



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Henni Koskinen

Pientalon ulkoseinärakenteiden elinkaarivaikutukset

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Henni Koskinen

Työn nimi: Pientalon ulkoseinärakenteiden elinkaarivaikutukset

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2021

Sivumäärä:38

Liitteiden lukumäärä:0

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisten pientalon ulkoseinärakenteiden vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen koko rakennuksen elinkaaren ajalta.

Opinnäytetyössä laskettiin elinkaarilaskuja käyttämällä One Click LCA -ohjelmistoa, sekä selvitettiin muiden samankaltaisen ohjelmien toimivuutta elinkaarilaskelmien tekemisessä. Laskelmissa vertailtiin kolmea erilaista ulkoseinärakennetta: puurunkoa, paremmin eristettyä puurunkoa ja hirsirunkoa.

Laskelmissa selvisi, että hirsirunkoisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat suuremmat kuin kummankaan puurunkoisen. Pienimmät hiilidioksidipäästöt olivat paremmin eristetyllä puurunkoisella rakennuksella. Hirsirunkoisen rakennuksen suuret päästöt johtuvat sen huonommasta lämmöneristävydestä eli heikommasta energiatehokkuudesta.

¹ Asiasanat: Elinkaari, Hiilijalanjälki, Rakennusmateriaalit, Laskeminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Technology

Author: Henni Koskinen

Title of thesis: Life cycle effect of the exterior wall structures of the house

Supervisor(s): Marita Viljanmaa

Year: 2021

Number of pages:38

Number of appendices:0

The goal of the thesis was to study how different exterior wall structures of a detached house affected the footprint of the entire building over its life cycle. In the thesis the life cycle calculations were calculated by using One Click LCA-software, and the functionality of other similar softwares in making life cycle calculations was investigated. In the calculations three different exterior wall structures were compared: tree trunk, well-insulated tree trunk and log frame.

The calculations showed that the carbon dioxide emissions of a log frame building were higher than both of the tree trunk buildings. The lowest carbon dioxide emissions were in the well-insulated tree trunk building. The high emissions of a log frame building are due to its inferior thermal insulation, in other words lower, energy efficiency.

¹ Keywords: Life Cycle, Carbon Footprint, Building materials, Calculating

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoite	9
1.2 Aiheen valinta.....	9
1.3 Toimeksiantaja	10
2 RAKENNUKSEN ELINKAARI.....	11
2.1 Hiilijalanjälki.....	11
2.2 Hiilikädenjälki	13
2.3 Rakennuksen elinkaaren vaiheet	14
2.4 Laskennan vaiheet	16
3 HIILIJALANJÄLKILASKURIT.....	17
3.1 Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu	17
3.2 SYNERGIA	18
3.3 One Click LCA.....	19
4 VERTAILTAVAT ULKOSEINÄRAKENTEET	20
4.1 Ulkoseinärakenteiden laskenta.....	24
4.2 Ulkoseinärakenteiden laskennan tuloksen arviointi	27
5 YHTEENVETO	34
6 POHDINTA.....	36

LÄHTEET	37
---------------	----

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumunen	12
Kuvio 2. Rakennushankkeen elinkaarimalli.....	15
Kuvio 3. Hiilijalanjäljen arviointityökalu.....	17
Kuvio 4. Synergia.....	18
Kuvio 5. One Click LCA	19
Kuvio 6. Hirsiseinä	20
Kuvio 7. Puurunko	21
Kuvio 8. Paremmin eristetty puurunko	22
Kuvio 9. Materiaalien valinta	24
Kuvio 10. Paremmin eristetyn puurungon materiaalit	25
Kuvio 11. Hirsiseinän materiaalit.....	25
Kuvio 12. Villa Saint-Gobain rakennuksen energian kulutus.....	26
Kuvio 13. Rakennuksen elinkaaren vaihteet.....	27
Kuvio 14. Materiaalien hiilidioksidipäästö.....	28
Kuvio 15. Kuljetuksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt	29
Kuvio 16. Ulkoiset vaikutukset	30
Kuvio 17. Osien vaihto	31

Kuvio 18. Energian käyttö32

Taulukko 1. Energian päästökertoimet33

Käytetyt termit ja lyhenteet

Hiilijalanjälki	Tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikana syntyvien kasvihuonekaasujen summa.
Hiilikädenjälki	Tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikana syntyvien ilmastohyötyjen summa.
Hiilidioksidiekvivalentti	Kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus.
Hiilineutraali	Tuote, yritys, kunta tai valtio, joka tuottaa vain sen verran hiilidioksidipäästöjä kuin se pystyy sitomaan.
CO_{2e}/m²	Hiilidioksidiekvivalentti neliötä kohden
CO_{2e}	Hiilidioksidiekvivalentti
LCA	Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment)

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoite

Maailmantilanne näyttää huolestuttavalta ilmaston lämpenemisen suhteen. Sen vuoksi kaikkien tulisi miettiä, miten omalla toiminnallaan voisi vähentää päästöjä. Rakennusala tuottaa kolmasosan Suomen hiilidioksidipäästöistä, joten sillä on huomattava vaikutus ilmastoon. Rakennusala kehittämillä on mahdollista pienentää päästöjä melko kustannustehokkaasti. Sen vuoksi Suomessa on päätetty tehdä muutos ja saada Suomen rakentamisesta vähähiilistä. Koko maapallon mittakaavassa tarkasteltuna rakennusmateriaalien tuotannosta syntyvät päästöt ovat 9 % maailman kaikista hiilidioksidipäästöistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää erilaisten pientalojen ulkoseinärakennusratkaisuiden vaikutus hiilijalanjälkeen koko rakennuksen elinkaaren ajalta. Lisäksi perehdytään hiilijalanjälkeä laskeviin työkaluihin ja tehdään ulkoseinärakenteiden elinkaarilaskuja One Click LCA -laskurilla.

1.2 Aiheen valinta

Rakentamisella on suuri vaikutus ilmaston lämpenemiseen. Sen takia aihe on ajankohtainen ja tärkeä. Rakennuksien hiilijalanjälkeen tulisi perehtyä enemmän, sillä se on tulevaisuudessa osa rakentamista ja rakennusmääräyksiä. Rakennuksien hiilijalanjälki on todella laaja käsite, mutta onneksi Saint-Gobain Finland rajasi vaihtoehtoja antamalla sopivan aiheen opinnäytetyöhön.

1.3 Toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Saint-Gobain Finland Oy. Saint-Gobain-konserni toimii 67 maassa ympäri maailmaa ja työllistää yli 170 000 henkilöä. Saint-Gobainin juuret ulottuvat yli 350 vuoden taakse Ranskaan vuoteen 1665. Saint-Gobain Finland perustettiin keväällä 2017, jolloin viisi tunnettua tuotebrändiä (Ecophon, Gyproc, ISOVER, PAM ja Weber) yhdistettiin yhdeksi yhtiöksi. Saint-Gobain Finland Oy työllistää Suomessa yhdessä brändiensä kanssa yli 680 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2017 oli 214 miljoonaa euroa. Brändien historia Suomessa on kuitenkin pitkä. Suomessa toimivat rakentamisen luotetut brändit Ecophon, Gyproc, Isover, Weber ja PAM. (Saint-Gobain, [viitattu 21.9.2020].)

2 RAKENNUKSEN ELINKAARI

2.1 Hiilijalanjälki

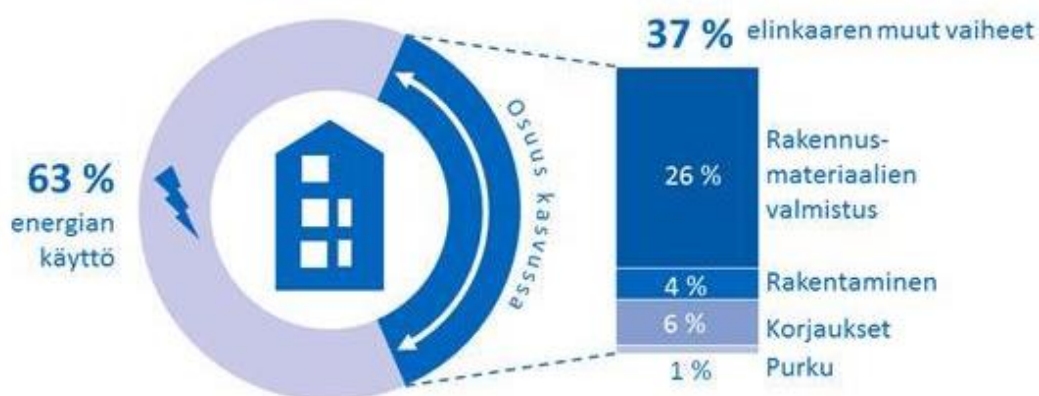
Hiilijalanjälki on tunnetun, rajatun kokonaisuuden aiheuttama ilmastokuorma yritykselle, kunnalle, investoinnille, tuotteelle, palvelulle, tilaisuudelle tai yksittäiselle ihmiselle. Hiilijalanjälkeä laskettaessa tulisi ottaa huomioon kaikki kokonaisuuteen liittyvät välittömät ja välilliset päästöt elinkaaren aikana. Hiilijalanjälki voidaan ilmoittaa tilanteen mukaan syntyvien päästöjen painoina, joko grammoina, kilogrammoina tai tonneina. Hiilijalanjälkitarkastelu on hyvä apuväline siihen, että voidaan selvittää, missä kohtaa rakentamista syntyy suurimmat päästöt. (Openco2, [viitattu 18.1.2021].)

