

Kaukajärven koulu

Rakennuksen vähähiilisyyden arviointi

Tampereen kaupunki

Laatija: Iida Alander

Laadunvarmistus: Natalia Pennanen, Anni Viitala

Laadittu: 5.9.2024

Päivitetty: 27.9.2024

27.9.2024



Granlund

Raportin sisältö

Sisällysluettelo

Tulosten yhteenveto

- 1 Laskentamenetelmä
- 2 Rakennuksen perustiedot
- 3 Laskennan lähtötiedot
- 4 Laskennan tulokset
- 5 Vaihtoehtoiset laskennat

Liite 1. Arvioinnin tekninen tausta

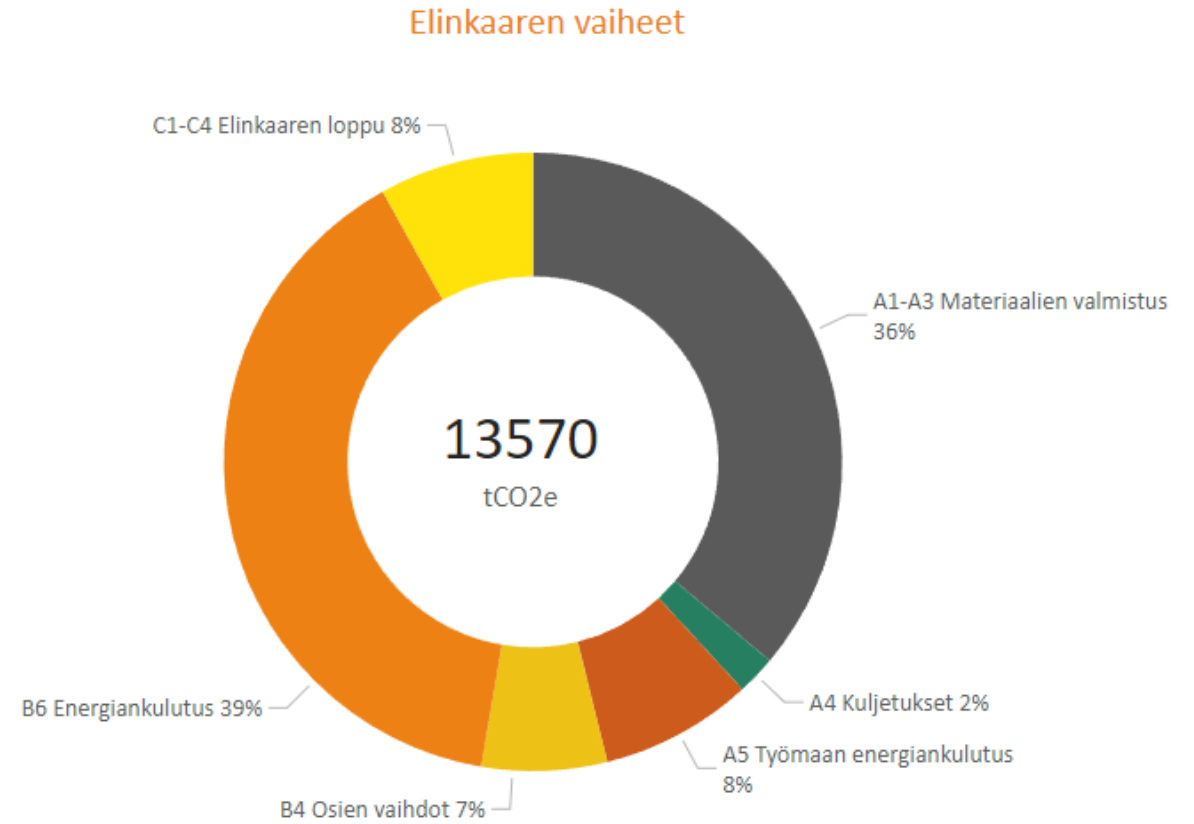


Tulosten yhteenveto



Keskeisimmät tulokset

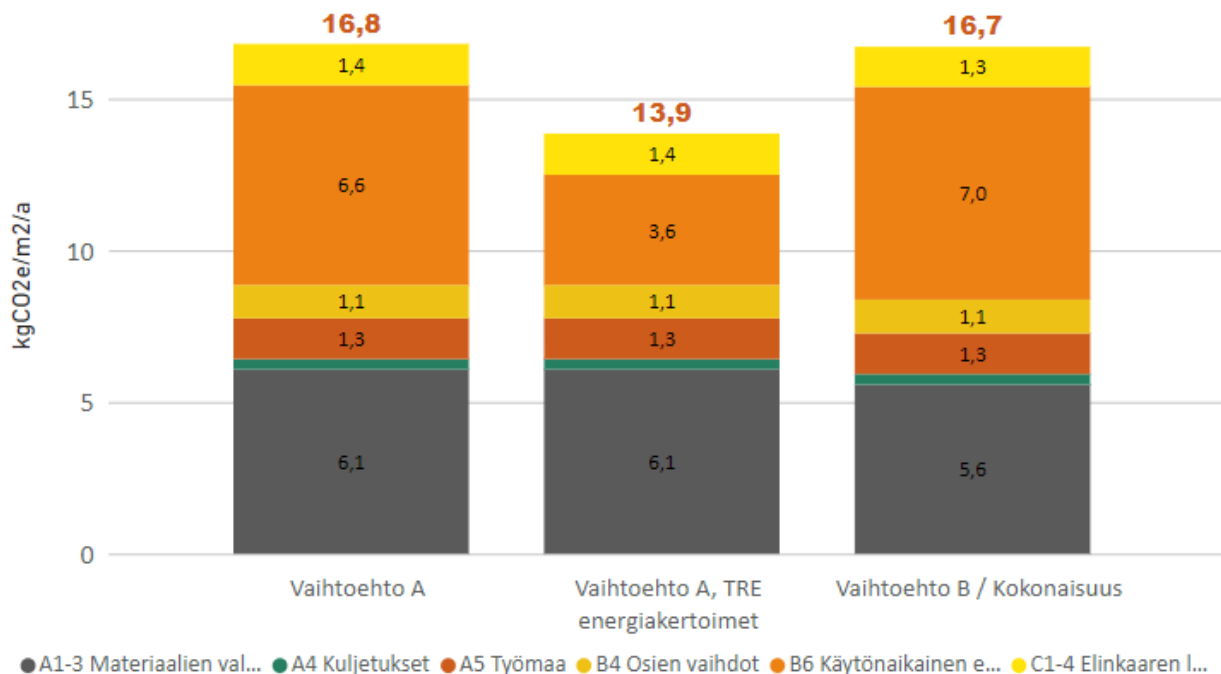
- Työn tavoitteena oli arvioida rakennuksen elinkaaren ilmastovaikutukset Ympäristöministeriön arviointimenetelmän mukaisesti. Työssä annettiin suosituksia päästöjä vähentävistä ratkaisuista. **Raportissa esitetään tarkemmat tulokset uudisrakennusvaihtoehdon osalta (Vaihtoehto A).**
- Arvioinnin perusteella elinkaaren hiilijalanjälki 50 vuoden tarkastelujaksolla perustasossa on noin **16,8 kg CO₂e/m²/a eli 13 570 tCO₂e**. **Merkittävimmät elinkaaren vaiheet päästöjen näkökulmasta ovat materiaalien valmistus ja rakennuksen käytönaikainen energiankulutus.**
- Työssä tarkasteltiin myös vaihtoehto B:n päästöjä, jossa mukana uudisrakentamisen lisäksi on perusparannusta sekä olemassa olevan rakennuksen purkua. Molemmat laskennat on toteutettu alustavien suunnitelmien tiedoilla ja pohjapiirustusten alatietoja hyödyntäen. Tämä on huomioitava laskentatulosten tarkkuudessa ja käytettävyydessä.



Kuva 1. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tulos elinkaaren vaiheittain

Vaihtoehtoiset laskennat

Laskennassa huomioitu suunnitteluratkaisut A ja B sekä laskettu suunnitteluratkaisun A tulokset Tampereen energiapäästökertoimilla.



Kuva 2. Molempien vaihtoehtojen päästöt rakennusten elinkaarenvaiheista.

- Rakennuksen toteutukselle on kaksi vaihtoehtoa, myös vaihtoehdon B hiilijalanjälki laskettiin. Molemmat vaihtoehdot ovat betonirunkorakenteisia.
 - Vaihtoehto B sisältää uudisrakentamista, purkaa sekä perusparannusta rakennuksen eri osille.
- Perustietoja vaihtoehdoista:
 1. **Vaihtoehto A:** 16 920 brm²
 2. **Vaihtoehto B:** 15 000 brm², uudisrakennus, 2 900 brm², perusparannus
- Molemmissa suunnitteluratkaisuissa on käytetty vähähiilisiä ontelolaattoja väli – sekä yläpohjissa.
- Päästöjen pienentämiseksi muitakin vähähiilisiä materiaaleja voidaan hyödyntää rakennuksessa.
 - Vihreä betoni mahdollisissa rakenteissa
 - Puurankarunkoiset kevyet väliseinät
 - Julkisivumateriaali
- Usein peruskorjauksella materiaalipäästöt ovat huomattavasti pienemmät, mutta energian päästöt suuremmat verrattuna uudisrakentamiseen.

Arviointimenetelmä ja lähtötiedot



1. Laskentamenetelmä

- Arviointi suoritettiin ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisuuden kansallisen arviointimenetelmän asetusluonnosversion (2022) mukaisesti.
- Laskennassa huomioitiin rakennuksen **elinkaaren vaiheet** asetusluonnoksen ja EN 15978 standardin mukaisesti. Arviointimenetelmä sisältää laskennat seuraaville:
 - **Elinkaaren hiilijalanjälki:** Rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät kasvihuone-kaasupäästöt CO₂- ekvivalentteina
 - **Hiilikädenjälki:** Ilmastohyödyt, joita ei olisi syntynyt ilman rakennushanketta
- Arvioinnissa huomioitiin **rakennuksen hiilijalanjälki** ja **rakennuspaikan hiilijalanjälki** kuvan rajauksen mukaisesti
- Arviointimenetelmän mukaisesti arviointijakson pituutena käytetään asetusluonnoksen mukaisesti 50 vuotta.
- Tuloksena saadaan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki ja kädenjälki lämmitettyä nettoalaa ja arviointijakson pituutta kohden eli kgCO₂e/n-m²/vuosi. Rakennuspaikan tulokset esitetään samoin lämmitettyä nettoalaa ja vuotta kohden.

27.9.2024

Arvioitavat rakennusosat

RAKENNUKSEN
HIILIJALANJÄLKI
kgCO₂e/n-m²/a

Kantava runko
Täydentävät osat
Talotekniikan pääosat

↓
PÄÄSTÖRAJAT



RAKENNUSPAIKAN
HIILIJALANJÄLKI
kgCO₂e/n-m²/a *

Alueen rakenteet
Perustukset
Lämmittämättömät maanalaiset tilat ja niiden rakenteet

* Yhteismitallinen rakennuksen arvioinnin kanssa
Lähde: Ympäristöministeriö 2022

Arvioitavat elinkaaren vaiheet



TUOTEVAIHE

A1 Raaka-aineen hankinta
A2 Kuljetus valmistukseen
A3 Tuotteiden valmistus



RAKENTAMINEN

A4 Kuljetukset työmaalle
A5 Rakentaminen



KÄYTTÖVAIHE

B4 Osien vaihdot
B6 Energian käyttö



ELINKAAREN LOPPU

C1 Purkutyöt
C2 Kuljetukset käsittelyyn
C3 Jätteenkäsittely
C4 Loppusijoitus



HIILIKÄDENJÄLKI

D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys
D2 Energiahyödyntäminen
D3 Ulos viety uusiutuva energia
D4 Eloperäinen ja tekninen hiilivarasto
D5 Karbonatisoituminen
D6 Istutettu puusto

Arvioinnissa on oletettu, että eloperäiset materiaalit ovat kestävästi hoidetusta metsästä.

2. Rakennuksen perustiedot

Arvioinnissa on opetusrakennus.

Taulukko 1. Kohdetiedot

| RAKENNUSKOHTTEEN TIEDOT | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Osoite | Kaukajärvi | |
| Rakennustyyppi | Opetusrakennus | |
| RAKENNUKSEN TEKNISET TIEDOT | | |
| Suunnitteluratkaisu | VAIHTOEHTO A | VAIHTOEHTO B |
| Lämmitetty nettoala n. | 15 228 m ² | 16 110 m ² |
| Bruttopinta-ala | 16 920 m ² | 17 900 m ² |
| Kerrostien lukumäärä | 3 | 3 |
| Pääasiallinen runkomateriaali | Teräsbetoni | Teräsbetoni |
| Energiatohokkuusluokka ja -luku | Tavoite, 90 kWh/(m ² ,a) | Tavoite, 90 kWh/(m ² ,a) |

27.9.2024



3. Laskennan lähtötiedot

Laskennassa huomioidut rakennusosat

| RAKENNUSOSA / TOIMINTO | ARVIOITAVAT RAKENNUSOSAT/TOIMINNOT (T=laskennassa käytetty taulukkoarvoa, YM 2022) | HUOMIOITU LASKENNASSA | HUOMIOITA LASKENNASTA JA RAJAUKSISTA |
|------------------------|--|-----------------------|---|
| TONTTI | Maatyöt | – | <ul style="list-style-type: none">Maatyöt ja pihan päällysteet jätetty tässä laskennan vaiheessa huomioimatta.Tuennat ja vahvistukset laskettu laskentaohjelman oletusten mukaisesti.Alueen varusteiden ja tontilla sijaitsevien ulkopuolisten rakenteiden vaikutukset arvioitu vähäiseksi, rajattu laskennan ulkopuolelle. |
| | Tuennat ja vahvistukset | ✓ | |
| | Päällysteet | ✓ | |
| | Alueen varusteet | – | |
| | Ulkopuoliset rakenteet tontilla | – | |
| KANTAVAT RAKENTEET | Perustukset | ✓ | <ul style="list-style-type: none">Huomioitu laskentahetkellä saatavilla olevien rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmien mukaisesti. Laskennassa hyödynnetty myös laskentaohjelman oletuksia esim. perusteille ja kevyille rakenteille. |
| | Alapohjat | ✓ | |
| | Runkorakenteet | ✓ | |
| | Julkisivut, ovet ja ikkunat | ✓ | |
| | Ulkotasot | ✓ | |
| | Kattorakenteet | ✓ | |
| TÄYDENTÄVÄT RAKENTEET | Väliseinät | ✓ | <ul style="list-style-type: none">Väliseinät ja –ovat laskettu saatavilla olevan tiedon ja aiempien laskentojen oletusten avulla.Pintarakenteet oletettu käyttökohteen tyypillisiksi materiaaleiksi. |
| | Väliovet ja erityisovet | ✓ | |
| | Portaat | ✓ | |
| | Pintarakenteet (lattiat, sisäkatto ja seinät) | ✓ | |
| | Vakiokiintokalusteet | ✓ | |
| | Hormit ja tulisijat | – | |
| | Tilaelementit | – | |
| TALOTEKNIikka | Lämmitysjärjestelmät (T) | ✓ | <ul style="list-style-type: none">Talotekniikan laskennassa käytetty CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvoja. |
| | Vesi- ja viemärijärjestelmät (T) | ✓ | |
| | Ilmastointijärjestelmät (T) | ✓ | |
| | Jäähdytysjärjestelmät (T) | ✓ | |
| | Sprinklerit (T) | – | |
| | Sähköjärjestelmät (T) | ✓ | |
| Hissit | ✓ | | |

3. Laskennan rajausta ja lähtötiedot

Laskentarajaukset ja oletukset elinkaaren vaiheittain

A4 KULJETUKSET TYÖMAALLE:

Kuljetukset tehtaalta työmaalle (A4) sekä kuljetuskalustot arvioitiin CO2data.fi-päästötietokannan mukaisilla oletusarvoilla.

A5 TYÖMAAN TOIMINNOT:

Uudisrakennuksen työmaatoiminnot arvioitiin CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvolla.

B4 OSIEN VAIHDOT:

Rakennusosien vaihdot elinkaaren aikana on huomioitu CO2data.fi-päästötietokannan oletusvaihtoväleillä.

C1-4 ELINKAAREN LOPPU:

Hiilijalanjälki elinkaaren lopussa on arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan ja One Click LCA laskentaohjelman oletustietojen avulla.

Purkutyömaan toimintojen (C1) arviointi: CO2data.fi-päästötietokannan neliöperustainen vakiooletusarvo purkutyömaan toiminnoille.

MODUULI D HIILIKÄDENJÄLKI:

Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset muodostuvat niistä ilmastohyödyistä, joita ei voida kohdistaa muihin elinkaaren vaiheisiin A-C.

Materiaalien elinkaaren lopun skenaariot perustuivat One Click LCA Levels -työkalun oletuksiin ja CO2data.fi-päästötietokantaan.

3. Laskennan lähtötiedot

Energian hiilijalanjälki ja päästökertoimien kehittyminen

B6 Käytönajan energiankulutus

Ympäristöministeriön arviointimenetelmän mukaisesti käytönajan energiankulutuksina käytetään laskennallisia ostoenergiankulutuksia. Sähkön ja kaukolämmön ominaispäästökertoimena CO2data.fi-päästötietokannan mukaisia päästökertoimia, jotka ottavat huomioon tulevaisuuden energiamuotojen ja päästöjen kehityksen vuosina 2026-2075. Energiankulutustiedot perustuvat alustavaan e-lukuarvioon.

| ENERGIAMUOTO | E-LUKU kWh/(m ² ,a) | KULUTUS kWh/a, vaihtoehto A | KULUTUS kWh/a, vaihtoehto B | OMINAISPÄÄSTÖKERROIN kg CO2e/kWh |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| VERKKOSÄHKÖ | 90 | 605 000 | 644 000 | 0,050 |
| KAUKOLÄMPÖ | | 1 277 000 | 1 429 000 | 0,060 |



Arvioinnin tulokset

Kuvissa esitetyt tulokset sisältävät arviointimenetelmän mukaisesti rakennuksen arvioinnin ilman rakennuspaikkaa vaihtoehdolle A.



4. Elinkaaren hiilijalanjälki, vaihtoehto A

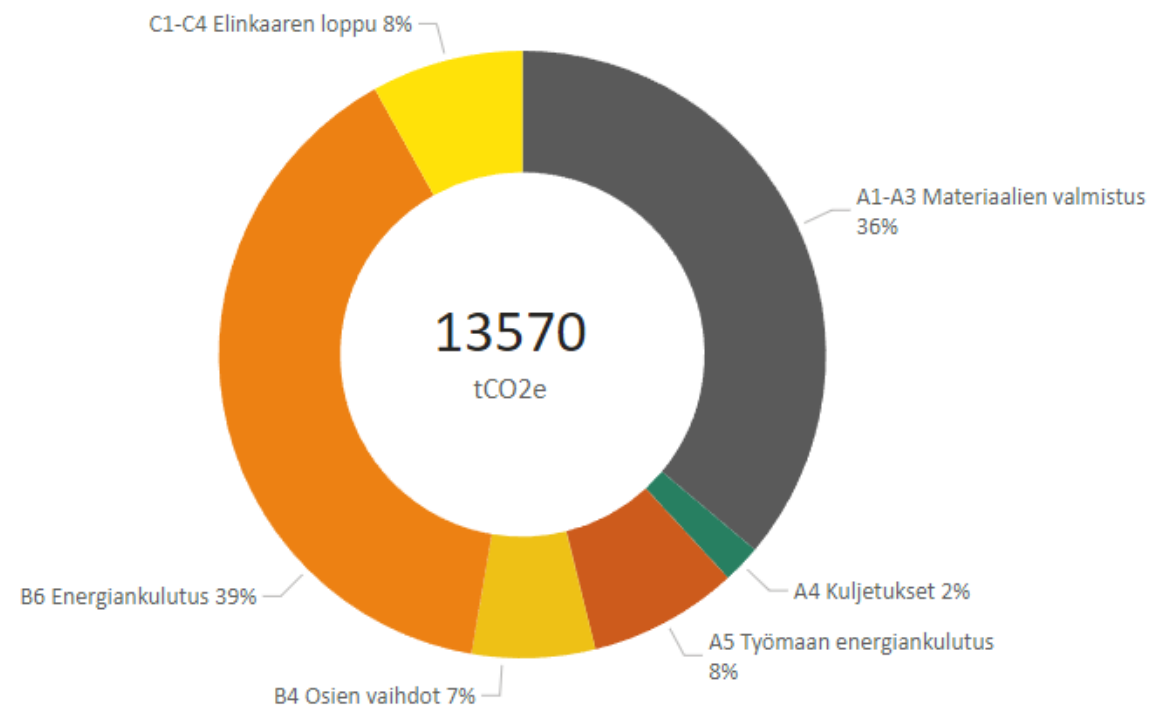
- Arviointijakson pituutena käytettiin YM arviointimenetelmän mukaisesti 50 vuotta, jolloin **rakennuksen elinkaaren kokonaishiilijalanjälki on 16,8 kg CO₂e/m²/a**
- Suurimmat päästöt muodostuvat rakennustuotteiden ja -materiaalien valmistuksesta (A1-3) (36 %) ja rakennuksen käyttövaiheen aikana energiankulutuksesta (B6) (39%).
- Osien vaihdot elinkaaren aikana aiheuttavat arvioinnin mukaan noin 7 % päästöistä.
- Materiaalien kuljetuksista sekä rakennustyömaan toiminnoista aiheutuu noin 10 % päästöistä.
- Elinkaaren lopun vaikutus on noin 5 % kokonaispäästöistä.

Rakennuksen
hiilijalanjälki

16,8
kg CO₂e/m²/a



Elinkaaren vaiheet

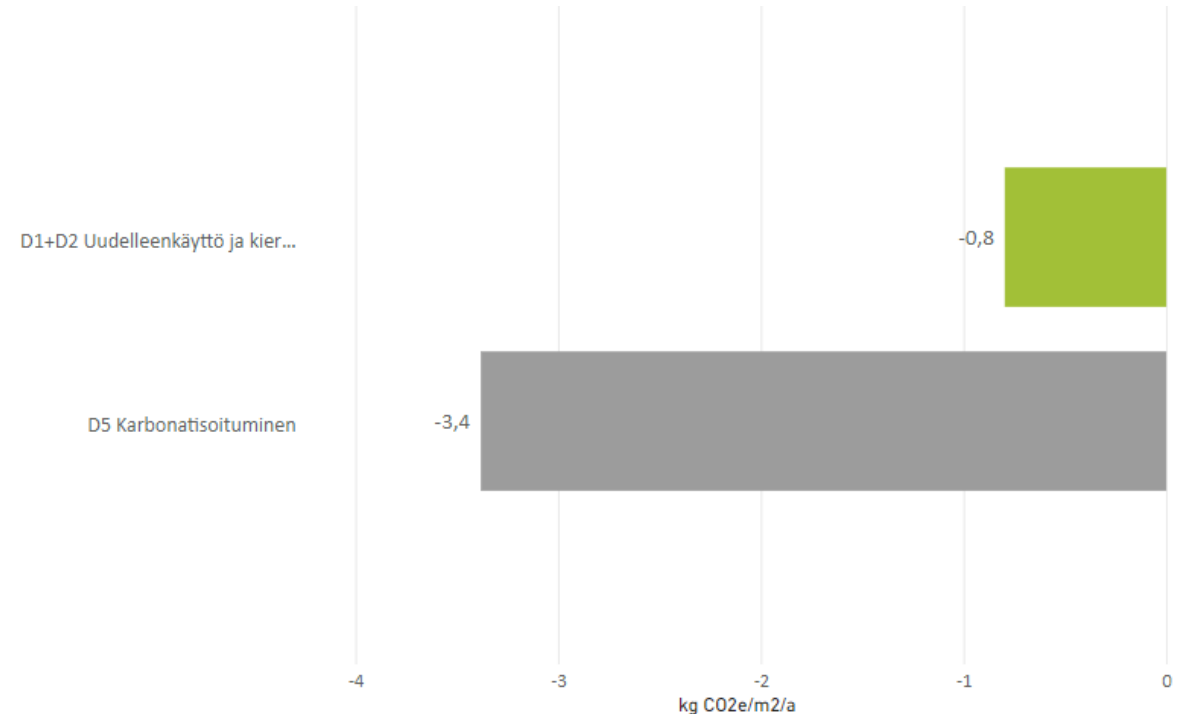


Kuva 3. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan tulos elinkaaren vaiheittain

4. Hiilikädenjälki

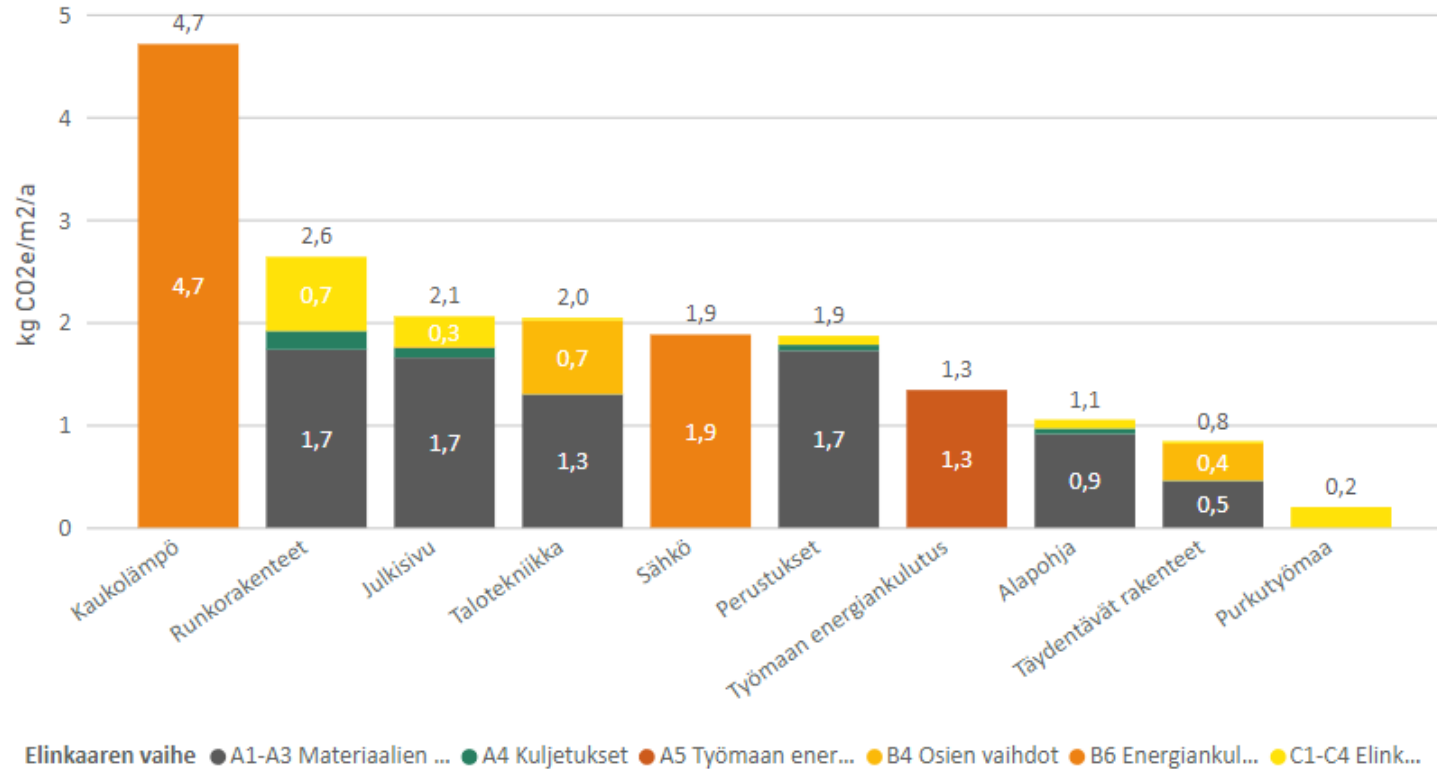
Oheinen kuvaaja esittää tulokset rakennuksen elinkaaren hiilikädenjäljestä, eli positiivista ilmastovaikutuksista, joita ei syntyisi ilman rakennusta. Tulos ei sisällä rakennuspaikan arviointia. Hiilikädenjälki jakautuu seuraaviin osatekijöihin:

- **D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys** = Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt elinkaaren ulkopuolella
- **D2 Energiahyödyntäminen** = Materiaalien hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai energiana käytön jälkeen (sis. tässä D1-moduuliin)
- **D3 Ulosviety uusiutuva energia** = Rakennuksessa tai sen tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia (Ei muodostu tässä kohteessa)
- **D4 Eloperäinen ja tekninen hiilivarasto** = Pitkäikäisten rakennustuotteiden sisältämä eloperäinen tai tekninen hiilivarasto. (Ei muodostu tässä kohteessa)
- **D5 Karbonatisoituminen** = Sementtipohjaisiin tuotteisiin karbonisoitumisen kautta sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi rakennuksen käytön ajan jälkeen.



Kuva 3. Rakennuksen hiilikädenjälkilaskennan tulos ja jakautuminen (Moduuli D)

4. Tulokset pääryhmittäin



Kuva 5. Elinkaaren hiilijalanjälkitulokset esitettynä pääryhmien mukaisesti

Kuvassa on huomioitu hiilijalanjäljen muodostuminen elinkaaren vaiheittain. Tuloksia tarkastellessa on huomioitava:

- Merkittävimpiä päästöjen aiheuttajia kohteessa on kaukolämpö sekä runkorakenteet.
- Julkisivut-luokka sisältää julkisivulasituksen, ikkunat, julkisivun lamellit ja ulkoseinärakenteen.
- Täydentäviin rakenteisiin kuuluvat kevyet rakenteet, kuten väliseinät ja tilanjako-osat

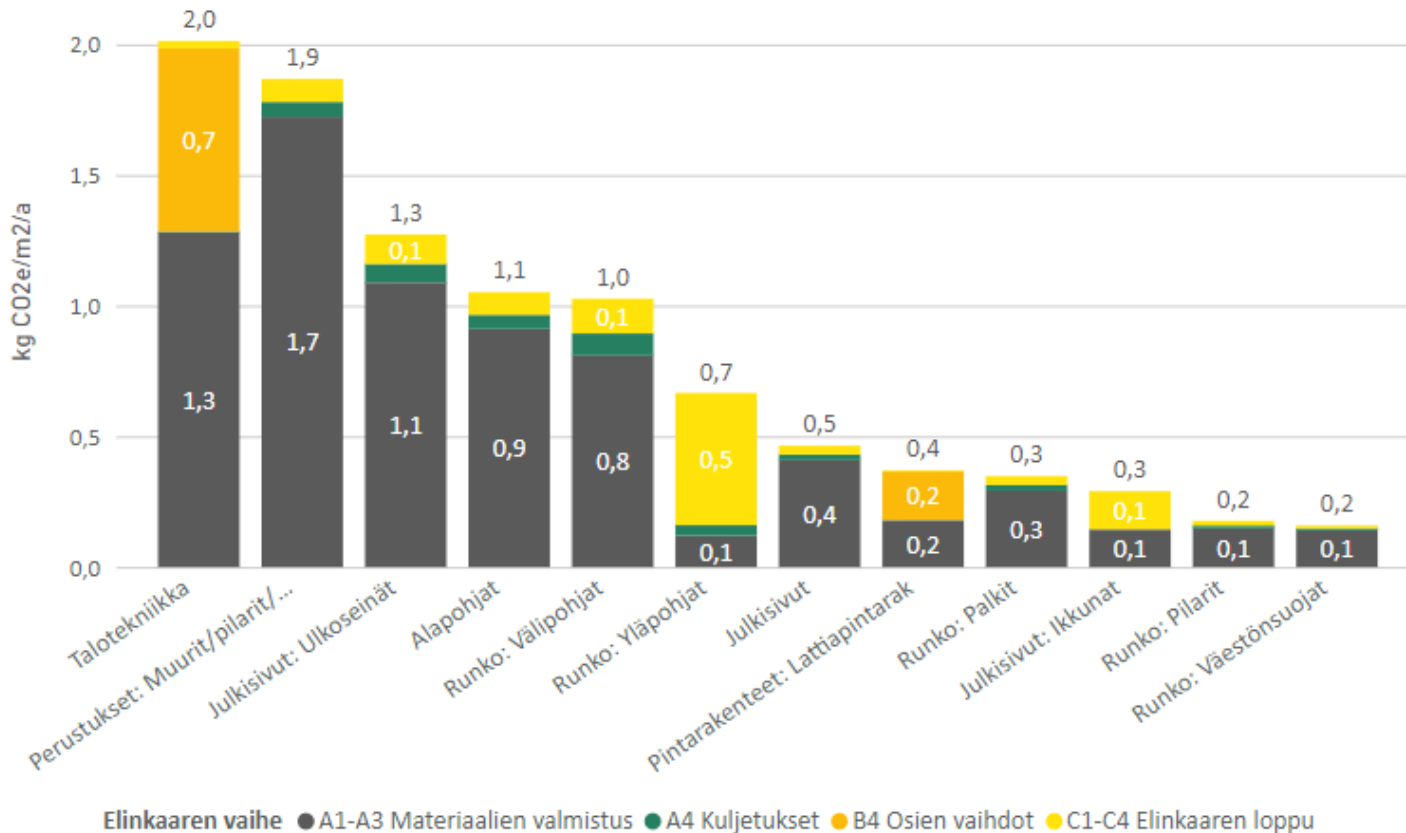
Huom.

Talotekniikka: päästöt sisältävät sekä valmistuksen että osien vaihtojen päästöt.
Työmaan energiankulutus: CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvo rakennustyömaan toiminnoille.

Eloperäinen hiilivarasto: Kuvassa on huomioitu eloperäisen hiilen sitoutuminen elinkaaren alussa ja vapautuminen elinkaaren lopussa.

*Rakentamisen päästötietokanta
CO2data.fi, Suomen Ympäristökeskus

4. Rakennusosien hiilijalanjälki



Kuva 6. Elinkaaren hiilijalanjälki tulokset rakennusosanimikkeittäin

Ohessa on esitetty 12 eniten hiilijalanjälkeen vaikuttavaa rakennusosanimikettä. Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida erityisesti:

- Talotekniikkaosilla on merkittävä vaikutus materiaalisidonnaisiin päästöihin.
- Toiseksi suurin vaikutus on arvioinnin mukaan perustuksilla.
- Betonia sisältävät rakenneosat ovat päästöjen aiheuttajina merkittävimpiä

Huom.

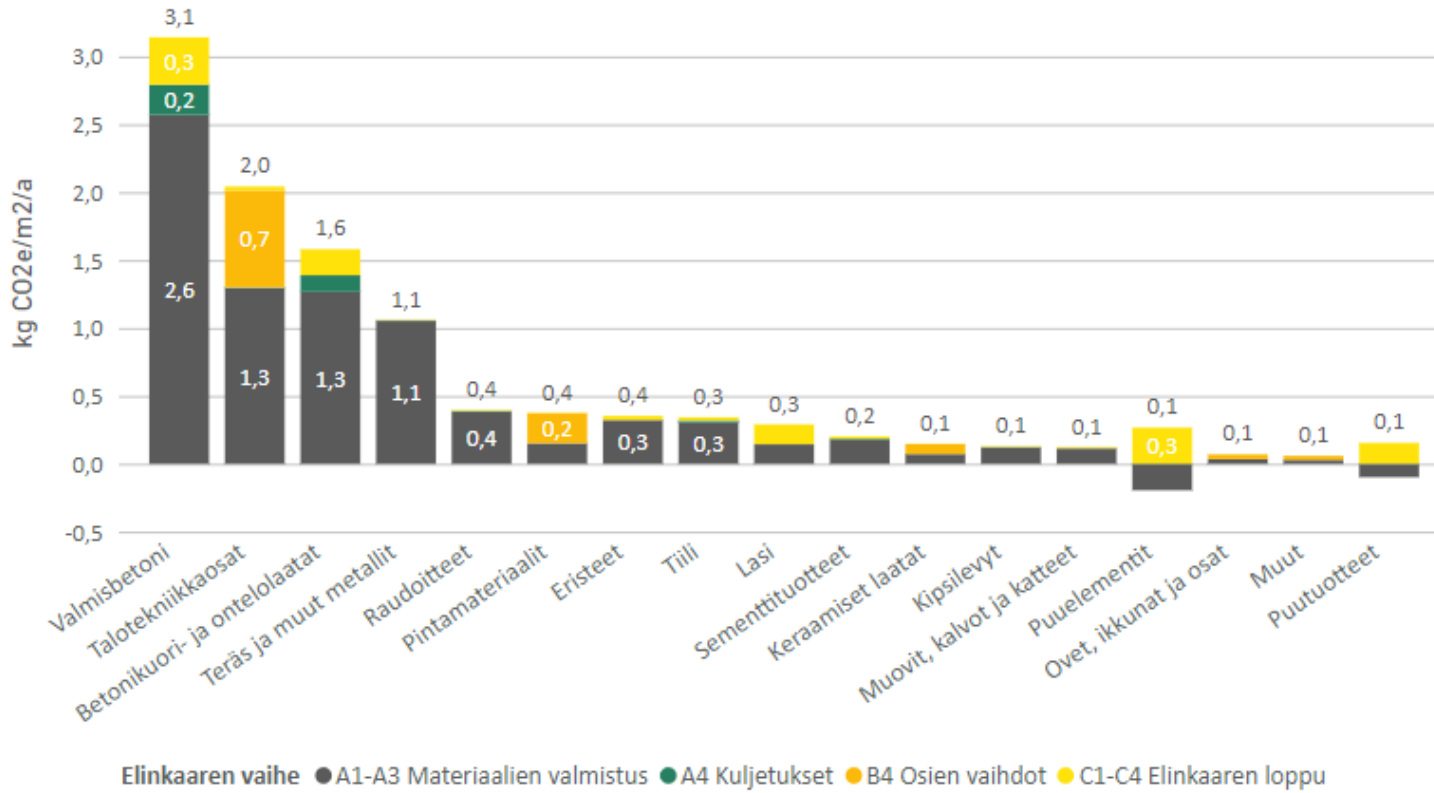
Talotekniikka: hiilijalanjälki on laskettu CO2data.fi-päästötietokannan* oletusarvolla.

Eloperäinen hiilivarasto: Kuvassa on huomioitu eloperäisen hiilen sitoutuminen elinkaaren alussa ja vapautuminen elinkaaren lopussa.

*Rakentamisen päästötietokanta
CO2data.fi, Suomen Ympäristökeskus



4. Materiaalien hiilijalanjälki



Ohessa on kuvattu merkittävimmin hiilijalanjälkeen vaikuttavat rakennusmateriaalit. Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida erityisesti:

- Betonirakenteiden betoni on yksi hiili-intensiivisimmistä materiaaleista. Ontelolaattarakenteet on laskettu erikseen aiheuttaen kolmanneksi suurimman päästövaikutuksen.
- Talotekniikkaosat ovat toiseksi suurin päästöjen aiheuttaja.

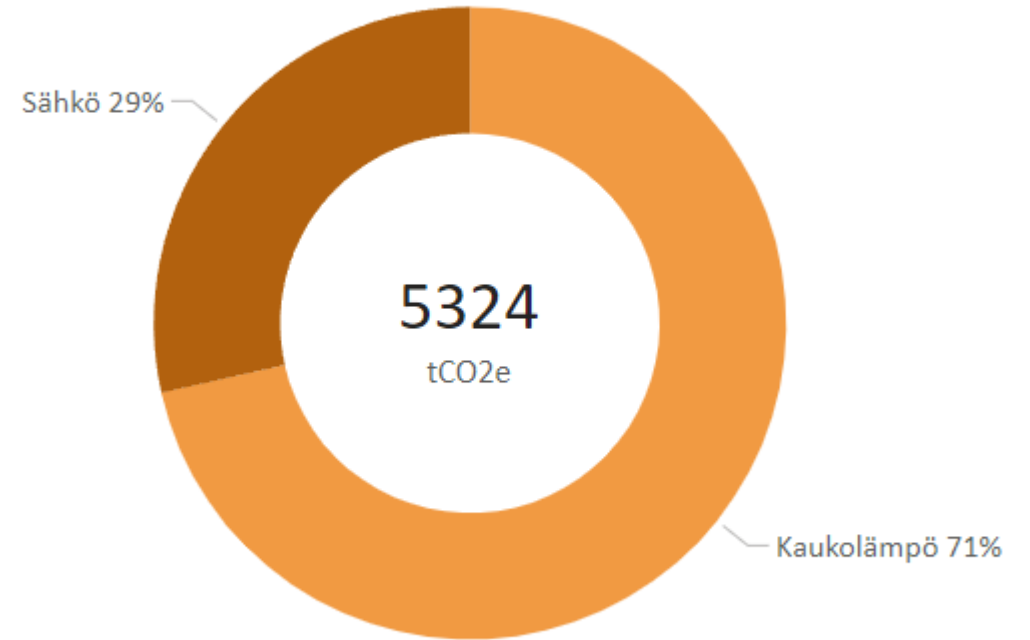
Huom.
Talotekniikka: hiilijalanjälki on laskettu CO2data.fi-päästötietokannan* oletusarvolla.
Eloperäinen hiilivarasto: Kuvassa on huomioitu eloperäisen hiilen sitoutuminen elinkaaren alussa ja vapautuminen elinkaaren lopussa.

*Rakentamisen päästötietokanta CO2data.fi, Suomen Ympäristökeskus

Kuva 7. Elinkaaren hiilijalanjälki rakennusmateriaaleittain

4. Energiankäytön hiilijalanjälki, YM

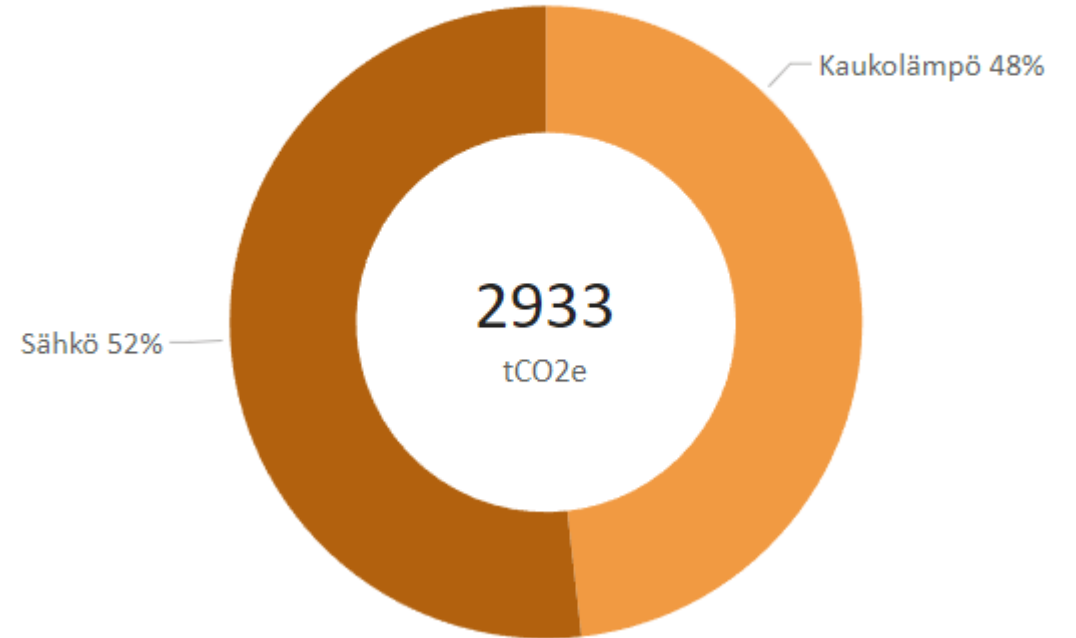
- Yhteensä energiankäytön päästöt ovat **5324 tCO₂e**, mikä tarkoittaa **6,6 kg CO₂e/m²/a**.
- Energiankäytön päästöt ovat 32 % koko elinkaaren hiilijalanjäljestä
- Energian päästöt on laskettu YM arviointimenetelmän asetusluonnoksen mukaan huomioiden tulevaisuuden päästövähennemän. Keskimääräiset ominaispäästökertoimet 50 vuoden (2026-75) arviointijaksolla:
 - Sähkö: 0,050 kg CO₂e /kWh
 - Kaukolämpö: 0,060 kg CO₂e /kWh



Kuva 8. Käytönajan energian hiilijalanjälki energiamuodoittain

4. Energiankäytön hiilijalanjälki, TRE

- Yhteensä energiankäytön päästöt ovat **2933 tCO₂e**, mikä tarkoittaa **3,6 kg CO₂e/m²/a**.
- Energiankäytön päästöt ovat 26 % koko elinkaaren hiilijalanjäljestä
- Energian päästöt on laskettu Tampereen Sähkölaitoksen paikallisia kertoimia käyttäen. Keskimääräiset ominaispäästökertoimet 50 vuoden (2026-75) arviointijaksolla:
 - Sähkö: 0,050 kg CO₂e /kWh
 - Kaukolämpö: 0,022 kg CO₂e /kWh



Kuva 8. Käytönajan energian hiilijalanjälki energiamuodoittain

4. Arvioinnin tulokset

Rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ympäristöministeriön arviointimenetelmän (Asetusluonnosversio 2022) mukaisesti.

RAKENNUKSEN HIILIJALANJÄLKI

- Kantava runko
- Täydentävät osat
- Talotekniikan pääosat

RAKENNUSPAIKAN HIILIJALANJÄLKI

- Alueen rakenteet ja perustukset



Rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

| Vaihe | kg CO2e/m2/a | tCO2e |
|--|--------------|--------------|
| A1-A5 Ennen käyttöä | 7,75 | 6260 |
| B4, B6 Käytön aikana | 7,69 | 6214 |
| C1-C4 Käytön jälkeen | 1,36 | 1096 |
| Hiilijalanjäljen loppusumma A+B+C | 16,80 | 13570 |

| Vaihe | kg CO2e/m2/a | tCO2e |
|--|--------------|-------|
| D1+D2 Uudelleenkäyttö ja kierrätys, energiahyödyntäminen | -0,80 | -644 |
| D5 Karbonatisoituminen | -3,38 | -2732 |

Rakennuspaikan hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

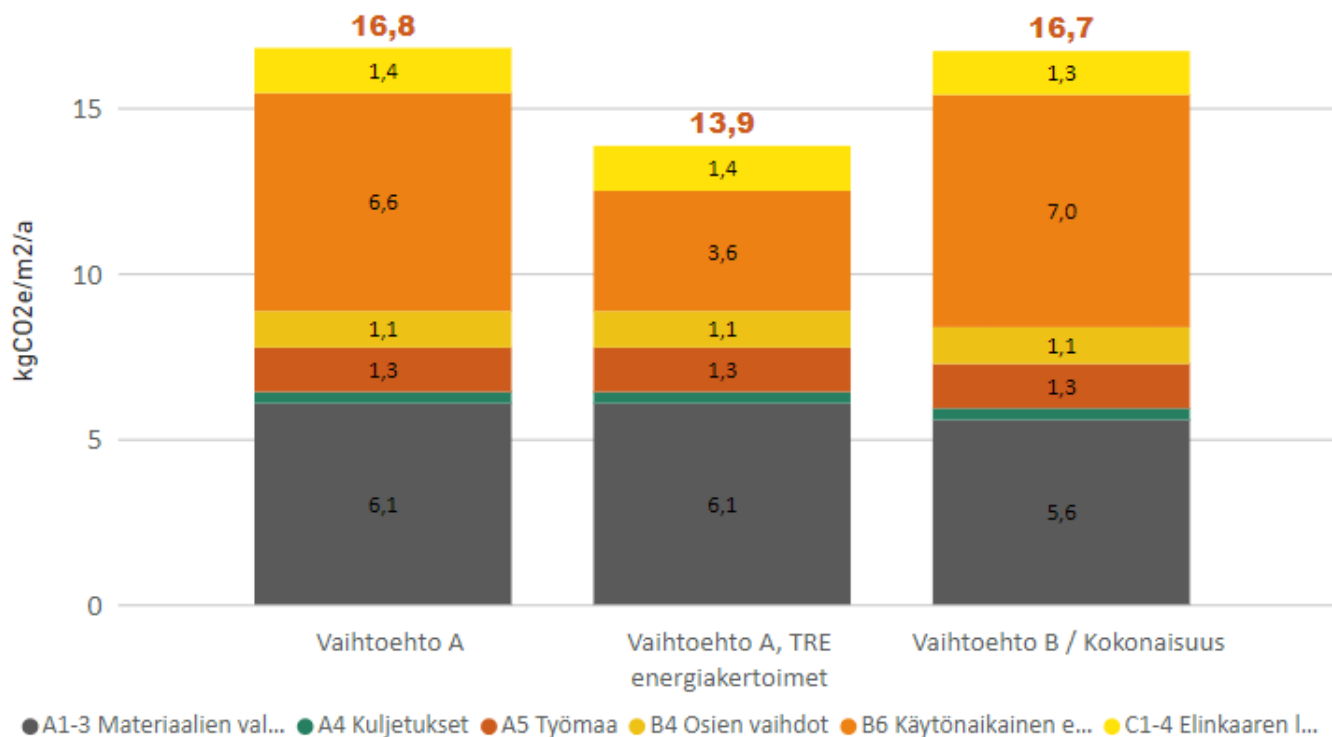
| Vaihe | kg CO2e /m2/a | tCO2e |
|--|---------------|-------------|
| A1-A5 Ennen käyttöä | 1,78 | 1438 |
| C1-C4 Käytön jälkeen | 0,09 | 71 |
| Hiilijalanjäljen loppusumma A+B+C | 1,87 | 1509 |

| Vaihe | kg CO2e /m2/a | tCO2e |
|--|---------------|-------|
| D1+D2 Uudelleenkäyttö ja kierrätys, energiahyödyntäminen | -0,13 | -103 |

Vaihtoehtoiset laskennat

5. Yhteenveto elinkaari päästöistä

Kohteen rakennusskenaariot A ja B.



Kuva 8. Rakennuksen lähtötaso (suunnitteluratkaisu) ja tarkastellut vähähiiliset skenaariot

27.9.2024

Vaihtoehto A:

Nykyinen suunnitteluratkaisu ennen päästövähennystoimenpiteitä ja YM menetelmän mukaisesti määritettynä **16,8 kg CO₂e/m²/a**

- Materiaalien valmistus aiheuttaa vaihtoehdossa A noin 9 % suuremmat päästöt.

Vaihtoehto A, TRE energiakertoimet:

Nykyinen suunnitteluratkaisu ennen päästövähennystoimenpiteitä ja Tampereen energiapäästökertoimia käyttäen **13,9 kg CO₂e/m²/a**

Vaihtoehto B:

Nykyinen suunnitteluratkaisu ennen päästövähennystoimenpiteitä ja YM menetelmän mukaisesti määritettynä **16,7 kg CO₂e/m²/a**

Vaihtoehtoon A verrattuna päästöt ovat -0,1 kg CO₂e/m²/a pienemmät, eli 0,6 %.

- Perusparannukseen liittyvästä purusta syntyy vaihtoehdossa B päästöjä 0,48 kg CO₂e/m²/a. Nämä lukeutuvat kuitenkin rakennuspaikan päästöille, eivätkä siten vaikuta rakennuksen päästöihin
- Energian osalta vaihtoehdon B päästöt ovat noin 6 % suuremmat.
- Molemmissa suunnitteluratkaisuissa on käytetty vähähiilisiä ontelolaattoja väli- sekä yläpohjissa.



