

Opinnäytetyö (AMK)

LVI-tekniikka

Insinööri (AMK)

2021

Tiia Härkin

# ASUMISEN HIILIJALANJÄLKI

Tiia Härkin

## ASUMISEN HIILIJALANJÄLKI

Tämän insinööriyön tavoitteena on selvittää esimerkkirakennuskohteen elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen merkitys asumisen hiilijalanjälkeen. Asumisen hiilijalanjälkeä tarkastellaan kolmessa osassa: energian käyttö rakennuksen elinkaaren aikana, rakennuksien rakentaminen ja huolto.

Asunto-osakeyhtiön rakennuksien hiilijalanjälkilaskenta suoritettiin hyödyntämällä eri kirjallisuuslähteitä, tietokantoja, kansainvälisiä standardien ohjeistuksia ja One Click LCA -laskentaohjelmaa. Asumisen hiilijalanjälkeä tarkastellaan esimerkkikohteen asukkaan vuodessa muodostaman hiilijalanjäljen muodossa. Saatuja tuloksia verrataan keskivertosuomalaisen hiilijalanjälkeen.

Työn tuloksena havaittiin, että sekä käytetyillä rakennusmateriaaleilla ja -tuotteilla että rakennuksen lämmittämiseen ja lämpimän käyttöveden valmistamiseen tarvittavalla energiamuodon valinnalla on merkitystä sekä rakennuksen elinkaaren aikaisen hiilijalanjälkeen että asumisen hiilijalanjälkeen. Hiilijalanjäljen kannalta merkittäviä päästölähteitä ovat käyttöenergia, rakennuksien perustukset ja betoniset kantavat rakenteet.

Saatujen tulosten perusteella voidaan havaita ilmastoa eniten kuormittavat asumiseen liittyvät osa-alueet. Opinnäytetyön selvityksen avulla voidaan tehdä ilmastoystävällisempiä päätöksiä etenkin rakennusprojektin hanke- ja suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen voidaan vaikuttaa valitsemalla lämmitys- ja sähköenergian tuottomuodoksi uusiutuvia energialähteitä, valitsemalla ympäristöystävällisiä rakennusmateriaaleja ja kiinnittämällä huomiota rakennuksen perustustapaan. Asumisen hiilijalanjälki muodostuu henkilötasolla sitä pienemmäksi, mitä ympäristöystävällisemmin ja hiilineutraalimmin rakennus voidaan rakentaa ja taata rakennuksen käyttövaiheen energiantarpeen takaaminen uusiutuvien energiamuotojen avulla.

ASIASANAT:

LCA, hiilijalanjälki, elinkaarilaskenta

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

HVAC technology

2021 | 53 pages, 13 pages in appendices

Tiia Härkin

## THE CARBON FOOTPRINT OF RESIDENCY

In this thesis the aim was to determine the climate load caused by example buildings life cycle and its effect to footprint of residency. The carbon footprint study were done by calculating the carbon footprint of the example buildings life cycle by using One Click LCA- calculation program and by using data from various databases, literature sources and international standards. The carbon footprint of residency is observed by calculating the climate load of a resident's habitancy of example buildings per year and compared the load to the annual carbon footprint of average Finnish.

The carbon footprint of residency is observed in three sections: the usage of energy, buildings construction and maintance. As a result, it was discovered that construction material choices and chosen energy form to heat the premises, to produce warm water and for electricity have a noticable impact to the carbon footprint of buildings and due of it, also to the carbon footprint of residency as well. The energy consumption, foundings and concrete structures are the major emission sources which have an impact to the carbon footprint.

By using the results of carbon footprint study, it is possible to identify those parts of residency which are causing the greatest impacts on the climate and make more climate friendly decisions especially in design phase of construction project. To the carbon footprint of buildings life cycle can be affluenced by choosing renewable energy sources for electricity and heating, choosing environmental friendly construction materials and design buildings foundations as environmental friendly as possible. The more environmental friendly and carbon neutral the building can be built, the smaller forms the annual carbon footprint of residency per habitant. It is also important to guarantee the energy consumption can be covered in buildings operational phase by using renewable energy sources.

KEYWORDS:

Carbon footprint, LCA, life cycle assessment

# SISÄLTÖ

<b>KÄSITTEET JA LYHENTEET</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>9</b>
<b>2 ILMASTONMUUTOS JA HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT</b>	<b>11</b>
2.1 Hiilijalanjälki	12
2.2 Hiilikädenjälki	14
2.3 Hiilineutraalius	14
2.4 Hiilinielu	15
<b>3 RAKENTAMISEN SOPIMUKSET JA TAVOITTEET KASVIHUONEPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI</b>	<b>16</b>
<b>4 RAKENTAMISEN HIILIJALANJÄLKI</b>	<b>18</b>
<b>5 RAKENNUSHANKKEEN ERI VAIHEIDEN VAIKUTUS RAKENNUKSEN PÄÄSTÖIHIN</b>	<b>19</b>
<b>6 RAKENNUKSEN ELINKAARIARVIOINTI</b>	<b>20</b>
6.1 Elinkaaren vaiheet	20
6.2 Arviointijakso	21
6.3 LCA-laskentamenetelmät ja ympäristömerkit	22
6.4 Ympäristöselosteet LCA-laskennassa	23
6.5 Rakentamisesta aiheutuvat ympäristövaikutukset	24
<b>7 ESIMERKKIKOHTTEEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA STANDARDIN EN-15978 MUKAISESTI</b>	<b>25</b>
7.1 LCA -arvioidun kohteen yleistiedot	25
7.2 Kuvaus kohteesta	26
7.3 LCA-arvioinnin tavoite ja järjestelmän rajaus	28
7.4 Arviointiin sisältyvät rakennusosat	31
7.5 Kohteen tietolähteet ja oletukset	31
7.6 Ympäristötietolähteet	33
7.7 Kohteen tietolähteet ja niiden luokitus	33

7.8 As Oy Kaarinan Karpalon käyttövaiheen energian kulutuksesta koostuva hiilijalanjälki	35
7.9 Työmaatoiminnoista johtuva hiilijalanjälki	37
7.10 Rakennuksen käytönaikaisen veden kulutuksen laskenta	37
<b>8 LCA-ARVIOINTITULOSTEN YHTEENVETO</b>	<b>39</b>
8.1 Elinkaaren moduulien vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen	42
8.2 Rakennusmateriaalien sijoittuminen Carbon Heroes Benchmark- asteikossa	44
8.3 Rakennusten alustavat hiilijalanjälkien raja-arvot	45
8.4 Rakennushankkeen hiilijalanjälkeä pienentävät toimenpiteet	46
<b>9 ASUMISEN HIILIJALANJÄLKI</b>	<b>48</b>
<b>10 LOPUKSI</b>	<b>53</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>54</b>

## LIITTEET

- Liite 1. One Click LCA:n tulosten raportti  
 Liite 2. Tietolähteet

## KAAVAT

Kaava 1. E-luvun laskentakaava	35
--------------------------------	----

## KUVAT

Kuva 1. Rakennushankkeen eri vaiheiden merkitys muodostuviin kasvihuonekaasupäästöihin.....	19
Kuva 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet moduuleittain.....	20
Kuva 3. LCA- laskentamenetelmien eroja.....	23
Kuva 4. Elinkaariarvioinnissa huomioitavia ympäristövaikutuksia.....	24
Kuva 5. As Oy Kaarinan Karpalon asemapiirustus.....	26
Kuva 6. LCA-laskennan arviointitulosten yhteenveto.....	39
Kuva 7. Rakennusmateriaalien sijoittuminen Benchmark-asteikossa.....	44

## TAULUKOT

Taulukko 1. As Oy Kaarinan Karpalon yleistiedot.....	25
Taulukko 2. As Oy Kaarinan Karpalon pinta-ala- ja tilavuustiedot. ....	28
Taulukko 3. Standardin EN-15978 mukainen elinkaarimoduulien raja- ja rajaukset ja oletukset. ....	29
Taulukko 4. Elinkaaren eri vaiheet ja laskennassa huomioitu sisältö sekä tehty	
raja- ja rajaukset ja oletukset. ....	30
Taulukko 5. LCA-laskennassa huomioidut rakenteet ja järjestelmät.....	32
Taulukko 6. LCA-laskennassa käytettyjen tietojen luokitus. ....	34
Taulukko 7. Elinkaaren vaiheita käsittelevän tiedon luotettavuuden arviointi.....	34
Taulukko 8. Energiamuotojen päästökertoimet, g CO <sub>2</sub> /kWh. ....	37
Taulukko 9 . Eri rakennuksien hiilijalanjälkien raja-arvot. ....	45
Taulukko 10. Asumisen hiilijalanjäljen muodostuminen.....	49
Taulukko 11. Kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen. ....	51

## KAAVIOT

Kaavio 1. Hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä vuosina 1998-2020.....	12
Kaavio 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt yhteensä 1990–2019 (ilman LULUCF-sektoria) ja päästöjen muutokset. ....	13
Kaavio 3. Ilmaston lämpeneminen kg CO <sub>2</sub> e -Rakennuksen osat.....	40
Kaavio 4. Rakennusosien aiheuttamat hiilidioksidiekvivalenttipäästöt.....	41
Kaavio 5. Rakennuksen kokonaismassan jakautuminen eri rakenteiden kesken. ....	42
Kaavio 6. Ilmaston lämpeneminen kg CO <sub>2</sub> e -Elinkaaren vaiheet. ....	43
Kaavio 7. Suomalaisten keskimääräiset kulutusmenot ja hiilijalanjälki vuosina 2000-2016. ....	48
Kaavio 8. Asukkaan hiilijalanjäljen muodostuminen. ....	52

## KÄSITTEET JA LYHENTEET

BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method Euroopan on johtava rakentamisen ympäristöluokitusjärjestelmä ja se pohjautuu yhteiseen eurooppalaiseen normistoon (Green Building Council Finland 2020a)
elinkaariarviointi	Menetelmä, jonka avulla voidaan arvioida ja analysoida tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikasten ympäristövaikutuksia, Life Cycle Assessment, LCA (Ympäristö.fi 2021)
EPD	ympäristöseloste, Environmental Product Declaration. Tyypin III ympäristöselosteet ilmoittavat numerotiedon tuotteen aiheuttamista ympäristökuormituksista niiden koko elinkaarihuomioiden (Häkkinen & Kuittinen 2020, 180.)
GWP	lämmityspotentiaali, Global Warming Potential. Kasvihuonekaasujen GWP-arvoja käytetään päästöjen muuntamisessa hiilidioksidiekvivalenteiksi (Tilastokeskus 2020b).
hiilidioksidiekvivalentti	kasvihuonekaasujen yhteenlaskettu ilmastoa lämmittävä vaikutus (OpenCO2net 2021).
hiilijalanjälki	Ihmistoiminnasta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärä. Hiilijalanjäljen yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia ( $CO_2e$ ). Hiilijalanjäljen laskenta perustuu ISO/TS 14067 tekniseen määritelmään. (Kuittinen & le Roux 2017, 46.)
hiilikädenjälki	hiilikädenjälki kuvastaa niitä ilmastohyötyjä, jotka saavutetaan rakennuksen, prosessin tai tuotteen elinkaaren aikana ja joita ei syntyisi ilman sitä (Häkkinen & Kuittinen 2020, 180).
kasvihuonekaasu	ilmakehässä esiintyviä kaasuja, jotka aiheuttavat ilmakehän lämpenemistä, sillä ne imevät itseensä maapallolta vapautuvaa lämpöenergiaa. Esimerkiksi vesihöyry $H_2O$ , metaani $CH_4$ ja hiilidioksidi $CO_2$ . (OpenCO2net, 2021.)

rakennuksen elinkaari jaetaan viiteen eri moduuliin, jotka ovat tuotevaihe, rakennusvaihe, käyttövaihe, elinkaaren loppuvaihe sekä muut rajojen ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat (Ympäristöministeriö 2021a).

uusiutuvat energianlähteet

energiälähdemuoto, jossa niitä hyödynnetään kestäväällä tavalla niin, ettei niiden varanto vähene pitkällä aikavälillä. Esimerkiksi tuuli-, ja vesivoima, aurinko-, maa-, ja ilmalämpöenergia ja biokaasu ( Häkkinen & Kuittinen 2020, 180.)

# 1 JOHDANTO

Ilmastonmuutos on seurausta ihmiskunnan toiminnasta, joka lisää haitallisten kasvihuonekaasujen vapautumista ilmakehään. Erityisen haitallinen kasvihuonekaasu on hiilidioksidi ( $CO_2$ ), jonka fysikaaliset ominaisuudet tekevät sen merkityksen ilmastonmuutoksen kannalta erittäin oleelliseksi. Energiantuotanto, teollisuus ja metsien hävittäminen ovat tärkeimmät hiilidioksidipäästöjen lähteet. Hiilidioksidia vapautuu ilmakehään fossiilisia polttoaineiden käytön yhteydessä. Fossiilisia polttoaineita käytetään yleisesti myös rakennusten lämmöntuottamiseen.

Mikäli kasvihuonepäästöt kasvavat nykyistä tahtia, kasvihuoneilmaston voimistumisen arvoidaan nostattavan maapallon keskilämpötilaa kahdesta kuuteen celsius-astetta. Ilmastonmuutoksen arvoidaan aiheuttavan myös negatiivisia muutoksia alueellisiin olosuhteisiin ja sääilmiöihin.

Suomi on yhdessä muiden maiden kanssa sitoutunut hillitsemään ilmastonmuutosta. Pariisin ilmasopimus astui voimaan vuonna 2016 ja sen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle 1,5 asteessa. Sopimuksen allekirjoittaneet maat sitoutuvat haitallisten päästöjen vähentämiseen ja määrittelevät politiikkatoimet, joiden avulla päästötavoitteet saavutetaan. Suomi pyrkii hiilineutraaliuteen vuoteen 2035 mennessä. Tavoite asettaa päästöjen vähennystarvetta kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Rakentaminen ja rakennustenkäyttö muodostavat merkittävän osuuden hiilidioksidipäästöistä.

Opinnäytetyön tilaajana on Länsi-Suomen Yleishyödyllinen Asuntosäätiö. Koska asuntosäätiöllä ei ole omaa asuntotuotantoa, LCA-laskenta suoritettiin säätiön yhteistyökumppanin YH-kodit Oy:n uudisrakennuskohteeseen. YH-Kodit Oy on merkittävä rakennuttaja Tampereen ja Turun seudulla. Länsi-Suomen Yleishyödyllinen asuntosäätiö ja YH-kodit Oy ovat vastuullisia toimijoita, joiden tavoitteena on kehittää toimintaansa ympäristöystävällisemmäksi ja huomioida muuttuvat velvoitteet ja lainsäädäntö koskien vähähiilistä rakentamista.

Opinnäytetyö keskittyy asumisen hiilijalanjäljen laskentaan, joka muodostuu LCA-lasketavan rakennuskohteen elinkaaren aikaisista päästöistä, taloussähkön kulutuksesta ja muista kotitalouksien aiheuttamista hiilidioksidipäästöistä vuodessa. Elinkaarilaskenta suoritetaan standardin EN 15978 mukaisesti. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää rakennuskohteen elinkaaren aikana syntyvä hiilijalanjälki ja verrata asunto-osakeyhtiön

asukkaiden vuosittaista hiilijalanjälkeä suomalaisen keskivertoiseen hiilijalanjälkeen. Saatuja tuloksia voidaan käyttää hyödyksi tulevaisuudessa ympäristöystävällisempien rakennusmateriaalien, rakenteiden ja energiamuodon valinnassa.

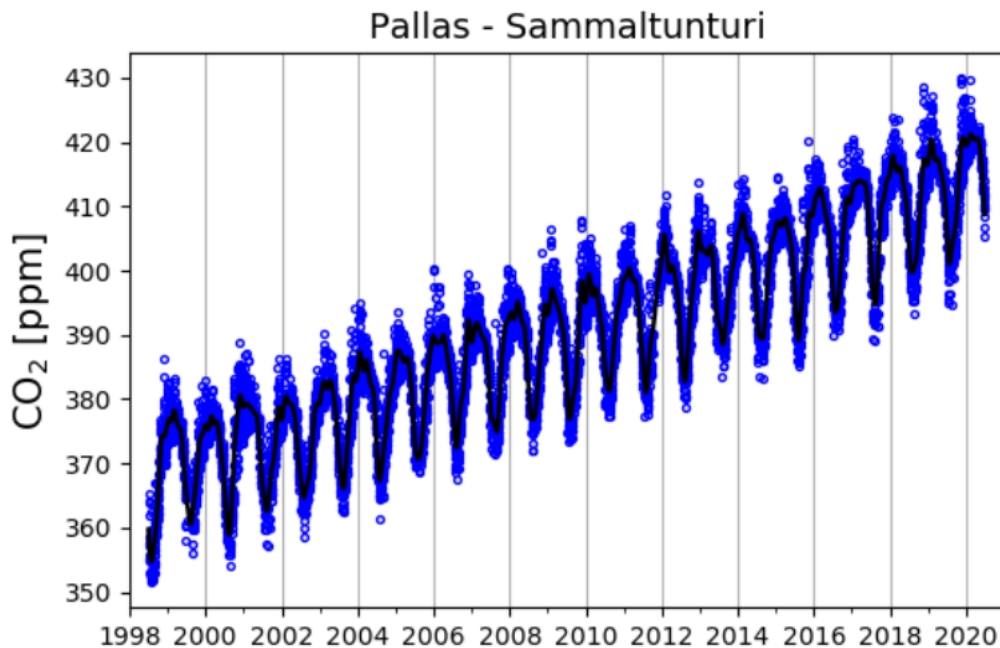
## 2 ILMASTONMUUTOS JA HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT

Ilmastonmuutos aiheutuu ihmisen toiminnasta johtuvasta ilmastoja lämmittävien kasvihuonekaasujen lisääntymisestä ilmakehässä (Ilmasto-opas 2021b). Globaali keskimääräinen lämpötila on noussut 0,91–0,96 °C 1800-luvun lopun lämpötilaan verrattuna (Euroopan parlamentti 2020a). Auringon säteet läpäisevät ilmakehässä olevat kasvihuonekaasut, mutta ne estävät osaa auringon säteilemästä lämmöstä heijastumasta takaisin avaruuteen (WWF 2021).

Fossiilisten polttoaineiden, kuten maakaasun, öljyn ja kivihiilen käyttö aiheuttaa kolme neljäsosaa kasvihuonepäästöistä. Vuosina 2000–2005 fossiilisista polttoaineista lähtöisin olevat hiilidioksidipäästöt olivat 7,2 gigatonnia hiileksi muunnettuna. Muita merkittäviä päästölähteitä ovat sademetsien hävittäminen, muu maankäytön muuttuminen ja kotieläintuotanto. (WWF 2021; Ilmasto-opas 2021a; Euroopan komissio 2021.) Kasvihuonekaasut aiheuttavat muutoksia sääilmiöihin ja olosuhteisiin, jotka aiheuttavat alueittain lisääntyvää kuivuutta, tulvia ja sateita (Ilmasto-opas 2021b).

Kasvihuonekaasuista hiilidioksidi on merkittävin. Hiilidioksidikaasun pitoisuutta ilmakehässä on mitattu 1950-luvulta lähtien. Tieto varhaisemmista hiilidioksidipitoisuuksista perustuu tutkimuksiin, joissa on analysoitu napajäätikköjen sisälle jääneitä kaasukuplia. (Ilmasto-opas 2021a.) Hiilidioksidin ja muiden merkittävien kaasujen pitoisuudet ilmakehässä ovat kasvaneet selvästi esiteollisen ajan arvoihin verrattuna. Kasvihuonekaasujen pitoisuuksiin vaikuttaa ihmistoiminnan suorien päästöjen lisäksi luonnolliset ekosysteemien ja ilmakehän väliset vuorovaikutukset ja luontoperäiset päästöt. (Ilmatieteenlaitos 2021b; Euroopan parlamentti 2020a.)

Kaaviossa 1 on esitetty hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä vuosina 1998–2020. Hiilidioksidipitoisuuksien ilmakehässä on mitattu kasvavan noin 2 miljoonasosaa (ppm) vuodessa. Pitoisuudet vaihtelevat säätilojen ja kasvukausien mukaan. Toisen merkittävän kasvihuonekaasun metaanin (CH<sub>4</sub>) päästömäärä ilmakehässä lisääntyy vuodessa 5–10 miljardiosaa (ppb) vuodessa. Valokemiallisen hajoamisen vuoksi mitatut päästöpitouudet laskevat valoisan vuodenajan mukaan. Metaania ilmakehään muodostuu maakaasun purkautumisesta, soista, kaatopaikoista, riisinviljelystä, märehijöistä ja fossiilisten polttoaineiden käytöstä. (Ilmatieteenlaitos 2021a.)



Kaavio 1. Hiilidioksidin lisääntyminen ilmakehässä vuosina 1998-2020 (Ilmatieteenlaitos 2021a).

## 2.1 Hiilijalanjälki

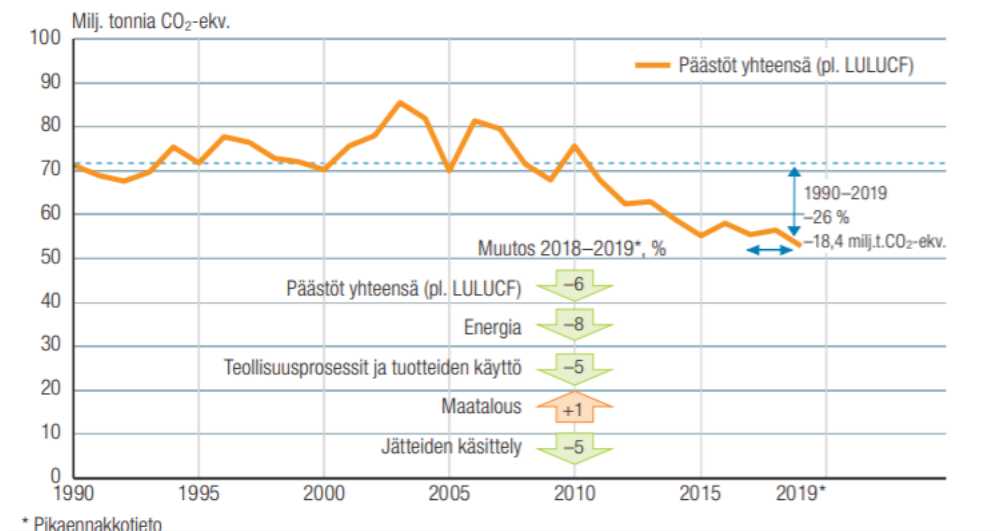
Hiilijalanjäljellä kuvataan ihmisen toiminnasta aiheutuvia ilmastopäästöjä ja ne voidaan määrittellä sekä valtiolle, yritykselle, organisaatiolle, toiminnalle että tuotteille. Hiilijalanjäljen laskennallisena yksikkönä raportoinnissa käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub>ekv). Hiilijalanjälki huomioi ilmakehää lämmittävän hiilidioksidipäästöjen lisäksi muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt, kuten pitkäikäiset metaanin (CH<sub>4</sub>) ja dityppioksidin (N<sub>2</sub>O). (Ilmatieteenlaitos 2021b; Sitra 2018b.)

Hiilijalanjäljen laskennassa tulee ottaa huomioon kaikki laskettavaan kokonaisuuteen liittyvät välittömät ja välilliset päästöt koko elinkaaren aikana. Valtio- ja yritystason tarkastelussa hiilijalanjälki voidaan kuitenkin määrittää valittua aikayksikköä kohti. Hiilijalanjäljen laskennassa tulos ilmoitetaan syntyvien päästöjen massana. (OpenCO2net 2021.)

Hiilidioksidiekvivalentti ilmoittaa kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlasketun ilmastoa lämmittävän vaikutuksen. Kasvihuonekaasujen välillä on eroa siinä, millainen on niiden ilmastoa lämmittävä vaikutus. Yhteismitallistettaessa päästöjä hiilidioksidivalenteiksi laskennassa käytetään GWP-kertoimia (Global Warming Potential). Muut

kasvihuonekaasut suhteutetaan hiilidioksidin ilmastoa lämmittävään vaikutukseen, jonka laskennalliseksi arvoksi on asettu 1. Muiden kasvihuonekaasujen GWP-arvot ovat määritetty vertaamalla yhden kilogramman päästön aiheuttamaa säteilypakotetta maan pinnalla ( $W/m^2$ ) hiilidioksidin vastaavaan säteilypakotteeseen. GWP ilmoitetaan tietylle ajanjaksolle ja hiilijalanjäljen laskennassa tarkastelujakson pituus on 100 vuotta. (Tilastokeskus 2020a, 11; OpenCO2net 2021.)

Kaavio 2 havainnollistaa Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitystä vuosina 1990–2019 ilman LULUCF-asetuksen määrittämää sektoria. Euroopan unionin maankäyttöä koskeva LULUCF-asetus vahvistettiin vuonna 2018 ja se määrittelee, miten hiilinielut maan- ja metsienkäytöstä otetaan huomioon EU:n ilmastotavoitteiden toteutumisessa vuoteen 2030 saakka. (maa- ja metsätalousministeriö 2021.)



Kaavio 2. Suomen kasvihuonekaasupäästöt yhteensä 1990–2019 (ilman LULUCF-sektoria) ja päästöjen muutokset (Tilastokeskus 2020a, 5).

