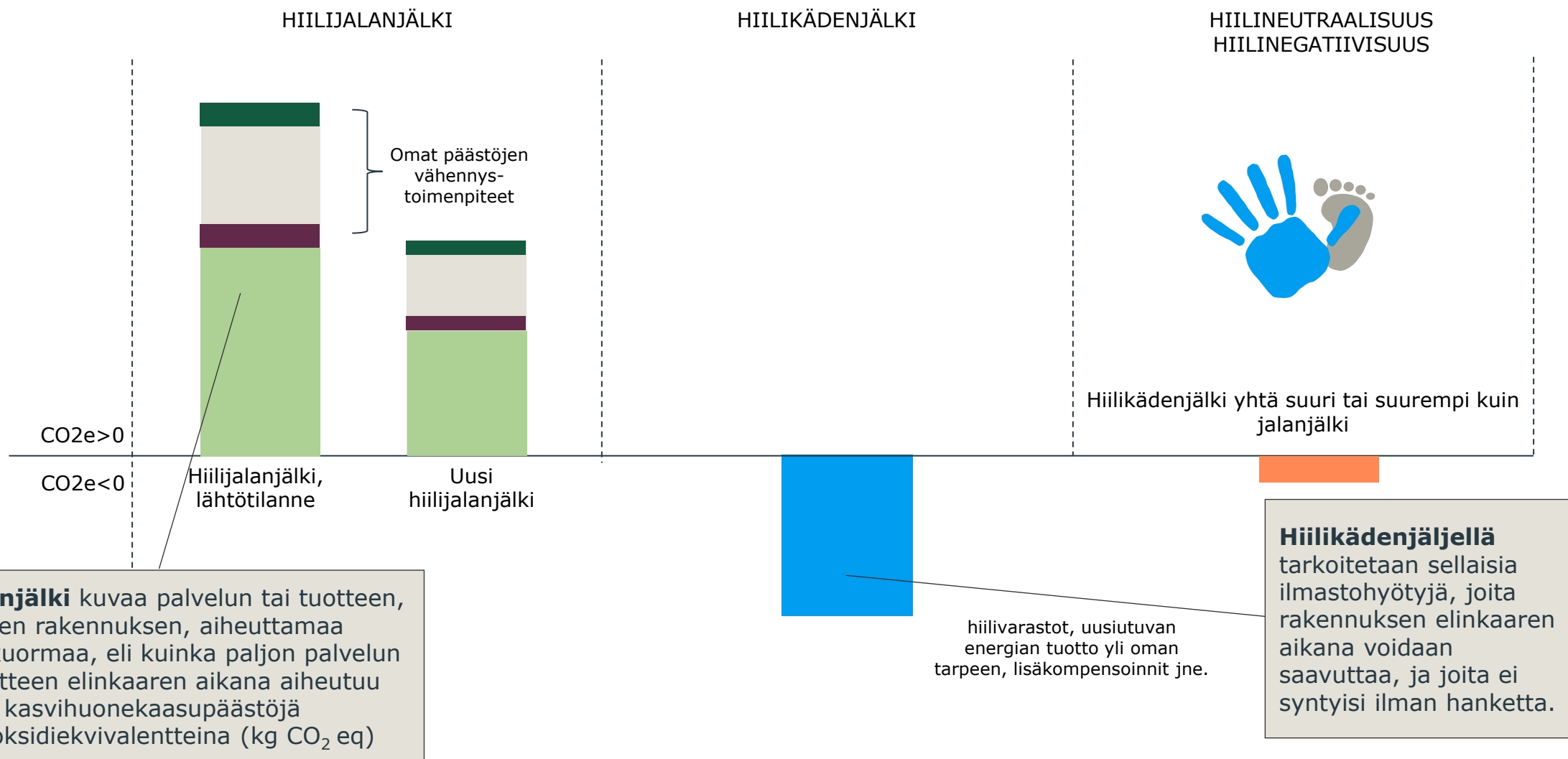
Constructions of new buildings for which:

1. The Primary Energy Demand (PED)⁽²⁹⁰⁾, defining the energy performance of the building resulting from the construction, is at least 10 % lower than the threshold set for the nearly zero-energy building (NZEB) requirements in national measures implementing [Directive 2010/31/EU](#) of the European Parliament and of the Council⁽²⁹¹⁾. The energy performance is certified using an as built Energy Performance Certificate (EPC).
2. For buildings larger than 5000 m² ⁽²⁹²⁾, upon completion, the building resulting from the construction undergoes testing for air-tightness and thermal integrity⁽²⁹³⁾, and any deviation in the levels of performance set at the design stage or defects in the building envelope are disclosed to investors and clients. As an alternative, where robust and traceable quality control processes are in place during the construction process this is acceptable as an alternative to thermal integrity testing.
3. For buildings larger than 5000 m² ⁽²⁹⁴⁾, the life-cycle Global Warming Potential (GWP)⁽²⁹⁵⁾ of the building resulting from the construction has been calculated for each stage in the life cycle and is disclosed to investors and clients on demand.

