



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Julia Wasberg

# Parvekelasituksen hiilijalan- ja hiilikä- denjälki

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinööriyö

26.3.2021

Tekijä Otsikko	Julia Wasberg Parvekelasituksen hiilijalan- ja hiilikädenjälki
Sivumäärä Aika	24 sivua 26.3.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	Ympäristötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Kaj Lindedahl Asiakkuuspäällikkö Minna Tontti (AFRY Finland Oy)
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tutkia ja arvioida parveke- ja terassilasituksia valmistavan Lumon Oy:n Lumon Lasitus -parvekelasitusta ja sen ympäristövaikutuksia ilmastonmuutoksen näkökulmasta. Tuotteesta aiheutuvia negatiivisia ilmastovaikutuksia kuvattiin määrittämällä lasituksen hiilijalanjälki. Hiilikädenjälki taas arvioi parvekelasituksen käytöstä saatavia ilmastohyötyjä.</p> <p>Hiilijalanjälki määritettiin käyttäen toiminnallisena yksikkönä yksittäistä parvekelasipaneelia, josta saatua tulosta käyttäen voitiin arvioida kokonaisten parvekelasitusten vaikutuksia. Hiilikädenjälki arvioitiin yhdelle parvekelasituskokonaisuudelle kerrostaloasunnossa. Selvitykset toteutettiin soveltaen GHG-protokollan tuotestandardia sekä VTT:n hiilikädenjälkiselvitysten toimintaohjetta.</p> <p>Tuloksista havaittiin, että merkittävin osuus Lumon Lasituksen elinkaaren aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä syntyi lasitukseen käytettävien materiaalien tuotantovaiheessa. Materiaaleista eniten käytettävien, lasin ja alumiinin, vaikutus oli myös suurin.</p> <p>Havaintojen perusteella voitiin antaa Lumon Oy:lle näkemys siitä, mihin valintoihin ja ratkaisuihin kannattaisi keskittyä Lumon Lasituksen kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseksi. Tuotantoprosessin kuluttama sähkö voitaisiin vaihtaa uusiutuvalla energialla tuotettuun. Hiilikädenjäljen täyden potentiaalin selvittämiseksi tulisi kartoittaa lasituksen käytöstä saatavia energiahyötyjä vielä laajemmin.</p>	
Avainsanat	hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, kasvihuonekaasu

Author Title	Julia Wasberg Carbon footprint and handprint of balcony glass
Number of Pages Date	24 pages 26 March 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Energy and environmental technology
Professional Major	Environmental technology
Instructors	Kaj Lindedahl, Senior Lecturer Minna Tontti, Account Manager (AFRY Finland Oy)
<p>The goal of this thesis was to determine the environmental impact of Lumon Group's balcony glass by calculating its carbon footprint. In addition to the carbon footprint depicting greenhouse gas emissions, a carbon handprint was assessed to estimate avoided greenhouse gas emissions through usage of the product.</p> <p>A functional unit of one balcony glass panel was used in the carbon footprint assessment, while the carbon handprint was calculated with a unit of an apartment with one encased balcony. The assessments were made in accordance to the GHG Protocol product standard and VTT Carbon Handprint Guide.</p> <p>The results showed the largest amount of greenhouse gas emissions in the product's life cycle to consist of material acquisition. Most of the product consists of glass and aluminum, which reflected in their share of the total emissions.</p> <p>By analyzing the results of the calculations, suggestions to reduce greenhouse gas emissions could be made to Lumon Group. The production method of purchased electricity is a substantial part of the carbon footprint and could be switched to renewable energy to reduce emissions. In addition, energy savings of an encased balcony could be investigated further in order to realize the full potential of avoided emissions through use of the product.</p>	
Keywords	Carbon footprint, carbon handprint, greenhouse gas

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Hiilijalanjälki ja -kädenjälki	1
2.1	Hiilineutraalisuus	2
3	Yritys	2
4	Hiilijalanjälki	3
4.1	Kasvihuonekaasut	3
4.2	Laskentakehykset	4
4.3	Inventaario ja raportointi	4
4.4	Funktion määrittäminen ja toiminnallinen yksikkö	5
4.5	Laskennan rajoitukset	6
5	Parvekelasituksen hiilijalanjälkimääritys	6
5.1	Tavoitteet	6
5.2	Elinkaari	6
5.3	Tuotejärjestelmän rajaus	8
5.4	Inventaario	8
5.4.1	Materiaalit	9
5.4.2	Tuotanto	9
5.4.3	Kuljetus ja varastointi	10
5.4.4	Asennus ja käyttö	10
5.4.5	Elinkaaren loppu	10
5.5	Laskenta	11
5.6	Tulokset	11
5.7	Vertailu	15
5.8	Epävarmuustekijät	16
6	Parvekelasituksen hiilikädenjälki	17
6.1	Laskentaperusteet	17

6.2	Parvekelasitus	18
6.3	Laskenta	18
6.4	Tulokset	19
6.5	Vertailu	20
6.6	Epävarmuustekijät	21
7	Jatkotoimenpide-ehdotukset	21
8	Yhteenveto	22
	Lähteet	25

## Lyhenteet

BSI	British standards institution. Britannian standardisointijärjestö.
CO <sub>2</sub> e	Hiilidioksidiekvivalentti.
GHG	Greenhouse gas. Kasvihuonekaasu.
LCA	Life cycle assessment. Elinkaariarviointi.
PAS	Publicly available specification. Julkisesti saatavilla oleva eritelmä.

## 1 Johdanto

Kasvihuonepäästöjen lisääntymisen edistäessä ilmastonmuutosta moni yritys pyrkii karvoittamaan ja vähentämään omasta toiminnastaan aiheutuvat päästöt ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Kasvihuonekaasupäästöjen pienentäminen takaa toiminnan jatkumisen kestäväen kehityksen ja tiukentuvan lainsäädännön asettamien päästörajoitteiden mukaisesti. Lisäksi se tuo usein yritykselle muita etuja, kuten energia- ja materiaalitehokkuudessa säästetyt kustannukset sekä imagollisen hyödyn kasvattamaa kilpailukykyä. [1, s. 3.]

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on määrittää tietylle parvekelasitustuotteelle hiilijalanjälki. Lisäksi lasketaan tuotteen tyypilliselle käyttökohteelle hiilikädenjälki.

Rakennussektori ja rakennusten erillislämmitys ovat Suomessa suurimpia päästöjen aiheuttajia ja päästöjen vähennyspotentiaalit ovat näillä sektoreilla merkittäviä. Suurin osa rakennusten elinkaaren aikaisista päästöistä syntyy rakennusten käytön aikaisesta energiankulutuksesta, mutta myös rakennusmateriaalien valmistus on suuressa osassa rakentamisen kokonaispäästöjä. Parvekelasitus on vain pieni osa alan kokonaiskuvaa, mutta auttaa silti siirtymään kohti yhä ympäristövastuullisempaa rakentamista. [2, s. 2, 8.]

Lumon yhtiöt on parvekejulkisivu- ja terassituotteisiin keskittynyt yhtiö, joka pyrkii tuotteen hiilijalan- ja hiilikädenjälkiselvityksen myötä tunnistamaan toimintansa suurimmat päästölähteet [3]. Parvekelasitus on tuote, jonka on arvioitu päästökompensoinvan itsensä keskimäärin 3,3 vuodessa tuotteen käytöstä syntyvien energiasäästöjen vuoksi. Tätä tarkastellaan tarkemmin laskemalla hiilikädenjälki [4].

## 2 Hiilijalanjälki ja -kädenjälki

Hiilijalanjälki on viimeisen vuosikymmenen aikana muodostunut keskeiseksi tavaksi kuvata ja ymmärtää tietystä tuotteesta tai toiminnasta syntyviä negatiivisia vaikutuksia ilmastoon, ja sen laskeminen organisaatioissa on yleistynyt. Hiilijalanjälki kertoo, kuinka

paljon kasvihuonekaasua esim. tietty tuote elinkaarensa aikana tuottaa. Tulokset ilmoitetaan yhteismitallistettuna kasvihuonekaasupäästöinä, jolloin eri tuotteiden keskinäinen vertailu helpottuu ja tuotteen tai palvelun käyttäjät voivat niiden perusteella tehdä valintoja oman ilmastovaikutuksensa pienentämiseksi hiilineutraalisuutta tavoitellen. [5.]

Hiilikädenjälki on periaatteeltaan hyvin samankaltainen kuin hiilijalanjälki, sillä molemmat kuvaavat tietyn tuotteen tai toiminnon vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Erona on, että siinä missä hiilijalanjälki muodostuu haitallisista ilmastovaikutuksista, hiilikädenjälki kuvaa tuotteen tai toiminnan käytöstä saatavia ilmastohyötyjä organisaation ulkopuolella. [6, s. 8–9.]

