

Marja Lupsakko

PARKETTITUOTTEEN HIILIJALANJÄLKI

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristöteknologian koulutus

2022



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri AMK
Tekijä	Marja Lupsakko
Työn nimi	Parkettituotteen hiilijalanjälki
Toimeksiantaja	Timberwise Oy
Vuosi	2022
Sivut	44 sivua, liitteitä 18 sivua
Työn ohjaaja	Juho Rajala

TIIVISTELMÄ

Yritysten tuotannon ja valmistamien tuotteiden ilmaston lämpenemisvaikutuksen tunteminen on tärkeää hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi. Tässä työssä analysoitiin hiilijalanjälkeen vaikuttavat asiat, laskettiin Snöhetta parketille hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, hiilivaraston määrä ja verrattiin hiilijalanjälkeä vastaavalla rakenteella olevaan parkettituotteeseen. Hiilijalanjälkeen vaikuttavia asioita ei ole aiemmin todennettu eikä tuotteille ole laskettu hiilijalanjälkeä.

Hiilijalanjäljen laskennassa käytettiin standardeja elinkaariarvioinnista SFS-EN ISO 14040–44:2006 ja hiilijalanjäljen laskennasta SFS- EN ISO 14067: 2018. Laskennan aineistoa käsiteltiin GHG (Greenhouse Gas) protokollan mukaisissa osa-alueissa. Tuotteen päästöt laskettiin kaikille standardin mukaisille osa-alueille, sisältäen tuotteen koko elinkaaren materiaalien alkuaajoista tuotteen hävittämiseen saakka. Lisäksi työssä toteutettiin produktiivinen osuus, jossa tilaajalle tuotettiin Excel-laskentataulukko ja raportti Snöhettan hiilijalanjäljen laskennasta.

Snöhetta parketin kokonaishiilijalanjälki kaikista osa-alueista painoyksikköä kohti oli 0,56 kg CO₂e/kg tai tuotettua yksikköä kohti 5,32 kg CO₂e/m². Laskennallinen hiilikädenjälki painoyksikköä kohti oli -2,43 kgCO₂e/kg tai tuotettua yksikköä kohti -14,40 kg CO₂e/m². Laskennallisen sitoutuneen hiilen määrä on hieman yli puolet tuotteen kokonaispainosta ja laskennallista hiilidioksidia on tuotteessa 14,06 kg CO₂/m².

Snöhetta parkettia verrattiin vastaavaan parkettituotteeseen. Snöhettan kokonaishiilijalanjälki kaikkien laskennassa käytettyjen päästölähteiden kanssa on -0,37 kg CO₂e/kg vähemmän kuin vastaava tuotteen hiilijalanjälki rajatulla laskentatavalla ja hiilikädenjälki on noin 1 kg:n suurempi kuin verrannollisella parkettituotteella. Timberwise Oy on tehnyt ympäristöajattelullaan oikeasuuntaista työtä käyttäessään mahdollisimman paljon kotimaisia, sertifioituja ja mahdollisimman ympäristöystävällisiä raaka-aineita.

Asiasanat: hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, teollisuus, parketti

Degree title	Bachelor of Engineering
Author	Marja Lupsakko
Thesis title	Carbon footprint of parquet
Commissioned by	Timberwise Oy
Time	2022
Pages	44 pages, 18 pages of appendices
Supervisor	Juho Rajala

ABSTRACT

Knowing the global warming impact of products produced and manufactured by companies is important to achieve carbon neutrality targets. This work analyzed factors affecting the carbon footprint, and calculated the carbon footprint for Snöhetta parquet, carbon handprint, as well as the amount of carbon inventory. Factors affecting the carbon footprint of this product had not been previously verified and no carbon footprint had been calculated.

The calculation of the carbon footprint was carried out by using standards for life cycle assessment SFS-EN ISO 14040-44:2006 and greenhouse gases SFS-EN ISO 14067:2018. The data set of computation was discussed in the GHG (Greenhouse Gas) protocol. Emissions of product were calculated for all aspects of the standard, including the entire life cycle of the product from the early days of materials until product disposal. In addition, the work involved a productive part, in which an Excel worksheet was produced for the thesis commissioner, as well as a carbon report.

The total carbon footprint of Snöhetta parquet per unit weight was 0.56 kg CO₂e/kg or 5.32 kg CO₂e/m² per unit produced. The calculated carbon handprint per unit weight was -2.61 kgCO₂e/kg or -0.27 kg CO₂e/m² per unit produced. The amount of computational bound carbon was slightly more than half the total weight of the product and the calculated carbon dioxide was 14.06 kg CO₂/m² in the product.

Snöhetta parquet was also compared to a corresponding parquet product. The total carbon footprint of Snöhetta parquet with all emission sources used in computing was less than the carbon footprint of a corresponding product in a limited calculation method. The carbon handprint was large compared to the best-selling floor covering, as well as about 1 kg larger than the corresponding parquet product. Timberwise Oy has done the right work with its environmental thinking in using as much domestic, certified, and environmentally friendly raw materials as possible.

Keywords: carbon footprint, carbon handprint, industry, parquet

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TEOLLISUUDEN ILMASTOKUORMA	7
2.1	Hiilineutraaliustavoitteet	10
2.2	Jalanjälki	12
2.3	Yrityksen ympäristövastuu	13
2.4	Ympäristöstandardit	13
2.5	Hiilijalanjäljen laskenta	15
2.5.1	Laskennan vaiheet	16
2.5.2	Elinkaariarviointi	17
2.5.3	GHG-protokolla	18
2.5.4	SFS-EN ISO 14067	19
2.5.5	Hiilikädenjälki	21
2.6	Puu materiaalina	21
2.7	Lankkuparketin valmistaja ja valmistus	22
3	AINEISTO JA MENETELMÄT	24
3.1	Hiilijalanjäljen laskenta	24
3.2	Produktiivinen osuus	27
3.3	Hiilikädenjälki ja hiilivarasto	28
3.4	Hiilijalanjäljen vertailu	29
4	TULOKSET	30
4.1	Hiilijalanjälki	30
4.2	Produktiivinen osuus	32
4.3	Hiilikädenjälki ja hiilivarasto	32
4.4	Hiilijalanjäljen vertailu	32
5	TULOSTEN TARKASTELU	33
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	37
	LÄHTEET	40

LIITTEET

Liite 1. Hiilijalanjätkilaskennassa käytetyt kaavat

Liite 2. Snöhettan hiilijalanjäljen selvitysraportti

1 JOHDANTO

Ilmastonmuutoksen myötä hiilineutraaliuden tavoitteet koskettavat jokaista kulluttajaa ja yritystä Suomessa ja maailmalla. Ihminen on toiminnallaan lisännyt ilmakehässä esiintyviä kasvihuonekaasuja merkittävästi. Lisääntyneet kasvihuonekaasut vaikuttavat maapallon ilmastoon keskilämpötilaa nostavasti ja aiheuttaen suuria muutoksia ilmastoon. Uusimman kansainvälisen Hallitusten välisen ilmastopaneelin Intergovernmental Panel on Climate Change (myöhemmin IPCC) tuottaman raportin mukaan eri maiden nykyiset päästöjen vähennyssitoumukset ovat riittämättömät, jotta ilmaston lämpeneminen pysyy alle 1,5 °C:ssa. Seuraavan kymmenen vuoden aikana täytyy toteuttaa merkittäviä päästövähennyksiä jotta 1,5 °C:een tavoite saavutetaan. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022.)

Ilmaston lämpenemisen rajoittamisen ensimmäiset tavoitteet kansainvälisesti määritettiin Pariisin ilmastokokouksessa vuonna 2015. Sopimus oli merkittävä askel kohti toimenpiteitä. Sopimus oli ensimmäinen sitova ja yleismaailmallinen ilmastopopimus, jossa merkittävin tavoite oli pitää maapallon keskilämpötilan nousun selvästi alle 2 °C:ssa esiteolliseen tasoon verrattuna. (Paris agreement 2015). Sanna Marinin hallitus on asettanut tavoitteen Suomen hiilineutraaliudesta Pariisin ilmastopopimuksen määrittämää aikataulua nopeammin, Suomi on asettanut olevansa hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä (Ilmastolain uudistus 2021). Suomen tavoite tukee IPCC:n kuudennessa raportissa esitettyä tavoitetta, että päästövähennykset tulisi olla kunnianhimoisempia jotta 1,5 °C:een tavoitteeseen voidaan pyrkiä (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022). Hiilineutraaliustavoite tarkoittaa käytännössä sitä, että ilmaan ei saisi päästää enempää hiilidioksidia kuin sitä saadaan sieltä pois. (Global Warming of 1.5°C 2018.)

Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskenta on ajankohtaista yrityksille, jotta he voivat tehdä toimenpiteitä toimintansa saattamiseksi hiilineutraaliksi. Hiilineutraaliutta varten yrityksen tulee laskea omasta toiminnastaan aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt. Tulosten perusteella tunnistetaan toiminnan päästölähteet ja tehdään toimenpiteitä päästöjen vähentämiseksi. Ympäristönsuojelulain

27.6.2014/527 mukaisesti yritysten tulee ehkäistä ympäristövahinkoja, vastata toimintansa ympäristövaikutuksista, arvioida yrityksen ympäristöriskit, käyttää raaka-aineita sekä energiaa kestävästi ja tehokkaasti. Yritysten tulee pystyä vastaamaan ilmastolain tuomiin päästövähennystavoitteisiin. Suurin päästövähennyspotentiaali on energiaa paljon käyttävillä yrityksillä. Pienillä ja keskisuurilla yrityksillä päästövähennyspotentiaali tulee niiden suuren lukumäärän ja alueellisen vaikuttavuuden myötä. Yrityksen päästölähteiden ymmärtäminen ja tunteminen edesauttaa päästöjen vähentämisessä. Todenne- tulla tiedolla yritys voi kehittää toimintaansa resurssitehokkaasti vastuullisem- maksi ja kohti yleisiä hiilineutraaliustavoitteita. (Kulovesi ym. s.a.)

Työssä tutkittiin Timberwise Oy Loimaan tehtaan parketin valmistuksen hiilija- lanjälkeen vaikuttavat asiat, laskettiin yhdelle parkettituotteelle hiilijalan- ja kä- denjälki, hiilivaraston määrä GHG (Greenhouse Gas)- protokollan ja SFS-EN ISO 14067:2018 standardin mukaisesti ja verrattiin vastaavalla rakenteella olevaan parkettituotteeseen. Tuotteille ei ole aiemmin laskettu hiilijalanjälkeä. Tilaajan tavoitteena oli saada mahdollisimman tarkka selvitys tuotteen aiheut- tamista päästöistä liittyen tehtaaseen ja Snöhetta parketin valmistukseen oman toiminnan kehittämisen sekä rakennustuotteiden hiilijalanjälkitiedon tar- peen täyttämiseksi. Lisäksi työssä oli produktiivinen osuus, jossa tilaajalle tuo- tettiin Excel-laskentataulukko ja raportti hiilijalanjäljen laskennasta. Tuotteen päästöt laskettiin kaikille standardin mukaisille tasoille, sisältäen tuotteen koko elinkaaren materiaalien alkuaajoista tuotteen hävittämiseen saakka.

2 TEOLLISUUDEN ILMASTOKUORMA

Esiteollisena aikana pidetään 1800-lukua, jolloin Englannissa tuotteiden val- mistaminen muuttui käsillä valmistetuista tuotteista teollisuudessa koneelli- sesti valmistettaviin tuotteisiin. Eurooppaan teollisuustuotanto tuli 1900-luvulla. Teollisuudella on saavutettu tehokkuutta, suuria tuotantomääriä, automatisaa- tiota ja on otettu käyttöön erilaisia teknologioita. Teollisuus on muuttunut vuo- sikymmenten aikana nopeasti kasvattaen energian kulutusta ja päästöjä. Sa- malla väestön määrä ja tulotaso on kasvanut tasaisesti. 2000-luvulla teollisuus

on kokenut nopean digitalisaation, joka mahdollistaa älykkäät valmistusprosessit, menetelmät ja lähestymistavat. (Groumpos 2021.) Suomen teollinen tuotanto on kasvanut noin 6 % kasvuvauhtia koko 1900- luvun (Rautio 2007).

Ilmaston lämpenemisen vuoksi maapallo on jatkuvassa kiihtyvässä muutoksessa; muun muassa ekosysteemi muuttuu, luonnon monimuotoisuus vähenee, sään ääri-ilmiöt lisääntyvät, meret happamoituvat ja niiden pinta nousee. Ilmaston lämpenemisen odotetaan vaikuttavan myös ihmisten terveyteen negatiivisesti otsonin ja sairauksien lisääntyessä sekä elintilan vähentyessä. Päästöjen vähentäminen on tärkeää myös ilmanlaadun kannalta. Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen tarkoittaa maailmanlaajuisten ihmisperäisten päästöjen rajoittamista esiteolliseen aikaan verrattuna. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022.)

Rees ja Wackernagel kirjoittivat vuonna 1996 artikkelin kaupunkien ekologisesta jäljestä. He nostivat esille yhteiskunnan taloudellisen kestävyys, jossa jokaisen sukupolven tulee siirtää seuraavalle sukupolvelle vähentymättömän määrän tarvittavaa luonnonpääomaa, joka on vähintään yhtä suuri kuin edellisen sukupolven pääoma. Taloudellisessa kestävyudessa ihmisten tulee varmistaa, että ekosysteemit joihin ihminen on riippuvainen, pysyvät toimintakykyisinä. Energian ja materiaalin ylikuluttaminen on yleistä korkeiden tulotasojen alueissa ja maissa, jolloin maa-alueiden pinta-ala ei riitä kattamaan asukkaiden päästöjä. Rees ja Wackernagel totesivat, että yhteiskunta joutuu lopulta käsittelemään kasvavaa globaalia ekologista velkaa. He esittivät jopa 90 %:n vähennystarpeen teollisuuden materiaaleissa ja energian käytössä. Heillä oli näkemyksenä, että on huomioitava ympäristön heikkeneminen vuoteen 2040 mennessä, jotta maailman kasvavan väestön tarve voidaan tasoittaa planeetan ekologisin keinoin. (Rees & Wackernagel 1996.)

Kasvihuonekaasut lämmittävät maapalloa absorboimalla energiaa ja hidastamalla energian siirtymistä avaruuteen. Kasvihuonekaasut eroavat toisistaan niiden eri tavoilla lämmittää maapalloa ja kaasuilla on erilaisia säteilytehoja, eli kyky absorboida energiaa. Eri kaasuilla on myös elinaikanaan erilainen viipymä ilmakehässä. Kaasujen erilaiset ominaisuudet aiheuttavat kasvihuoneilmiön. Vesihöyry (H₂O), hiilidioksidi (CO₂), typpioksiduuli (N₂O), me-

taani (CH₄) ja otsoni (O₃) ovat maapallon ilmakehän tärkeimmät kasvihuonekaasut. IPCC on kehittänyt kasvihuonekaasujen vertailuun Global Warming Potential (GWP) menetelmän, jonka avulla eri kaasujen ilmaston lämpenemisvaikutusta voi vertailla tieteellisesti. GWP mittaa kuinka paljon energiaa yhden kaasutonnin päästöt absorboivat laskennallisen 1 tonnin hiilidioksidipäästöihin (CO₂) verrattuna tietyssä ajanjaksona ja tulokseksi saadaan kaasuille erilaisia lämmityspotentiaaliarvoja. Mitä suurempi lämpenemisvaikutus kasvihuonekaasulla on sitä enemmän se lämmittää maapalloa verrattuna hiilidioksidiin kyseisenä ajanjaksona. Yleinen laskennallinen ajanjakso on 100 vuotta, jossa tulos esitetään yksikkönä GWP100. Kioton pöytäkirjan liitteen A (N:o 13 1997) mukaisen kasvihuonekaasujen päästöt mitataan yhteenlaskettuna ja ilmaistaan hiilidioksidiekvivalenttina (CO₂e) painottamalla jokaisen kaasun massa IPCC:n ilmaston lämpenemispotentiaalin (GWP) mukaisesti. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022.)

Ilmasto on lämmennyt esiteollisesta ajasta nyt noin 1,2 °C. Päästöt ovat kasvaneet tulotason ja väestön kasvun myötä kaikkialla maailmassa. Tällä nousuvauhdilla 1,5 °C:een lämpeneminen on arvioitu saavutettavan vuonna 2030. IPCC:n kuudennes osaraportti julkaistiin huhtikuussa 2022. Raportin merkittävien viesti on se, että kaikkien alojen tulee tehdä välittömästi vähennyksiä kasvihuonepäästöihin. Energian tuotannossa tulee siirtyä fossiilisista polttoaineista nollahiiliseen tai vähähiiliseen energiaan. Myös hiilidioksidin poistomenetelmiä tulee ottaa käyttöön kasvihuonekaasujen jäännöspäästöjen poistamiseksi. Raportissa esitetään sään ääri-ilmiöiden lisääntyneen ja ilmastomuutos tulee aiheuttamaan luonnontuhoja. Ilmastomuutoksen nopeudessa ei kaikki lajit ja ekosysteemit tule sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin, joten odotettavissa on lajien sukupuuttoon kuolemisia ja ekosysteemien tuhoutumisia. Lajien ja ihmisten selviytymistä voidaan edistää ekosysteemien ennallistamisella ja suojelulla. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022.)

Keskimäärin suomalaisen hiilijalanjäljestä noin 20 % muodostuu asumisesta. Asumisen hiilijalanjälki muodostuu rakentamisen ja asumisen aikaisista päästöistä, jotka muodostuvat suurelta osin energian- ja vedenkulutuksesta. Energian tuotannon muuttuminen fossiilisista energiamuodoista hiilineutraaleihin

energiamuotoihin pienentää rakentamisen ja käytönaikaisia päästöjä huomattavasti. Rakentamisen hiilijalanjäljen suuruus korostuu asumisen aikaisen hiilijalanjäljen pienentyessä. (Kotitalouksien kulutuksella on merkittävä ilmastovaiikutus 2021.) Kuluttajat ovat myös kiinnostuneita oman hiilijalanjäljen pienentämisestä ja se on myös osa kuluttajien arvomaailmaa (Kulovesi ym. s.a.).

