



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



KAMK • University
of Applied Sciences



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Sammonkaari-kortteli, rakennus 1 & rakennus 2

Rakennuksen vähähiilisyysarvio

Kajaanin Ammattikorkeakoulu Oy

Anni Viitala, Granlund Oy

27.10.2021

*Tämän arvioinnin on tilannut Rakentamisen vähähiiliset energiaratkaisut (RAVE) -hanke.
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus rahoittaa hanketta Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) varoilla*



Granlund

Työn tavoite

Vähähiilisyiden arviointi hankkeessa

Työn tarkoituksena oli määrittää Sammonkaari –korttelin rakennukselle 1 ja 2 rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ympäristöministeriön arviointimenetelmällä (2019:22) sekä tuloksien perusteella tunnistaa hiilijalanjälkeen vaikuttavimmat tekijät ja pienentävät ratkaisut.

Työn tuloksena annettiin kehitysehdotuksia päästöjen vähentämiseksi.

Vaihe 1 oli laskentaa suoritettaessa toteutussuunnitteluvaiheessa ja rakennus 2 ehdotussuunnitteluvaiheessa.

Lisäksi hankkeessa vähähiilisyiden arviointituloksia verrattiin tyypillistä tasoa edustavaan referenssirakennukseen (betonielementti, E-luku rakennusmääräysten minimitaso)



Laskentamenetelmä

Laskenta suoritettiin Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmän (2019) mukaisesti. Ympäristöministeriön arviointimenetelmä sisältää laskennat seuraaville:

- **Elinkaaren hiilijalanjälki:** Rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät kasvihuone-kaasupäästöt CO₂-ekvivalentteina
- **Hiilikädenjälki:** Ilmastohyödyt, joita ei olisi syntynyt ilman rakennushanketta

Arviointijakson pituutena käytetään menetelmäohjeen mukaisesti 50 vuotta.

Tuloksena saadaan elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa ja arviointijakson pituutta kohden eli kgCO₂e/n-m²/vuosi.



Kuva 1. Laskennassa huomioidut elinkaaren vaiheet. Tärkeimmät laskentaoletukset ja lähtötiedot on esitetty luvussa 3.

YM:n menetelmän perusasioita

- Soveltuu kaikille rakennustyypeille uudis- ja korjausrakentamiseen
- Sovelletaan rakennussuunnittelussa
- Tuloksena hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki pinta-alaa ja arviointijakson pituutta kohden

Hiilijalanjälki
Elinkaaren aikana aiheutetut ilmastohaitat

Raja-arvot uudisrakennuksille, ilmoitusvelvollisuus korjauksille



Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä 2021

LUONNOS LAUSUNTOKIERROSTA VARTEN

6/2021

Hiilikädenjälki
Ilmastohyödyt, joita ei syntyisi ilman hanketta.

YM:n menetelmässä huomioitavat osa-alueet

Hiilijalanjälki

Kielteiset ilmastovaikutukset, jotka syntyvät hankkeen seurauksena

Materiaalien valmistuksesta

Kuljetuksista ja rakentamisesta

Energiankäytöstä ja huolloista

Elinkaaren lopusta



Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2021

LUONNOS LAUSUNTOKIERROSTA VARTEN

6/2021

Hiilikädenjälki

Myönteiset ilmastovaikutukset, joita ei syntyisi ilman hanketta.

