

Rakennuksen hiilijalanjälki

24.6.2021

Kohde Nro. 19-21
Sahapiha 4
Lohjan Vuokra-asunnot Oy



LIFE17 IPC/FI/000002
LIFE-IP CANEMURE-FINLAND

CANEMURE-hanke on saanut rahoitusta
Euroopan unionin Life-ohjelmasta.

hiilineutraalisuomi.fi

CANEMURE



ASUNTOMESSUT

LOHJA 2021



Mikä on hiilijalanjälki?

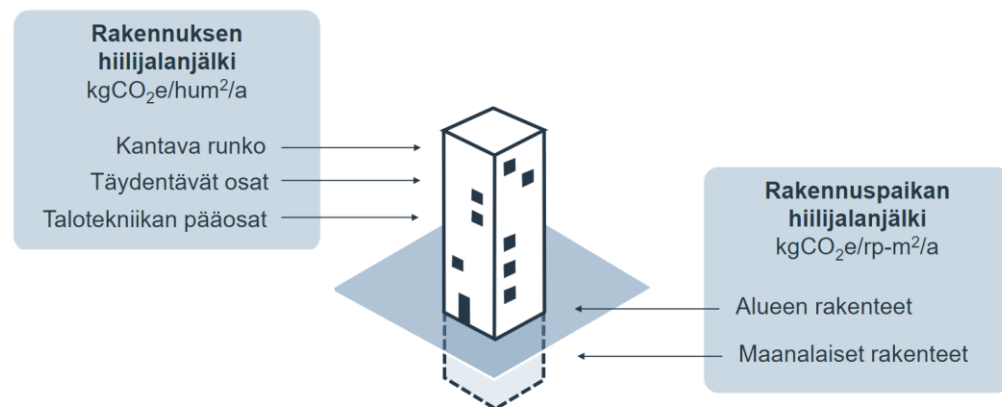
- Hiilijalanjäljen laskennassa huomioidaan rakennuksen koko elinkaaren aikaiset ilmaston lämpenemistä kiihdyttävät ilmastopäästöt.
- Rakennusmateriaalit muodostavat tyypillisesti noin puolet talon hiilijalanjäljestä. Rakentamisvaiheen hiilijalanjälki sisältää rakennusmateriaalien kuljetukset työmaalle, työmaan energiankäytön ja jätteet. Suuren osuuden jalanjäljestä muodostaa energiakulutus rakennuksen käytön aikana. Rakennusta tarvitsee myös huoltaa ja osia uusia. Lopuksi hiilijalanjälkeä syntyy rakennuksen purkamisesta ja purkujätteen loppusijoituksesta tai kierrätyksestä.
- Asuntomessualueella laskettiin rakennuksen lisäksi rakennuspaikalle oma hiilijalanjälki. Siihen sisältyvät rakennuksen perustukset, pihan rakentaminen ja ulkorakennukset.



Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki

- Arviointi suoritettiin Ympäristöministeriön Rakennuksen vähähiilisyyden kansallisen arviointimenetelmän asetusluonnosversion (2021) 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
- Arviointijakson pituutena käytetään asetusluonnoksen mukaisesti 50 vuotta.
- Tuloksena saadaan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki lämmitettyä nettoalaa ja arviointijakson pituutta kohden eli kgCO₂e/n-m²/vuosi. Rakennuspaikan hiilijalanjälki esitetään rakennuspaikan pinta-alaa ja vuotta kohden.

Arvioitavat rakennusosat



Kuva: Ympäristöministeriö 2021

Arvioitavat elinkaaren vaiheet



Arvioinnissa on oletettu, että eloperäiset materiaalit ovat kestävästi hoidetusta metsästä

Rakennuksen perustiedot



Muut kohteen tekniset tiedot ja tiedot arvioinnista on esitetty liitteessä 1.

Rakennuskohteen tiedot	
Osoite	Sahapiha 4, 08100 Lohja
Rakennustyyppi	Asuinkerrostalo
Valmistumisvuosi	2021
Rakennuksen tekniset tiedot	
Pinta-ala	lämmitetty nettoala 2118 m ²
Tontin pinta-ala	4111 m ²
Kerrosten lukumäärä	6
Pääasiallinen runkomateriaali	Teräsbetoni
Energialuokka ja energiatehokkuusluku (E-luku)	Energialuokka B 90 kWh/m ² ,a

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki

Sahapiha 4

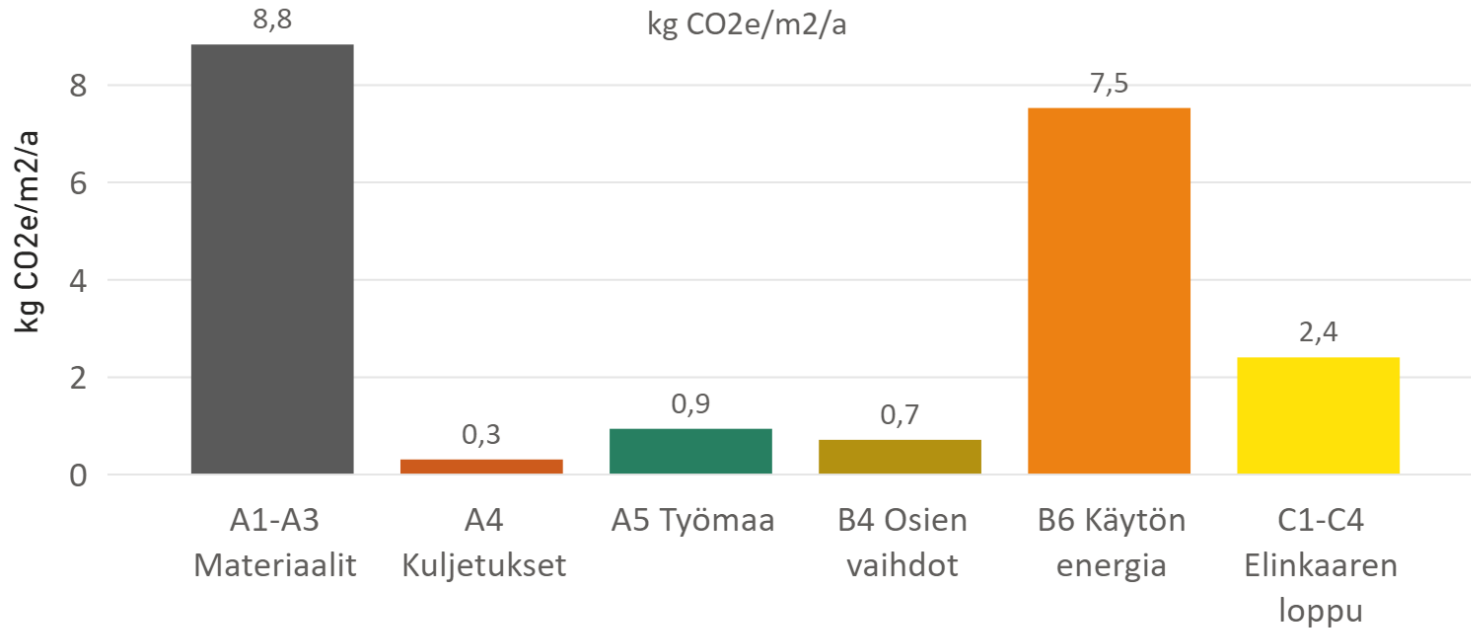
Hiidensalmi päiväkoti ja hoivatilat

Kohde nro 19.-20.