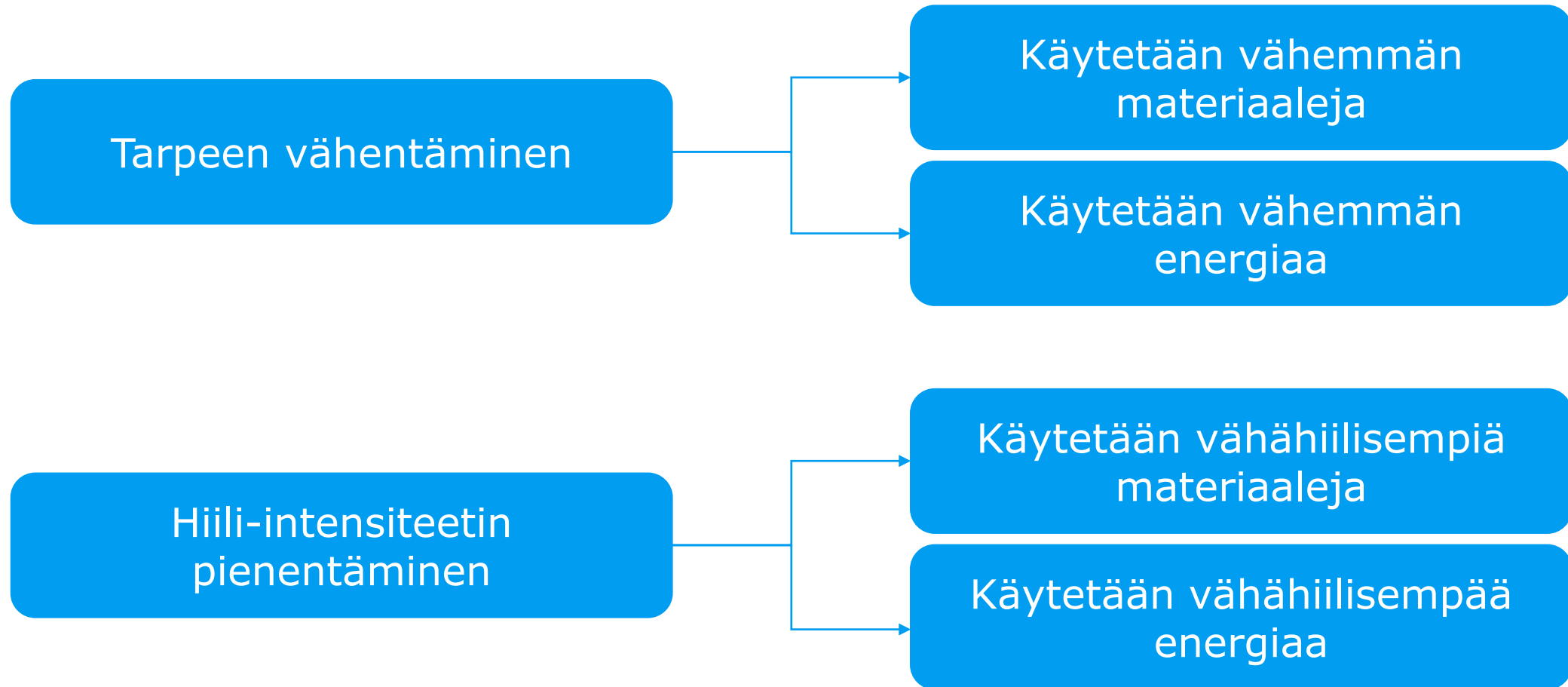
Do no significant harm criteria v

Hiilijalan-
jälkilaskennan
toteutus
vaatimus

Rakennusten hiilijalanjäljen termistö



Hiilijalanjäljen hallinnan pääperiaatteet



Hiilijalanjäljen hallinnan haasteet

1. Tiedon keruu

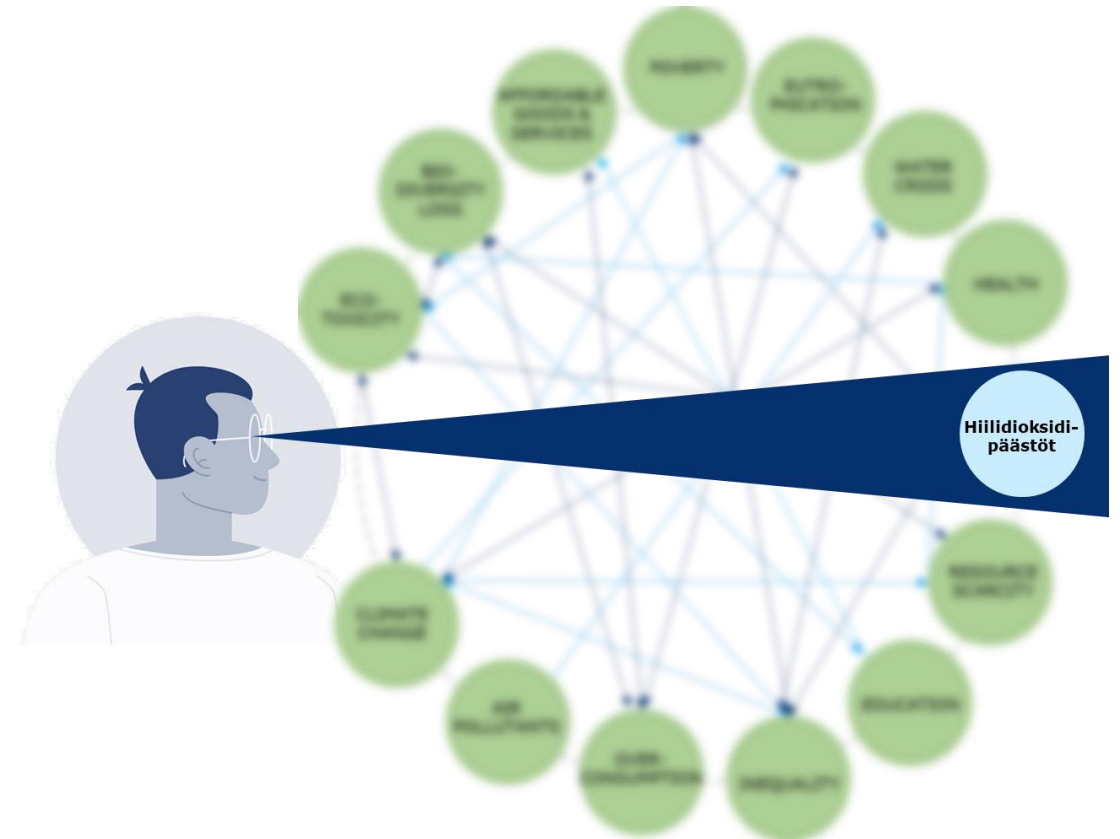
- Hiilijalanjäljen laskenta vaatii kattavan datamäärän keräämistä rakennuksen materiaalivirroista ja rakentamisen prosesseista
- Hankkeiden alkuvaiheissa luotettavaa määrätietoa on saatavilla rajallisesti
- Todellisten tuotteiden tuotetietoa on saatavilla rajallisesti
- Määrätietoa ja hukkaa ei välttämättä seurata

2. Integraatio suunnittelu- ja toteutusprosessiin

- Hiilijalanjäljen laskenta on vielä usein enemmän tai vähemmän manuaalista asiantuntijatyötä, jolloin tarkastelu on usein toteavaa
- Hankkeiden *hiilibudjettien* seuranta ja varmennusta tulisi tehdä läpi hankevaiheiden ja jokaisessa päätöksentekopisteessä