Rakentaminen ja rakennusten käyttö muodostavat kolmanneksen Suomen hiilidioksidipäästöistä. Rakennuksen koko elinkaaren aikana kuluttamasta energiasta 10–20 % kuluu rakennusvaiheessa materiaalien ja rakennusosien tuottamiseen ja kuljetuksiin ja loput kuluvat rakennuksen käyttövaiheessa. Toistaiseksi on enemmän tutkittu, kuinka päästöjä voidaan vähentää rakennuksien käytön aikaisesta energian kulutuksesta. Hiilijalanjälkeä täytyy myös pienentää rakennuksien elinkaaren muissa vaiheissa. Ympäristöministeriön tekemän vähähiilisen rakentamisen tiekartan tavoitteena on, että Suomi olisi hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. (Ympäristöministeriö 2019.) Hiilijalanjälkilaskelmat ohjaavat rakennusalalla jo materiaalien valintoja. Laskelmien perusteella tuote voidaan vaihtaa vähähiilisempään. (Särkilahti 2021.)

Hiilijalanjälkeä saataisiin vähennettyä niin, että rakennukset kestävät pitkään ja korjauksia tarvittaisiin vähän, kun rakennuksen suunnitteluvaiheessa lasketaan rakennuksen vähähiilisyttä ei rakennuksen laadusta tai ominaisuuksista tarvitse tinkiä. Hyvin toteutettu vähähiilinen rakentaminen laskee päästöjä sekä kustannuksia. (Ympäristöministeriö 2019.) Kuittisen (2020, 20) mukaan vuonna 2025 jokaisen rakennuksen hiilijalanjälki pitää laskea ja esittää viranomaisille, muuten ei rakennuslupaa voi saada. Rakennuksen hiilijalanjälki koostuu rakennuksen energiatehokkuudesta, rakennusmateriaalien hiilijalanjäljestä sekä

tuotetun energian hiilijalanjäljestä. Kuviossa 1. on esitetty, että keskimääräisen kerrostalorakennuksen energiankäyttö koko rakennuksen hiilijalanjäljestä on yli puolet eli 63 %. Rakennuksen elinkaaren muut vaiheet voivat vaihdella suomalaisessa uudessa kerrostalossa noin 20–45 %. Kuvion 1. rakennuksessa ne ovat 37 %. Elinkaaren muut vaiheet sisältävät rakennusmateriaalien valmistuksen, joka on 26 %, rakentamisen 4 %, korjaukset 6 % sekä purun 1 %. Kuvioista 1. voidaan tulkita energiankäytön osuuden vähenemisen, kun taas elinkaaren muut vaiheet ovat kasvussa. (Rakennustarkastusyhdistys, [viitattu 20.4.2021].)

Rakennuksen hiilijalanjäljen muodostuminen



Kuvio 1. Laskelmat keskimääräisessä asuinkerrostalossa (Häkkinen & Ruuska 2016).

2.2 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjäljen eli tuotteen tai palvelun ilmastohyödyllä voidaan alentaa hiilijalanjälkeä. Se voi olla esimerkiksi ruokahävikkiä tai kierrätysmateriaalista valmistettu tuote. Yritys voi siis tuottaa hiilikädenjälkeä asiakkaalle, jolloin asiakkaan hiilijalanjälki pienenee ja hiilikädenjälki kasvaa. Nykyään yritysten tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman pieni hiilijalanjälki, jotta tuote tai palvelu myisi, mutta vain harva yritys yrittää markkinoida tuotettaan tai palveluaan suurella hiilikädenjäljellä, joka sillä tavalla kompensoisi niin ostajan kuin tuottajan hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjäljestä ei vähennetä hiilikädenjälkeä.

Ilmastohyötyjä, joita rakennuksen elinkaaren aikana voidaan saavuttaa ja joita ei syntyisi ilman rakennushanketta, kuvataan hiilikädenjälkenä. Tällaisia ovat muun muassa:

- Rakennusosien uudelleenkäytön tai materiaalien kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt
- Rakennuksessa tai tontilla tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia
- Rakennusmateriaaleihin varastoitunut eloperäinen hiili sekä niihin elinkaaren aikana mahdollisesti sitoutuva ilmakehän hiilidioksidi. (Ympäristöministeriö 2019, 30.)

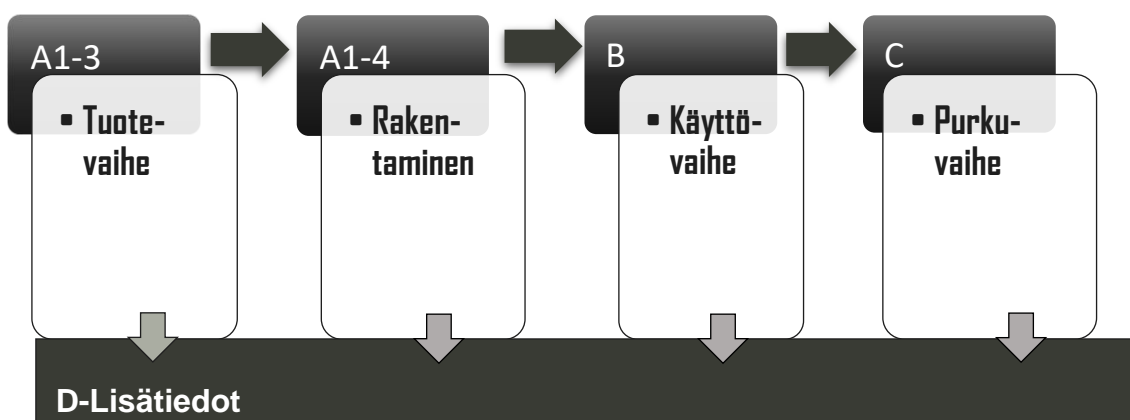
Hiilijalanjälkeä kuvataan negatiivisella tavalla ympäristövaikutuksiin rakennuksen elinkaaren ajalta, kun taas hiilikädenjäljen vaikutus on positiivinen. Rakentamalla ja asumalla ympäristöystävällisesti voidaan hiilijalanjälkeä pienentää ja kasvattaa hiilikädenjälkeä.

2.3 Rakennuksen elinkaaren vaiheet

Rakentamisvaiheessa syntyy rakennuksen elinkaaren ympäristövaikutukset, joihin kuuluvat:

- Rakennuksenmateriaalien valmistus
- Kuljetus
- Rakennustyömaa ja rakennuksen käyttövaiheessa kunnossapito
- Korjausrakentaminen
- Energian ja vedenkäyttö
- Rakennuksen elinkaaren loppu
- Purkaminen
- Materiaalien loppukäsittely ja -hyödyntäminen. (Ympäristöministeriö 2019, 5.)

Kuviossa 2. näkyvät rakennuksen elinkaaren viisi eri vaihetta. Rakennuksen elinkaaren vaihteita ovat tuotevaihe (A1–3), joka sisältää raaka-aineen hankinnan, kuljetuksen, valmistukseen ja tuotteen valmistuksen. Rakentamiseen (A 1–4) kuuluvat kolmen edellä mainitun lisäksi kuljetus työmaalla ja työmaatoiminnot. Käyttövaiheeseen (B) sisältyvät tuotteen käyttö rakennuksessa, kunnossapito, korjaus, osien vaihto, laajamittaiset korjaukset, energiankäyttö ja veden käyttö. Purkuvaihe (C) sisältää purkamisen, kuljetuksen jatkokäsittelyyn, purkujätteen käsittelyn sekä purkujätteen loppusijoituksen. Lisätiedot (D) sisältävät rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat. (Ympäristöministeriö 2019, 13.)