## 2.1 Hiilineutraalisuus

Hiilineutraaliudella tarkoitetaan, että jonkin tietyn rajauksen sisällä oleva prosessi tai yhteisö omaisi nollahiilijalanjäljen, eli sillä ei olisi vaikutusta ilmaston lämpenemiseen. Tämä tarkoittaa käytännössä, että kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään eri toimenpiteillä niin paljon kuin mahdollista, ja loput päästöt kompensoidaan muulla tavalla [7]. Parvekelasituksen tapauksessa tuotteen valmistuksessa aiheutuvia päästöjä kompensoivat tuotteen käytöstä saadut energiansäästöt, joilla puolestaan vähennetään energiantuotannosta syntyviä päästöjä.

Monet suomalaiset kaupungit ovat asettaneet tavoitteeksi kasvihuonekaasupäästöjen runsaan vähentämisen, kuten esimerkiksi Helsinki, joka pyrkii hiilineutraalisuuteen vuoteen 2035 mennessä [7]. Kansallisesti Suomi on sitoutunut olemaan hiilineutraali vuoteen 2035 ja EU vuoteen 2050 mennessä [8]. Tämän vuoksi hiilijalanjäljen ja -kädenjäljen selvittäminen eri tuotteille ja palveluille on yhä ajankohtaisempaa ajatellen vastuullista tulevaisuutta.

## 3 Yritys

Lumon Oy on parveke- ja terassilasien tuotantoyhtiö, jonka valmistamalle Lumon Lasitus-parvekelasitukselle hiilijalan- ja hiilikädenjälkilaskennat toteutettiin [9]. Lumonin tehdas sijaitsee Kouvolassa. Lumon Oy on osa Lumon yhtiöitä, joka lasituksien valmistamisen



lisäksi myös myy ja asentaa niitä. Lumon yhtiöt toimii pääsääntöisesti Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa [3].

Lumon Lasitus on pääosin karkaistusta lasista ja alumiinilistoista koostuva parvekelasitus. Kohteeseen asennetut lasit liukuvat ja avautuvat, jotta parvekkeen lasitus voidaan avata joko osittain tai kokonaan. [10.]

## 4 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki on elinkaariarviointiin pohjautuva kvantitatiivinen määritelmä tuotteen tai palvelun ilmastovaikutuksista. Elinkaariarvioinnista poiketen määrittelyssä huomioidaan ainoastaan kasvihuonekaasupäästöjen vaikutus ilmaston lämpenemiseen, ja muut ympäristövaikutukset jätetään tarkastelusta pois. [1, s. 21.]

Tuotteen hiilijalanjälki osana kasvihuonekaasuinventariota antaa vertailukelpoisen arvon sen elinkaaren aikana syntyvistä päästöistä. Tuotteen elinkaaren eri vaiheille ja osaluueille laskettu hiilijalanjälki auttaa ymmärtämään eri päästölähteiden merkitystä ja suhdetta toisiinsa sekä luo lähtökohdan kokonaispäästöjen vähentämiseksi. [1, s. 9.]

Hiilijalanjälki-inventaario kartoittaa tuotteen suurimmat päästölähteet sen elinkaaren aikana, mikä auttaa yritystä kohdentamaan toimenpiteitä oikeisiin osa-alueisiin mahdollisimman vähennettyinä. Vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä yritys ei ainoastaan luo imagohyötyä ja varmista toimintansa jatkumista kiristyneen lainsäädännön jälkeen, vaan päästöjen vähennys tuo usein myös taloudellista hyötyä esim. materiaali- ja energiatehokkuuden kasvaessa. [1, s. 9.]

### 4.1 Kasvihuonekaasut

Hiilijalanjälki kuvaa syntyneiden kasvihuonekaasupäästöjen ilmastovaikutusta, joissa eri kaasut on yhteismitallistettu vertailtavaan muotoon hiilidioksidiekvivalenteina (CO<sub>2</sub>e). Kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>), dityppioksidi (N<sub>2</sub>O) sekä fluorihydrokseenit (HFC:t ja PFC:t) [11, s. 1].

Kasvihuonekaasut muutetaan hiilidioksidiekvivalenteiksi kertomalla ne ilmaston lämmityspotentiaalilla (GWP). GWP on mittari, joka kuvaa kasvihuonekaasun varastoitumista ilmakehään ja sen vaikutusta ilmaston lämpenemiseen, ja hiilijalanjälkeä laskettaessa kerroin sisältää 100 vuoden tarkastelujakson. [1, s. 15, 85.]

Hiilidioksidiekvivalentti ilmoitetaan eri tuotteiden ja palveluiden päästökertoimena tiettyä yksikköä kohden, esim. Suomen ostosähkön tuotannolle keskimäärin 290 g CO<sub>2</sub>e/kWh [12]. Kun tiedossa on tuotteen tai palvelun sähkönkulutus kilowattitunneissa, luku kerrotaan kyseisellä tai vastaavalla päästökertoimella, jolloin saadaan sähkönkulutuksen osuuden hiilijalanjälki. [7.]

#### 4.2 Laskentakehykset

Projektissa käytettiin hiilijalanjäljen määrittämiseksi GHG Protocolin julkaisemaa standardia tuotteen elinkaaren selvityksestä ja raportoinnista. Standardi kuvaa ja määrittää selvitykselle ja laskennalle perusteet, rajoitukset ja toimintatavat.

GHG Protocolin tuotestandardi pohjautuu elinkaariarvioinnin ISO 14040 -sarjan standardeihin sekä BSI:n julkaisemaan PAS 2050 -spesifikaatioon tuotteen elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen arvioinnista. GHG Protocolin tuotestandardi asettaa lisäohjeistuksia kasvihuonekaasupäästöjen määrittämiseksi, jotta hiilijalanjäljen tulokset ja raportointi olisivat mahdollisimman yhtenäisiä määrittämisen suorittaneesta tahosta riippumatta. [1, s. 21.]

#### 4.3 Inventaario ja raportointi

Standardi määrittelee viisi pääperiaatetta, joita noudattamalla varmistetaan laskennan ja sen tulosten oikeellisuus. Nämä periaatteet ovat merkitys, täydellisyys, johdonmukaisuus, läpinäkyvyys ja tarkkuus.

Merkityksellä tarkoitetaan, että menetelmät ja tulokset on esitetty helposti ymmärrettävässä muodossa. Tuotteen hiilijalanjäljen inventaariovaiheen ja raportoinnin tulosten tulee palvella loppukäyttäjää ja helpottaa päätöksentekoa.

Täydellisyys tarkoittaa, että inventaariovaiheen tulee sisältää kaikki kasvihuonepäästöjen ja -poistumien merkittävät lähteet määritettyjen järjestelmärajoiden sisäpuolella. Mikäli kokonaispäästöjen kannalta merkittäviä päästö- tai poistumalähteitä jätetään tarkastelun ulkopuolelle, niiden poissulkeminen tulee tuoda näkyvästi ja perustellusti esille.

Johdonmukaisuus merkitsee työn suorittamista siten, että tuloksia voidaan vertailla keskenään. Tämä tarkoittaa sellaisten työskentelytapojen, datan ja oletuksien käyttämistä, jotka toimivat perustana eri hiilijalanjälkien vertailukelpoisuuden saavuttamiselle.

Läpinäkyvyydellä tarkoitetaan työn dokumentoimista ja esittämistä todenmukaisessa ja ymmärrettävässä muodossa. Inventaariossa käytetyt tiedonlähteet sekä mahdolliset oletukset ja arviot tulee selkeästi tuoda esille, jotta vältytään lopputulosten vääristymiseltä.

Tarkkuudella tarkoitetaan raportoitujen päästölähteiden ja -poistumien laskemista ja esittämistä todellisuutta vastaavina. Epävarmuudet pyritään minimoimaan mahdollisimman vähäisiksi. Tulosten tulee olla luotettavia ja vastata todellisuutta siltä osin kuin se on mahdollista, jotta niitä pystytään käyttämään tarvittaessa päätöksenteon tukena. [1, s. 19.]

#### 4.4 Funktion määrittäminen ja toiminnallinen yksikkö

Funktiolla tarkoitetaan tuotteen tai palvelun tarkoitusta, ja sen tulee koostua kolmesta parametrasta: funktion laajuudesta, kestosta sekä laadusta. Funktiolle määritetään toiminnallinen yksikkö laskennan ja vertailun helpottamiseksi. [1, s. 29–30.]

Parvekelasituksen tapauksessa tuotteen funktio on yhden lasitetun parvekkeen tuoma säänsuoja, energiansäästö ja asuinviihtyvyyden lisääntyminen yhdessä kerrostaloasunnossa lasituksen arvioidun eliniän aikana (n. 30 vuotta) [4]. Toiminnallisena yksikkönä käytettiin yhtä Lumon Lasitus parvekelasipaneelia (n. 0,8 \* 1,56 m), jotta tuloksia voidaan soveltaa eri kokoisille parvekkeille käytetystä paneelimäärästä riippuen.

