

# Hiilijalanjälkilaskenta

## Svenska Samskolan

Satamakatu 19

33200 Tampere



## VÄHÄHIILISYYDEN ARVIOINNIN TILAAJA JA TOTEUTTAJAT

**Arvioinnin tilaaja:** Rikard Bjurström

**Arvioinnin toteuttaja:** Insinööritoimisto Vesitaito Oy

**Arvioinnin valmistumispäivä:** 30.10.2023

## KOHDETIEDOT

**Nimi ja osoite:** Svenska Samskolan, Satamakatu 19, 33200 Tampere

**Hankevaihe:** Alustava

**Käyttötarkoituusluokka:** Opetusrakennus

**Hanketyyppi:** Uudisrakennus

**Lämmitetty nettoala:** 2 470,7 m<sup>2</sup>

**Kerrokset:** 6, joista maanalaisia 1

**Rakennuksen kerrosala:** 2 130 m<sup>2</sup>

**Pääasiallinen runkomateriaali:** Betoni

## RAKENNUKSEN ENERGIATEHOKKUUS

**E-luku ja energialuokka:** 87, A<sub>2018</sub>

**Arvioitu käyttöönottovuosi:** 2025

**Laskennallinen ostoenergiankulutus:** sähkö 101 768 kWh/a + kaukolämpö 184 265 kWh/a

**Energia - lämmitys:** Kaukolämpö

**Ilmanvaihto:** Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla

**Aurinkopaneelit:** -

## RAKENNUKSEN OMINAISUUKSIA

**Tavoitekäyttöikä:** Ei määriteltä

**Talotekniikka:** Talotekniikka arvioitu pääosin neliöpohjaisesti

**Perustukset:** Pääasialliset rakenteet betonia, ei paalutusta

**Rakenteet ja julkisivu:** AP – maanvarainen betonilaatalla

US – teräsrunko, julkisivu pääosin luonnonkiviverhoiluna

KVS – betoni

VP – betonilaatta

YP – betonilaatta, mineraalivillaeriste, bitumihuopakate

**Vaipan kokonaispinta-ala:** 2 720 m<sup>2</sup>

**Ikkunoiden ja lasijulkisivujen ala:** 256,8 m<sup>2</sup>

## ARVIOINTIMENETELMÄ JA LÄHTÖTIEDOT

<b>Arviointimenetelmä:</b>	Laskenta on suoritettu soveltaen Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmää (6/2021).
<b>Arviointijakso:</b>	50 vuotta, arviointimenetelmän mukaisesti.
<b>Arvioinnin laatija:</b>	Essi Keski-Hannula, Insinööri AMK, ympäristötekniikka
<b>Laskentaohjelma:</b>	Laskenta on tehty One Click LCA-ohjelmalla.
<b>Määrä- ja lähtötiedot:</b>	<p>Pääpiirustukset: Lundén Architecture Company 14.8./11.9.2023</p> <p>Rakennetyypit: Sweco Rakennetekniikka Oy, luonnos 11.10.2022.</p> <p>Energiaselvitys: Insinööritoimisto Vesitaito Oy, 23.10.2023.</p> <p>Purettava rakennus: Saatavilla olleet arkkitehtipiirustukset, rakennetietoja korotusselvityksestä.</p>
<b>Tietolähteet:</b>	<p>Laskennan päästötiedot perustuvat One Click LCA:n tietokantaan.</p> <p>Rakennusmateriaalien päästötietoina elinkaaren vaiheille A1-A3 (valmistus) on käytetty Suomen kansallisen päästötietokannan geneerisiä arvoja sen laajuudessa. Niille materiaaleille, joille kansallisesta päästötietokannasta ei löydy tietoja, on käytetty materiaalia kuvaavaa ympäristöselostetta (EPD).</p> <p>Talotekniikan osalta laskennassa on käytetty rakennuksen käyttötarkoituksen mukaista kansallisen päästötietokannan taulukkoarvoa ja laskentaperusteita.</p> <p>Energiankulutuksen päästötietona on käytetty rakennuksen energiatodistuksen laskennallista ostoenergiankulutusta sekä kansallisen päästötietokannan päästökertoimia ja laskentaperusteita. Vaihtoehtoisesti on ilmoitettu myös Tampereen kaupungin hiilijalanjälkilaskennan ohjeistuksen mukaisesti energiankulutus Tampereen Sähkölaitoksen päästökertoimilla. Rakennuksen energiankulutus lasketaan alkavaksi arvioidusta käyttöönottovuodesta.</p> <p>Moduuleissa A5 ja C1 (työmaatoiminnot) sekä A4 ja C2 (kuljetukset) on käytetty kansallisen päästötietokannan neliöperusteisia taulukkoarvoja.</p> <p>Moduulissa B4 (rakennustuotteiden vaihdot) on käytetty RT-kortin Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset mukaisia käyttöiä.</p> <p>Moduulissa A5 (materiaalihävikki) on käytetty laskentaohjelmiston oletusarvoja.</p>