Kuvio 2 Rakennushankkeen elinkaarimalli (vrt. Rakennuksen vähähiilisyysarviointimenetelmä)

2.4 Laskennan vaiheet

Rakennuksen elinkaarilaskenta tehdään suunnitteluvaiheessa, kun kaikki tarvittava tieto on saatu kokoon. Laskentaan tarvittavaa tietoa ovat:

- Materiaalit ja määrät
- Pinta-ala
- Rakennuksen käyttöikä
- Käyttövaiheen energian tarve
- Talotekniikkajärjestelmien keskeinen osa
- Tontin rakenteet

Laskennassa ei oteta huomioon tontilla olevaa kasvillisuutta, väliaikaisia telineitä/suojauksia ja maaperää. (Ympäristöministeriö 2019, 12.)

3 HIILIJALANJÄLKILASKURIT

Hiilijalanjälkilaskureiden tehtävä on laskea rakennuksen elinkaaren aikana tuottamat hiilipäästöt hiilidioksidiekvivalentti neliötä kohden. Hiilijalanjälkilaskentaa voidaan tehdä myös taulukoiden avulla, mutta luotettavimman tuloksen saa käyttämällä aiheeseen tarkoitettuja laskentaohjelmia. Tällä hetkellä rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaohjelmista käytetyin on One Click LCA.

3.1 Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu

Ympäristöministeriön (kuvio 3.) ja Green Building Councilin kehittämä hiilijalanjäljen arviointityökalu on Excel-pohjainen ja se on luotu testausta varten, joten se ei vastaa vahingoista, jotka mahdollisesti aiheutuvat käyttäjälle tai muulle taholle arviointityökalua käytettäessä. (Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu 2019, 1.)

Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu
Luonnos hiilijalanjäljen arvioinnin testausta varten 9.12.2019

GREEN BUILDING COUNCIL FINLAND | Ympäristöministeriö
Miljöministeriet Ministry of the Environment

Valmistus, kuljetus ja työmaa -vaiheiden päästöjen arviointi (A)

	Hiilijalanjälki	Hiilikädenjälki
	kg CO ₂ e/m ² _{netto} /a	kg CO ₂ e/m ² _{netto} /a
Ennen käyttöä syntyvät päästöt yhteensä	0,55	
Valmistus ja kuljetusvaihe (A1-4)		
Tontti	-	-
Kantavat rakenteet	-	-
Vaippa	-	-
Kevyet rakenteet	-	-
Talotekniikka	-	-

Valmistusvaiheen päästöjen tulokset muodostuvat automaattisesti välilehdellä 'Materiaaliluettelo' annettujen arvojen perusteella.

Korvaa taulukkoarvot tarkemmilla tiedoilla

Kuvio 3. Hiilijalanjäljen arviointityökalu

3.2 Synergia

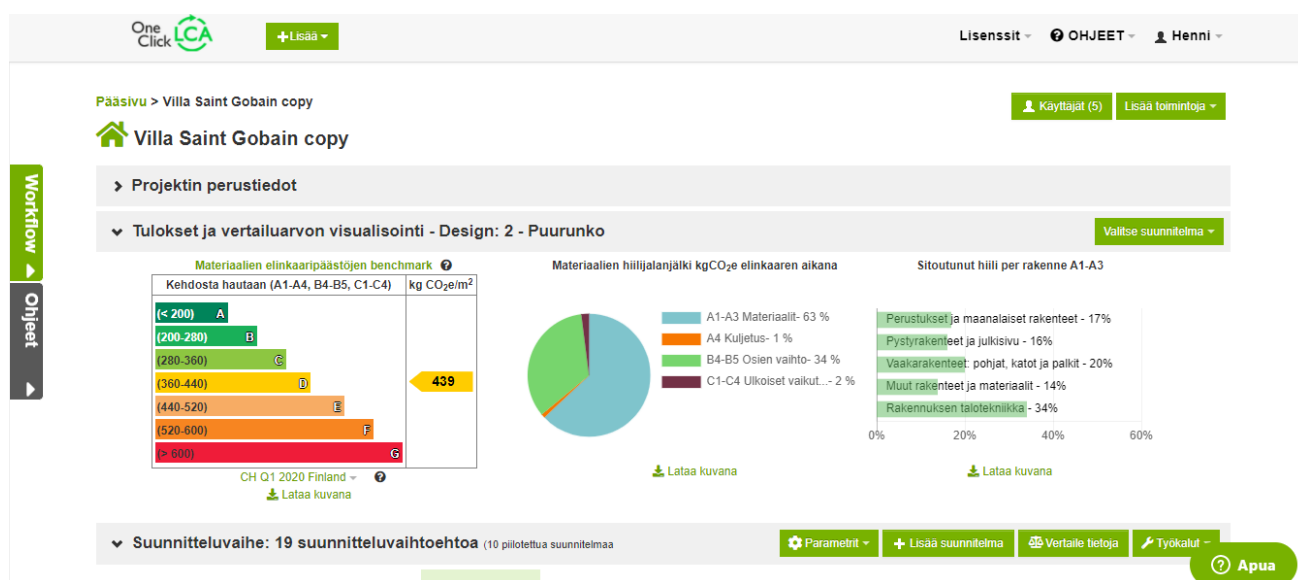
Synergia on Suomen ympäristökeskuksen tekemä työkalu, jolla voidaan laskea rakenteiden hiilijalanjälkeä (kuvio 4.). Synergia on valmiiksi tehty Excel-taulukko, johon voi syöttää rakennuskohteen tiedot. Valtaosa arvoista ja lähteistä, joita Synergia käyttää on kerätty rakennusteollisuuden sivustoilta. Tulokset saadaan hiilidioksidiekvivalenttina kilogrammaa kohden (kg CO₂-ekv). (Synergia 2010, 10.)

Ulkoseinä /1										Ulkoseinä /2										Ulkoseinä /3									
Kokonaispinta-ala rakennuksessa: 1 m ²										Kokonaispinta-ala rakennuksessa: 1 m ²										Kokonaispinta-ala rakennuksessa: 1 m ²									
Oletus-pinta-ala, jota kohti materiaalien määrät on annettu: 1 m ²										Oletus-pinta-ala, jota kohti materiaalien määrät on annettu: 1 m ²										Oletus-pinta-ala, jota kohti materiaalien määrät on annettu: 1 m ²									
Rakennetyypin kokonaistilavuus yllä annettua pinta-ala kohti: 1 m ³										Rakennetyypin kokonaistilavuus yllä annettua pinta-ala kohti: 1 m ³										Rakennetyypin kokonaistilavuus yllä annettua pinta-ala kohti: 1 m ³									
Sanallinen kuvaus: tarkistus: 0 km ³ (v ³ trava)										Sanallinen kuvaus: tarkistus: 0 km ³ (v ³ trava)										Sanallinen kuvaus: tarkistus: 0 km ³ (v ³ trava)									
Lisäksi lina mukaan rakennetyyppiä, josta käy ilmi päämateriaalit:										Lisäksi lina mukaan rakennetyyppiä, josta käy ilmi päämateriaalit:										Lisäksi lina mukaan rakennetyyppiä, josta käy ilmi päämateriaalit:									
Rakennusmateriaalit ja niiden hiilijalanjälki										Rakennusmateriaalit ja niiden hiilijalanjälki										Rakennusmateriaalit ja niiden hiilijalanjälki									
Materiaali	Ominaisuudet	Paino	Kerrat	Hiilijalanj	Materiaali	Ominaisuudet	Paino	Kerrat	Hiilijalanj	Materiaali	Ominaisuudet	Paino	Kerrat	Hiilijalanj	Materiaali	Ominaisuudet	Paino	Kerrat	Hiilijalanj										
(Allaen ulkoa päin) (Kaaso materiaalit ja niiden ominaisuudet)	Tilavuus Kasvuhiiliidok- n- s-paino o- s-idin n- pinta- alaa	Lasketta an automa	Jos ei voo- mistarvot s 100 v- alkuun,	paikotus varasto	(Allaen ulkoa päin) (Kaaso materiaalit ja niiden ominaisuudet)	Tilavuus Kasvuhiiliidok- n- s-paino o- s-idin n- pinta- alaa	Lasketta an automa	Jos ei voo- mistarvot s 100 v- alkuun,	paikotus varasto	(Allaen ulkoa päin) (Kaaso materiaalit ja niiden ominaisuudet)	Tilavuus Kasvuhiiliidok- n- s-paino o- s-idin n- pinta- alaa	Lasketta an automa	Jos ei voo- mistarvot s 100 v- alkuun,	paikotus varasto	(Allaen ulkoa päin) (Kaaso materiaalit ja niiden ominaisuudet)	Tilavuus Kasvuhiiliidok- n- s-paino o- s-idin n- pinta- alaa	Lasketta an automa	Jos ei voo- mistarvot s 100 v- alkuun,	paikotus varasto										
	kgm ³ kgCO ₂ -ekv/kgCO ₂ -ekv	kg		kgCO ₂ -ekv		kgm ³ kgCO ₂ -ekv/kgCO ₂ -ekv	kg		kgCO ₂ -ekv		kgm ³ kgCO ₂ -ekv/kgCO ₂ -ekv	kg		kgCO ₂ -ekv		kgm ³ kgCO ₂ -ekv/kgCO ₂ -ekv	kg		kgCO ₂ -ekv										
			1	0				1	0				1	0				1	0										
			1	0				1	0				1	0				1	0										
			1	0				1	0				1	0				1	0										
			1	0				1	0				1	0				1	0										

Kuvio 4. Synergia.