#### 4.5 Laskennan rajoitukset

Standardin mukainen toimintatapa sisältää ainoastaan tuotteen kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat. Täten tuotteen elinkaaren aikana aiheutuvat mahdolliset muut ympäristövaikutukset, kuten luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen tai otsonikato, voivat jäädä huomioimatta. Jos hiilijalanjätkilaskennan perusteella tehdään toimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi, myös muut ympäristövaikutukset tulisi ottaa huomioon. [1, s. 7.]

### 5 Parvekelasituksen hiilijalanjätkimääritys

Tuotteen hiilijalanjätki laskettiin standardin toimintaohjeiden mukaisesti. Tuotteen elinkaaren eri vaiheille määritettiin kasvihuonekaasupäästöjen lähteet, joiden pohjalta kokonaishiilijalanjätki laskettiin.

#### 5.1 Tavoitteet

Hiilijalanjätkilaskennan tavoitteena oli selvittää yhden Lumon Lasitus -parvekelasipaneelin elinkaaren aikana syntyvät kasvihuonepäästöt ja ilmoittaa ne yhteenlaskettuna hiilijalanjätkinä. Tämä mahdollistaa yrityksen päästöjen vähennystoimenpiteiden kohdistamisen oikeisiin osa-alueisiin, kuten myös tulosten kommunikoimisen yrityksen asiakkaille selkeässä muodossa.

#### 5.2 Elinkaari

Ennen inventaariovaihetta rajattiin, mitkä tuotteen elinkaaren aikaiset prosessit ja virrat sisällytettiin tarkasteluun. Tuotteen elinkaarella tarkoitetaan prosesseja ja resurssivirtoja, jotka muodostuvat alkaen raaka-aineiden valmistuksesta ja päättyen niiden loppusijoitukseen tai kierrättämiseen. Lumon Lasitus -parvekelasituksen elinkaari on esitetty kuvassa 1. [1, s. 33.]



Kuva 1. Parvekelasituksen elinkaari.

Kaavio havainnollistaa tuotteen elinkaaren, jonka vaiheisiin kuuluu materiaalihankinnat, tuotanto, kuljetus ja varastointi, tuotteen käyttö sekä käytöstä poisto. Kunkin vaiheen oleellimmat kasvihuonekaasun päästölähteet on merkitty otsikon perään.

### 5.3 Tuotejärjestelmän rajaus

Tuotejärjestelmän rajaus määrittää, mitkä kasvihuonekaasujen päästölähteet ja -poistumat sisällytetään inventaarioon. Rajausta tehtäessä on tärkeää tunnistaa ja kategorisoida prosessit tuotteen koko elinkaaren ajalta, jotka ovat suoraan kytköksissä tuotteeseen. [1, s. 33, 36.]

Rajauksen sisäpuolelle tulee lopullisten tuotteiden tapauksessa jäädä koko tuotteen elinkaari aina kehdosta hautaan, ja prosessien tulee sisältää oleelliset materiaali-, energia- ja huoltovirrat. Rajauksen ulkopuolelle jätetyt prosessit ja virrat on aina perusteltava. Luonon Lasitus -parvekelasin tuotejärjestelmän rajaus on esitetty kuvassa 2. [1, s. 33, 36.]



Kuva 2. Parvekelasituksen tuotejärjestelmän rajaus.

Hiilijalanjätkilaskentaan sisällytetään kaikki oleelliset kasvihuonekaasujen päästölähteet kussakin elinkaaren vaiheessa. Syitä järjestelmän ulkopuolelle rajattujen prosessien sivuuttamiselle on selvitetty kunkin vaiheen inventaariokatselmuksessa erikseen.

### 5.4 Inventaario

Tuotejärjestelmän rajauksen jälkeen selvitetään eri energia- ja materiaalivirtojen suuruuksia. Jokaiselle yksikköprosessille selvitetään tai arvioidaan mahdollisimman todennukainen numeerinen arvo ja sitä vastaava yksikkö.

#### 5.4.1 Materiaalit

Tuotteen valmistuksessa käytetään lasia, alumiinia ja eristettä. Lisäksi valmiin tuotteen pakkaukseen ja kuljetukseen tarvitaan pahvia, puulavoja sekä muovia.

Materiaalihankinnat ovat keskeisessä osassa hiilijalanjälkeä. Materiaalien hiilijalanjälki muodostuu raaka-aineiden hankinnasta, prosessoinnista ja kuljetuksista.

Materiaaleille käytetään valmistajien ilmoittamia päästökertoimia tai vastaavien materiaalien tietokannoista löytyviä päästökertoimia. Kertoimet sisältävät materiaalin elinkaarinaikana syntyvät päästöt, mm. materiaalin valmistuksessa käytetyt raaka-aineet ja energia. Myös valmistajan ilmoittama materiaalien kierrätysprosentti huomioidaan aina, kun se on saatavilla. Lasin ja alumiinin tapauksessa tämä tarkoittaa, että materiaalivalmistuksen päästökerroin sisältää kierrätyslasin ja -alumiinin käsittelyn.

Materiaalit kuljetetaan tehtaalle kuorma-autolla. Laskentaan sisällytetään materiaalien kuljetus tehtaalle täydellä kuormalla, mutta auton mahdollinen paluumatka tyhjänä jätetään laskelmien ulkopuolelle. Paluumatkaa ei ole mielekästä sisällyttää laskelmiin, sillä sen vaikutus on pieni ja logistiikka on yleensä niin tehostettua, ettei rekkoja ajeta tyhjinä.

#### 5.4.2 Tuotanto

Tuotteen valmistaminen ja tehtaan ylläpito vaatii sähköä, lämpöä ja vettä. Lisäksi tuotannon aikana syntyvien jätteiden kierrätys ja niiden tarvitsemat kuljetukset sisällytetään tarkasteluun.

Sähkökulutuksen ja kaukolämmön päästöjä laskettaessa käytetään energiayhtiön ilmoittamia ominaispäästökertoimia. Vesihuolto yksinkertaistetaan siten, että jäteveden määrän oletetaan olevan yhtä suuri kuin kulutetun vesijohtoveden määrä.

Jätteiden käsittely sekä niiden kuljetusten päästöt sisältyvät tarkasteluun. Jätteet kuljetetaan jäteautolla eri käsittelylaitoksiin. Laskelmissa huomioidaan kuljetukset molempiin suuntiin: ensin tyhjänä tehtaalle ja sitten täytenä käsittelylaitokselle.

Tehtaan sisäiset kuljetukset ovat verrattain pieniä, mutta nekin otetaan mukaan tarkasteluun. Kuljetukset suoritetaan trukilla ja traktorilla ja ne lasketaan polttoainekulutuksen avulla.

#### 5.4.3 Kuljetus ja varastointi

Asiakkaalle kuljetettaessa kilometrimäärät ovat joskus suuria, sillä yrityksen asiakkaita on Suomen ja Euroopan lisäksi myös Pohjois-Amerikassa. Koska valtaosa tuotteista kuitenkin asennetaan Suomessa, huomioitiin tässä työssä ainoastaan kuljetusmatkat Suomessa. Tuotteita kuljetetaan kuorma-autolla, puoliperävaunulla ja täysperävaunulla, ja kuljetus laskettiin täyden kuorman arvioilla yhteen suuntaan.

Tuotetta ei varastoida, vaan parvekelasitukset valmistetaan tilaustyönä ja kuljetetaan suoraan asiakkaalle. Varastoinnista ei tässä tapauksessa muodostu lainkaan päästöjä.

#### 5.4.4 Asennus ja käyttö

Tuotteen tyyppillinen asennus koostuu käsikäyttöisten työkoneiden käytöstä asennuksen aikana. Lisäksi joissakin kohteissa asennuksessa käytetään nosturia. Asennuksesta aiheutuva sähkönkulutus ja mahdollinen nosturin polttoaineenkulutus rajattiin kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle. Niiden määrät ovat pieniä ja niitä on vaikea arvioida tarkkaan, sillä ne ovat suoraan riippuvaisia asennuskohteesta.

Tuotteen käyttöaikana muodostuu ainoastaan huollon yhteydessä syntyvä energijäte ja työkalujen sähkönkulutus. Parvekelasituksen huolto suoritetaan arviolta viiden vuoden välein, ja sen aikana lasituksen kunto tarkistetaan ja tiivisteet vaihdetaan. Tiivisteistä muodostuva jäte sisällytetään tarkasteluun, kun taas huoltotöiden aikainen sähkönkulutus rajataan sen ulkopuolelle, samoin perustein kuin asennuksen sähkönkulutus.

#### 5.4.5 Elinkaaren loppu

Tuotteen eliniän päätyttyä suuri osa tuotteesta voidaan kierrättää uudeksi. Tarkastelussa oletettiin, että 90 % käytöstä poistetun parvekkeen lasista ja alumiinista kierrätetään uu-



deksi. Koska kierrätettyjen materiaalien käsittely uudeksi huomioitiin materiaalien tuotannossa, sisällytettiin lasin ja alumiinin kierrätykseen ainoastaan materiaalin kuljetus asennuskohteesta takaisin valmistajan tehtaalle. Nämä kuljetukset laskettiin yhteen suuntaan.