Moduuleissa C3-C4 (jätteenkäsittely, loppusijoitus) on käytetty laskentaohjelmiston skenaarioita, jotka perustuvat laskentaohjelmiston sekä kansallisen päästötietokannan tietoihin.

Hiilikädenjäljen arvioinnissa moduuleissa D1 (uudelleenkäyttö ja kierrätys), D2 (hyödyntäminen energiana) ja D4 (hiilivarastovaikutus) on käytetty materiaalikohtaisia arvioita kansallisesta päästötietokannasta, ympäristöselosteesta tai vaihtoehtoisesti standardeihin ja arvioihin perustuen.

**Ympäristöselosteet:**

Arvioinnissa on huomioitu seuraavat ympäristöselosteet materiaaleille, joille ei löydy kansallisesta päästötietokannasta vastinetta.

Perustukset: Sokkelilevy, NEPD-207-260-NO

Muut rakenteet: Betoniportaikko, OKOBAUDAT ja INIES\_IESC20201113\_101951

Pintamateriaalit: Märkätilojen vedeneriste, HUB-0124

Märkätilojen kiinnityslaasti, HUB-0129

**Tehdyt rajaukset:**

Osa pienimassaisista rakennusosista, kuten katon varusteet, on rajattu tarkastelun ulkopuolelle arviointimenetelmän rajauksen mukaisesti. Laskennassa ei huomioida myös mm. raivauksia ja kaivantoja, alueen varusteita, tilaopasteita sekä savunpoistorakenteita.

Rakennuspaikalta purettavat rakenteet on huomioitu laskennassa rakennuspaikan tuloksissa.

Hiilikädenjälki on arvioitu rajatusti. Moduuli D5 (karbonatisoituminen) on rajattu tarkastelun ulkopuolelle riittävien lähtötietojen puuttuessa.

**Tehdyt oletukset, arviot:**

Betoniraudoitukset ovat laskentaohjelman ohjeellisilla määrillä.

Mikäli suunnitteluaineisto on arviointihetkellä ollut osittain puutteellinen arviointirajauksen mukaisten rakennusosien arvioimiseksi, on käytetty tyyppillisiä ratkaisuja.

Kiintokalusteet on arvioitu pääpiirustusten perusteella rakennuksen käyttötarkoituksiluokalle tyyppillisillä määrillä.

Puun on oletettu olevan kestävästi hoidetusta metsästä ja hiilivaraston säilyvän rakennuksessa 100 vuoden ajan.

Kestävästi hoidetusta metsästä peräisin olevan puumateriaalien eloperäisen hiilen määrää vastaava kasvihuonekaasujen sitoutuminen ja vapautuminen on huomioitu elinkaaren moduuleissa A1-A3 ja C3. Tällä ei ole vaikutusta hankkeen hiilijalanjäljen suuruuteen kokonaisuutena.

## RAKENNUKSEN ELINKAAREN VAIHEET

### *Ennen käyttöä*

**A1-A3 Rakennustuotteiden valmistus:** Rakennusmateriaalin valmistusketju eli raaka-aineen hankinta, valmistukseen kuljetus sekä tuotteen valmistusprosessi.