3. Kokonaisuuden ymmärtäminen

- Hiilijalanjälki on vain yksi kestävä rakentamisen mittari, tärkeää on luoda terveellisiä ja turvallisia rakennuksia jotka edistävät käyttäjiensä hyvinvointia kustannustehokkaasti
- Ratkaisujen valinnassa on hyvä huomioida mm. energia- ja elinkaarikustannukset sekä vaikutukset sisäilmastoon



Hiilijalanjäljen laskenta vaatii artikkelitasoista automaattista tuotetietojen käsittelyä

Case: KOY Järvenpään Myllytie 14

01

Hiilijalanjäljen laskennan merkitys ja haasteet

02

Kokonaisvaltainen hiilijalanjäljen arviointi COfLOW-hankkeessa

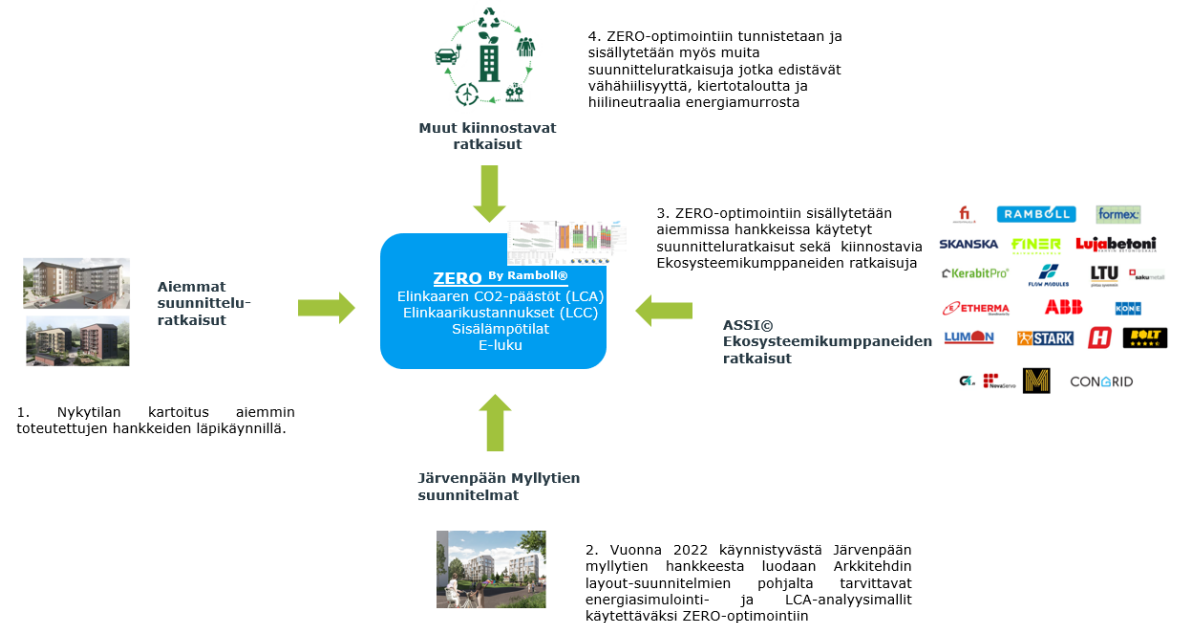
03

Hiilijalanjäljen hallinnan mahdollisuudet

Case: KOY Järvenpään Myllytie 14

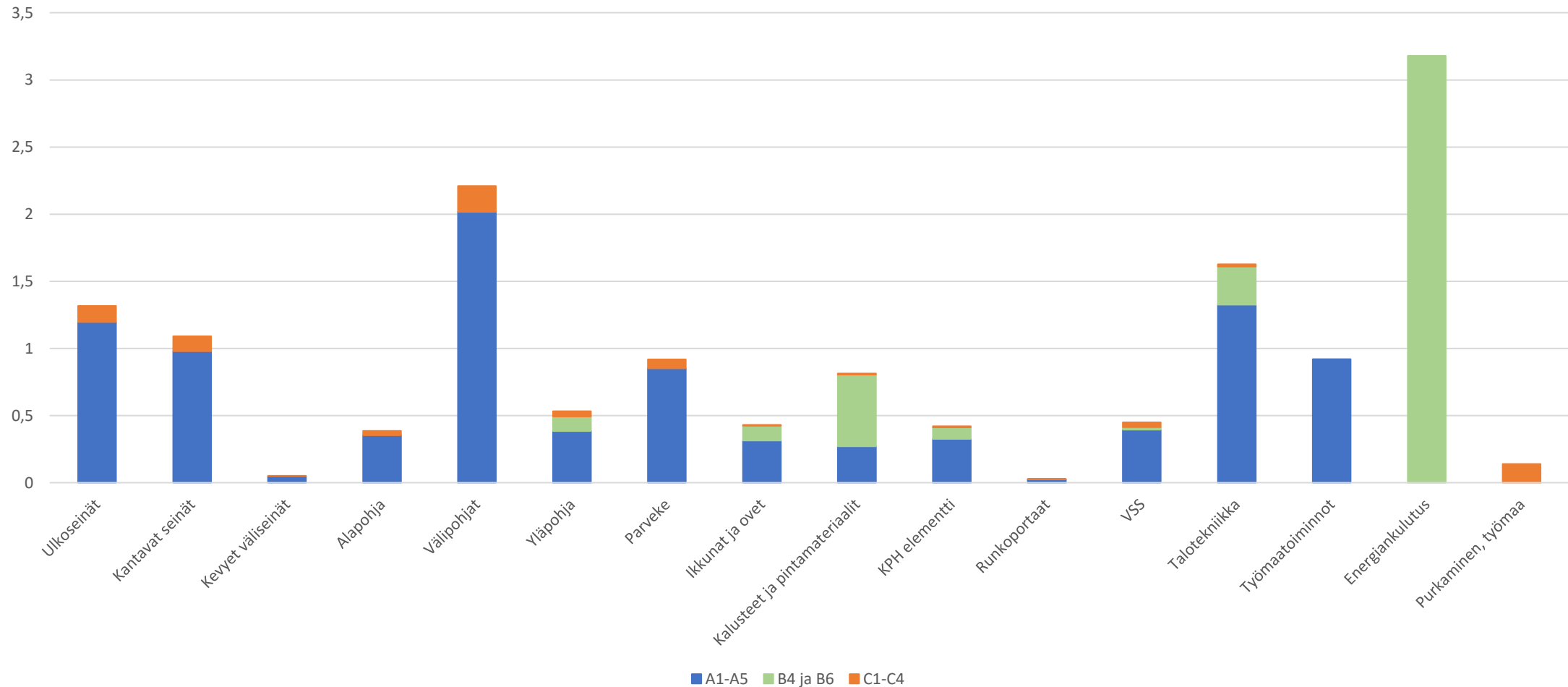
Kokonaisvaltainen hiilijalanjäljen arviointi