3.3 One Click LCA

One Click LCA on Bionova Oy:n ohjelmisto, jonka avulla voidaan laskea rakennuksien tai rakenteiden elinkaariarvio. (kuvio 5.) One Click LCA laskee rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset hiilidioksidiekvivalenttina neliometriä kohden ($\text{CO}_2\text{e}/\text{m}^2$). Ohjelma käyttää ympäristöministeriön laatimaa rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmää. One Click LCA on Suomessa käytössä monella johtavalla rakennusliikkeellä sekä rakennusmateriaalivalmistajalla. Tässä opinnäyteyössä laskelmat tehdään One Click LCA-ohjelmistolla, sillä Saint-Gobainilla on siihen lisenssi.

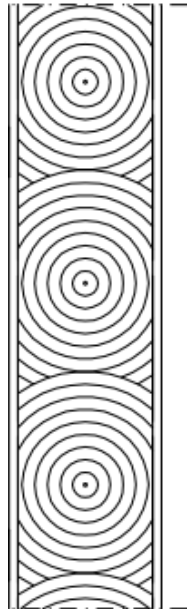


Kuvio 5. (One Click LCA)

4 VERTAILTAVAT ULKOSEINÄRAKENTEET

Elinkaarilaskelmat tehtiin kolmenlaiselle ulkoseinäarakenteelle: hirsiseinä, puurunkoinen seinä ja hyvin eristetty puurunkoinen seinä. Laskelmiin on valittu normaalisti eristetty ulkoseinä, ilman eristettä oleva ulkoseinä ja hyvin eristetty ulkoseinä. Ohessa on tarkemmat kuvaukset laskelmien kohteina olleista seinäarakenteista. Kuvauksien yhteydessä on jokaisen seinän laskettu U-arvo.

1. Hirsiseinä



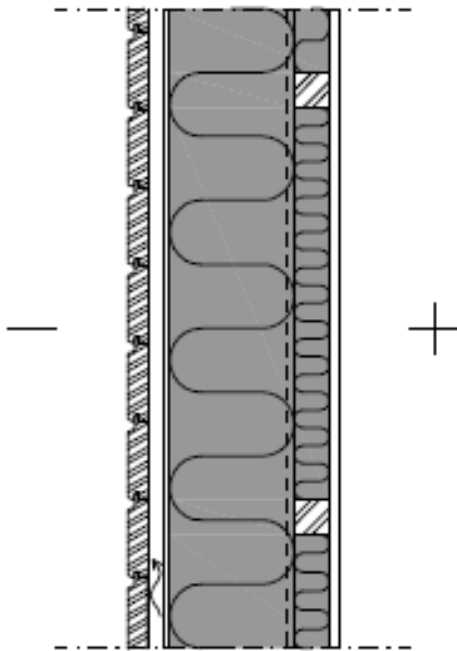
Kuvio 6. Hirsiseinä (Isoverin rakennekirjasto)

Rakenne ulkoa sisälle:

- Maali
- Hirsirunko
- Maali

Hirsiseinän U-arvo on 0,60 W/m²K. Hirsiseinä on paksuudeltaan 180 mm.

2. Puurunko



Kuvio 7. Puurunko (Isoverin rakennekirjasto)

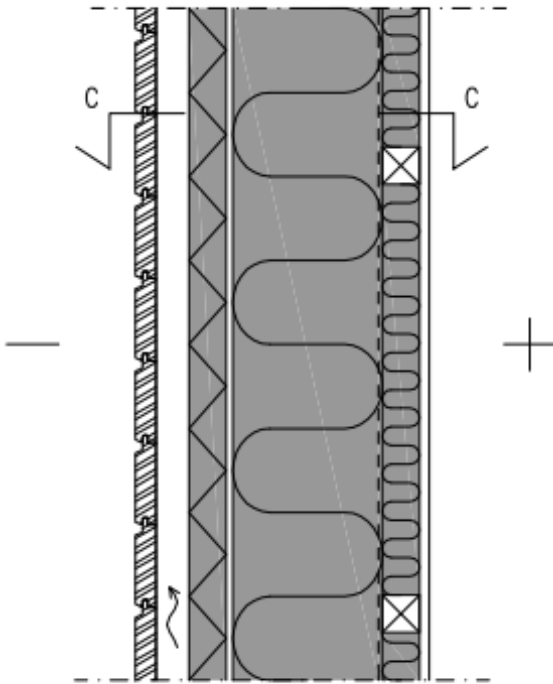
Rakenne ulkoa sisälle:

- Ulkoverhous
- 22 mm Tuuletusrako ja koolaus 22x100 k600
- 9 mm Tuulensuojalevy Gyproc GTS 9
- 175 mm Lämmöneriste Isover Premium 33 ja kantava runko 50x175 k600
- Höyrynsulku Vario
- 50 mm Lämmöneriste Isover Premium 33 koolaus 50x50 k600

- 13 mm Kipsilevy Gyproc GN 13
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaan.

Rakenteen U-arvo on 0,17 W/m²K. Puurunkoinen ulkoseinä on paksuudeltaan 292 mm. Seinän paksuuden laskemisessa on käytetty 23 mm paksuista julkisivulaudoitusta. Laskelmissa ulkoverhous oli levyrappaus kuvasta poiketen.

3. Paremmiin eristetty puurunko



Kuvio 8. Paremmiin eristetty puurunko (Isoverin rakennekirjasto)

Rakenne ulkoa sisälle:

- Ulkoverhous
- 44 mm Tuuletusrako ja ristiinkoolaus 22x100 k600

- 50 mm Tuulensuoja ja lämmöneriste ISOVER FACADE, saumat teipataan
- 9 mm Kipsilevy GTS 9
- 200 mm Lämmöneriste ISOVER PREMIUM 33 ja kantava runko 50x200 k600
Höyrinsulku ISOVER VARIO
- 50 mm Lämmöneriste ISOVER PREMIUM 33 ja koolaus 50x50 k600
- 13 mm Kipsilevy GYPROC GN 13 tai GEK 13
- Pintakäsittely huoneselosteen mukaan

Rakenteen U-arvo on 0,12 W/m²K. Paremmin eristetty ulkoseinä on paksuudeltaan 389 mm. Seinän paksuuden laskemisessa on käytetty 23 mm paksuista julkisivulaudoitusta. Laskelmissa ulkoverhous oli levyrappaus eikä puuverhous, kuten rakennekuvassa.

4.1 Ulkoseinärakenteiden laskenta

Laskelmat suoritettiin One Click LCA -ohjelmistolla. Ohjelmisto käyttää ympäristöministeriön arviointimenetelmää, joka perustuu Euroopan komission laatimaan Level(s)-menetelmään. Arviointimenetelmän pohjana käytetään kestävästä rakentamista koskevia standardeja (esim. EN 15643 –sarja, EN 15978 ja EN 15804) sekä aiheeseen liittyvää tieteellistä tutkimusta. (Ympäristöministeriö 2019, 11.)