Rakennuksen hiilijalanjälki

21

kg CO₂e/m²/a



Arviointijakson pituus 50 vuotta

Building on Innovation

Rakennuspaikan hiilijalanjälki

7,3

kg CO₂e/rp-m²/a

Rakennuksen elinkaaren
hiilijalanjälki

2523

tonnia CO₂e

=

Tyypillisen suomalaisen
hiilijalanjälki

7

vuodessa asuntoa kohden



16 300 000

kilometrin autoilu



Rakennuksen
hiilijalanjälki

Rakennuspaikan
hiilijalanjälki

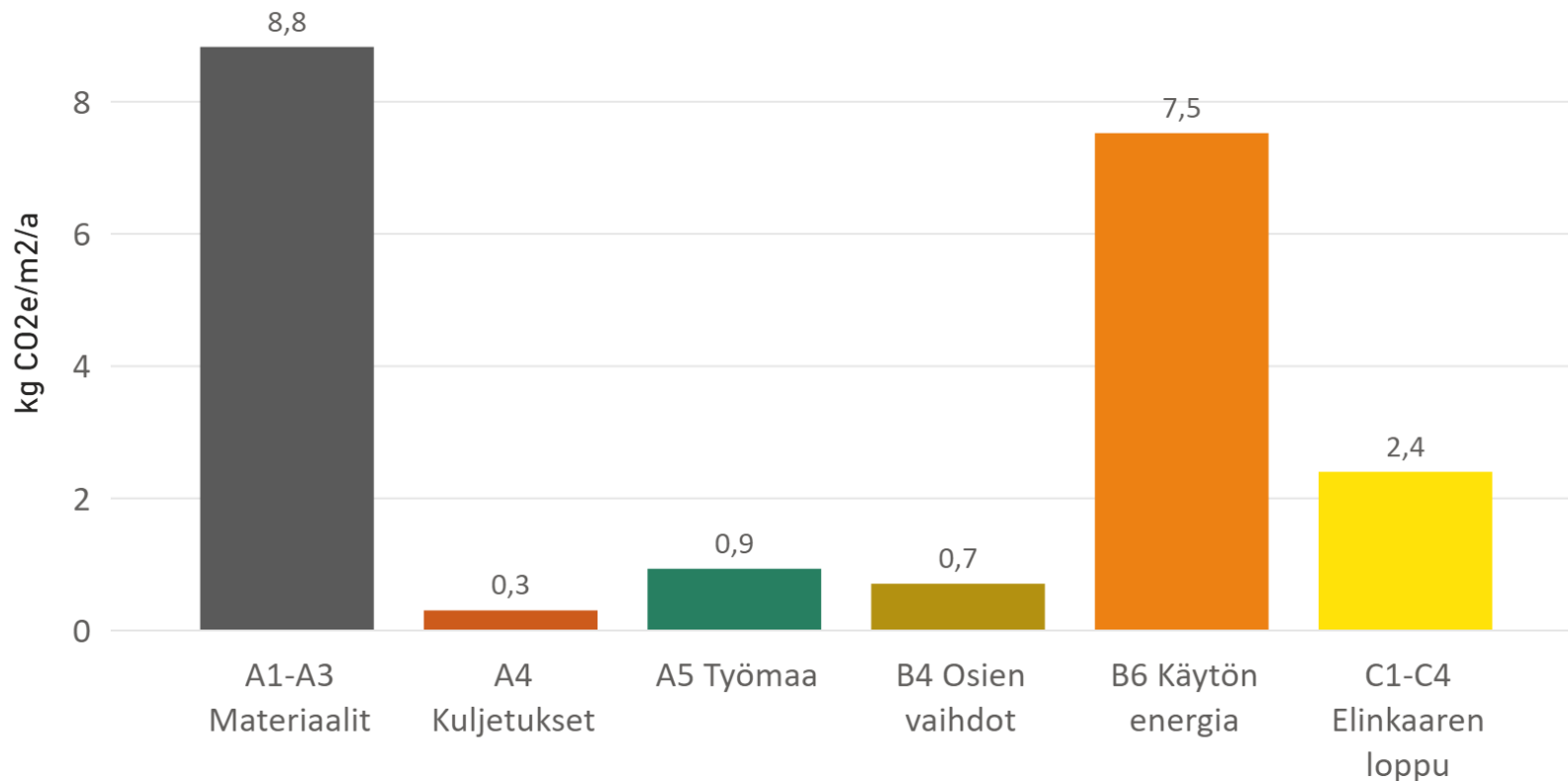
Rakennuksen hiilijalanjälki ympäristöministeriön arviointimenetelmän (MRL lausuntoversio 2021) mukaisesti.

Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen

Rakennuksen
hiilijalanjälki



Elinkaaren vaiheet



Kuvassa on esitetty rakennuksen elinkaaren aikaiset kokonaishiilidioksidiekvivalenttipäästöt elinkaaren vaiheittain.

A1-A3 Tuotevaihe = Rakennustuotteiden raaka-aineiden hankinnasta, kuljetuksista ja valmistuksesta aiheutuvat päästöt sekä eloperäisen hiilen sitoutumisesta aiheutuvat poistumat

A4 Kuljetukset työmaalle = Rakennustuotteiden kuljetuksista valmistuspaikalta rakennustyömaalle aiheutuvat päästöt