- Asuntotuotantoprosessit ovat perinteisesti kustannusohjauspainotteisia ja edellyttävät suunnitteluvaiheen nopeaa läpimenoaika.
- Elinkaariarviot ja energia-analyysit toteutetaan usein vain toteavina, koska hankkeissa ei ehditä toteuttamaan aikaa vieviä optimointi- ja iterointikiertoja
- Kehityshankkeen tavoitteena oli jatkokehittää CO_fLOW ASSI® konseptin toimintamalleja ensimmäisistä hankkeista saatujen kokemusten perusteella kohti hiilineutraaliutta ja nettonollapäästöjä.



Suunnitteluratkaisun hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki rakennuksen osittain ja elinkaaren vaiheittain



Betonirunkotilanteen tarkasteltavat ratkaisut

| Välipohjat | Ulkoseinät (0.17W/M2K) | Kantavat väliseinät | Ei-kantavat väliseinät (vertailtavuus tarkennettava ensimmäisen laskennan jälkeen) | Yläpohjaratkaisu | Yläpohjan eriste (0.09W/M2K) | Yläpohjan katemateriaali | Parveke |
|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Superlaatta | Sandwich-Elementti | Betonielementti | Betoni /teräsranka | Harja-/pulpettikatto superlaatta | Ekovilla | Bitumikermi | Suunnitteluratkaisu |
| Perinteinen ontelolaatta VP1 | Vähähiilinen sisäkuorielementti | Parman vähähiiliset väliseinäelementit VS1 | Puuranka | Harja-/pulpettikatto perinteinen ja vähähiilinen ontelolaatta | Villaeriste | Kierrätetty bitumikermi | Betonilaatta, pilarit |
| Vähähiilinen ontelolaatta VP2 | Sisäkuorielementti + Tiilimuuraus US1 | | Teräsranka | Tasakatto; superlaatta | Papueriste | Peltikate | Betonilaatta -20 %, pilarit |
| | Sisäkuorielementti + Puuverhoilu US2 | | | Tasakatto; perinteinen ja vähähiilinen ontelolaatta | Vahtolasi | | Betonilaatta (ulokeparveke) |
| | Sisäkuorielementti + Rappaus US3 | | | | Muovieristeet | | CLT-laatta, CLT-pieli |
| | Puu-hybridi ulkoseinäelementti | | | | | | CLT-laatta, CLT-pilari |
| | | | | | | | CLT-laatta (ulokeparveke) |
| | | | | | | | |

Puu-hybridi -vaihtoehto

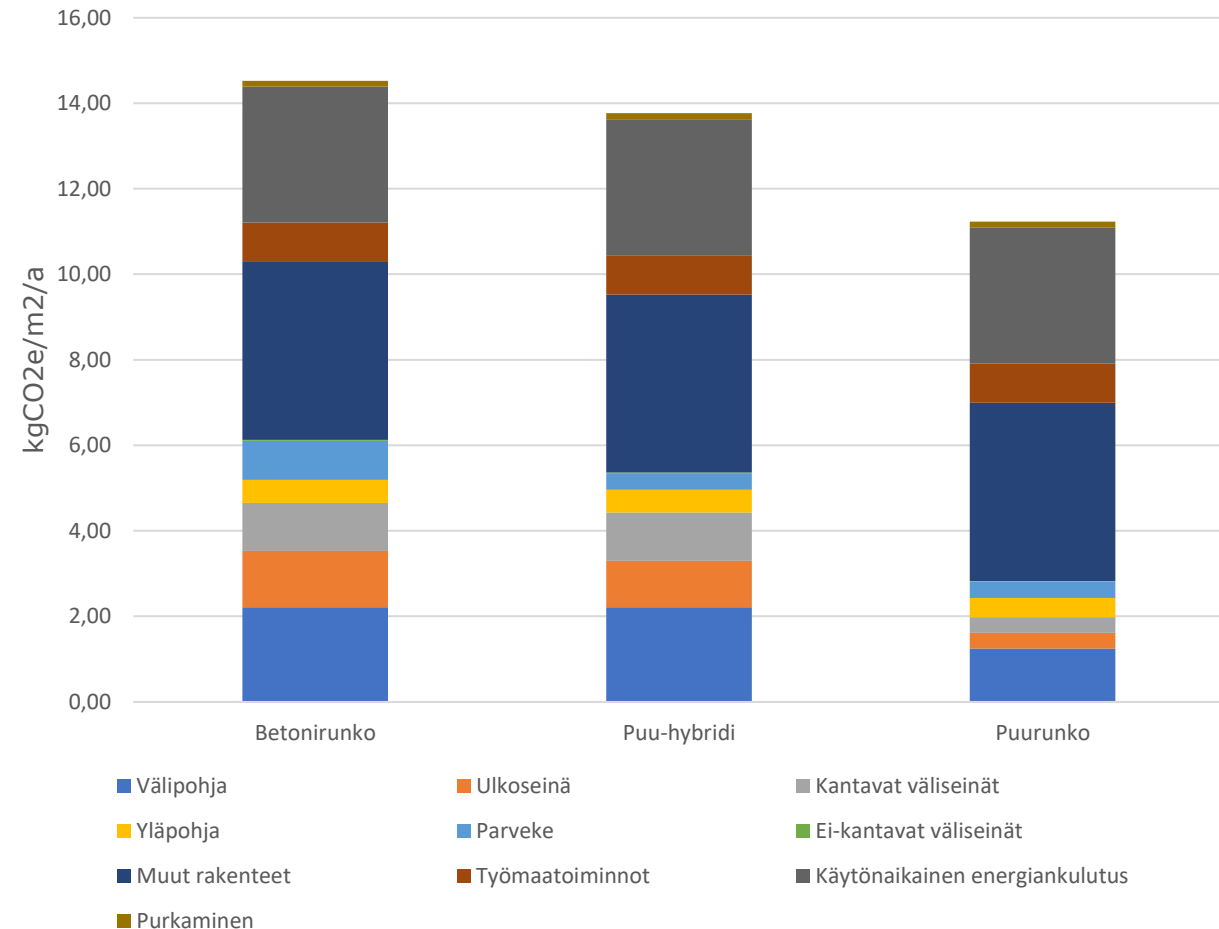
Puurunkovaihtoehdon tarkasteltavat ratkaisut