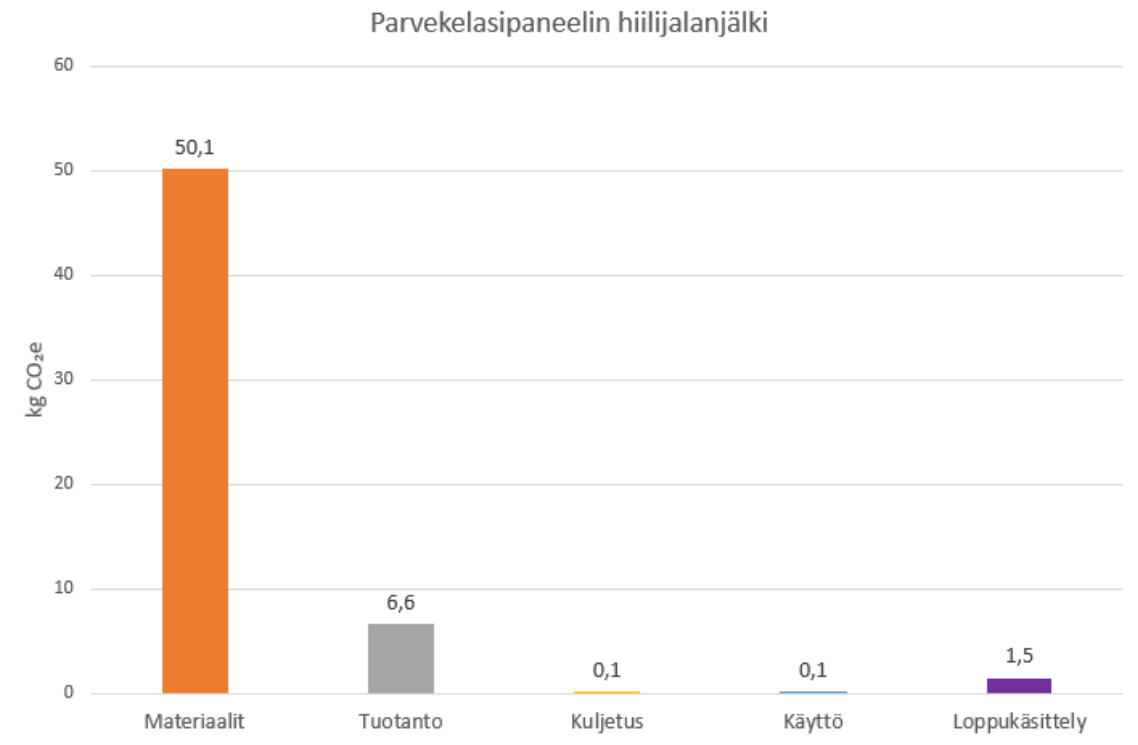
Muiden materiaalien kohdalla tarkasteluun sisällytettiin materiaalien kierrätys ja loppusijoitus sekä kuljetukset käsittelylaitoksille (yhteen suuntaan). Käsikäyttöisten työkonoiden sähkönkulutus sekä mahdollinen nosturin käyttö jätetään tarkastelun ulkopuolelle tarkkojen käyttötietojen puutteen vuoksi.

## 5.5 Laskenta

Inventaariovaiheen tietojen perusteella lasketaan kunkin osa-alueen hiilijalanjälki päästökertoimia käyttäen. Kertoimina käytetään sekä julkisista tietokannoista, Ecoinvent 3.7.1 -tietokannasta ja materiaalivalmistajilta saatavia kertoimia. Ne pyritään valitsemaan siten, että niiden avulla kuvataan prosessia mahdollisimman todenmukaisesti.

## 5.6 Tulokset

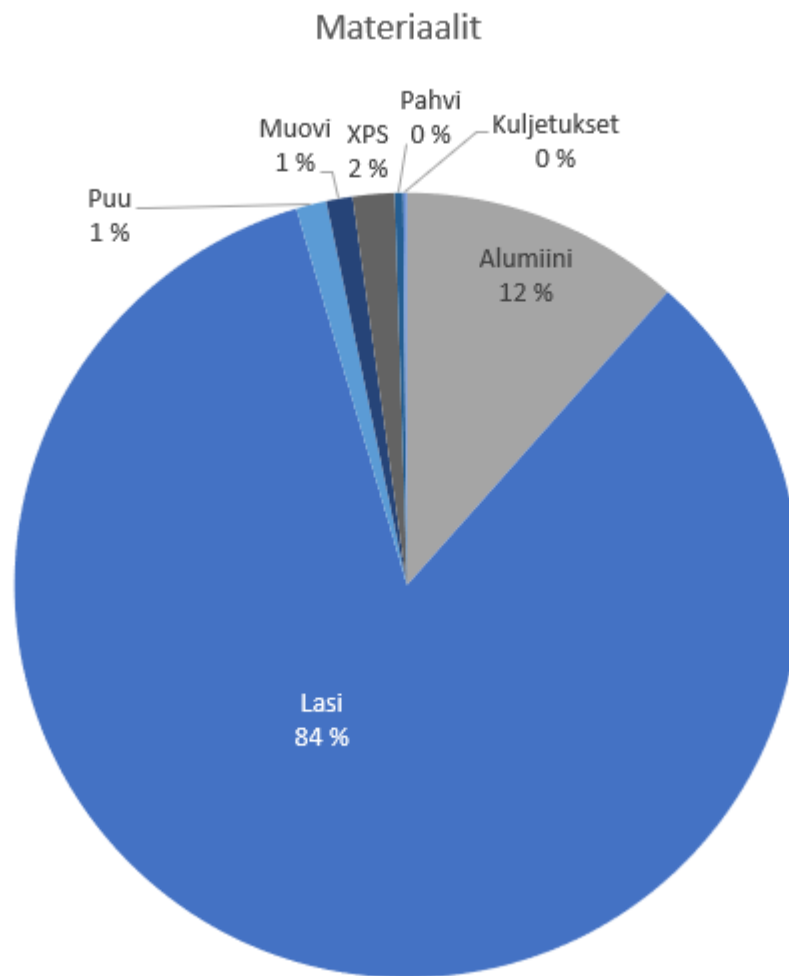
Tulokset laskettiin kaikille inventaarion osa-alueille, josta saatu luku jaettiin yksittäisten paneelien määrällä. Lopullinen tulos on 58,3 kg CO<sub>2</sub>e yhtä Lumon Lasitus -parvekelasipaneelia kohden. Koska paneelien lukumäärä parvekettä kohden on tyypillisessä käyttökohteessa 5,6, yhden parvekelasituksen hiilijalanjälki on n. 327 kg CO<sub>2</sub>e. Hiilijalanjälki ja sen osa-alueet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Yhden parvekelasipaneelin hiilijalanjälki.

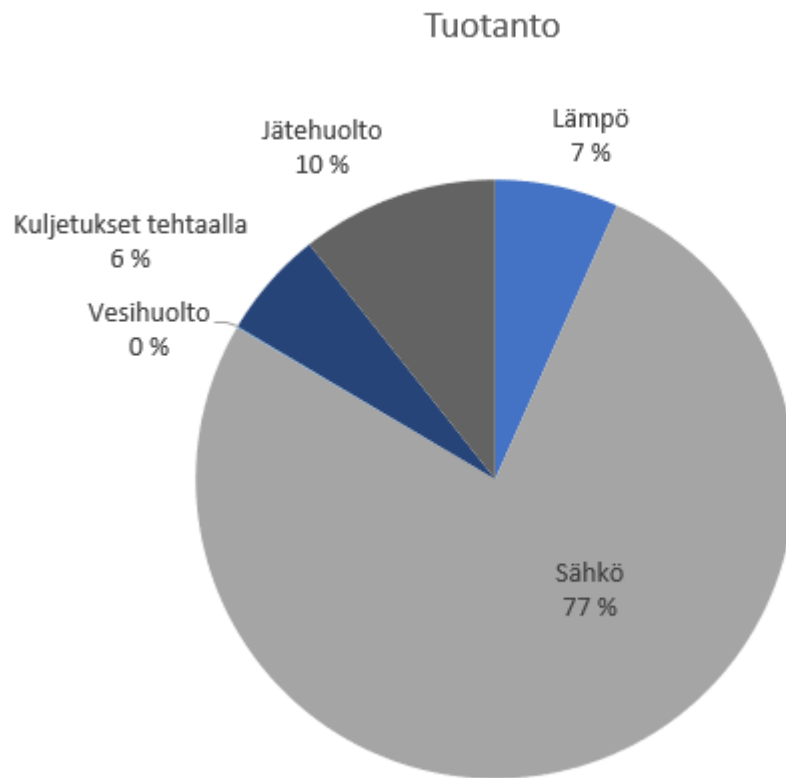
Suurin osa hiilijalanjäljestä koostuu materiaalihankinnoista, kun taas toiseksi suurin vaikutus on parvekelasituksen tuotannolla. Tuotteen kuljetuksen, käytön sekä loppukäsittelyn osuudet ovat pieniä.