Ulkoseinärakenteiden laskenta aloitettiin seinärakenteiden valitsemisella ja niiden rakennusmateriaaleihin perehtymällä. Ulkoseinärakenteet valittiin Isoverin rakennekirjastosta. Villa Saint-Gobain rakennus toimi pohjana, jonka ulkoseinärakenteita ja energiatehokkuutta tuli muuttaa eri seinärakenteita tehtäessä. Ohjelmistossa on kattava kirjasto eri rakennusmateriaaleja, joista tuli valita kussakin rakenteessa käytetyt materiaalit ja materiaalien määrät. Jokaiselle ulkoseinärakennevaihtoehdolle syötettiin laskennallinen ostoenergiankulutusarvio vuotta kohden. Rakennuksen tavoitekäyttöikä on 60 vuotta ja se määritettiin myös arviointijakson kestoksi. Materiaaleja on haettu valmistajan nimellä. Kuviossa 9. näkyvät tulokset, kun on valittu valmistajaksi Isover ja materiaaliluokaksi lasivillaeristeet.

Rakennusmateriaalit ✓ Energiankulutus, vuotuinen ✓ Vesihuolto, vuotuinen ✓ Rakentamisprosessi ✓ Arviointijakso Muut päästöt ja vähenemät ✓ Rakennuksen pinta-ala

Tyhjennä Materiaali Maa Tietolähde Tyyppi Taustadata CO2e Yksikkö Ominaisuudet

2. Pystyrakenteet ja julkisivu 23 Tonnia CO₂e - 11 %

Ulkoseinät ja julkisivu Näytä muut vastaukset Luo ryhmä Siirrä materiaalit Lisää vertailtavaksi

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numero Napsauta datapisteen nimeä tai paina enteriä, kun datapiste on korostettu lisätäksesi sen. NÄYTETÄÄN 1 - 250 KAIKKIAAN 654 TULOKSESTA

PAIKALLINEN VALMISTAJAKOHTAINEN DATA (71) - Käytä tiettyyn paikalliseen tuotteeseen tai lähimpään vaihtoehdoiseen tuotteeseen

- Glass wool insulation, L = 0.039 W/mK, T: 350-400 mm, 53 kg/m³, OL-LAM-50 (Isover Saint Gobain)
- Eriste, lasivilla/mineraalivilla, Isover KL 33 (80 kg/m³), L = 0.037 W/mK, T: 50-200 mm, 140 kg/m³, KL/KT 37 (Isover Saint Gobain)
- Glass wool insulation, 33 mm, 0.033 W/mK, 693 g/m², 21 kg/m³, ISOVER KL-33 Multi-Pack (Saint-Gobain) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 35 mm, 0.035 W/mK, 630 g/m², 18 kg/m³, ISOVER KL/KT-35 Multi-Pack (Saint-Gobain) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 37 mm, 0.037 W/mK, 518 g/m², 18 kg/m³, ISOVER KL/KT-37 Multi-Pack (Saint-Gobain) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 35 mm, 1575 g/m², 45 kg/m³, Lambda=0.035 W/(m.K), ISOVER OL-E-33 (Saint-Gobain Finland) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 35 mm, 1470 g/m², 42 kg/m³, Lambda=0.035 W/(m.K), ISOVER FS5 (Saint-Gobain Finland) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 41 mm, 615 g/m², 15 kg/m³, Lambda=0.041 W/(m.K), ISOVER InsulSafe (Saint-Gobain Finland) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 33 mm, 693 g/m², 21 kg/m³, Lambda=0.033 W/(m.K), ISOVER KL-33 (Saint-Gobain Finland) - EPD Norge
- Glass wool insulation, 37 mm, R = 1.0 m²K/W, 2.516 kg/m², 68 kg/m³, Lambda=0.037 W/(m.K), ISOVER OL-P (Saint-Gobain Finland) - EPD Norge

Kuvio 9. Materiaalien valinta (One Click LCA)

Tyhjennä

Materiaali: Filteröi: Maa: Filteröi: Tietolähde: Filteröi: Typpi: Filteröi: Taustadata: Filite... CO2e: Filt... Yksikkö: Filt...

Ulkoseinät ja julkisivu [Näytä muut vastaukset](#) [Luo ryhmä](#) [Siirrä materiaalit](#) [Lisää vertailtavaksi \(1\)](#)

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numero

Resurssi	Määrä	CO ₂ e	Muistiinpanot	Rakennusosa	Rakennusosa
Exterior paint, silicone based, ?	436 kg	1,4t - 0,7%	Maali	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Load bearing timber, 430 kg/m ³ ?	4,7 m ² x 45 mm	30kg - ~0%	Ulkoseinän runko ja koolaus	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Fibre cement board, 1550 kg/m ³ , Con ?	158,6 m ² x 12,5 mm	2,1t - 1%	Rappaus	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Lasivillaeriste, lasikuitupinnoite, ?	158,6 m ²	0,54t - 0,3%	Lämmöneriste	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Tuulensuojalevy, 9.5 mm, 7.10 kg/m ² ?	158,6 m ²	0,29t - 0,2%	Tuulensuojalevy	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Glass wool insulation, L=0.033 W/mK ?	158,6 m ² x 200 mm	0,68t - 0,4%	Lasivillaeriste	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Laminated polyamide film water v ?	158,6 m ² x 0,2 mm	0,16t - 0,1%	Höyrynsulkukalvo	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Glass wool insulation, L=0.033 W/mK ?	158,6 m ² x 50 mm	0,17t - 0,1%	Lasivillaeriste	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Kipsilevy, 12.5 mm, 9.90 kg/m ² , 792 ?	158,6 m ²	0,42t - 0,2%	Kipsilevy	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Rendering mortar – reinforcement fi ?	158,6 m ² x 10 mm	2,1t - 1%	Laasti	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Vesiohenteiset sisämaalit, 1.36 kg/ ?	436 kg	4,2t - 2%	Sisämaali	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät

Kuvio 10. Paremmin eristetyin puurungon materiaalit (One Click LCA)

Kuvioissa 10. ja 11. on esitetty ohjelman välilehdet, joissa ohjelmiston kirjastosta haetaan rakennusmateriaaleja valmistajan tai tuotteen nimellä. Sen jälkeen valitaan rakennusmateriaalien määrä, jolloin ohjelmisto laskee materiaalin hiilidioksidipäästöt tonneina ja prosentteina sekä ilmoittaa materiaalin osuuden koko rakennuksen hiilidioksidipäästöistä. One Click LCA:han muistiinpanot-kohtaan voidaan selkeyden vuoksi nimetä materiaalit suomeksi, sillä resurssit -kohdassa ei välttämättä käy ilmi, mistä materiaalista on kyse.

Ulkoseinät ja julkisivu [Näytä muut vastaukset](#) [Luo ryhmä](#) [Siirrä materiaalit](#) [Lisää vertailtavaksi](#)

Etsi nimen, valmistajan tai EPD-numero

Resurssi	Määrä	CO ₂ e	Muistiinpanot	Rakennusosa	Rakennusosa
Vesiohenteiset ulkomaalit, 1.20 kg/ ?	436.0 kg	4,6t - 2%	Ulkomaali	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Laminoitu hirsiseinä rakenne (kuusi ?)	158.6 m ² x 180 mm	6,2t - 3%	Ulkoseinän runko ja koolaus	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät
Vesiohenteiset sisämaalit, 1.36 kg/ ?	436.0 kg	4,2t - 2%	Sisämaali	124. Julkisivut	1241 Julkisivut: Ulkoseinät

Kuvio 11. Hirsiseinän materiaali (One Click LCA)

Hirsiseinässä on käytetty maalia 436 kg ja sen hiilidioksidipäästöosuus rakennuksesta on 2 %. Hirsiseinärakenne on 158,6 m² ja hirren paksuus on 180 mm. Käytetyn hirren hiilidioksidipäästöt ovat 3 % rakennuksesta. (Kuvio 11.)

Jokaiselle rakennukselle on laskettu ostoenergiakulutus samoilla lähtötiedoilla siten, että ainoastaan ulkoseinärakenteen U-arvot muuttuvat valittujen seinärakenteiden perusteella. Puurunkoisella seinärakenteella se on 8323 kilowattituntia/vuosi. Kuviossa 11. ostoenergiakulutus arvio on syötettynä One Click LCA:han. Puurunkoisella seinällä sähkönkäyttö on 59 % rakennuksen hiilidioksidipäästöistä. (kuvio 12.)