YM:n menetelmässä huomioitavat osa-alueet

Hiilijalanjälki

Kielteiset ilmastovaikutukset, jotka syntyvät hankkeen seurauksena



Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä 2021

LUONNOS LAUSUNTOKIERROSTA VARTEN

6/2021

Hiilikädenjälki

Myönteiset ilmastovaikutukset, joita ei syntyisi ilman hanketta

Materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä

Materiaalien energiahyödyntämisestä

Ylijäämä uusiutuvasta energiasta

Eloperäisistä ja teknisistä hiilivarastoista

Sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoitumisesta



Yhteenveto tuloksista

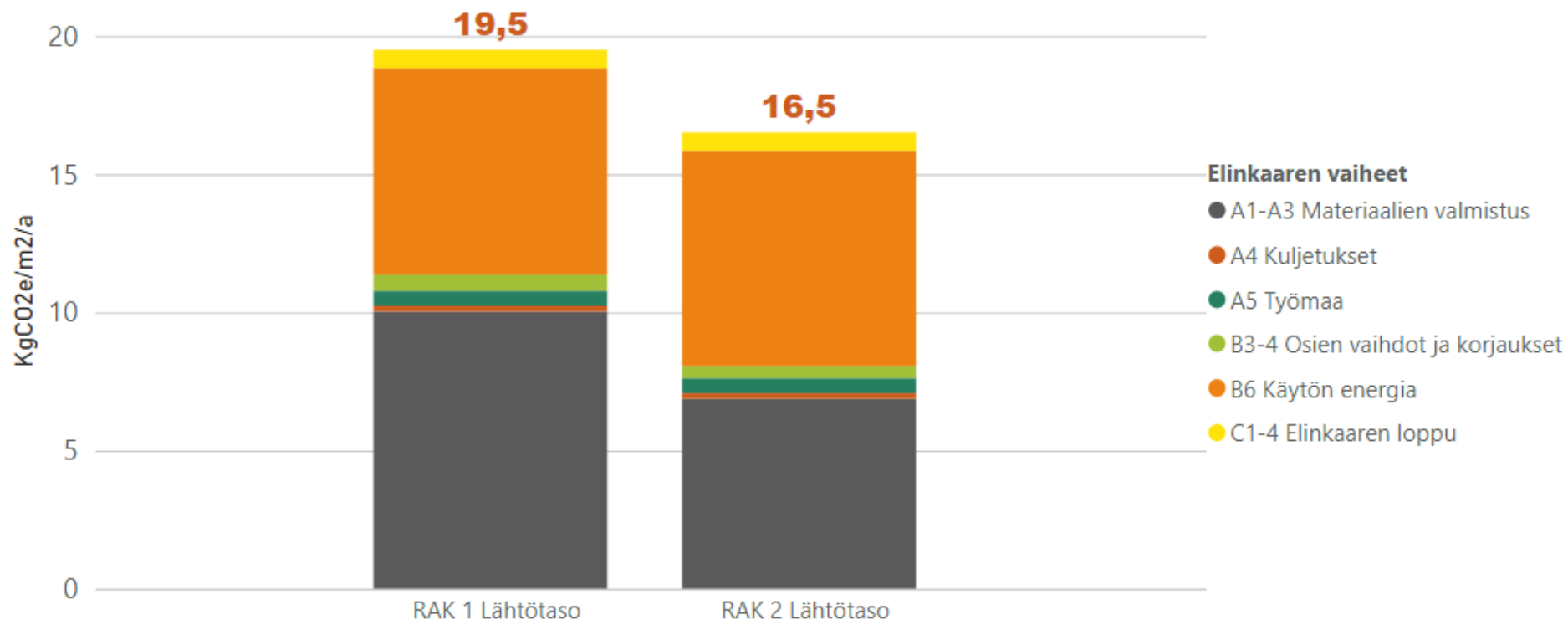
27.10.2021



Granlund

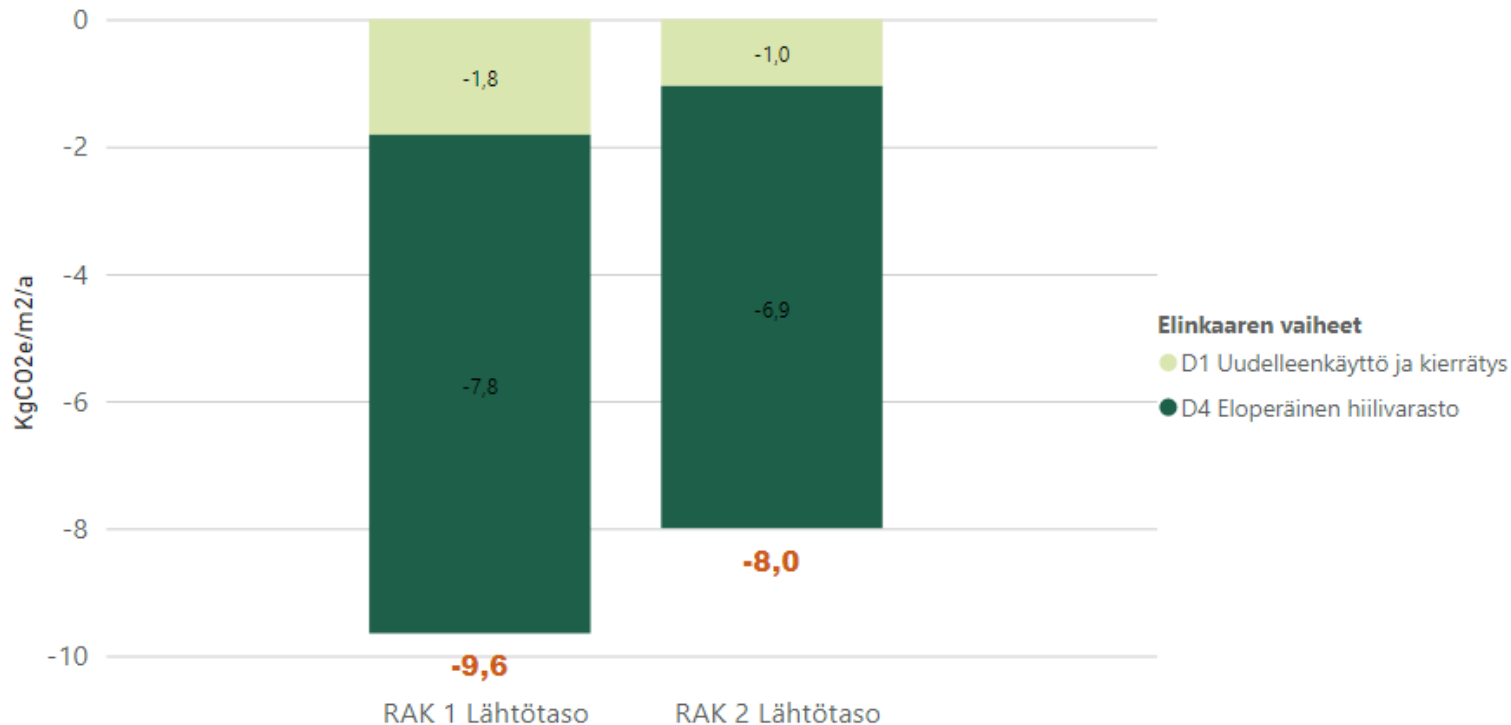
Yhteenveto hankkeen hiilijalanjälkituloista

Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (2019)



Yhteenveto hankkeen hiilikädenjälkituloista

Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä (2019)