Materiaalien hiilijalanjälki on yhteensä 50,1 kg CO<sub>2</sub>e ja sen jakautuminen on esitetty tarkemmin kuvassa 4. Kuvasta nähdään, että lasin osuus on ylivoimaisesti suurin, mikä kuvaa hyvin todellisuutta, sillä suurin osa tuotteen painoprosentista koostuu lasista. Toiseksi suurin hiilijalanjälki on alumiinilla, joka vastaavasti on toiseksi suurin osuus tuotteen koostumuksesta. Näiden materiaalien valmistus sisältää paitsi neitseellisen materiaalin valmistuksen, myös kierrätysmateriaalin käsittelyn ja valmistuksen uudeksi materiaaliksi ilmoitetun kierrätysprosentin mukaisesti. Muiden materiaalien yhteenlaskettu hiilijalanjälki on n. 2,2 kg, kun taas kuljetukset muodostavat vain n. 0,1 kg.



Kuva 4. Materiaalien hiilijalanjäljen jakautuminen.

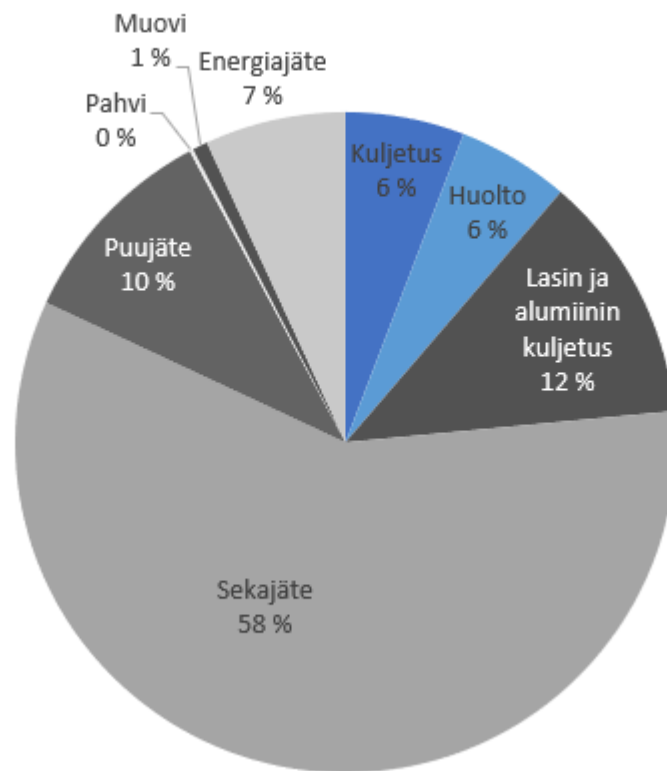
Tuotannon osuus hiilijalanjäljestä on esitetty kuvassa 5. Suurin osa hiilijalanjäljestä aiheutuu sähkönkulutuksesta. Jätehuollon osuus on seuraavaksi suurin, lämmitys ja työkalut sen jälkeen suurimpia. Vesihuollon osuus on kokonaiskuvassa pieni.



Kuva 5. Tuotannon hiilijalanjäljen jakautuminen.

Tuotteen kuljetus, käyttö ja käytöstä poisto muodostavat hiilijalanjäljestä yhteensä vain n. 3 %. Näiden kasvihuonekaasupäästöjen jakautuminen on esitetty kuvassa 6.

## Kuljetus, huolto ja loppukäsittely



Kuva 6. Kuljetuksen, huollon ja loppukäsittelyn osuudet.

Kuvasta nähdään, että suurin osuus päästöistä aiheutuu kierrätyskelvottoman lasin ja alumiinin käsittelystä sekajätteenä. Koska kierrätyskelpoisen lasin ja alumiinin käsittely sisältää vain kuljetukset materiaalivalmistajan tehtaalle, näiden osuus vaikuttaa pieneltä. Materiaalien käsittely uudeksi on kuitenkin huomioitu materiaalituotannossa.

Kuljetuksen ja huollon osuus muodostavat molemmat vain 0,2 % tuotteen kokonaishiilijalanjäljestä. Tuotteen muoto mahdollistaa tehokkaan pakkaamisen kuljetusajoneuvoon, jolloin yhden tuotteen osuus kuljetuksesta jää pieneksi. Huollosta taas muodostuu ainoastaan vähäinen määrä energiajätettä.

### 5.7 Vertailu

Tuotteelle on aiemmin määritetty hiilijalanjälki, jossa kuuden paneelin parvekelasituksen hiilijalanjäljen arvioitiin optimitilanteen kierrätysasteilla olevan n. 163 kg CO<sub>2</sub>e [13, s. 13].

Tässä työssä määritetty hiilijalanjälki olisi kuuden paneelin tapauksessa 348 kg CO<sub>2</sub>e, joka on yli kaksinkertainen määrä aiempaan selvitykseen verrattuna. Heikennetyillä kierrätysasteilla hiilijalanjälki oli edellisessä selvityksessä n. 249 kg CO<sub>2</sub>e [13, s. 14], joka on lähempänä tässä työssä saatua tulosta. Edellisessä selvityksessä materiaaleille ja energiantuotannolle ei käytetty valmistajien ilmoittamia päästökertoimia, vaan ne laskettiin elinkaariarviointiohjelmiston keskimääräisten tietojen perusteella. Edellinen laskenta ei myöskään sisältänyt tehtaan lämmitysenergian tai työkoneiden päästöjä. [13, s. 8, 10]

Tulosten vertailemiseksi tuotteelle laskettiin myös vaihtoehtoinen kierrätyskenaario, ns. nollakierrätyskenaario. Tässä laskelmassa oletettiin ostettavan lasin ja alumiinin olevan peräisin ainoastaan neitseellisistä raaka-aineista ja elinkaaren lopussa syntyvän lasi- ja alumiinijätteen kierrätettävän jätehuollossa tasolasina ja metallina. Nollakierrätyskenaariossa yhden paneelin hiilijalanjäljeksi muodostuisi 78,6 kgCO<sub>2</sub>e, joka on yli 20 kg CO<sub>2</sub>e suurempi kuin nykyinen hiilijalanjälki. Vertailussa korostuu kierrätysmateriaalin merkitys materiaalivalmistuksessa, mikä on huomioitu jo nykyisessä materiaalihankinnan toimintamallissa.

## 5.8 Epävarmuustekijät

Kuten hiilijalanjälkilaskennassa yleensä, jouduttiin tässäkin työssä tekemään joitakin arvioita ja oletuksia. Vaikka nämä pyrittiin tekemään mahdollisimman hyvin todellisuutta kuvaaviksi, on joidenkin tietojen oikeellisuutta vaikea tarkistaa.

Tehtaalla valmistetaan myös muita tuotteita, ja vaikka Lumon Lasitus -tuotteen osuus tuotannosta on tiedossa, sen todellinen materiaali- ja energiankulutus sekä osuus kuljetuksista voi vaihdella.

Tuotteen elinkaaren loppuvaiheen tarkkoja tietoja ei ollut saatavilla. Materiaalikohtaiset painot ja niiden käsittelytapa arvioitiin painottaen kierrätystä. Todellisuudessa materiaalien kierrätys ja käsittelytapa sekä kuljetusten pituus vaihtelee maantieteellisen sijainnin mukaan, ja esimerkiksi muovia ei kierrätetä kaikissa kiinteistöissä. Täten jätteiden todelliset päästöt saattavat olla laskentoja korkeampia, vaikka niiden osuus kokonaishiilijalanjäljestä edelleen on pieni.

## 6 Parvekelasituksen hiilikädenjälki

Hiilikädenjäljen määrittäminen seuraa hyvin samaa logiikkaa kuin hiilijalanjäljen laskeminen. Erona on keskittyminen tuotteen käyttövaiheeseen, sillä tavoitteena on yrityksen asiakkaan hiilijalanjäljen pienentäminen mahdollisimman suuren hiilikädenjäljen myötä. [6, s. 11.]

### 6.1 Laskentaperusteet

Kuten hiilijalanjäljessä, hiilikädenjäljen määrittämisessä käytetään LCA-menetelmään perustuvaa laskentaa. Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy on julkaissut Lappeenrantaan-Lahden Teknillisen Yliopiston LUT:n kanssa yhteistyönä tehdyt toimintaohjeet hiilikädenjäljen laskemiselle, joka pohjautuu elinkaariarvioinnin standardeihin. [6, s. 13.]

Ensimmäisenä tuotteelle tai palvelulle määritetään käyttöympäristö. Tämä sisältää tarkoitetun käyttäjän tai asiakkaan määrittämisen, mahdollisten hiilikädenjälkeen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen, sekä lähtö- tai vertailukohdan määrittäminen. Vertailukohdaksi voi käyttää prosessin nykytilaa tai esimerkiksi vastaavaa tuotetta tai palvelua. [6, s. 13, 16.]