**A4 Kuljetukset:** Rakennustuotteiden, materiaalien ja maamassojen kuljetus työmaalle.

**A5 Työmaatoiminnot:** Työkoneiden ja rakennustöitä varten mahdollisesti tarvittavien väliaikaisten tilojen tai muiden prosessien energiankulutus.

Työmaalla syntyvä materiaalihävikki.

### *Käytön aikana*

**B4 Rakennustuotteiden vaihdot:** Rakennuksen käytön aikana tehtävät rakennustuotteiden vaihdot.

**B6 Energian käyttö:** Rakennuksen käytönaikainen energiankulutus.

### *Käytön jälkeen*

**C1 Purkaminen:** Purkutyömaan energiankulutus.

**C2 Purkuvaiheen kuljetukset:** Rakennus- ja purkujätteen kuljetus jätteenkäsittelyyn.

**C3 Jätteenkäsittely:** Hyödynnettävän rakennus- ja purkujätteen käsittely.

**C4 Loppusijoitus:** Hyödyntämiskelvottoman rakennus- ja purkujätteen loppusijoitus.

### *Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset*

**D1 Uudelleenkäyttö ja kierrätys:** Rakennusosien ja -tuotteiden tai siirtokelpoisten rakennusten uudelleenkäyttö tai materiaalikierrätys elinkaaren ulkopuolella.

**D2 Hyödyntäminen energiana:** Materiaalin hyödyntäminen kierrätyspolttoaineena tai polttolaitoksessa elinkaaren ulkopuolella.

**D3 Ylimääräinen uusiutuva energia:** Rakennuksessa tai rakennuspaikalla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia.

**D4 Hiilivarastovaikutus:** Rakennustuotteiden pitkäaikainen eloperäinen tai tekninen hiilivarasto.

**D5 Karbonatisoituminen:** Ilmakehästä karbonatisoitumisen seurauksena poistunut hiilidioksidi.

## LASKENNAN TULOKSET

**Rakennuksen hiilijalanjälki:** 17,48 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a

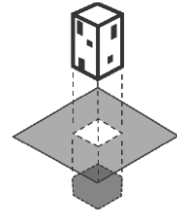
**Rakennuksen arviointijakson kokonaispäästöt:** 2 159 392 kg CO<sub>2</sub>e

**Rakennuksen hiilikädenjälki:** ERITELTY TULOSTAULUKOSSA

**Rakennuspaikan hiilijalanjälki:** 0,92 kg CO<sub>2</sub>e/rp-m<sup>2</sup>/a

**Rakennuspaikan arviointijakson kokonaispäästöt:** 113 652 kg CO<sub>2</sub>e

**Rakennuksen hiilikädenjälki:** ERITELTY TULOSTAULUKOSSA



Kuva: Ympäristöministeriö

Rakennus =	Rakennuksen maanpäällisten ja mahdollisten maanalaisten rakenteiden sekä rakentamisen elinkaaren vaiheet päästöineen.
Rakennuspaikka =	Perustusten ja piha-alueen rakenteiden sekä rakentamisen elinkaaren vaiheet päästöineen.
Hiilijalanjälki =	Rakentamisesta aiheutuvat ilmastohaitat, ts. kasvihuonekaasupäästöt, jotka aiheuttavat ilmaston lämpenemistä. Esim. työmaan toiminnot, rakennusmateriaalien valmistus ja käytönaikainen energiankulutus.  Päästöt ilmoitettu hiilidioksidiekvivalenttikiloina (pinta-alaa kohden vuodessa).
Hiilikädenjälki =	Rakentamisesta aiheutuvat ilmastohyödyt elinkaaren arviointirajauksen ulkopuolelta, joita ei syntyisi ilman hanketta. Esim. rakennusosien uudelleenkäyttö, materiaalien kierrätys ja ylimääräinen tuotettu uusiutuva energia.  Potentialiset ilmastohyödyt ilmoitettu hiilidioksidiekvivalenttikiloina (pinta-alaa kohden vuodessa).