| Välipohjat | Ulkoseinät (0.17W/M2K) | Kantavat väliseinät | Ei-kantavat väliseinät (vertailtavuus tarkennettava ensimmäisen laskennan jälkeen) | Yläpohjaratkaisu | Yläpohjan eriste (0.09W/M2K) | Yläpohjan katemateriaali | Parveke |
|---------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| CLT-massiivilaatta | CLT- ulkoseinäelementti | CLT | Puuranka | Harja-/pulpettikatto | Villaeriste | Bitumikermi | CLT-laatta, CLT-pieli |
| Puiset kotelolaatat | | | | Tasakatto; | Ekovilla | Kierrätetty bitumikermi | CLT-laatta, CLT-pilari |
| | | | | | Papueriste | Peltikate | CLT-laatta (ulokeparveke) |
| | | | | | Vaahtolasi | | |
| | | | | | Muovieristeet | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Runkovaihtoehtojen vertailu, koko elinkaari

- Oheisessa kuvassa on esitetty eri runkovaihtoehtojen koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki (kgCO₂e/m²/a), joista betonirunko on suunnitteluratkaisu.
- Puuhybridi-vaihtoehdossa ulkoseinät ovat puu-betoni-elementit, parvekkeet ovat CLT-rakenteiset ja rankarakenteisissa väliseinissä on puuranka. Hybridi-vaihtoehdon hiilijalanjälki on noin 0,75 kgCO₂e/m²/a eli noin 5 % pienempi kuin suunnitteluratkaisu.
- Puurunko -vaihtoehdon kokonaishiilijalanjälki on noin 11,2 kgCO₂e/m²/a. On kuitenkin huomattava, että tätä vaihtoehtoa ei ole aidosti suunniteltu puumateriaalin lähtökohdista.

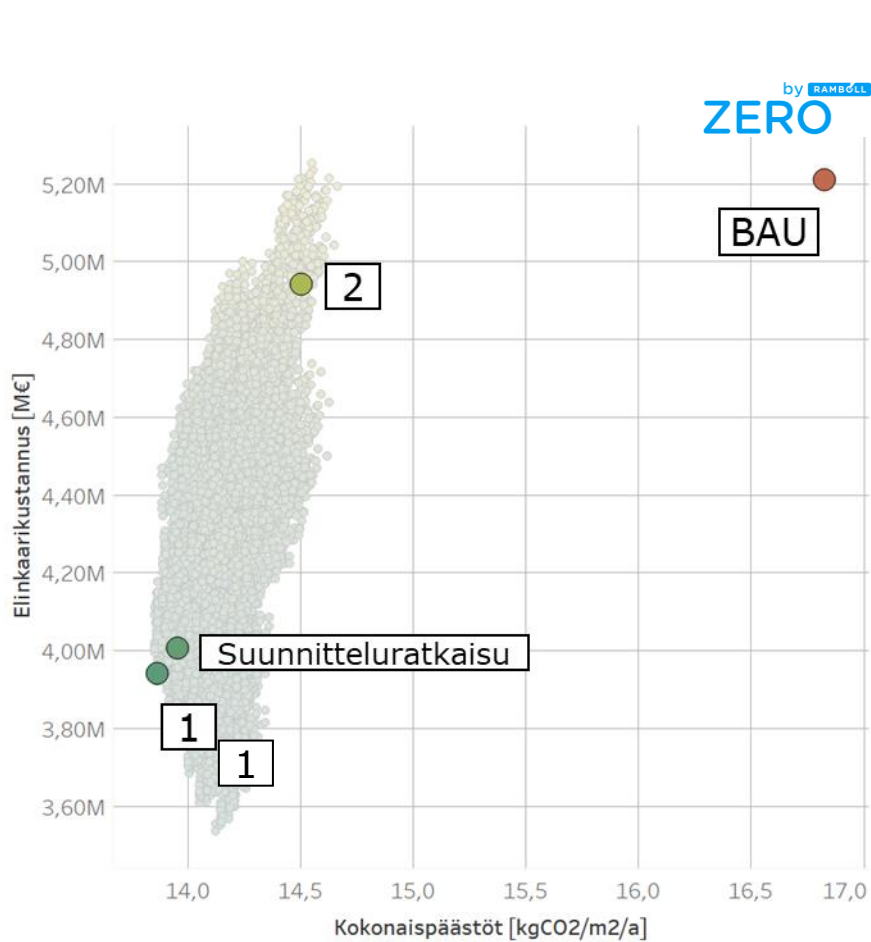
Runkovaihtoehtojen hiilijalanjälki koko elinkaaren aikana