Suomen vuoden 2019 kasvihuonepäästöt olivat tilastokeskuksen pikaennakkotietojen mukaan 52,8 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia ( $CO_2$ ekv) ja lukema oli 6 % alhaisempi kuin edeltävänä vuonna. Verrattuna vertailuvuoden 1990 päästöihin, päästöt ovat laskeneet 26 prosenttia ja 38 prosenttia vuodesta 2003, jolloin Suomen päästöt olivat korkeimmillaan tarkastelujakson aikana. Valtiotason päästöjen pienentymiseen on vaikuttanut erityisesti energiasektorin muutokset, kuten hiilen ja turpeen käytön väheneminen. (Tilastokeskus 2020a, 5–7.)

## 2.2 Hiilikädenjälki

VTT ja Lappeenrannan teknillinen yliopisto ovat kehittäneet hiilikädenjäljen laskentamallin, joka perustuu standardisoitujen laskentametodien käyttöön (Pajula & ym. 2018, 8). Hiilikädenjäljellä kuvataan palvelun, prosessin tai tuotteen positiivisia ilmastovaikutuksia. Hiilikädenjälki todentaa positiivisia vaikutuksia tulevaisuudessa, kun taas vastaavasti hiilijalanjäljellä kuvataan reaaliajan negatiivisia ilmastovaikutuksia. (Sitra 2018b; Pajula & ym. 2018, 9.)

Hiilikädenjäljen muodostumiseen voidaan vaikuttaa painottamalla ympäristö- ja ilmastoystävällisiä raaka-ainevalintoja, parantamalla energiatehokkuutta, vähentämällä materiaalin käyttöä ja syntyvän hukkamateriaalin määrää ja kehittämällä tuotteiden kierrätettävyyttä. (Pajula & ym. 2018, 10; VTT 2018) Hiilikädenjälkiarvioinnin tarkoitus on määrittää positiiviset vaikutukset kasvihuonepäästöihin koko elinkaaren ajalta. Vastoin kuin hiilijalanjäljen laskentamallissa, jossa muodostuvan hiilijalanjäljen tulee olla mahdollisimman pieni, hiilikädenjäljelle ei ole ylärajaa. (Pajula ym. 2018, 9.) Tuotteen tai palvelun hiilikädenjälkeä ei voida vähentää muodostuvasta hiilijalanjäljestä (Kuittinen 2019, 30).

## 2.3 Hiilineutraalius

Hiilineutraaliuden käsite kuvaa tilaa, jossa hiilidioksidipäästöjä tuotetaan vain sen verran, mitä niitä pystytään sitomaan. Hiilineutraalin tuotteen, palvelun, systeemin tai yhteiskunnan koko elinkaaren aikana muodostuvan hiilijalanjäljen summa on nolla. Hiilineutraalius on kytköksissä vuonna 2015 solmittuun Pariisin ilmastosopimukseen, jonka avulla pyritään löytämään tasapaino ihmiskunnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjen ja hiilinielujen välille. Monet valtiot, yritykset, kaupungit ja kunnat tavoittelevat hiilineutraaliutta toiminnassaan. Suomen valtio tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä ja tavoitteeseen pääseminen vaatii toimenpiteitä kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. (Sitra 2018b; Kuittinen 2019, 9.)

Hiilineutraaliuteen voidaan pyrkiä kompensoimalla yhden sektorin tuottamia kasvihuonekaasupäästöjä vähentämällä niitä jonkin muun sektorin osa-alueella. Kompensointi voidaan toteuttaa panostamalla energiatehokkuuteen, uusiutuviin energialähteisiin tai investoimalla muihin vähähiilisiin teknologioihin. Euroopan unionin päästäkauppajärjestelmä on yksi päästöjen kompensointikeino. (Euroopan parlamentti 2020b.)

Euroopan unionin hiilidioksidipäästöt ovat suuruudeltaan maailman kolmanneksi suurimmat ja EU:n tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä. Päästökauppajärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2005 ja järjestelmä koskee erityisesti teollisuutta. Järjestelmän piirissä on yli 11 000 teollisuus- ja energiantuotantolaitosta, joiden on hankittava lupa jokaista ilmaan päästämäänsä hiilidioksiditonnia kohti. Päästöoikeudet ostetaan huutokaupalla ja hinta määräytyy kysynnän ja tarjonnan mukaan. (Euroopan parlamentti 2021.)

#### 2.4 Hiilinielu

Hiilinielun määritelmä on muotoiltu hallitusten välisen ilmastopaneelin IPCC:n toimesta. Hiilinielulla tarkoitetaan mitä tahansa prosessia, toimintaa tai mekanismia, joka poistaa kasvihuonekaasuja, niiden esiasteita tai aerosoleja ilmakehästä. Hiilinieluja mitataan hiilidioksidin määrällä, jonka ne poistavat ilmakehästä. Muut ilmastoa lämmittävät kasvihuonekaasut yhteismitallistetaan hiilidioksidiekvivalenteiksi IPCC:n määrittelemien kertoimien avulla. (Sitra 2018b.)

Tärkeimmät luonnonvaraiset hiilinielut ovat metsät, maaperä ja valtameret. Näiden hiilinielujen arvioidaan sitovan 9,5–11 gigatonnia hiilidioksidia vuosittain. Vuonna 2019 maailmanlaajuiset hiilidioksidipäästöt olivat vastaavasti 38,0 gigatonnia. Ilmaston lämpenemisen estämiseksi ei ole olemassa ihmisen kehittämää järjestelmää, joka sitoisi tarpeeksi hiilidioksidia ilmakehästä. Luonnon hiilinieluihin sitoutunut hiilidioksidi vapautuu ilmakehään muun muassa maankäytön muutosten, metsäpalojen ja -hakkuiden myötä. (Euroopan parlamentti 2020b.)

### 3 RAKENTAMISEN SOPIMUKSET JA TAVOITTEET KASVIHUONEPÄÄSTÖJEN VÄHENTÄMISEKSI

Suomi on ratifioinut Pariisin ilmastosopimuksen 14.11.2016 ja sopimuksen keskeisenä tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahdessa Celsius-asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan nähden ja pyrkiä sellaisiin toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin pysäytettyä alle 1,5 asteen. Sopimus pitää sisällään myös päästövähennystavoitteet, pitkän aikavälin ilmastomuutokseen sopeutumisen tavoitteen ja tavoitteen ohjata rahoitusvirrat kohti ilmastokestävää ja vähähiillistä kehitystä. Pariisin ilmastosopimuksen sopijaosapuolilta edellytetään kunnianhimoisia ja tiukentuvia toimia päästöjen vähentämiseksi, ilmastorahoituksen lisäämiseksi, teknologian kehittämiseksi, toiminta- valmiuksien lisäämiseksi ja ilmastomuutokseen sopeutumiseksi. Sopijaosapuolilla on velvollisuus viiden vuoden välein valmistella kansallinen panos ja seuraavan kauden tavoitteiden tulee olla kunnianhimoisempia verrattuna edelliseen tarkastelukauteen. (Ympäristöministeriö 2021c.)

Rakentamisen kansainväliset sopimukset ja Eurooppalaiset tavoitteet ohjaavat rakennusalan toimenpiteitä, joilla pyritään hillitsemään rakennussektorin ilmastovaikutuksia. Rakennuskanta ja rakennusten käyttö muodostavat suuren osan maailman hiilidioksidipäästöistä. On arvioitu, että 40 % Euroopan kokonaisenergian kulutuksesta ja kolmannes CO<sub>2</sub> –päästöistä on kytköksissä rakennuksiin. Rakennusalan arvioidaan olevan yksi kustannustehokkaimmista tekijöistä kasvihuonepäästöjen merkittävässä vähentämisessä. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 18; Kuittinen 2019, 9.)

Pariisin ilmastosopimus, Europan Unionin ilmastolaki, EU:n Green Deal, energiatehokkuuden direktiivit, kiertotalouden toimintasuunnitelma, rakennustuoteasetuksen päivitys, kestävä kehitys tukeva hankinta- ja jätedirektiivi ja kestävän rahoituksen lainsäädäntöä koskevat toimet ovat osa Euroopan laajuista kasvihuonepäästöjen vähentämiseksi laadittuja tavoitteita. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 35–36.)

World Green Building Council:in vuonna 2019 julkaisemassa kansainvälisessä vetoomuksessa pyritään vähentämään rakennusten elinkaaren aikaista hiilijalanjärkeä 40 % vuoteen 2030 mennessä. Pohjoismaat pyrkivät olemaan edelläkävijöitä vähähiillisen rakentamisen saralla ja maiden viranomaiset pyrkivät kehittämään yhtenäisiä menetelmiä rakennusten elinkaaren aikana syntyvien hiilidioksidipäästöjen arviointiin ja hallintaan.

(Häkkinen & Kuittinen 2020, 35–36.) Euroopan komissio on julkaissut vähähiilisen Euroopan tiekartan, jonka mukaan rakennusten aiheuttamia vuosittaisia kasvihuonepäästöjä tulee leikata vuoteen 2030 mennessä 37–53 % ja vuonna 2050 vähennysprosentti on 88–91 % vuoden 1990 vertailutasosta. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 18; Kuittinen 2019, 11.)

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä ja poliittisella ohjauksella ja lainsäädännöllä pyritään kohti hiilineutraaliuden tavoitetta. Antti Rinteen hallitusohjelmassa 3.6.2019 ja Sanna Marinin hallitusohjelmassa 10.12.2019 asetettiin tavoite luoda Suomesta maailman ensimmäinen hiilineutraali hyvinvointiyhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Tavoite asettaa kasvihuonepäästöjen vähentämistarvetta kaikilla merkittävillä yhteiskunnan sektoreilla. Hallitusohjelmissa linjattiin, että eri toimialasektorien yhteistyössä laaditaan vähähiilisyden tiekartat, joiden tehtävänä on antaa tarkempi käsitys vähähiilisyden tarvittavien toimenpiteiden kustannuksista, edellytyksistä ja mittakaavasta. (Paloneva & Takamäki 2020, 9.)

Suomen vähähiilisyden tiekartta pyrkii kunnianhimoisempaan päästöjen ohjaukseen, kuin mihin EU-lainsäädäntö velvoittaa (Ympäristöministeriö 2021b). Päästötavoitteisiin pääsemistä ohjaa myös ilmastolaki 609/2015 ja meneillään olevassa lakiuudistuksessa vähähiilisyys on uutena asiakokonaisuutena osana maankäyttö- ja rakennuslakia. Hallituksen tavoitteena on esityksen valmistuminen uudesta maankäyttö- ja rakennuslaista vuoden 2021 loppuun mennessä. (Ilmastolaki 609/2015; Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu 2021.)

## 4 RAKENTAMISEN HIILIJALANJÄLKI

Rakentamisella ja rakennuksilla on merkittäviä ympäristö- ja ilmastovaikutuksia. Rakentamisesta ja rakennuskannasta aiheutuu noin kolmannes Suomen kokonaiskasvihuonekaasupäästöistä ja ne vastaavat noin 40 % energian kokonaiskulutuksesta. Energian tuotannon kasvihuonekaasupäästöjen lasku ja rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on edesauttanut rakennuksiin liittyvien päästöjen vähenemistä. (Kuittinen & le Roux 2017, 11.)

Maankäyttö- ja rakennuslain lakiuudistus sisältää uuden säädöksen koskien suomalaista rakentamista. Lakiuudistuksen jälkeen rakennusluvan yhteydessä tulee tehdä rakennettavalle kohteelle ilmastaselvitys. Ilmastaselvityksestä tulee selvittää rakennuksen koko elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset ja hiilijalanjälki. Lakiuudistus astuu voimaan vuonna 2025 ja sen jälkeen rakennusluvan saaminen edellyttää ilmastaselvityksen laatimista ja riittävän alhaista hiilijalanjälkeä. (Green Building Council Finland 2020b.)

Rakentamista ohjaavat useat eri lakien ja asetusten vaatimukset ja tilaajan asettamat toiminnalliset ja tekniset tavoitteet. Rakentamisen vähähiilisyys on tärkeä suhteessa muihin rakentamista koskeviin vaatimuksiin ja tavoitteisiin tulee arvioida tapauskohtaisesti. Kokonaisuuden kannalta tulee aina valita tärkeimmät laatuvaatimukset. Rakennuksen vähähiilisyys tavoitteet eivät pois sulje rakentamisen yleisiä ja tilaajakohtaisia vaatimuksia. Vähähiilisyttä ei voida tavoitella rakentamisen kestävyuden, laadun tai terveyden kustannuksella. (Kuittinen & le Roux 2017, 15.)

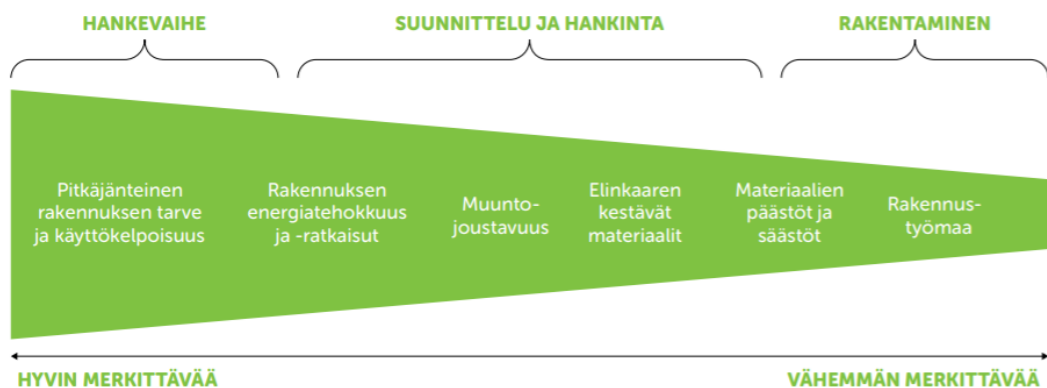
Rakentamisen ja rakennuskannan hiilijalanjäljen pienentämiseen voidaan pyrkiä parantamalla rakennuksien energiatehokkuutta, käyttämällä vähähiilisiä ja painottamalla materiaalivalinnoissa mahdollisimman vähähiilisiä tuotteita. Rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen muodostumiseen vaikuttaa lisäksi maankäyttö, rakennuksen kestävyys, käyttöikä, tilakoko, muunneltavuus ja sekä rakennuksen huollon että korjauksen tarve. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 92–99; Kuittinen & le Roux 2017, 14.)

## 5 RAKENNUSHANKKEEN ERI VAIHEIDEN VAIKUTUS RAKENNUKSEN PÄÄSTÖIHIN

Rakennushankkeen eri vaiheissa tehtävillä päätöksillä ja valinnoilla on erilainen merkitys rakennuksen elinkaaren aikana syntyviin ympäristö- ja ilmastovaikutuksiin. Vähähiilisyys-  
den kannalta merkittävimmät päätökset tehdään hanke- ja suunnitteluvaiheessa. Ku-  
vassa 1 esitetään rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen merkittävimmät tekijät suuruus-  
järjestyksessä. (Green Building Council Finland 2013, 14.) Toimiva ja tehokas rakennus-  
kokonaisuus on tärkeintä, mutta vähähiilisyys-  
den kannalta myös päätös rakentamatta jät-  
tämisestä voi olla paras ratkaisu (Green Building Council Finland 2013; Myyryläinen  
2019, 12–13).

Hankevaiheessa rakennuttajan tulee vaatia sekä suunnittelulta että toteuttamiselta ra-  
kennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen kannalta tehokkaita ja pitkäikäisiä ratkaisuja (Green  
Building Council Finland 2013, 14). Vähähiilisen rakennuksen suunnittelu voi lähestyä  
rakennushanketta kolmesta eri näkökulmasta: tilakoon, rakennuksen peruskonseptin ja  
tehokkuuden kautta. Vähähiilisen rakentamisen suunnitteluun liittyy myös kohteen ener-  
gia-, käyttöikä- ja muuntojoustavuuden suunnittelu. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 92.)

Rakentamisvaiheen laadukas toteutus varmistaa, että rakennus saavuttaa suunnitellun  
käyttöikänsä ja ettei rakennusta ja siihen liittyviä teknisiä järjestelmiä jouduta korjaamaan  
tai purkamaan ennenaikaisesti. Rakennus, jota on tehokasta käyttää ja helppo huoltaa,  
on edullisempi ja vähähiilisempi elinkaarensa aikana. (Green Building Council Finland  
2013, 14).

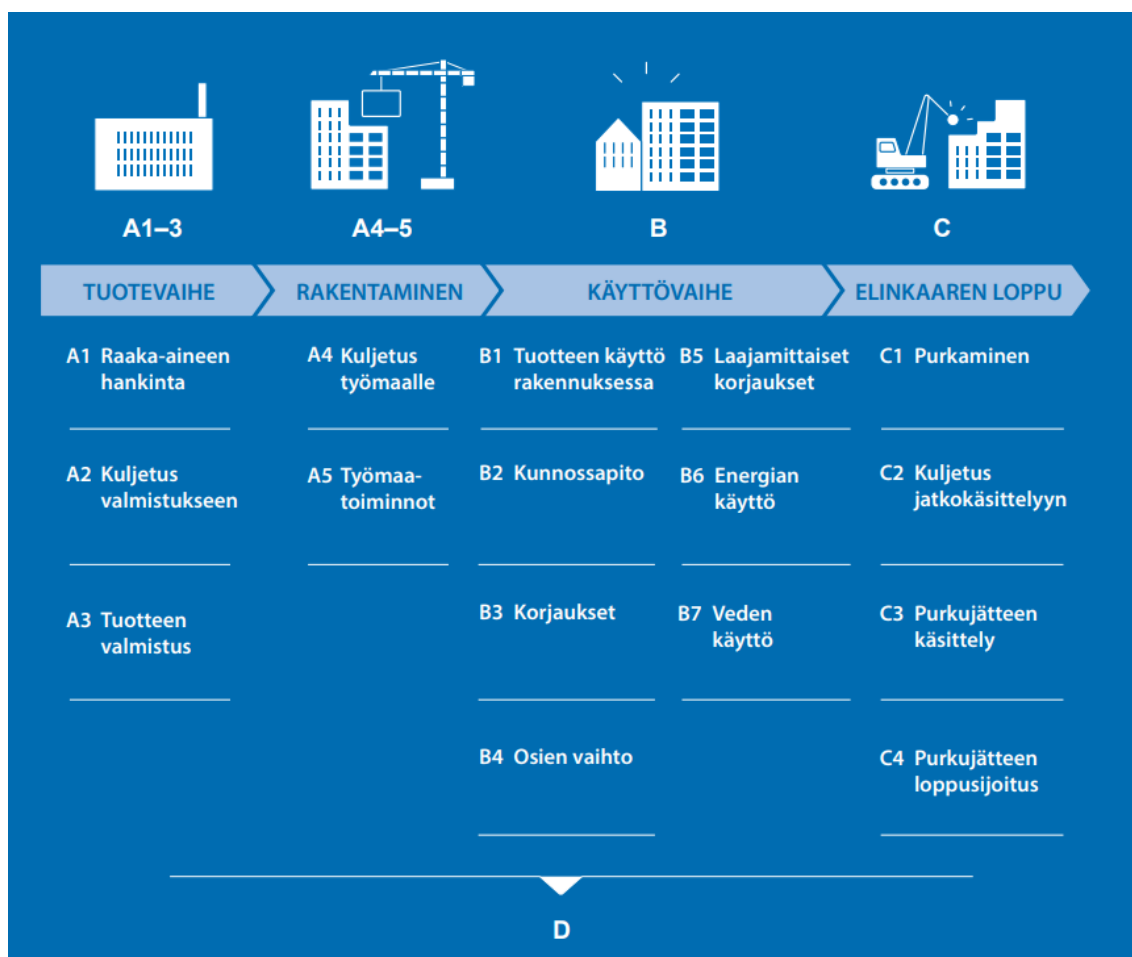


Kuva 1. Rakennushankkeen eri vaiheiden merkitys muodostuviin kasviuonekaasupäästöihin (Green Building Council Finland 2013, 14).

## 6 RAKENNUKSEN ELINKAARIARVIOINTI

### 6.1 Elinkaaren vaiheet

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki koostuu tuote-, rakentamis- ja käyttövaiheen sekä elinkaaren loppumoduulista, jotka ovat merkitty kirjaimilla A–D. Päämoduulit jakaantuvat numeroituihin, tarkempiin alamoduuleihin, jotka vaikuttavat hiilijalanjäljen muodostumiseen. Elinkaarimoduulien jaottelu on esitetty kuvassa 2. EN-standardeissa määritetään rakennuksen elinkaaren vaiheet ja moduulien sisällöt, jotta niiden käyttö rakennuksen elinkaarilaskenassa on tarkkaa ja yksiselitteistä. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 70–72; Bi-onova Oy 2017, 11.)



Kuva 2. Rakennuksen elinkaaren vaiheet moduuleittain (Kuittinen 2019, 14).

Ennen rakentamista tapahtuvat moduulit A1–A3 muodostavat tuotevaiheen, joiden päästöt voidaan tunnistaa ja arvioida hyvin. Lisäksi niihin liittyy vähän epävarmuustekijöitä rakennuksen koko elinkaaren hiilidioksidipäästöjen perspektiivistä. Ennen rakennuksen käyttövaihetta syntyvät hiilijalanjälkivaikutukset muodostuvat rakennustuotteiden raaka-aineiden hankinnasta, kuljetuksesta ja valmistuksesta. Rakentamisvaiheen moduuli käsittää kokonaisuudet A4–A5 ja moduulin aikana syntyviin päästöihin kuuluvat tuotteiden kuljetus tehtaalta työmaalle ja kaikki työt rakennuksen käyttöönottoon saakka.

Käyttövaiheen moduuli B:n aikana hiilidioksidipäästöt muodostuvat pitkän ajan kuluessa. Käyttövaiheen arviointi tehdään rajatulle ajanjaksolle, sillä tulevaisuudessa tapahtuvia ympäristövaikutuksia on erittäin vaikeaa arvioida kattavasti. Käyttövaihe kattaa tuotteiden käytön, kunnossapidon, korjaukset, osien vaihdon, laajamittaiset korjaukset ja energian- ja veden käytön.

Rakennuksen elinkaaren loppupuolella, moduuli C, hiilijalanjälki muodostuu rakennuksen purkamisesta ja purkumateriaalin kuljetuksesta jatkokäsittelyyn sekä jätteen loppusijoituksesta. Koska rakennuksen purkaminen tapahtuu todennäköisesti kymmenien tai satojen vuosien päästä, moduulin luotettavaan hiilijalanjälkiarviointiin liittyy paljon epävarmuustekijöitä.

Moduuli D, elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat, kattaa esimerkiksi rakennustuotteiden uudelleenkäytön ja kierrätyksen avulla saatavat edut. Edut perustuvat oletukseen, että kierrättämällä ja uudelleenkäyttämällä vältetään vastaavan uuden tuotteen tuottamisesta aiheutuvat päästöt. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 70–72; Kuittinen 2019, 14–28.)

## 6.2 Arviointijakso

Rakennuksen elinkaariarviointi tehdään tietyn pituiselle ajanjaksolle. Valitulla ajanjakson pituudella on vaikutusta saataviin tuloksiin. Valittavan ajanjakson pituuteen rakennuksen elinkaarilaskennassa vaikuttaa myös valittu LCA-laskentamenetelmä ja sen antamat reunaviitteet laskennalle. Arviointijakson pituutena käytetään usein joko 50 tai 60 vuotta tai tavoitekäyttöikä, mikäli se on ollut suunnittelun lähtökohtana. Standardin EN 15978 mukaisessa laskennassa arviointijakson pituus on 60 vuotta. Vastaavasti Ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointityökalussa arviointijakson pituus on 50 vuotta. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 65–67, 72; Kuittinen 2019, 38; Häkkinen 2020, 13; 16.)

### 6.3 LCA-laskentamenetelmät ja ympäristömerkit

Rakennusten elinkaarilaskenta, LCA, perustuu eurooppalaiseen standardiin EN-15978:2011 ”*Sustainability of construction works Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*”. Samaan standardiperheeseen kuuluu myös muita LCA-laskentaa käsitteleviä EN-standardeja. Vaikka useat LCA-laskentamenetelmät perustuvat samaan standardiin, niissä on eroja arviointijakson pituuden, arvioituvien moduulien määrän ja saatavien tulosten yksiköiden välillä. Kuvassa 3 on esitetty eri LCA-laskentamenetelmien eroja. Eri laskentamenetelmillä tai päästötiedoilla tehdyt rakennuksen LCA -laskelmat eivät ole keskenään vertailukelpoisia. (Heikkinen 2020, 12; Häkkinen & Kuittinen 2020, 65–67; Kuittinen 2019, 13.)

Rakennuksen elinkaariarvioinnissa voidaan käyttää myös muita ympäristövaikutusten luokitusjärjestelmiä ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointityökalun lisäksi. Euroopan komissio laati vuonna 2017 ehdotuksen rakennusten resurssitehokkuuden yhteisestä arvionti ja raportointitavasta. Tämä menetelmä tunnetaan Level(s)- järjestelmänä ja sen arviointijakson pituutena käytetään 60 vuotta. Level(s)- menetelmä eroaa Ympäristöministeriön rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmästä ja muista päästövaikutuksia mittaavista menetelmistä siinä, mitä moduuleita tarkastelussa otetaan huomioon ja missä muodossa saadut päästötulokset ilmoitetaan. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 65–67; Heikkinen 2020 16–17; Ympäristäministeriö 2021a)

Maailmalla ja Suomessa on käytössä myös muita rakennusten ympäristövaikutuksia mittaavia arviointimenetelmiä ja ympäristömerkkejä. LEED, Leadership in Energy and Environmental Design, on maailman eniten käytetty ympäristösertifikaatti. LEED kehitettiin 2000-luvun alussa USA:n Green Building Council:n toimesta. Arviointi voidaan tehdä uusille ja peruskorjattaville rakennuksille, kuten esimerkiksi asuinkiinteistöille, kauppakeskuksille ja toimistoille. LEED-arviointi perustuu pisteytysjärjestelmään, jossa parhaimmillaan voi saada yhteensä 100 pistettä rakennuspaikan valinnan, vesitehokkuuden, energian ja ilmakehän, materiaalien ja resurssien ja sisäilmanlaadun osa-alueilta. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 67.)