2.1 Hiilineutraaliustavoitteet

Kansainvälisesti hiilineutraaliustavoitteita ohjataan YK:n ilmastomuutosta koskevalla puitesopimuksella vuodelta 1992, Kioton pöytäkirjassa vuodelta 1997 ja Pariisin ilmastopöytäkirjalla vuodelta 2015. Kansainvälisen poliittisen ohjauksen tavoitteeksi on asetettu ihmistoiminnan aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen vakauttaminen vaarattomalle tasolle. Pariisin sopimus on ensimmäinen kansainvälinen sitova ilmastopöytäkirja, joka velvoittaa kaikkia allekirjoittaneita maita vähentämään päästöjään. Pariisin sopimuksen tavoitteeksi asetettiin esiteolliseen aikaan verrattuna lämpötilan nousun pitäminen alle kahdessa asteessa, mutta pyrkimyksenä on pitää ilmaston lämpeneminen alle 1,5 asteessa. Glasgow'n ilmastokokous pidettiin vuonna 2021. Kokouksessa annettiin kehoitus jäsenmaille päivittämään päästövähennystavoitteensa ja tekemään vähähiilisyysuunnitelmansa vuoden 2022 aikana, jotta päästövähennykset saavutettaisiin nopeammin. (Kansainvälinen ilmastopoliittikka 2021.)

Euroopan unionin (myöhemmin EU) ilmastopoliittikalla ohjataan Euroopan yhteisiä sekä jäsenmaiden omia toimia ilmastomuutokseen sopeutumiseksi ja hillitsemiseksi. EU:n ilmastopoliittikan perustana on kansainväliset ilmastopöytäkirjat. Vuonna 2021 astui voimaan eurooppalainen ilmastolaki (EU 2021/1119), jossa asetetaan laillisesti sitova päästövähennystavoite laskea vähintään 55 prosenttia kasvihuonekaasupäästöjä vuoden 1990 tasosta vuoteen 2030 mennessä. Euroopan tavoitteena on olla ilmastoneutraali maanosana vuoteen 2050 mennessä. Ilmastolain täytäntöönpanoa varten säädettävien direktiivien ehdotukset ovat neuvoteltavana parlamentin, komission ja jäsenmaiden välillä. Komissio on antanut Suomen päästövähennystavoitteeksi vuoden 2005 päästöjen tasosta 50 %:n vähennys vuoteen 2030 mennessä. EU-ilmastotoasioiden koordinaatiovastuu Suomessa on ympäristöministeriöllä, jota ministeriö toimeenpanee kansallisilla laeilla. (Euroopan unionin ilmastopoliittikka 2021.)

Suomi toimeenpanee kansainvälistä ja EU:n tavoitteita ilmastolailla 609/2015 joka on tullut voimaan vuonna 2015. Sanna Marinin hallitusohjelma on kunni-
anhimoinen ilmastotavoitteessaan. Ilmastolainsäädännön uudistus on käyn-
nissä, jonka on tarkoitus tulla voimaan vuoden 2022 aikana korvaten aiemman
ilmastolain (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka 2021). Hallituksen esitys il-
mastolaiksi on keväällä 2022 lausuntokierroksella valiokunnissa (HE 27/2022).
Lain tavoitteena on varmistaa Suomen hiilineutraalius vuoteen 2035 men-
nessä, jossa määritetään puitteet ilmastopolitiikan suunnittelulle, toteutumisen
seurannalle ja määritetään viranomaisten tehtävät. Laissa tulee huomioiduksi
ilmastotavoitteet, ohjaus lakiin ja myös maankäyttösektorin ilmastotavoitteet
tulisi huomioiduksi.

Hiilineutraaliustavoitteet tulevat myös osaksi nyt valmisteilla olevaa maan-
käyttö- ja rakennuslakia 5.2.1999/132 jota valmistellaan ympäristöministeri-
össä hallituksen tavoitteiden mukaisesti. Uudistettavan lain tavoitteena on
vastata nykyisiin ilmastotavoitteisiin, tukea luonnon monimuotoisuutta, vastata
rakentamisen laadukkuuteen ja digitalisaatioon. Uuden lain nimeksi on suunnit-
teltu kaavoitus- ja rakentamislaki. Uudistetun lain odotetaan tulevan voimaan
vuonna 2024. Laissa tullaan vaatimaan uudisrakennuksilta yhdenmukaiset
standardoidut ilmastoselvitykset, jossa huomioidaan rakennuksen elinkaaren
aikana tuotettavat ilmastohaitat. Ilmastoselvityksessä lasketaan hiilijalanjälki ja
laskennan osana syntyy laissa vaadittu tuotteen materiaaliseloste, joka tulee
olemaan tärkeä osa rakennusten ilmastoselvitystä. Hiilijalanjäljestä tarvitaan
todennettua tietoa, jotta voidaan vastata hiilineutraaliustavoitteisiin. (Maan-
käyttö- ja rakennuslaki uudistuu 2022.)

Rakentamisesta aiheutuu noin kolmasosa Suomen kasvihuonekaasupääs-
töistä. Käytönaikaisia päästöjen seurannasta on siirrytty huomioimaan koko
elinkaaren aikaiset päästöt, jotta päästötavoitteisiin voidaan päästä. (Tiekartta
rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauk-
sessa 2017). Pohjoismaat tavoittelevat vähähiilistä rakentamista lähivuosina.
Ruotsi on vaatinut vuoden 2022 alusta rakennuksilta ilmastotodistukset ja ra-
kennusten päästöraajat ovat tulossa vuonna 2028. Norjassa vuoden 2022 ai-
kana julkisten rakennusten tulee olla hiilineutraaleja ja rakentamisesta tulee
olla ilmastoselvitys. Tanskassa on tulossa suurille rakennuksille päästöraajat

vuonna 2023 ja myöhemmin muille rakennuksille. Islannissa rakentamisen tavoitteet ovat työn alla. (Kuitunen 2022.)

2.2 Jalanjälki

Rees ja Wackernagel kertoivat 1994 vuonna julkaistussa artikkelissa kehittämästään uudesta ja tehokkaasta työkalusta, joka on ekologinen jalanjälki. Ekologisella jalanjäljellä kuvataan tuottavaa maan pinta-alaa, joka tarvitaan ihmisten resurssien ylläpitämiseen loputtomasti. Ekologisella jalanjälkianalyysillä saadaan tilannekuva tämänhetkisistä vaatimuksistamme luontoa kohtaan, jolla mitataan ihmisen kuormitusta maapallolle. Ekologinen jalanjälkianalyysi ei ole dynaamista mallinnusta eikä sillä ole ennustekykä. Laskelmien tulos on eri ekosysteemityyppien pinta-ala, joka tarvitaan tuottamaan kulutettavien aineellisten vaatimusten tai päästöjen resurssit. Rees ja Wackernagel esittivät laskentatavan myös hiilidioksidille. He esittivät laskennassa selvitettäväksi keskimääräisen hiilinielumetsän määrä, joka tarvittaisiin hiilidioksidin sitomiseen oletuksella, että ilmakehä on kestävyydeltään stabiilia. Laskennassa käytettävänä yksikkönä toimi pinta-ala. Ekologisen jalanjäljen tulokseksi olisi odotettavissa ekologista ali- tai ylijäämää, jota voidaan käyttää pitkällä aikavälillä ekologisen kestävyuden takaamiseksi. Ekologisella jalanjäljellä voidaan arvioida myös, kuinka paljon on vähennettävä kulutusta, parannettava teknologiaa tai muutettava käyttäytymistä kestävä kehityksen saavuttamiseksi. He esittävät ekologisen jalanjäljen tuloksia käytettäväksi myös politiikan tavoitteina. (Rees & Wackernagel 1996.)

Ekologisen jalanjäljen esittämisen jälkeen käynnistyi yleinen jalanjälkikäsitys, myös hiilijalanjälki. Ekologisen jalanjäljen tulos ilmoitetaan pinta-alana, kun taas hiilijalanjäljen tulos esitetään massana. Jalanjäljissä esitetään vain yhtä ympäristönäkökohtaa, potentiaalista ympäristövaikutusta tai selkeästi rajoitettua vaikutusluokkaindikaattoreiden joukkoa. Jalanjäljet nimitettiin kuvaamaan tarkasti tarkasteltavaa näkökohtaa tai arvioituja potentiaalisia ympäristövaikutuksia. Jalanjälkilaskenta tehdään maailmanlaajuisesti resurssien ja kestävä kehityksen seuranta ja viestintää varten. Hiilijalanjälkeä käytetään myös käsitteenä kasvihuonekaasujen vähentämisen mahdollisuuksissa. Hiilijalanjälkeä käytetään nykyisin paljon hallitusten, organisaatioiden ja tutkijoiden ekologisen seurannan työvälineenä. (Ecological Footprint s.a.)

2.3 Yrityksen ympäristövastuu

Yrityksen ympäristövastuu, päästöjen vähentäminen ja hiilijalanjäljen laskeminen on ajankohtaista ympäri maailman. Ilman todennettua tietoa on mahdoton vähentää päästöjään tulevassa ilmastolaissa esitettyjen päästövähennystavoitteiden mukaisesti. Yritys on velvollinen noudattamaan ympäristönsuojelun lainsäädäntöä, joista merkittävin on ympäristönsuojelulaki ja valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713. Ympäristönsuojelulain mukaisesti ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavaan toimintaan tulee hakea ympäristölupa, jota teollinen toimintakin on. Yrityksen tulee kantaa vastuu toimintansa ympäristövaikutuksista, arvioida yrityksen ympäristöriskit, käyttää raaka-aineita ja energiaa kestävästi ja tehokkaasti sekä ehkäistä ympäristövahinkoja. Ympäristövahingoiksi lasketaan ympäristöä kuormittavat päästöt, joita säädetään Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivillä 2004/35/EY. Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö (OECD) otti käyttöön aiheuttamisperiaatteen vuonna 1972. Aiheuttamisperiaate on myös EU:n ympäristöpolitiikan periaatteita, jossa saastuttaja maksaa pilaantumisen ehkäisemisen, rajoittamisen ja korjaamisen toimenpiteiden kustannukset. Aiheuttamisperiaate kannustaa yrityksiä välttämään ympäristövahinkojen aiheuttamista. (OECD, Recommendation of the Council on Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies 2022.)