**RAKENNUKSEN PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN ELINKAAREN ERI VAIHEISIIN**

A1-A3 Valmistus (pl. eloperäinen hiili)	6,91	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a
<i>A1-A3 Eloperäinen hiili</i>	- 0,21	
A4 Kuljetus työmaalle (taulukkoarvo)	0,46	
A5 Rakennustuotteiden työmaahävikki	0,28	
A5 Rakennustyömaan toiminnot (taulukkoarvo)	1,20	
<b>Yhteensä A1-A5</b>	<b>8,64</b>	
B4 Rakennusosien vaihto	1,00	
B6 Energian käyttö*	6,76	
B6 Energian käyttö **	3,86	
<b>Yhteensä B4-B6*</b>	<b>7,76</b>	
<b>Yhteensä B4-B6**</b>	<b>4,86</b>	
C1 Purkutyömaan toiminnot (taulukkoarvo)	0,20	
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn (taulukkoarvo)	0,46	
C3 Jätteenkäsittely (pl. eloperäinen hiili)	0,16	
<i>C3 Eloperäinen hiili</i>	0,21	
C4 Loppusijoitus	0,05	
<b>Yhteensä C1-C4</b>	<b>1,08</b>	
<b>= Rakennuksen hiilijalanjälki *</b>	<b>17,48</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a
<b>= Rakennuksen hiilijalanjälki *</b>	<b>2 159 392</b>	kg CO <sub>2</sub> e
<b>= Rakennuksen hiilijalanjälki **</b>	<b>14,58</b>	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a
<b>= Rakennuksen hiilijalanjälki **</b>	<b>1 801 140</b>	kg CO <sub>2</sub> e
D1-D2 Uudelleenkäyttö ja kierrätys, hyödyntäminen energiana	- 0,93	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a
D3 Ylimääräinen uusiutuva energia	- 0,00	
D4 Hiilivarastovaikutus	- 0,01	
D5 Karbonatisoituminen		
<b>= Rakennuksen hiilikädenjälki</b>		

\* = päästökertoimena kansallisen päästötietokannan energianpäästökertoimet (SYKE)

\*\* = päästökertoimena Tampereen Sähkölaitoksen energianpäästökertoimet

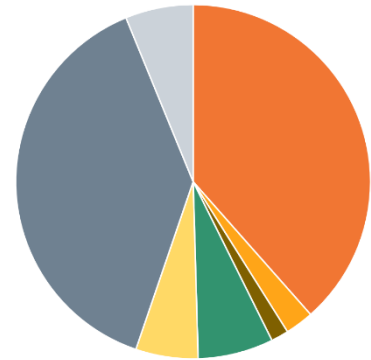
**RAKENNUSPAIKAN PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN ELINKAAREN ERI VAIHEISIIN**

A1-A3 Valmistus (pl. eloperäinen hiili)	0,42	kg CO <sub>2</sub> e/rp-m <sup>2</sup> /a
<i>A1-A3 Eloperäinen hiili</i>	<i>0,00</i>	
A4 Kuljetus työmaalle (taulukkoarvo)	0,08	
A5 Rakennustuotteiden työmaahävikki	0,01	
A5 Rakennustyömaan toiminnot (taulukkoarvo)	0,14	
<b>Yhteensä A1-A5</b>	<b>0,65</b>	
B4 Rakennusosien vaihto	0,03	
B6 Energian käyttö	0,00	
<b>Yhteensä B4-B6</b>	<b>0,03</b>	
C1 Purkutyömaan toiminnot (taulukkoarvo) (pl. purettava rakennus)	0,00	
<i>C1 Purettava rakennus</i>	<i>0,03</i>	
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn (taulukkoarvo) (pl. purettava rakennus)	0,08	
<i>C2 Purettava rakennus</i>	<i>0,08</i>	
C3 Jätteenkäsittely (pl. eloperäinen hiili ja purettava rakennus)	0,01	
<i>C3 Purettava rakennus</i>	<i>0,03</i>	
<i>C3 Eloperäinen hiili</i>	<i>0,00</i>	
C4 Loppusijoitus (pl. purettava rakennus)	0,00	
<i>C4 Purettava rakennus</i>	<i>0,01</i>	
<b>Yhteensä C1-C4</b>	<b>0,24</b>	
<b>= Rakennuspaikan hiilijalanjälki</b>	<b>0,92</b>	kg CO <sub>2</sub> e/rp-m <sup>2</sup> /a
<b>= Rakennuspaikan hiilijalanjälki</b>	<b>113 652</b>	kg CO <sub>2</sub> e
D1-D2 Uudelleenkäyttö ja kierrätys, hyödyntäminen energiana	- 0,06	kg CO <sub>2</sub> e/rp-m <sup>2</sup> /a
D3 Ylimääräinen uusiutuva energia	- 0,00	
D4 Hiilivarastovaikutus	- 0,00	
D5 Karbonatisoituminen		
<b>= Rakennuspaikan hiilikädenjälki</b>		