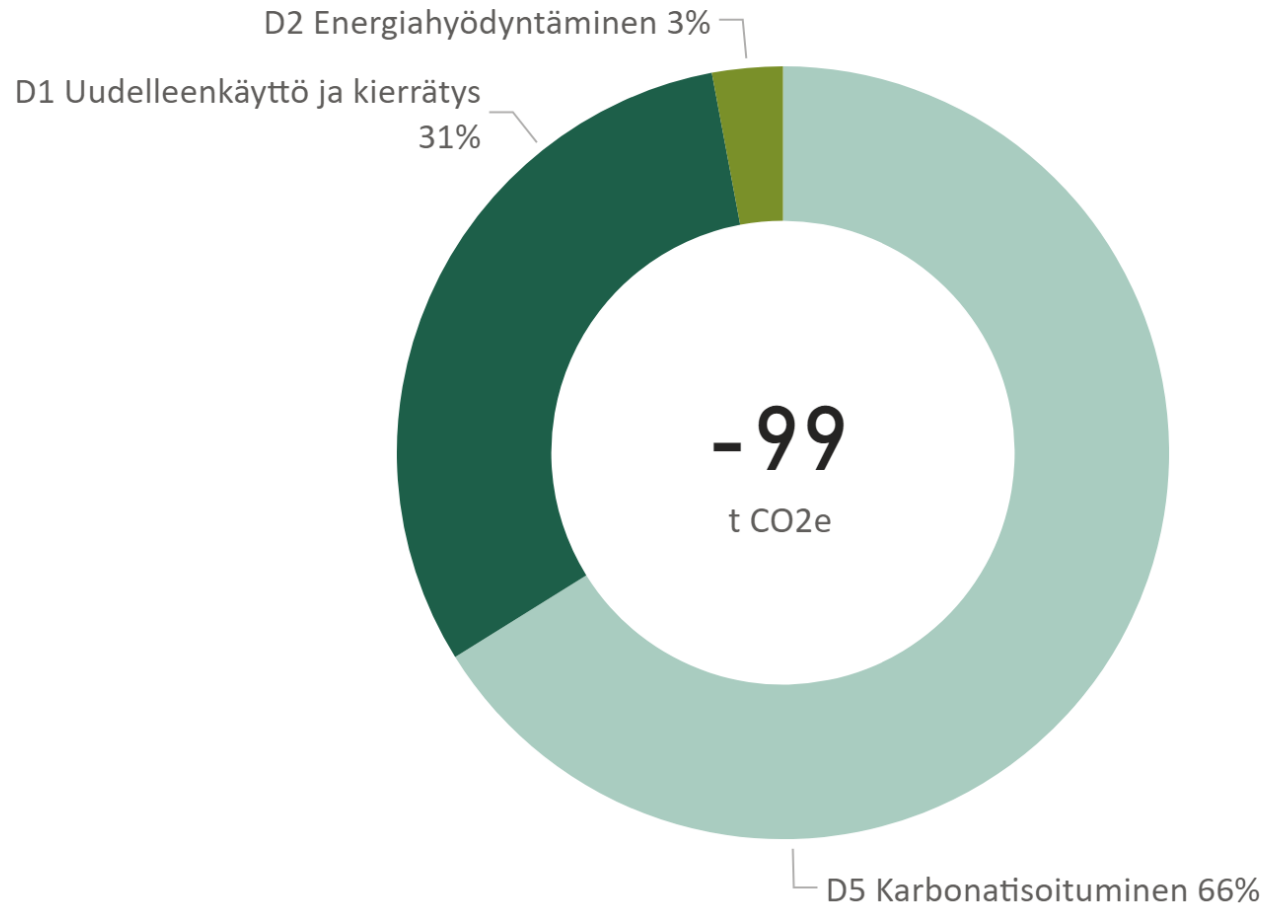
A5 Työmaan toiminnot = Työmaan energiankulutuksesta aiheutuvat päästöt

B4 Osien vaihdot = Rakennustuotteiden osien vaihdoista ja korjauksista aiheutuvat päästöt

B6 Käytönajan energiankulutus = Rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta (verkkosähkö, kaukolämpö, lämmityksen polttoaineet) aiheutuvat päästöt

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

Rakennuksen hiilikädenjälki



Rakennuksen
hiilikädenjälki



Rakennuksen hiilikädenjälki

-1

kg CO₂e/m²/a

Oheinen kuvaaja esittää tulokset rakennuksen elinkaaren hiilikädenjäljestä, eli positiivista ilmastovaikutuksista, joita ei syntyisi ilman rakennusta.

D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys = Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt elinkaaren ulkopuolella

D2 Energiahyödyntäminen = Materiaalien hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai energiana käytön jälkeen

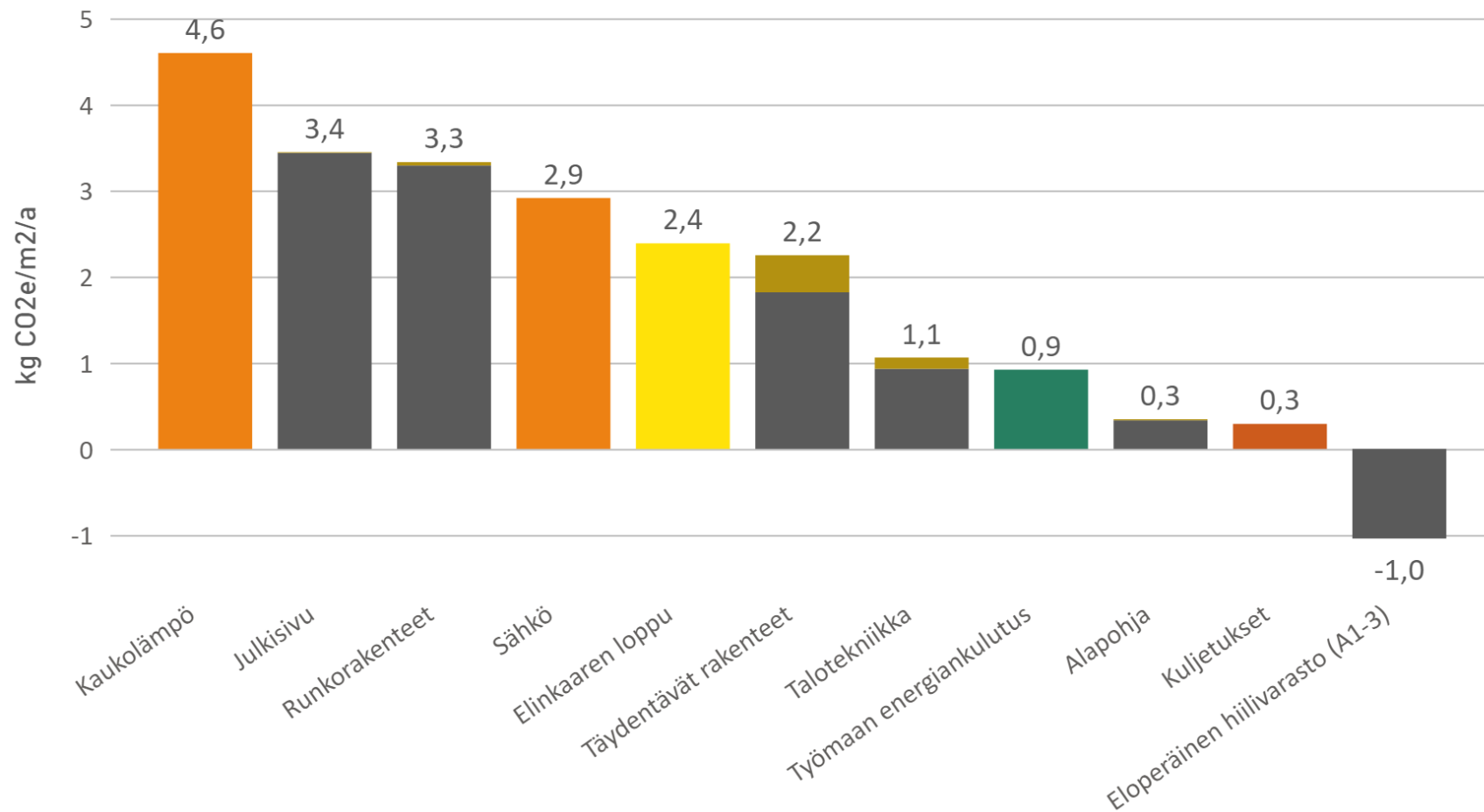
D3 Ulosviety uusiutuva energia = Rakennuksessa tai sen tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia

D4 Eloperäinen ja tekninen hiilivarasto = Pitkäikäisten rakennustuotteiden sisältämä eloperäinen tai tekninen hiilivarasto.

D5 Karbonatisoituminen = Sementtipohjaisiin tuotteisiin karbonatisoitumisen kautta sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi rakennuksen käytön ajan jälkeen

Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen

Rakennuksen pääryhmät



Vaihe ● A1-A3 Materiaalit ● A4 Kuljetukset ● A5 Työmaa ● B4 Osien vaihdot ● B6 Käytön energia ● C1-C4 Elinkaaren loppu

Rakennuksen
hiilijalanjälki



Oheinen kuvaaja esittää tulokset rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttavista pääryhmistä ja rakennusosista. Kuvassa on huomioitu hiilijalanjäljen muodostuminen elinkaaren vaiheittain. Energiamuodon (sähkö, kaukolämpö, polttoaineet) päästö kuvaa käytönaikaisen energiankulutuksen aiheuttamia ilmastopäästöjä.

Huom.

Elinkaaren loppu: Sisältää purkutyömaan toiminnot (SYKE-tietokannan* taulukkoarvo), jätteen kuljetukset sekä käsittelyn ja loppusijoituksen. Sisältää eloperäisen hiilivaraston vapautumisen.

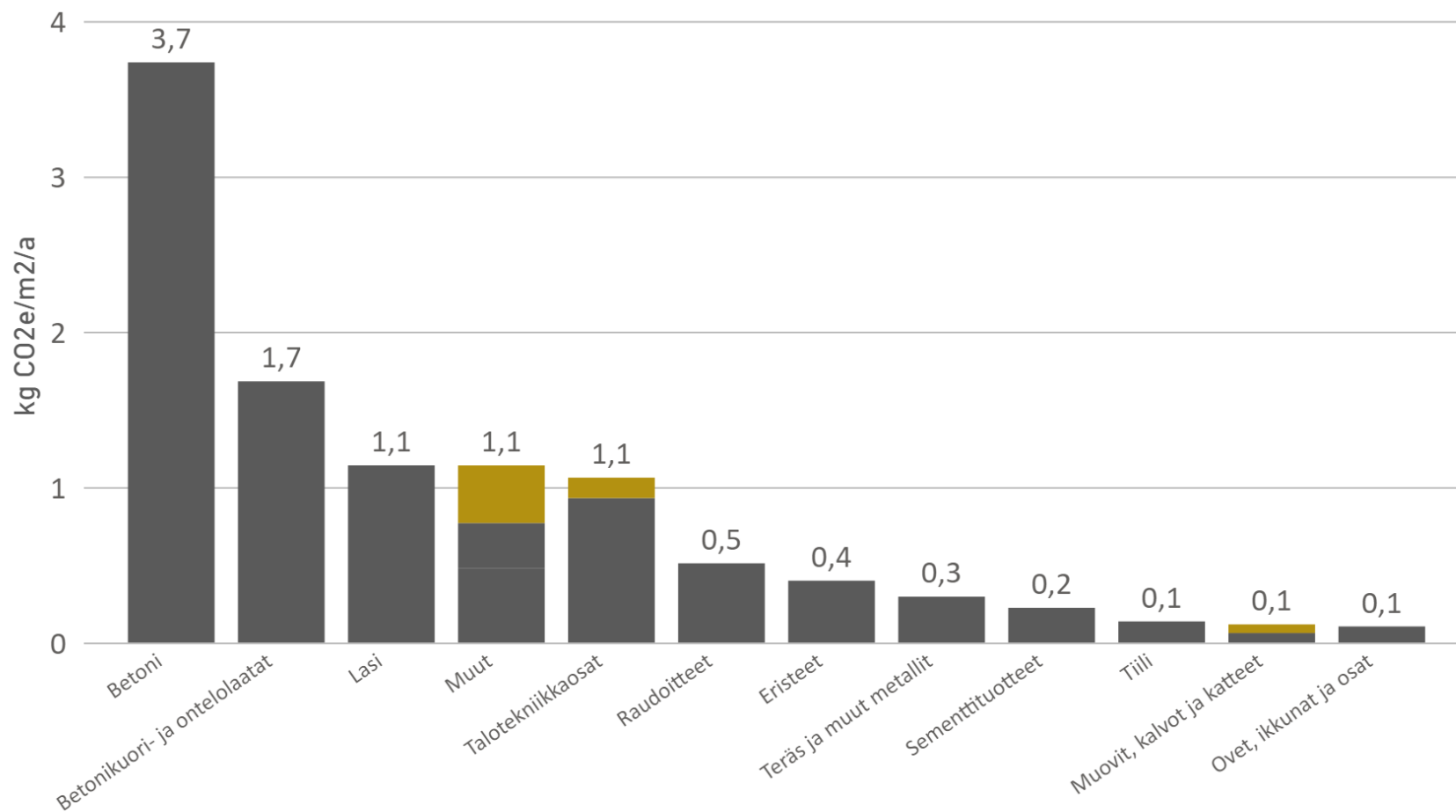
Talotekniikka: päästöt sisältävät sekä valmistuksen että osien vaihtojen päästöt, mutta ne on kohdistettu tuotevaiheeseen, sillä hiilijalanjälki on laskettu SYKE-tietokannan* oletusarvolla, jonka perusteella ei voida erottaa elinkaaren aikaisia vaihtovälejä.

Työmaan energiankulutus: SYKE-tietokannan oletusarvo rakennustyömaan toiminnoille.

Eloperäinen hiilivarasto: Eloperäisiin tuotteisiin materiaalien kasvun aikana sitoutuneen hiilen poistuma ilmasta (oletuksena, että puutavaran alkuperä on kestävästi hoidetusta metsästä)

Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen

Rakennuksen materiaalit



Vaihe ● A1-A3 Materiaalit ● A4 Kuljetukset ● B4 Osien vaihdot

Sahapiha 4

Building on Innovation

Rakennuksen
hiilijalanjälki



Kuvassa on esitetty rakennuksen hiilijalanjälkeen merkittävimmin vaikuttavat rakennusmateriaalit sekä päästöjen muodostuminen elinkaaren aikana. Osien vaihdot kuvaavat rakennustuotteiden uusimisesta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä.

Huom.

Talotekniikka: päästöt sisältävät sekä valmistuksen että osien vaihtojen päästöt, mutta ne on kohdistettu tuotevaiheeseen, sillä hiilijalanjälki on laskettu SYKE - tietokannan* oletusarvolla, jonka perusteella ei voida erotella elinkaaren aikaisia vaihtovälejä.

Eloperäinen hiilivarasto: Kuvassa ei ole esitetty eloperäisen hiilen sitoutumista tuotevaiheessa eikä vapautumista elinkaaren lopussa.

Elinkaaren loppu: Kuvassa ei ole esitetty materiaalien purkamisesta ja jätteenkäsittelystä aiheutuvia päästöjä elinkaaren lopussa.

*Rakentamisen päästötietokanta
CO2data.fi, Suomen Ympäristökeskus



Arvioinnin tulokset

Rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ympäristöministeriön arviointimenetelmän (MRL lausuntoversio 2021) mukaisesti.

Sahapiha 4

Lohjan Vuokra-asunnot Oy

Rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

Elinkaaren vaihe	kg CO2e/m2/a	t CO2e
A Ennen käyttöä	10	1227
B Käytön aikana	8	1004
C Käytön jälkeen	2	292
Hiilijalanjäljen loppusumma A+B+C	21	2523

Vaihe	kg CO2e/m2/a	t CO2e
D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys	0	-31
D2 Energiahyödyntäminen	0	-3
D5 Karbonatisoituminen	-1	-65
Hiilikädenjäljen loppusumma D	-1	-99

Rakennuksen
hiilijalanjälki

Rakennuspaikan
hiilijalanjälki



Rakennuspaikan hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki

Elinkaaren vaihe	kg CO2e/rp-m2/a	t CO2e (tontti)
A Ennen käyttöä	6,2	358
B Käytön aikana	0,0	1
C Käytön jälkeen	1,0	59
Hiilijalanjäljen loppusumma A+B+C	7,3	418

Elinkaaren vaihe	kg CO2e/rp-m2/a	t CO2e (tontti)
D1 uudelleenkäyttö ja kierrätys	-1,3	-75
D2 Energiahyödyntäminen	-0,2	-9
D3 Ulos viety uusiutuva energia	0,0	0
D4 Eloperäinen ja tekninen hiilivarasto	0,0	0
D5 Karbonatisoituminen	-0,2	-12
Hiilikädenjäljen loppusumma D	-1,7	-96



ASUNTOMESSUT

LOHJA 2021



Jenna Kotilehto
projektivastaava (Canemure-hanke)
jenna.kotilehto@lohja.fi
044 369 4488



LIFE17 IPC/FI/000002
LIFE-IP CANEMURE-FINLAND

CANEMURE-hanke on saanut rahoitusta
Euroopan unionin Life-ohjelmasta.

Vähähiilisyyden arviointi, yhteystiedot:

Tytti Bruce-Hyrkäs

Tytti.Bruce-Hyrkas@granlund.fi

Anni Viitala

Anni.Viitala@granlund.fi

Liite: Arvioinnin tekeminen taustaraportti

Hiilijalanjälkilaskennan tekninen taustaraportti

1. Arviointikohteen ja arvioinnin perustiedot

Taulukko 1. Rakennuskohteen tekniset tiedot.

Rakennuskohteen tiedot	
Osoite	Sahapiha 4. 08100 Lohja
Käyttötarkoitusluokka	Asuinkerrostalo
Kiinteistötunnus	444-4-204-2
Lämmitetty nettoala	2448 m ²
Kerroslukumäärä	6
Kellarikerrosten lukumäärä	0
Energialuokka ja Energiatehokkuusluku	Energiatehokkuusluokka (2018): B E-luku: 90
Pääasiallinen runkomateriaali	Betoni
Perustustapa	Tuuletettu AP, anturat ja teräspaalut
Julkisivutyyppe	Tiili
Pysäköintitarkaisu	Autokatos
Rakennuksen suunniteltu käyttöikä	50 vuotta, perustukset 100 vuotta

Taulukko 2. Arvioinnin perustiedot.

Elinkaariarvioinnin perustiedot	
Menetelmä	Rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki ympäristöministeriön arviointimenetelmän (MRL lausuntoversio 2021) mukaisesti.
Arvioinnin laatija ja koulutus	Otto Haapio (Ympäristötekniikan Ins. Amk), Anni Viitala (Ympäristötekniikan DI)
Arviointijakson pituus	50
Laskennan ajankohta, suunnitteluvaihe	Rakennuslupa-aineisto. Arviointi laadittu 5/2021
Yleiset huomiot rajauksista	Kaikki menetelmäohjeen mukaiset elinkaaren vaiheen ja arvioitavat rakennusosat on huomioitu.
Laskennan kohdat, joissa käytetty taulukkoarvoja	Elinkaaren vaiheet A5, C1, talotekniikan materiaali päästöt (SYKE rakentamisen päästötietokannan vakio-oletusarvot)
Laskennan kohdat, joissa tehty hankekohtainen arviointi	A1-3, A4, B4, B6, C2-4, D-moduuli (laskenta kuvattu edellä)
Käytetyt laskentaohjelmat	One Click LCA (A1-3, A4 vaiheet)

Tietojen luotettavuutta koskevat huomiot	Laskelmat perustuvat laskentahetkellä käytössä olleisiin suunnitelmiin. Tietojen ollessa puutteelliset on tehty oletuksia rakennusmateriaaleista tai niiden määrätiedoista.
--	---

2. Lähtötiedot ja laskennan rajaukset

Alla on käsitelty laskennassa käytettyjä lähtötietoja rakennuksen elinkaaren vaiheille.

Hiilijalanjälki ennen käyttöä (A1-5)

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 pääosin rakennuslupa-aineistoon. Taulukossa 3 on esitetty rakennustuotteiden ja -materiaalien hiilijalanjälkilaskennassa huomioitavat rakennusosat.

Taulukko 3. Hiilijalanjälkilaskennassa huomiodut rakennusosat ja huomiot laskennasta (RP = lasketaan rakennuspaikan hiilijalanjälkeen. - = rakennusosia ei ole sisällytetty arvioitiin rakennusosan ollessa kohteelle ei-relevantti tai erittäin vähäinen määrä tai arviointia varten ei ollut tarvittavia lähtötietoja)

Pääryhmä	Rakennusosa		Lähtötieto ja rajaukset
Tontti	1110	Maatyöt (RP)	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1121	Tuennat ja vahv.:Paalut (RP)	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti. Paalujen keskipituudeksi oletettu 3,7 m.
	1122	Tuennat ja vahv.:Pysyvät (RP)	Ei ole huomioitu varhaisen vaiheen laskennassa puuttuvien lähtötietojen vuoksi.
	1123	Tuennat ja vahv.:Vahvistukset (RP)	Ei ole huomioitu varhaisen vaiheen laskennassa puuttuvien lähtötietojen vuoksi.
	1130	Tontin päällysteet (RP)	Huomioitu pihasuunnitelmien mukaisesti
	1140	Alueen varusteet (RP)	Ei ole huomioitu varhaisen vaiheen laskennassa puuttuvien lähtötietojen vuoksi.
	1150	Ulkopuoliset rakennukset tontilla (RP)	Sisällytetty kohteiden autokatos, joka jyvitetty autopaikkojen perusteella
Runko ja vaippa			
	1211	Perustukset: Anturat (RP)	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1212	Perustukset: Muurit/pilarit/palkit (RP)	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1220	Alapohjat	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1231	Runko: Väestönsuoja	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti. Kalusteita ei huomioitu, vaikutus oletettu vähäiseksi.

	1232	Runko: Kantavat seinät	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1233	Runko: Pilarit	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1234	Runko: Palkit	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1235	Runko: Välipohjat	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1236	Runko: Yläpohjat	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1237	Runko: Runkoportaat	Huomioitu rakennesuunnitelmien mukaisesti
	1241	Julkisivut: Ulkoseinät	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1242	Julkisivut: Ikkunat	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1243	Julkisivut: Ulko-ovet	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1250	Ulkotasot	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1260	Vesikatot	Huomioitu rakennesuunnitelmien ja laajuustietojen mukaisesti
Kevyet rakenteet	1311	Väliseinät: Väliseinät	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1312	Väliseinät: Lasiväliseinät	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1315	Väliseinät: Väliovet	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1316	Väliseinät: Erityisovet	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1317	Väliseinät: Tilaportaat	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1321	Pintarakenteet: Lattiapintarak.	Huomioitu pohjakuvien perusteella laskettuina arvioina
	1323	Pintarakenteet: Sisäkattorak.	Huomioitu pohjakuvien perusteella laskettuina arvioina
	1325	Pintarakenteet: Seinäpintarak.	Huomioitu pohjakuvien perusteella laskettuina arvioina
	1330	Tilavarusteet	
	1331	Kiintokalusteet	Olettu samankaltaisiksi Sahapihan 6:n kanssa (keittiöt asunnot A2, A7, A14, A21 ja A28, märkätilat asunnot A3, A9, A16, A23 ja A30). Laskettu keittiöiden ja märkätilojen lukumäärän mukaan.
	1340	Hormit ja tulisijat	Huomioitu ARK IFC:n mukaisesti
	1351	Tilaelementit: Kylpyhuone	-
	1353	Tilaelementit: Sauna	-
	1354	Tilaelementit: Talotekniikan	-
	1355	Tilaelementit: Hormi	-
TATE			
	2110	Lämmitysjärjestelmät	Talotekniikka huomioidaan arvioinnissa SYKE 2021 päästötietokannan mukaisella oletusarvolla asuinkerrostaloille
	2120	Vesi- ja viemärijärjestelmät	
	2130	Ilmastointijärjestelmät	
	2140	Jäähdytysjärjestelmät	
	2150	Palontorjuntajärjestelmät	
	2511	Hissit	
	S212	Sähköntuotantojärj. ja -laitteistot	

	S220	Sähkön pääjakelu	
	S230	Sähköistys	
	S250	Valaistusjärjestelmät	
	S260	Sähkölämmitys	

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. Kansallinen päästötietokanta liittyy MRL:n vähähiilisen rakentamisen säädöshajauksen 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 % konservatiivisuuskertoimen. Geneeristä, konservatiivista tietoa on tarkoitus tulevaisuudessa hyödyntää silloin, kun tuotekohtaista EPD-tietoa ei ole saatavilla.

SYKE tietokannan lisäksi hankkeen laskennassa on hyödynnetty standardin EN 15804 mukaisten ympäristöselosteiden päästöarvoja suunnitelmissa määritetyille tuotteelle ja 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.

Rakennustuotteiden materiaalihukka työmaalla määritettiin SYKE tietokannan tietojen perusteella vaikuttavimmille rakennustuotteille (betoni, teräs, kipsi, eristeet, puumateriaalit). Muiden materiaalien osalta hyödynnettiin One Click LCA -ohjelmiston oletusarvoja materiaalien hukkaprosenteille. Hukkamateriaalien valmistuksen hiilijalanjälki on sisällytetty arviointiin moduulissa A1-A3.

Kuljetukset tehtaalta työmaalle (A4) arvioitiin One Click LCA:n LEVELS laskentatyökalun oletuskuljetuskalustolla. Kuljetusmatkojen arvoiksi valittiin työkalun oletusparametrien mukaiset skenaariot Pohjoismaille. Kuljetuskalustot muutettiin arvioinnissa vastaamaan SYKE -tietokannan päästötietoja vastaavalle kalustotyypille.

Työmaan aikainen energiankulutus (A5) määritettiin SYKE-tietokannan oletusarvolla. Rakennuspaikan työmaan energiankulutus määritettiin vastaavasti SYKE:n oletusarvolla maa- ja pohjarakentamiselle. Työmaan hukka- eli jättemateriaalin kuljetukset ja käsittely on tässä arvioinnissa jätetty huomioimatta. Jättemateriaalin kuljetuksen ja käsittelyn vaikutus arvioinnin kokonaistulokseen katsottiin erittäin vähäiseksi.

Hiilijalanjälki käytön aikana (B4, B6)

B4 Osien vaihdot = Rakennustuotteiden osien vaihdoista ja korjauksista aiheutuvat päästöt

B6 Käytönajan energiankulutus = Rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta (verkkosähkö, kaukolämpö, lämmityksen polttoaineet) aiheutuvat päästöt

Rakennusosien vaihdot elinkaaren aikana on huomioitu SYKE 2021 päästötietokannan oletusvaihtoväleillä. Osien vaihdoista syntyvän hukkamateriaalin vaikutus oletettiin merkityksettömäksi ja sitä ei sisällytetty arviointiin. Uusittavien osien purkujätteen kuljetus ja käsittely on huomioitu pääosin SYKE rakentamisen päästötietokannan mukaisilla oletusarvoilla (ks. laskennan oletukset ja rajaukset kuten Hiilijalanjälki käytön jälkeen C1-C4 -osio)

Rakennuksen energiankäytön hiilijalanjälki määritettiin rakennuksen energiatodistuksen tietojen perusteella. Energian ominaispäästökerroin määritettiin SYKE-tietokannan päästötietojen mukaisesti. Energiaverkon päästövähennemän oletettiin kehittyvän lineaarisesti. Arvioinnissa huomioidaan energian ominaispäästöt ja päästöprofiilien kehitys vuosille 2021-2071.

Taulukko 4. Yhteenveto arvioinnin energiankäytön tiedoista

Energiamuoto	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/n-m ² ,a	Ominaispäästökerroin kgCO ₂ e/kWh (50 vuoden arviointijaksolla)
Verkkosähkö	116 908	47,7	0,061
Kaukolämpö	158 480	64,7	0,071
Kaukojäähdytys	-	-	0,018

Hiilijalanjälki käytön jälkeen (C1-4)

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

Hiilijalanjälki elinkaaren lopussa on arvioitu SYKE-päästötietokannan tietojen avulla sekä tätä arviointia varten muodostettujen laskentamäärittelysten avulla. SYKE tietokantaa hyödynnettiin

- purkutyömaan toimintojen (C1) arviointiin: SYKE-tietokannan neliöperustainen vakio-oletusarvo purkutyömaan toiminnoille.
- mineraali-, teräs- ja puupohjaisten jätteiden käsittelyn päästöjen määrittelyyn (C3). Nämä tiedot oli arviointihetkellä sisällytetty rakentamisen päästötietokantaan.
- Loppusijoituksen päästöjen määrittelyyn (C4) (poltettavan sekajätteen määrää ei ole eroteltu)
- Materiaalien elinkaaren lopun skenaarioiden määrittelyyn eli elinkaaren lopun käsittelyn ja elinkaaren jälkeisen hyödyntämistavan määrittelyyn, eli hyödynnettiin materiaaleille laadittuja skenaarioita. Nämä tiedot oli arviointihetkellä sisällytetty rakentamisen päästötietokantaan.

Jätteen kuljetukset työmaalta käsittelyyn (C2) määritettiin rakentamisen päästötietokannan kuljetuskalustoille määritettyjen päästötietojen avulla. Kuljetusetaisyydeksi työmaalta käsittelyyn oletettiin 100 km ja kalustoksi puoliperävaunuyhdistelmä, kuorma 50% (katuajo).

Laskennan loppuun saattamiseksi muodostettiin elinkaaren lopun skenaariot ja jätteen käsittelyn päästökertoimet siltä osin, kuin tiedot puuttuivat rakentamisen päästötietokannasta. Käytännössä rakennuksessa käytettävistä materiaaleista muodostettiin seuraavat materiaalityypit, joille määritettiin elinkaaren lopun päästökertoimet (C2-C4) kg CO₂e/kg materiaalia. Käytetyt oletukset on esitetty alla taulukossa.

Taulukko 5. Yhteenveto arvioinnin elinkaaren lopun päästötiedoista

Materiaaliryhmä	C3 skenaario	
Valmisbetoni ja betonielementit	SYKE, C3 mineraaliset aineet	SYKE C4, sekajätteen poltto (polttokelpoisen jätteen määrä ei eroteltu)
Metallit ja terästuotteet	SYKE C3 metallit	
Tiili	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Keramiikka	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Laasti	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Kipsipohjainen jäte	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Muovit ja muovieristeet	Oekobau.dat, muovipohjaisten eristeiden poltto	
Mineraalieristeet	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Orgaaniset eristeet	SYKE C3: puupohjaiset materiaalit	
Lasi	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Lattiapäällysteet	SYKE C3: puupohjaiset materiaalit	
Kiintokalusteet	SYKE C3: puupohjaiset materiaalit	
Ikkunat, ovet	SYKE C3: mineraaliset aineet, metallit ja puupohjaiset materiaalien suhteessa	
Puutuotteet	SYKE C3: puupohjaiset materiaalit	
Maa, maa-aines	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Kivet	SYKE, C3 mineraaliset aineet	
Bitumikermikate	SYKE, C3 mineraaliset aineet, energiakäyttö oletettu merkityksettömäksi	

Pienen määrän vuoksi merkityksettömiksi arvioitua tuotteita jätettiin elinkaaren lopun arvioinnin ulkopuolelle. Tällaisia materiaaleja olivat kupari, alumiini, sandwich-paneelit, kuitusementtilevyt. Talotekniikan elinkaaren lopun päästövaikutuksia ei sisällytetty arviointiin, sillä rakentamisen päästötietokannan oletusarvoa hyödyntäessä ei materiaalien massaosuuksia ei ollut tarkasti tiedossa elinkaaren lopun arviointia varten.

Elinkaaren ulkopuoliset päästövaikutukset (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

SYKE-tietokantaa hyödynnettiin materiaalien elinkaaren lopun skenaarioiden eli elinkaaren lopun jälkeisen hyödyntämistavan määrittämiseen. Rakentamisen päästötietokannassa ei pääosin ollut valmiita päästötietoja D-moduulien päästöhyötyjen arviointiin. Puuttuvilta osin arvioinnissa hyödynnettiin tietokannan tausta-aineistoja, ja materiaaleille muodostettiin tätä arviointia varten päästökertoimet. Päästökertoimet huomioivat elinkaaren lopun skenaariot. D-moduulin arvioinnissa hyödynnetyt tiedot on esitetty alla:

Taulukko 6. Yhteenvedo hiilikädenjäljen laskennan oletuksista ja päästötiedoista D1 ja D2-moduuleissa.