Seuraavaksi rajataan tarkasteltava järjestelmä ja määritetään toiminnallinen yksikkö LCA-toimintamenettelyn mukaan. Lopuksi tunnistetaan tuotejärjestelmän sisälle jäävien prosessien ja virtojen analysoimiseen tarvittavat tiedot ja tiedonlähteet. [6, s. 13.]

Laskenta suoritetaan määrittämällä prosessin hiilijalanjälki ja vertailemalla sitä ensimmäisessä vaiheessa osoitettuun lähtötilanteeseen tai vertailukohteeseen. Vähentämällä uusi hiilijalanjälki vertailtavasta hiilijalanjäljestä saadaan uuden tuotteen hiilikädenjälki. Hiilikädenjälki kuvaa siis yrityksen asiakkaan saamaa ilmastohyötyä valitsemalla kyseinen tuote vertailtavan sijaan. [6, s. 13, 20.]

Viimeiseksi on varmistettava tulosten luotettavuus sekä todenmukainen viestintä ja raportointi. Elinkaariarvioinnin standardin mukaisesti kriittinen arviointi tulee suorittaa, mikäli tulokset julkaistaan. Julkaistujen tulosten tulee olla selkeitä, luotettavia ja läpinäkyviä

jotta varmistetaan siitä, että asiakas ymmärtää mihin tuotteen ilmastohyödyt perustuvat. [6, s. 22-23.]

## 6.2 Parvekelasitus

Parvekelasitus on tutkittavana tuotteena mielenkiintoinen, sillä sen käyttö tuo käyttäjälleen suoraa energiansäästöä. Tässä työssä hiilikädenjälkeä tarkastellaan tuotteen käyttövaiheen aikana muodostuvista ilmastohyödyistä. Tämä tarkoittaa käytännössä lasitetun parvekkeen muodostamaa vähentyntä energiantarvetta asunnon lämmityksessä ja jäädytyksessä ei-lasitettuun parvekkeeseen verrattuna.

Parvekelasitus suojaa säältä ja lämpötilan vaihteluilta, ja myös vedon tunne asunnosta vähenee. Tämä tarkoittaa, että asunnon lämmitys- tai jäädytystarve pienenee, mikä näkyy suoraan kustannusten säästönä energiakuluissa. Lisäksi lasitus suojaa parvekkeen rakenteita ja hidastaa julkisivun rappeutumista. [4.]

## 6.3 Laskenta

Tässä työssä arvioitiin parvekelasituksen käytöstä saatuja vuotuisia energiansäästöjä 60 m<sup>2</sup>:n kerrostaloasunnossa lasittamattomaan parvekkeeseen verrattuna. Arviointi tehtiin sekä asunnolle Helsingissä että koko Suomelle keskiarvona.

Taulukossa 1 on esitetty lasittamattoman parvekkeen omaavan asunnon vuotuinen lämmitysenergiankulutus. Huonekorkeudeksi oletettiin 2,5 m ja lämmitysenergiatarpeen arvioinnissa käytettiin 1960—90-luvulla rakennettujen kerrostalojen lämpöindeksin keskiarvoja Etelä-Suomelle sekä koko Suomelle [14].

Taulukko 1. Asunnon vuotuinen lämmitysenergiankulutus lasittamattomalla parvekkeella.

Asunnon sijainti	Asunnon koko (m <sup>2</sup> )	Huonekorkeus (m)	Asunnon tilavuus (m <sup>3</sup> )	Lämmitysenergiankulutus kWh/m <sup>2</sup> /v, ka	Lämmitysenergiankulutus kWh/v
Helsinki	60	2,5	150	55	8250
Koko Suomi	60	2,5	150	62	9281



Taulukossa 2 on laskettu lasitetun parvekkeen vuotuinen lämmitysenergiankulutus sekä energiansäästö. Energiansäästölukuina käytettiin keskiarvoja parvekelasituksen energiansäästöistä Helsingissä ja koko Suomessa [15, s. 125, 142.]

Taulukko 2. Asunnon vuotuinen energiankulutus lasitetulla parvekkeella.

Asunnon sijainti	Lämmitysenergian kulutus, lasittamaton parveke kWh/v	Energiansäästö	Energiansäästö kWh/v	Lämmitysenergian kulutus, lasitettu parveke kWh/v
Helsinki	8250	6,2 %	512	7739
Koko Suomi	9281	5,9 %	548	8734

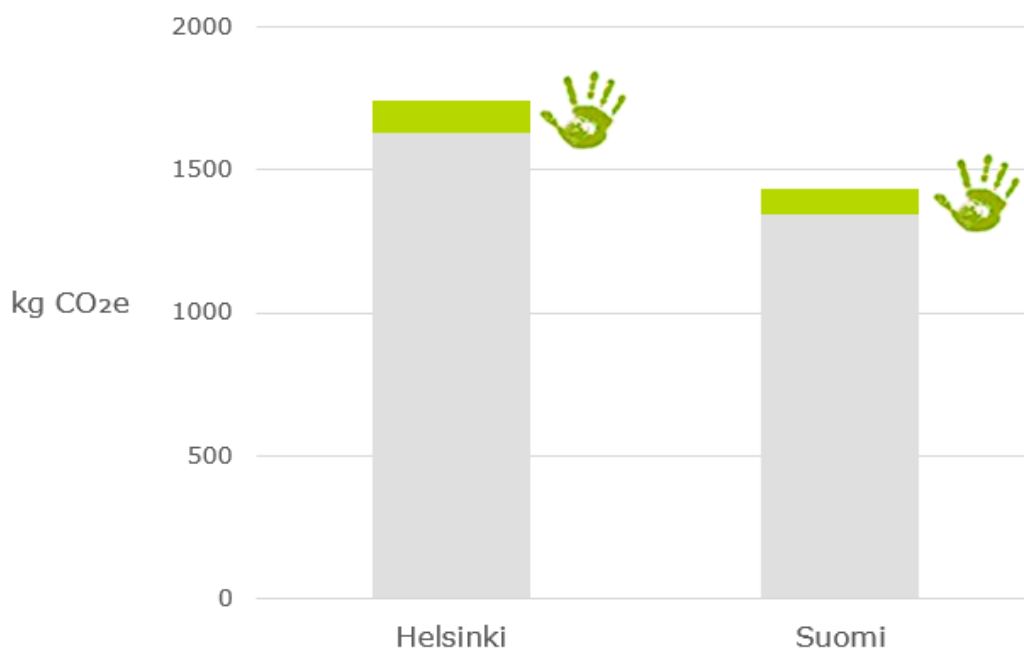
Lämmitysenergian tuotantomuodoksi oletettiin kaukolämpö. Lopulta laskettiin lämmitysenergiesäästöjen ilmastovaikutus käyttämällä kaukolämmöntuotannon päästökertoimia [16; 17]. Tuloksena saatiin parvekelasituksen vuotuinen hiilikädenjälki (taulukko 3).

Taulukko 3. Parvekelasituksen hiilikädenjälki.

Asunnon sijainti	Energiansäästö kWh/v	Kaukolämmön päästökerroin g CO <sub>2</sub> /kWh	Hiilikädenjälki kg CO <sub>2</sub> /v
Helsinki	511,5	210,8	107,8
Koko Suomi	547,6	154,0	84,3

#### 6.4 Tulokset

Laskennan tulos osoittaa, että parvekelasituksen hiilikädenjälki yhden vuoden tarkastelujaksolla on Helsingissä 107,8 kg CO<sub>2</sub>e ja Suomessa keskimäärin 84,3 kg CO<sub>2</sub>e. Se on keskivertosuomalaisen kokonaishiilijalanjäljestä n. 1 % ja asumisen hiilijalanjäljestä n. 5 %, kun tarkastelujaksona käytetään yhtä vuotta [18]. Hiilikädenjäljen osuutta on havainnollistettu kuvassa 7.



Kuva 7. Hiilikädenjäljen osuus asunnon lämmitysenergian vuotuisesta hiilijalanjäljestä.

## 6.5 Vertailu

Aiemmassa selvityksessä on saatu 64 m<sup>2</sup>:n kokoiselle kerrostaloasunnolle 62 kg CO<sub>2e</sub> keskimääräinen säästö vuotuisessa lämmitysenergiantuotannossa parvekelasituksen myötä [13, s. 20]. Määrä on pienempi kuin tässä työssä parvekelasitukselle suoritettu hiilikädenjälkimääritys. Laskennoissa on käytetty eri oletuksia, ja esim. edellisessä työssä lämmitysenergiankulutus on arvioitu kenttämittauksen perusteella, kun taas tässä työssä käytettiin teoreettista keskiarvoa.