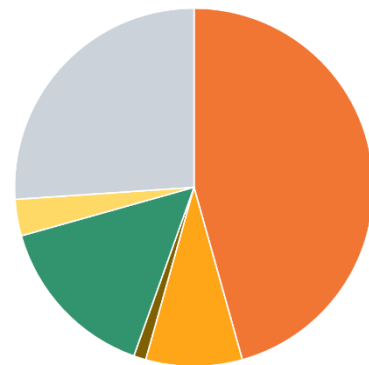
## RAKENNUKSEN PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN ELINKAAREN ERI VAIHEISIIN

- A1-A3 Valmistus (sis. eloperäinen hiili) – 38,6 %
- A4 Kuljetus työmaalle – 2,6 %
- A5 Rakennustuotteiden työmaahävikki – 1,6 %
- A5 Rakennustyömaan toiminnot – 6,9 %
- B4 Rakennusosien vaihto – 5,7 %
- B6 Energian käyttö – 38,7 %
- C Käytön jälkeen (sis. eloperäinen hiili) – 6,2 %



## RAKENNUSPAIKAN PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN ELINKAAREN ERI VAIHEISIIN

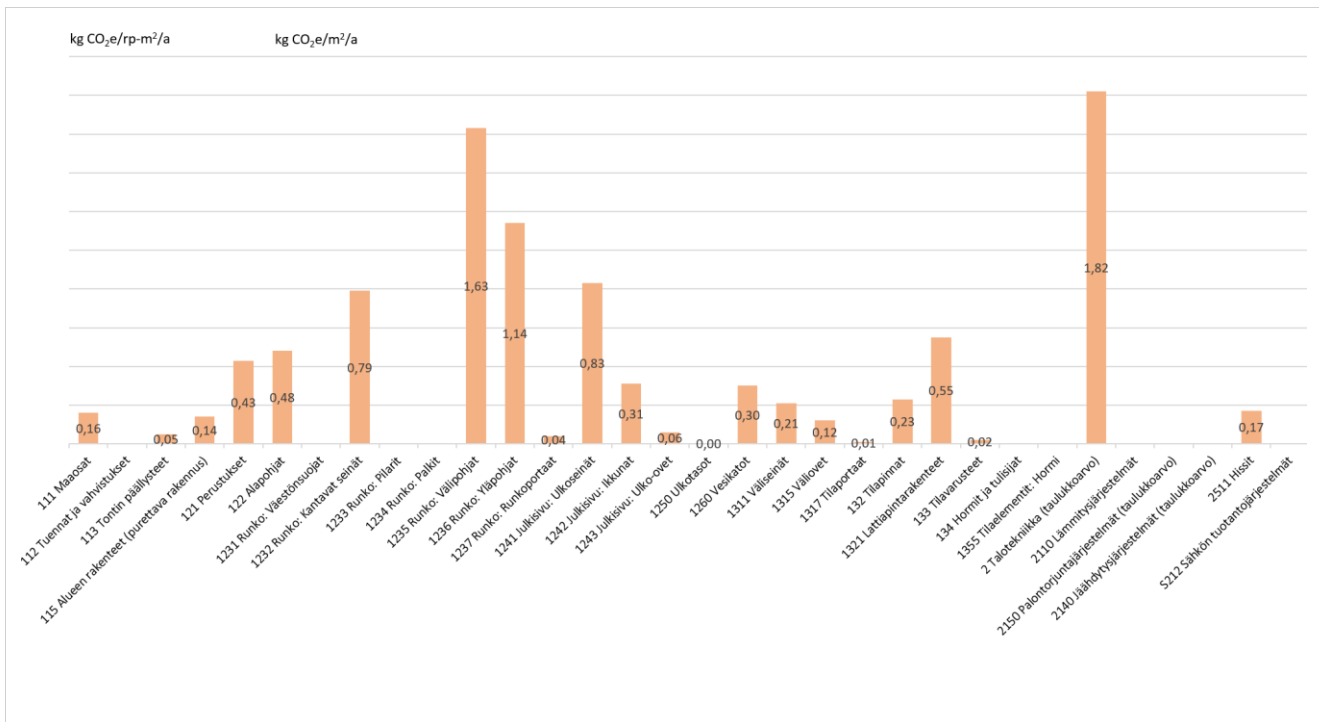
- A1-A3 Valmistus (sis. eloperäinen hiili) – 45,7 %
- A4 Kuljetus työmaalle – 8,7 %
- A5 Rakennustuotteiden työmaahävikki – 1,1 %
- A5 Rakennustyömaan toiminnot – 15,2 %
- B4 Rakennusosien vaihto – 3,3 %
- B6 Energian käyttö – 0 %
- C Käytön jälkeen (sis. eloperäinen hiili) – 26,1 %



**PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN RAKENNUSOSITTAIN (talo 2000), A1 – A3 (sis. eloperäinen hiili)**

<b>Alueosat</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup></b>
1.1.1 Maaosat	0,98
1.1.2 Tuennat ja vahvistukset	
1.1.3 Tontin päällysteet	0,90
1.1.5 Alueen rakenteet	
<b>Rakennusosat</b>	
1.2.1 Perustukset	18,93
1.2.2 Alapohjat	20,78
1.2.3.1 Runko: Väestönsuojat	
1.2.3.2 Runko: Kantavat seinät	34,07
1.2.3.3 Runko: Pilarit	
1.2.3.4 Runko: Palkit	
1.2.3.5 Runko: Välipohjat	70,59
1.2.3.6 Runko: Yläpohjat	49,50
1.2.3.7 Runko: Runkoportaat	1,68
1.2.4.1 Julkisivu: Ulkoseinät	35,65
1.2.4.2 Julkisivu: Ikkunat	7,39
1.2.4.3 Julkisivu: Ulko-ovet	1,55
1.2.5 Ulkotasot ja parvekkeet	-0,23
1.2.6 Kattorakenteet	8,37
<b>Tilaosat</b>	
1.3.1 Tilan jako-osat (väliseinät, ovet, portaat)	15,27
1.3.2 Tilapinnat (lattiat, sisäkatot, seinät)	27,10
1.3.3 Tilavarusteet (kiintokalusteet, keittiölaitteet)	0,26
1.3.4.2 Hormit ja tulisijat	
1.3.5 Tilaelementit (mm. kylpyhuonemoduulit)	
<b>Talotekniikka (taulukkoarvo)</b>	<b>58,85</b>
2.1.1 Lämmitysjärjestelmät	
2.1.4 Jäähdytysjärjestelmä	
2.1.5 Palontorjuntajärjestelmä	
2.5.1 Siirto-osat (hissit ja liukuportaot)	4,14
S212 Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot	

## PÄÄSTÖJEN JAKAUTUMINEN RAKENNUSOSITTAIN (talo 2000), A1 – C3 (sis. eloperäinen hiili)



### YHTEENVETO

Rakennuksen suurimmat päästöt syntyvät rakennusmateriaalien valmistuksesta (pl. eloperäisen hiilen sitoutuminen). Materiaaleista eniten valmistuksen (A1-A3) päästöjä aiheuttavat talotekniikka, betonirakenteet ja talotekniikka. Rakennus on runkorakenteeltaan pääosin betonia, mikä osaltaan vaikuttaa betonin osuuteen päästöjakaumasta. Muiden materiaalien päästöt jakautuvat melko tasaisesti.