Yritykset voivat omilla vapaaehtoisilla toimillaan huomioida toimintojen ympäristövaikutuksiaan, käyttää erilaisia ympäristömerkkejä ja hankkia vastuullisia raaka-aineita. Yritykset voivat kartoittaa ja kehittää toimintaansa ottamalla käyttöön esimerkiksi ympäristöjärjestelmän (SFS-EN ISO 14001:2015), standardoidun elinkaariarvioinnin (SFS-EN ISO 14040:2006 ja SFS-EN ISO 14044:2006) tai hiilijalanjäljen laskemisen (SFS-EN ISO 14067:2018).

2.4 Ympäristöstandardit

International Organization for Standardization on maailmanlaajuinen kansallisten standardisoimisjärjestöjen liitto, josta käytetään lyhennettä ISO. Kansainväliset ISO-standardit laaditaan standardoimisjärjestön teknisissä komiteoissa (SFS-EN ISO 14001:2015, 4). Standardien käyttö on vapaaehtoista, mutta ne

toimivat käytännön työkaluina toimintojen kartoittamiseen, hallintaan, seurantaan ja jatkuvaan kehittymiseen. Organisaation toiminnot voidaan sertifioida käyttämällä kansainvälisiä standardeja ja standardoiduilla menetelmillä kootut tiedot ovat vertailukelpoisia. Standardien toteuttamiseen kuuluu olennaisena osana raportointi. ISO 14000 -standardisarja on sarja erilaisia standardeja, joilla hallitaan ympäristönäkökohtia ja parannetaan ympäristönsuojelun tasoa. Standardit toimivat työkaluina erilaisiin lähestymistapoihin ympäristöasioihin, haasteisiin ja ilmastonmuutokseen. (ISO 14000 Family s.a.) Ympäristöstandardien käyttöönotolla organisaatio voi saavuttaa kustannustehokkuutta, ympäristötietoisuutta, osoittaa vastuullisuutta sekä hyötyä yleisesti liiketoiminnassa.

ISO 14001 toimii ympäristöasioiden pohjastandardina, joka soveltuu kaikenlaisilla organisaatioille. Standardissa asetetaan kriteerit sertifioitavalle ympäristöjärjestelmälle. Standardin avulla organisaatio voi laatia käyttöönsä tehokkaan ympäristöjärjestelmän, joka toimii myös johtamisen välineenä ja yleisenä viestinä ympäristövaikutusten mittaamisesta ja parantamisesta. Standardin mukaisesti organisaatio määrittää omat ympäristötavoitteet, päämäärät ja johtamiskäytännön, jolla tavoitteet voidaan saavuttaa. (SFS-EN ISO 14001:2015, 5, 6, 7, 13–17.) Standardilla SFS-EN ISO 14004:2016 annetaan ohjeita ympäristöjärjestelmästä haluttujen tulosten saavuttamiseen eri osa-alueilla; ympäristönsuojelun tason parantuminen, sitovien velvoitteiden täyttyminen ja ympäristötavoitteiden saavuttaminen. Standardissa ohjeistetaan käytännön tasolla tarkasteltavista asioista ja kuinka haluttuihin tuloksiin voidaan päästä. (SFS-EN ISO 14004:2016, 8, 13– 5.)

ISO 14060 -standardisarja on sarja erilaisia standardeja, joilla selkeytetään ja johdonmukaistetaan kasvihuonekaasupäästöjen määrittämistä, seurantaan, raportointia ja todentamista. Yrityksille 14060 -standardisarjan käyttö on hyödyllistä strategisessa suunnittelussa ja kasvihuonekaasujen vähentämistoimissa. SFS-EN ISO 14064:2019 standardi on yrityksen kasvihuonepäästöjen kirjanpitoa ja vähentämistä. Tässä työssä tuotteen hiilijalanjäljen laskemiseen liittyvä standardi on SFS-EN ISO 14067:2018. Yrityksille hyödyllinen standardi on hiilijalanjäljen viestimiseen keskittyvä standardi SFS-EN ISO 14026:2018. (ISO 14060 Family s.a.)

2.5 Hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjälki kuvaa kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttamaa kokonaisvaikutusta ilmakehään. Hiilijalanjäljellä yritys voi kuvata toiminnan, palveluiden tai tuotteiden ympäristöystävällisyyttä. Hiilijalanjäljen laskennalla määritetään määrällinen jalanjälki, jonka laskentaan ja arvioimiseen on tarpeen soveltaa standardoituja menetelmiä. Yrityksen toiminnan ollessa hiilineutraalia, kasvihuonepäästöjen kokonaistulos on nolla ja sen myötä toiminta ei laskennallisesti aiheuta ilmaston lämpenemistä. Hiilijalanjälkilaskennassa otetaan huomioon Kioton pöytäkirjan mukaiset kasvihuonekaasut, jotka laskennassa esitetään määrällisesti oikeassa suhteessa päästökertoimien avulla hiilidioksidiekvivalenteiksi. (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019.)

Yritys voi laskea toimintansa tai tuotteensa hiilijalanjäljen itse tai laskelman voi tilata konsultilta. Hiilijalanjälkilaskenta on kertolaskua, jossa toiminnalliset yksiköt kerrotaan päästökertoimilla. Hiilijalanjälkilaskennalla selvitetään yrityksen päästöt laskentaan rajatulla aikavälillä.

Jos laskentaa ei toteuteta standardien mukaisesti hiilijalanjälkilaskelmaa voi käyttää suuntaa antavana tuloksena. Yritys saa suuremman hyödyn standardien mukaisesta selkeästä hiilijalanjäljen selvitysprosesta. Standardien mukainen hiilijalanjäljen laskenta on totuudenmukaista, johdonmukaista, vertailukelpoista ja läpinäkyvää. Suurissa organisaatioissa voidaan joutua käyttämään useita eri laskentatyökalua ja tapaa, jotta hiilijalanjälki on mahdollisimman kattava.

Laskennan tuloksia voidaan käyttää lähtötietona yrityksen päästövähennystavoitteille kohti hiilineutraaliutta. Yritysten ensisijaisena tarkoituksena tulisi olla omien päästöjen vähentäminen mahdollisimman pieneksi. On haasteellista saada yritysten toimintaa täysin päästöttömäksi ja tavoitteellinen hiilineutraalius ei välttämättä tarkoita täysin päästötöntä toimintaa. Päästövähennysten jälkeen jäljelle jäävät päästöt voidaan kompensoida päästökompensaatioilla, joka on pääosin ostettavaa palvelua. Päästökompensaation sääntelyä selvitetään, jotta kompensaatiota tarjoavat ja ostavat tietävät, millä säännöillä toimitaan. (Vapaaehtoiset päästökompensaatiot s.a.)

2.5.1 Laskennan vaiheet

Laskenta alkaa yritykselle tai sidosryhmille olennaisimpien päästölähteiden tunnistamisella. Kun hiilijalanjälkilaskelman päästölähteet on saatu yrityksen sisällä rajattua kattavasti, toimintaan liittyvät kasvihuonekaasupäästöt luokitellaan joko suoriksi tai epäsuoriksi päästöiksi. Suorat päästöt tulevat päästölähteistä, jota organisaatio omistaa tai hallitsee. Epäsuorat päästöt ovat seurausta organisaation toiminnasta, mutta ne syntyvät toisen yrityksen omistamasta tai määräysvallassa olevista lähteistä. (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019.) Lähtökohtaisesti laskennassa huomioidaan kaikki prosessit ja virrat, jotka liittyvät tutkittavaan yritykseen ja tuotteeseen. Laskennasta voidaan rajata pois yksittäisiä materiaali- tai energiavirtoja käytännön syistä tai niiden merkityksettömyyden vuoksi. Ympäristölle merkittäviä tietoja ei tulisi rajata pois. Rajaukset esitetään raportissa tietorajauksina. (SFS-EN ISO 14067:2018, 17, 25, 26)

Päästölähteiden ja rajauksen määrittämisen jälkeen kerätään tarvittava toiminnallinen tieto. Tieto tulee kerätä ajanjaksolta, joka kuvaa yrityksen toimintaa kattavasti. Tietoa on kerättävä kaikista tutkittavaan järjestelmään kuuluvista yksikköprosesseista. Kerätyn tiedon tulee olla maantieteellisesti kattavaa, tarkkaa, mahdollisimman täydellistä, luotettavaa, edustavaa ja johdonmukaista. Kerättyjen tietojen tulee olla sellaisia, että laskenta voidaan toistaa myös jatkossa. Epävarmuustekijät tulee ottaa huomioon tietoa kerätessä ja käytettäessä. (SFS-EN ISO 14067:2018, 18, 19.)