Toinen maailmalla yleisesti käytössä oleva rakennusten ympäristömerkki on brittiläinen BREEM, Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEM-luokitusluokkia on viisi, Pass, Good, Very Good, Excellent ja Outstanding. BREEM-

arvioinnin hyviä puolia on, että arvioinnissa voidaan ottaa huomioon kansallinen lainsäädäntö ja erityispiirteet suhteellisen hyvin. (Häkkinen& Kuittinen 2020, 67.)

	YM Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä	Level(s)	BREEAM mat01 Life Cycle Impacts	LEED MR Whole Building Life-Cycle Assessment
<b>Käytetyn arviointijakson pituus</b>	50 vuotta tai tavoitekäyttöikä	60 vuotta	60 vuotta	60 vuotta
<b>Elinkaaren vaiheet (EN 15978)</b>	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B3-5 Korjaukset ja osien vaihdot B6 Energian käyttö C1-4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B1-B5 Korjaukset ja osien vaihdot <b>B6 Energian käyttö</b> <b>B7 Veden käyttö</b> C1-C4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus <b>D elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset</b>	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle A5 Työmaatoiminnot B3-5 Korjaukset ja osien vaihdot <b>B6 Energian käyttö</b> <b>B7 Veden käyttö</b> C1-4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus	A1-3 Materiaalien valmistus A4 Kuljetukset työmaalle B1-B5 Korjaukset ja osien vaihdot C1-C4 Purkaminen, purkujätteen käsittely ja loppusijoitus
<b>Määritettävät ympäristöindikaattorit</b>	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> /a, m <sup>2</sup> =lämmitetty nettoala) Hiilikädenjälki (kg CO <sub>2</sub> e)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e) Happamoituminen (kg SO <sub>2</sub> e) Rehevöityminen (kg PO <sub>4</sub> e) Otsonikato (kg CFC <sub>11</sub> e) Alailmakehän otsoni (kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e) Syntyneet jätteet (kg)	Hiilijalanjälki (kg CO <sub>2</sub> e) Happamoituminen (kg SO <sub>2</sub> ) Rehevöityminen (kg PO <sub>4</sub> e) Otsonikato (kg CFC <sub>11</sub> e) Alailmakehän otsoni (kg NO <sub>x</sub> tai kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) Uusiutumattoman energian kulutus (Mj)
<b>Sisällytettävät materiaalit</b>	<b>Tontti</b> (maaosat, tuennat ja vahvistukset, päällysteet, alueen rakenteet) <b>Kantavat rakenteet</b> (perustukset, alapohja, runko, julkisivut, ovet ja ikkunat, ulkotasot, kattorakenteet) <b>Täydentävät rakenteet</b> (väliseinät ja ovet, portaat, pintarakenteet, tyyppilliset kiintokalusteet, hormit ja tulisijat, tilaelementit) <b>Talotekniikka</b> (lämmitys-, vesi- ja viemäri-, ilmastointi- ja jäähdytys- ja sähköjärjestelmät, sprinkleri, hissit)	Pääsääntöisesti samat kuin YM arviointimenetelmässä	Kriteerissä voi saavuttaa pisteitä sitä enemmän, enemmän materiaaleja lasketaan sisällyttää.	Ei sisällä talotekniikka tai tontin rakenteita.
<b>Huomiot</b>	- Määritetään myös positiiviset vaikutukset eli hiilikädenjälki - Ennalta määritetyt päästökertoimet käytönaikaiselle energialle		Kriteerissä voi saavuttaa pisteitä sitä enemmän, enemmän materiaaleja lasketaan sisällyttää sekä laadullisesti parempaa ympäristödataa ja laskentatyökälyä käyttää. Maksimissaan 5 (+1 exemplary level piste)	Laaditaan Baseline-rakennus. Pisteitä saa, mikäli voi osoittaa vähintään 10% parannuksen Baseline-rakennukseen.

Kuva 3. LCA- laskentamenetelmien eroja (Heikkinen 2020, 16).

#### 6.4 Ympäristöselosteet LCA-laskennassa

Rakennustuotteiden ympäristömerkinnät helpottavat rakennuksen hiilijalanjäljen ja muiden rakentamisesta johtuvien ympäristövaikutusten arviointia ja saatujen tuloksien raportointia. Ympäristömerkinnät jaetaan kolmeen päätyyppiin, tyyppin I, II ja III -ympäristömerkkeihin ja ne perustuvat ISO 14024:2018, 14021:2016 ja 14025 -standardien ohjeistuksiin. Rakennustuotteiden tyyppin III ympäristöselosteet, eli EPD:t (Environmental Product Declaration), perustuvat elinkaariarvioon ja ne sisältävät kvantitatiivista tietoa rakennustuotteen aiheuttamasta ympäristökuormituksesta koko tuotteen elinkaari huomioon ottaen. Rakennustuotteen aiheuttaman hiilijalanjäljen lisäksi EPD kokoa

informaatiota muista tuotteen aiheuttamista ympäristövaikutuksista. Rakennustuotteen EPD laaditaan standardin EN-15804 mukaan. ja sen tulee olla kolmannen riippumattoman osapuolen varmistama. EPD-ympäristöselosteet tulee uusia viiden vuoden välein koska rakennustuotteen tuotantotavat ja energian muodostamat päästöt muuttuvat. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 63.)

## 6.5 Rakentamisesta aiheutuvat ympäristövaikutukset

Rakennusten elinkaariarvioinnin mittarina yleensä käytetään hiilijalanjälkeä, eli ilmaston lämpenemispotentiaalia. Luonnonvarojen kulutuksen ja päästöjen mittaamiseen on olemassa myös muita indikaattoreita, jotka selkeyttävät osaltaan tuotteiden tai palveluiden aiheuttamia ympäristö- ja ilmastovaikutuksia. Kuva 4 havainnollistaa käytössä olevia indikaattoreita ja niiden vaikutusta ympäristöön.

<p><b>Luokka</b> Ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP), eli ns. "hiilijalanjälki"</p> <p><b>Yksikkö</b> Hiilidioksidiekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Kasvihuonekaasujen lisääntyminen ilmakehässä lämmitää maata lähinnä olevia ilmakehän kerroksia, mikä johtaa ilmastomuutokseen.</p>		<p><b>Luokka</b> Happamoitumispotentiaali (AP)</p> <p><b>Yksikkö</b> Riikidioksidiekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Veden kanssa reagoivat happamoittavat aineet voivat johtaa happosateeseen, joka aiheuttaa muun muassa juuristojen hajoamista ja ravinteiden poistumista kasveista.</p>		<p><b>Luokka</b> Fossiilisten luonnonvarojen abioottinen ehtyminen (ADPF)</p> <p><b>Yksikkö</b> MJ</p> <p><b>Haitta</b> Voimakas abioottisten luonnonvarojen kulutus voi kiihdyttää käytettävissä olevien fossiilisten energialähteiden kuten ölyn ja hiilen ehtymistä.</p>	
<p><b>Luokka</b> Otsonekatopotentiaali (ODP)</p> <p><b>Yksikkö</b> Trikloorifluorimetaaniekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Vahingoittaa stratosfäärin otsonikerrosta, joka suojaa elollista luontoa auringon haitalliselta UV-A- ja UV-B-säteilyltä.</p>		<p><b>Luokka</b> Rehevöitymispotentiaali (EP)</p> <p><b>Yksikkö</b> Fosfaattiekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Ravinteiden liikatarjonta aiheuttaa herkissä ekosysteemeissä ei-toivottua kasvinkasvua, esimerkiksi kaloja tappavaa levien kasvua.</p>		<p><b>Luokka</b> Primäärienergian kokonaiskulutus (PEtot)</p> <p><b>Yksikkö</b> MJ tai kWh</p> <p><b>Haitta</b> Voimakas primäärienergian varojen kulutus fossiili- ja uusiutuvista lähteistä voi kiihdyttää luonnonvarojen ehtymistä.</p>	
<p><b>Luokka</b> Valokemiallinen otsoninmuodostuskyky (POCP)</p> <p><b>Yksikkö</b> Etyleeniekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Muodostaa ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta otsonia alalmakehään (summer smog -ilmiö). Otsoni mm. vahingoittaa hengityselimistöä.</p>		<p><b>Luokka</b> Ei-fossiilisten luonnonvarojen abioottinen ehtyminen (ADPe)</p> <p><b>Yksikkö</b> Antimoniekvivalentti</p> <p><b>Haitta</b> Abioottisten luonnonvarojen voimakas kulutus voi kiihdyttää käytettävissä olevien materiaalien kuten metallien ja mineraalien ehtymistä.</p>		<p><b>Luokka</b> Uusiutuvien vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö (Sec)</p> <p><b>Yksikkö</b> MJ tai kWh</p> <p><b>Haitta</b> Vaihtoehtoiset polttoaineet, esimerkiksi jäte, ovat periaatteessa rajallisia resursseja, joten niiden voimakas kulutus voi johtaa epäsuorasti resurssipulaan.</p>	

Kuva 4. Elinkaariarvioinnissa huomioitavia ympäristövaikutuksia (Ympäristöministeriö 2021a, 7).

## 7 ESIMERKKIKOHTTEEN HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA STANDARDIN EN-15978 MUKAISESTI

### 7.1 LCA -arvioidun kohteen yleistiedot

Alla olevaan taulukkoon on koottu As Oy Kaarinan Karpalon LCA-laskennan kannalta oleelliset tiedot. Kohteen yleistietojen pohjalta voidaan lähteä suorittamaan asunto-osa-  
keyhtiön elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaa standardin EN-15978 mukaisesti.

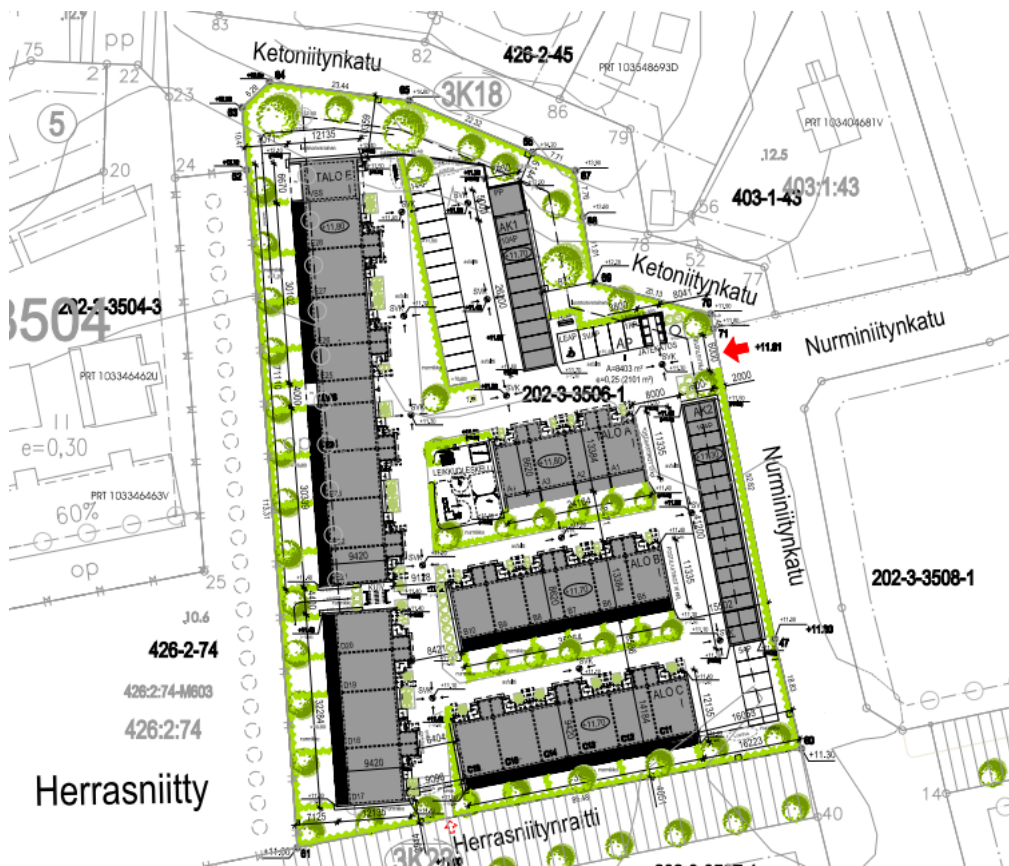
Tutkimuksen tarkoitus:	Tutkimuksen tarkoituksena on laskea kohteen elinkaaren aikainen hiilijalanjälki ja verrata asumisen hiilijalanjälkeä suomalaisten keskimääräiseen hiilijalanjälkeen
Hankkeen tyyppi:	Uudisrakennus, Asuinrakennukset
Kieli:	Suomi
Tutkimuksen lähtötiedot (tyyppi):	Lähtötietoina suunnitteludokumentit: 2D-dokumentit sekä asiakirjat.
Tiedot varmennettu jälkiseurannalla:	Ei
Rakennuksen elinkaari:	Keskeneräinen

Rakennustyyppi	Viidestä rivitalosta koostuva asunto-osakeyhtiö
Rakennusvuosi	2019-2021
Bruttoala/kerrosala:	2036 m <sup>2</sup> Pinta-ala laskettu ulkoseiniin saakka, huomioiden kaikki rakennuksiin kuuluvat tilat
Brutto sisäpinta-ala (lämmin):	1813,5m <sup>2</sup> Sisältää myös varastot ja muut huoneistojen aputilat
Varastot ja VSS	168m <sup>2</sup> ja 42 m <sup>2</sup>
Päärakennusmateriaali:	Puu
Ilmastovyöhyke:	Hemiboreaalin vyöhyke, Suomi
Rakennuksen toiminnot ja palvelut:	28 asuntoa, väestönsuojatila, pysäköintipaikat ja autokatokset, jäte- ja pyöräkatokset
Muut relevantit käyttäjän asettamat tai asetetut rakennusmääräykset	Ei muita erityisvaatimuksia
Energiatehokkuusluokka (E-luku):	Talo A: B(2018)≤100 kWhE/ (m <sup>2</sup> vuosi) Talo B: B(2018)≤100 kWhE/ (m <sup>2</sup> vuosi) Talo C: B(2018)≤100 kWhE/ (m <sup>2</sup> vuosi) Talo D: B(2018)≤100 kWhE/ (m <sup>2</sup> vuosi) Talo E: A(2018)≤100 kWhE/ (m <sup>2</sup> vuosi)
LCA laskenta-aika:	50 vuotta
Suunniteltu käyttöikä:	50 vuotta

Taulukko 1. As Oy Kaarinan Karpalon yleistiedot.

## 7.2 Kuvaus kohteesta

As Oy Kaarinan Karpalo sijaitsee Kaarinan kaupungissa ja se koostuu viidestä erillisestä rivitalosta, joissa on yhteensä 28 asuntoa. Asunto-osakeyhtiöön kuuluu myös 50 auto-paikkaa, joista 26 sijaitsee kahdessa erillisessä autokatoksessa. Taloyhtiöön kuuluu myös katetut jäte- ja pyöräkatokset. Autojen parkkipaikat ja -katokset, pyöräkatos, jätekatos sekä tukimuuri jätettiin kohteen elinkaaren hiilijalanjälkitarkastelun ulkopuolelle standardin EN-15978 mukaisessa laskennassa huomioon otettavan sisällön ja opinnäytetyön rajattavuuden vuoksi. Kaarinan Karpalo on uudisrakennuskohde, jonka rakentaminen aloitettiin lokakuussa 2019 ja joka valmistui helmikuussa 2021.



Kuva 5. As Oy Kaarinan Karpalon asemapiirustus.

Rakennukset on perustettu teräsputkipaaluilla pohjamoreenin tai kallion varaan. LCA-laskennassa on käytetty teräsputkipaalujen pituuksina rakennesuunnittelijan ilmoittamien putkipaalujen pituuksien keskiarvoa talokohtaisesti. Teräsputkipaalut ovat

betonoitu täyteen betonilla. Talojen anturat ja sokkelit ovat raudoitevahvistettua betonia. Talojen alapohjalaatat ovat kantavia teräsbetonilaattoja. LCA-laskentaa varten betonin ja tarvittavien raudoitusten määrät laskettiin rakenne- ja elementtisuunnittelun 2D-dokumenttien mukaan talokohtaisesti.

Rakennuksien ulkoseinät ovat puurakenteisia ja ne on eristetty mineraalivillalla. Rakennusten ulkoverhoukset ovat maalattua puupaneelia. Asuntojen väliset kantavat väliseinät ovat teräsbetonia ja kevyet väliseinät ovat kipsilevyillä vuorattuja puurakenteisia väliseiniä. Saunojen väliseinät ovat muurattu Kahi-harkoilla. Rakennuksissa on puiset kattorakenteet ja katot on pinnoitettu kumibitumikarmilla. Yläpohjien lämmöneristeinä on käytetty puihallusvillaa. LCA-laskentaa varten kunkin rakennustarvikkeen ja -tuotteen määrät laskettiin projektipankin 2D-suunnitteludokumenttien, urakoitsijan ja talopaketti-toimittajan määrälaskentadokumenttien pohjalta.

Asunnot ovat varustettu isoilla, asuntojen levyisillä katetuilla terasseilla, ulkovarastotiloilla ja huoneistokohtaisilla sähkösaunoilla. Muista asunto-osakeyhtiön taloista poiketen, talo E:n yhteydessä on lisäksi tekninen tila ja S1-luokan väestönsuojatila. Väestönsuojatilan pinta-ala on 42m<sup>2</sup> ja se on mitoitettu 56 henkilölle. Väestönsuojatila palvelee normaaliaikana ulkovälinevarastona. Taulukossa 2 on eritelty asunto-osakeyhtiöön kuuluvien rakennuksien pinta-aliatiedot rakennuksittain.

Asuntojen rakennevalinnat ja LVIS-järjestelmien varustelut ovat yhdenmukaisia kaikissa asunnoissa. Kiinteistöjen pääasiallinen lämmönlähde on maalämpöpumppu NIBE F1345-60 , joka koostuu kahdesta lämpöpumppuyksiköstä ja näytöllä varustetusta keskusyksiköstä. Kylmäaineena käytetään R410. Maalämpöpumpun lämmityspiirillä lämmitetään lattialämmitysverkostoa ja lämminkäyttövesiverkostoa. NIBE Energy Systems Oy:n lämpöpumpun mitoitustietolaskelman mukaan lämpöpumppu tuottaa energiaa 205793 kWh/ vuosi ja kuluttaa energiaa 58231 kWh/ vuosi. Kaikki huoneistot ovat varustettu koneellisella lämmöntalteenottoilmanvaihtojärjestelmällä.

#### PINTA-ALA- JA TILAVUUSTIEDOT

Asuinrakennukset	Tilavuus m <sup>3</sup>	Bruttoala/ Kerrosala bmq <sup>2</sup> / km <sup>2</sup>	Kerrosala (250 mm) km <sup>2</sup>	Asuinkerrosala km <sup>2</sup>	Varastot m <sup>2</sup>	Sallittu seinän- paksuusylitys m <sup>2</sup>	Huoneistoala hmq <sup>2</sup>
Rak 1: TALO A	720,0	232,0	226,0	208,0	24,0	2,5	204,0
Rak 2: TALO B	1070,0	346,0	338,0	310,0	36,0	3,0	306,0
Rak 3: TALO C	1270,0	411,0	403,0	375,0	36,0	3,5	369,0
Rak 4: TALO D	1020,0	328,0	321,0	304,0	24,0	3,5	295,0
Rak 5: TALO E (LVIS, VSS)	2220,0	717,0	701,0	568,0	48,0	11,0	639,5
<b>Yhteensä</b>	<b>6300,0</b>	<b>2034,0</b>	<b>1989,0</b>	<b>1765,0</b>	<b>168,0</b>	<b>23,5</b>	<b>1813,5</b>

HUONEISTOJAKAUMA:		
2H+KT+S=45,0 m <sup>2</sup>	10 kpl	450,0 m <sup>2</sup>
2H+KT+S=49,5 m <sup>2</sup>	2 kpl	99,0 m <sup>2</sup>
2H+K+S=55,5 m <sup>2</sup>	8 kpl	444,0 m <sup>2</sup>
3H+K+S=68,5 m <sup>2</sup>	6 kpl	411,0 m <sup>2</sup>
4H+KT+S=79,5m <sup>2</sup>	2 kpl	159,0 m <sup>2</sup>
Yhteensä	28 kpl	1563,0 m <sup>2</sup>

Taulukko 2. As Oy Kaarinan Karpalon pinta-ala- ja tilavuustiedot.

Viidestä rivitalosta koostuvan asunto-osakeyhtiön Kaarinan karpalon LCA -arviointi suoritettiin käyttämällä sen laskennassa One Click LCA -tietokoneohjelmaa, joka on käytettävissä valmistajan kotisivujen kautta. One Click LCA-laskentaohjelmatyökalu on yhteensopiva standardin EN-15978 kanssa, jolloin saadut tulokset esitetään Euroopan komission kehittämän Levels-menetelmän mukaisessa yksikössä kgCO<sub>2</sub>eq. Tulokset kuvaavat rakennuksen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia 50 vuoden laskennallisella käyttöiällä.

### 7.3 LCA-arvioinnin tavoite ja järjestelmän rajaus

Kohteen LCA-arvioinnissa huomiottiin seuraavat elinkaaren vaiheet standardin EN 15804:2012 Sustainability of construction works- Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products mukaisesti. Laskennassa huomioon otetut elinkaaren moduulit ovat merkattu x-merkinnällä taulukossa 3. Laskennassa käytettiin One Click LCA-ohjelmiston oletusarvoja kuljetusmatkojen, rakennusmateriaalien ja -tuotteiden korjauksen ja vaihtotarpeen osalta sekä moduuli D:n tietojen osalta.

Tuotevaihe			Rakentaminen		Käyttövaihe							Elinkaaren loppu				Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt ja haitat		
Raaka-aineen hankinta	Kuljetus valmistukseen	Tuotteen valmistus	Kuljetus työmaalle	Työmaatoiminnot	Tuotteen käyttö rakennuksessa	Kunnossapito	Korjaus	Osien vaihto	Laajamittaiset korjaukset	Energian käyttö	Veden käyttö	Purkaminen	Kuljetukset	Purkujätteen käsittely	Purkujätteen loppusijoitus	Uudelleenkäyttö	Talteenotto	Kierrätys
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D
X			X							X				X				

Taulukko 3. Standardin EN-15978 mukainen elinkaarimoduulien rajausta.

Tarkasteltavan asunto-osakeyhtiön hiilijalanjäljen laskenta on tehty standardin EN-15978 mukaisesti. Rakennuksen elinkaaren tarkastelujakson pituutena käytetään 50 vuoden tarkastelujaksoa, sillä se on ollut rakennuksien perustussuunnittelun lähtökohtana paaluanturoiden betonivalujen lujuusluokkien osalta. Laskenta on toteutettu Elinkaarimittareiden laskentaohjeen (FIGBC 2021) mukaan ja laskennassa on huomioitu rakennuksien kaikki elinkaaren vaiheet ja niiden laskentaan kuuluvat sisällöt, paitsi kiinteistöön kuuluvat pysäköintialueet, auto-, jäte-, polkupyöräkatokset. Taulukossa 4 on esitetty laskentaan sisällytetyt elinkaaren vaiheet ja niiden laskennassa tehdyt oletukset ja rajaukset.

Vaihe		Sisältö
A1-A3	Tuotevaihe	Rakennustuotteiden ja materiaalien koko valmistusketjun päästöt. Rakennusmateriaalien määrät määrälaskentaluetteloiden ja 2D-rakennuspiirustusten mukaan. Tuotetason valintoja huomioitu mahdollisuuksien mukaan.
A4	Kuljetukset työmaalle	Rakennustuotteiden ja työmaalla tarvittavien koneiden kuljetuksesta aiheutuvat päästöt. Laskennassa käytetty laskentaohjelman sisältämiä, Pohjoismaille määritettyjä oletusarvoja kuljetusetäisyyksien ja -tapojen osalta.
A5	Työmaatoiminnot	Työmaatoiminnot sisältävät työmaan energian-, ja vedenkulutuksen. Energian ja vedenkulutustiedot toteutuneen kulutuksen mukaan. Sähkökulutustiedot perustuvat rakennusliikkeen ilmoittamaan kulutukseen ja työmaa-aikaisen vedenkulutustiedot saatu Kaarinan kaupungin teknisiltä palveluilta.
B1-B5	Rakennuksen käyttö, kunnossapito, korjaus, osien vaihto ja laajamittaiset korjaukset	Käytettyjen rakennusmateriaalien ylläpidon ja niiden uusimisesta johtuvat päästöt. Laskentaohjelma laskee moduulien B1-B5 vaiheen päästöt syötettyjen rakennusmateriaalitietojen pohjalta. Rakennusmateriaalien käyttöikä on laskentaohjelmistossa esitetyt oletusarvoiset käyttöiät eri materiaaleille ja tuotteille.
B6	Energian käyttö	Rakennuksen kuluttaman energian päästöt. LCA-Laskennassa on käytetty energiatodistusten laskennallisen ostoenergiamäärän mukaan. Ei sisällä kuluttajalaitteiden sähkökulutusta. Energiaratkaisujen on oletettu pysyvän muuttumattomina koko elinkaaren ajan.
B7	Veden käyttö	Puhtaan veden tuotanto ja jäteveden käsittelyn aiheuttamat päästöt rakennuksen käytön ajalta. Laskennassa käytetty Kaarinan kaupungilta saatuja vedenkulutustietoja. Huomioidaan kiinteistön kokonaisvedenkulutus.
C1-C4	Rakennuksen purkaminen, purkuvaiheen kuljetukset, purkujätteen käsittely ja purkujätteen loppusijoitus	Rakennuksen purkamisesta ja purkujätteiden käsittelystä syntyvät päästöt. Laskentaohjelma laskee moduulien C1-C4 päästöt syötettyjen lähtötietojen perusteella.
D	Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset	Moduuli pitää sisällään kierrätyskelpoisesta jätteestä saatavat hyödyt. Laskentaohjelma laskee moduulin D päästöt syötettyjen lähtötietojen mukaan.