Hiilijalanjälki- ja hiilikädenjälkilaskennan myötä voidaan laskea päästöjen kuoletusaika, eli ajanjakso, jonka jälkeen tuotteen käytöstä saatava ilmastohyöty kompensoi sen elinkaaren aikana aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt [13, s. 7]. Tässä työssä saaduilla tuloksilla 5,6 lasipaneelista koostuvan parvekkeen 60 m<sup>2</sup>:n kerrostaloasunnossa kuoletusaika on Suomessa keskimäärin 3,8 vuotta. Se on 0,5 vuotta korkeampi kuin edellisessä selvityksessä laskettu 3,3 vuotta, mutta selvityksen hiilijalanjälki ja energiansäästö olivat molemmat pienempiä, ja käytetty kaukolämmön päästökerroin oli kyseisenä aikana suurempi.

## 6.6 Epävarmuustekijät

Hiilikädenjäljen arviointiin liittyy parvekelasituksen tapauksessa useita epävarmuustekijöitä. Parveke-, asunto- ja rakennustyyppinä on monia, ja vaikka esimerkkikohde pyrittiin valitsemaan kuvaamaan mahdollisimman hyvin suomalaista keskivertoasuntoa, jouduttiin työssä tekemään paljon arvioita ja yleistyksiä.

Parvekelasituksesta saataviin energiansäästöihin vaikuttaa asunnon maantieteellisen sijainnin lisäksi parvekkeen rakenne (ulkoneva vai sisäänvedetty), ilmansuunta, tuloilmaratkaisu sekä rakennuksen eristystaso [15, s. 126]. Näitä seikkoja ei huomioitu arvioinnissa erikseen, vaan laskennassa käytettiin keskiarvoja, jotka sisälsivät eri parveke- ja rakennustyyppien aiheuttaman vaihtelun.

Lämmitysmuotona tarkasteltiin ainoastaan kaukolämpöä. Vaikka valtaosa Suomen kerrostaloista lämmitetään kauko- tai aluelämmöllä, on myös öljy-, kaasu- tai maalämmöllä lämmitettäviä asuntoja [19]. Kaukolämmöntuotannosta aiheutuvat päästöt vaihtelevat myös paljon alueittain, minkä vuoksi työssä tarkasteltiin erikseen kahta vaihtoehtoa.

Maksimaalisten energiasäästöjen saavuttamiseksi parvekelasitusta ja parvekettä on lisäksi käytettävä oikealla tavalla. Parvekkeen ovea tai parvekelaseja ei voi pitää kylmällä ilmalla auki eikä raollaan, sillä lämpöhäviöt kasvavat. [15, s. 39.]

## 7 Jatkotoimenpide-ehdotukset

Hiilijalanjätkiarvioinnista saatuja tuloksia voidaan hyödyntää pohdittaessa toimenpiteitä tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Työn perusteella voidaan arvioida, mitä mahdollisuuksia tuotteen valmistajalla on sen hiilijalanjäljen pienentämiseksi erilaisien valintojen myötä. Vähentämällä tuotteen elinkaarenaikaisia kasvihuonekaasupäästöjä, muodostuu tuotteen käytöstä saatava kokonaishyöty suuremmaksi, kun huomioidaan myös hiilikädenjälki.

Hiilijalanjäljen suurin osuus koostuu materiaalihankinnoista, erityisesti lasista ja alumiinista. Ostettu lasi ja alumiini kuitenkin sisältää jo nykytilassa kierrätysmateriaalia, mikä

pienentää sen kasvihuonekaasupäästöjä neutraaliin materiaaliin verrattuna. Alumiinin kuljetusmatka valmistajan tehtaalta Lumonin tuotantoon on materiaaleista pisin. Kaikkien materiaalien kuljetusten osuus on materiaalihankinnoista yhteensä kuitenkin vain 0,1 %, joten valmistajan tehtaalla sijainnilla ei ole kokonaiskuvassa suurta merkitystä.

Tuotannon osalta tuotteen hiilijalanjälkeä voitaisiin vähentää myös ostetun sähkön alkuperän myötä. Uusiutuvien energianlähteiden osuus nykyisestä sähköstä on 27,94 % [20]. Vaihtamalla sähkö uusiutuvalla energialla tuotettuun voitaisiin yhden tuotteen hiilijalanjälkeä vähentää n. 5 kg, jos oletetaan vihreän sähkön päästökertoimen olevan 0 g/kWh [21, s. 4].

Hiilikädenjälkeä olisi mahdollista tutkia tarkemmin tarkastelemalla eri asuntotyyppien ja lämmitysmuotojen vaikutusta lämmitysenergiesäästöihin. Esimerkiksi omakoti- ja rivitalojen tai sähkölämmityksen potentiaalisen päästövähennyksen laskeminen eri tapauksissa antaisi kokonaisvaltaisemman kuvan tuotteen avulla syntyvästä hiilikädenjäljestä.

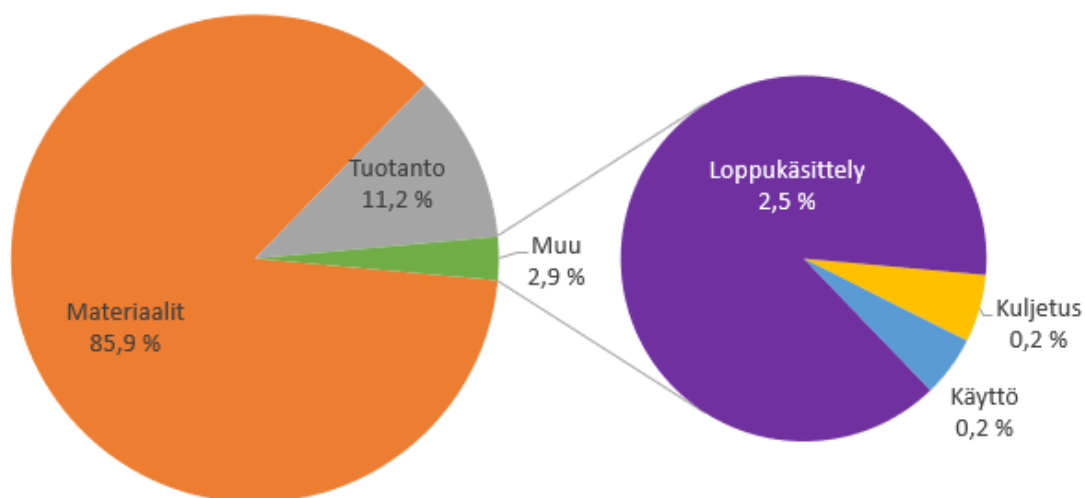
## 8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli selvittää Lumon Oy:n Lumon Lasitus -parvekelasitus tuotteen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. Hiilijalanjälkiarvioinnin tuloksista nähdään yhteismitallistettujen kasvihuonekaasupäästöjen jakauma päästölähteittäin, ja niiden perusteella voidaan pohtia jatkotoimenpiteitä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Hiilikädenjälkilaskenta taas antaa arvion tuotteen ilmastohyödyistä, mikä mahdollistaa ilmastonäkökulman esiintuomista tuotteen hankintavaiheessa.

Hiilijalanjälkilaskennan tuloksena saatiin yhden Lumon Lasitus -parvekelasipaneelin hiilijalanjäljeksi 58,3 kg CO<sub>2</sub>e, jolloin keskivertoparvekkeen hiilijalanjäljeksi muodostuu 327 kg CO<sub>2</sub>e.

Hiilijalanjäljen suurimmat osuudet ovat materiaalihankinnat ja tuotanto (kuva 8). Lumon Lasitus -tuotteissa materiaaleihin sisältyy kierrätyslasin ja -alumiinin käsittely uudeksi raaka-aineeksi, mikä kasvattaa materiaalien osuutta ja toisaalta pienentää loppukäsittelyn osuutta. Yhden paneelin hiilijalanjälkeä on mahdollista vähentää n. 5 kg (n. 8,6 %) vaihtamalla tuotantolaitoksen ostosähkö kokonaan hiilineutraaliin.