Toiminnallisella yksiköllä kuvataan laadullista tai määrällistä kulutetun tuotteen tai palvelun määrää, jota on muun muassa kg, t, m³, kWh jne. Polttoaineiden lämpöteho voidaan muuntaa muuntokertoimilla polttoainetyypin mukaan joko massa- tai tilavuusyksiköiksi tai massa- tai tilavuusyksiköstä lämpötehoksi. Polttoaineena käytettävän puhtaan biomassan päästöjä pidetään päästöttömänä energiamuotona, koska palamisen aikana syntyvä hiilidioksidi on aiemmin absorboitunut ilmakehästä. Tästä syystä puun, purun ja hakkeen päästökerroin on 0 kg CO₂e/(TJ/m³). Omaan käyttöön tuotetun uusiutuvan energian suorana vaikutuksena on muualta ostetun energian vähentäminen. Kuljetusten toiminnallisena yksikkönä voi olla todelliset kilometrit, polttoaineen kulutus

tai polttoaineeseen käytetty rahamäärä. Rahdin päästöjä laskiessa tulee huomioida kulkuneuvon tyyppi ja rahdin prosenttiosuus kuljetetusta kuormasta. (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019.)

Päästökertoimet mahdollistavat yritysten toiminnallisten tietojen muuntamisen kasvihuonepäästöiksi. Päästökertoimen avulla selvitetään kuinka paljon toiminta aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä ja kertoimet on muutettu hiilidioksidiekvivalenteiksi. Päästökerroin ilmoitetaan päästön massana suhteessa organisaation tuottaman päästön toiminnalliseen yksikköön, esimerkiksi energian tuotannon päästön yksikkö on kg CO₂e/kWh. Päästökerroin kuvaa, kuinka paljon päästöjä palvelun tai tuotteen tuottamisesta on syntynyt. Päästökertoimina tulisi ensisijaisesti käyttää palveluiden ja tuotteiden toimittajilta saatuja tietoja tarkkuuden ja luotettavuuden vuoksi. Jos toimittajilta ei ole saatavilla kertoimia, voidaan laskennassa käyttää kertoimia luotettavista ja päivitetystä tietokannoista ja tieteellisistä julkaisuista, mutta silloin päästökertoimet sisältävät epävarmuustekijöitä yleispätevyyden vuoksi. (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019.)

Kerätty tieto syötetään kaupalliseen tai itse koottuun laskentatyökaluun. Laskennan tulokseksi saadaan hiilijalanjälki, joka on selkeä määrällinen luku. Tulos esitetään kyseiselle tuotteelle tai organisaatiolle sopivana toiminnallisena yksikkönä. Tulos esitetään hiilidioksidiekvivalenttia painoyksikköä kohti (kg CO₂e/kg). Hiilijalanjäljen esitysmuotona voi olla myös tuotantomäärään suhteutettu, joka parkettituotteessa on kg CO₂e/m². Laskennan tulos kertoo sen hetken päästöjen kokonaisvaikutuksen ilmakehään, joten laskelmia tulee päivittää säännöllisin väliajoin. Standardoidusta laskennasta laaditaan raportti, jossa esitetään laskennan toteuttamistapa. (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019.)

2.5.2 Elinkaariarviointi

Tuotteiden valmistuksen ja käytön aiheuttamien ympäristövaikutusten arvioinnin menetelmänä on standardoitu elinkaariarviointi SFS-EN ISO 14040:2006 ja SFS-EN ISO 14044:2006. SFS-EN ISO 14040:2006 standardissa ohjeistetaan elinkaariarvioinnin periaatteista ja suorittamisesta. Elinkaariarvioinnissa arvioidaan tuotteen mahdollisia ympäristövaikutuksia koko elinkaaren ajalta

raaka-aineiden hankinnasta, tuotannosta ja käytöstä loppukäyttöön saakka. Standardin mukaisesti arvioinnin tarkkuutta tai laajuutta voidaan rajata erilaisin kriteerein riippuen organisaation selvityksen tavoitteesta. Arviointi perustuu toiminnalliseen yksikköön ja laskennassa käytettävää aineistoa käsitellään määrällisessä muodossa, joka tekee arvioinnista työlään toteuttaa. Elinkaariarviointiselvityksessä esitetään järjestelmän rajat ja yksityiskohtaisuuden taso, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulosten tulkinta. Tulokset esitetään potentiaalisina ympäristövaikutuksina soveltamisalan ja tavoitteiden mukaisesti johdonmukaisesti sekä helposti ymmärrettävästi. Elinkaariarvioinnissa tulokseksi saadaan eri vaiheiden määrällisiä lukuja ja niitä ei saa yhdistää. Elinkaariarvioinnin tuloksia voidaan käyttää laajasti ympäristöasioiden kehittämisessä ja huomioimisessa, muun muassa ympäristövaikutusten arvioinnissa, hiilijalanjäljen laskennassa ja tuotevastuun hallinnassa. (SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020, 14–17.) Standardilla SFS-EN ISO 14044:2006 ohjeistetaan elinkaariarvioinnin tekemisen vaatimukset ja toteuttaminen. (SFS-EN ISO 14044:2006, 9, 15–20, 25.)

Elinkaariarviointia voidaan tehdä toissijaisesti myös markkina-arvomallilla, jossa mitataan kulutusyksiköitä rahayksikköinä massan tai energian sijasta. Laskennassa voidaan käyttää myös molempia laskentamallia yhtä-aikaa. Prosessianalyysi on tarkempi elinkaariarvioinnin menetelmä, mutta sitä voidaan täydentää myös markkina-arvomallia käyttäen. (SFS-EN ISO 14044:2006, 24). Espanjalaisen parkettituotetehtaan ympäristöjalanjälki on laskettu tällä mallilla käyttäen yksikkönä raha-arvoa. Espanjalaisen parkettitehtaan toimitusketjussa suurin osuus päästöistä muodostui välillisistä vaikutuksista kuin suorista vaikutuksista. Korkeimmat kulut prosessissa olivat kemikaaleissa, koneissa ja laitteissa. Laskentatapa soveltui hyvin tämän yrityksen ympäristövaikutusten arviointiin, vaikka rahassa mitattuna päästöt joudutaan esittämään epätarkemmin sektoreittain. (Martinez ym. 2018, 7–14)

2.5.3 GHG-protokolla

GHG-protokolla (Greenhouse Gas Protocol) on yksi yleisimmin käytetyistä kansainvälisistä standardeista ympäristövaikutusten laskemisessa, joka on laadittu tarkentamaan ja ohjeistamaan laskentaa. GHG-protokollan ensimmäi-

nen standardi on julkaistu vuonna 2001. Laskenta perustuu organisaation prosessien analysointiin, joissa prosesseja käsitellään joko tuotantomäärällisenä tai rahamäärällisenä. Protokollassa on jaettu kasvihuonekaasut kolmeen eri päästökategoriaan, scope 1, 2 ja 3, joista pakollisia päästökategorioita on 1 ja 2. Scope nimitystä käytetään tällä hetkellä paljon myös Suomessa, tässä työssä käytetään nimitystä osa-alue. Osa-alueiden käyttäminen päästölähteiden sijoittamisessa vähentää kaksoislaskentaa selkeyden vuoksi. Osa-alue 1 päästökategoriaan kuuluu yrityksen omassa tai määräysvallassa oleva tuotanto, energiantuotanto, kiinteistöt ja ajoneuvoista syntyvät suorat päästöt. Osa-alue 2 sisältää ostoenergian epäsuorat päästöt lämmöstä, höyrystä ja jäähdytyksestä. Osa-alue 3 sisältää yrityksen toiminnasta välillisesti syntyvät epäsuorat päästöt, vaikka ne ovat peräisin lähteistä, jotka eivät ole yrityksen omistuksessa tai määräysvallassa. Osa-alueen 3 päästölähteitä ovat jätteet, tuotteiden ja materiaalien kuljetukset, ihmisten matkustamisesta syntyvät päästöt, tuotteen käyttämisen aikaiset päästöt ja tuotteen hävittäminen. Yritys voi rajata päästöjen esittämistä osa-alueiden sisällä. (A Corporate Accounting and Reporting Standard s.a.)

2.5.4 SFS-EN ISO 14067

SFS-EN ISO 14060 -standardsarja on laadittu GHG- protokollan mukaisesti (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019). Yksittäiselle toiminnalle tai painoyksikölle saadaan laskettua hiilijalanjälki SFS-EN ISO 14067:2018 standardin mukaisesti. Standardissa esitetään laskemisen vaatimukset, periaatteet ja ohjeet. Laskenta perustuu elinkaariarviointiin (SFS-EN ISO 14040: 2006 ja SFS-EN ISO 14044:2006), jossa vaikutusluokkana on ilmastonmuutos.

SFS-EN ISO 14067:2018 standardin mukaisessa laskennassa kuvataan tuotteen elinkaaren valmistuksen, käytön ja loppukäytön aiheuttamat suorat ja epäsuorat kasvihuonepäästöt. Hiilijalanjäljen laskenta voidaan myös suorittaa myös osittain laskettuna joko yhdelle tai useammalle valitulle prosessille. Rajauksena osittaisessa laskennassa käytetään elinkaaren sisältämät tietyt vaiheet ja prosessit. Standardi ei määritä tarkkoja päästöjen osa-alueita, mutta yleisesti tiedot esitetään GHG-protokollan mukaisesti osa-alueina 1–3. Hiilija-

lanjäljen laskennasta dokumentoidaan standardin mukainen raportti, jossa esitetään standardin vaatimusten täyttyminen johdonmukaisesti. Raportissa tulokset esitetään siten, että ne ovat vertailukelpoisia myöhemminkin ja numeerinen data on jäljitettävissä. Raportissa esitetään laskennan rajausta ja perustellaan laskennasta poisjätetyt päästölähteet. Raportissa osittainen hiilijalanjälki esitetään hiilidioksidiekvivalentin massana ilmoitettua yksikköä kohti. (SFS-EN ISO 14067:2018, 6, 7, 10, 11).

Standardin mukaisesti laskettuna toiminnalle tai painoyksikölle saadaan laskettua tuotteen koko elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt raaka-aineiden hankinnasta käytöstä poistamisvaiheeseen saakka. Standardin mukaisella elinkaariarvioinnilla voidaan tuottaa luotettavia organisaation hiilijalanjälkeen liittyviä tietoja, jossa eri vaiheissa syntyvät päästöt tulevat huomioiduksi. Vaiherikkaalla laskentatavalla voidaan havaita kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismahdollisuuksia prosessin eri vaiheissa. Standardin mukaisesti suoritettu laskenta on läpinäkyvää. (SFS-EN ISO 14067:2018, 8.).

Laskennan osana tehdään SFS-EN ISO 14044:2006 standardista mukautettu hiilijalanjälkiselvityksen elinkaari-inventaarioanalyysi. Elinkaari-inventaarioanalyysi koostuu tietojen keräämisestä ja tietojen varmentamisesta. Tiedot suhteutetaan yksikköprosessiin joko toiminnalliseen tai ilmoitettuun yksikköön. Elinkaari-inventaarioanalyysissä käsitellään myös tietojen sisällyttäminen tai poisjättäminen selvityksestä. Yksi osa analyysiä on lähtökohtaisesti vältettävä tietojen allokointi. Allokoinnissa prosessin kasvihuonepäästöt jaetaan tutkittavan järjestelmän ja myöhempien kierrätettyä materiaalia käyttävien järjestelmien kesken. (SFS-EN ISO 14067:2018, 29, 50.).

Laskennan tulokseksi saadaan tuotejärjestelmän kasvihuonekaasupäästöjen ja kasvihuonekaasupoistumien summa, joka ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttia painoyksikköä kohti; CO₂e/kg tai CO₂e/t. Epävarmuustekijät ovat aina läsnä päästölaskelmia tehdessä. Laskelmia tehdessä tulee saavuttaa riittävä tarkkuus, jotta laskennallinen tulos vastaa luotettavasti organisaation todellisia päästöjä. Kaikki epävarmuutta aiheuttavat tekijät tulee pyrkiä minimoimaan järjestelmällisesti laskelmia tehdessä. (SFS-EN ISO 14067:2018, 26, 40.).

Standardin mukaisesti tuotteelle lasketaan myös tuotteeseen varastoituneen eloperäisen hiilen määrä. Lasketun eloperäisen hiilen pitoisuus dokumentoidaan erikseen hiilijalanjäljen selvitysraporttiin. Pitoisuutta ei saa sisällyttää hiilijalanjälkeen tai osittaiseen hiilijalanjälkeen. (SFS-EN ISO 14067: 2018, 33). Eurooppalaisessa standardissa EN 16449 (Calculation of the biogenic carbon content of wood and conversion to carbon dioxide) esitetään laskentamenetelmä ilmakehästä sitoutuneen hiilidioksidin määrän määrittämiseksi puusta vapautuvan hiilidioksidipitoisuuden perusteella. (DIN EN 16449: 2014.)

2.5.5 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjälki on menetelmä, joka perustuu standardeihin ympäristöasioiden hallinnasta SFS-EN ISO 14040–44:2006 ja hiilijalanjäljen laskennasta SFS-EN ISO 14067: 2018. Hiilikädenjälkilaskelma koostuu hiilijalanjäljen elinkaariarvioinnista. Hiilikädenjäljessä arvioidaan tuotteen myönteistä ympäristövaikutusta koko tuotteen elinkaaren aikana tuotteen raaka-aineiden syntymisestä käytön päättymiseen saakka, kun taas hiilijalanjäljessä esitetään suoria kielteisiä päästövaikutuksia. Hiilikädenjäljen arvioimisella on tarkoitus laskea valmistetun tuotteen hyödylliset kasvihuonekaasuvaikutukset käytettäessä tuotetta, jotta saadaan esille asiakkaan hiilijalanjäljen pieneneminen. Hiilikädenjäljen laskennassa valmistetun tuotteen hiilijalanjälkeä verrataan vastaavaan yleisesti käytössä olevaan tuotteeseen. Hiilikädenjäljen arviointiprosessi auttaa myös tunnistamaan kehitystarpeita, jotta tuote vastaa kestävästä kehityksen tavoitteita. (Carbon handprint guide 2021.)

2.6 Puu materiaalina

Puu sitoo hiilidioksidia kasvaessaan ja luovuttaa happea, jolloin puuhun sitoutunut hiilidioksidi on varastoituneena materiaaliin koko sen elinkaaren ajan. Puun hiiltä tai hiilidioksidia sitova vaikutus on positiivinen ilmastovaikutus ja sitä kutsutaan hiilivarastoksi. Hiilivarastolla kuvataan sitä hiilen määrä, joka on varastoituna erilaisiin varastoihin, kuten puutuotteisiin. (SFS-EN ISO 14067:2018, 53.) Kotimaisissa puulajeissa ilmakehästä sitoutuneen hiilen määrä on noin 50 % kuivapainosta. Laskennallisesti ilmakehästä sitoutuneen hiilen määrä havupuukuutiossa, jonka kuivapaino lajista riippuen on 380–403 kg/m³, on keskimäärin 195 kg. (Hamberg 2016.)

Puun hankinnan on oltava vastuullista. Vastuullista puun käyttöä on hankkia puuta metsästä, jossa puun kaatamisen aiheuttama hiilinielutappio ei saisi olla suurempi kuin uusiutumattomien materiaalien korvaamisesta saavutettu ilmastohyöty (Metsien kestävän hoidon ja käytön vaatimukset 2022). Puu on materiaalina myös esteettinen, sen kauneutta arvostetaan ja siten se on käytössä pitkään materiaalin miellyttävyyden vuoksi. Puu on materiaalina myös hyvin kierrätettävä. Kiertotalousajattelun mukaisesti materiaalin tulisi olla mahdollisimman pitkään kierrossa ja siitä tulisi syntyä mahdollisimman vähän jätettä. Puun poistuessaa alkuperäisestä käytöstä se voidaan käyttää energiana. Puu on erinomainen materiaali vähähiilisessä rakentamisessa; hiilijalanjälki on pienempi ja puu toimii myös hiilivarastona (Puurakentamisen ohjelma 2021).

IPCC:n kuudennessa raportissa esitettiin, että tuotantometsien pinta-ala on säilynyt tasaisena vuodesta 1990. Kaikista metsistä käytetään noin 30 % (1,2 miljardia hehtaaria) puuna ja muina metsätuotteina. Maailman puunkorjauksesta teollisuuden raaka-aineeksi ja polttopuuksi on käytetty vuonna 2018 lähes 4 miljardia m³. Puutuotteiden kulutuksen odotetaan kasvavan tulevana vuosikymmeninä 1 %:n vauhtia vuosittain kysynnän, väestönkasvun ja talouskasvun myötä. Puun hankinta kestäväällä tavalla mahdollistaa kulutuksen kasvun. Laiton ja kestävä puunkorjaus on maailmanlaajuinen ongelma, josta aiheutuu metsien ja monimuotoisuuden häviämistä, ekologisen tilan heikkene mistä ja kasvihuonekaasuja. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022.)

2.7 Lankkuparketin valmistaja ja valmistus

Timberwise Oy on suomalainen lankkuparkettivalmistaja, joka valmistaa teollisesti parkettia Loimaan ja Mikkelin tehtailla. Yrityksen tärkeimpiä arvoja ovat laatu, vastuullisuus ja kotimaisuus. Yrityksen todellisia ympäristövaikutuksia ei ole todennettu ja käytössä ei ole standardoituja ympäristön laatu- tai vastuullisuusjärjestelmiä. Toiminta noudattaa standardin SFS-EN ISO 9001:2015 mukaisesti laadittua laatujärjestelmää ja ympäristöpolitiikkaa. Yritys pyrkii huomiomaan toiminnassaan ISO 14000 -standardisarjan keskeisimpiä vaatimuksia. Yritys on Programme for The Endorsement of Forest Certification (PEFC)-sertifioitu ja käyttää tuotteissaan vastuullista puuta. Yrityksen käyttämä puu ja ke-

mikaalit ovat mahdollisimman lähellä tuotettua ja kemikaalit ovat myös mahdollisimman ympäristöystävällisiä. (Varis 2022.) Parketti on lattiamateriaalina iso ja merkittävä osa tilojen pintoja ja sen myötä parketti on iso osa kiinteistöjen sisäosien hiilijalanjälkeä.

Yrityksen valmistamat parketit ovat monikerroksisia parketteja, jotka koostuvat kahdesta tai kolmesta yhteen liimatusta puukerroksesta. Parketit ovat massiivipuuta, jonka valmistukseen käytetään kahta tai kolmea eri puulajia. Timberwise valmistaa pääasiassa lankkuparkettia asiakkaan tekemien valintojen perusteella. Asiakas voi valita parketin pintapuulajin, oksaisuuslajitelman, leveyden, pintakäsittelyn ja värisävyn (Puulajit ja lajitelmat s.a.). Erilaisia värisävyjä on saatavilla 70 erilaista sävyä ja suosituin lajitelma on vähäoksainen Classic-lajitelma. (Tuotteet s.a.)

Kolmikerroksinen lankkuparketti on Timberwisen päätuote. Alin kerros on kuusiivillua, jonka tarkoituksena on saada tuotteen kosteuskäyttäytymistä paremmin hallintaan ja tasapainottaa parkettilankkua. Keskimmäinen kerros on koivuvaneria, jonka tarkoituksena on antaa vakautta parkettilankulle. Koivuvaneriin jyrsitään kiinnityspontti, jolla parkettilankut kiinnitetään mekaanisesti toisiinsa lattiaa asennettaessa. Lattiasta tulee vahva, mutta se on myös purettavissa. Ylin kerros on valmistettu erilaisista kovapuulajeista ja tyypillisin pintakerros on tammi. Parketin kovapuupinta voidaan hioa tai harjata. Pintakerros on saatavana eri puu- ja oksaisuuslajitelmina. (Laukkanen 2022.)

Pintakerrokseen voidaan laittaa erilaisia pintakäsittelyitä tilaajan toiveiden mukaisesti tai toimittaa parketti asiakkaalle puuvalmiina ilman pintakäsittelyä. Pintakäsittelyvaihtoehtoina on ultraviolettikovetteinen lakka tai öljyvaha, joka voi olla kirkas tai sävytetty. Pintakäsittelyn tarkoituksena on antaa kulutuskestävyys ja ulkonäkö. (Varis 2022.)

Työssä tutkittava parketti on tammipintainen lankkuparketti, joka on leveydeltään 185 mm ja pituudeltaan 2180 mm. Tuotteen pinta on harjattu, käsitelty ultraviolettikovetteisella öljyvahalla ja sävytetty Snöhetta nimisellä värisävyllä. Tästä eteenpäin työssä tutkittavasta parkettituotteesta käytetään nimeä Snöhetta. Valmis tuote suojataan aaltopahvilla ja pakataan muovipakkaukseen kuljetusvahinkojen estämiseksi.

Parkettituotteen viitekäyttöikä kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot kortin mukaisesti rasituksesta riippuen on 10–40 vuotta (RT 18-10922: 2008). Parkettituote voidaan hioa vähintään kerran, jolloin sen käyttöikä pitee ja voidaan päästä 40 vuoden käyttöikään. Timberwise Oy antaa parketin rakenteelle ja pintakäsittelylle 10 vuoden takuun (Tuotetakuu 2022).

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Hiilijalanjäljen laskenta

Tuotteiden valmistamisen ilmastovaikutusta ei ole aikaisemmin määritelty, joten hiilijalanjäljen laskenta tehtiin kasvihuonekaasut standardin SFS-EN ISO 14067:2018 mukaisesti. Laskenta etenee prosessimaisesti ja se on toistettavissa. Hiilijalanjäljen laskennan prosessi koostui eri vaiheista; tavoitteiden asettaminen, laskennan rajaaminen, yrityksen lähtötietojen kerääminen ja tietojen käsittely, päästökertoimien kerääminen, laskennan toteuttaminen, epävarmuustekijöiden arviointi ja tulosten raportointi. Hiilijalanjälki laskettiin kulusperusteisesti ja laskurissa käytetyt kaavat on esitetty liitteessä 1 ja ne on numeroitu 1–43. Kaavoihin viitataan tekstissä sulkeissa olevina numeroina.

Snöhetta tammiparketti edustaa parhaiten Timberwise Oy:n valmistamaa tyyppillistä parkettituotetta. Snöhettassa yhdistyy kaikki räätälöinnin suosituimmat valinnat; pintapuulaji tammi, Classic- lajitelma, harjattu ja öljyvahattu pintakäsittely, leveys 185 mm ja sävy Snöhetta. Snöhettalla on ollut tasaiset markkinat usean vuoden ajan ja vuonna 2021 Snöhetta oli tuotannollisesti ja kaupallisesti merkittävin myyntiartikkeli. Päästöt laskettiin Snöhetta-parkettituotteelle soveltaen ympäristöasioiden hallinnan SFS-EN ISO 14040–44:2006 standardeja elinkaariarvioinnista. Laskennassa huomioitiin päästöt parketin koko elinkaaren ajalta materiaalien alkujaoista ja tuotannossa valmistamisesta tuotteen hävittämiseen saakka. Parkettilankun pinta-ala määritettiin kaavalla 1 ja lankujen määrä tuotettua yksikköä kohti määritettiin kaavalla 2. Snöhettan kokonaispaino laskettiin laskemalla yhteen kaikkien raaka-aineiden painot valmiissa tuotteessa.

Standardin SFS-EN ISO 14067:2018 rajaumahdollisuuden mukaisesti laskennasta rajattiin pois yksittäisiä materiaaleja joko niiden vähäisen määrän

vuoksi tai ettei niille ole saatavilla asianmukaista päästökerrointa. Tuotteen sisältämien vähäisten materiaalien kuljetuksen päästöt on rajattu pois. Materiaalien yhteismäärä kokonaistuotteessa oli alle 4 %. Laskennasta rajattiin pois myös liikematkustus ja työntekijöiden työmatkat puutteellisen tiedon vuoksi. (SFS-EN ISO 14067:2018, 25.)

Yrityksen lähtötietojen keräämisen elinkaari-inventaarioanalyysi vaiheen päästölähteiden tunnistaminen toteutettiin prosessiin perehtymisellä, yritysvierailuilla, kokouksilla ja tehtaan asiantuntijoiden haastatteluilla. Ydinprosessiin kuului parketin tuotanto ja tuotantoon liittyvät toiminnot, kuten syntyvät jätteet ja tuotantorakennus. Tärkeitä päästölähteitä tunnistettiin neljä: tuotanto ja siellä kulutettu energia, jätteet ja kuljetukset.

Päästöjä käsiteltiin GHG-protokollan mukaisesti osa-alueissa 1–3. Osa-alue 1 päästökategoria koostui tuotteeseen liittyvistä suorista päästöistä. Osa-alueessa huomioitiin tehtaan tuotannon päästöt; tuotannossa käytettyjen polttoainesten päästöt, parketin raaka-aineet, pakkausmateriaali ja oma energiantuotanto. Tehtaalla tuotettiin omaa energiaa aurinkopaneeleilla ja lämpölaitoksessa. Lämpölaitoksen lämmitysmateriaalina toimi tuotannosta ylijäänyt puru. Osa-alue 2 päästökategoria koostui epäsuorista päästöistä, jossa päästölähde muodostui ostoenergian epäsuorista päästöistä. Osa-alue 3 päästöluokan päästölähteinä olivat jäte- ja vesihuolto, tuotteiden ja materiaalien kuljetukset, tuotteen huoltamisen ja loppukäytön päästöt.

Laskennan kertoimena toimivat toiminnalliset yksiköt kerättiin päästölähteittäin. Aineistona laskennassa käytettiin Loimaan tehtaan vuoden 2021 todellisia kulutus- ja tuotantolukuja sekä tietoja kirjanpidosta. Aineistoa käsiteltiin laskemalla Snöhettan prosentuaalinen osuus kokonaistuotannosta, jonka mukaan laskettiin osuus yleisistä tuotannon päästöistä kaavalla (3). Laskennan yksiköt suhteutettiin toiminnallisiin yksiköihin. Päästöt painoyksikköä (kg) kohti laskettiin kaavalla (4) ja tuotettua yksikköä kohti (m^2) laskettiin kaavalla (5). Kulutettujen polttoainesten lämpöteho laskettiin kaavalla (6) muuntokertoimen avulla polttoainetyypin mukaan tilavuusyksiköstä energiayksiköksi. Kuivatun puron yksikkönä käytettiin energiatiheyttä $0,7 \text{ MWh}/\text{m}^3$ ja polttoöljyn tehollista lämpöarvoa 46 MJ/litra . (Alakangas ym. 2016, 86, 182.) Kuljetusten toiminnallisena yksikkönä käytettiin kuljetusten todellisia toteutuneita kilometrejä raaka-

aineiden hankintapaikasta tehtaalle ja tehtaalta asiakkaalle. Raaka-aineiden kuljetukset tapahtuivat 40 tonnin kantavuuden täysperävaunuyhdistelmällä ja kuljetukset olivat mahdollisimman täysiä kuormia. Tuotteen huoltamisen toiminnallisena yksikkönä oli koneiden energiankäyttö ja laskennallisena pinta-alana käytettiin 100m² pinta-alaa.