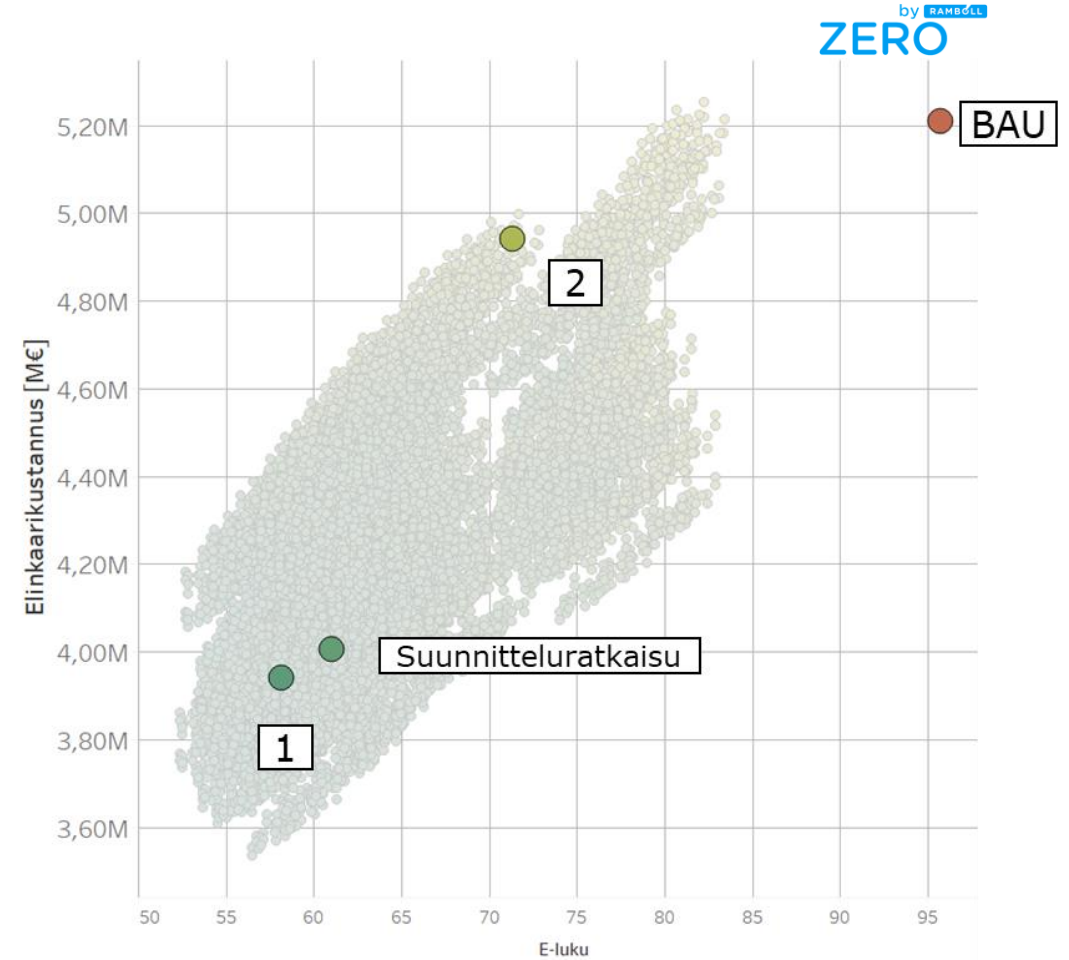
Tarkasteltavat talo- ja energiatekniikan vaihtoehdot

| Ratkaisut | Ikkunoiden koko | Ikkunoiden tekniset ominaisuudet | Julkisivurakenteet | Lämmön- ja jäähdytyksen tuottojärjestelmä | Viilennys asunnoissa | Ilmanvaihtokone PRSH | Aurinkovoimala | Märkätilojen mukavuuslämmitys | Energiaohjaus |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| Suunnitteluratkaisu | Vertailuratkaisu (referenssitalon ikkunat) | U-arvo 1,0 W/m ² /K g-arvo 0,55 | YP: 0,09 W/m ² /K US: 0,17 W/m ² /K | Maalämpö + Sähkökattila | Lattiaviilennys | Poistoilmapuhallin | Katto PV: 41 kW | Sähköinen | |
| Business As Usual vertailutilanne (erillislaskenta) | Vertailuratkaisu (referenssitalon ikkunat) | U-arvo 1,0 W/m ² /K g-arvo 0,38 | YP: 0,09 W/m ² /K US: 0,17 W/m ² /K | Kaukolämpö | Ei jäähdytystä | LTO-ilmanvaihtokone | Ei aurinkoenergiaa | Sähköinen | |
| Vertailut vaihtoehdot | Vertailuratkaisu (referenssitalon ikkunat) | U-arvo 1,0 W/m ² /K g-arvo 0,55 | YP: 0,09 W/m ² /K US: 0,17 W/m ² /K | Maalämpö + Kaukolämpö | Ei jäähdytystä | Poistoilmapuhallin | Ei aurinkoenergiaa | Sähköinen | Erillislaskenta |
| | Valoaukko 10% huonealasta (53 % pienemmät kuin referenssitalolla) | U-arvo 1,0 W/m ² /K g-arvo 0,38 | YP: 0,29 W/m ² /K US: 0,17 W/m ² /K | Maalämpö + Sähkökattila | Lattiaviilennys | LTO-ilmanvaihtokone | Katto PV: 41 kW | Vesikiertoinen | |
| | Valoaukon pinta-ala +40 % isompi kuin referenssitalolla | U-arvo 0,8 W/m ² /K g-arvo 0,55 | YP: 0,09 W/m ² /K US: 0,35 W/m ² /K | Ilma-vesilämpöpumppu + Kaukolämpö | Lattiaviilennys + Puhallinkonvektorit | | Katto PV: 65 kW | | |
| | | U-arvo 0,8 W/m ² /K g-arvo 0,38 | YP: 0,29 W/m ² /K US: 0,35 W/m ² /K | CHC ilma-vesilämpöpumppu + Kaukolämpö | | | Katto PV: 65 kW Seinä PV: 11 kW | | |
| | | U-arvo 0,65 W/m ² /K g-arvo 0,30 | | Maalämpö + Jäteveden-LTO + Sähkökattila | | | 30 kWp (A-luokka) | | |
| | | | | Maalämpö + nestelämmönkeräin + Kaukolämpö | | | | | |
| | | | | Maalämpö + nestelämmönkeräin + Sähkökattila | | | | | |

Talo- ja energiatekniikan ratkaisujen vertailu



Elinkaarikustannus / Kokonaispäästöt



Elinkaarikustannus / E-luku

- 1) Pienin elinkaari-kustannus ja pienemmät CO2 päästöt
- 2) Suurin elinkaari-kustannus ja suurimmat CO2 päästöt

Rakenne ja talotekniikan vaihtoehtoista valittiin kiinnostavimmat vaihtoehdot, jotka yhdistettiin omaksi tarkasteluksi.