Koko elinkaarellaan erityisesti talotekniikan päästöt ovat suurentuneet muihin materiaaleihin verrattuna, nimenomaisesti arviointijakson aikana arvioitujen vaihtojen (B4) seurauksena.

Rakennuspaikan osalta suurimmat valmistuksen (A1-A3) päästöt aiheutuvat puolestaan perustusten betonirakenteista.

Seuraavaksi eniten rakennuksen osan päästöjä syntyy rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta (B6). Rakennus käyttää ostoenergianaan kaukolämpöä ja sähköä, jotka muodostavat energiankulutuksen päästöt. Näistä kaukolämpö aiheuttaa suuremmat päästöt.

Rakentamisvaiheella, kuljetuksilla, rakennusosien vaihdolla sekä rakennuksen purkamisella (pl. eloperäisen hiilen vapautuminen) on kohtalaisen pieni osuus kokonaispäästöistä. Laskennassa on käytetty näissä elinkaaren vaiheissa osittain neliöperusteisia taulukkoarvoja, mikä vaikuttaa tulosten muodostumiseen. Tällä on vähäinen vaikutus rakennushankkeen hiilijalanjälkeen kokonaisuutena.

Hankkeen datan tarkentuessa laskentaa on mahdollista suorittaa tältä osin yksityiskohtaisemmalla tasolla.

Suurin vaikutusmahdollisuus kyseisen rakennuksen hiilijalanjäljen pienentämiseen on käytönaikaisessa energiankulutuksessa ja materiaalien valmistuksessa, erityisesti betonin osalta. Yleisesti materiaalisidonnaisia päästöjä voidaan pienentää esimerkiksi käyttämällä tuoteryhmän sisältä vähähiilisiä ratkaisuja, kevyempiä ja materiaalitehokkaita rakenteita sekä hyödyntämällä vähemmän jalostettuja materiaaleja. Myös uudelleenkäytettävillä rakennusosilla ja materiaaleilla voidaan vaikuttaa pienentävästi rakennuksen hiilijalanjäljen suuruuteen. Rakennustuotekohtaisia päästöjä on mahdollista tarkentaa hyödyntämällä tuotteen ympäristöselostetta, kun käytettävä rakennustuote on tiedossa.

Rakennuksessa käytettävistä materiaaleista muodostuu potentiaalisia uudelleenkäyttö-, kierrätys- ja energiahyötyjä, jotka ovat osa hiilikädenjälkeä (D1, D2). Puupohjaiset materiaalit sitovat itseensä ilmakehän hiilidioksidia, mikä on huomioitu ja arvioitu hiilikädenjäljessä hiilivarastovaikutuksena (D4).

Hiilijalan- ja hiilikädenjälki ovat arvioita, jotka perustuvat parhaaseen arviointihetkellä saatavilla olevaan tietoon. Tulosten muodostumiseen vaikuttavat mm. lähtötietojen taso sekä käytetyt päästötiedot, huomioitavat elinkaaren vaiheet ja rakennusosat sekä arviointijakson pituus. Laskelma on tehty alustavassa hankevaiheessa, jolloin suunnitelmat tarkentuvat hankkeen edetessä. Näin ollen tulokset vielä muuttuvat tietojen tarkentuessa. On huomioitava myös, että Ympäristöministeriön rakennusten vähähiilisyden arviointimenetelmä on kehitysvaiheessa. Tästä syystä myös laskentamenetelmät saattavat päivittyä ja tarkentua, myös käytetyn laskentaohjelman taustaoletusten osalta. Rakennusten ilmastovaikutusten arviointi kehittyy jatkuvasti ja täten tulokset hieman muovautuvat päästötietojen kehittyessä.

Vakioidulla menetelmällä suoritettu arviointi soveltuu kuitenkin hyödylliseksi työkaluksi esimerkiksi vastaavanlaisten rakennusten vähähiilisyden vertailuun.