Taulukko 4. Elinkaaren eri vaiheet ja laskennassa huomioitu sisältö sekä tehdyt rajaukset ja oletukset.

#### 7.4 Arviointiin sisältyvät rakennusosat

Kohteen LCA-laskennassa huomioitiin rakennuksien kaikki rakennusosat. LCA-laskennassa tulee pyrkiä huomiomaan myös rakentamisen ja asentamisen aikana syntyvä materiaalihukka. (Kuittinen 2019, 17). Tulosten oikeellisuuden kannalta on tärkeää, että rakentamiseen käytettyjen materiaalien määrätiedot ovat arvioitu oikein ja LCA-laskennassa on käytetty tuotteiden ja suoritteiden oikeaa hiilijalanjälkitietoa (Häkkinen & Kuittinen 2020, 77). Niiden rakennusmateriaalien, -tuotteiden ja -tarvikkeiden osalta, joista ei ollut käytettävissä kohdekohtaisia tietoja, LCA-laskennassa käytettiin yleisesti Suomessa käytössä olevia tuotteita. Kohteesta ei ole laaditu työselostusta, josta selviäisi esimerkiksi ikkunoiden ja ovien valmistajat ja tuotetyypit.

As Oy Kaarinan Karpalon elinkaaren aikana syntyvän hiilijalanjäljen laskennassa on käytetty sekä talotoimittajan ja pääurakoitsijan toimittamia määräluetteloita että 2D-rakennuspiirustuksia. One Click LCA -hiilijalanjäljen laskentaohjelmisto sisältää rakentamisesta syntyvä eri rakennusmateriaalien prosentuaaliset hävikkiosuudet, jolloin niitä ei tarvitse erikseen arvioida RATU 1191-S, Rakennustyön materiaalilisät ja -hukat, -suunnitteluohjeen sekä RATU Rakennustöiden menekit 2020 -oppaan mukaisesti.

Standardin EN-15804 ja EN-15978 mukaisesti LCA -laskennan ulkopuolelle jätettiin ne rakennustarvikkeet ja -materiaalit, jotka kattavat alle 1 % rakennuksen kokonaismassasta tai energian kulutuksesta. Tarkastelun ulkopuolelle jätetyt materiaalit eivät kuitenkaan saa kokonaisuutena ylittää 5 % rakennuksen kokonaisenergian kulutuksesta tai massasta. Materiaalien rajausta ei saa käyttää tulosten peittämiseen tai salailuun. (Häkkinen & Kuittinen 2020, 79.) Tällaisia LCA-laskennan ulkopuolelle jätettyjä tarvikkeita ovat esimerkiksi ruuvit, kiinnistyskelat ja naulat, sillä kokonaismassaltaan ne edustavat huomattavan pientä määrää suhteutettuna kohteen kokonaismassaan.

#### 7.5 Kohteen tietolähteet ja oletukset

As Oy Kaarinan Karpalon elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta One Click LCA-ohjelmalla perustuu NiiniPlus-projektipankin sisältämiin 2D-rakennus- ja detaljipiirustuksiin, pääurakoitsijan ja talopakettitoimittajan määrälaskentaluetteluihin ja muuhun suunnittelutietoon, joka oli kohteesta saatavilla. Kohteesta ei ollut saatavilla tietomallia. Taulukossa 5 on

eritelty laskentaan kuuluvat materiaalit, sisältö ja laskennassa käytetyt lähteet ja rajaukset.

Laskentaan kuuluvat materiaalit	Sisältö	Lähde ja rajaukset
Piharakenteet, kaivuut ja täytöt	Alapohjien täytöt ja kaivuut	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	routaeristys	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Perustukset	Paalutus	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Anturat	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Ulkoseinät ja julkisivut	Sokkelit	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Ulkoseinät	Määrälaskentaluetteloiden ja 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Julkisivun pintamateriaalit	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Väliseinät	Kantavat väliseinät	Betoneiden lujuudet piirustuksista. 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Kevyet väliseinät	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Vaakarakenteet	Alapohjat	Betoneiden lujuudet piirustuksista. 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Yläpohjat	Määrälaskentaluetteloiden ja 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Vesikattorakenteet	rakennelaskelmien ja 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Muut rakenteet	Väestönsuoja	Betoneiden lujuudet piirustuksista. 2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Ikkunat ja ovet	Ikkunat	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Sisäövet	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
	Ulko-övet	2D- rakennus- ja detaljipiirustusten mukaan
Pintamateriaalit	Lattiapäällysteet	Asuintilojen lattioille laskettu parkettirakenne laskentaohjelman oletuksen mukaan pinta-alapohjaisena
	Maalit	Sisä- ja ulkoseinäpinnoille laskettu maalaus 2D- rakennuspiirustusten mukaan
Talotekniikka	Ilmanvaihto	IV-järjestelmä laskentaohjelman oletuksilla pinta-alapohjaisena
	Maalämpöjärjestelmä ja maalämpöpumppu	Maalämpöjärjestelmä laskentaohjelman oletuksilla tehojen mukaan
	Käyttö- ja jätevesijärjestelmät	Käyttövesi- ja viemärintijärjestelmät laskentaohjelman oletuksilla pinta-alan mukaan
	Lämmitysjärjestelmä	Lämmitysjärjestelmän putket laskentaohjelman oletuksilla pinta-alapohjaisena
	Sähkö	Sähkökaapeloinnit laskentaohjelman oletuksilla pinta-alapohjaisena

Taulukko 5. LCA-laskennassa huomioidut rakenteet ja järjestelmät.

## 7.6 Ympäristötietolähteet

LCA-laskennassa käytetyt elinkaarimittarit perustuvat eurooppalaiseen CEN/TC 350 Sustainability of Construction Works -standardiin ja hiilijalanjäljen laskenta perustuu laskentamenetelmästandardiin EN 15978 Assessment of environmental performance of buildings -Calculation method. (FIGBC 2021) Kohteen elinkaaren aikana muodostuvan hiilijalanjäljen arvioinnissa käytettiin OneClick LCA EN-15978 työkalua, jonka kaikki tuotetason laskennan aineistot ovat yhteneviä standardin EN-15804 Sustainability of construction works- Environmental product declarations -Core rules for the product category of construction products kanssa. Datalähteet on listattu liitteeseen 1 One Click LCA -tulosten raportti. ja liitteeseen 2 Tietolähteet.

## 7.7 Kohteen tietolähteet ja niiden luokitus

Rakennuksen elinkaaren aikana syntyvän hiilijalanjäljen arviointi katsotaan luotettavaksi, kun laskenta on suoritettu huomioimalla kaikki laskentamenetelmän mukaiset elinkaaren moduulit, laskennallisen ostoenergian määrä on laskettu uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun asetuksen mukaan ja laskennassa on käytetty kansallista päästötietokantaa (Kuittinen 2019, 36). Laskennallisen ostoenergian muodostumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltu lähemmin kappaleessa 6.8 As Oy Kaarinan Karpalon työmaatoimintojen ja käytönaikaisen veden ja energian kulutuksista johtuva hiilijalanjäljen osuuden laskenta. Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskennassa käytettyjen tietojen laatu tulee myös raportoida (Kuittinen 2019, 36; 53–54). Kohteen LCA-laskennassa käytettyjen tietojen laatuluokituksessa käytettiin Ympäristöministeriön vähähiilisyiden arviointimenetelmän mukaista tietojen arviointilomaketta ja sen sisältämiä tietojen vähimmäisvaatimuksia.

Ympäristöministeriön vähähiilisyiden arviointimenetelmä mukailee Euroopan komission kehittämää Level(s)-menetelmää. Molemmat rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskentamenetelmät perustuvat standardiin EN-15978, jonka mukaan As Oy Kaarinan Karpalon hiilijalanjäljen laskenta suoritettiin. Arviointiasteiko on välillä 0–3, jossa arvot kuvaavat, kuinka hyvin käytettävissä oleva tieto vastaa tuotteen teknisiä ominisuuksia, liittyy maantieteelliseen kontekstiin, arvioi käytettävissä olevan tiedon ajallista edustavuutta ja ottaa huomioon laskennan epävarmuustekijät taulukon 6 mukaisesti. Taulukossa 7

elinkaaren vaiheita käsittelevän tiedon luotettavuuden arviointi on esitetty As Oy Kaarinan karpalon LCA-laskennassa käytettyjen tietojen laatuarvioinnin osalta.

### Laskennassa käytettyjen tietojen luokitus

	0	1	2	3
<b>Teknologinen edustavuus</b>	Ei arvioitu	Tieto ei vastaa tyydyttävästi tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Tieto vastaa osittain tuotteen teknisiä ominaisuuksia.	Käytetty tieto vastaa hyvin tuotteen teknisiä ominaisuuksia.
<b>Maantieteellinen edustavuus</b>	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.
<b>Ajallinen edustavuus</b>	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.
<b>Epävarmuus</b>	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).

Taulukko 6. LCA-laskennassa käytettyjen tietojen luokitus ( Kuittinen 2019, 54).

Elinkaaren vaiheet	Teknologinen edustavuus	Maantieteellinen	Ajallinen edustavuus	Epävarmuus	Yhteensä	Vähimmäisvaatimukset
A1-A3 Tuotteiden valmistus	3	3	2	3	11	Tiedot vähintään tasoa 2.
A4 Kuljetus työmaalle	0	3	2	0	5	Maantieteellinen edustavuus oltava tasoa 3.
A5 Rakennustyömaatoiminnot	0	3	2	1	6	Maantieteellinen edustavuus vähintään tasoa 2.
B1-B5 Rakennuksen käyttö, kunnossapito, korjaus ja osien vaihdot	2	2	1	1	6	Maantieteellinen edustavuus oltava tasoa 2.
B6 Energian kulutus	3	3	3	3	12	Tiedot vähintään tasoa 2.
B7 Veden kulutus	2	2	2	1	7	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C1 Purkutytöt	0	2	1	1	4	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C2 Kuljetus jatkokäsittelyyn	1	2	1	1	5	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C3 Jätteenkäsittely	1	2	1	1	5	Ei vähimmäisvaatimuksia.
C4 Loppusijoitus	1	2	1	1	5	Ei vähimmäisvaatimuksia.
D Elinkaaren ulkopuoliset hyödyt/ hiilikädenjälki	2	2	2	3	9	Hiilivarastoja sisältävien tai hiiltä sitovien tuotteiden tiedot vähintään tasoa 2. Muuten ei vähimmäisvaatimuksia.
Yhteensä	15	26	18	16	75	

Taulukko 7. Elinkaaren vaiheita käsittelevän tiedon luotettavuuden arviointi.

## 7.8 As Oy Kaarinan Karpalon käyttövaiheen energian kulutuksesta koostuva hiilijalanjälki

Rakennuksen käytön aikaisen energian hiilijalanjälki lasketaan rakennuksen käyttövaiheen energiatodistuksessa esitetyn laskennallisen ostoenergian mukaan (Kuittinen 2019, 29). Energiatodistuksissa esitetty vakioidulla käytöllä laskettu ostoenergian määrä ilmoitetaan ilman päästökertoimia (Motiva 2018, 2). ”Vakioituun käyttöön perustuva rakennuksen laskennallinen ostoenergiankulutus koostuu lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien sekä järjestelmien apulaitteiden, kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiamuodoittain eritellystä energiankulutuksesta, josta on vähennetty rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä olevasta energiasta otettu energia siltä osin, kuin se on käytetty rakennuksessa siinä tapahtuvan vakioituun käyttöön perustuvan energiankulutuksen kattamiseen” (Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017).

Rakennuksien laskennallinen ostoenergian kulutus tulee määrittää uuden rakennuksen energiatehokkuudesta annetun asetuksen mukaan. Energian hiilijalanjäljen laskentaan ei tule sisällyttää taloussähköä tai sellaisia teknisiä järjestelmiä, joita ei ole lueteltu energiatehokkuudesta annetussa asetuksessa. (Kuittinen 2019, 29.) Energiatodistuksien ilmoittama E-luku lasketaan energiamuodoittain eritellystä rakennuksen laskennallisesta ostoenergiankulutuksesta energiamuotojen päästökertoimia käyttäen kaavalla (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017):

$$E = \frac{f_{\text{kaukolämpö}} Q_{\text{kaukolämpö}} + f_{\text{kaukojäähdytys}} Q_{\text{kaukojäähdytys}} + \sum_i f_{\text{polttoaine},i} Q_{\text{polttoaine},i} + f_{\text{sähkö}} W_{\text{sähkö}}}{A_{\text{netto}}}$$

Kaava 1. E-luvun laskentakaava

jossa:

$E$  on energiatehokkuuden ilmoittama vertailuluku kWh<sub>E</sub>/(m<sup>2</sup>a)

$Q_{\text{kaukolämpö}}$  on kaukolämmön kulutus vuodessa, kWh/a

$Q_{\text{kaukojäähdytys}}$  on kaukojäähdytyksen kulutus vuodessa, kWh/a

$Q_{\text{polttoaine},i}$  on polttoaineen  $i$  sisältämän energian kulutus vuodessa, kWh/a

$W_{sähkö}$  on sähkön kulutus vuoden aikana, jossa on otettu huomioon rakennukseen kuuluvalla laitteistolla ympäristöstä vapaasti hyödynnettävän energian vähennykset siltä osin, kuin se on käytetty rakennuksessa tapahtuvan vakioituun käyttöön perustuvan energiankulutuksen kattamiseen, kWh/a

$f_{kaukolämpö}$  on kaukolämmön energiamuodon kerroin;

$f_{kaukojäähdytys}$  on kaukojäähdytyksen energiamuodon kerroin;

$f_{polttoaine,i}$  on polttoaineen  $i$  energiamuodon kerroin;

$f_{sähkö}$  on sähkön energiamuodon kerroin;

$A_{netto}$  on rakennuksen lämmitetty nettoala, m<sup>2</sup>.

Energiamuotojen kertoimien lukuarvoina käytetään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla säädettyjä lukuarvoja.

Rakennuksien yhteenlaskettu vakiodun käytön laskennallinen ostoenergia on 116 744 kWh/a. Rakennukset eivät käytä kaukolämpöä, -jäähdytystä tai polttoaineita teknisissä toiminnoissaan. Elinkaarilaskennan tulosten oikeanmukaisuuden kannalta on tärkeää huomioida, että energiatodistuksen vakiodun käytön laskennallinen ostoenergian määrä pitää sisällään myös taloussähkön, jota ei tule sisällyttää elinkaarilaskentaan. Tästä seuraa että, elinkaarilaskennassa tarvittava energian kulutus voidaan laskea vähentämällä energiatodistuksissa ilmoitettut kuluttajalaitteiden ja valaistuksen osuudet vakiodun käytön laskennallisen ostoenergian summasta.

Rakennuksien teknisten järjestelmien sähkö- ja lämpöenergian kulutuksen laskenta kattaa seuraavat osa-alueet, jotka ovat laskettu rakennuksien energiatodistusten tietojen mukaan:

- tilojen lämmitys
- tuloilman lämmitys
- lämpimän käyttöveden valmistus
- ilmanvaihtojärjestelmien sähköenergian kulutus
- apulaitteiden sähkönkäyttö

Teknisten järjestelmien sähköenergian kulutuksen laskennassa on jätetty pois energiatodistuksissa ilmoitetut valaistuksen ja kuluttajalaitteiden sähkönkulutuksen osuus,

34 803 kWh/a, rakennusten elinkaarilaskennan sisältörajan mukaisesti. Rakennusten teknisten toimintojen tarvitsema ostoenergia on 81 941 kWh/a. Tätä arvoa käytetään kohteen elinkaaren moduulin B6, energian käyttö, hiilijalanjäljen laskennassa. Rakennuksien elinkaaren aikana energian käytöstä johtuvan hiilijalanjäljen laskenta perustuu Suomen ilmastopolitiikkaan, jossa eri energiamuotojen päästökertoimien oletetaan kehittyvän taulukon 8. mukaisesti.

	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
<b>Sähkö</b>	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
<b>Kaukolämpö</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Kaukojäähdytys</b>	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
<b>Fossiiliset polttoaineet</b>	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
<b>Uusiutuvat polttoaineet</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Taulukko 8. Energiamuotojen päästökertoimet, g CO<sub>2</sub>/kWh (Kuittinen 2019, 46).

## 7.9 Työmaatoiminnoista johtuva hiilijalanjälki

Moduulin A5, työmaa toiminnot, aiheuttamien päästöjen laskentaa varten pääurakoitsijalta saamien tietojen mukaan, työmaa-aikainen sähkönkulutus koko rakennusaikana oli yhteensä 61 850 kWh. Kaarinan kaupungilta saatiin tiedot vedenkulutuksesta 30.4.2020 alkaen, jolloin asennettiin kiinteistön päävesimittari. Aikavälillä 30.4.2020–25.2.2021 vedenkulutus oli 172 kuutiota ja aikavälillä 22.10.2019–3.2.2021 työmaaparakin vedenkulutus oli 86 kuutiota. Työmaa-aikaisista toiminnoista johtuvat päästöt ovat ilmoitettu moduulin A5, työmaatoiminnot, yhteydessä.

## 7.10 Rakennuksen käytönaikaisen veden kulutuksen laskenta

Moduuli B7, rakennuksen veden kulutus sisältää puhtaan käyttöveden tuotannon ja tuotetun jäteveden käsittelyn päästöt rakennuksen käytön ajalta. Veden kulutuksessa ei tulisi huomioida kuluttajalaitteiden (esim. astian- ja pyykinpesukoneiden) kulutusta. Valinnaisesti nämä voidaan raportoida erillisessä lisäskenaariossa. Moduulin rajaus sisältää tontilla tapahtuvan kulutuksen, esimerkiksi vesipostien kulutuksen istutusten kasteluun ja piha-alueiden hoitoon. (FIGBC 2013, 33.) Green Building Council Finlandin

julkaiseman elinkaarimittarit 2013 -ohjeiden yksinkertaistetun laskentamenetelmän määritelmän mukaan moduulin B7 laskenta voidaan suorittaa kuitenkin kohteen kokonaiskulutuksella, mikäli kyseessä ei ole teollisuusrakennus (FIGBC 2013, 36).

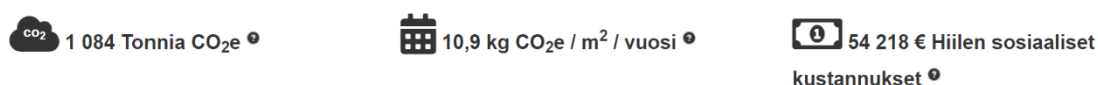
Kaarinan kaupungin vesilaskutuksesta huolehtivan toimihenkilön ja YH-kotien edustajan tietojen mukaan, kiinteistöissä on käytössä vain asuntokohtaiset vesimittarit, jotka mitaavat asukkaiden lämpimän ja kylmän käyttöveden kulutusta. Asukkaiden käyttämä vedenkulutus voidaan raportoida valinnaisesti moduulissa B7, rakennuksen veden käyttö Green Building Council Finlandin julkaiseman elinkaarimittarit 2013 -ohjeiden mukaisesti. Tässä opinnäytetyössä raportoidaan moduulin B7 veden kulutus Kaarinan kaupungilta saatujen vedenkulutus tietojen mukaan, jotta voidaan muodostaa kokonaiskuva asumisen hiilijalanjäljestä.

Kaarinan kaupungin tietojen mukaan veden kulutus aikavälillä 26.02–8.4.2021 oli  $367 \text{ m}^3$ , josta lämpimän käyttöveden osuus oli  $143,4 \text{ m}^3$ . Veden kulutusta mitattiin huoneistokohtaisilla vesimittareilla ja vedenkulutus vaihteli huoneistojen ja ruokakuntakoon mukaan. Keskimääräinen kokonaisvedenkulutus tarkasteluvälillä oli  $6,5 \text{ m}^3/\text{kuukausi}/\text{huoneisto}$ .

## 8 LCA-ARVIOINTITULOSTEN YHTEENVETO

Kohteen LCA-lasketamenetelmänä käytettiin yksinkertaistettua laskentaa, jossa rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kuljetusmatkojen ja kierrätettävyyden ja uudelleenkäytön osalta käytetään One Click LCA-laskentaohjelmiston valmiita arvoja. Yksinkertaistetun laskentaohjeiden mukaisesti, rakennuksien kokonaisvedenkulutus on raportoitu moduulissa B7, vedenkäyttö. As Oy Kaarinan Karpalon elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on 1084 tonnia CO<sub>2</sub>e 50 vuoden tarkastelujakson pituudella. Vastaavasti hiilijalanjälki suhteutettuna m<sup>2</sup>/vuosi on 10,9 kiloa CO<sub>2</sub>e.

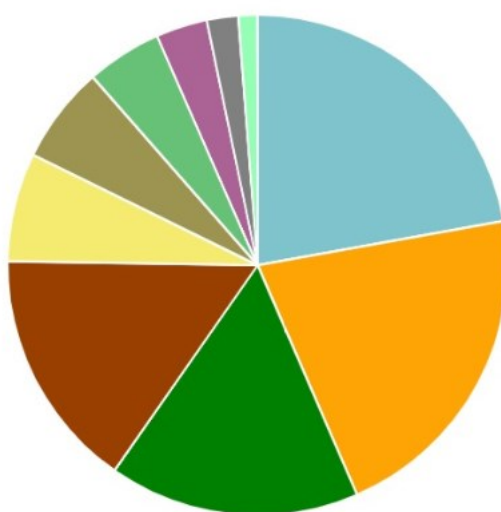
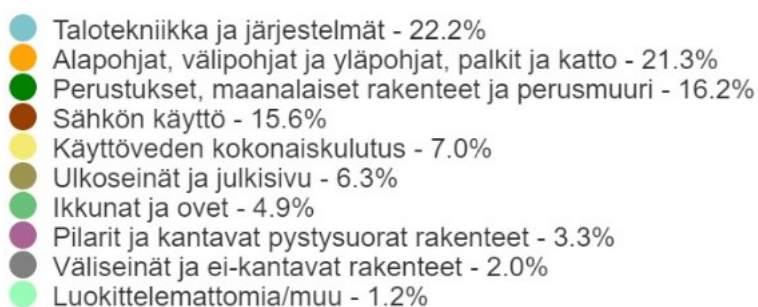
Hiilen sosiaaliset kustannukset ilmoittavat, kuinka paljon yhden hiilidioksiditonnin päästölisyys ilmakehään aiheuttaa ilmastomuutoksesta johtuvia kustannuksia, kun kaikki päästöjen aiheuttamat vaikutukset summataan globaalisti (Itkonen 2019, 32). As Oy Kaarinan Karpalon hiilen sosiaaliset kustannukset olivat 54 218 euroa. Hiilien sosiaalisten kustannusten laskenta perustuu One Click LCA- laskentaohjelmiston sisäiseen arviointimalliin. Kuvassa 6 on esitetty kohteen LCA-laskennan yhteenveto.



Kuva 6. LCA-laskennan arviointitulosten yhteenveto.

Ilmaston lämpenemiseen vaikuttavaa hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella myös rakennuksen eri osien aiheuttamien päästöosuuksien kautta. Päästöjen jakautuminen rakennuksen osien välillä on esitetty kaaviossa 3. Suurimmat päästöt aiheuttavat betoniset vaakarakeet, kuten alapohja ja perustukset. Vaakarakeiden yhteenlaskettu osuus muodostuvasta hiilijalanjäljestä on 37,5 %, sisältäen myös puiset kattorakeet. Kaaviossa 4 on ilmoitettu tarkemmin eri rakenneosien ja elinkaari-moduulien vaikutus syntyvään hiilijalanjälkeen.

## Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e - Rakennuksen osat



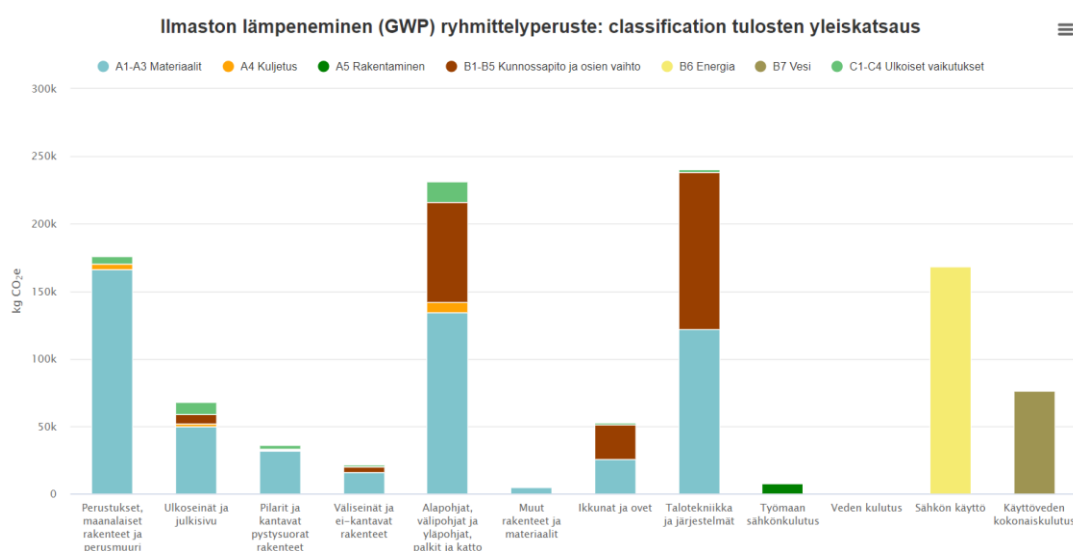
Kaavio 3. Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e -Rakennuksen osat.