## Parvekelasituksen hiilijalanjälki

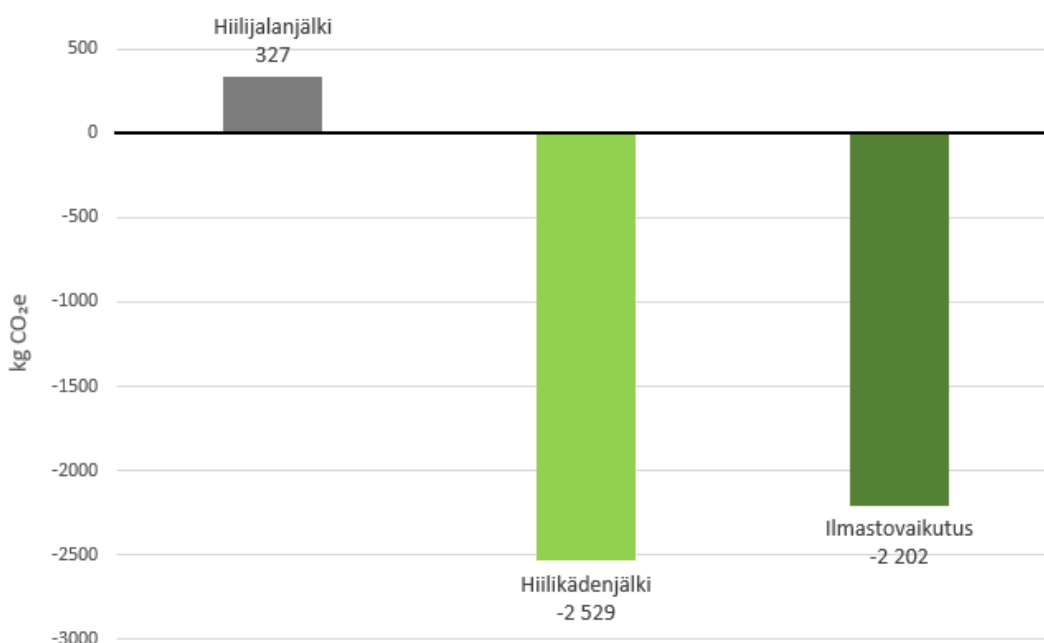


Kuva 8. Parvekelasituksen hiilijalanjäljen koostumus.

Hiilikädenjälki määritettiin 60 m<sup>2</sup> kaukolämmöllä lämmitettävälle kerrostaloasunnolle. Lasitetun parvekkeen hiilikädenjälki on Helsingissä 108 kg CO<sub>2</sub>e ja koko Suomessa 84 kg CO<sub>2</sub>e yhtä vuotta kohden verrattuna lasittamattomaan parvekkeeseen. Täten Lumon Lasitus -tuote päästökompensoi itsensä keskimäärin 3,8 vuodessa.

Yhden parvekkeen hiilijalanjälki on esimerkkikohteessa 327 kg CO<sub>2</sub>e tuotteen koko eliniält (30 v). Tuotteen hiilikädenjälki Suomen olosuhteissa on 84,3 kg CO<sub>2</sub>e vuodessa. Tuotteen hiilikädenjälki on siten sen eliniän aikana yhteensä 2 529 kg CO<sub>2</sub>e ja nettoilmastovaikutus -2 202 kg CO<sub>2</sub>e. (kuva 9)

## Parvekelasituksen ilmastovaikutus 30 v



Kuva 9. Parvekelasituksen nettoilmastovaikutus sen elinkaaren aikana (30 v) Suomen olosuhteissa.

Tuotteen nettoilmastovaikutus on negatiivinen, eli sen käyttö ennaltaehkäisee enemmän kasvihuonekaasupäästöjä, kuin mitä sen eliniän aikana syntyy. 60 m<sup>2</sup> asunnon esimerkkitapauksessa vuosittainen lämmitysenergiansäästö on vajaat 250 kWh, joka vastaa n. 17 €/vuosi rahallista säästöä kaukolämpöä käytettäessä [22].

Tuotetta on kuitenkin käytettävä oikealla tavalla maksimaalisten ilmastohyötyjen ja energiansäästön saavuttamiseksi. Lisäksi talo- ja parveketyypillä on suuri vaikutus energiansäästön suuruuteen. Hiilikädenjälkeen vaikuttaa myös asunnon lämmitysmuoto ja lämmitysenergian tuotantotapa.

Päästölaskennan pohjalta tavoitteena on saada tuotteen hiilijalanjälki mahdollisimman pieneksi ja hiilikädenjälki mahdollisimman suureksi. Nykytilanteessa Lumon Lasituksen käyttäjälle tuottama ilmastohyöty sen eliniän aikana on suurempi, kuin sen koko elinkaaren aikana aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. Hiilijalanjälkeä on silti syytä pyrkiä pienentämään kestävästä tulevaisuudesta ajatellen.

## Lähteet

- 1 Bhatia, Pankaj; Cummis, Cynthia; Brown, Andrea; Draucker, Laura; Rich, David & Lahd, Holly. 2011. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Verkkoaineisto. Greenhouse Gas Protocol. <[https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard\\_041613.pdf](https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf)>. Luettu 11.1.2021.
- 2 Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. 2017. Verkkoaineisto. Bionova Oy. <<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7b4B3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7d/129197>>. Luettu 11.2.2021.
- 3 Lumon — edelläkävijä jo vuodesta 1978. Verkkoaineisto. Lumon yhtiöt. <<https://lumon.com/fi/meista>>. Luettu 11.1.2021.
- 4 Gustafsson, Anna. 2019. Parvekkeen lasitus säästää sekä energiaa että ilmastoa. Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://newspool.fi/parvekkeen-lasitus-saastaa-seka-energiaa-etta-ilmastoa/>>. Luettu 11.1.2021.
- 5 OpenCO2.net. Verkkoaineisto. Clonet Oy. <<https://www.openco2.net/fi/taustaa>>. Luettu 11.2.2021.
- 6 Pajula, Tiina; Vatanen, Saija; Pihkola, Hanna; Grönman, Kaisa; Kasurinen, Heli & Soukka, Risto. 2018. Carbon Handprint Guide. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <[https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/22508565/Carbon\\_Handprint\\_Guide.pdf](https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/22508565/Carbon_Handprint_Guide.pdf)>. Luettu 16.12.2020.
- 7 Mikä on Hiilineutraali Helsinki? 2019. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://ilmastovahti.hel.fi/tietoa>>. Luettu 11.2.202
- 8 Muurman, Jarmo. Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>>. Luettu 26.3.2021.
- 9 Lumon yrityksenä. Verkkoaineisto. Lumon yhtiöt. <<https://lumon.com/fi/meista/lumon-yrityksena>>. Luettu 11.1.2021.
- 10 Lumon 5 Parvekelasitus. Verkkoaineisto. Lumon yhtiöt. <<https://lumon.com/fi/ammatilaisille/suunnittelu/tuoteratkaisut/lumon-5-parvekelasitus>>. Luettu 9.2.2021.
- 11 Required Greenhouse Gases in Inventories. 2013. Verkkoaineisto. Greenhouse Gas Protocol. <[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/Required%20gases%20and%20GWP%20values\\_1.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/Required%20gases%20and%20GWP%20values_1.pdf)>. Luettu 20.1.2021.

- 12 Sähkön alkuperätakuu. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/sahkon-alkupera>>. Luettu 26.3.2021.
- 13 Puukka, Tomi; Hilliaho, Kimmo; Merviö, Jukka & Mäkitalo, Eerik. 2012. Lumon 5 - parvekelasituksen hiilijalanjälki- ja LEED-tarkastelu. Verkkoaineisto. Ramboll Finland Oy. <<https://docplayer.fi/5256718-Lumon-5-parvekelasituksen-hiilijalanjalki-ja-leed-tarkastelu.html>>. Luettu 11.1.2021.
- 14 Lämmitysenergiankulutus. 2016. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/koti\\_ ja\\_ asuminen/ taloyhtiot/ energiaeksperttitoiminta/ tietoa\\_ energian\\_ ja\\_ vedenkulutuksesta/ lammitysenergiankulutus](https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ taloyhtiot/ energiaeksperttitoiminta/ tietoa_ energian_ ja_ vedenkulutuksesta/ lammitysenergiankulutus)>. Luettu 9.3.2021.
- 15 Hilliaho, Kimmo. 2010. Parvekelasituksen energiataloudelliset vaikutukset. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. <<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/6765/hilliaho.pdf>>. Luettu 8.2.2021.
- 16 Kaukolämmöntuotannon päästökerroin. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <<https://ilmastovahti.hel.fi/indicators/9>>. Luettu 9.3.2021.
- 17 Federley, Jaana. 2021. CO<sub>2</sub>-päästökertoimet. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/ energian kaytto\\_ suomessa/ co2- paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/ energian kaytto_ suomessa/ co2- paastokertoimet)>. Luettu 9.3.2021.
- 18 Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki. 2018. Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/artikkelit/ keskivertosuomalaisen- hiilijalanjalki/>>. Luettu 10.3.2021.
- 19 1. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. 2018. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <[https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen\\_2018\\_2019-11-21\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001_fi.html)>. Luettu 15.3.2021.
- 20 Tietoa sähkön tuotannosta. Verkkoaineisto. KSS Energia. <<https://kssenergia.fi/sahkontuotanto>>. Luettu 12.3.2021.
- 21 Salo, Marja; Nissinen, Ari; Mattinen, Maija; Manninen, Kaisa; Dahlbo, Helena & Judl, Jáchym. 2019. Ilmastodieetti – mihin sen antamat ilmastopainot perustuvat?. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <<https://ilmastodieetti.ymparisto.fi/ilmastodieetti/documentation/Laskentaperusteet.pdf>>. Luettu 12.3.2021.
- 22 Kaukolämmön hinnat. Verkkoaineisto. Helen Oy. <<https://www.helen.fi/lammitys- ja- jaahdytys/ kaukolampo/ hinnat>>. Luettu 16.3.2021.