Materiaaliryhmä	D1 uudelleenkäyttö ja kierrätys ja D2 energiahyödyntäminen
Valmisbetoni ja betonielementit	D1: Betoni korvaa soraa ja hiekkaa, jänneteräs kierrätetään, raudoitus oletettu nollassi Päästötietojen lähde: SYKE/Betoni
Metallit ja terästuotteet	D1: Korvaa terästä, raudoitusta ei huomioitu (100 % kierrätettyä) Päästötietojen lähde: SYKE/Teräsrakenne
Tiili	D1: Korvaa soraa ja hiekkaa, Päästötietojen lähde: SYKE/Betoni
Keramiikka	D1: Korvaa soraa ja hiekkaa, Päästötietojen lähde: SYKE/Betoni
Kipsipohjainen jäte	D1: Korvaa kipsiä, lähde: Gyproc PED
Muovit ja muovieristeet	D2: Korvaa lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, lämpöarvo 9,8 MJ/kg, hyötysuhde 90 %, rakennusaste 50%, korvattavan energian päästöt: SYKE
<i>Mineraalieristeet (ei relevantti)</i>	
Orgaaniset eristeet	D2: Korvaa lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, lämpöarvo 9,8 MJ/kg, hyötysuhde 90 %, rakennusaste 50%, korvattavan energian päästöt: SYKE
<i>Lasi (ei relevantti)</i>	
Lattiapäällysteet	D2: Korvaa lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, lämpöarvo 9,8 MJ/kg, hyötysuhde 90 %, rakennusaste 50%, korvattavan energian päästöt: SYKE
Kiintokalusteet	D1: Korvaa terästä Päästötietojen lähde: SYKE/Teräsrakenne
Ikkunat, ovet	D1: Alumiinin kierrätys, Päästötietojen lähde: SYKE/Teräsrakenne
Puutuotteet	D2: Korvaa lämmön ja sähkön yhteistuotantoa, lämpöarvo 9,8 MJ/kg, hyötysuhde 90 %, rakennusaste 50%, korvattavan energian päästöt: SYKE
Maa, maa-aines	D1: Korvaa soraa ja hiekkaa, Päästötietojen lähde: SYKE/Betoni
Kivet	D1: Korvaa soraa ja hiekkaa, Päästötietojen lähde: SYKE/Betoni
Talotekniikka (metallit)	D1: Korvaa terästä Päästötietojen lähde: SYKE/Teräsrakenne

D3 ylimääräinen uusiutuva energia: Arvioinnin lähtötietojen perusteella kohteissa ei tuoteta ylimääräistä uusiutuvaa energiaa.

D4 Eloperäisten tuotteiden hiilivarasto huomioitiin osana hiilikädenjälkeä siltä osin, kun eloperäiset materiaalit uudelleen käytetään SYKE:n oletusten perusteella (hirsirakenne) tai oli tiedossa, että rakennus on suunniteltu sadan vuoden käyttöä. Tällöin hiilivarasto huomioitiin niille materiaaleille, jotka kestävät rakennuksen käyttöä SYKE käyttöikäoletusten perusteella.

D5 Karbonatisoitumisen laskennassa huomioitiin menetelmän mukaisesti karbonatisoituminen, joka tapahtuu rakennuksen elinkaaren jälkeen silloin, kun materiaali on ilman kanssa tekemisissä. Murskeen tyypilliseksi 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.

3. Lähteet

Taulukko 7. Lähtötiedot hankekohtaiseen arviointiin.

Dokumentti, suunnitelma-asiakirja	Yritys	pvm
Rakennetyypit	Sweco Rakennetekniikka Oy	24.1.2020
Energiatodistus	Elvak Oy	2.12.2019
Pihan kevennys ja päällysrakenteet	GeoUnion Oy	17.1.2020
Paaluanturat	Sweco Rakennetekniikka Oy	24.1.2020
Mittapiirustus, perustukset	Sweco Rakennetekniikka Oy	24.1.2020
ARK IFC-malli	UKI Arkkitehdit	24.1.2020
ARK piirrokset	UKI Arkkitehdit	24.1.2020

Taulukko 8. Tuotekohtaiset EPD:t

Tietolähde	Valmistaja	EPD:n numero	Tietolähde
Eriste, XPS	Finnfoam (Finland)	RTS EPD 2	EPD for Finnfoam - Kaunas, Lithuania. OneClickLCA Oy, 2017
Phenolic insulation, composite foil and black coating faced, for external cladding	Kingspan (2018)	BREG EN EPD000203, Issue 03	EPD Kooltherm K15 Rainscreen Board, Kingspan Insulation B.V.
Phenolic insulation, glass tissue/low emissivity foil faced	Kingspan	BREG EN EPD000316	EPD Kingspan Kooltherm K10 Soffit Board, K10 Plus Soffit Board baseboard and Kingspan Kooltherm K9 Internal Insulation
Stone wool insulation	Paroc	NEPD-1976-873-EN	EPD PAROC Stone Wool Thermal Insulation (eXtra) PAROC Building Insulation

Liite 1: Tietojen laadunarviointi

Taulukko 1. Tietojen laadunluokittelu YM 2019 Menetelmän mukaisesti. Numerointi on selitetty seuraavalla sivulla.

Elinkaaren vaiheet	Teknologinen edustavuus	Maantieteellinen edustavuus	Ajallinen edustavuus	Epävarmuus	Yhteensä	Vähimmäisvaatimukset
A1-3 Tuotteiden valmistus	2	3	2	2	9	Tiedot vähintään tasoa 2.
A4 Kuljetus työmaalle	2	3	3	2	10	Maantieteellinen edustavuus oltava tasoa 3.
A5 Rakennustyömaa	2	3	3	2	10	Maantieteellinen edustavuus vähintään tasoa 2.
B3-4 Korjaukset ja osien vaihdot	2	3	3	2	10	Maantieteellinen edustavuus vähintään tasoa 2.
B6 Energiankulutus	3	3	3	2	10	Tiedot vähintään tasoa 2.
C1 Purkutyöt	2	2	2	2	8	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn	2	2	2	1	6	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C3 Jätteen käsittely	2	2	2	1	6	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C4 Loppusijoitus	2	2	2	1	6	Ei vähimmäisvaatimuksia.
D Elinkaaren ulkopuoliset/hiilikädenjälki	2	3	2	2	9	Hiilivarastoja tai hiiltä sitovien tuotteiden tiedot vähintään tasoa 2. Muuten ei vähimmäisvaatimuksia.

Taulukko 2. Selitys tietojen laadun luokituksesta.

	0	1	2	3
Teknologinen edustavuus	Ei arvioitu.	Tieto ei vastaa tyydyttävästi tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Tieto vastaa osittain tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Käytetty tieto vastaa hyvin tuotteen teknisiä ominaisuuksia
Maantieteellinen edustavuus	Ei arvioitu.	Tieto viittaa täysin erilaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Italia Suomen sijaan).	Tieto viittaa samankaltaiseen maantieteelliseen kontekstiin (esim. Norja Suomen sijaan).	Käytetty tieto viittaa tiettyyn maantieteelliseen kontekstiin
Ajallinen edustavuus	Ei arvioitu.	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on yli 6 vuotta.	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on 2–4 vuotta.	Tiedon validoinnin ja sen hyödyntämisen välillä on alle 2 vuotta.
Epävarmuus	Ei arvioitu.	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa. Paikkansapitävyys ja täsmällisyys on arvioitu laadullisesti (esim. toimittajan ja prosessin operaattorin asiantuntija-arvio).	Käytetään mallinnettua tai vastaavaa tietoa, joka on arvioitu tyydyttävän paikkansapitäväksi ja täsmälliseksi, ja sitä tukee määrällinen epävarmuusarvio.	Käytetään hankekohtaista ja validoitua tietoa, jota voidaan pitää tyydyttävän paikkansapitävänä ja täsmällisenä (esim. tehty ja vahvistettu ympäristöseloste).