



Karelia
ammattikorkeakoulu

16.11.2023 Juuso Kokkonen

Tyypillisten rakennustyypien elinkaaren päästöt ja päästövähennyspotentiaali



POHJOIS-KARJALA
Maakuntaliitto

**BUSINESS
JOENSUU**



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

**Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020**

Projektia rahoitetaan osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian vuoksi toteuttamia toimia

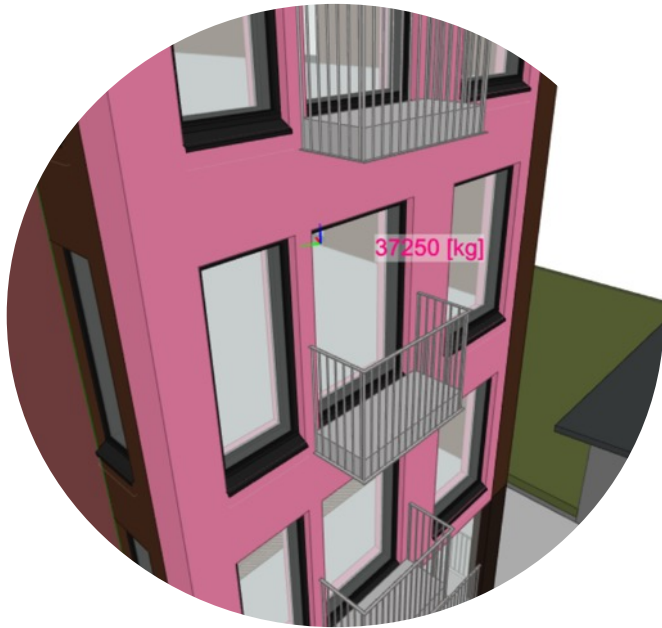
RaVi hankkeessa arvioidut kohteet

- 10 rakennuksen elinkaariarvio (LCA)
 - Neljä opetusrakennusta
 - Kolme asuinkerrostaloa
 - Kaksi myymälärakennusta
 - Yksi hotellirakennus
- Kaksi korjaushanketta, kahdeksan uudiskohdetta
- Elinkaariarvioiden pohjalta erilaisten päästövähennysskenaarioiden teko



Mitä rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan tarvitaan?

4



Määrät rakenneosittain ja järjestelmittäin (kg)



Päästötiedot ja päästötietokannat



Laskentaohjelmisto ja standardi



Elinkaarinarviointi (LCA)

Arvioinnissa mukana seuraavat kategoriat:



Hiilijalanjälki

Raja-arvojen piirissä

- A1-A3 — Rakennustuotteiden valmistus
- A4 — Rakennustuotteiden kuljetus työmaalle
- A5 — Rakennustyömaan toiminnot
- B4 — Rakennusosien vaihdot
- B6 — Rakennuksen energiankulutus
- C1 — Purkutyömaan toiminnot
- C2 — Purkutuotteiden kuljetus
- C3 — Purkutuotteiden käsittely
- C4 — Purkutuotteiden loppusijoitus



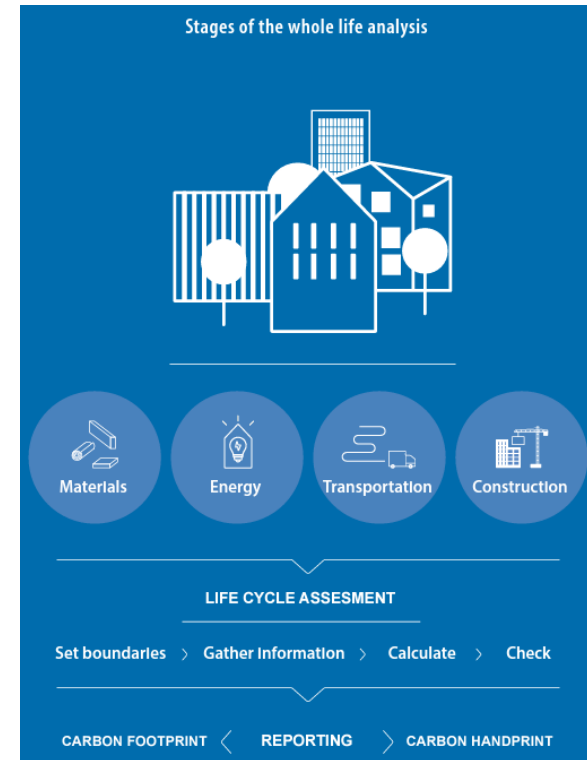
Hiilikädenjälki

- D1 — Materiaalien tai siirrettävien rakennusten uusiokäyttö
- D2 — Materiaalien hyödyntäminen energiana
- D3 — Ylimääräinen tontilla tuotettu uusiutuva energia
- D4 — Eloperäinen tai tekninen hiilivarasto materiaaleissa
- D5 — Karbonatisoituminen
- D6 — Istutettu puusto asemakaava-alueella



Taustaa

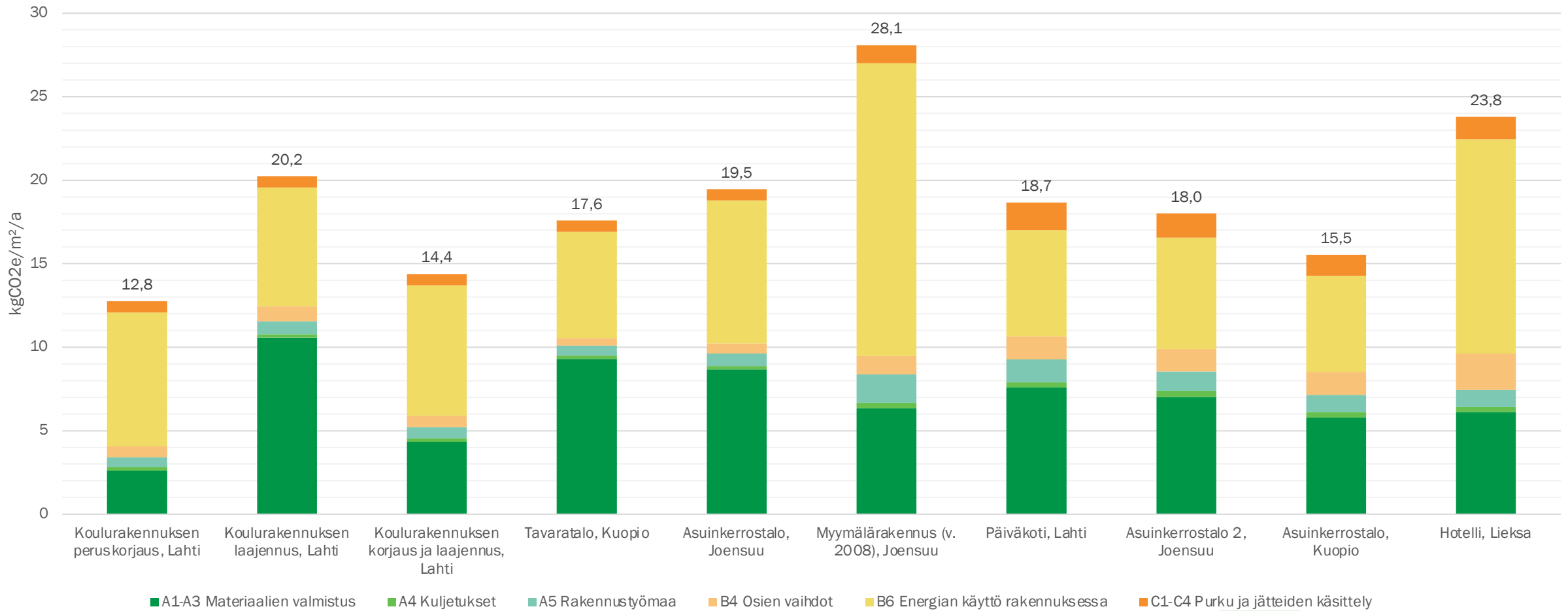
- Käytetty standardi: Ympäristöministeriön vähähiilisuuden arviointimenetelmä (2019 / 2021).
- Laskennat tehty vastaamaan vuoden 2025 alussa tulevan lakisäateisen ilmastaselvityksen vaatimuksia tämän hetken tietojen pohjalta.
 - Uusi rakentamislaki hyväksytty keväällä 2023, mutta tarkentavat asetukset ei vielä tiedossa.
- Suurin työ elinkaariarvion (LCA) laatimisessa on määrälaskenta. Kaikki arvioidut kohteet perustuvat tehtyyn määräraarvioon, jossa pyritty korkeaan tarkkuuteen.
 - Määräarvioissa hyödynnetty tietomalleja (IFC / natiivi), 2d-suunnitelmia (PDF / DWG), erilaisia luetteloja ja rakennusselostuksia, sekä kohteista aiemmin tehtyjä määrälaskentoja.
 - Huomioitavaa, että kustannuksia varten suoritettu määrälaskenta ei sovi suoraan hiilijalanjälkilaskelmaan, sillä panoksien sijaan arvio tulee olla rakennusosatasoista.
- Käytetyt ohjelmistot: One Click LCA, Microsoft Excel, Autocad, Solibri Office, SimpleBIM, Bluebeam Revu



Elinkaariarvion vaiheet. Lähde: Method for the whole life carbon assessment of buildings, Ympäristöministeriö, 2019.

Elinkaaren päästöt, arvioidut kohteet

Tulokset kaikki RaVi -hankkeen hiilijalanjäljen laskennat

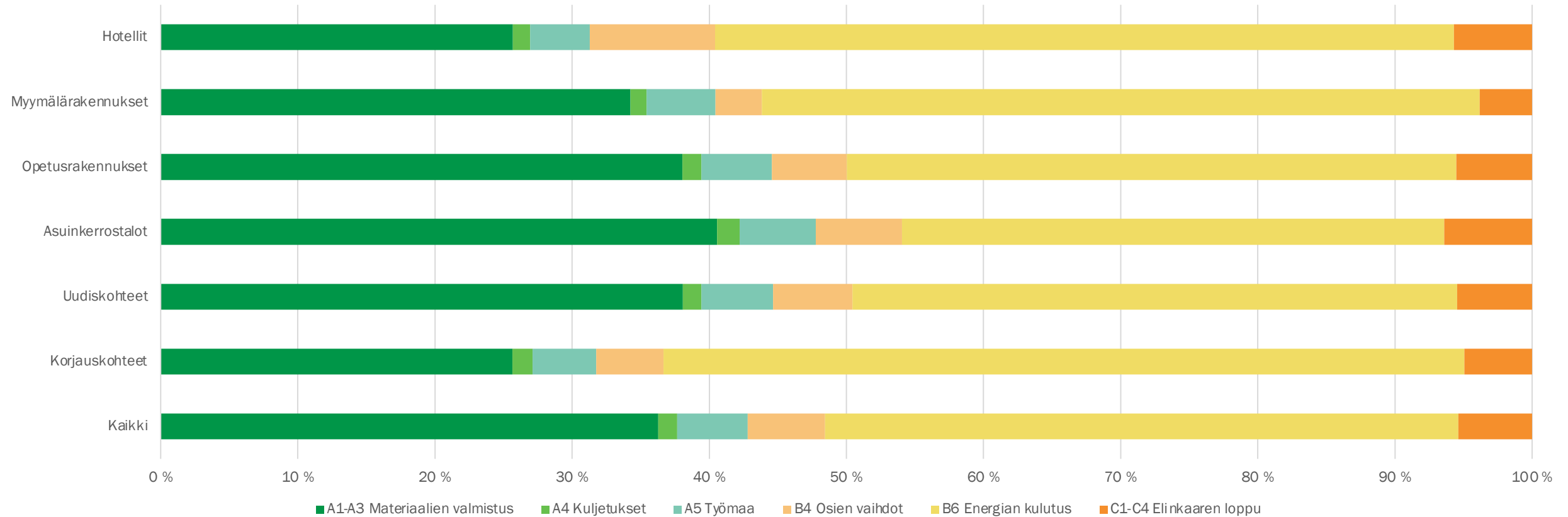


- Arvioitujen kohteiden hiilijalanjäljen keskiarvo 18,85 kgCO2e/m²/a



Mistä päästöt muodostuvat?

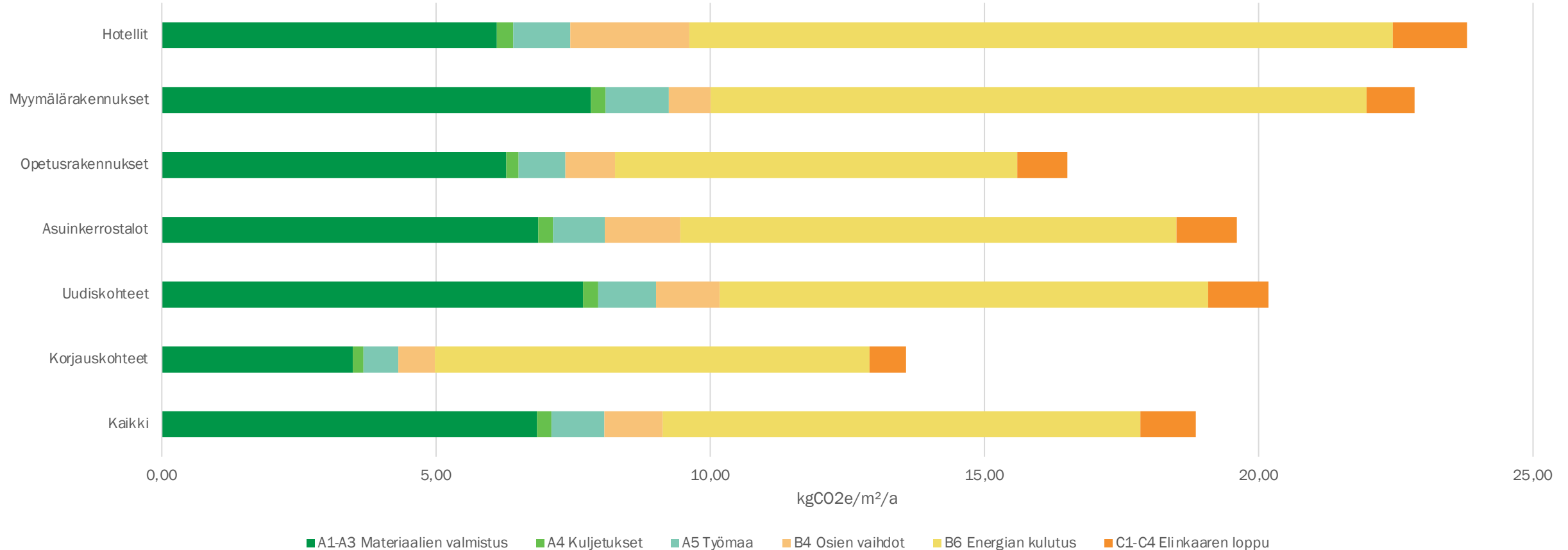
8



- Suurin osa arvioitujen kohteiden elinkaaren päästöistä muodostuu:
 - A1-A3 Rakennusmateriaalien valmistus (26-41 %)
 - B6 Energiankulutus (40-58 %)

Rakennustyyppien keskimääräiset päästöt

9



- Suurin osa arvioitujen kohteiden elinkaaren päästöistä muodostuu:
 - A1-A3 Rakennusmateriaalien valmistus (3,48 – 7,83 kgCO₂e/m²/a)
 - B6 Energiankulutus (7,34-12,82 kgCO₂e/m²/a)

Skenaariot päästövähennyksille

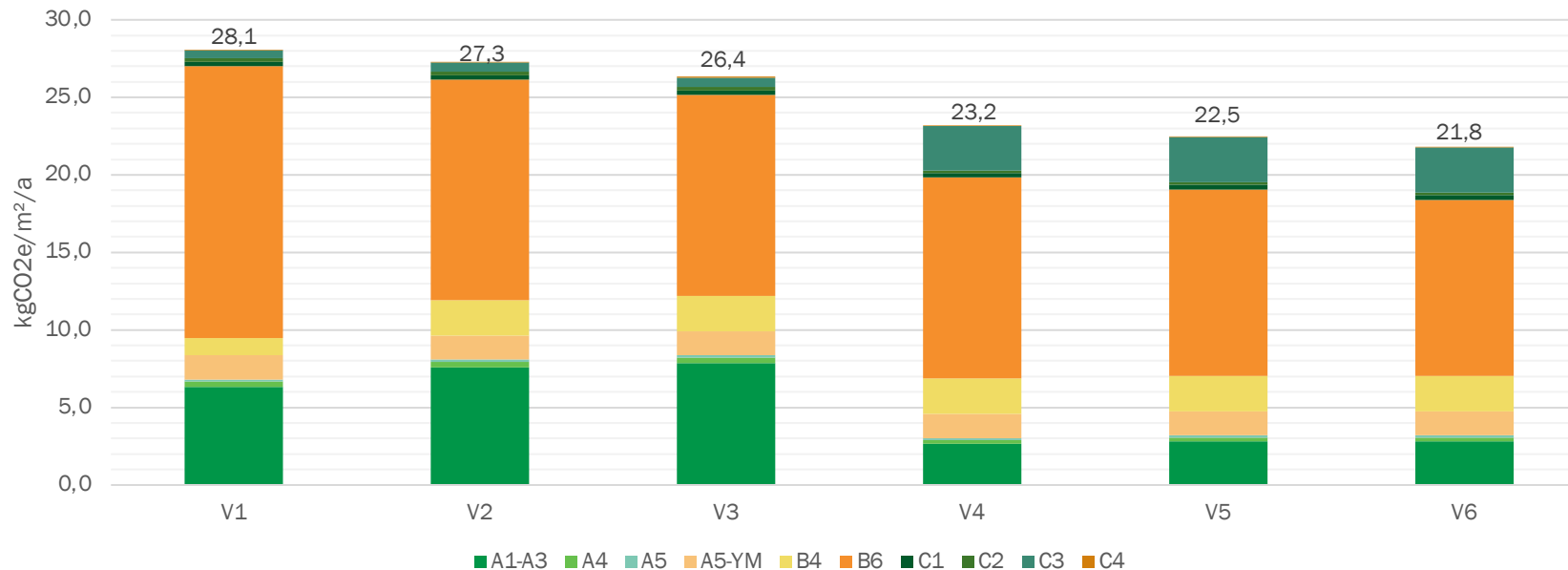
10

Keskeisimpiä laskelmin testattuja toimenpiteitä ja niiden vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen:

- Paikallavaluholvien sijaan ontelolaatat
- Pysäköintitilojen sijoitus ulos parkkihallin sijaan
- Aurinkopaneelijärjestelmä mukana
- Betonisen pilaripalkkirungon sijaan puurunko
- Energiatehokkuuden parannukset
- Lämmöneristemateriaalien optimointi päästöjen näkökulmasta
- Talotekniikan laskeminen taulukkoarvolla vs. hankekohtaisilla tiedoilla
- Vähähiilisen betonin ja betonielementtien käyttö
- Päästötön työmaa –konseptin mukainen työmaa
- Materiaalien kuljetukset biopolttoaineilla
- Vähähiilisten betonielementtien käyttö
- Ja monia muita

Esimerkki 1

- Pilari-palkkirunkoinen myymälärakennus
 - V1 Perusskenaario, "as built" vuonna 2009
 - V2 Parannettu talotekniikka: uudet kylmälaitteet, aurinkopaneelit ja LED-valaistus -2,8 %
 - V3 Parannettu talotekniikka, parempi lämmöneristys, alkuperäinen pilari-palkkirunko -6,2 %
 - V4 Parannettu talotekniikka, parempi lämmöneristys, puurunko -17,4 %
 - V5 Sama kuin V4, mutta vielä paremmat eristykset (nollaenergiataso) -19,9 %
 - V6 Sama kuin V5, mutta maalämmöllä -22,3 %

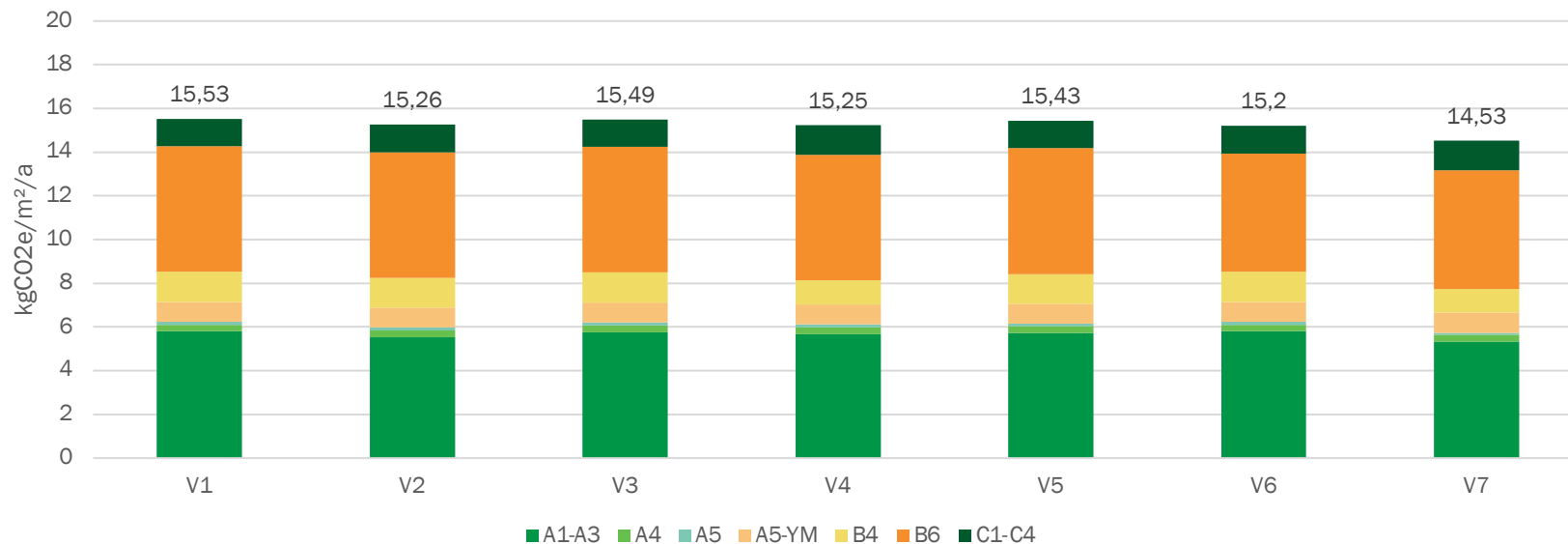


Lähde: Google Maps Street View



Esimerkki 2

- Betonirunkoinen kerrostalo, jossa pystyrakenteet elementtejä ja holvit paikallavalettuja
 - V1 Perusskenaario, "as built"
 - V2 Vähähiilinen betoni (GWP.70) paikallavalurakenteissa -1,7 %
 - V3 Kivivillan sijaan lasivillaeristys -0,2 %
 - V4 Laminaatin sijaan parkettilattiat -1,8 %
 - V5 Poltetut julkisivutiilet biokaasulla tuotettuja vähähiilisiä -0,6 %
 - V6 A-energialuokkaan nosto, E-luku 80→75 kWhE/(m²vuosi) -2,2 %
 - V7 Kaikki aiemmat -6,4 %

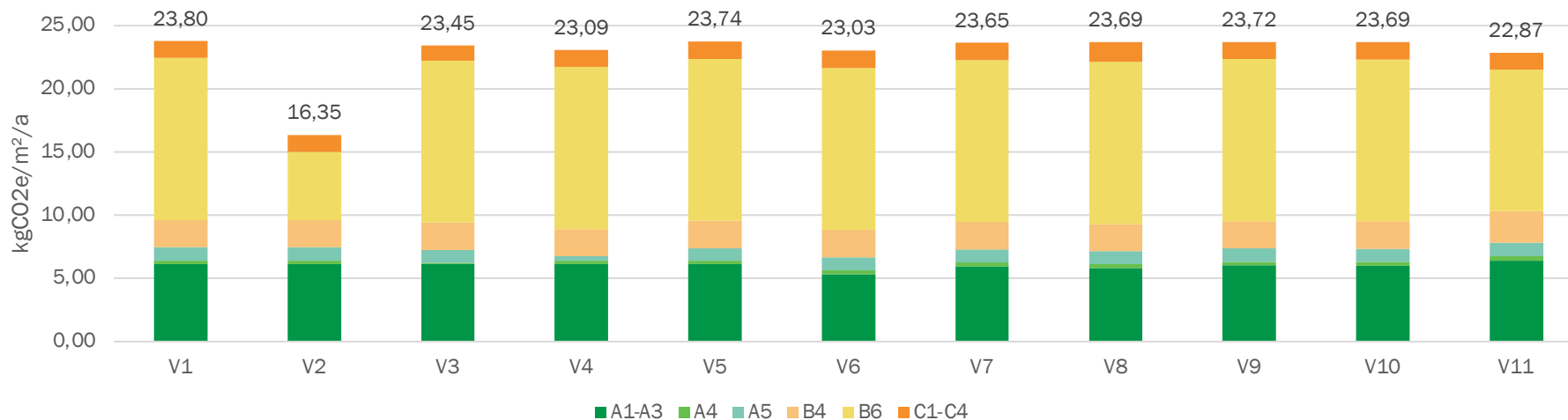


Lähde: TA Asumisoikeus.
<https://ta.fi/kohdekuvat/180233/465838-12-hanneskolehmaisenukatu7-havainne.jpg>



Esimerkki 3

- Betonirunkoinen elementtirakenteinen hotelli
 - V1 Perusskenaario, "as built"
 - V2 Tarkennetut energian kertoimet kaukolämmölle ja sähkölle -31,3 %
 - V3 Materiaalien kuljetukset biopolttoaineilla -1,5 %
 - V4 Päästötön työmaa –konseptin mukainen työmaa -3,0 %
 - V5 Hukan puolittaminen -0,3 %
 - V6 Vähähiiliset betonielementit -3,2 %
 - V7 Vähähiilinen betoni (GWP70 / GWP85) paikallavalurakenteissa -0,6 %
 - V8 Puurakenteiset kantamattomat ulkoseinät betonisten sijaan -0,5 %
 - V9 Ontelolaattakannakkeet Green –sarjaa -0,3 %
 - V10 Vähäpäästöiset lämmöneristeet -0,5 %
 - V11 Aurinkopaneelijärjestelmä mukana -3,9 %



Tulokset ei vielä julkaistu

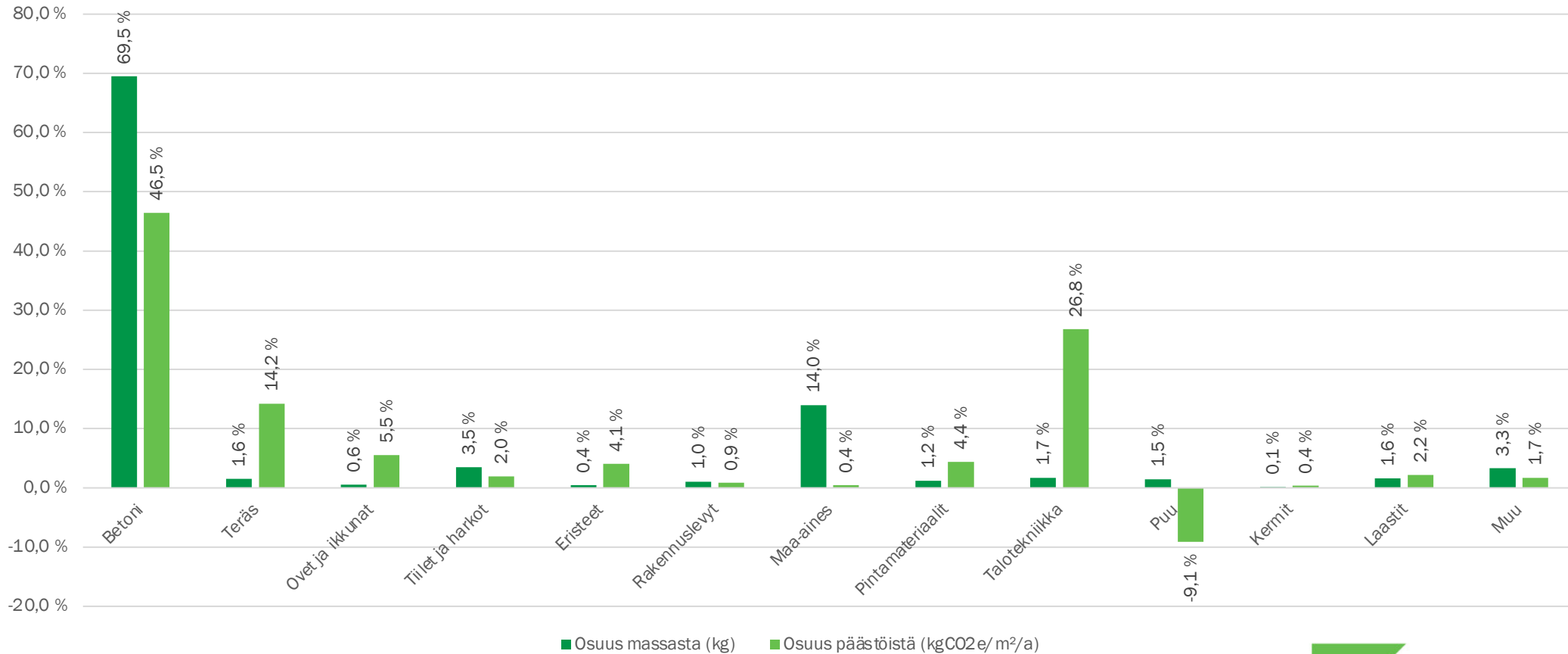


Lähde: Pohjois-Karjalan Osuuskauppa / Toni Simonen

Esimerkki 4. Materiaalien päästöjen jakauma

14

Materiaalien osuus päästöistä (A1-A3) ja rakennuksen painosta (kg)



- Materiaalien päästöt A1- A3 yht. 2 055 tonnia CO2e
- Materiaalien paino yht. 8881 tonnia
- Keskimääräinen päästö 0,23 kgCO2e / kg rakennusta

Lopuksi

- Otanta on melko pieni, 10 hanketta → pitkälle meneviä johtopäätöksiä ei tuloksien pohjalta kannata tehdä.
- Vähähiilisyys tulisi ottaa rakennuksen suunnittelussa varhaisessa vaiheessa huomioon. Vaikutusmahdollisuudet päästöihin esimerkiksi toteutusvaiheessa on rajalliset.
- Päästölaskenta hankkeille on vielä työlästä ja tapahtuu pitkälti taulukkolaskentana. Lisäksi haastetta aiheuttaa vielä jatkuvasti muuttuvat ohjeistukset.
- Tehostusta päästölaskentaan voisi saada tietomallipohjaisella laskennalla. Tämä vaatisi sen, että mallin tietosisältö olisi selkeästi jäsennelty ja tietosisältö olisi riittävän tarkka.

Ylihuomisen osaamista. Yhdessä.

Juuso Kokkonen
Projektikoordinaattori
juuso.kokkonen@karelia.fi
050 5213267