Pääsivu > Villa Saint Gobain copy > Puurunko > Level(s) elinkaaren hiilijalanjälki (FI) > Syötä tiedot :
 Energiankulutus

Peruuta Tallenna Tulokset Lisää toimintoja Tuo dataa

Puurunko

✓ Rakennusmateriaalit ✓ **Energiankulutus, vuotuinen** ✓ Vesihuolto, vuotuinen ✓ Rakentamisprosessi ✓ Arviointijakso Muut päästöt ja vähenemät ✓ Rakennuksen pinta-ala

● Rakennusten elinkaarilaskentaan ja useimpiin muihin tarkoituksiin arvot annetaan vuosittain. Tuotteiden ympäristöselosteiden laskennassa niin haluttaessa arvot voidaan antaa myös tuotetta kohti.

1. Verkkosähkön kulutus ☁ 111 Tonnia CO₂e - 59 %

Sähkön käyttö (pakollinen) ➡ Näytä muut vastaukset

Valitse käytetyn sähkön tyyppi sekä syötä kulutus ja käyttöarvoitus. Ostettu sähkö raportoidaan lässä. Tulosten käyttöarvoituksesta riippuen sähkö voidaan raportoida erikseen käyttöarvoitukseksi tai kokonaisähköksi. Suunnitteluvaiheen rakennusten laskennassa käytetään aina keskimääräistä sähköä.

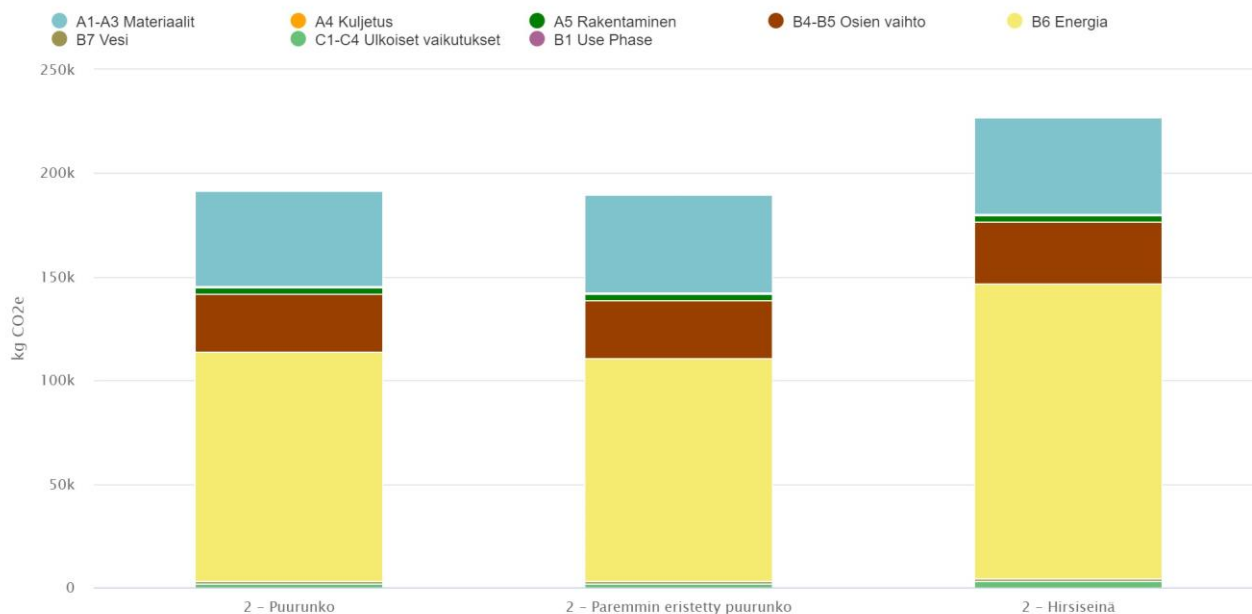
Aloita kirjoittamaan tai klikkaa nuolta

Resurssi ☺ Määrä ☺ CO₂e ☺ Muistiinpanot ☺ Profili ☺ Käyttökohde ☺

Verkkosähkö, Suomi ? 8323 kWh 111 - 59% 2019 - Oi Kiinteistosähkö Vaihda

Kuvio 12. Villa Saint-Gobain rakennuksen energian kulutus (One Click LCA)

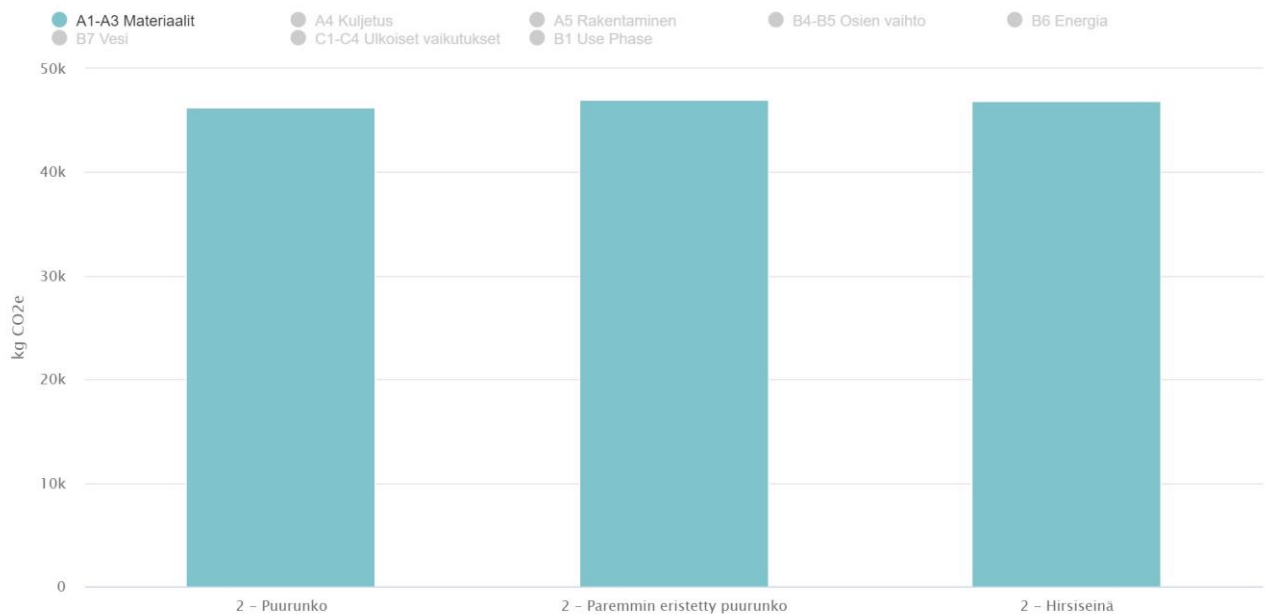
4.2 Ulkoseinärakenteiden laskennan tulosten arviointi



Kuvio 13. Rakennuksen elinkaaren vaiheet (One Click LCA)

Tuloksissa näkyy selkeästi, kuinka hirsiseinärakenteen energiatehokkuus kahteen muuhun seinärakenteeseen verrattuna on heikompi (Kuvio 13.) Paremmin eristetyyn puurunkoisen ulkoseinärakenteen materiaalien päästöt ovat suuremmat kuin huonommin eristetyyn puurunkoisen ulkoseinärakenteen, koska paremmin eristetyssä puurunkoisessa ulkoseinärakenteessa on useampaa materiaalia ja paksumpi puurunko. Kuviota tulkitsamalla saadaan selville, että paremmin eristetty puurunko on pidemmän ajanjakson aikana vähemmän hiilidioksidipäästöjä tuottava kuin hirsiseinä tai puurunko. Hirsirunkoisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat 227 161 kg CO₂e. Puurunkoisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat 191 496 kg CO₂e. Paremmin eristetyyn rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat 189 594 kg CO₂e.

Materiaalit sisältävät raaka-aineiden hankinnan, kuljetuksen valmistukseen ja tuotteen valmistuksen. (Kuvio 14.) Materiaalien hiilidioksidipäästöt puurunkoisessa rakennuksessa ovat 46 212,65 kg CO₂e. Paremmin eristetyn puurunkorakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat 47 004,97 kg CO₂e ja hirsirunkoisen rakennuksen materiaalista aiheutuvat päästöt ovat 46 833,55 kg CO₂e.



Kuvio 14. Materiaalien hiilidioksidipäästöt (One Click LCA)

Kuljetuksesta tulevat hiilidioksidipäästöt puurunkoisella rakennuksella ovat 550,40 kg CO₂e. (Kuvio 15.) Paremmin eristetyllä puurunkoisella rakennuksella hiilidioksidipäästöjä kuljetuksesta aiheutuu 564,40 kg CO₂e. Suurimmat kuljetuksesta aiheutuvat päästöt ovat hirsirunkoisella rakennuksella 643,38 kg CO₂e.



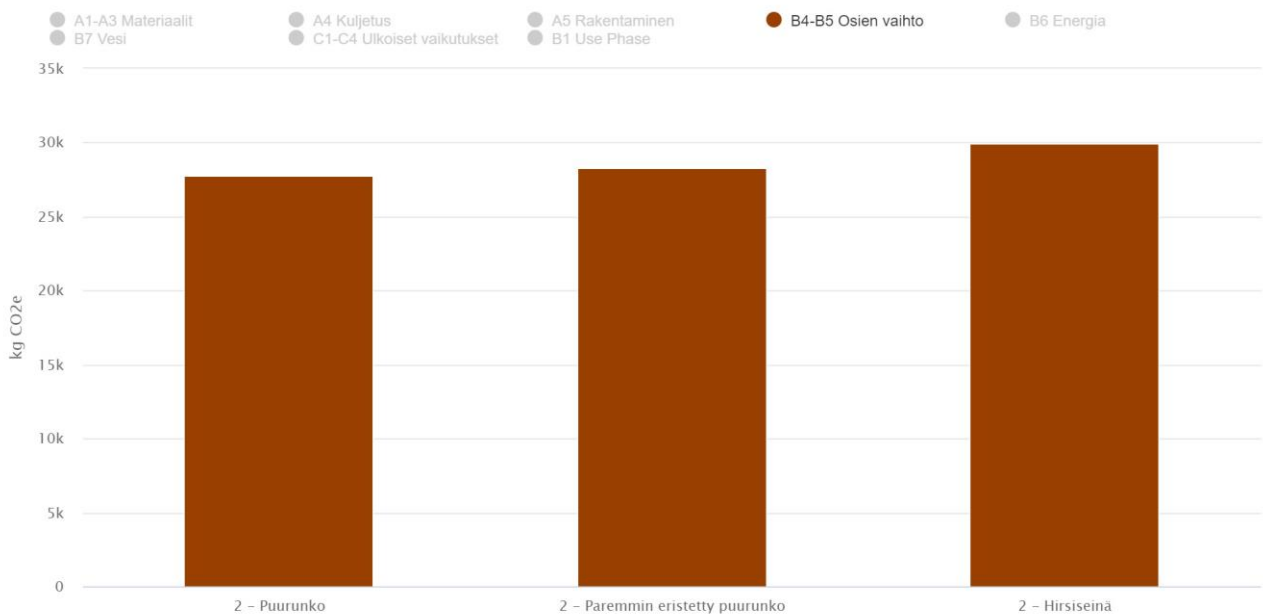
Kuvio 15. Kuljetuksesta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt (One Click LCA)

Ulkoisista vaikutuksista tulevat hiilidioksidipäästöt sisältävät purkamisen, kuljetuksen jatkokäsittelyyn, purkujätteen käsittelyn sekä purkujätteen loppusijoituksen. (Kuvio 16.) Puurunkoisella rakennuksella hiilidioksidipäästöjä ulkoisista vaikutuksista aiheutuu 1 649,19 kg CO₂e. Paremmin eristetyllä puurunkoisella rakennuksella päästöt ovat 1 660,30 kg CO₂e ja hirsirunkoisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat noin kaksi kertaa enemmän eli 3 105,05 kg CO₂e.



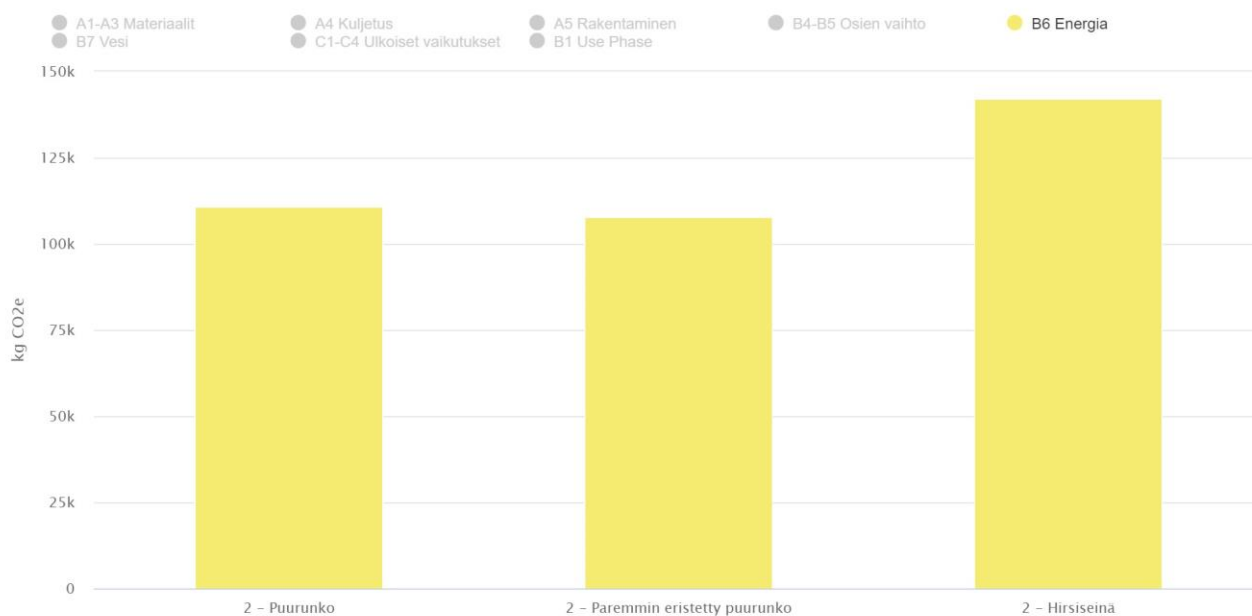
Kuvio 16. Ulkoiset vaikutukset (One Click LCA)

Osien vaihtoon kuuluvat osien vaihto sekä laajamittaiset korjaukset. Niistä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt puurunkoisella rakennuksella ovat 27 734,80 kg CO₂e. (kuvio 17.) Paremmiin eristetyllä puurunkoisella rakennuksella hiilidioksidipäästöt ovat hieman suuremmat 28 282,96 kg CO₂e ja hirsirunkoisella rakennuksella hiilidioksidipäästöt ovat 29 918,79 kg CO₂e.



Kuvio 17. Osien vaihto (One Click LCA)

Energian käytöstä aiheutuvat hiilidioksidipäästöt hirsirunkoisessa rakennuksessa ovat 142 304,21 kg CO₂e ja puurunkoisessa rakennuksessa 110 992,21 kg CO₂e. (Kuvio 18.) Alhaisimmat energian käytöstä tulevat hiilidioksidipäästöt ovat paremmin eristetyllä puurungolla 107 724,99 kg CO₂e.



Kuvio 18. Energian käyttö (One Click LCA)

Yllä näkyvistä kuviosta (13–18.) tulkitsemalla saadaan selville, että hirsirunkoisen rakennuksen hiilidioksidipäästöt ovat monissa tapauksissa suurimmat. Paremmin eristetyllä puurungolla päästöt ovat vähäisimmät. Näin ollen vähähiilidioksidipäästöisin on paremmin eristetty puurunkoinen rakennus näiden laskelmien mukaan.

Tällä hetkellä sähkön päästöskenaariot ovat sellaiset, että sähkön päästökertoimet pienenisivät vuosi vuodelta. Taulukossa 1. on arvioitu energian päästökertoimet ympäristöministeriön rakennuksen hiilijalanjäljen arviointimenetelmän mukaan. Suurin päästölähde rakennuksen elinkaaren aikana on yleensä energiankulutus. Huomioiden ympäristöministeriön uudet pienentyvät päästökertoimet, materiaalien päästöistä tulee

merkittävämpiä. Päästökertoimien myötä materiaalien vaikutus kasvaa pientalon kohdalla kattamaan melkein puolet kokonaispäästöistä. (Saint-Gobain Isover 2019, 20.)

Taulukko 1. Energian päästökertoimet (vrt. Elinkaariarvioraportti Isover Saint-Gobain.)

Päästökertoimet	2020	2030	2040	2050	2060	2070
Sähkö, KgCO₂e/kwh	0,121	0,057	0,030	0,018	0,014	0,007
Kaukolämpö, kgCO₂e/kwh	0,130	0,093	0,063	0,037	0,033	0,022

Tärkeää hiilijalanjälkilaskennan tuloksien saamisessa on laskentajakson pituus, lämmitysmuoto ja energiatuotannon päästökertoimet. Kaikki nämä vaikuttavat käytön aikaisen energiankulutuksen myötä. (Rakennusten hiilijalanjälkitarkastelut 2020,33.)