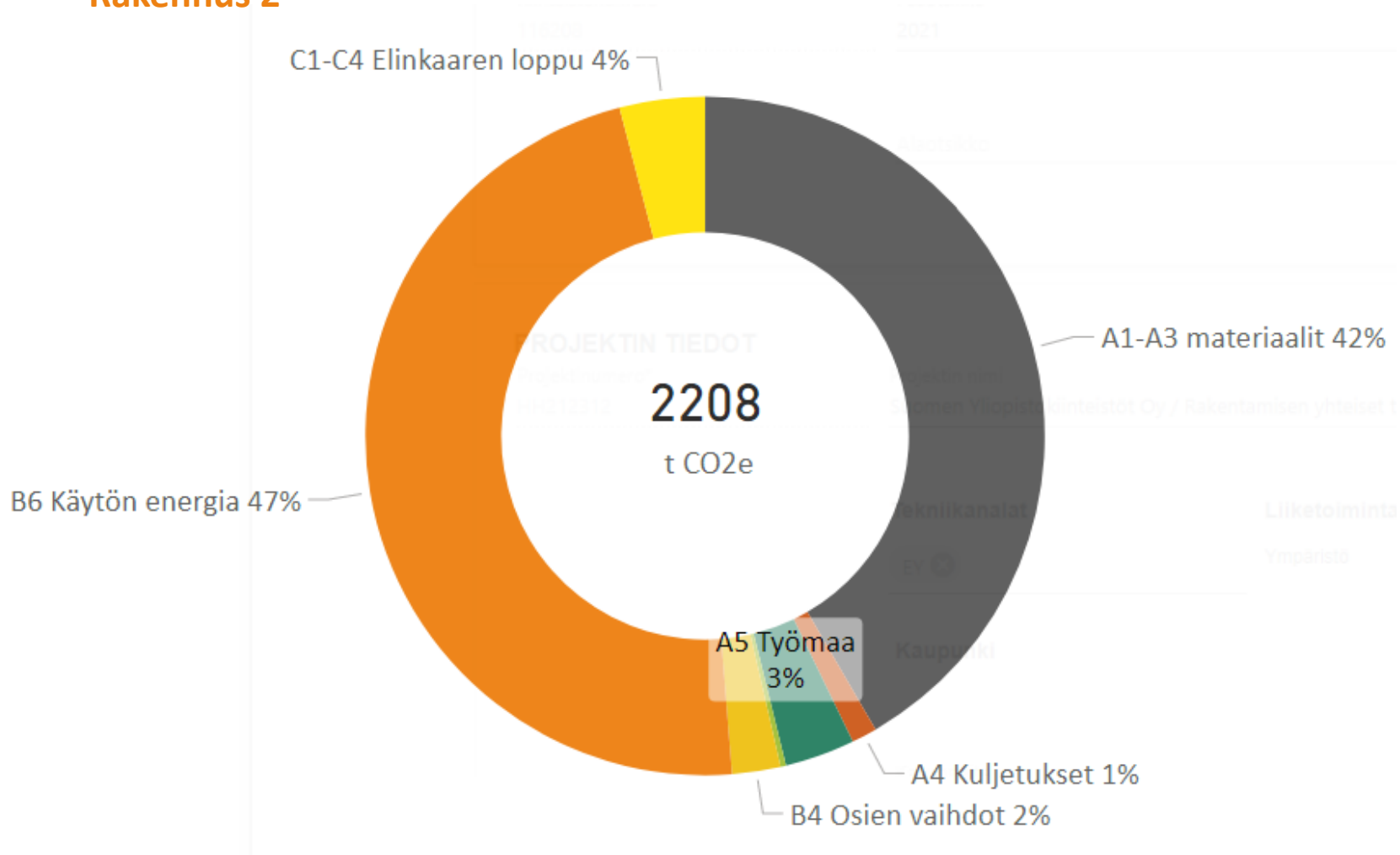
Hiilikädenjälki kattaa materiaalien uudelleenkäytöstä ja kierrätyksestä saatavat hyödyt elinkaaren lopussa, sekä eloperäisen hiilivaraston.

Eloperäisellä hiilivarastolla tarkoitetaan biopohjaisiin materiaaleihin, eli pääasiassa puumateriaaleihin, niiden kasvun aikana varastoituvaa hiilidioksidia.

Laskennassa ei ole huomioitu sementtipohjaisten tuotteiden karbonatisoitumista

Laskennan tulokset

Rakennus 2



Elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tulos elinkaaren vaiheittain.

27.10.2021

- Arviointijakson pituutena käytettiin YM arviointimenetelmän (2019) mukaisesti 50 vuotta.
- Suurimmat päästöt muodostuvat rakennustuotteiden ja -materiaalien valmistuksesta (A1-3) (42 %) ja rakennuksen käyttövaiheen aikana energiankulutuksesta (B6) (47 %).
- Osien vaihdot elinkaaren aikana aiheuttavat noin 2 % päästöistä.
- Materiaalien kuljetuksista sekä rakennustyömaan toiminnoista aiheutuu noin 4 % päästöistä.
- Elinkaaren lopun vaikutus on noin 4 % kokonaispäästöistä.
- Huom. Kuljetukset työmaalle (A4), Työmaan toiminnot (A5) sekä elinkaaren loppu (C1-4) on arvioitu YM 2019 menetelmäohjeen vakiotaulukkoarvojen mukaisesti.

Hiilijalanjälkeä pienentävät ratkaisut

27.10.2021



Granlund

Hiilijalanjälkeä pienentävät ratkaisut

- Sammonkaaren hankkeen vaiheelle 1 ja vaiheen 2 rakennukselle 2 laadittujen laskentatulosten perusteella on esitetty ratkaisuja elinkaaren hiilijalanjäljen pienentämiseksi. Kehitysehdotuksissa on keskitytty päästöjen kannalta vaikuttavimpiin materiaaliratkaisuihin.
- Rakennukselle 1 tehtiin lisäksi tarkasteluja energiatehokkuusluvun (E-luku) pienentämiseksi.