Kaaviosta 4 on luettavissa eri rakenneosien aiheuttamat hiilidioksidiekvivalenttipäästöt. Kaaviosta nähdään, että tuotevaiheen moduulilla A1–A4 on suurin vaikutus muodostuvaan rakennuksen hiilijalanjälkeen. Perustuksien, maanalaisten rakenteiden ja perusmuurin aiheuttama hiilijalanjälki on 175 635 kg CO<sub>2</sub>e, josta rakennusmateriaalien osuus on 94,5 %. Alapohjien ja muiden horisontaalisten rakenneosien kokonaishiilijalanjälki on 231 086 kg CO<sub>2</sub>e, josta rakennusmateriaalien tuotevaiheen moduulin A1–A4 päästöt ovat 58 %.

Kaavion 3 mukaan talotekniset järjestelmät aiheuttavat 22,2 % osuuden kohteen kokonaispäästökuormasta. LCA-laskennassa huomioituja taloteknisiä järjestelmiä ovat sähkö-, ilmastointi-, maalämpö-, lämmitys-, käyttövesi- ja jätevesijärjestelmät. LCA-laskenta suoritettiin taloteknisten järjestelmien osalta pinta-ala perusteisesti LCA-

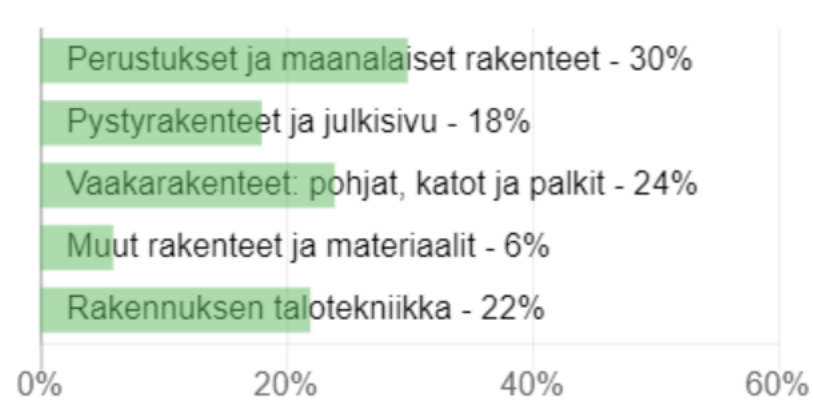
laskentaohjelmiston valmiiden arvojen mukaan. Taloteknistenjärjestelmien osalta moduulit B1–B5, kunnossapito ja osien vaihto, muodostaa merkittävän osuuden elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä ja se on lähes yhtä suuri kuin tuotevaiheen A1–A4 aikaiset päästöt. Taloteknisten järjestelmien moduulin B1–B5, kunnossapito, hiilijalanjälki on 116 463 CO<sub>2</sub>e ja tuotevaiheen hiilijalanjälki 121 756 CO<sub>2</sub>e.

Neljänneksi merkittävin tekijä rakennuksien elinkaaren hiilijalanjäljen muodostumisessa on sähkönkäyttö ja sen osuus on 15,6 % kohteen elinkaaren kokonaispäästöistä. Sähkön käyttö kattaa vakioituun käyttöön perustuvan sähköenergian kulutuksen, joka koostuu lämmitys-, ilmanvaihto-, ja jäähdytysjärjestelmien sekä niiden apulaitteiden sähkön kulutuksesta. Kuluttajalaitteiden ja valaistuksen osuus on rajattu pois elinkaarilaskentaohjeiden mukaisesti. Sähkön käytöstä johtuva hiilijalanjälki on 168 662 kg CO<sub>2</sub>e.



Kaavio 4. Rakenneosien aiheuttamat hiilidioksidiekvivalenttipäästöt.

Kaaviossa 5 on esitetty rakennuksen kokonaismassan jakautuminen eri rakenteiden välillä. As Oy Kaarinan Karpalon kaikki viisi erillistä rivitalokiinteistöä ovat perustettu betonilla täytettyjen teräspalkkipaalujen varaan. Lisäksi betonia vaakarakenteissa on käytetty antura-, sokkeli-, porraskanteissa sekä väestönsuojatilan katto-, ja lattiarakenteissa. Perustukset, maanalaiset ja muut vaakarakenteet muodostavat yhteensä 54 % rakennuksen kokonaismassasta. Saaduista LCA-laskentatuloksista huomataan, että rakenneosien massalla on yhteys myös muodostuvaan hiilijalanjälkeen. LCA-laskennassa käytettiin betonin ja betoniraudoituksen osalta yleisesti Suomessa käytössä olevia tuotteita.

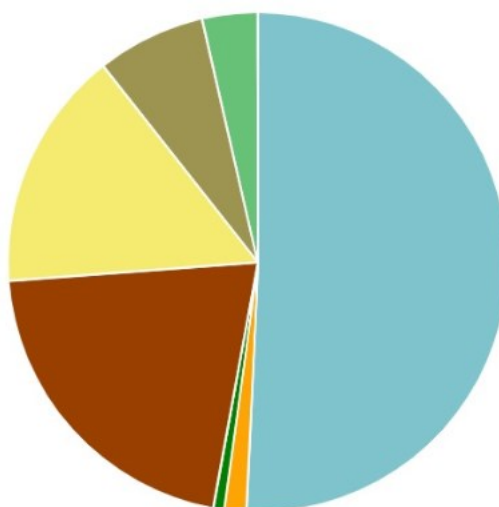


Kaavio 5. Rakennuksen kokonaismassan jakautuminen eri rakenteiden kesken.

### 8.1 Elinkaaren moduulien vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen

Merkittävin hiilijalanjälkeen vaikuttava elinkaaren vaihe on A1–A3, materiaalien tuotevaihe. Moduuli A1–A3 kattaa rakennustuotteiden ja -materiaalien koko valmistusketjun päästöt. Kaaviossa 6, Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e -elinkaaren vaiheet, on esitetty päästöt prosenttiosuuksittain. Moduulin A1–A3 elinkaaren aikaisten päästöjen osuus on 50,7 %. Rakennusmateriaalien tuotevaiheen suurta prosenttiosuutta selittää se, että uusiutuvia energialähteitä käytettäessä energian kulutuksesta syntyvät päästövaikutukset pienenevät ja elinkaaren muista moduuleista johtuvat päästövaikutukset korostuvat rakennusten elinkaariarvioinnissa (Ympäristöministeriö 2021a).

## Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e - Elinkaaren vaiheet



Kaavio 6. Ilmaston lämpeneminen kg CO<sub>2</sub>e -Elinkaaren vaiheet.

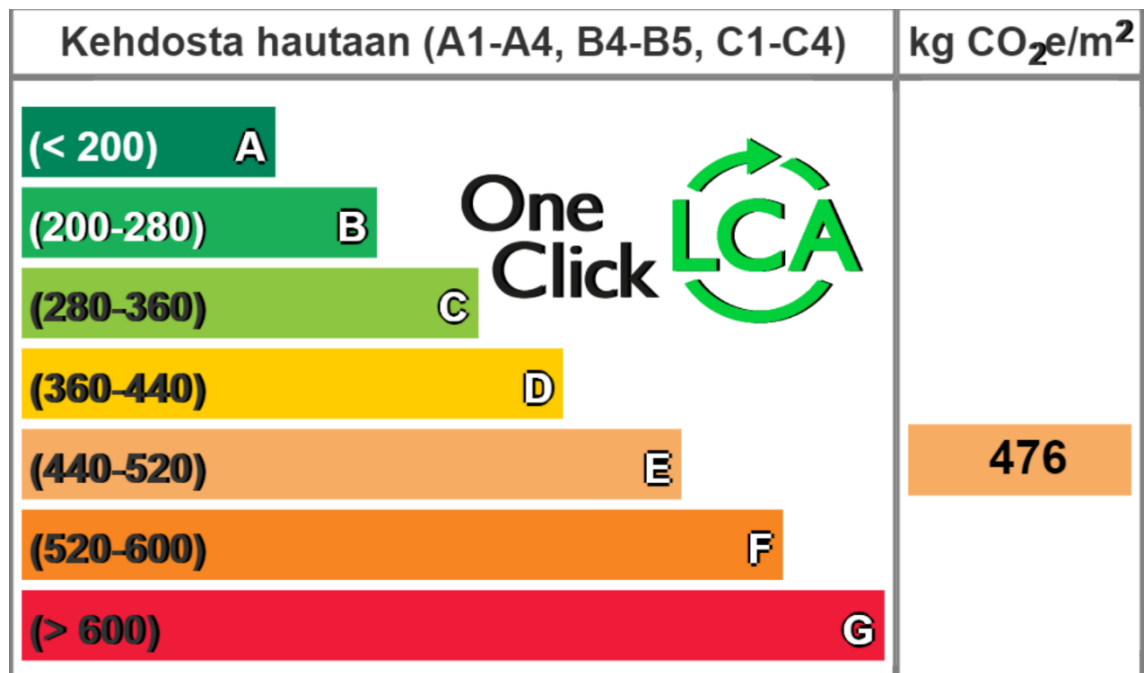
Toiseksi suurimmat elinkaaren aikaiset päästöt aiheuttaa moduuli B1–B5, kunnossapito ja osien vaihto, jonka prosentuaalinen osuus kohteen elinkaaren aikaisista päästöistä on 21,0 %. Suurimmat moduulien B1–B5 päästöistä aiheutuu taloteknisten järjestelmien kunnossapidosta, huoltotoista ja osien vaihdoista.

Energian käytön, moduulin B6, prosentuaalinen osuus kohteen elinkaaren aikaisista päästöistä on 15,6 %. Osuus elinkaaren aikaisista päästöistä on verrattain alhainen, sillä LCA-laskennassa on ennustettu eri energiamuotojen päästökertoimien kehittyvän Suomen ilmastopolitiikan tavoitteiden mukaisesti aiemmin esitetyn taulukon 8 mukaan. Lisäksi As Oy Kaarinan Karpalon primäärilämpöenergian lähde on uusiutuvaksi energialähteeksi luokiteltava maalämpö, jonka avulla kyetään tuottamaan suurin osa kohteen vaatimasta lämmitysenergiasta.

## 8.2 Rakennusmateriaalien sijoittuminen Carbon Heroes Benchmark- asteikossa

One Click LCA-ohjelmistoon kuuluvan Carbon Heroes Benchmark -hiilivertailuasteikon tarkoituksena on tukea hiilivähennystavoitteita. Se sisältää hiilivertailuarvoja eri rakennustyypeille. Sen sisältämät tiedot on koottu tuhansista eri rakennuskohteista, jotka ovat käyttäneet One Click LCA- ohjelmaa rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen laskentaan. Carbon Heroes Benchmark-vertailuasteikon avulla voidaan asettaa rakennustyyppikohtaisia hiilitavoitearvoja ja verrata eri rakennusmateriaalien vaikutusta muodostuvaan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen. (One Click LCA 2021.)

Benchmark-hiilivertailuasteikossa materiaalien laskennallisena elinkaaren pituutena käytetään 60 vuotta. Tarkastelussa otetaan huomioon rakennusmateriaalien päästöt, kuljetukset, materiaalien vaihdot rakennuksen elinkaaren aikana sekä elinkaaren loppu. Päästöissä ei oteta huomioon elinkaaren ulkopuolisia kierrätysvaikutuksia. Päästöt lasketaan huonepinta-alaa kohden. Kuvassa 7 on esitetty As Oy Kaarinan Karpalon sijoittuminen Benchmark-asteikossa.



Kuva 7. Rakennusmateriaalien sijoittuminen Benchmark-asteikossa.

### 8.3 Rakennusten alustavat hiilijalanjälkien raja-arvot

Ympäristöministeriön toimeksiannosta Bionova Oy on laatinut Carbon Footprint Limits for Common Building Types -raportin tulevien hiilijalanjäljen raja-arvojen valmistelua varten. Raportti perustuu tilastolliseen aineistoon, joka koostuu 482 suomalaisesta rakennushankkeiden materiaalien hiilijalanjälkitiedoista ja 3748 vuodesta 2018 eteenpäin rakennuslupaa hakeneista rakennuskohteiden energiatodistuksien energiankulutustiedoista. Aineiston avulla laadittiin tilastolliset keskimääräiset hiilijalanjäljet. (Bionova 2021, 4.)

Suomessa ei ole vielä käytössä virallisia eri rakennustyyppien hiilijalanjälkien raja-arvoja. Bionova oy:n raportissa esitetään, että rakennuksien hiilijalanjälkien raja-arvot tulee asettaa rakennustyyppikohtaisesti. Bionovan ehdotus alustaviksi eri rakennustyyppien hiilijalanjälkien raja-arvoiksi on esitetty taulukossa 9. Taulukossa esitettyjen arvojen yksikkö on CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. (Bionova 2021, 35.)

Results	Residential	Office	Service	School	Commercial
Reference carbon footprint (see 5)	14,0	12,3	19,2	13,6	12,3
Variance outside projects' control (see 11.3)	+8 %	+4 %	+3 %	+5 %	+2 %
Variance-adjusted reference carbon footprint	15,1	12,8	19,8	14,3	12,5
Proposed decarbonisation from variance-adjusted reference carbon footprint (see 11.2)	25 %	20 %	30 %	25 %	20 %
Variance-adj. carbon footprint less reduction	11,3	10,2	13,8	10,7	10,0
<b>Proposed preliminary limit value</b>	<b>11,5</b>	<b>10,0</b>	<b>14,0</b>	<b>11,0</b>	<b>10,0</b>

Taulukko 9 . Eri rakennuksien hiilijalanjälkien raja-arvot (Bionova 2021, 35).

As Oy Kaarinan Karpalon hiilijalanjälki on 10,9 CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. Bionova oy:n asuinrakennuksien alustava ehdotus hiilijalanjäljen raja-arvoksi on 11,5 CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/a. Mikäli Carbon Footprint Limits for Common Building Types -raportin alustavat hiilijalanjälkien raja-arvot eivät muutu ja Suomeen käyttöön tuleva rakennuksien elinkaaren hiilijalanjäljen laskenta noudattaa standardia EN-15978, As Oy Kaarinan Karpalo ylittää todennäköisesti hiilipäästöissään vaaditulle tasolle. Huomion arvoista on, että opinnäytetyön sisältörajausten vuoksi LCA-laskennanulkopuolelle jätettiin piha-alueet, auto-, pyörä- ja jätekatokset.

#### 8.4 Rakennushankkeen hiilijalanjälkeä pienentävät toimenpiteet

Bionovan laatiman Carbon Footprint Limits for Common Building Types -raportin mukaan rakennuksien elinkaaren hiilijalanjälkeä voidaan pienentää tehokkaasti vähähiilisen betonin, puurankarungon, CLT-rungon, A-energialuokan ja maalämpöpumpun valinnalla ja käytöllä. Rakennustyyppistä ja valituista päästövähennyskeinoista riippuen, saavutettavissa oleva päästöjen vähennyspotentiaali voi olla jopa 28–43 %. (Bionova 2021, 4.)

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeen pystytään vaikuttamaan parhaiten rakennettavan rakennuksen hanke- ja suunnitteluvaiheessa. Uusiutuvien energiamuotojen käyttö rakennuksen lämmön- ja sähkönkulutuksen kattamiseen pienentää tehokkaasti hiilijalanjälkeä, sillä uusiutuvien energiamuotojen päästökerroin on nolla koko elinkaaren ajalta. (Fingrid 2021; Kuittinen 2019, 46.)

Uusiutuvia energiamuotoja käytettäessä, rakennusmateriaalien ja -tuotteiden tuotevaiheen hiilijalanjälki korostuu rakennuksen hiilijalanjäljen elinkaarilaskennassa. Esimerkki-kohteessa suurimmat päästöt aiheutuivat betonirakenteista. Valitsemalla ympäristöystävällistä betonia ja terästuotteita betonin raudoituksessa voidaan pienentää tuotevaiheen päästöjä (Bionova 2021, 4).

Toinen tuotevaiheen päästöihin vaikuttava tekijä on rakennuksen sijainti ja millaiset perustukset rakennus vaatii. Koska kyseessä on useista yksikerroksista rivitaloista koostuva asunto-osakeyhtiö, rakennukset vaativat enemmän pinta-alaa perustuksille kuin vastaavasti samalle tai suuremmalle asukasmäärälle suunnitellut kerrostalot. Esimerkki-kohteessa rakennukset perustettiin betonilla täytettyjen teräsputkipaalujen varaan, mikä on tyypillinen perustustapa Turun seudulla. Paalujen pituuden vaihtelivat 5–20 metrin välillä. Mikäli rakennus voitaisiin perustaa ilman betoniteräspaalutusta, hiilijalanjälki olisi pienempi. Näin ollen rakennuspaikan valinnalla on vaikutusta myös tuotevaiheen päästöihin.

Talotekniikkajärjestelmät muodostavat myös huomattavan osuuden rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä. Taloteknisten järjestelmien osalta tulee kiinnittää huomiota tuotteiden ja järjestelmien suunniteltuun käyttöikänsä, jonka tulisi olla mahdollisimman pitkä. Myös järjestelmien hyvä ja oikea-aikainen huolto ja pienimuotoiset osien vaihdot ovat tärkeitä, sillä ne edesauttavat suunnitellun käyttöiän saavuttamista ja laitteiston optimaalista toimintaa.

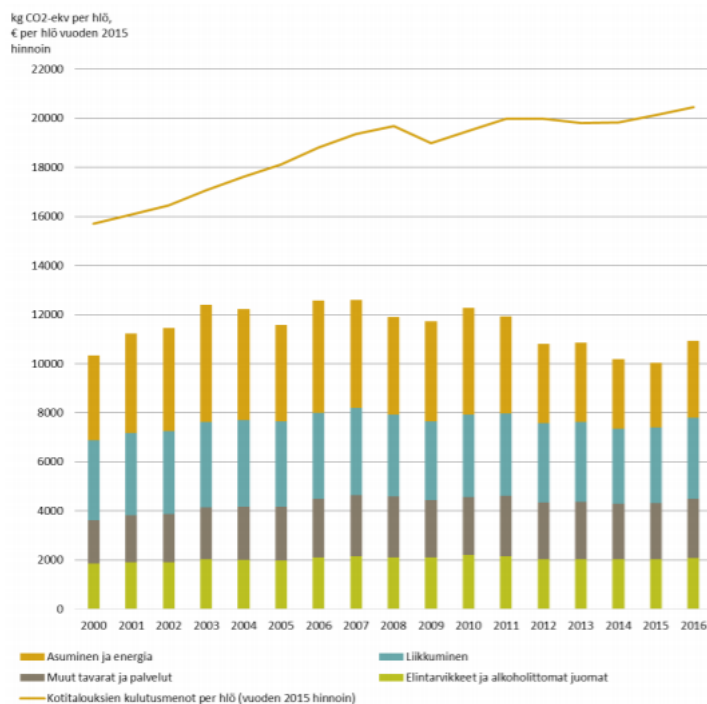
Tällä hetkellä talotekniikasta aiheutuvan hiilijalanjäljen laskenta suoritetaan One Click LCA -ohjelmalla pinta-alapohjaisesti ja siinä ei tehdä eroa esimerkiksi valurauta- ja muoviviemäreiden osalta tai kupari- ja muovisten käyttövesiputkien osalta. Lisätutkimusta hiilijalanjäljestä tarvittaisiin LVI-järjestelmien materiaalivalintojen osalta siltä osin, että millainen järjestelmä on kaikkein ilmastoystävällisin hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen osalta.

Hiilidioksidipäästövähennyksiä voidaan saavuttaa työmaa-aikasten toimintojen osalta keskittymällä rakennus-, ja asennusvaiheissa syntyvän hukkamateriaalin minimoimiseen. RATU 1191-S, Rakennustyön materiaalisat ja -hukat, -suunnitteluohjeessa sekä RATU Rakennustöiden menekit 2020 -oppaassa on lueteltu tyypillisiä rakennusmateriaalien hukkaprosentteja, jotka syntyvät rakennustöiden eri työvaiheiden aikana.

One Click LCA:n hiilijalanjäljen laskentaohjelmisto sisältää automaattisesti tyypilliset rakennusmateriaalien hukkaprosentit. Mikäli näitä tyypillisiä materiaalien hukkaprosentteja saadaan hyvällä työmaan johtamisella ja suunnittelulla minimoitua, on sillä vaikutusta myös muodostuvaan rakennuksen hiilijalanjälkeen. Lisäksi työmaalla on koko rakennusprojektin ajan taattava toimiva kierrätys ja rakennusmateriaalien jaottelu eri tuoteryhmiin kierrätettävien materiaalien jatkojalostuksen helpottamiseksi ja mahdollistamiseksi.

## 9 ASUMISEN HIILIJALANJÄLKI

Kotitalouksilla on merkittävä rooli kasvihuonekaasupäästöjen muodostumisessa ja luonnonvarojen käytössä. Suomessa kotitalouksien osuus kulutusperäisistä kasvihuonekaasupäästöistä on kaksi kolmasosaa ja lisäksi ne vastaavat noin neljänneksestä Suomen luonnonvarojen käytöstä. (Nissinen & Savolainen, 2019, 29.) Tarkasteluvälillä 2000–2016, kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki kasvoi 6 650 Mkg CO<sub>2</sub>e samaan aikaan kun kotitalouksien kulutusmenot kasvoivat kaavion 7 esittämällä tavalla. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki oli tarkasteluvälillä keskimäärin 10 t CO<sub>2</sub>e. Kulutusmenojen kasvu aiheuttaa kasvihuonepäästöjen lisääntymistä, sillä kulutuhyödykkeiden päästökertoimet ovat suurempia kuin nolla. Asumisen osuus kotitalouksien kulutusperäisistä päästöistä on 37 % . kun huomioidaan asumisen energiankulutus, kodin laitteet ja -koneet, tavarat ja palvelut. (Nissinen & Savolainen 2019, 34–40.)



Kaavio 7. Suomalaisten keskimääräiset kulutusmenot ja hiilijalanjälki vuosina 2000–2016 (Nissinen & Savolainen 2019, 32).

Asumisen hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella kolmessa osassa: asumisen energiankulutus, pääoman kuluminen (rakentaminen ja peruskorjaukset) ja muu ylläpito. Muu ylläpito koostuu kiinteistön huollon ja kunnossapidon palveluista, kuten jätehuollosta,

kiinteistöhuollosta ja isännöinnistä. (Salo ym. 2016.) Energiaa rakennuksen käyttövaiheessa tarvitaan kiinteistö- ja taloussähköön, käyttöveden ja rakennuksen lämmittämiseen. Eri ostoenergian tuotantomuotojen aiheuttamat päästöt, rakennuksen energiatehokkuus ja uusiutuvan energian hyödyntäminen vaikuttavat rakennuksen käyttövaiheen aikana syntyviin hiilidioksidipäästöihin (Häkkinen & Kuittinen 2020, 104; Bionova Oy 2017, 2).

Kaarinan Karpalo koostuu 28 eri kokoisesta asunnosta ja YH-kodit Oy:n rakennuttajapäälliköltä saatujen asukastietojen mukaan, taloyhtiössä asuu 57 henkilöä. Yhden henkilön asumisen hiilijalanjäljen laskennan oletuksena käytetään, että taloyhtiössä asuu täten 57 henkilöä.

Rakennuksien elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on 1 084 tonnia CO<sub>2</sub>e 50 vuoden tarkastelujakson pituudella. Asumisen hiilijalanjälkeä laskettaessa rakennuksen elinkaaren kokonaishiilijalanjäljestä tulee vähentää sähkön ja veden kulutuksista johtuva hiilijalanjäljen osuus, jotta saadaan selville pääoman kulumisesta ja käytöstä johtuva hiilijalanjälki. Pääoman kulumisesta johtuva hiilijalanjälki on 839 107 kgCO<sub>2</sub>e koko elinkaaren ajalta, jolloin yhden asukkaan hiilijalanjäljen osuus pääoman kulumisesta vuodessa on 294 kgCO<sub>2</sub>e. Taulukossa 10 on esitetty asumisen hiilijalanjäljen muodostuminen As Oy Kaarinan Karpalon asukkaan kohdalla.

Asumisen hiilijalanjäljen osio		Muuta/kulutus vuodessa	Elinkaaren aikainen hiilijalanjälki (50v), kgCO <sub>2</sub> e	Hiilijalanjälki/vuosi, kgCO <sub>2</sub> e	Asukkaan osuus muodostuvasta hiilijalanjäljestä/ vuosi, kgCO <sub>2</sub> e
pääoman kuluminen	Rakentaminen & korjaukset	Pääoman kulumisesta on vähennetty veden- ja sähkönkulutuksesta johtuvat hiilijalanjäljet	839107	16782	294
Asumisen energian kulutus	rakennuksen ylläpitoon tarvittavien toimintojen ja apulaitteiden osuus sähkön kulutuksesta	81941 kWh	536700	10734	188
	Taloussähkö(kuluttajalaitteet, valaistus) Laskennassa on käytetty vuoden 2020 päästötasoa. Päästöjen vähenemää ei ole huomioitu	34803 kWh	227950	4559	80
	vesihuolto	2202 m <sup>3</sup>	76231	1525	27
Muu ylläpito	jätehuolto	Hiilijalanjälki perustuu Vantaan Energian tietoihin			432
Yhteensä:			1679988	33599,76	1021

Taulukko 10. Asumisen hiilijalanjäljen muodostuminen.

As Oy Kaarinan Karpalon kuluttajalaitteiden ja valaistuksen vakioidun ostoenergian osuus käyttövaiheen energiatodistusten mukaan oli 34 803 kWh vuodessa. Taloussähkön aiheuttamat hiilidioksidipäästöt voidaan laskea kertomalla taloussähkön määrä vuodessa keskimääräisellä sähkötuoannon CO<sub>2</sub>-päästökertoimella. Keskimääräinen

sähkötuotannon  $CO_2$ -päästökerroin Suomessa on 131 kg  $CO_2$ /MWh ja se on keskiarvo vuosien 2017, 2018 ja 2019 hyödynjakomenetelmällä lasketuista päästökertoimista (Motiva 2021). Kaarinan Karpalon taloussähköstä aiheutuu täten 4 559 kg $CO_2e$  päästöjä vuodessa ilmakehään. Taloussähköstä johtuvaa henkilötason hiilijalanjälkeä laskettassa taloussähkön hiilidioksidipäästöt jaetaan asukasmäärällä, jolloin saadaan, että yhden henkilön käyttämän taloussähkön hiilidioksidipäästöt ovat 80 kg $CO_2e$  /hlö/vuosi.

As Oy Kaarinan Karpalon käyttöönottovaiheen energiatodostusten mukaan vakioidun käytön ostoenergian määrä vuodessa on 116 744 kWh, josta rakennuksen ylläpitoon tarvittavien toimintojen ja apulaitteiden osuus sähkön kulutuksesta on 81 941 kWh. Kerromalla rakennuksen ylläpitoon tarvittava sähkön kulutus sähköntuotannon  $CO_2$ -päästökertoimella saadaan, että tästä aiheutuu 10 734 kg $CO_2e$  päästöjä vuodessa ilmakehään. Tästä yhden asukkaan vuosittainen osuus on 188 kg $CO_2e$ .

Veden käyttö, lämpimän veden tuottaminen ja jäteveden käsittelyn prosenttiosuus rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä on 7 %. Veden käytöstä johtuva hiilijalanjälki koko tarkastelujakson ajalta on 76 231 kg $CO_2e$ . Yhden asukkaan veden käytöstä johtuva hiilijalanjälki vuodessa on 26,7 kg $CO_2e$ .

Muusta ylläpidosta johtuvaa hiilijalanjäljen laskentaan käytetään keskimääräistä jätehuollon hiilijalanjälkeä. Ahkeran jätteiden lajittelijan muodostama jätehuollon hiilijalanjälki vuodessa on 288 kg $CO_2e$  ja hiilijalanjälki on yli puolet suurempi, mikäli jätteiden lajittelua ei suoriteta kotitalousjätteiden osalta (Vantaan Energia 2019a; Vantaan Energia 2019b). As Oy Kaarinan Karpalon asumisen hiilijalanjälkeä laskettaessa käytetään jätehuollon osuuden hiilijalanjäljen laskennassa keskimääräistä jätteiden lajitteluaktiivisuutta, jolloin jätehuollon vuosittainen hiilijalanjälki per asukas on 432 kg $CO_2e$ .

Kun yhden asukkaan asumiseen ja energian käyttöön liittyvät hiilijalanjäljet lasketaan yhteen saadaan, että yhden asukkaan asumisen hiilijalanjälki vuodessa on 1 021 kg $CO_2e$ . Taulukossa 11 on esitetty kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen. Taulukosta nähdään, että vuonna 2016 yhden henkilön hiilijalanjälki asumisen ja energian kulutusmenoluokassa oli 2 907  $CO_2e$ . Verrattaessa As Oy Kaarinan Karpalon asukkaan asumisen hiilijalanjälkeä vuoden 2016 taulukkoon havaitaan, että As Oy Kaarinan Karpalon asukkaan asumisen hiilijalanjälki on 35 % pienempi.

Kulutusmenoluokka	Mkg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub> e / henkilö	kg CO <sub>2</sub> e / kulutusyksikkö	Osuus päästöistä %	Kulutusmenot M€	Osuus kulutusmenoista %	Päästö-intensiteetti kg CO <sub>2</sub> e / €
Elintarvikkeet ja alkoholittomat juomat	8 901	1 643	2 296	19 %	11 729	12 %	0,76
Asuminen ja energia	15 753	2 907	4 064	33 %	30 736	32 %	0,51
Kodin kalusteet, koneet, tavarat ja palvelut	1 906	352	492	4 %	4 270	4 %	0,45
Liikenne	12 578	2 321	3 245	27 %	15 549	16 %	0,81
Muut tavarat ja palvelut	8 051	1 486	2 077	17 %	33 893	35 %	0,24
<b>Yhteensä</b>	<b>47 189</b>	<b>8 709</b>	<b>12 173</b>	<b>100 %</b>	<b>96 177</b>	<b>100 %</b>	<b>0,49</b>

Taulukko 11. Kotitalouksien kulutusmenot ja niiden hiilijalanjälki perustuen vuoden 2016 kulutustutkimukseen (Nissinen & Savolainen 2019, 40).

### As Oy Kaarinan Karpalon asukkaan hiilijalanjälki

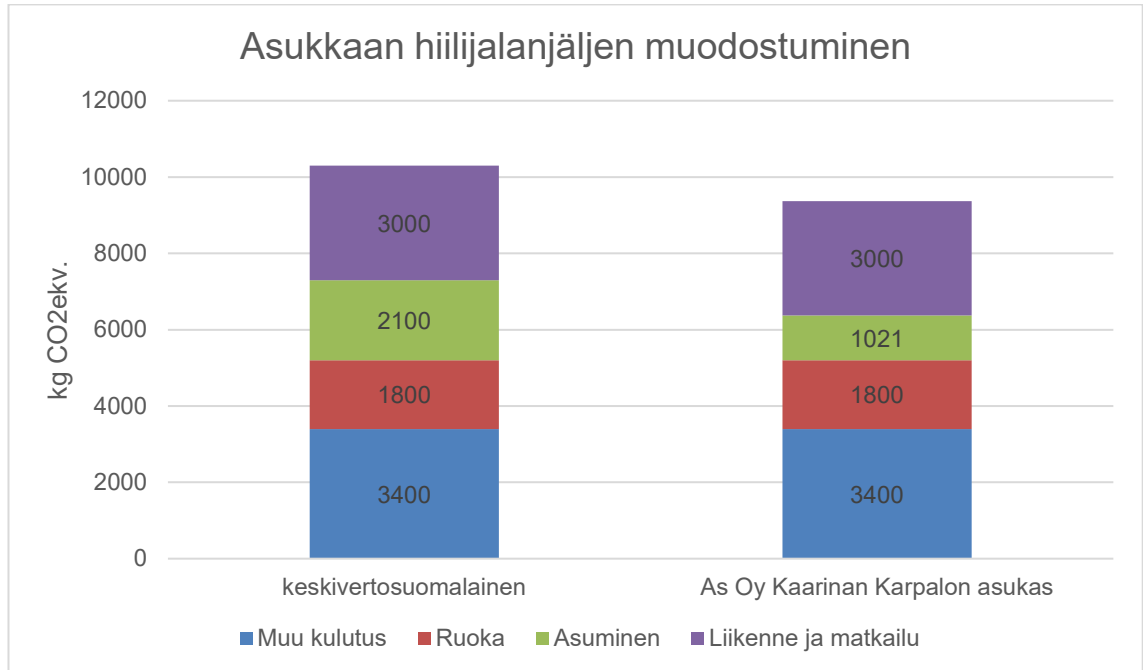
As Oy Kaarinan Karpalon asukkaan asumisen hiilijalanjälkeä tarkasteltaessa havaitaan, että rakennusprojektin hanke- ja suunnitteluvaiheen rakennusmateriaali ja lämmitys- ja sähköenergiavalinnoilla on myös huomattava merkitys yksilötason vuosittaisen hiilijalanjäljen muodostumisessa. Varsinkin maalämmön valitseminen taloyhtiön primäärilämmönlähteeksi pienentää merkittävästi rakennuksen elinkaaren aikaisia energian käytöstä johtuvia päästöjä.

Asukkaiden henkilökohtaisilla valinnoilla, kuten sähkönkäyttö, veden kulutus ja jätteiden lajittelu, on suuri merkitys asukkaan asumisen hiilijalanjäljen muodostumisessa. Jätehuollosta aiheutuvat vuotuisat päästöt ovat enemmän kuin pääoman kulumisesta ja käytöstä johtuvat päästöt per vuosi. Panostamalla kierrätykseen sekä rakentamisen että varsinkin rakennuksen käyttövaiheen aikana, voidaan saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä asukkaiden asumisen hiilijalanjäljessä.

Toinen merkittävä asukkaan hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä on kuluttajan solmima sähkösojimus. Kuluttaja voi valinnoillaan valita nollapäästöistä sähköenergiaa taloussähkön tarpeisiin. Useat eri sähköyhtiöt tarjoavat eri sähköenergian tuottomuotoihin perustuvaa sähköenergiaa. Päästötöntä sähköä voidaan tuottaa uusiutuvien energiamuotojen, kuten tuuli, vesi ja auringon avulla.

Kaaviossa 8 on esitetty keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljen muodostuminen perustuen Sitran vuoden 2018 tietoihin (Sitra 2018a). Sitran artikkelin mukaan keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki oli 10 300 kgCO<sub>2</sub>e, josta asumisen osuus oli 2 100 kgCO<sub>2</sub>e. Laskelmissa on tarkasteltu ainoastaan asumisen hiilijalanjäljen vaikutusta henkilön vuosittaiseen

hiilijalanjälkeen. Muiden kulutusmenojen ja -tottumusten oletetaan olevan keskivertosuomalaisen tasolla, eli muita vaihtelevien kulutusmenojen ja -tottumuksia ei ole huomioitu laskelmissa.



Kaavio 8. Asukkaan hiilijalanjäljen muodostuminen.

## 10 LOPUKSI

Vaikka tilastoidut Suomen kasvihuonekaasujen päästöt ovat vähentyneet vuosien 1990–2019 välisenä aikana, ilmakehstä mitattu hiilidioksidipitoisuus on nousussa. Tämän takia ilmastotoimia tarvitaan maailmanlaajuisesti. Rakennettu ympäristö ja energiankäyttö vastaa huomattavasta osasta muodostuvia hiilidioksidipäästöjä. Jotta Suomi ylittää päästötavoitteisiinsa, toimenpiteitä tarvitaan kaikilla yhteiskunnan sektoreilla.

Suomessa ei ole vielä käytössä virallisia rakennuksien hiilijalanjälkien päästöraja-arvoja ja keskustelua käydään yhä rakennuksien elinkaaren hiilijalanjäljen laskennassa huomiotavista osa-alueista ja tekijöistä. Esimerkiksi Suomen alueelliset erot maaperässä aiheuttavat erityistä tarvetta perustusten suunnittelulle ja toteutukselle. Perustukset muodostavat huomattavan osuuden rakennuksen hiilijalanjäljestä, ja hiilijalanjälki kasvaa, mikäli perustukset vaativat lisäksi maaperän stabilointia.

One Click LCA:n hiilijalanjäljen laskentaohjelma on osoittautunut tehokkaaksi ja kattavaksi LCA-laskentaohjelmaksi. Ohjelman sisältämän Carbon Heroes Benchmark -asteikon avulla rakennuksen hiilijalanjälkeä voidaan tarkastella suhteessa muihin samantyyppisiin rakennuksiin. Lisäksi ohjelmiston avulla etenkin rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa voidaan tutkia eri rakennustuotteiden hiilijalanjälkiä ja niiden vaikutusta kohteen elinkaaren kokonaishiilijalanjälkeen.

As Oy Kaarinan Karpalo on osoittautunut hiilijalanjäljeltään riittävän pieneksi, että se ylittää todennäköisesti voimaantulevat hiilijalanjäljen raja-arvot. Kohteen hiilijalanjälkeen positiivisesti vaikuttaa etenkin puurunko, maalämpöpumppu, A-energiatehokkuusluokka. Vaikka kohteen rakennukset vaativat paaluperustuksen, muodostuva hiilijalanjälki jää alustavien raja-arvojen sisälle. Mikäli rakennusten suunnitteluvaiheessa tavanomainen betoni olisi korvattu vähähiilisellä betonilla, kohteen hiilijalanjälki olisi ollut huomattavasti pienempi.

Asumisen hiilijalanjälkeen vaikuttaa asuttava rakennus, energian- ja vedenkäyttötottumukset ja jätehuolto. Jätehuollosta johtuva hiilijalanjälki on huomattavan suuri, suurempi kuin rakennuksen käytöstä ja sen kulumisesta johtuvat hiilidioksidipäästöt. Mikäli asumisen hiilijalanjälkeä tahdotaan pienentää tehokkaasti, kotitalousjätteiden tehokas kierrättäminen nousee erittäin tärkeäksi osa-alueeksi. Lisäksi suuri vaikutus on asuttavan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljellä.

## LÄHTEET

Ahola, R. & Liljeström, R. 2018. Rakennuksen hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratilokohteessa. ARA.

Bionova Oy 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa

Bionova Oy 2021. Carbon Footprint Limits for Common Building Types. Ministry of Environment, Finland. Viitattu 27.7.2021

Euroopan komissio 2021. Ilmastonmuutoksen syyt. Viitattu 14.3.2021. [https://ec.europa.eu/clima/change/causes\\_fi](https://ec.europa.eu/clima/change/causes_fi)

Euroopan parlamentti 2020a. EU:n ratkaisut ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi. Viitattu 16.3.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/priorities/ilmastonmuutos/20180703STO07129/eu-n-ratkaisut-ilmastonmuutoksen-ehkaisemiseksi>

Euroopan parlamentti 2020b. Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? Viitattu 16.3.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarkoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-mennessa>

Euroopan parlamentti 2021. EU:n päästökauppajärjestelmä ja sen uudistaminen. Viitattu 16.3.2021. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20170213STO62208/eu-n-paastokauppajarjestelma>

FIGBC 2021. Rakennusten elinkaarimittarit -kahdeksan mittaria kestävään kiinteistöjohtamiseen. Viitattu 20.4.2021 <https://figbc.fi/elinkaarimittarit/>

FIGBC 2013. Rakennusten elinkaarimittarit (2013). Viitattu 8.5.2021. [https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Rakennusten\\_elinkaarimittarit\\_2013.pdf](https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf)

Fingrid 2021. Sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästöarvio. Viitattu 21.5.2021. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkomarkkinainformaatio/co2/>

Green Building Council Finland 2020a. BREEAM. Viitattu 17.3.2021. <https://figbc.fi/tyokalu/breeam/>

Green Building Council Finland 2020b. Hiilineutraalius tulee, oletko valmis? Viitattu 17.3.2021. <https://figbc.fi/hiilineutraaliuus-tulee-oletko-valmis/>

Heikkinen, S. 2020. Rakennusten elinkaarivaikutusten arviointi ja käyttöikäsuunnitelun vaikutus. RIL tietoisuus 4.6.2020. PowerPoint -esitys. Viitattu 1.2.2021. <https://www.ril.fi/media/2020/jaseinyys/tietoisuus/sanni-heikkinen-ril-tietoisuus-lca-laskenta-ja-kayttoikasuunnittelu.pdf>

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti Vähähiilistä rakentamista -opas arviointiin ja suunnitteluun. Rakennustieto, Helsinki.

Itkonen, J. 2019. Välineet ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Tehokkaan tuotannon tutkimussäätö. Viitattu 18.5.2021. [https://www.ttt-saatio.fi/wp-content/uploads/Itkonen\\_FINAL.pdf](https://www.ttt-saatio.fi/wp-content/uploads/Itkonen_FINAL.pdf)

Ilmastolaki 609/2015. Annettu Helsingissä 22.05.2015. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150609>

Ilmasto-opas 2021a. Hiilidioksidi ja hiilen kiertokulku. Viitattu 14.3.2021. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio/-/artikkeli/1e92115d-8938-48f2-8687-dc4e3068bdbc/hiilidioksidi-ja-hiilen-kiertokulku.html>

Ilmasto-opas 2021b. Ilmastonmuutos ilmiönä. Viitattu 14.3.2021. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastomuutos/ilmio/-/artikkeli/962d9aa2-e7e3-4df5-89a2-9f1f653e0d4e/ilmastonmuutos-ilmiona.html>

Ilmatieteenlaitos 2021a. Kasvihuonekaasujen pitoisuudet. Viitattu 15.3.2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvihuonekaasujen-pitoisuudet>

Ilmatieteenlaitos 2021b. Kasvihuonekaasut. Viitattu 15.3.2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvihuonekaasujen-tutkimus>

Kestavakehitys.fi 2021. Kulutus ja julkiset hankinnat 2019. Suomalaisten kulutuksen hiilijalanjälkeä ei ole saatu pienenemään 2000-luvulla. Viitattu 17.3.2021 <https://kestavakehitys.fi/seuranta/tulokinnat/-/blogs/kulutus-ja-julkiset-hankinnat-2019-suomalaisten-kulutuksen-hiilijalanjalkea-ei-ole-saatu-pienenemaan-2000-luvulla>

Kuittinen, M. 2019. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriö

Kuittinen, M. & le Roux, S. 2017. Vähähiilisen rakentamisen hankintakriteerit. Ympäristöopas 2017, Ympäristöministeriö

Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu 2021. Tietoa lakiuudistuksesta. Viitattu 31.1.2021. <https://mrluudistus.fi/tietoa-lakiuudistuksesta/>

Maa- ja metsätalousministeriö 2021. Metsien hiilinielut. Viitattu 16.3.2021. <https://mmm.fi/metsat/metsatalous/metsat-ja-ilmastonmuutos/metsien-hiilinielut>

Motiva 2018. Energiatodistuksen lukuohje 2018. Viitattu 17.4.2021. [https://www.motiva.fi/files/16350/Energiatodistus\\_-\\_Lukuohje\\_2018.pdf](https://www.motiva.fi/files/16350/Energiatodistus_-_Lukuohje_2018.pdf)

Motiva 2021. CO<sub>2</sub>-päästökertoimet. Viitattu 19.4.2021. <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian-kaytto-suomessa/co2-paastokertoimet>

Nissinen, A. & Savolainen, H. 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö ENVIMAT-mallinnuksen tuloksia, Suomen ympäristökeskuksen raportteja 15/2019

One Click LCA 2021. Carbon Heroes Benchmarking. Viitattu 27.07.2021 <https://www.oneclick-lca.com/construction/carbonheroes/>

OpenCO<sub>2</sub>net 2021. Mitä tarkoitetaan hiilijalanjäljellä, päästökertoimella tai hiilidioksidiekvivalen- tilla? Viitattu 15.3.2021. <https://www.openco2.net/fi/taustaa>

Paloneva, M. & Takamäki, S. 2020, Yhteenveto toimialojen vähähiilitiekartoista, Työ- ja elinkei- noministeriön julkaisuja, 2020:52

Pajula, T. Vatanen, S. Pihkola, H. Grönman, K. Kasurinen, H. & Soukka, R. 2018. Carbon Handprint Guide. VTT Technical Research Centre of Finland

RATU 2019. Rakennustöiden menekit 2020. Helsinki: Rakennustieto

Salo, M. Nissinen, A. Mäenpää, I. & Heikkinen, M. 2016. Kulutuksen hiilijalanjäljen seuranta- ta tarvitaan. Viitattu 19.4.2021. <http://www.syke.fi/download/noname/%7B8D2169BA-028E-404B-BBCD-CD9D8BD732F6%7D/117056>

Sitra 2018a. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki -internetjulkaisu 15.02.2018. Viitattu 2.2.2021. <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>

Sitra 2018b. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat -artikkeli 26.06.2018. Viitattu 14.3.2021. <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarkoittavat/>

Tilastokeskus 2020a. Suomen kasviuonepäästöt 1990-2019. Ympäristö ja luonnonvarat 2020 - julkaisu

Tilastokeskus 2020b. Suomen kasviuonepäästöt 2019. Kokonaispäästöjen kehitys sektoreittain. Viitattu 17.3.2021. [https://www.stat.fi/til/khki/2019/khki\\_2019\\_2020-05-28\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2019/khki_2019_2020-05-28_kat_001_fi.html)

Vantaan Energia 2019a. Roskien lajittelu kannattaa! Ahkera lajittelu pienentää ilmastokuormaa oleellisesti! YouTube-video. Viitattu 21.5.2021 <https://www.youtube.com/watch?v=Z0Inyo6LNrA>

Vantaan Energia 2019b. Roskien lajittelu kannattaa! Todistimme sen tieteellisesti. Ahkeralla lajittelulla on mahdollisuutta pienentää omaa ilmastokuormaansa oleellisesti. Viitattu 21.5.2021. <https://www.vantaanenergia.fi/roskien-lajittelu-kannattaa/>

Venäläinen, J. Kuittinen, M. Huttunen, E. & le Roux, S. 2019. Level(s) – test report from Finland, Ministry of the Environment. Viitattu 20.4.2021. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-032-3>

VTT 2018. Hiilikädenjälki: Uusi ympäristömittari tuotteiden positiivisten ilmastovaikutusten arviointiin -lehdistötiedote. Viitattu 15.3.2021. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/hiilikadenjalki-uusi-ymparistomittari-tuotteiden-positiivisten>

Ympäristö.fi 2021. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Viitattu 28.4.2021. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet/elinkaariarviointi\\_jalanjaljet\\_ja\\_panostuotosmalli#Elinkaariarviointi%20\(LCA\)](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli#Elinkaariarviointi%20(LCA))

Ympäristöministeriö 2021a. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. Viitattu 2.2.2021. [https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus\\_rakennusten\\_elinkaariarviointiin.pdf](https://elinkaarilaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf)

Ympäristöministeriö 2021b. Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta. Viitattu 31.1.2021. <https://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-vahahiilisesta-rakentamisesta>

Ympäristöministeriö 2021c. Pariisin ilmastosopimus. Viitattu 28.4.2021. <https://ym.fi/pariisin-ilmastosopimus>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Annettu Helsingissä 20.12.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010#Pidp445937040>

WWF 2021. Ilmastonmuutos. Viitattu 14.3.2021. <https://wwf.fi/uhat/ilmastonmuutos/>



Code	Description	Volume	Weight	Unit	Material	Properties	Notes	Product	Manufacturer	Location	Quantity	Unit					
A5	Vesistöivesi, puhdas ja jäätävä	256 m3	178,63	1,25	3,58	0,000018	0,002	3223,33	Veden kulutus	työmaasta ja työympäristöstä							
			<b>178,63</b>	<b>1,25</b>	<b>3,58</b>	<b>0,000018</b>	<b>0,002</b>	<b>3223,33</b>	<b>Veden kulutus</b>								
A1-A3	Wink, 18-22 kg/m3 (100 kPa), without flame retardant (E/AMEPS)	9,9 m3	495	1,39	0,12	0,000013	3,37	8256,6	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	EPS-eristeet (jokaiselta polytyytere)	Polyetylene (EPS) Foam insulation (without flame polytytere)	Erste, EPS 100	P7	7	
A1-A3	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty (EWA)	36 m2	127,8	0,52	0,072	0,0000061	0,11	2361,24	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Bittum ja muut kateet	mechanically fastened modified bitumen roof	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty	P34	7	
A1-A3	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	50 m3	13795,89	25,24	3,32	0,00039	0,09	82799,37	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Väestösuojarakenteet, ulkoseinät ja lattiat	One Click LCA	Vaistosbetoni, normaali lujus, yleinen	P2	3	
A1-A3	Leica keystone, 304 kg/m3, Sora (Leca)	55 m3	6270	5,5	3,85	0,00093	1,1	138924,5	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	One Click LCA YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	Leica keystone	P3	31	
A1-A3	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	57 m3	4104	23,84	5,7	0,0007	1,71	849357	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Julkisivujen puurakenteet	Sahtahu pui	RTS 27_19	Kuivattu sahalavara kuusi- tai mäntypuusta	P6	6	
A1-A3	Suodatin kangas N2 lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	722,4	6,19	0,69	0,000034	0,76	16305,6	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Tekstiilit ja tapetit	Declarations of the EPD ISOVER KLKLT Pack	Suodatin kangas N2	P8	6	
A1-A3	lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	722,4	6,19	0,69	0,000034	0,76	16305,6	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastointi ulkoseinät	Lasivillateriisit	EPD ISOVER KLKLT Pack	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
A1-A3	Shaeffing board, 9,5 mm, 7,6 kg/m2, Glasroc H Storm (Gyproc)	1388 m2	5100,9	43,72	4,86	0,00024	5,34	115134,6	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Ulkoseinät ja julkisivu	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
A1-A3	lattiaaudoitus, 445 kg/m3, cladding 7-28,5 mm, moisture 6-10% (cedring 1,36 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri)	1731 m2	5233,97	52,73	2,71	0,001	3,85	116322	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastot ja asunint	Tavallinen kipsilevy	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	Julkisivu- ja lattiaaudoitus	P5	6	
A1-A3	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	1599,44	10,61	6,3	0,00031	0,45	100328,76	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asunintojen ja varastojen julkisivut	Sahtahu pui	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	Julkisivu- ja lattiaaudoitus	P5	6	
A1-A3	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	420,79	5,44	0,66	0,00037	0,29	6919	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet sisämaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
A1-A3	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	454,39	4,13	0,63	0,00086	0,31	8497,05	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet ulkomaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
A1-A3	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	409,42	16,45	1,98	0,00024	1,54	75295,5	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	ulkoseinät asunint ja varastot	Tavallinen kipsilevy	EPD for Gyproc Normal - Standard Plasterboard 12.5mm	Gyproc plasterboard	P232	9	
A1-A3	Betonirauhoitus, yleinen, 90% recycled content, A615	1731 m2	3342,43	12,56	1,85	0,00021	0,62	31383,03	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asun- ja varastotilojen höyryysku	Muovimembra	NEPD00273N Bacca Damppreene	Vapour-proof membrane	30	P7	7
A1-A3	Wink, 18-22 kg/m3 (100 kPa), without flame retardant (E/AMEPS)	9,9 m3	1,36	0,0063	0,0014	0,00000027	0,000077	38,85	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	EPS-eristeet (jokaiselta polytytere)	Polyetylene (EPS) Foam insulation (without flame polytytere)	Erste, EPS 100	P7	7	
A4	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty (EWA)	36 m2	0,45	0,0021	0,00046	0,00000009	0,000026	12,95	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Bittum ja muut kateet	mechanically fastened modified bitumen roof	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty	P34	7	
A4	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	50 m3	1092	1,6	0,33	0,00018	0,16	16632	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Väestösuojarakenteet, ulkoseinät ja lattiat	One Click LCA	Vaistosbetoni, normaali lujus, yleinen	P2	3	
A4	Leica keystone, 304 kg/m3, Sora (Leca)	55 m3	171,24	0,78	0,17	0,000034	0,11	4910,39	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	One Click LCA YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	Leica keystone	P3	31	
A4	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	57 m3	134,5	0,62	0,13	0,000027	0,0076	3629,47	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Julkisivujen puurakenteet	Sahtahu pui	RTS 27_19	Kuivattu sahalavara kuusi- tai mäntypuusta	P6	6	
A4	Suodatin kangas N2 lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	27,66	0,13	0,028	0,0000055	0,0016	787,42	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Tekstiilit ja tapetit	Declarations of the EPD ISOVER KLKLT Pack	Suodatin kangas N2	P8	6	
A4	lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	27,66	0,13	0,028	0,0000055	0,0016	787,42	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastointi ulkoseinät	Lasivillateriisit	EPD ISOVER KLKLT Pack	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
A4	Shaeffing board, 9,5 mm, 7,6 kg/m2, Glasroc H Storm (Gyproc)	1388 m2	195,33	0,9	0,2	0,000039	0,011	5560,02	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Ulkoseinät ja julkisivu	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
A4	lattiaaudoitus, 445 kg/m3, cladding 7-28,5 mm, moisture 6-10% (cedring 1,36 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri)	1731 m2	107,37	0,49	0,11	0,000021	0,0061	3056,24	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastot ja asunint	Tavallinen kipsilevy	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	Julkisivu- ja lattiaaudoitus	P5	6	
A4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	3,64	0,015	0,0032	0,0000007	0,0003	101,48	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Sahtahu pui	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet sisämaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
A4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	3,61	0,015	0,0031	0,0000007	0,0003	100,84	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet ulkomaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
A4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	40,83	0,19	0,041	0,0000081	0,0023	1162,27	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	ulkoseinät asunint ja varastot	Tavallinen kipsilevy	EPD for Gyproc Normal - Standard Plasterboard 12.5mm	Gyproc plasterboard	P232	9	
A4	Betonirauhoitus, yleinen, 90% recycled content, A615	1731 m2	1,35	0,0062	0,0014	0,00000027	0,000076	38,14	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asun- ja varastotilojen höyryysku	Muovimembra	NEPD00273N Bacca Damppreene	Vapour-proof membrane	30	P7	7
A4	Wink, 18-22 kg/m3 (100 kPa), without flame retardant (E/AMEPS)	9,9 m3	27,44	0,13	0,028	0,0000054	0,0015	781,19	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	One Click LCA	YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	Leica keystone	P3	31	
B1-B5	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	1683,16	21,75	2,64	0,00015	1,15	27675,95	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet sisämaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
B1-B5	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	1817,55	15,53	2,51	0,00034	1,22	33988,19	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet ulkomaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
B1-B5	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	3342,43	12,56	1,85	0,00021	0,62	31383,03	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asun- ja varastotilojen höyryysku	Muovimembra	NEPD00273N Bacca Damppreene	Vapour-proof membrane	30	P7	7
C1-C4	Wink, 18-22 kg/m3 (100 kPa), without flame retardant (E/AMEPS)	9,9 m3	8,63	0,017	0,0082	0,00000052	0,0023	64,04	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	EPS-eristeet (jokaiselta polytytere)	Polyetylene (EPS) Foam insulation (without flame polytytere)	Erste, EPS 100	P7	7	
C1-C4	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty (EWA)	36 m2	8,63	0,017	0,0082	0,00000052	0,0023	64,04	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Bittum ja muut kateet	mechanically fastened modified bitumen roof	Kummitampinrakennus 1-kertoinen, mekaanisesti kiinnitetty	P34	7	
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	50 m3	1330,83	4,29	1,03	0,00025	0,12	32397,39	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Väestösuojarakenteet, ulkoseinät ja lattiat	One Click LCA	Vaistosbetoni, normaali lujus, yleinen	P2	3	
C1-C4	Leica keystone, 304 kg/m3, Sora (Leca)	55 m3	0	0	0	0	0	0	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	One Click LCA YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	Leica keystone	P3	31	
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	57 m3	3391,42	4,6	1,01	1,6E-09	0,38	12335,26	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Julkisivujen puurakenteet	Sahtahu pui	RTS 27_19	Kuivattu sahalavara kuusi- tai mäntypuusta	P6	6	
C1-C4	Suodatin kangas N2 lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	209,85	0,4	0,2	0,000013	0,006	1557,57	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Tekstiilit ja tapetit	Declarations of the EPD ISOVER KLKLT Pack	Suodatin kangas N2	P8	6	
C1-C4	lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3), L = 0,037 WmK, T = 50	344 m2	209,85	0,4	0,2	0,000013	0,006	1557,57	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastointi ulkoseinät	Lasivillateriisit	EPD ISOVER KLKLT Pack	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
C1-C4	Shaeffing board, 9,5 mm, 7,6 kg/m2, Glasroc H Storm (Gyproc)	1388 m2	1461,73	2,84	1,41	0,00009	0,4	10998,06	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Ulkoseinät ja julkisivu	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Stemm - Shaeffing Board Saare-Goban Gyproc AS	Erste, lasivillamateriaalilla, lower KL 33 (80 kg/m3)	P3	7	
C1-C4	lattiaaudoitus, 445 kg/m3, cladding 7-28,5 mm, moisture 6-10% (cedring 1,36 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri)	1731 m2	1178,11	0,11	0,16	2,27E-09	0,11	2655,74	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	varastot ja asunint	Tavallinen kipsilevy	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	Julkisivu- ja lattiaaudoitus	P5	6	
C1-C4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	2707,34	3,67	0,8	1,3E-09	0,3	9767,32	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asunintojen ja varastojen julkisivut	Sahtahu pui	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	Julkisivu- ja lattiaaudoitus	P5	6	
C1-C4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	3,54	0,022	0,0032	5,5E-11	0,0021	52,78	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet sisämaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
C1-C4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	3,51	0,022	0,0031	5,4E-11	0,0021	52,45	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	julkisivujen ulkomaalaus	Maalit, päällytykset ja lakat	EPD RTS EPD, Water-borne exterior paints	Vaistosetseet ulkomaalit	10,20,30,4 0,50	P7	9
C1-C4	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	41,57	0,33	0,068	3,3E-11	0,032	866,83	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	ulkoseinät asunint ja varastot	Tavallinen kipsilevy	EPD for Gyproc Normal - Standard Plasterboard 12.5mm	Gyproc plasterboard	P232	9	
C1-C4	Betonirauhoitus, yleinen, 90% recycled content, A615	1731 m2	4,34	0,027	0,0039	6,7E-11	0,0026	64,68	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	asun- ja varastotilojen höyryysku	Muovimembra	NEPD00273N Bacca Damppreene	Vapour-proof membrane	30	P7	7
C1-C4	Wink, 18-22 kg/m3 (100 kPa), without flame retardant (E/AMEPS)	9,9 m3	50,49	0,2	0,042	0,0000098	0,0008	1435,45	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	One Click LCA	YMPÄRISTÖSELOS TE, Leca sora	Leica keystone	P3	31	
D	lujus, yleinen, C30/37 (4400/5400 PSI), 0% recycled binders in	50 m3	-2978,4	-6,2	-2,14	-0,000074	-0,36	-15269,4	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Väestösuojarakenteet, anvilu per netto-ala	Väestösuojarakenteet, ulkoseinät ja lattiat	One Click LCA	Vaistosbetoni, normaali lujus, yleinen	P2	3	
D	lattiaaudoitus, 445 kg/m3, cladding 7-28,5 mm, moisture 6-10% (cedring 1,36 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri)	1731 m2	-20360,67	-21,67	-3,46	-3,5E-08	-2,29	-358904,68	Ulkoseinät ja julkisivu	Kulun rakennus	Julkisivujen puurakenteet	Sahtahu pui	RTS 27_19	Kuivattu sahalavara kuusi- tai mäntypuusta	P6	6	
D	1,20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L, Biora, Ekora, Kolibri	1731 m2	-12647,71	-13,46	-2,15												





C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	21 m2	44.72	0.14	0.035	0.0000083	0.004	1065.27	maanalaist rakentajat ja perennat	Sakellin määriä 0.06 m2/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, lautojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	21 m2	83.84	0.27	0.065	0.000016	0.0075	2063.64	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	21 m2	2.93	0.0056	0.0028	0.0000018	0.00079	21.73	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	7
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	23 m3	612.18	1.97	0.47	0.00011	0.065	14994.6	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	25 m2	53.23	0.17	0.041	0.0000099	0.0048	1303.0	maanalaist rakentajat ja perennat	Sakellin määriä 0.06 m2/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	25 m2	99.81	0.32	0.077	0.000019	0.009	2444.8	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 10% (typical) recycled binders lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 10% (typical) recycled binders	25 m2	3.49	0.0067	0.0033	0.0000021	0.00094	25.87	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	7
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	27.5 m3	670.96	2.16	0.52	0.00012	0.06	16434.52	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	40 m3	1064.66	3.43	0.82	0.0002	0.096	26077.91	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	43 m2	91.56	0.3	0.071	0.000017	0.0082	2242.7	maanalaist rakentajat ja perennat	Sakellin määriä 0.06 m2/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	43 m2	171.68	0.55	0.13	0.000032	0.015	4205.06	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	43 m2	6	0.111	0.057	0.0000038	0.0016	44.6	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmisteon, laudojen ja laudojen välillä	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	7
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	73 kg	0.57	0.0022	0.00047	0.0000011	0.00076	16.08	maanalaist rakentajat ja perennat	35 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	89 kg	0.69	0.0027	0.00057	0.0000013	0.00093	19.61	maanalaist rakentajat ja perennat	80 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	103 kg	0.8	0.0032	0.00066	0.0000016	0.0011	22.69	maanalaist rakentajat ja perennat	35 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	109 kg	0.84	0.0034	0.0007	0.0000016	0.0011	24.02	maanalaist rakentajat ja perennat	35 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	126 kg	0.98	0.0039	0.00081	0.0000019	0.0013	27.76	maanalaist rakentajat ja perennat	80 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	129 kg	1	0.004	0.00083	0.0000019	0.0013	28.42	maanalaist rakentajat ja perennat	35 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	133 kg	1.03	0.0041	0.00085	0.000002	0.0014	29.3	maanalaist rakentajat ja perennat	80 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	158 kg	1.22	0.0049	0.001	0.0000024	0.0016	34.81	maanalaist rakentajat ja perennat	80 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	226 kg	1.75	0.007	0.0014	0.0000034	0.0024	49.79	maanalaist rakentajat ja perennat	35 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content (typical), A615	261 kg	2.02	0.008	0.0017	0.0000039	0.0027	57.51	maanalaist rakentajat ja perennat	irtoeräiset osat	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Teräs-hajautus (betoniraudus) (Cable Steel)	275 kg	2.13	0.0085	0.0018	0.0000042	0.0029	60.59	maanalaist rakentajat ja perennat	80 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	336 kg	0.92	0.0037	0.00075	0.0000021	0.0011	19.12	maanalaist rakentajat ja perennat	portland rauditus	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	520 kg	4.03	0.016	0.0033	0.0000091	0.0054	114.67	maanalaist rakentajat ja perennat	40 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	735 kg	5.7	0.023	0.0047	0.000011	0.0076	161.64	maanalaist rakentajat ja perennat	40 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	775 kg	6.01	0.024	0.005	0.000012	0.0081	170.76	maanalaist rakentajat ja perennat	40 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	921 kg	7.14	0.028	0.0059	0.000014	0.0096	202.92	maanalaist rakentajat ja perennat	40 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content, A615	1606 kg	12.45	0.049	0.01	0.0000024	0.0017	353.65	maanalaist rakentajat ja perennat	40 kg/m3	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	4880 kg	54.12	0.17	0.042	0.00001	0.0049	1325.63	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	6890 kg	76.51	0.25	0.059	0.000014	0.0069	1874.08	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	7278 kg	80.71	0.26	0.063	0.000015	0.0073	1977.03	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	7423 kg	57.53	0.23	0.048	0.000011	0.0077	1635.51	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Rakennerakennus ja teräsrakennus	One Click LCA	Rakennerakennus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	7540 kg	83.62	0.27	0.065	0.000016	0.0075	2048.2	maanalaist rakentajat ja perennat	10 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C20/25 (20003600 P81), 0% recycled binders in	8645 kg	95.87	0.31	0.074	0.000018	0.0086	2348.37	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	Betonilite	P2	3
C1-C4	80% recycled content, I, H, U, L and T sections, S235, S275 and S355	10495 kg	81.34	0.32	0.067	0.000016	0.011	2312.36	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Rakennerakennus ja teräsrakennus	One Click LCA	Rakennerakennus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	80% recycled content, I, H, U, L and T sections, S235, S275 and S355	11071 kg	85.6	0.34	0.071	0.000017	0.012	2439.27	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Rakennerakennus ja teräsrakennus	One Click LCA	Rakennerakennus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	80% recycled content, I, H, U, L and T sections, S235, S275 and S355	11471 kg	88.9	0.35	0.073	0.000017	0.012	2527.41	maanalaist rakentajat ja perennat	10 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Rakennerakennus ja teräsrakennus	One Click LCA	Rakennerakennus, yleinen	Raudite	R4	5
C1-C4	Betoniraudus, yleinen, 80% recycled content (typical), A615	13150 kg	101.91	0.41	0.084	0.00002	0.014	2897.34	maanalaist rakentajat ja perennat	20 m3 syvyys	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Betoniraudus	One Click LCA	Rakennerakennus, yleinen	Raudite	R4	5
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	0 kg	0	0	0	0	0	0	maanalaist rakentajat ja perennat	irtoeräiset osat	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Betoniraudus, yleinen	en kiertysty	P2	3
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	13 m3	774.38	-1.61	-0.56	0.000019	-0.094	-3970.04	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	en kiertysty	P2	3
D	Teräsvetko, nostaminen, EU (Ostusmuoto)	14 kg	-18.99	-0.039	-0.004	-1.5E-09	-0.076	-204.02	maanalaist rakentajat ja perennat	porrasleimä	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Ruostumaton teräs	Stainless Steel - Rubber product Ostusmuoto, EU	en kiertysty	Teräsvetko, nostaminen, EU	R4	5
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	14 m2	-66.72	-0.14	-0.048	0.0000017	-0.0081	-342.03	maanalaist rakentajat ja perennat	Sakellin määriä 0.06 m2/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	en kiertysty	P2	3
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	14 m2	-125.09	-0.26	-0.09	0.0000031	-0.015	-641.31	maanalaist rakentajat ja perennat		Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	en kiertysty	P2	3
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	18 m3	-1072.22	-2.23	-0.77	0.000027	-0.13	-5496.96	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click LCA	Valmistet, normaali lujus, yleinen	en kiertysty	P2	3
D	lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in lujus, yleinen, C30/37 (44005400 P81), 0% recycled binders in	19 m3	-1131.79	-2.36	-0.81	0.000028	-0.14	-5802.37	maanalaist rakentajat ja perennat	0.056 m3/cm2	Kuulan rakennus	anturaperustus, laudojen ja laudojen välillä	Valmistet, perustukset ja seinät	One Click				



Material ID	Description	Volume	Weight	Strength	Modulus	Thermal	Acoustic	Fire	Other	Manufacturer	Product Name	Notes	Unit	Value	Unit	Value			
A4	sawtimber thickness 15-140 mm, moisture 10-20 + 3%, strength-graded	2,3 m3	5,27	0,024	0,0053	0,00001	0,0003	149,92		Valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	varastoinn koodaukset	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Classic Sawn by Stora Enso	Sahatavara	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
		3,3 m3	7,56	0,035	0,0076	0,000015	0,0043	215,1		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Jäykistävät poutarakenteet	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
A4	sawtimber thickness 15-140 mm, moisture 10-20 + 3%, strength-graded	40,2 m3	90,05	0,42	0,092	0,00018	0,0052	2620,33		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	koodaukset, katto pystyrakenteita vastaan, weberfloor 4900	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Classic Sawn by Stora Enso	Sahatavara	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
		71 m2	0,073	0,00034	0,0000014	0,00000014	0,0000014	2,09		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	pryyryrakenteita vastaan, weberfloor 4900	Kuulan rakennus	Muu eriste	Okobau dat 2020-4	Polyethyleeni foam	auvuyhdistä etmät 40 ton	P8	7	
	Polyethyleeni foam, L = 0,050 Wm, 30 kg/m3	71 m2	0,073	0,00034	0,0000014	0,00000014	0,0000014	2,09		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	pryyryrakenteita vastaan, weberfloor 4900	Kuulan rakennus	Muu eriste	Okobau dat 2020-4	Polyethyleeni foam	auvuyhdistä etmät 40 ton	P8	7	
	kg/m3, planned timber: thickness 15-59 mm, moisture 8-15 + 2%, 10-20% alternative binders in cement (GGBS)	145 m2	6,97	0,032	0,007	0,000014	0,00039	198,48		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	varastoinn katto	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
	protecting concrete surfaces, German average, Dispersion-	167,3 m2	559,28	0,82	0,17	0,000094	0,084	8518,26		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	varastoinn katto	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
	Keramianen laatta, 415,4 kg/m3 (Vies)	196 kg	2,73	0,011	0,0024	0,0000053	0,00023	76,12		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	varastoinn katto	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
	Gypsum plasterboard, 12,5 mm, 11,7 kg/m2, Robust (Oyryc)	215 m2	12,79	0,059	0,013	0,000025	0,0012	364,1		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	varastoinn katto	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P5	6	
	0,62 kg/m2, 15-12 kg/m3, Lantastat 041 (Wies), Insulaite 041 (Iover)	1206 m3	48,88	0,23	0,049	0,0000097	0,0028	1391,5		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	ylipölyihin eriste	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD BOVER Insulaite 041	Lasivillaeriste	auvuyhdistä etmät 40 ton	P3	7	
	Suodattakangas N2 CPL laminate flooring 6 mm, 800-1200 kg/m2 (EPF)	1931 m2	0,4	0,0019	0,0004	0,0000008	0,00023	11,46		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilat ja varastot	Kuulan rakennus	Tekstiilit ja tapetit	Environmental Product Declarations of the Laminate Floor Covering (DPL Floor Covering) European	Suodattakangas N2	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4	P8	6
	Lattiasaote, 5-30mm layer thickness, 34 kg/m2, weber 110 Fine (weber)	1961 m2	71,86	0,33	0,072	0,000014	0,0041	2045,09		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Laminaatti	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	15,30,45	P7	6
	water vapour membrane, 0,079 kg/m2, 0,3 mm Membrane VARIOX XTRA	1961 m2	17,87	0,082	0,018	0,0000035	0,001	508,73		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Pinatasaote weberveeton 110 FINE Planio Plus	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD weber veeton	Lattiasaote	auvuyhdistä etmät 40 ton	P2	4	
	Wintk, 18-22 kg/m2 (100 kPa), without flame retardant (ELUMEPS)	1961 m2	54,07	0,25	0,054	0,000011	0,003	1539		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Erkostuskangas, weberfloor 4940	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30	P7	
	Murukattua sora, yleinen, 1600 kg/m3	1961 m2	3787,23	17,2	3,74	0,00075	0,24	10860,64		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Polystyreenisaote EPS 100mm tai XPS 300-200 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30	P7	
	gn2 (1,02 wt%), Composite PE net, non-woven PE felt	1961 m2	2,58	0,11	0,026	0,0000051	0,0015	73,36		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Sepelkorkeus 425mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30	P7	
	Höyrysuurkumo, 0,15 mm, 0,15 mm (Tommen Gran)	1961 m2	1,15	0,053	0,012	0,0000023	0,00065	32,88		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Muovipelti, betonin jälkihöyry	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30	P7	
	haju, yleinen, C2005 (20003600 P8), 10% (typical) recycled binders	2000 m2	3203,2	4,68	0,96	0,00054	0,48	4878,2		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Betoni-laatta 30 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30	P7	
	kg/m3, planned timber: thickness 15-59 mm, moisture 8-15 + 2%, 1-3% light, average coverage 8-10 m2, Biora, Elora, Kolibri	2023 m2	4,25	0,017	0,0037	0,0000082	0,00035	116,6		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	ristokorkeat	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4	P7	
	Gypsum plasterboard, 12,5 mm, 11,7 kg/m2, Robust (Oyryc)	2098 m2	65,8	0,3	0,066	0,000013	0,0037	1872,92		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilojen sisäkatot	Kuulan rakennus	Taustallinen kidelevy	ROBUSTE - Hard Plasterboard Gyproc AS	Gypsum plasterboard	auvuyhdistä etmät 40 ton	P232	9	
	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu (EWA) pinnattu, 5-30 mm, 480 kg/m2, WISA (DPL Plywood)	2413 m2	47,13	0,22	0,047	0,0000093	0,0027	1341,52		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	pinna-ala syötetty kermosaote maahan kaikki katto	Kuulan rakennus	Blum ja muut kateet	Blum ja muut kateet	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu	auvuyhdistä etmät 40 ton	20,4	P34	
	75% recycled content (typical), 4615 protecting concrete surfaces, German average, Dispersion-	196 kg	2,54	0,12	0,025	0,0000051	0,0014	715,57		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	katkorkeat	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P2	4	
	Keramianen laatta, 415,4 kg/m3 (Vies)	215 m2	1412,66	3,34	0,48	0,00012	0,27	4878,5		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	weberveeton MD 16 Dispersio	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4	P7	
	Suodattakangas N2 CPL laminate flooring 6 mm, 800-1200 kg/m2 (EPF)	1931 m2	0,4	0,0019	0,0004	0,0000008	0,00023	11,46		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilat ja varastot	Kuulan rakennus	Tekstiilit ja tapetit	Environmental Product Declarations of the Laminate Floor Covering (DPL Floor Covering) European	Suodattakangas N2	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4	P8	
	Lattiasaote, 5-30mm layer thickness, 34 kg/m2, weber 110 Fine (weber)	1961 m2	71,86	0,33	0,072	0,000014	0,0041	2045,09		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Laminaatti	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	15,30,45	P7	
	water vapour membrane, 0,079 kg/m2, 0,3 mm Membrane VARIOX XTRA	1961 m2	17,87	0,082	0,018	0,0000035	0,001	508,73		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Pinatasaote weberveeton 110 FINE Planio Plus	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD weber veeton	Lattiasaote	auvuyhdistä etmät 40 ton	P2		
	Wintk, 18-22 kg/m2 (100 kPa), without flame retardant (ELUMEPS)	1961 m2	54,07	0,25	0,054	0,000011	0,003	1539		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Erkostuskangas, weberfloor 4940	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	Murukattua sora, yleinen, 1600 kg/m3	1961 m2	3787,23	17,2	3,74	0,00075	0,24	10860,64		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Polystyreenisaote EPS 100mm tai XPS 300-200 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	gn2 (1,02 wt%), Composite PE net, non-woven PE felt	1961 m2	2,58	0,11	0,026	0,0000051	0,0015	73,36		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Sepelkorkeus 425mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	Höyrysuurkumo, 0,15 mm, 0,15 mm (Tommen Gran)	1961 m2	1,15	0,053	0,012	0,0000023	0,00065	32,88		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Muovipelti, betonin jälkihöyry	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	haju, yleinen, C2005 (20003600 P8), 10% (typical) recycled binders	2000 m2	3203,2	4,68	0,96	0,00054	0,48	4878,2		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Betoni-laatta 30 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	kg/m3, planned timber: thickness 15-59 mm, moisture 8-15 + 2%, 1-3% light, average coverage 8-10 m2, Biora, Elora, Kolibri	2023 m2	4,25	0,017	0,0037	0,0000082	0,00035	116,6		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	ristokorkeat	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4		
	Gypsum plasterboard, 12,5 mm, 11,7 kg/m2, Robust (Oyryc)	2098 m2	65,8	0,3	0,066	0,000013	0,0037	1872,92		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilojen sisäkatot	Kuulan rakennus	Taustallinen kidelevy	ROBUSTE - Hard Plasterboard Gyproc AS	Gypsum plasterboard	auvuyhdistä etmät 40 ton	P232		
	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu (EWA) pinnattu, 5-30 mm, 480 kg/m2, WISA (DPL Plywood)	2413 m2	47,13	0,22	0,047	0,0000093	0,0027	1341,52		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	pinna-ala syötetty kermosaote maahan kaikki katto	Kuulan rakennus	Blum ja muut kateet	Blum ja muut kateet	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu	auvuyhdistä etmät 40 ton	20,4		
	75% recycled content (typical), 4615 protecting concrete surfaces, German average, Dispersion-	196 kg	2,54	0,12	0,025	0,0000051	0,0014	715,57		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	katkorkeat	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	P2		
	Keramianen laatta, 415,4 kg/m3 (Vies)	215 m2	1412,66	3,34	0,48	0,00012	0,27	4878,5		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	weberveeton MD 16 Dispersio	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4		
	Suodattakangas N2 CPL laminate flooring 6 mm, 800-1200 kg/m2 (EPF)	1931 m2	0,4	0,0019	0,0004	0,0000008	0,00023	11,46		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilat ja varastot	Kuulan rakennus	Tekstiilit ja tapetit	Environmental Product Declarations of the Laminate Floor Covering (DPL Floor Covering) European	Suodattakangas N2	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4		
	Lattiasaote, 5-30mm layer thickness, 34 kg/m2, weber 110 Fine (weber)	1961 m2	71,86	0,33	0,072	0,000014	0,0041	2045,09		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Laminaatti	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	15,30,45		
	water vapour membrane, 0,079 kg/m2, 0,3 mm Membrane VARIOX XTRA	1961 m2	17,87	0,082	0,018	0,0000035	0,001	508,73		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Pinatasaote weberveeton 110 FINE Planio Plus	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD weber veeton	Lattiasaote	auvuyhdistä etmät 40 ton	P2		
	Wintk, 18-22 kg/m2 (100 kPa), without flame retardant (ELUMEPS)	1961 m2	54,07	0,25	0,054	0,000011	0,003	1539		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Erkostuskangas, weberfloor 4940	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	Murukattua sora, yleinen, 1600 kg/m3	1961 m2	3787,23	17,2	3,74	0,00075	0,24	10860,64		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Polystyreenisaote EPS 100mm tai XPS 300-200 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	gn2 (1,02 wt%), Composite PE net, non-woven PE felt	1961 m2	2,58	0,11	0,026	0,0000051	0,0015	73,36		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Sepelkorkeus 425mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	Höyrysuurkumo, 0,15 mm, 0,15 mm (Tommen Gran)	1961 m2	1,15	0,053	0,012	0,0000023	0,00065	32,88		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Muovipelti, betonin jälkihöyry	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	haju, yleinen, C2005 (20003600 P8), 10% (typical) recycled binders	2000 m2	3203,2	4,68	0,96	0,00054	0,48	4878,2		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	Betoni-laatta 30 mm	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	30		
	kg/m3, planned timber: thickness 15-59 mm, moisture 8-15 + 2%, 1-3% light, average coverage 8-10 m2, Biora, Elora, Kolibri	2023 m2	4,25	0,017	0,0037	0,0000082	0,00035	116,6		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	ristokorkeat	Kuulan rakennus	Sahattu puu	EPD Planed Timber by Stora Enso	Hyllytyä puutavaraa	auvuyhdistä etmät 40 ton	10,20,30,4		
	Gypsum plasterboard, 12,5 mm, 11,7 kg/m2, Robust (Oyryc)	2098 m2	65,8	0,3	0,066	0,000013	0,0037	1872,92		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	asuntilojen sisäkatot	Kuulan rakennus	Taustallinen kidelevy	ROBUSTE - Hard Plasterboard Gyproc AS	Gypsum plasterboard	auvuyhdistä etmät 40 ton	P232		
	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu (EWA) pinnattu, 5-30 mm, 480 kg/m2, WISA (DPL Plywood)	2413 m2	47,13	0,22	0,047	0,0000093	0,0027	1341,52		valjopuut ja yläpölyt, palkki ja katto	pinna-ala syötetty kermosaote maahan kaikki katto	Kuulan rakennus	Blum ja muut kateet	Blum ja muut kateet	Kummutampinkalermi, 2-karvo, hihtattu	auvuyhdistä			





# Tietolähteet

Tietolähde	Tekniset ominaisuudet	Tuote	Valmistaja	EPD-ohjelma	EPD:n numero	Tietolähde	Standardi	Verifiointi	Vuosi	Maa	Päästöfotokanta	Tiheyys	Tuoteryhmäkäsikirjat (PCR)	Huomioit PCR:sta	Tehokkuusluokitus	Lähtö EPD
Adhesive products for protecting concrete surfaces, German average	Dispersion-based, solvent-free, 1.25 kg/l, EPD coverage: 1-1.5 kg/l		DBC/M/VSL	IBU	EPD-DIV-20140102-IBG1-DE	Oelkobau dat 2017-1, EPD Dispersionbasierte Isomentrische Produkte zum Oberflächenschutz von Beton Deutsche Bauchemie e.V. (DBC) Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK) Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. (VSL)	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2014	germany	GaBi		PCR Beschichtungen mit organischen Bindemitteln, 07/2012	Only with EN15804	CO2 CML: 87 / 175 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Adhesives and sealants, German average	FU-based, solvent cont. <10%, 1.1 kg/l, 1-1.25 kg/l		DBC/M/VSL	IBU	EPD-DBC-20130502-IBG1-DE	Oelkobau dat 2017-1, EPD Kleb- und Dichtstoffe auf Polyurethanbasis: lösemittelhaltig, Lösemittelgehalt kleiner 10% Deutsche Bauchemie e.V. (DBC) Industrieverband Klebstoffe e.V. (IVK) Verband der deutschen Lack- und Druckfarbenindustrie e.V. (VSL)	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2013	germany	GaBi		PCR Reaktionsharzprodukte, 10/2012	Only with EN15804	CO2 CML: 49 / 87 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Betoni C25/30	C25/30, 10-25% alternative binders in cement (GGBS)		One Click LCA	-	-	OneClickLCA	EN15804	Sisäisesti verifioitu	2017	finland	ecoinvent	2266.0	EN15804	-	CO2 CML: 104 / 368 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Betonlementtiä (reostarointi), yleinen	C30/37 (4400/5400 F3), 20% recycled binders in cement (300 kg/m <sup>3</sup> / 18.72 lb/ft <sup>3</sup> ), hot reinforcement		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804-A1	Sisäisesti verifioitu	2018	LOCAL	ecoinvent	2490.0	EN15804-A1	-	CO2 CML: 29 / 151 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Betonraudoitus, yleinen	07% recycled content (typical), A015		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804-A1	Sisäisesti verifioitu	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804-A1	-	CO2 CML: 30 / 234 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Betonraudoitus, yleinen	00% recycled content, A015		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804-A1	Sisäisesti verifioitu	2018	LOCAL	ecoinvent	7850.0	EN15804-A1	-	CO2 CML: 78 / 234 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Betoniväite, yleinen	silicone/siloxane solution		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804-A1	Sisäisesti verifioitu	2018	LOCAL	ecoinvent		EN15804-A1	-	CO2 CML: 31 / 37 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
DPL laminate flooring	6 mm, 800-1200 kg/m <sup>3</sup>		EPLF	IBU	EPD-EPL-20150021-CBE1-EN	EPD Direct Pressure Laminate Floor Covering (DPL Floor Covering) European Producers of Laminate Flooring e.V.	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2015	europa	GaBi	1450.0	PCR Floor coverings, 07/2014	Only with EN15804	CO2 CML: 23 / 80 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Drinking water supply piping network, per m <sup>2</sup> GFA (residential buildings)			One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804	Sisäisesti verifioitu	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15804	-		Lähtö EPD
Dry mortar	M5	Mumortal M5	weber	EPD Norge	NEPD00130 Rev1	NEPD00130E Rev 1 Weber Mumortal M5, dry mortar	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2014	norway	ecoinvent	1785.7	IBU PCR Requirements on the EPD for Mineral facility-made mortar, 2013	Only with EN15804	CO2 CML: 31 / 381 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Erste, EPS 100	0.035 W/mK, 15-22 kg/m <sup>3</sup> (100 KPa), without flame retardant		EUMEPS	IBU	EPD-EPS-20130077-CBG1-EN	Expanded Polystyrene (EPS) Foam insulation (without flame retardant, density 20 kg/m <sup>3</sup> ), EPS 100, EUMEPS (region Scandinavia)	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2013	finland, sweden, denmark	-	20.0	PCR Insulating materials made of foam plastics, 10/2012	Only with EN15804	CO2 CML: 98 / 421 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Erste, PIR	L=0.023 W/mK, T: 30-240 mm, 33 kg/m <sup>3</sup> (38.2 kg/m <sup>3</sup> with a/c coating)		FF-PIR	Fonfoam	RTS	RTS EPD 3, RTS EPD, No. 3, Firnfam PIR, OneClickLCA Oy, 2017	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2017	finland, OCELEPO	ecoinvent	33.0	EN15804-A1	-	CO2 CML: 86 / 75 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Erste, lasivillamineraalivilla, Isover KL 33 (80 kg/m <sup>3</sup> )	L = 0.037 W/mK, T: 50-200 mm, 140 kg/m <sup>3</sup>		KL/KT 37	Isover Saint Gobain	-	EPD ISOVER KL/KT 37 100 mm Multi-Pack	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2016	finland	ecoinvent	140.0	EN15804-A1	-	CO2 CML: 299 / 976 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Geotekstiili, yleinen	315 g/m <sup>2</sup> (1.02 oz/yd <sup>2</sup> ), Composition: PP net, non-woven PE felt		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15804-A1	Sisäisesti verifioitu	2018	LOCAL	ecoinvent		EN15804-A1	-	CO2 CML: 64 / 392 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD
Gypsum plasterboard	12.5x600x1200 mm, 8.8 kg/m <sup>2</sup>	Normal Standard, GNE/GN13	Gyproc	International EPD System	S-P-00388	EPD for Gyproc Normal - Standard Plasterboard 12.5mm	EN15804-A1	Kolmannen osapuolen vertiorma (ISO 14025 mukainen)	2016	sweden	ecoinvent	704.0	PCR 2012.01 Construction Products and Construction services, ver. 2.0	Only with EN15804	CO2 CML: 237 / 304 Katto tankempi sijitus:	Lähtö EPD

Gypsum plasterboard	12,5 mm, 11,7 kg/m <sup>2</sup>	Robust	Gyproc	EPD Norge	NEPD-1265-407-EN	EPD Gyproc ROBUST® - Hard Plasterboard Gyproc AS	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2017	norway	ecoinvent	938.0	NPOR 010 Building boards, rev1, 12/2013	Only with EN15504	CO2 CML: 104 / 384  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Höyryä lämpöpuu, thermo-S käsittely poliohaimaasta kuusi- tai mäntypuusta	14-43 mm, 300 kg/m <sup>3</sup> , moisture content 5-1%	Thermowood®	Lunawood	RTS	RTS_44_19	EPD Lunawood Thermowood®	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2019	finland	ecoinvent	390.0	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 59 / 87  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Höyryä poutavara	450 kg/m <sup>3</sup> , planned timber, thickness 15-39 mm, moisture 5-15 ± 2%, strength-graded timber, thickness 34-89 mm, moisture 15-18 ± 2%	Stora Enso	-	-	-	EPD Planned Timber by Stora Enso	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2018	austria, netherlands, finland, sweden, russia, czechRepublic	ecoinvent	450.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 9 / 204  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Höyrynsulkumuovi, 0.15 mm	0.15 mm		Tommen Gram	EPD Norge	NEPD-341-230-NO	Gram Dampsperra, Tommen Gram Folie AS (2015)	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2015	norway	ecoinvent	028.86686868686868	NPOR 022 Roof waterproofing, rev1, 12/2012	Only with EN15504	CO2 CML: 28 / 392  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Ikkuna, kolminkertainen lasi, puu-alumiinikehyk, U-luvu 1			Eskopou Pro	-	-	EPD MS1E ja MS3E-ikkunoiden EN-15804 ympäristöselosteet, Eskopou Oy	EN15504+A1		2013	finland	ecoinvent		EN15504+A1	-	CO2 CML: 63 / 77  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Iltanavahoikanava	per m linea: D: 63 mm (2.48 in)		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15504	Sisäisesti verifioidut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15504	-	
Iltanavahoikone	10 000 m <sup>3</sup> /h (5885 ft <sup>3</sup> /min), 1250 kg/unt (2750 lbs/unt)		One Click LCA	-	-	One Click LCA	EN15504	Sisäisesti verifioidut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15504	-	CO2 CML: 274 / 219  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Ilastoointijärjestelmä asuinrakennuksille			One Click LCA	-	-	One Click LCA generic construction definitions				LOCAL	ecoinvent			-	
Julkisivu- ja lähtäläpöötus	445 kg/m <sup>3</sup> , cladding, 7-28.5 mm, moisture 8-19%, decking, 18-29 mm, moisture 9-13%	Stora Enso	-	-	-	EPD Cladding and Decking by Stora Enso	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2018	austria, finland, sweden, russia, czechRepublic	ecoinvent	445.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 18 / 204  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Jättesivijärjestelmä			One Click LCA	-	-	One Click LCA generic construction definitions				LOCAL	ecoinvent			-	
Keräminen laatta	415.4 kg/m <sup>3</sup>	Vives	AENOR	EPD 002-037		Baldosas cerámicas, Gres porcelánico, Vives 2015	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2013	spain	GaBi	2300.0	RCP-002-AENOR GlobalEPD Ceramic coatings, v0 01	-	CO2 CML: 106 / 402  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Kuivattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	474 kg/m <sup>3</sup> , moisture content 13 %	Puutuoteollisuus	RTS	RTS_27_19		RTS EPD YMPÄRISTÖSELOSTEET, no. RTS_27_19, Suomalainen kuvattu sahatavara kuusi- tai mäntypuusta	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2019	finland	ecoinvent	474.0	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 47 / 204  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Kumbilumpintakermi, 1-kerros, mekaanisesti kiinnitetty		EVA	EPD Norge	NEPD000289E		Single layer mechanically fastened modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association (2014)	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2014	europ, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden	ecoinvent	1250.0	NPOR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15504	CO2 CML: 34 / 84  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Kumbilumpintakermi, 2-kerros, hiestä		EVA	EPD Norge	NEPD000289E		Multi layer fully torched modified bitumen roof waterproofing system, Bitumen Waterproofing Association	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2014	europ, belgium, denmark, finland, germany, italy, netherlands, sweden		1232.0	NPOR 022 Roof Waterproofing, rev1	Only with EN15504	CO2 CML: 30 / 84  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Kuusi-paneeli, pinnoittamaton	5-50 mmm, 490 kg/m <sup>3</sup>	WSA	UPM Plywood	RTS	RTS_21_19	EPD UPM Plywood Oy WSA Spruce plywood, uncoated	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2019	finland	ecoinvent	480.0	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 7 / 58  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Käsitelty puu ulkoiltoihin, höyryä lämpöpuu, kuparivälisele, pigmentoitu (MareRoyal)		MareRoyal	EPD Norge	NEPD000430N		MareRoyal®B, MareTha®S	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2014	norway	ecoinvent	528.63	NPOR 015 Wood and wood-based products for use in construction, rev1, 08/2013	Biogenic CO2 separated	CO2 CML: 37 / 87  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Laminated polyamide film water vapour membrane	0.079 kg/m <sup>2</sup> , 0.3 mm	Membrane VARIO® XTRA	SAINT-GOBAIN ISOVER	INIES	INIES_VJAR20180417_103430_8387	FDES	EN15504+A1	Kolmannen osapuolen verifiointi (ISO 14025 mukainen)	2018	france	ecoinvent		EN15504+A1	EN15504+A1	CO2 CML: 43 / 392  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>
Lasivillalaste	41 mm, 0.82 kg/m <sup>2</sup> , 10-12 kg/m <sup>3</sup> , Lambda=0.041 W(m.k)	Insulaflex 041	Isover	-	-	EPD ISOVER Insulaflex 041	EN15504+A1		2019	finland	ecoinvent	15.121951219512194	RTS PCR protocol: EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 104 / 919  Katso tarkempi sijoitus <a href="#">Lataa EPD</a>

Lattasotat	5-30mm layer thickness, 34 kg/m <sup>2</sup>	vetonit 110 Fine	weber	RTS	Nro 12 VAHEPD-2017-108	EPD weber vetonit	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2017	Finland	ecoinvent	1700.0	RTS PCR prosessi EPDs published by the Building Information Foundation RTS ar (2018)	Only with EN15804	CO2 CML: 61 / 261 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Lataa EPO
Leca keyyrsora	304 kg/m <sup>3</sup>	Sora	Leca	RTS	VAHEPD-2016-107	EPD VAIKARISTOSELOSTE Leca sora	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2016	Finland	-	304.0	RTS PCR Menetelmäohje Rakennustietosäätiö RTS:n julkaisemat ympäristöselosteet Julkaisupvm 2.6.2018	Only with EN15804	CO2 CML: 24 / 24 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Lataa EPO
Lämmönjakelujärjestelmä (vesikiertoinen patterijärjestelmä) asuinkäytännöllisellä per bruttoaia	per m <sup>2</sup> GFA			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804	Sisäisesti vertaillut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15804	-		
Määllämpöjärjestelmä				One Click LCA	-	One Click LCA	ISO14040	Sisäisesti vertaillut	2013	LOCAL	ecoinvent		-	Only with EN15804		
Määllämpöpumppu	per 1kW max output power - teta			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804	Sisäisesti vertaillut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15804	-		
Maanvärännen alapohja betonituotteen webervetonit 110 fine Piasho Plus pintatasoite			Weber	-		Saint Gobain Finland				Finland	Other					
Murskattu sora, yleinen	1600 kg/m <sup>3</sup>			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Sisäisesti vertaillut	2018	LOCAL	ecoinvent	1600.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 33 / 113 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	
Polyethyleeni foam	L = 0.050 W/mK, 30 kg/m <sup>3</sup>			OKOBAUDAT	-	Oekobau dat 2020-II	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2020	Germany	GaBi	30.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 82 / 157 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Katso koko aineisto
Rakenneteräks, yleinen	80% recycled content, L, H, U, L and T sections: S235, S275 and S355			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804+A1	Sisäisesti vertaillut	2018	LOCAL	ecoinvent	7650.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 158 / 299 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	
Sahtavara	480 kg/m <sup>3</sup> , savimäinen, paksuus 15-140 mm, moisture 10-20 ± 2%, strength-graded timber, thickness 32-90 mm, moisture 15-18 ± 2%	Classic Savin	Stora Enso	-	-	EPD Classic Savin by Stora Enso	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2018	Austria, Netherlands, Finland, Estonia, Latvia, Sweden, Russia, Czech Republic	ecoinvent	480.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 13 / 204 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Lataa EPO
Sand-lime brick	2000 kg/m <sup>3</sup>			OKOBAUDAT	-	Oekobau dat 2020-II	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2020	Germany	GaBi	2000.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 54 / 234 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Katso koko aineisto
Sewage water drainage piping network, per m <sup>2</sup> GFA (residential buildings)				One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804	Sisäisesti vertaillut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15804	-		
Sheathing board	9.5 mm, 7.6 kg/m <sup>2</sup>	Glasroc H Storm	Gyproc	EPD Norge	NEPD-1263-406-EN	EPD Glasroc H Storm™ - Sheathing Board Saint-Gobain Gyproc AS	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2017	Norway	ecoinvent	800.0	NPCR 010 Building boards, rev.1, 12/2013	Only with EN15804	CO2 CML: 138 / 354 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Lataa EPO
Sokkeli- ja ankkuripohjus, teräsbetonipaisutus 10 m syvyys, per bruttopinta-aa				One Click LCA	-	One Click LCA generic construction definitions				Finland	Other					
Sokkeli- ja ankkuripohjus, teräsbetonipaisutus 20 m syvyys, per bruttopinta-aa				One Click LCA	-	One Click LCA generic construction definitions				Finland	Other					
Stoneware tiles glazed	10 mm, 20.0 kg/m <sup>2</sup> , 2000 kg/m <sup>3</sup>			OKOBAUDAT	-	Oekobau dat 2020-II	EN15804+A1	Kolmannen osapuolen vertaaminen (ISO 14025 mukainen)	2020	Germany	GaBi	2000.0	EN15804+A1	-	CO2 CML: 8 / 402 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	Katso koko aineisto
Suodattokangas H2				One Click LCA	-	Polypropylene (PP), Environmental Product Declarations of the European Plastic Manufacturers	ISO14040	Sisäisesti vertaillut	2008	LOCAL	ecoinvent	330.0	PCR for uncompounded polymer resins and reactive polymer precursors	Only with EN15804	CO2 CML: 1 / 121 Katsotaan tarkempi sijoitus <a href="#">L2</a>	
Sähköjärjestelmä, kaapelointi ja keuhus, asuinkäytännöllisellä per bruttoaia	per m <sup>2</sup> GFA			One Click LCA	-	One Click LCA	EN15804	Sisäisesti vertaillut	2019	LOCAL	ecoinvent		EN15804	-		

Teräs, harjateräs (betonivaivote)	Celca Steel	International EPD System	S-P-00307	Steel Reinforcement Products for Concrete	EN15504+A1	Kölmännan osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen)	2015	Finland	ecoinvent	7700.0	PCR 2012:01 Construction products and Construction Services, ver. 2.0, 03/03/2015	Only with EN15504	CO2 CML: 20 / 234 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD	
Teräsvierikko ruostumaton, EU	Outokumpu	IBU	EPD-OUT-2013-0105-CBD1-EN	Stainless Steel - Rebar product Outokumpu Oyj	EN15504+A1	Kölmännan osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen)	2013	Finland	GaBi	7850.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 38 / 61 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD	
Uiko-ovi, puurakenteinen	One Click LCA	-	-	OneClickLCA	EN15504+A1	Sisäisesi vertailodut	2011	LOCAL	ecoinvent	-	-	Biogenic CO2 separated	CO2 CML: 4 / 24 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>		
Valmistabetoni, normaali lujuus, yleinen	C20/25 (2000/2500 PSI); 0% recycled binders in cement (240 kg/m3 / 14.66 lbs/ft3)	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15504+A1	Sisäisesi vertailodut	2018	LOCAL	ecoinvent	2200.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 155 / 388 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>		
Valmistabetoni, normaali lujuus, yleinen	C30/37 (4000/4000 PSI); 0% recycled binders in cement (200 kg/m3 / 12.72 lbs/ft3)	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15504+A1	Sisäisesi vertailodut	2018	LOCAL	ecoinvent	2400.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 427 / 567 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>		
Valmistabetoni, normaali lujuus, yleinen	C20/25 (2000/2500 PSI); 0% recycled binders in cement (240 kg/m3 / 14.66 lbs/ft3)	One Click LCA	-	One Click LCA	EN15504+A1	Sisäisesi vertailodut	2018	LOCAL	ecoinvent	2200.0	EN15504+A1	-	CO2 CML: 235 / 388 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>		
Vapour-proof membrane	0.2 mm, 185 g/m2	Dampsperrte 20	Baca Plastindustri	EPD Norge	NEPD00273N	NEPD00273N Baca Dampsperrte	2014	Norway	ecoinvent	625.0	NPCR 022 Roof waterproofing, rev1, 12/2012	Only with EN15504	CO2 CML: 50 / 302 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD	
Verkkosähkö, Suomi (2020-2050, övö käyttöä)	-	-	-	-	-	Rakennusten vähähiilisyysden arviointimenetelmä, 30.8.2019.	2019	Finland	-	-	-	-	Utilities: 42 / 524 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>		
Vesiohenteiset sisämaali	1.20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L	Elora, Elora, Kolibri Sand, Paneelikattonaali, Ransoh, Superlaseki, Tappelpohjamaali, Teknostone, Tola, Timantsi, Triand	Teknos	RTS	RTS_14_18	EPD RTS EPD, Waterborne interior paints	2018	Finland, OOLEPO	ecoinvent	1300.0	RTS PCR protocol EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 10 / 24 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD	
Vesiohenteiset ulkomaali	1.20 kg/L, average coverage 6-10 m2/L	Akylin, Fenox aqua, Försterfärg Aqua, Kipp Aqua, Kipp Tite, Nordica Eko, Nordica Eko, Nordica Matt, Nordica Primer, Pans, Punamaali, Riihi, Saku, Silkefärg, Silkebinder, Siloksan Anti-carb, Siloksan Care, Siloksan Façade, Siloksan Gel, Siloksan Sock, Täönmaali, Teknostone, Visa, Visa Premium, Winapex, Woodex Aqua Base, Woodex Aqua Classic, Woodex Aqua Solid, Woodex Aqua Wood Oil, Woodex Eko	Teknos	RTS	RTS_13_18	EPD RTS EPD, Waterborne exterior paints	2018	Finland, OOLEPO	ecoinvent	1200.0	RTS PCR protocol EPDs published by the Building Information Foundation RTS sr (2019)	Only with EN15504	CO2 CML: 10 / 24 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD	
Väestönsuojarakenteet, arviotuu per netto-ala	One Click LCA	-	-	One Click LCA generic construction definitions	-	-	-	Finland	Other	-	-	-	-		
Wooden interior door, per m2	800x2053 mm, 42x62 mm frame, 62 mm door leaf	Nordic Dartsfabrik	EPD Norge	NEPD-1535-525-EN	EPD Climate door / interior door Nordic Dartsfabrik AS	EN15504+A1	Kölmännan osapuolen vertailoma (ISO 14025 mukainen)	2018	Norway	ecoinvent	-	NPCR 014 Windows and doors, rev1, 03/2013	Only with EN15504	CO2 CML: 10 / 24 <a href="#">Katsota tarkempi sijoitus</a>	Lataa EPD