Ulkoseinärakenteiden hiilijalanjäljen laskenta voi huomattavasti vaihdella käytettävien päästökertoimien mukaan. Rakennuksen arvioidulla käyttöiällä on niin ikään suuri vaikutus hiilijalanjälkeen. (Rakennusteollisuus, [viitattu 30.3.2021].)

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää pientalojen ulkoseinärakenneratkaisuiden elinkaarivaikutukset. Työssä otettiin vertailuun kolme erilaista ulkoseinärakenneratkaisua: puurunko, paremmin eristetty puurunko ja hirsiseinä. Laskelmat suoritettiin One Click LCA -ohjelmistolla.

Laskelmien tuloksista voidaan todeta, että paremmin eristetyllä puurunkoisella rakennuksella on pienimmät hiilidioksidipäästöt, kun taas hirsiseinäinen rakennus aiheuttaa suurimmat päästöt. Hirsiseinäisen rakennuksen energiankulutus on suurin, sillä hirsiseinän lämmöneristävyys on huono ja siten sen energiatehokkuus on heikompi. Hirsiseinän materiaalien päästöt ovat pienimmät, sillä hirsiseinäessä on hirsirunko ja maalipinnat, kun taas paremmin eristetyssä puurungossa erilaisia materiaaleja on käytetty useampia. Hirsiseinää pidetään ekologisena ratkaisuna. Ajattelun taustalla on se, että puu on rakennusmateriaaleista ekologisempi, mutta onko silloin huomioitu sen energiatehokkuutta.

Työssä perehdyttiin myös kahteen muuhun hiilijalanlaskentatyökaluun, jotka ovat Suomen ympäristökeskuksen tekemä Synergia Excel-taulukko ja ympäristöministeriön ja Green Building Council tekemä Rakennuksen hiilijalanjäljen arviointityökalu. Synergia Excel-taulukon täyttäminen oli haastavaa, koska rakennusmateriaalien hiilidioksidipäästöt olisi pitänyt olla tiedossa taulukkoa täytettäessä. Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu laski joitakin tuloksia heti, kun sinne syötti arvoja. Arviointityökalu antoi vaihtoehtoja, joita soluun tulisi kirjoittaa, mikä helpotti laskentatyökalun käyttämistä. Tämä työkalu antaa myös arvion hiilikädenjäljestä, mikä arvona on kiinnostava.

One Click LCA -ohjelmistoa käyttäessä täytyy käyttäjällä olla tarkasti tiedossa materiaalit ja niiden ominaisuudet. One Click LCA -ohjelmisto tarvitsee myös laskennallisia arvoja, esimerkiksi sähkön vuosikulutuksen ja veden kulutuksen. Ohjelmisto on osittain englanniksi, joten käyttäjältä vaaditaan myös englannin kielen osaamista, jotta ohjelmistoa voi käyttää kokonaisvaltaisesti. One Click LCA -ohjelmiston käyttöä tulee opetella ennen kuin sitä voi

käyttää. Ohjelmisto on todella kattava ja jotta saa ohjelmistosta kaiken irti, täytyy siihen tutustua hyvin. Käyttäjän tulee myös tietää, mitä tietoa haluaa One Click LCA:sta ja kuinka saatuja tuloksia tulkitaan.

Rakennuksen elinkaaren hiilidioksidipäästöihin suurin vaikuttava tekijä on käytönaikainen energiankulutus. Toiseksi suurin vaikuttava tekijä rakennuksen hiilidioksidipäästöihin on materiaalit, joten jos energian päästökertoimet pienenevät tulee rakennusmateriaalien päästöistä vaikuttavampi tekijä rakennuksien hiilidioksidipäästöihin koko elinkaaren ajalta. Energiankulutuksen lisäksi tulisi rakennusmateriaaleihin kiinnittää huomiota, jotta rakennettaisiin vähähiilidioksidisia rakennuksia. Ovatko päästöskenaariot tarpeeksi luotettavia, että niihin vedoten voisi muuttaa rakentamista tänä päivänä?

6 POHDINTA

Tätä opinnäytetyötä tehdessä, mietityttämään jäi monta asiaa niin hiilidioksidipäästöjen laskennasta kuin niiden vaikutuksesta. Päällimmäisenä mieleen jäi se, kuinka luotettava One Click LCA todella on, koska epäselväksi jäi, mistä ohjelmisto sai jotkin arvot, kuten esimerkiksi kuljetuksien kilometrimäärät. Päästöskenaariot ovat minusta vähän epäilyttävät, että niin pitkälle on voitu ennustaa, mitä energian päästöt ovat 50 vuoden päästä. Voidaanko nyt jo rakentaa taloja niin, että huomioidaan, mitä energian päästöt ovat vaikka 20 vuoden päästä. Opin myös erilaisista seinärakenteista ja niiden hyvistä ja huonoista puolista. Kannattaako seinärakenteiden energiatehokkuuteen panostaa vielä 50 vuoden päästä, jos energian päästöt ovat niin pienet?

Pääsin työtä tehdessä hieman sisälle siihen, kuinka One Click LCA -ohjelmistoa käytetään ja kuinka sieltä saatuja tuloksia tutkitaan. Ohjelmistona One Click LCA on mielenkiintoinen ja moniulotteinen. Haluaisin tulevaisuudessa päästä vielä työskentelemään sen parissa ja oppia käyttämään sitä kunnolla. Maailmantilanne ilmastonmuutoksen kannalta on edelleenkin huolestuttava ja haluaisin omalla toiminnallani rakennusosalalla pitää huolen siitä, ettei se ainakaan huononisi.

LÄHTEET

- KEKRI loppuraportti. 26.8.2020.[Verkojulkaisu]. Rakennusteollisuus. [Viitattu 30.03.2021]. Saatavana: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ajankohtaista/ajankohtaista-liitteet/2020/kekri-loppuraportti-2020-08-26.pdf>.
- Mitä tarkoitetaan hiilijalanjäljellä. 2021. [Verkkosivu]. Openco2. [Viitattu 18.1.2021]. Saatavana: <https://www.openco2.net/fi/taustaa>.
- Mölsä, S. 2021. Vihreä vallankumous alkoi. Rakennuslehti (10), 12–17.
- Rakennekirjasto. 2021.[Verkkosivu]. Isover Saint-Gobain. [Viitattu 11.02.2021]. Saatavana Isover rakennekirjastosta. Vaatii kirjautumisen.
- Rakennuksen laskennallinen hiilijalanjälki voi vaihdella huomattavasti käytettyjen laskenta oletusten mukaan. 2020. [Verkkosivu]. Rakennusteollisuus. [Viitattu 30.3.2021]. Saatavana:<https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2020/rakennuksen-laskennallinen-hiilijalanjalki-voi-vaihdella-huomattavasti-kaytettyjen-laskentaoletusten-mukaan/>
- Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu. 2019. [Excel-taulukko]. Ympäristöministeriö [Viitattu 5.11.2020]. Saatavana: <https://elinkaarilaskenta.fi/>
- Saint-Gobain. 2021. Saint-Gobain Suomessa. [Verkkosivu]. [Viitattu 21.9.2020]. Saatavana: <https://www.saint-gobain.fi/suomessa>
- Saint-Gobain Isover. 2019. Elinkaariarvioraportti. Julkaisematon.
- Synergia laskentaohjelma. 2010. [Excel-taulukko]. Ympäristökeskus. [Viitattu 4.11.2020]. Saatavana: https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/Synergia.
- Tiekartta rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen vähentämiseksi valmisteilla. 2016. [Verkkosivu]. Rakennustarkastusyhdistys. [Viitattu 20.4.2021]. Saatavana: <https://www.rakennustarkastusyhdistysrty.fi/%E2%80%8E/uutiset.html?a100=73264>
- Tuominen, E. 2020. Vuonna 2025: Rakennuslupaa ei tule ellei hiilijalanjälkeä ole laskettu. Rakentaja (7), 20–22.

Ympäristöministeriö. 2019. [Verkojulkaisu]. Rakennuksen vähähiilisyiden arviointimenetelmä. [Viitattu 23.3.2021]. Saatavana: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161761/YM_2019_22_Rakennuksen_vahahiilisyiden_arviointimenetelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristöministeriö. 2019. Vähähiilinen rakentaminen. [Video]. [Viitattu 18.1.2021]. Saatavana: <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>