Johtopäätökset vertailuista

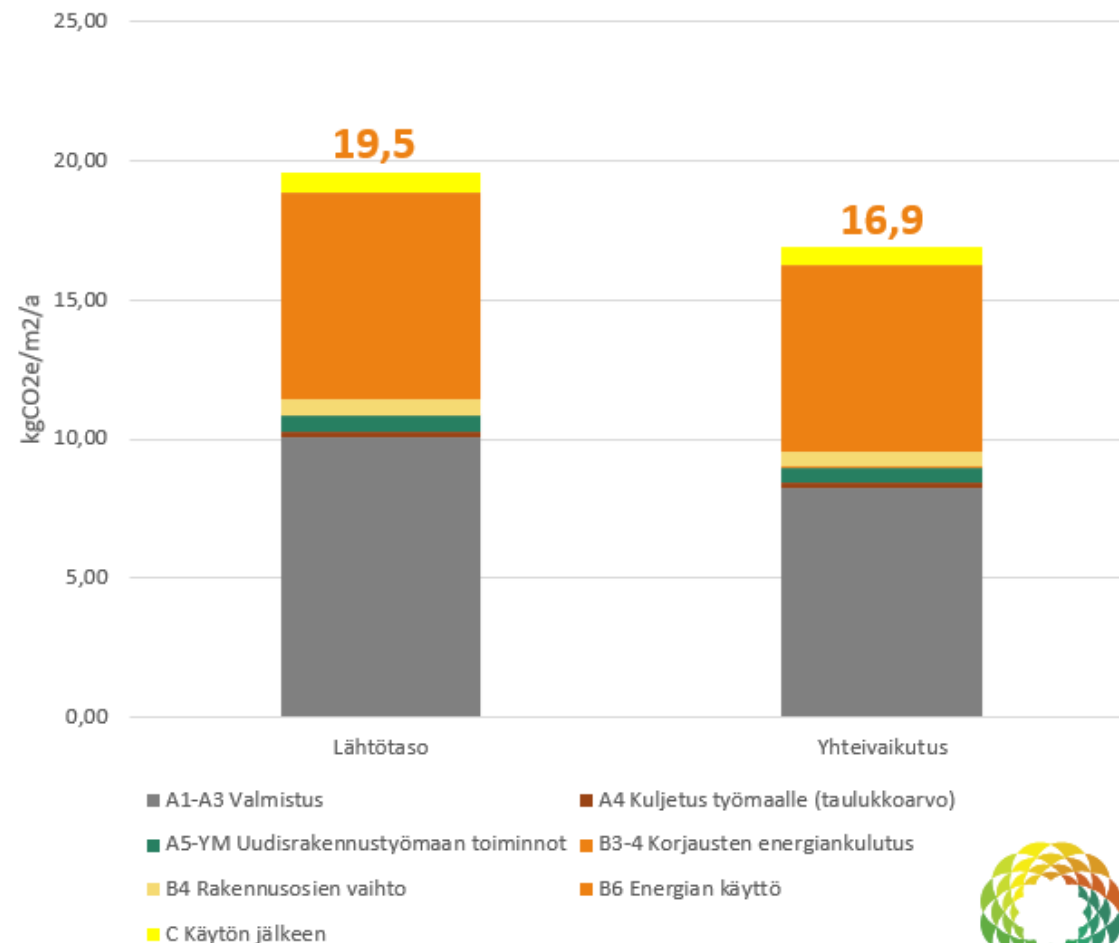
Rakennus 1

Ratkaisujen vaikutus elinkaaren aikaisiin päästöihin:

- Vähähiilinen betoni valmisbetonissa ja betonituotteissa -1,5 kg CO₂e/m²/a
- Parannettu asuinrakennuksen E-luku -0,8 kg CO₂e/m²/a
- Vähähiilinen Ontelolaatta alapohjassa -0,4 kg CO₂e/m²/a
- Betoniraudoitus, tuoteoptimoitu -0,2 kg CO₂e/m²/a
- Tuoteoptimoidut eristeet väliseinissä -0,05 kgCO₂e/m²/a
- Puurankaiset väliseinät teräsrankojen sijasta -0,03 kgCO₂e/m²/a.