Eri muuttujien kombinaatioita on yhteensä 26 881 kpl

Vertailut rakennusratkaisut

- Välipohja: Superlaatta / Vähähiilinen ontelolaatta
- Ulkoseinät: Sandwich / Vähähiilinen sisäkuori + puuverhoilu
- Kantavat väliseinät: Betonielementti / Vähähiilinen
- Yläpohja: Harjakatto / Tasakatto
- YP eriste: Ekovilla / Papueriste / Vaahtolasi / Muovieriste
- YP katemateriaali: Bitumikermi / Kierrätetty bitumikermi
- Parveke: Betonilaatta / Vähähiilinen betoni

Vertailut TATE-ratkaisut

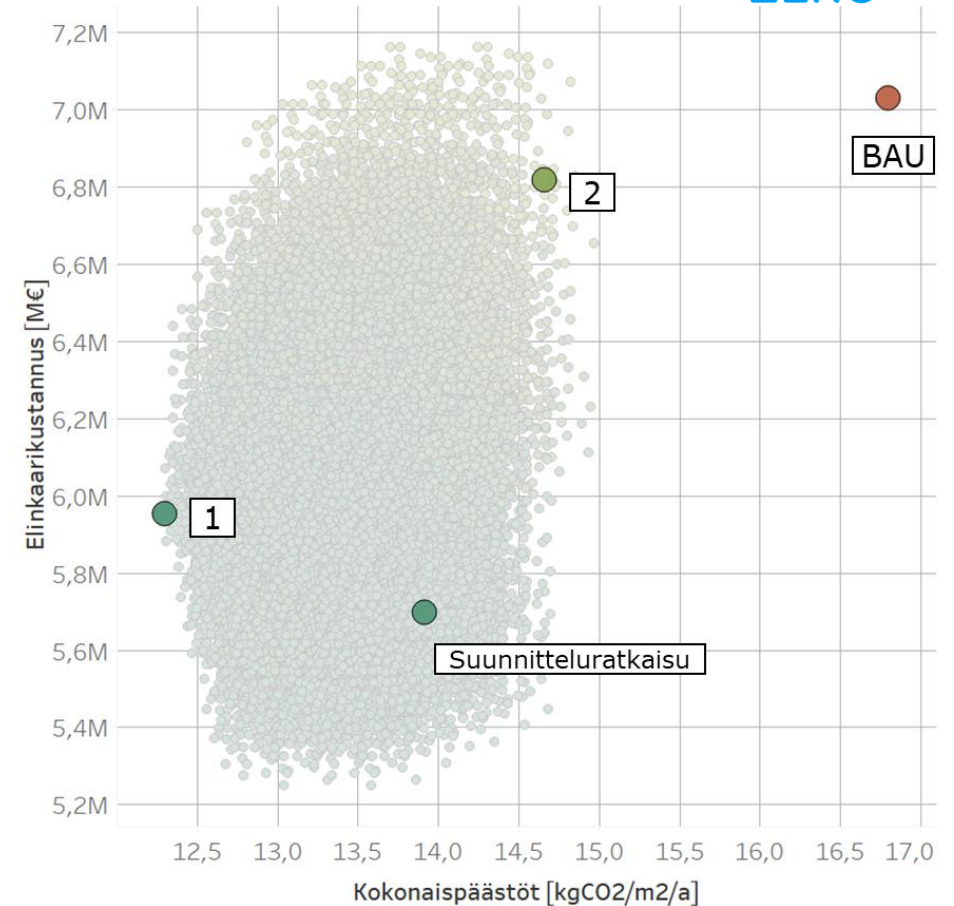
- Ulkoseinän eristystaso 0.17
- Yläpohja: U 0.09 / U 0.29
- Kaikki ikkunoiden kokovaihtoehdot
- Ikkunat U 1.0 g 0.52 Poistoilmapiuhallin
- KPH lämmitys Sähkö / Nestekiertoinen
- Tilajäähdytys päällä
- Kaikki lämmitysmuotovertailut
- Kaikki tukilämmitykset
- Kaikki PV tilanteet

Yhteenvedo tuloksista

| | 1 | 2 | Suunnitteluratkaisu | BAU tilanne |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Skenaariokuvaus | Pienin elinkaari-kustannus ja pienemmät CO2 päästöt | Suurin elinkaari-kustannus ja suurimmat CO2 päästöt | Suunnitteluratk. | Business-as-usual |
| E-luku [kWhE/m ² /vuosi] (tavoite A-luokka 75 kWhE/m ² ,a) | 53 | 71 | 61 | 96 |
| S2-luokan olosuhteen pysyvyys | 100,0% | 100,0% | 100 | 80,0% |
| Kesäajan astetunnit, pahin tila (määräystaso <150 °Ch) | 0 | 0 | 0 | 748,2 |
| Kokonaispäästöt (kgCO _{2e} /m ² /a) | 13,86 | 14,48 | 13,85 | 16,83 |
| Investoinnit (€) | 1,45M | 1,29M | 1,41M | 1,16M |
| Elinkaarikustannus 50v. (€) | 3,94M | 4,94M | 4,01M | 5,21M |
| Elinkaarikustannus vrt. suunnitteluratkaisu | 98 % | 123 % | 100 % | 130 % |

- CO₂LOW:n suunnitteluratkaisu on elinkaaren kokonaispäästöjen ja kustannusten kannalta hyvällä tasolla. Hybridirakenteet sekä vähäpäästöiset materiaalit tarjoavat lisämahdollisuuksia vähentää elinkaaren päästöjä nykytasosta
- **Useiden rakennustuotteiden laskenta on toteutettu tyyppi-arvoilla todellisten ympäristöselostetietojen puuttuessa**
 - **todellisuudessa useiden tuotteiden päästöt voivat olla nykytilannetta pienempiä tai ympäristöselosteen laadintaprosessi voi auttaa tuotevalmistajia löytämään keinoja pienentää tuotteen hiilijalanjälkeä**

by **RAMBOLL**
ZERO



Hiilijalanjäljen laskenta vaatii artikkelitasoista automaattista tuotetietojen käsittelyä