Granolund

Yhteystiedot

Iida Alander

lida.alander@granlund.fi

+358 40 5270 862

Natalia Pennanen

natalia.pennanen@granlund.fi

+358 40 5578 720



Liite 1. Arvioinnin tekninen tausta

1. Arvioinnin perustiedot

Arvioinnin perustiedot

| | |
|---|---|
| Laskentamenetelmä | Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden kansallisen arviointimenetelmän asetusluonnosversio (2022) |
| Arvioinnin laatija ja koulutus | Iida Alander (Ympäristötekniikan DI) |
| Arviointijakson pituus | 50 vuotta |
| Laskennan ajankohta, suunnitteluvaihe | 9/2024, tarveselvitysvaihe |
| Yleiset huomiot rajouksista | Talotekniikka on arvioitu keskimääräisellä arvolla ja rakennusosakohtaiset rajaukset avattu seuraavilla sivuilla. |
| Laskennan kohdat, joissa käytetty taulukkoarvoja | Esitetty liitteen kappaleessa 3. |
| Laskennan kohdat, joissa tehty hankekohtainen arviointi | Esitetty liitteen kappaleessa 3. |
| Käytetyt laskentaohjelmat | One Click LCA |
| Tietojen luotettavuutta koskevat huomiot | Laskelmat perustuvat laskentahetkellä käytössä olleisiin suunnitelmiin. |

2. Lähtötiedot ja laskennan rajaukset

Hiilijalanjälki ennen käyttöä A1-A5

A1-A3 Tuotevaihe = rakennustuotteiden raaka-aineiden hankinnasta, niiden kuljetuksista ja valmistuksesta aiheutuvat päästöt sekä eloperäisen hiilen sitoutuminen ilmasta kestävästi hoidetusta metsästä hankittuihin eloperäisiin materiaaleihin

A4 Kuljetukset työmaalle = rakennustuotteiden kuljetuksista valmistuspaikalta rakennustyömaalle

A5 Työmaan toiminnot = Työmaan energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt

- Rakennustuotteiden ja materiaalien hiilijalanjäljen arvioinnissa käytetyt materiaalien laajuus-, määrä- ja tuotetiedot perustuivat alustavaan suunnitteluaineistoon.
- Rakennustuotteiden ja materiaalien hiilijalanjäljen laskennassa hyödynnetyt päästötiedot perustuvat pääosin tyypilliseen tietoon Suomen olosuhteissa, jonka määrittämisessä on hyödynnetty 1.3.2021 koekäyttöön julkaistua Suomen Ympäristökeskuksen rakentamisen päästötietokantaa (CO2data.fi-päästötietokanta). Kansallinen päästötietokanta liittyy vähähiilisen rakentamisen säädösohjauksen kehitykseen. Ilmastaselvityksen laadinnassa tullaan tulevaisuudessa hyödyntämään kansallista päästötietokantaa, joka sisältää geneeristä, Suomen markkinaa edustavaa päästötietoa rakennustuotteille, rakentamisen toiminnoille, energialle ja käyttöikäoletuksille. Rakennustuotteiden ja –materiaalien päästöarvoihin on lisätty +20 % konservatiivisuuskerroin. Geneeristä, konservatiivista tietoa on tarkoitus hyödyntää silloin, kun tuotekohtaista EPD-tietoa ei ole saatavilla.
- CO2data.fi-päästötietokannan lisäksi hankkeen laskennassa on hyödynnetty standardin EN 15804 mukaisten ympäristöselosteiden päästöarvoja suunnitelmassa määritetyille tuotteelle tai arviointia varten toimitettujen lisätietojen perusteella. Koska menetelmän mukaisia standardiversion EN 15804 + A2 mukaan toteutettuja ympäristöselosteita on saatavilla vielä hyvin rajallisesti, arvioinnissa on hyväksytty myös EN 15804 + A1 mukaiset selosteet, joiden on oletettu antavan riittävän hyvä kuva päästöistä, kun on oletettu, että eloperäiset tuotteet ovat kestävästi tuotetusta metsästä eikä maankäytön muutokseen liittyviä päästöjä synny. Ympäristöselosteiden tietoja on tarvittaessa täydennetty eloperäisen hiilen määrällä tuotteissa laskentaohjelmiston oletusten mukaisesti.
- Rakennusmateriaalien hukan määrittämiseen hyödynnettiin CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvoja materiaalien hukkaprosenteille. Hukkamateriaalien valmistuksen hiilijalanjälki on sisällytetty arviointiin moduulissa A1-A3. Hukkamateriaalien käsittelyä työmaalla ei ole sisällytetty arviointiin.
- Kuljetukset tehtaalta työmaalle (A4) arvioitiin CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvolla 27 kg CO₂e /m²
- Työmaan aikainen energiankulutus (A5) määritettiin CO2data.fi-päästötietokannan oletusarvolla uudisrakennukselle.
 - Toimisto: 78 kg CO₂e /m²
 - Asuintalo: 46 kg CO₂e /m²
 - Opetusrakennukset: 60 kg CO₂e /m²

3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidut rakennusosat ja huomiot laskennasta – Tontti

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset | |
|----------|-------------|--|---|
| Tontti | 1110 | Maatyöt (RP) | Ei huomioitu laskennassa |
| | 1121 | Tuennat ja vahv.:Paalut (RP) | Arvioitu 10 m paalut One Click LCA-laskentaohjelman Carbon Designerin-työkalun avulla (työkalu arvioi rakennusosan määrät referenssitietoon pohjautuen) |
| | 1122 | Tuennat ja vahv.:Pysyvät (RP) | Huomioitu laskentaohjelman arvioiden perusteella |
| | 1123 | Tuennat ja vahv.:Vahvistukset (RP) | Huomioitu laskentaohjelman arvioiden perusteella |
| | 1130 | Tontin päällysteet (RP) | Ei huomioitu laskennassa |
| | 1140 | Alueen varusteet (RP) | Ei erityisiä alueen varusteita |
| | 1150 | Ulkopuoliset rakennukset tontilla (RP) | Ei huomioitu laskennassa |

RP = lasketaan rakennuspaikan hiilijalanjälkeen

3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidut rakennusosat ja huomioidut laskennasta – Runko ja vaippa

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset |
|-----------------|-------------|---|
| Runko ja vaippa | 1211 | Perustukset: Anturat (RP) Arvioitu laskentaohjelman oletusten avulla |
| | 1212 | Perustukset: Muurit/pilarit/palkit (RP) Arvioitu laskentaohjelman oletusten avulla |
| | 1220 | Alapohjat Arvioitu pohjapiirustuksen pinta-alasta |
| | 1231 | Runko: Väestönsuoja Arvioitu laskentaohjelman oletusten avulla |
| | 1232 | Runko: Kantavat seinät Arvioitu pohjapiirustuksen tiedoista, oletettu tiloja jakavat seinät kantaviksi. |
| | 1233 | Runko: Pilarit Arvioitu laskentaohjelman oletusten avulla |
| | 1234 | Runko: Palkit Arvioitu laskentaohjelman oletusten avulla |

RP = lasketaan rakennuspaikan hiilijalanjälkeen

3. Hiilijalanjätkilaskennassa huomioitavat rakennusosat ja huomioidut laskennasta – Runko ja vaippa

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset | |
|-----------------|-------------|--------------------------|--|
| Runko ja vaippa | 1235 | Runko: Välipohjat | Arvioitu pohjapiirustusten ja alustavien rakennetyyppien tiedoista |
| | 1236 | Runko: Yläpohjat | Arvioitu pohjapiirustusten ja alustavien rakennetyyppien tiedoista |
| | 1237 | Runko: Runkoportaat | Arvioitu pohjapiirustusten tiedoista |
| | 1241 | Julkisivut: Ulkoseinät | Arvioitu pohjapiirustusten ja alustavien rakennetyyppien tiedoista |
| | 1242 | Julkisivut: Ikkunat | Oletettu 20 % ulkoseinien pinta-alasta olevan ikkunaa |
| | 1243 | Julkisivut: Ulko-ovet | Arvioitu laskentaoletusten mukaisesti |
| | 1250 | Ulkotasot | Ei huomioitu laskennassa |
| | 1260 | Vesikatot | Arvioitu pohjapiirustusten ja alustavien rakennetyyppien tiedoista |

3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidut rakennusosat ja huomiot laskennasta – Kevyet rakenteet

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset | |
|------------------|-------------|---------------------------------|---|
| Kevyet rakenteet | 1311 | Väliseinät: Väliseinät | Väliseinät arvioitu aiempien kohteiden tietojen perusteella |
| | 1312 | Väliseinät: Lasiväliseinät | Ei lasiväliseiniä |
| | 1315 | Väliseinät: Väliovet | Arvioitu aiempien kohteiden tietojen perusteella |
| | 1316 | Väliseinät: Erityisovet | Ei erityisovia |
| | 1317 | Väliseinät: Tilaportaat | Ei erityisiä tilaportaita |
| | 1321 | Pintarakenteet: Lattiapintarak. | Arvioitu tyypillisimpinä kohteen materiaaleina |
| | 1323 | Pintarakenteet: Sisäkattorak. | Arvioitu tyypillisimpinä kohteen materiaaleina |
| | 1325 | Pintarakenteet: Seinäpintarak. | Arvioitu tyypillisimpinä kohteen materiaaleina |