Kaikilla esitetyillä päästövähennystoimilla vaikutus lähtötason hiilijalanjälkeen olisi noin -2,70 kg CO₂e/m²/a, mikä tarkoittaa noin **450 t CO₂e**.

Elinkaaren hiilijalanjälki (YM 2019)



Johtopäätökset vertailuista

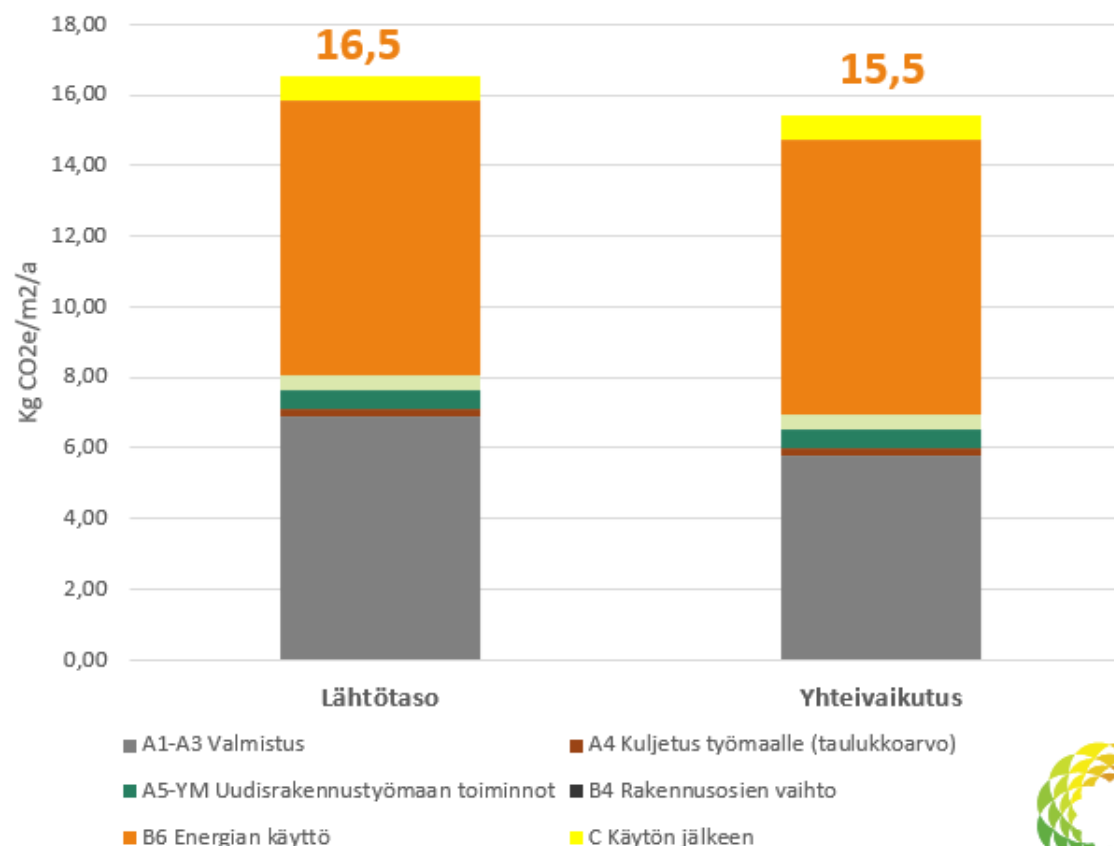
Rakennus 2

Ratkaisujen vaikutus elinkaaren aikaisiin päästöihin:

- Vähähiilinen betoni valmisbetonissa ja betonituotteissa perustuksissa, alapohjassa ja väliseinissä sekä betonipilareissa $-0,7 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$
- Vähähiilinen ontelolaatta 1. kerroksen välipohjassa $-0,1 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$
- Betoniraudoitus, tuoteoptimoitu $-0,1 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$
- Kipsilevyseinien optimointi $-0,2 \text{ kgCO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$

Kaikilla esitetyillä päästövähennystoimilla vaikutus lähtötason hiilijalanjälkeen olisi noin $-1,1 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2\text{/a}$, mikä tarkoittaa noin **145 t CO₂e** elinkaaren alun hiilipiikin vähentämistä

Elinkaaren hiilijalanjälki (YM 2019)



Huomiot vertailuista

- Rakennus 2 elinkaaren vähähiilisyden arviointi laadittiin alustavilla suunnittelutiedoilla hyödyntäen vaihe 1 rakennus 1 rakennetyyppejä ja energialaskentatietoja. On syytä huomioida, että laskenta sisältää siten enemmän epävarmuustekijöitä kuin rakennus 1 laskenta, joka tehtiin toteavasti.
- Vertailutarkasteluissa keskityttiin hankkeen suurimpiin päästölähteisiin, sekä ratkaisuihin, joihin arvioitiin hankkeen voivan vielä vaikuttavan hankevaihe huomioiden. Vertailuissa ei huomioitu merkittäviä rakenteellisia muutoksia tai muutoksia energiaratkaisuissa kuten esimerkiksi maalämmön hyödyntämistä, jolla on hiilijalanjälkeä pienentävä vaikutus.
- Hankkeessa edelleen tutkittavia toimenpiteitä ovat lisäksi työmaan aikaisten päästöjen minimointi työmaan uusiutuvan energiahankinnalla, energiatehokkaalla tuotannolla ja työmaa-aikaisen hukan minimoinnilla. Työmaantoimintojen vaikutus on noin 3-5 % rakennuksen kokonaispäästöistä.

Huomiot laskennasta

Huomioita laskentarajauksista

Laskentamenetelmän rajoitusten myötä kaikkia rakentamisen kiertotaloutta ja vähähiilisyttä edistäviä suunnitteluratkaisuja ei voida täydellisesti huomioida hiilijalanjälkilaskennan kautta. Tällaisia asioita, joita suunnittelussa on silti suositeltavaa huomioida, ovat esimerkiksi:

- Helposti kierrätettävien rakennustuotteiden hyödyntäminen ja rakennuksen purettavaksi suunnittelu
- Tehokas tilankäyttö, jolloin ilmastovaikutuksia voidaan tarkastella esimerkiksi kgCO₂e/asukas, yhteiskäyttötilojen suunnittelu
- Rakennuksen tilojen muunneltavuus voi vähentää elinkaaren aikaisia materiaali-päästöjä.
- Rakennuksen pitkä suunnittelukäyttöikä kantaville rakenteille ja siten elinkaaren alussa muodostuvien päästöjen jakaminen mahdollisimman pitkälle ajalle. Arviointijakson ollessa esimerkiksi 100 vuotta rakennusmateriaalien valmistuksen, kuljetusten ja työmaavaiheen (A1-5) absoluuttiset päästöt pysyvät ennallaan, mutta jakautuvat 100 vuodelle.
- Päästötön energianhankinta rakennuksen käyttöaikana ja paikkakuntakohtaiset erot.

Vertailu referenssitason

27.10.2021



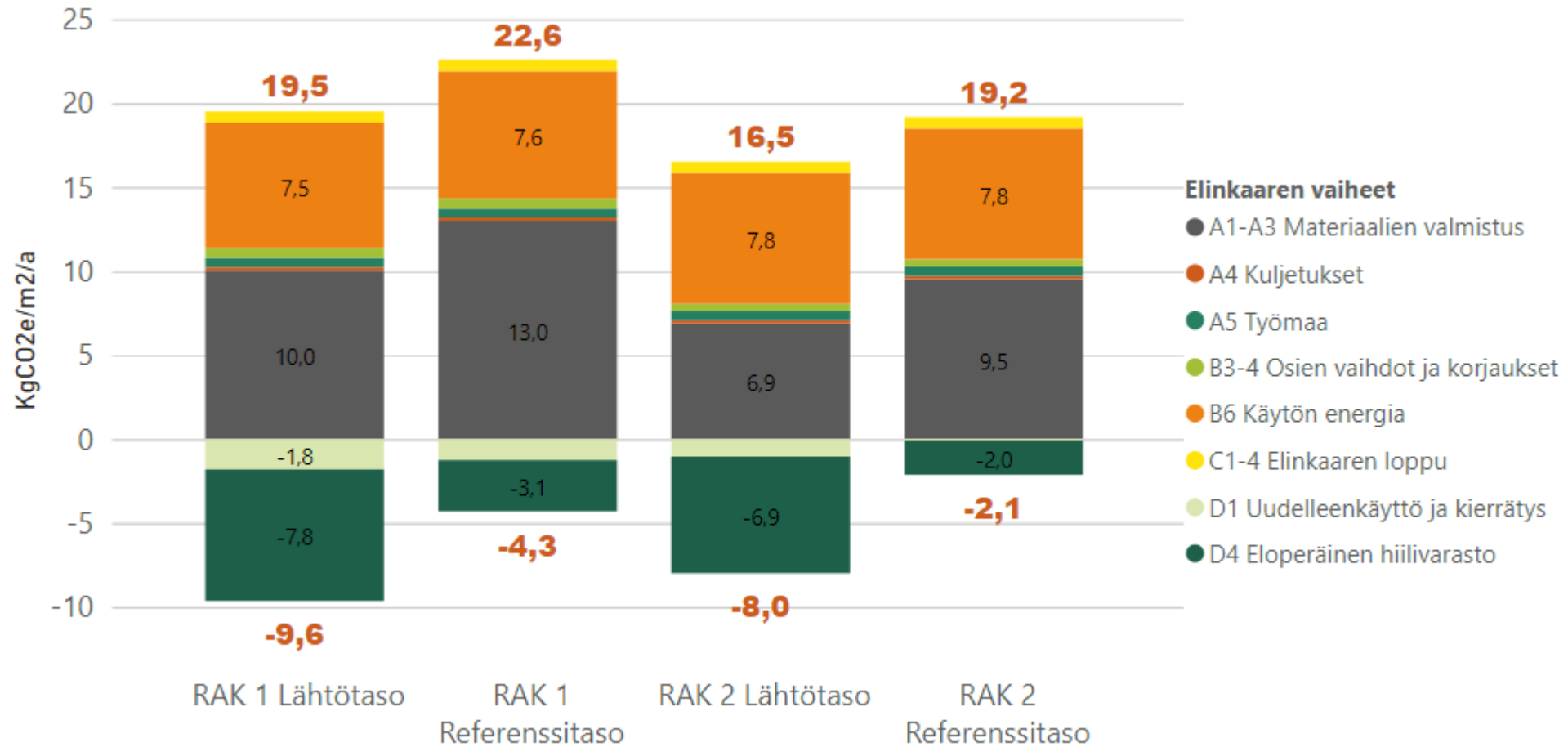
Granlund

Vertailu referenssitason

Betonielementtirunkoisen referenssirakennuksen viitteellinen vertailu

- Rakennusten lähtötason laskelmaa verrattiin vastaavilla laajuuksilla muodostettuun **tyypilliseen tavanomaisilla betonituotteilla arvioituun betonielementtirakenteiseen rakennukseen.**
- Arvioinnin tulos on, että hankkeen elinkaaren hiilijalanjälki on noin 3 kgCO₂e/m²/a ja 14 % pienempi referenssitason nähden
- Vertailussa on esitetty myös hankkeiden hiilikädenjälkilaskenta.
- Arviointi on laadittu YM2019 arviointimenetelmän mukaan

Yhteenvedo tuloksista



Yhteenveto

27.10.2021



Granlund

Johtopäätökset ja yhteenveto

- Rakennuksen energiankäytöllä, runkorakenteilla ja julkisivulla huomattiin olevan merkittävä vaikutus elinkaaren hiilijalanjälkeen. Hiili-intensiivisimpiä rakennusosia olivat kellarin rakenteet, ulkoseinärakenteet, välipohjat, yläpohja ja kantavat seinät. Näiden päästöjen pienentämiseksi voidaan hyödyntää **kevyempiä rakennevaihtoehtoja, vähähiilisempiä tuotevalintoja tai vähähiilisiä betonituotteita betonirakenteiden osalta.** .
- Esitettyjen materiaaliratkaisujen päästösäästöjen yhteisvaikutuksella koko rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljeksi muodostuisi
 - **rakennukselle 1** 16,9 kgCO₂e/m²/a
 - **rakennukselle 2** 15,5 kg CO₂e/m²/a
 - Koko hankkeen päästöjä toimenpiteet vähentäisivät noin 600 tnCO₂e.

Yhteystiedot

Anni Viitala

Anni.viitala@granlund.fi

p. 040 183 8586

27.10.2021



Granlund