Case: KOY Järvenpään Myllytie 14

01

Hiilijalanjäljen laskennan merkitys ja haasteet

02

Kokonaisvaltainen hiilijalanjäljen arviointi COfLOW-hankkeessa

03

Hiilijalanjäljen hallinnan mahdollisuudet

Hiilijalanjäljen hallinnan mahdollisuudet

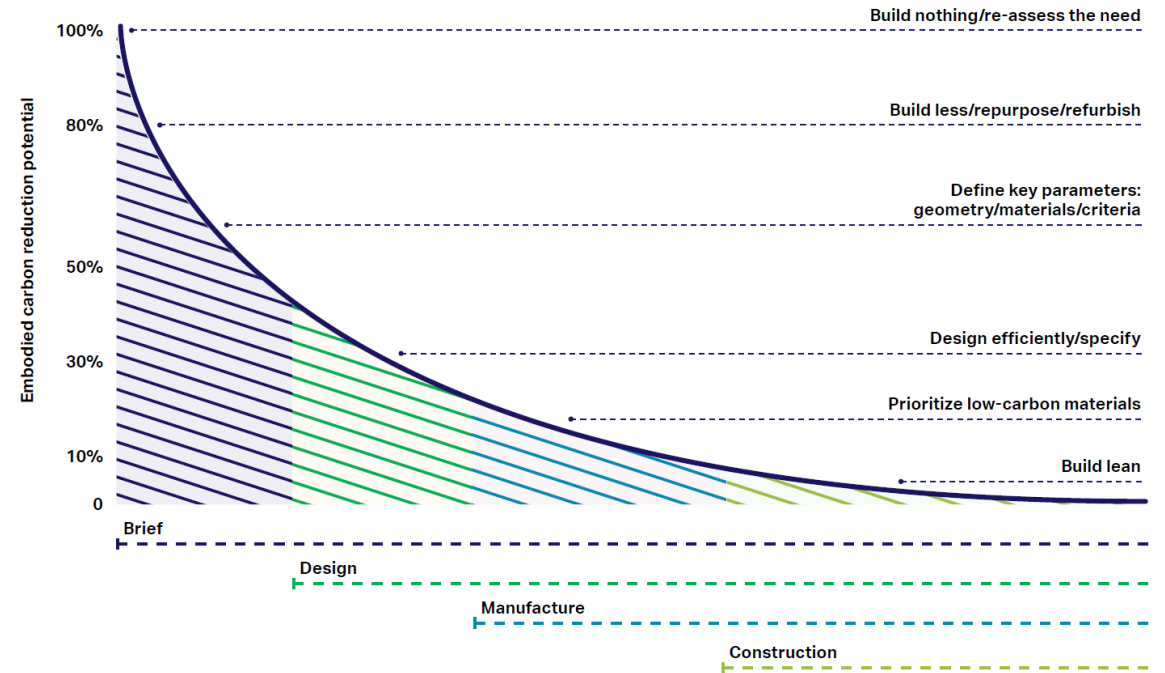
- Rakennushankkeet käyttävät tuhansia tuotenimikkeitä
 - Vähähiilisyys on tuotevalmistajalle jatkossa yhä suurempi kilpailutekijä ja sitouttamiskeino
- Vaikka vähähiilisyyden arviointia on mahdollista tehdä *taulukkoarvoilla*, todellinen hiilineutraalisuus voidaan saavuttaa valitsemalla aidosti vähäpäästöisiä ratkaisuja jokaisessa kategoriassa, ja seuraamalla tarkasti rakennushankkeen materiaaliveirtoja
- Automaattinen tuotetiedon käsittely aidoilla rakennustuotteilla mahdollistaisi hiilijalanjäljen sujuvan ja luotettavan arvioinnin läpi hankevaiheiden
- Hankkeelle voidaan toteuttaa yksilöllinen "hiilibudjetti", jonka toteutuminen olisi mahdollista varmistaa läpi hankevaiheiden

Taulukko 1. Arviointiin sisältyvät osat.
Numerot viittaavat Talo 2000 –luokitukseen. Tarkempi rajausta kansallisessa päästötietokannassa.

| | Sisältyy arviointiin | Ei sisälly arviointiin |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Alueosat | 1.1.1 Maaosat 1.1.2 Tuennat 1.1.3 Päällysteet 1.1.5 Alueen rakenteet | - Raivaukset, kaivannot ja kanaalit (1.1.1.1 – 1.1.1.3) - Alueen varusteet (1.1.4) - Tuotteiden pakkaukset - Uuden rakennuksen tieltä purettavat rakenteet tai rakennukset - Kasvillisuus, maaperä ja vesistö |
| Rakennusosat | 1.2.1 Perustukset 1.2.2 Alapohja 1.2.3 Runko 1.2.4 Julkisivut, ovet ja ikkunat 1.2.5 Ulkotasot ja parvekkeet 1.2.6 Kattorakenteet | - Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet - Savunpoistorakenteet - Tuotteiden pakkaukset |
| Tilaosat | 1.3.1 Jako-osat (väliseinät, ovet, portaat) 1.3.2 Tilapinnat (lattiat, sisäkatot, seinät) pintakäsittelyineen 1.3.3 Tilavarusteet (kiintokalusteet, keittiölaitteet) 1.3.4.2 Hormit ja tulisijat 1.3.5 Tilaelementit (mm. kylpyhuonemuodulit) | - Listat ja kulmavahvikkeet - Kaiteet (1.3.1.4) - Tilaopasteet (1.3.3.5) - Tuotteisiin kuulumattomat erilliset naulat, ruuvit, liimat, tiivisteet, saumaukset ja muut kiinnikkeet - Tuotteiden pakkaukset |
| Talotekniikka | - Lämmitysjärjestelmän pääosat - Vesi- ja viemärijärjestelmän pääosat - Ilmastointijärjestelmän pääosat - Jäähdytysjärjestelmän pääosat - Sprinklerijärjestelmän pääosat - Sähköjärjestelmän pääosat - Hissit ja liukuportaat | - Tietotekniset järjestelmät - Taloautomaation järjestelmät - Varavirtajärjestelmät - Erilliset koneet ja laitteet - Tuotteiden pakkaukset |
| Arvioinnin tarkkuus | Voit jättää arvioinnin ulkopuolelle enintään yhden painoprosentin arviointiin sisältyvistä rakennusosista. | |
| Taulukkoarvojen käyttö | Voit käyttää kansallisessa päästötietokannassa olevia taulukkoarvoja helpottamaan rakennusosien arviointia. | |

Hiilijalanjäljen hallinnan mahdollisuudet

- **Materiaalivirtojen hallinta on avain todelliseen vähähiilisyyteen**
 - Käytettävät materiaalit ja tuotteet sekä niiden määrä voidaan määrittää ja arvioida yksikkötasoisesti jo suunnittelupöydällä
 - Hiilijalanjäljen todentaminen edellyttää käytettyjen materiaalien seuranta ja hukan minimointia
 - Hiilijalanjäljen laskennan taulukkoarvot sisältävät arvion hukan määrästä, mutta kun laskenta toteutetaan todellisilla tuotteilla hukan määrä tulee huomioida



Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL