

# Elinkaaren hiilijalanjälki

## Lähtötason määrittäminen ja ratkaisujen vertailut

Skanssin Monitoimitalo, hankesuunnittelu  
14.8.2020

Laatija: Anni Viitala  
Laadunvarmistus: Teemu Salonen



**6Aika**

**Vipuvoimaa**  
**EU:lta**  
2014–2020



# Työn tavoitteet

- Työn tavoitteena oli määrittää Skanssin monitoimitalon hankesuunnitelmaan hiilijalanjäljen lähtötaso sekä elinkaaren hiilijalanjäljen arviointitapa hankkeen allianssikilpailuun
- Työssä laadittiin
  - Elinkaaren hiilijalanjäljen lähtötaso vastaavan hankkeen referenssikohteen tiedoilla ja suositustason energiatehokkuuslaskelmien perusteella
  - Energiankäytön ja rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeen vaikuttavien ratkaisujen vertailu
  - RTS-ympäristöluokituksen hiilijalanjäljen vähimmäisvaatimus ja parannuspotentiaali RTS-kriteeriin Y1.1 Elinkaaren hiilijalanjälki. RTS-ympäristöluokitusta käytetään hankkeen Allianssikilpailun minimitason määrittämisessä ja pisteytyksessä.





# Taustaa: Hiilijalanjälkilaskenta rakennushankkeissa

- Rakentamisessa tehtävillä valinnoilla on suuri merkitys ympäristön ja ilmastonmuutoksen kannalta. Rakennukset aiheuttavat elinkaarensa aikana 39 prosenttia kaikista ilmastopäästöistä.
- Hiilijalanjäljen arvioinnissa arvioidaan rakennuksen koko elinkaari, käsittäen tuotteiden valmistuksen, kuljetuksen ja työmaatoiminnot, rakennuksen käytön ja huollon sekä rakennuksen purun ja kierrätyksen.
- Rakennusten hiilijalanjälkilaskenta on tulossa osaksi rakentamista ohjaavaa lainsäädäntöä 2020-luvulla.
- Rakennushankkeiden hiilijalanjälkilaskenta perustuu standardiin EN15978:2011, johon viittaavat myös alan laskentaohjeistukset:
  - RTS-ympäristöluokituksen ja BREEAM- ja LEED-luokitusten mukaiset laskentaohjeistukset- ja rajaukset
  - Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (2019)
- Hiilijalanjälkilaskenta mahdollistaa vaihtoehtoisten ratkaisujen vertailun, hiili-intensiivisten ratkaisujen minimoinnin ja rakennuskohteiden kehityksen seurannan.



# Elinkaaren hiilijalanjälki

*EN 15978 ja REM-laskentaohjeen mukaiset elinkaaren vaiheet*

Tuotevaihe (A1-3)	Rakentaminen (A4-5)	Käyttövaihe (B1-7)	Elinkaaren loppu (C1-4)
			
A1 Raaka-aineen hankinta A2 Kuljetus valmistukseen A3 Tuotteiden valmistus	A4 Kuljetukset työmaalle A5 Rakentaminen	B1 Käyttö B2 Kunnossapito B3 Korjaus B4 Osien vaihto B5 Laajamittaiset korjaukset B6 Energian käyttö B7 Veden käyttö	C1 Purkutyöt C2 Kuljetukset käsittelyyn C3 Jätteenkäsittely C4 Loppusijoitus  + D (elinkaaren ulkopuoliset hyödyt ja haitat)

# Hiilijalanjälkilaskenta osana rakennushanketta

## Lähtötiedot eri vaiheissa hanketta

### Hankesuunnittelu



#### Lähtötason hiilijalanjälki

- Rakennuksen laajuudet, geometria, pohjaolosuhteet, alustavat rakenneratkaisut ja kaavavaatimukset
- **Alustavat energiaratkaisut**
- **Referenssikohteiden hyödyntäminen**

### Ehdotus- ja yleissuunnittelu



#### Suunnitteluratkaisujen hiilijalanjälki

- Tietomallit
- Rakennetyypit ja piirustukset
- Rakennusosa-arvio
- Energiaratkaisut, simulointi tulokset
- Vaihtoehtoiset materiaalivalinnat

### Rakentaminen



#### Työmaan hiilijalanjälki

- Työmaan energiankulutustiedot (sähkö, lämpö ja lämmityksen polttoaineet)
- Materiaalihankinnat

### Käyttöönotto- ja luovutus



#### Toteutunut hiilijalanjälki

- Työmaan energiankulutustiedot
- Päivitetty energialaskenta
- Toteutuneet materiaalivalinnat

# Lähtötiedot

## *Arvioinnissa käytetyt lähtötiedot*

### Rakennusmateriaalit

- Referenssikohteen tiedot
  - Rakennetyyppiirustukset
  - Rakennusosien laajuustiedot
  - Rakennepiirustukset
  - Asemapiirros

Käytetty laskentaohjelma: One Click LCA

### Käytönajan energia

- Tavoite-energialaskennan tulokset
- Laskennallinen ostoenergian kulutus eri energialähteille (E-lukulaskelma)
- Turku Energian ilmoittamat ominaispäästöt ja päästöskenaariot kaukolämmölle
- Ympäristöministeriön arviointimenetelmän ominaispäästöt ja skenaariot verkkosähkölle, kaukolämmölle ja kaukokylmälle

# Lähtötiedot

## Kohdetiedot lähtötason määrittämiseen, referenssikoulu

Rakennuskohteen tiedot	
Rakennustyyppi	Koulurakennus
Rakennusvuosi (suunnittelu)	2017
Rakennuksen tekniset tiedot	
Lämmitetty nettoala	8184 m <sup>2</sup>
Kerrosten lukumäärä	3
Kellarikerrosten lukumäärä	-
Pääasiallinen runkomateriaali	Betoni
Laskennallinen ostoenergian kulutus	Ks. Energiaraportti
Ostoenergiankulutus, Tavoite-energiat	Ks. Energiaraportti
Veden kulutus	3300 m <sup>3</sup> (arvio)

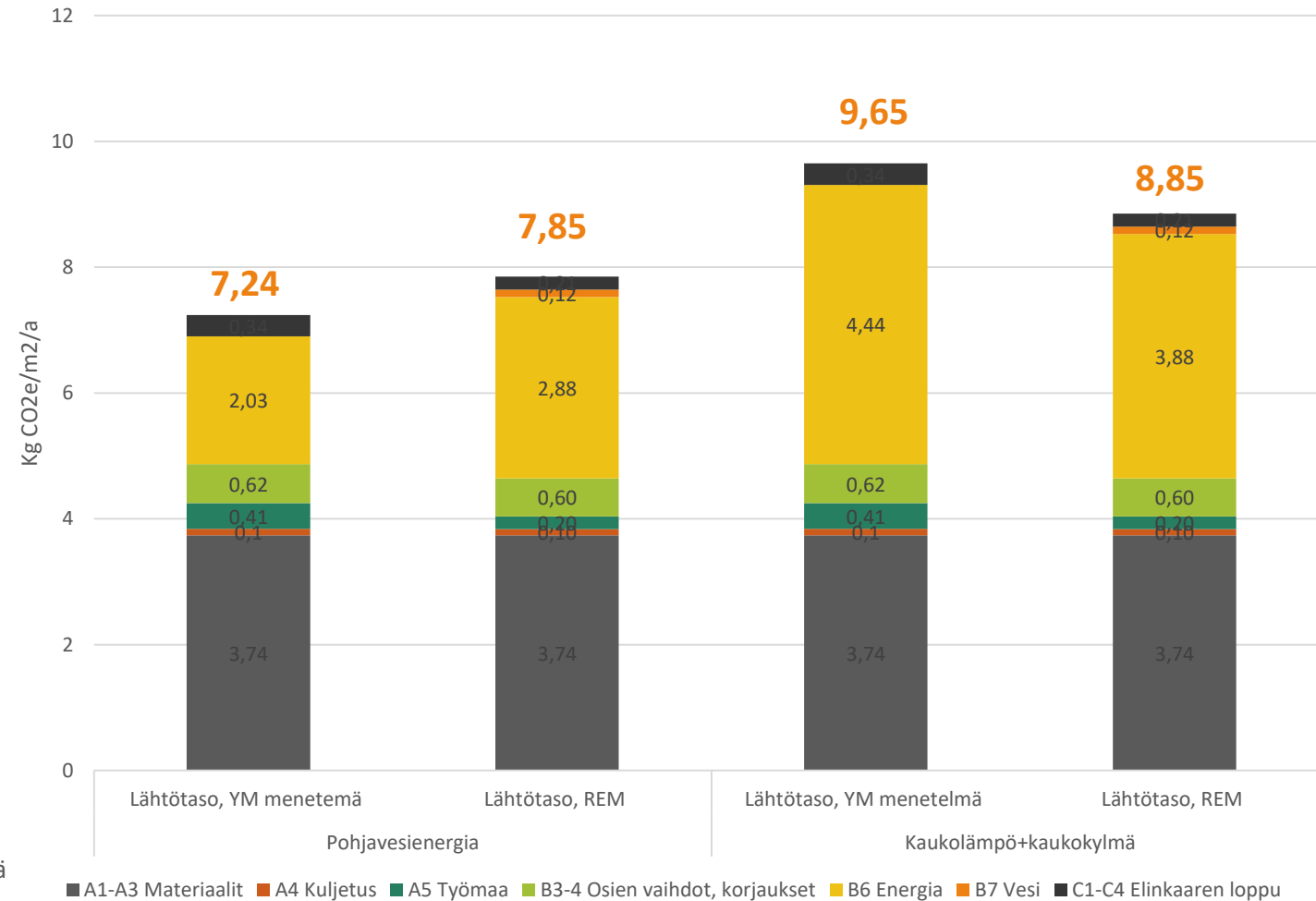
Rakennusosat ja toiminnot	
Perustus	Huomioitiin oletusarvoilla; Sokkeli, antura + teräsbetonipaalut 10 m
Alapohja	Pääosin tuulettuva alapohja
Välipohja	Ontelolaatta 320 mm
Yläpohja	Ontelolaatta 265 mm, puuristikko
Ulkoseinät ja julkisivu	Betonielementti, eristerappaus
Alueen rakenteet	Huomioitiin ulkoalueiden päällysteet: asfaltti ja kivituhka
Väliseinät	Huomioitiin tiiliväliseinä ja teräsrangaiset kipsilevyseinät
Talotekniikka	Hyödynnetty laskentaohjelman oletusarvoja koulurakennukselle (YM 2019 menetelmäohje)
Työmaa	Hyödynnetty laskentaohjelman oletusarvoja työmaatoiminnoille
Arviointijakson pituus	100 vuotta



# Tulokset

## Elinkaaren hiilijalanjälki

- Tulokset esittävät elinkaaren hiilijalanjälkeä lämmitettyä nettoalaa ja tarkastelujaksoa (100 vuotta) kohti
- Kuvassa on esitetty vierekkäin Ympäristöministeriön menetelmäohjeen mukaiset elinkaaren hiilijalanjälkitulokset sekä Rakennusten Elinkaarimittarit (REM)\* -ohjeen mukaiset tulokset
  - Ympäristöministeriön valmisteleman rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmän (2019) testaus alkoi syksyllä 2019 ja kestää kesään 2020 asti\*\*
- Rakennusosista ja materiaaleista aiheutuva hiilijalanjälki määritettiin tarkastelussa referenssikohteen tiedoilla, jonka tulokset on esitetty s.10
- Laskelmilla verrattiin referenssikohteen tietoja hyödyntäen kahden suositustason mukaisen energiaratkaisun vaikutusta elinkaaren aikaisiin päästöihin, ks. s. 9
- Eri menetelmäohjeilla laskettujen hiilijalanjälki tulosten ero johtuu käytetyistä kaukolämmön ominaispäästökertoimista, YM menetelmäohjeen mukaisesti laskettuna kaukolämmön ominaispäästökertoimen on arviointijaksolla keskimäärin suurempi Turku Energian päästökertoimeen verrattuna, ks. 9

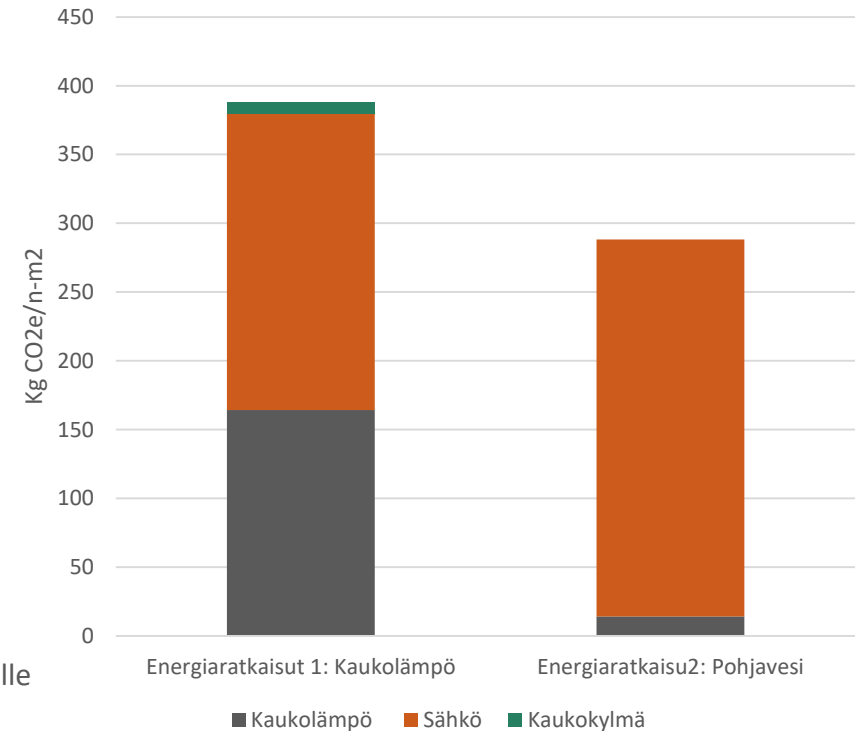


\*Päästökertoimina käytetty Turku energian ilmoittamia päästöjä (ks. seuraava sivu)

\*\*YM arviointimenetelmää jatkokehitetään yhä ja sen vuoksi kattavia tilastoja menetelmän mukaisesta tavanomaisen hiilijalanjäljen tasosta ei ole tällä hetkellä saatavilla. Vertailuna voidaan todeta, että kohteiden tulokset vaihtelevat noin. 8-15 kgCO2e/m2/a riippuen ennen kaikkea energiamuodosta, runkomateriaalista ja käyttöiästä.

# Energiankäytön hiilijalanjälki

- Rakennuksen käytönajan energiankulutuksesta aiheutuvia ilmastopäästöjä laskettiin 100 vuoden tarkastelujaksolle.
- Lähtötietoina käytettiin tavoitekulutuslaskennan tuloksia. (ks. Energiatavoiteraportti). Kuvassa on esitetty hiilijalanjäljen muodostuminen energialähteittäin kahdella tarkastelussa olleella energiaratkaisuilla.
- Vaihtoehto 1: Kaukolämpöenergia + kaukokylmä
  - **3160 t CO<sub>2</sub>e**
  - **390 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**
- Energiaratkaisu 2: Pohjavesi +kaukolämpö
  - **2350 t CO<sub>2</sub>e**
  - **290 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**
- Laskenta tehtiin seuraavilla rajauksilla:
  - Kaukolämpö: Käytettiin Turku Energian ilmoittamia ominaispäästöjä hyödynjakomenetelmällä vuosille 2020-2030, vuodesta 2031 eteenpäin käytettiin vuoden 2030 päästötasoa
  - Kaukokylmä: Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmä, skenaarit ominaispäästöille 2020-2120
  - Verkkosähkö: Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmä, skenaarit ominaispäästöille 2020-2120
- Energiamuotojen ominaispäästöt tulee huomioida hiilijalanjälkilaskennassa myös seuraavissa suunnitteluvaiheissa



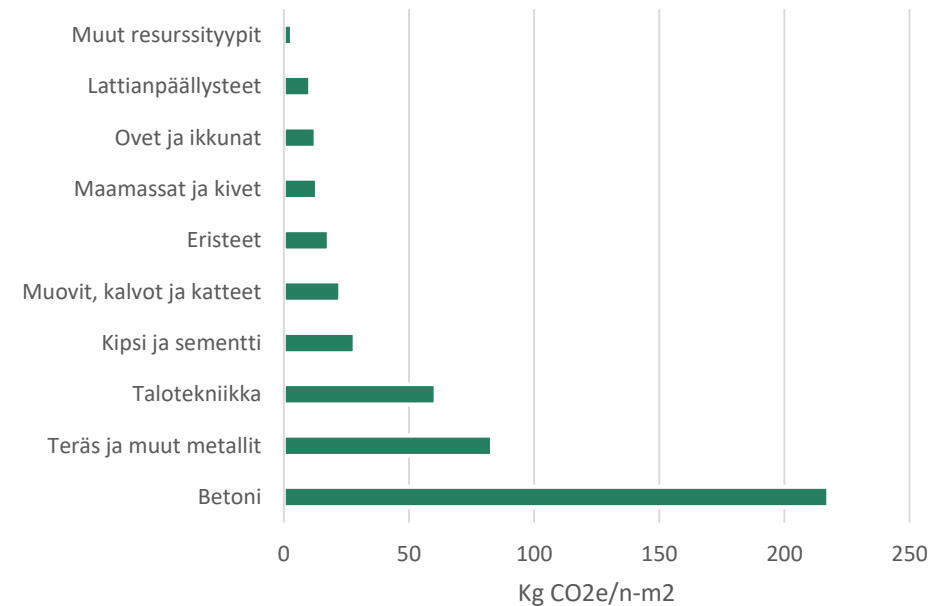
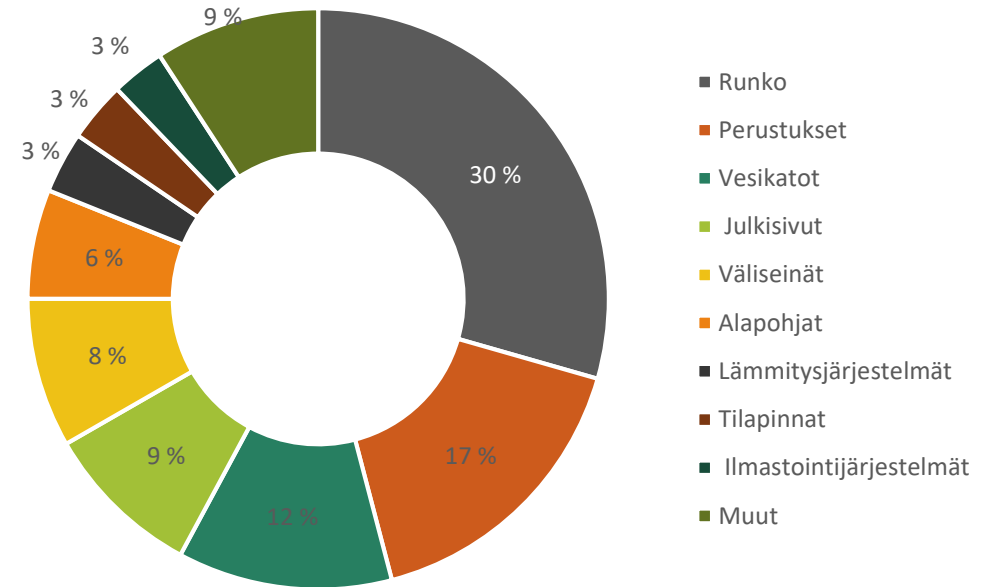
## Tarkastelujaksolla ominaispäästöt keskimäärin:

- TE kaukolämpö: 15 kg CO<sub>2</sub>e/MWh
- YM verkkosähkö: 23 kg CO<sub>2</sub>e/MWh
- (YM kaukolämpö: 41 kg CO<sub>2</sub>e/MWh)

# Rakennusosien ja tuotteiden hiilijalanjälki

## *elinkaaren hiilijalanjälki*

- Referenssikohteen tiedoilla määritettiin seuraavat tulokset rakennustuotteista aiheutuvalla hiilijalanjäljelle:
  - 4,7 kgCO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup> /vuosi
  - 470 kgCO<sub>2</sub>e/ m<sup>2</sup>
- Tuloksissa huomioitu rakennusmateriaalien elinkaaren hiilijalanjälki 100 vuodelle, sisältäen osien vaihdot ja kunnossapidon.
- Rakennusmateriaaleista aiheutuva hiilijalanjälki muodostuu suurelta osin rungosta, perustuksista ja väliseinistä.
- Lähtötason laskennassa käytettiin Suomessa rakennustuotteiden tyypillisiä päästöarvoja ja tyypillisiä oletusrakenteita, eli hiilijalanjälkeä erityisesti minimoivia tuotteita ei huomioitu.
- Suurimmat päästöt aiheutuvat betoni- ja terästuotteista sekä taloteknisistä järjestelmistä.
- Laskenta tehtiin REM elinkaarimittarit-ohjeen mukaisesti (sis. RTS-ympäristöluokitus)



# Vertailuratkaisut, rakennusmateriaalit

*Rakennusmateriaaleista aiheutuvan hiilijalanjäljen vertailutarkastelu*



- 1. Runkorakenne (vaakarakenteet + pilarit);** betonirunko, puurunko (LVL viilupuu)
- 2. Julkisivu;** ohutrappaus, tiilimuuraus, puuverhoilu
- 3. Ulkoseinärakenne;** betonirunko, puurunko
- 4. Perustukset;** Betoni kierrätettyä sidosainetta 10-25%, yleinen Suomessa käytetty betoni
- 5. Eristeet yläpohjassa;** kivivilla, lasivilla, puukuitueriste
- 6. Väliseinärakenne;** teräsranka, puuranka, kevyempi teräsranka

# Tulokset *Vertailuratkaisut*

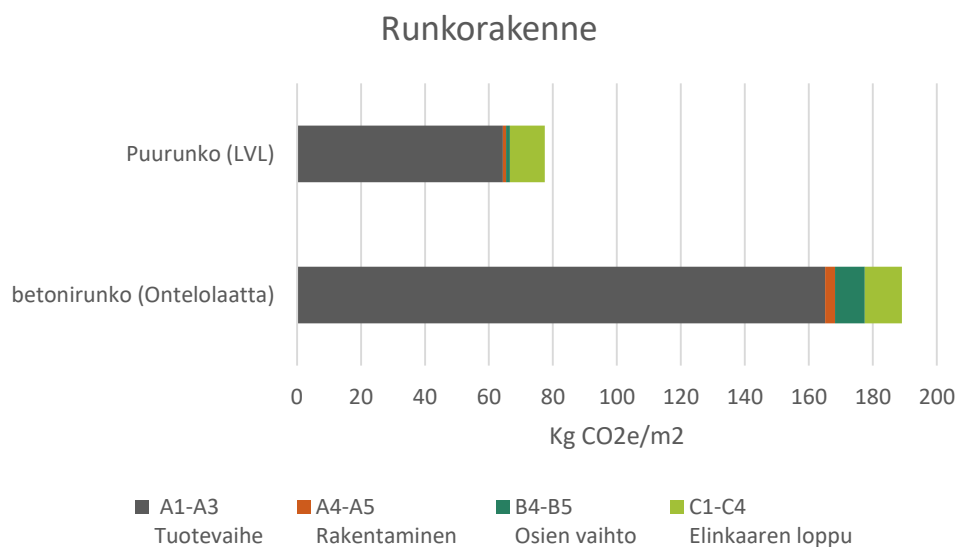
Rakennusosa	Ratkaisu	A1-A3 Tuotevaihe	A4-A5 Rakentaminen	B4-B5 Osien vaihto	C1-C4 Elinkaaren loppu	Kok kg CO2-ekv/m2, rakennusosa	Materiaaleista aiheutuvien päästöjen optimointi kg CO2/netto-m2	Materiaaleista aiheutuvien päästöjen optimointi %
Julkisivupinta kg CO2/m2, US	Rappaus	7,4	0,0	8,7	0,0	16,2	0	-
	Puuverhoilu	1,0	0,1	2,3	1,2	4,7	-12	-2 %
	Tiilimuuraus	30,4	0,6	7,0	1,9	39,9	7	2 %
Ulkoseinärakenne kg CO2/m2, US	Betoni	86,3	4,0	19,5	5,7	115,5	0	-
	Puuranka	49,9	0,4	19,5	5,2	75,0	-18	-4 %
Runkorakenne kgCO2e/m2	Betonirunko	165	3	9	12	189	0	-
	Puurunko	64,3	1,0	1,2	10,9	77,4	-120	-26 %
Perustukset kgCO2e/m2	Yleinen	72,7	2,2	0	2,7	77,6	0	-
	Kierrätetty sidosaines	71,5	0,3	0	0,5	72,3	-5	-1 %
Yläpohjan eristeet kgCO2e/m2, YP	Kivivilla	74	1	17	12	104	0	0 %
	Lasivilla	61	1	17	11	89	-18	-4 %
	Puukuituvilla	57	1	17	11	86	-20	-4 %
Väliseinät kg CO2e/m2, VS	Puuranka	19,9	0,2	7,3	2,7	30,0	-18	-4 %
	Kevyempi teräsranka	14,9	0,1	7,3	1,8	24,1	-29	-6 %
	Harkkoväliseinä	52,8	0,5	7,3	1,3	61,8	11	2 %
	Teräsranka	25,8	0,1	7,3	2,0	35,3	-17	-4 %
	Vertailutaso (harkko VS ja teräsranka)	42,0	0,4	7,3	1,6	51,2	0	-

Hiilijalanjälki laskettiin REM Elinkaarimittarit-ohjeen /LEVELS -laskentarakajauksilla EN 15987 mukaisesti

# Tulokset

## Vertailuratkaisut, runkoratkaisu (väli- ja yläpohjat, pilarit ja palkit)

- Laskelmilla verrattiin kahden runkovaihtoehdon elinkaaren hiilijalanjälkeä. Tulokset esittävät runkorakenteisiin kuuluvien rakennusosien elinkaaren päästöjä rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohti.
- Puumateriaalina vertailussa käytettiin LVL-puutuotetta. Vastaavat tulokset olisivat esitettävissä myös muilla puumateriaaleilla (esim. CLT)



- **Betonirunko**

- Välipohja: ontelolaatta 320 mm + tasoite
- Yläpohjat: ontelolaatta 265 mm + kivivilla +puuristikko
- Teräsbetonipilarit ja delta-palkit

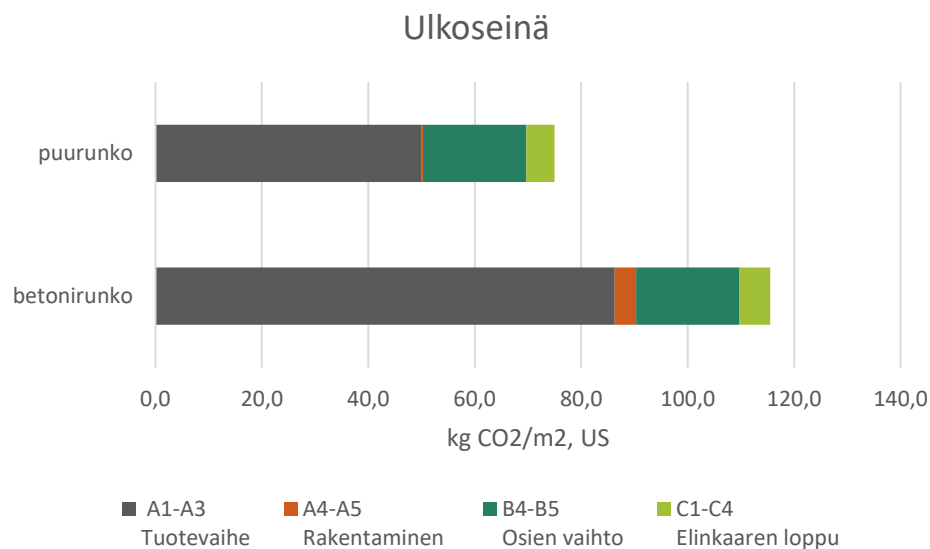
- **Puurunko**

- Välipohja: LVL-avokotelolaatta + kivivillaeristeet + koolaus + kipsilevy + tasoite
- Yläpohja: Puuvaneri ja koolaus+ kivivilla eriste+puuristikko
- Pilarit ja palkit: LVL -paneelit

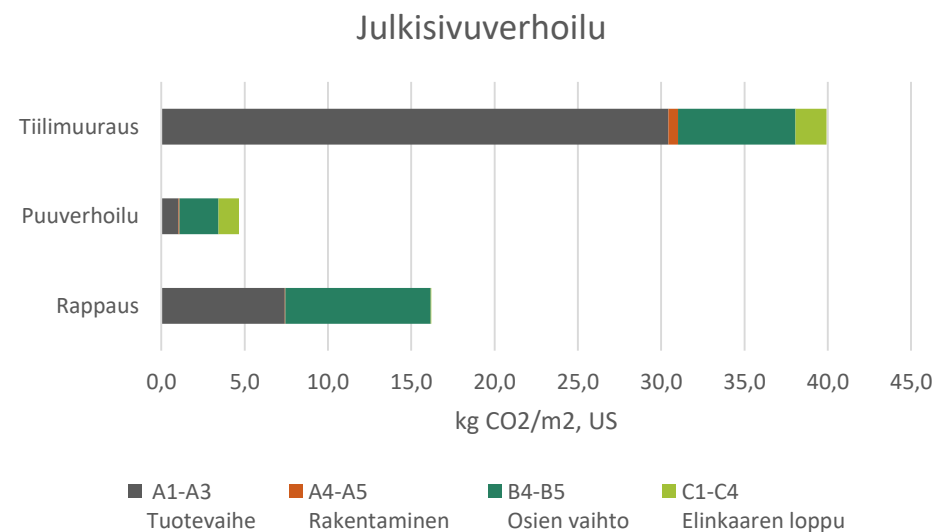
# Tulokset

## Vertailuratkaisut, ulkoseinärakenne ja julkisivuverhoilu

- Laskelmilla verrattiin betoni- ja puurunkoisen ulkoseinärakenteen elinkaaren hiilijalanjälkeä suhteessa ulkoseinäpinta-alaan
  - Betonirunko: betonielementti 300 mm + EPS eriste 100mm
  - Puurunko: LVL-viilupuu-ranka + mineraalivilla + kipsilevy + vaneri + tuulensuojamineraalivilla



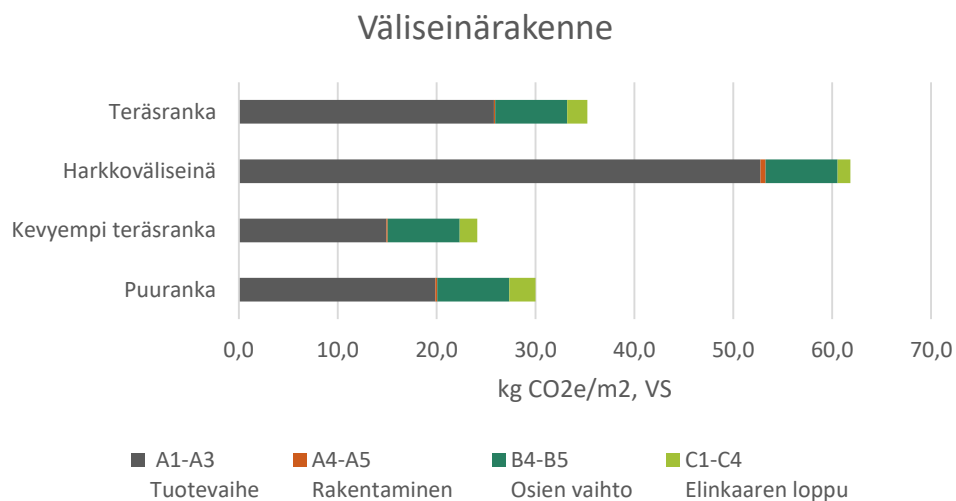
- Laskelmilla verrattiin ulkoseinän pintamateriaalin elinkaaren hiilijalanjälkeä suhteessa ulkoseinäpintalaan
  - Tiilimuuraus: 110 mm tiiliverhoilu, sisältää laastin
  - Puuverhoilu: julkisivulaudoitus + maali
  - Rappaus: ohutrappaus + maali



# Tulokset

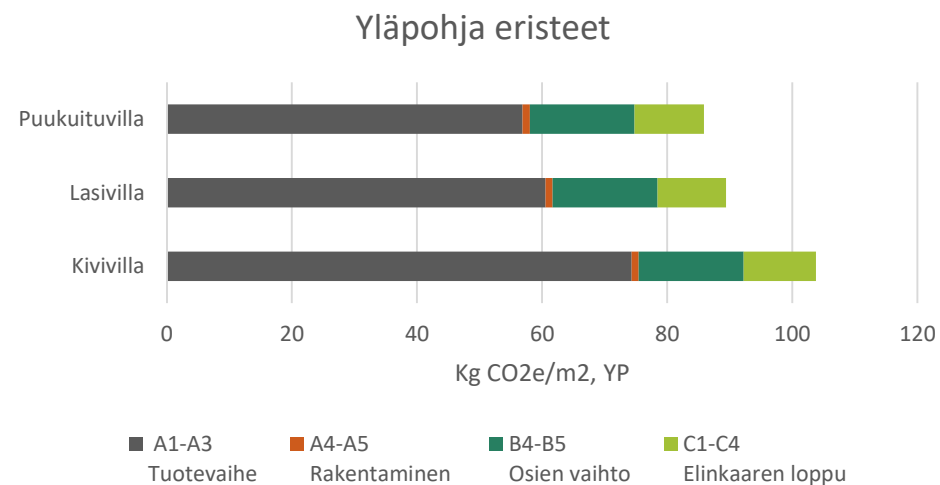
## Vertailuratkaisut, väliseinät

- Laskelmilla verrattiin neljän väliseinätyypin elinkaaren hiilijalanjälkeä suhteessa väliseinäpinta-alaan
  - Teräsranka: Kipsilevy + teräsranka + mineraalivilla + kipsilevy
  - Harkko-VS: Leca-harkko 150 mm
  - Kevyt teräsranka: kipsilevy + teräsranka\* + mineraalivilla + kipsilevy
  - Puuranka: LVL-viilupuuranka + vaneri + kipsilevy + eriste



## Vertailuratkaisut, eristeet

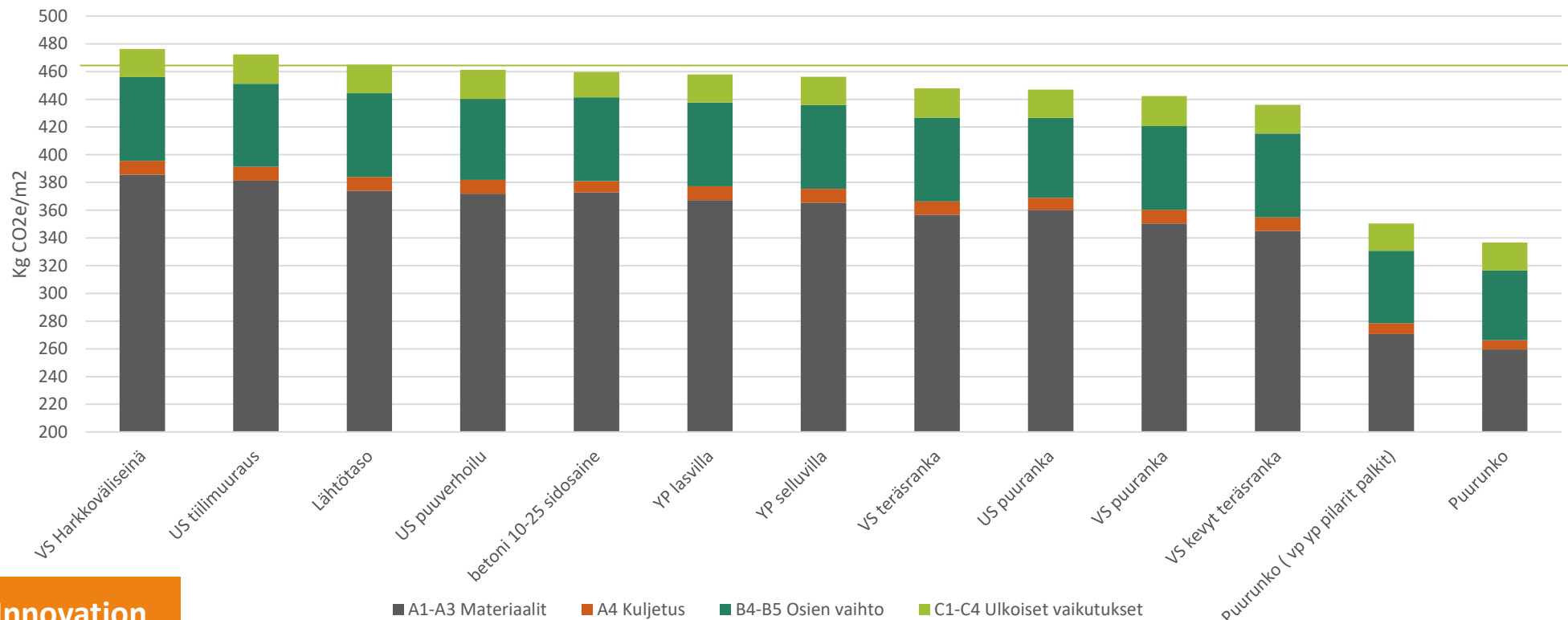
- Laskelmilla verrattiin kolmen eristeratkaisun vaikutusta yläpohjarakenteen elinkaaren hiilijalanjälkeen suhteessa rakennusosan pinta-alaan
  - Puukuitu: selluvilla, Ekovilla 500 mm, Lambda: 0,038 W/mK
  - Lasivilla: Lasivilla, Paroc 430 mm, Lambda: 0,041 W/mK
  - Kivivilla: Kivivilla, Isover 450 mm, Lambda: 0,041 W/mK





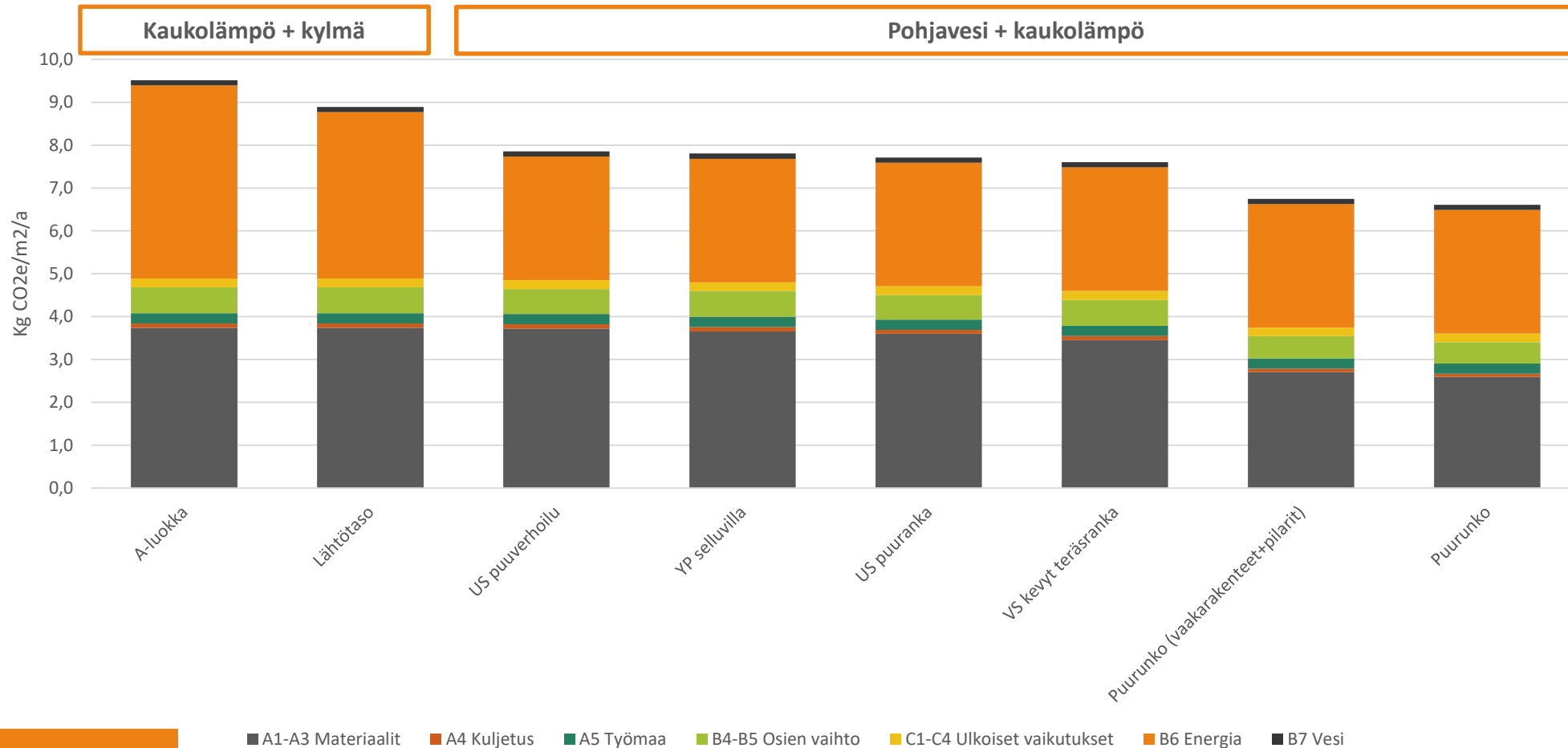
# Tulokset, Rakennusosien ja materiaalien hiilijalanjälki

- Tulokset esittävät vertailulaskelmilla tarkasteltujen yksittäisten ratkaisujen/ muutosten vaikutuksen lähtötason (referenssikoulukohde) materiaaleista aiheutuvaan hiilijalanjälkeen suhteessa lämmitettyyn nettoalaan. Tuloksissa on huomioitu rakennusmateriaaleista aiheutuvat ilmastopäästöt elinkaaren aikana.



# Tulokset, yhteenveto

- Tulokset esittävät energia- ja materiaalivaihtoehtojen vertailulaskelmilla tarkasteltujen vaikuttavimpien yksittäisten ratkaisujen elinkaaren hiilijalanjäljen suhteessa lämmitettyyn nettoalaan ja jaettuna tarkastelujakson pituudella (100 vuotta). **A-luokka** kuvaa laskentatilannetta, jossa energian tavoitekulutus vastaa A-luokan mukaista vähimmäistason E-lukua. Tulokset on laskettu REM-ohjeen mukaisesti. Energiankäytön hiilijalanjälki on määritetty kuten s.9



# RTS kriteeri Y1.1. Elinkaaren hiilijalanjälki

*RTS-ympäristöluokituksessa 7 % eli 7 pistettä kokonaispistemäärästä määräytyy elinkaaren hiilijalanjäljen kautta*

- **Vaatimukset 1-2:** Elinkaaren hiilijalanjälkilaskenta (REM-ohjeella) ja tulosten vertailu vastaaviin kohteisiin (1,75 p)
  - **Vaatimus 3:** Säästöprosentin määrittäminen RTS-vertailutaulukolla (1,05 p- 5,25p)
    - Säästöprosentti määräytyy suunnitteluvaiheessa materiaaleista aiheutuvan hiilijalanjälkilaskennan tuloksilla (A1-A3, B4-B5) ja E-lukulaskennan tuloksilla (B6 energia)
- + **Vaatimus 4:** Elinkaaren hiilijalanjäljen laskennassa vertailuarvoista poikkeavat korjausten ja energian yksikköpäästöjen perustelut on esitetty

# RTS kriteeri Y1.1. Elinkaaren hiilijalanjälki

## Vaatimuksen 3 minimitason ja mahdollisten parannusten määrittäminen, max. 5,25 p

- Materiaalien ja tuotteiden (A1-A3, B4-B5) päästöjen laskennassa käytettiin lähtötason eli betonirunkoisen rakennuksen tietoja ja päästötasoa. Pistetilannetta simuloitiin 4 eri E-lukulaskennan tuloksella.

### 1. Suositustaso energiatehokkuudelle (kaukolämpö)

- Määritetty säästö 25 %
- Pisteet 4,2p

### 3. Perustaso energiatehokkuudelle (kaukolämpö)

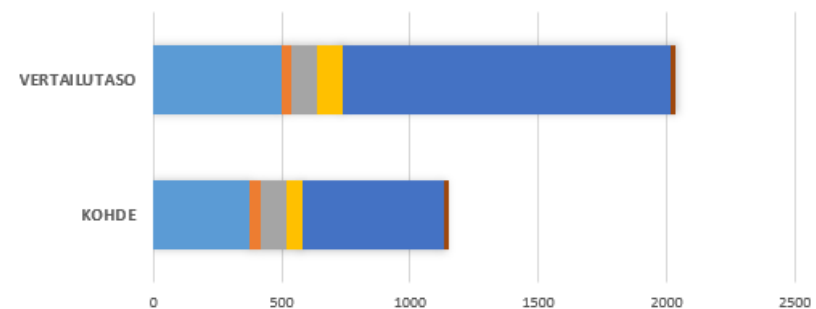
- Määritetty säästö 20 %
- Pisteet 3,15 p

### 2. Suositustaso energiatehokkuudelle (pohjavesienergia)

- Määritetty säästö 43 %
- Pisteet 5,25 p

### 4. Perustaso energiatehokkuudelle (pohjavesienergia)

- Määritetty säästö 41 %
- Pisteet 5,25 p



Tapaus 2. Y1.1-3 RTS-laskuri

# Johtopäätökset

## Tulosten tulkinta ja hyödyntäminen

### Suositus

Tässä raportissa esitettiin Skanssin monitoimitalolle hankesuunnitteluvaiheen elinkaaren hiilijalanjäljen lähtötaso ja parannuspotentiaali hiilijalanjäljen vertailuratkaisuilla referenssikohteen tietoja hyödyntäen. Jatkosuunnittelussa tulee lyödä lukkoon hiilijalanjäljen pienentämiseen tähtäävät suunnitteluratkaisut, joista on tässä raportissa on annettu ehdotuksia ja esimerkkioptimointituloksia.

Elinkaaren hiilijalanjäljen lähtötasoksi REM –laskentaohjeella ehdotetaan seuraaville suunnitteluvaiheille laskentatapausta, jossa on huomioitu energiaratkaisu -vaihtoehdon 1 (kaukolämpöenergia) päästötaso sekä referenssikohteen materiaaleihin sitoutunut hiilijalanjälki. Muut elinkaaren vaiheet määritettiin referenssikohdetta edustavilla taulukkoarvoilla ja oletuksilla. Lähtötaso 100 vuoden tarkastelujaksolla on työn perustella n. **890 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**, kun huomioidaan kaikki elinkaaren vaiheet (A-C).

### Energiankäytön hiilijalanjälki ja rajaukset

On huomioitava, että tässä tarkastelussa Turku Energialta kaukolämmölle lähtötietoina saadut ominaispäästötiedot sisältävät seuraavia epävarmuuksia: ei ollut tiedossa, ovatko päästöt hiilidioksidipäästöjä vai hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä. Lisäksi ei ollut tiedossa, ovatko polttoaineen valmistuksen päästöt huomioitu, eikä ollut tarkkaa tietoa siitä, miten päästöt on jaettu sähkön ja kaukolämmön kesken.

Kun tuloksia tarkastellaan huomioiden Turku Energian luovuttamat päästötiedot ja –skenaariot kaukolämmölle sekä YM:n päästöskenaariot verkkosähkölle ja kaukokylmälle, ero on kahden energiaratkaisuun välillä on n. **25 %** kun tarkastellaan energiankäytöstä aiheutuvia ilmastopäästöjä.

### Rakennusosien ja tuotteiden hiilijalanjälki ja laskentaan liittyvät rajaukset

On huomioitava, että hiilijalanjälki tulokset esittävät arviota kohteen elinkaaren hiilijalanjäljistä. Menetelmäohjeen puitteissa on käytetty taulukkoarvoja. Lisäksi hankesuunnitteluvaiheessa laadittu laskenta sisältää aina epävarmuustekijöitä. Rakenteiden hiilijalanjälkimäärittelyssä hyödynnettiin soveltuvin osin referenssikohteen lähtötietoja tai vastaaviin kohteisiin soveltuvia rakenteita. Erityisesti epävarmuutta sisältyi palkkien ja pilareiden määriin, sillä massoista ei ollut tarkkoja tietoja, vaan ne arvioitiin referenssitietoja hyödyntäen.

Materiaalien hiilijalanjäljelle esitettiin vertailutarkasteluissa ratkaisuja, joilla hiilijalanjälkeä pystytään pienentämään; suurin vaikutus voidaan todeta olevan puumateriaalin käytöllä runko- ja rakenneratkaisuissa, jopa **-28 % materiaaleista aiheutuvan hiilijalanjäljen** lähtötasosta. Myös terästuotteiden vähentäminen esim. kevyempi rakenteilla väliseinillä osoittautui tehokkaaksi päästövähennystoimeksi. Vähäpäästöisempien eristemateriaalien valinta yläpohjissa sekä ulkoseinärakenteissa on myös keino pienentää elinkaaren hiilijalanjälkeä.

Tarkasteluissa tulee huomioida vertailtavien eristeiden lämmöneristävyys. Rakennustuotteiden, niin eristeiden kuin esimerkiksi rakenneteräksen, päästötasoon tuotetasolla vaikuttaa erityisesti kierrätysaineksen sisältö ja tuotteen valmistuksen energiankulutus. Suuri vaikutus on myös rakennustuotteiden määritellyillä käyttöiällä eli pitkäikäisten tuotteiden valinnalla.



# Johtopäätökset

## *Tulosten tulkinta ja hyödyntäminen*

### **RTS-Ympäristöluokitus**

Ympäristöluokituksen tavoitteena on elinkaaren aikaisten ilmastopäästöjen minimointi. Luokituksessa 7/100 pisteestä koostuu elinkaaren hiilijalanjäljen laskennasta ja vertailusta. Kriteerin minimitasoksi asetettiin 68 % pistemäärästä. Mikäli RTS-kriteeristöön tulee muutoksia, on minimitavoitetta tarkistettava.

### **Muut rajaukset**

Hiilijalanjälkimääritykseen käytettiin tässä työssä REM Elinkaarimittarit –laskentaohjetta. Menetelmä valittiin, sillä se sisältyy RTS-Ympäristöluokitukseen, joka tullaan ottamaan käyttöön hankkeessa. Menetelmä eroaa esimerkiksi tarkasteltavien elinkaaren vaiheiden ja laskentarajausten osalta Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmästä (2019). Eri menetelmillä lasketut tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, mikä on huomioitava hiilijalanjälkitavoitteiden asettamisessa seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

Tarkasteluissa ei huomioitu hiilikädenjälkeä, mikä tarkoittaa rakennushankkeen aiheuttamia ilmastohyötyjä, joita ei syntyisi ilman hanketta. Myös hiilikädenjälkeä voidaan jatkossa tarkastella seuraavissa suunnitteluvaiheissa.