3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidut rakennusosat ja huomiot laskennasta – Kevyet rakenteet

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset |
|------------------|-------------|--|
| Kevyet rakenteet | 1330 | Tilavarusteet Kiintokalusteet huomioitu pohjapiirustukseen perustuvan arvioinnin pohjalta |
| | 1340 | Hornit ja tulisijat Ei erityisiä hormoneja ja tulisijoja |
| | 1351 | Tilaelementit: Kylpyhuone Ei tilaelementtejä |
| | 1353 | Tilaelementit: Sauna Ei tilaelementtejä |
| | 1354 | Tilaelementit: Talotekniikka Ei tilaelementtejä |
| | 1355 | Tilaelementit: Hormi Ei tilaelementtejä |

3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomioidut rakennusosat ja huomiot laskennasta – Talotekniikka

| Pääryhmä | Rakennusosa | Lähtötiedot ja rajaukset | |
|------------------|-------------|-------------------------------------|---|
| Kevyet rakenteet | 2110 | Lämmitysjärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | 2120 | Vesi- ja viemärijärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | 2130 | Ilmastointijärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | 2140 | Jäähdytysjärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | 2150 | Palontorjuntajärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | 2511 | Hissit | Huomioitu pohjapiirustuksen mukaisesti |
| | S212 | Sähköntuotantojärj. ja -laitteistot | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | S220 | Sähkönpääjakelu | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | S230 | Sähköistys | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |
| | S250 | Valaistusjärjestelmät | Arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan neliöpohjaisella oletusarvolla. Arvioinnissa käytetty operusrakennuksen oletusarvoa |

Taulukko. Yleisimpien rakennusosien ja –tuotteiden CO2data.fi-päästötietokannan käyttöikäoletukset.

| Rakennusosa | Käyttöikä | Rajoitetun käyttöiän rakennustyypit |
|---|--|--|
| Tontin ja liikennealueiden päällysteet | Normaali käyttöikä: 50 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 25 vuotta | Kaupalliset rakennukset |
| Kantavat rakenteet | Normaali käyttöikä: 50 vuotta | - |
| Ulko-ovet ja ikkunat | Normaali käyttöikä: 50 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 30 vuotta (ulko-ovet) | Koulu-, päiväkotij- ja kaupalliset rakennukset |
| Vesikate | Normaali käyttöikä: 30 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 20 vuotta | Rannikkoalueet ja suuren lumikuorman alueet |
| Kevyet väliseinät, lasiväliseinät, väliovet | Normaali käyttöikä: 50 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 30 vuotta | Koulu-, päiväkotirakennukset, toimisto- ja majoitusrakennukset |
| Lattiapinnat | Normaali käyttöikä: 20 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 30 vuotta | Kaikki muut paitsi asuinrakennukset |
| Seinäpinnat | Normaali käyttöikä: 50 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 30 vuotta | Kaikki muut paitsi asuinrakennukset |
| Alakattopinnat | Normaali käyttöikä: 50 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 30 vuotta | Kaikki muut paitsi asuinrakennukset |
| Kiintokalusteet | Normaali käyttöikä: 30 vuotta Rajoitettu käyttöikä: 20 vuotta | Kaikki muut paitsi asuinrakennukset |
| Talotekniikka, aurinkopaneelit | Normaali käyttöikä: 30 vuotta | Kaupalliset rakennukset |

27.9.2024

4. Lähtötiedot ja laskennan rajaukset

Hiilijalanjälki käytön aikana B4 & B6

B4 Osien vaihdot = Rakennustuotteiden osien vaihdoista ja korjauksista aiheutuvat päästöt

- Rakennusosien vaihdot elinkaaren aikana on huomioitu CO2data.fi-päästötietokannan oletusvaihtoväleillä. Osien vaihdoista syntyvän hukkamateriaalin vaikutus oletettiin merkityksettömäksi ja sitä ei sisällytetty arviontiin.

B6 Käytönajan energiankulutus = Rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta (verkkosähkö, kaukolämpö, lämmityksen polttoaineet) aiheutuvat päästöt. **Kuvattu varsinaisen raportin kappaleessa 3.**

5. Lähtötiedot ja laskennan rajaukset

Hiilijalanjälki käytön jälkeen (C1-C4)

C1-C4 Elinkaaren loppu = Purkutyömaan toiminnoista, jätemateriaalien kuljetuksesta, käsittelystä ja loppusijoituksesta aiheutuvat päästöt sisältäen eloperäisen hiilen vapautumisen elinkaaren lopussa

- Hiilijalanjälki elinkaaren lopussa on arvioitu CO2data.fi-päästötietokannan ja One Click LCA laskentaohjelman oletustietojen avulla.

- Purkutyömaan toimintojen (C1) arviointi: CO2data.fi-päästötietokannan neliöperustainen vakio-oletusarvo purkutyömaan toiminnoille :
 - toimistoille 14 kgCO₂e/m²,
 - asuinkerrostaloille 7 kgCO₂e/m²,
 - opetusrakennuksille 9,8 kgCO₂e/m².

6. Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset

Hiilikädenjälki (moduuli D)

- Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset muodostuvat niistä ilmastohyödyistä, joita ei voida kohdistaa muihin elinkaaren vaiheisiin A-C. Nämä rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset rajataan tarkastelussa erilliseen moduuliin D. Ympäristöministeriön asetusluonnoksen mukaisesti arvioinnissa huomioidaan:
- **D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys** = Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt elinkaaren ulkopuolella
- **D2 Energiahyödyntäminen** = Materiaalien hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai energiana käytön jälkeen
- **D3 Ulosviety uusiutuva energia** = Rakennuksessa tai sen tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia
- **D4 Eloperäinen ja tekninen hiilivarasto** = Pitkäikäisten rakennustuotteiden sisältämä eloperäinen tai tekninen hiili.
- **D5 Karbonatisoituminen** = Sementtipohjaisiin tuotteisiin karbonatisoitumisen kautta rakennustuotteiden elinkaaren lopun jälkeen sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi
- D1-2 muodostuva hiilijalanjälki määritettiin laskentaohjelman Levels-työkalun oletustietojen mukaisesti. CO2data.fi-päästötietokannassa materiaalien elinkaaren jälkeisiä korvausprosesseja ei ole toistaiseksi määritetty.
- D5 Karbonatisoitumisen laskennassa huomioitiin menetelmän mukaisesti karbonatisoituminen, joka tapahtuu rakennuksen elinkaaren jälkeen silloin, kun materiaali on ilman kanssa tekemisissä. Murskeen tyyppilliseksi käyttökohteeksi arvioitiin maarakennus ja tien aluskerrokset, jolloin murske ei ole ilman kanssa tekemisissä. Näin ollen huomioitavaa karbonatisoitumista tapahtuu valmiin murskeen ollessa säilytettävänä ennen käyttöä, kun murske on ohittanut end-of-waste tilan ja sillä on kaupallinen arvo. Karbonatisoituminen laskentaoletukset pohjautuvat Ruduksen Betoroc-murskeen EPD:n arviointimalliin. Säilytysajaksi kentällä arvioitiin 6 kk.

7. Lähteet, laskennan lähtötiedot

| Dokumentti, suunnitelma-asiakirja | Yritys | Päivämäärä |
|---|------------------------|------------|
| 25012557 Kaukajärven koulupäiväkoti ja kirjasto TAS / Viitesuunnitelmat, VE A ja B / Luonnos 3.6.2024 | Sweco | 06/2024 |
| UUDISRAKENNUSTEN ALUSTAVAT RAKENNETYYPI | Tampereen tilapalvelut | 05/2024 |
| TARVESELVITYS, PERUSPARANNUKSEN RAKENTEELLISET TOIMENPITEET – ALUSTAVA 20.5.2024 | Tampereen tilapalvelut | 05/2024 |
| MUOKKAUS kaukajärven koulu päiväkotikirjasto nuoriso_tarveselvitys 2024 | Tampereen kaupunki | 2024 |

7. Lähteet, tuotekohtaiset EPD:t

| Tuote | Valmistaja | Standardi | EPD Numero |
|---|------------|------------------------|--------------------------|
| DPL laminate flooring | EPLF | EN15804+A1 | EPD-EPL-20150021-CBE1-EN |
| PU insulation board with multi-layer facing | PU Europe | EN15804+A1 | EPD-PUE-20130285-CBE-EN |
| Waterproof, protective, flexible coating | Lastogum | EN15804+A1 | EPD-PCI-20150039-IBE1-DE |
| Ontelolaatta, C50, 320 mm, 380 kg/m2 | Parma | EN15804+A1, EN15804+A2 | RTS_116_21 |