Päästökertoimien avulla yrityksen toiminnalliset tiedot muunnettiin kasvihuonepäästöiksi. Päästökertoimina käytettiin ensisijaisesti raaka-aineiden toimittajien toimittamia tai ympäristöselosteiden GWP- kertoimia ja energian toimittajan antamaa päästökerrointa. Jos käytetyille tai tuotetuille palveluille ei ollut ympäristöselostetta, käytettiin päästökertoimia ympäristövaikutusten arviointiin tarkoitetuista tietokannoista. Laskennassa käytetyt päästökertoimien lähteet löytyvät liitteenä 2 olevasta Snöhettan hiilijalanjäljen selvitysraportista. Teknologian tutkimuskeskus VTT:n julkaisusta Carbon footprint for building products on poimittu tammipinnan ja alusmuovin päästökertoimet. Polttoöljyn päästökertoimena käytettiin tilastokeskuksen päästökerrointa 70,2 t CO₂e/tJ. (Alakangas ym. 2016.) Lämmitysenergian päästöt on laskettu standardin SFS-EN ISO 14067:2018 mukaisesti ja tehtaassa tuotettu energia on laskettu kaavalla (7). Tehdas tuottaa käytettävän lämmön omalla ylijäämäpurulla omassa lämpölaitoksessa. Oman lämpölaitoksen päästöjä pidetään päästöttömänä energiamuotona, jolloin päästökerroin on 0 kg CO₂e/MWh. (SFS-EN ISO 14067:2018, 54.)

Sähkönkulutuksen päästökertoimena käytettiin ostoenergian toimittajan sähköntuotannolle vuonna 2019 ilmoittamaa kerrointa 0,21843 kg CO₂e/kWh. Tehdas tuottaa osan käyttösähköstä aurinkopaneeleilla, joiden tuottama energia laskettiin kaavalla (8) ja se on standardin SFS-EN ISO 14067:2018 mukaisesti päästötöntä. Veden käyttö tehtaassa on pääosin ilman kustuttamista, joten se on tuotannon ja käytön aikaista päästöä. Päästökerroin laskennassa oli 0,009 kg CO₂e/m³ (OpenCO₂- päästötietokanta s.a.). Tehtaan jätteet lajitellaan jätejakeittain ja jätekuljetusyhtiö toimittaa ne jatkojalostukseen. Sekajätteen päästökerroin oli 40 T CO₂e/TJ ja muovijätteen 74,1 t CO₂e/TJ (OpenCO₂- päästötietokanta s.a.). Raaka-aineiden kuljetusten päästökertoimina käytettiin Teknologian tutkimuskeskus VTT:n Lipasto-tietokannan kertomina puoliperävaunuyhdistelmälle (60t/40t) 0,0301 (kgCO₂e/tkm) (Tieliikenne: tavaraliikenne s.a.). Valmiiden tuotteiden kuljetuksen päästökertoimina

käytettiin rahtiyhtiö Suomen Kaukokiito Oy:n toimittamia päästökertoimia, joissa on huomioitu todellisuudessa kuljetettavien ajoneuvojen tyyppi: 0,0799 (kgCO₂e/tkm) ja jakelukuorma-auto (15t/9t) 0,2331 (kgCO₂e/tkm). (Ahopelto 2022.)

3.2 Produktiivinen osuus

Hiilijalanjäljen laskentaa varten tuotettiin Excel-laskentataulukko. Laskentataulukkoon kerättiin osa-alueittain lähtötiedot, toiminnalliset yksiköt ja päästöker- toimet. Jokaiselle datapisteelle määritettiin lähde tiedon alkuperästä lisäämällä kommentti- tietokenttä. Tuloksista esitettiin kokonaistulos hiilidioksidiekviva- lenttia painoyksikköä kohti; kg CO₂e/kg ja hiilidioksidiekvivalenttina lattiapin- noitteissa yleisenä tuotettua yksikköä kohti; kg CO₂e/m². Laskennassa käytet- tyä ja tuotettua tietoa ei tilaajan tuotesuojan vuoksi tuotu julkiseksi, joten niitä ei esitetä tässä työssä. Parketin valmistuksen tarkat toiminnalliset yksiköt kuu- luvat liikesalaisuuksiin.

Laskennassa huomioitujen päästölähteiden ilmastonmuutosvaikutus on las- kettu peruskaavalla (9).

$$HJ_x = m \cdot PK \quad (9)$$

jossa	HJ _x	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	m	massa	[kg]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/kg]

Tehtaan energiankulutuksen laskukaavat; hiilijalanjälki vuodessa, valmistettua parkettineliötä, painoyksikköä ja tuotettua yksikköä kohti, esitetään kaavoina (10–13). Tehtaan vedenkulutuksen laskukaavat; hiilijalanjälki vuodessa, val- mistettua parkettineliötä, Snöhettan painoyksikköä ja tuotettua yksikköä kohti esitetään kaavoina (15–17). Kuljetuksissa kuljetetaan raaka-aineita myös mui- hin tuotteisiin, joten Snöhettan valmistukseen kuluvien raaka-aineiden osuus laskettiin kaavalla (18). Kuljetusten laskukaavat on esitetty kaavoissa (19–21). Jättemateriaalien päästöt ja päästöt kohdistuen Snöhettan laskettiin kaavoilla (22–23). Polttoaineiden lämpöteho laskettiin tilavuusyksiköstä energiayksi- köksi kaavalla (24). Polttoaineen päästöt laskettiin kaavalla (25), hiilijalanjälki

per valmistettu Snöhettan tuotettu yksikkö kaavalla (26) ja per parkettikilo kaavalla (27).

Loppukäytön päästöt laskettiin kaavoilla (28–31). Käytönaikaisiin päästöihin laskettiin asentamisen yhteydessä asennettava alusmateriaali. Tuotteen huoltamisen päästöinä huomioitiin koneiden energiankäyttö ja laskennallisena pinta-alana käytettiin 100 m² pinta-alaa. Huoltamisen päästöt laskettiin kaavalla (28). Käytönaikaiset päästöt painoyksikköä kohti laskettiin kaavalla (29) ja tuotettua yksikköä kohti kaavalla (30). Loppukäytön (polttaminen) päästöt laskettiin kaavalla (31) per tuotettu yksikkö ja per painoyksikköä kohti kaavalla (32). Valmiille tuotteelle laskettiin kotimaisuuden prosentuaalinen määrä kaavalla (33) ja uusiutuvien materiaalien osuus valmiissa tuotteessa kaavalla (34).

Tulokset esitettiin kokonaisuuksina alakategorioina. Tulokset kuvattiin prosentiosuuksina tuotteeseen kohdistuvista päästöistä, joilla osoitetaan päästöjen suuruusluokka ja niiden osuus kokonaisuudesta. Tulosten esittäminen prosentuaalisina suuruusluokkina oli selkeämpää, kuin että ne olisi esitetty yksittäisinä tuloksina ja hiilikilogrammoina. Kokonaisuuksina mahdolliset poikkeamat eivät korostu, mutta silti päästöjen suuruusluokka on ymmärrettävissä ja varsinaiset tuotesuojan mukaiset tiedot eivät tule esitetyksi.

Laskelmien riittävä tarkkuus arvioitiin työn tilaajan kanssa. Laskennan tulos on riittävän tarkka ja vastaa luotettavasti yrityksen todellisia päästöjä. Laskennasta laadittiin raportti hiilijalanjäljen laskemisesta standardin SFS-EN ISO 14067:2018 mukaisesti. Raportissa esitettiin hiilijalanjäljen laskennan menetelmät, hiilijalanjälki, hiilijalanjäljen vertailuarvo ja hiilikädenjälki. Raportissa arvioitiin tuloksia määritellyn tavoitteeseen ja soveltamisalaan nähden. Raportissa esitettiin kasvihuonekaasut-standardin mukaisesti erikseen tuotteeseen sitoutuneen hiilivaraston määrä (SFS-EN ISO 14067:2018, 54).

3.3 Hiilikädenjälki ja hiilivarasto

Hiilikädenjälki laskettiin standardeihin SFS-EN ISO 14040–44:2006 ja 14067:2018 pohjautuen. Hiilikädenjäljen laskentaan tarvitaan tuotteelle laskettu hiilijalanjälki. Hiilikädenjäljen laskenta on kuvassa 2 esitetyn mukainen

prosessi; tunnistetaan tyypillinen tuotteen käyttöympäristö, tunnistetaan käyttöympäristössä yleinen tai myydyin verrannollinen tuote, huomioidaan standardin mukaisesti laskettu hiilijalanjälki tuotteista koko elinkaaren ajalta ja lopuksi valmistetun tuotteen hiilijalanjälkeä verrataan vastaavaan yleisesti käytössä olevan tuotteen hiilijalanjälkeen.

Hiilikädenjälkeen vaadittavan vertailuarvon määrittäminen tehtiin vertaamalla Snöhetta parkettia yleisimpään lattiamateriaaliin, joka on ollut useiden vuosien ajan laminaatti (Kaunis ja kestävä lattia 2019). Hyvälaatuinen laminaatti painaa 6,6 kg/m² (Laminaatti OK 2022). Laminaatin hiilijalanjälki painoyksikköä kohti on 2,988 kg CO₂e/kg (Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu 2019). Tuotettua yksikköä kohti laminaatin hiilijalanjälki laskettiin kaavalla (35). Snöhettan hiilikädenjälki painoyksikköä kohti laskettiin kaavalla (36), vähentämällä laminaatin hiilijalanjäljestä Snöhettan hiilijalanjälki. Hiilikädenjälki per tuotettu yksikkö laskettiin kaavalla (37).

Tuotteeseen ilmakehästä sitoutuneen hiilen määrä laskettiin keskimääräisellä kuivan puun sisältämän hiilen kirjallisuusarvolla 50 % / m³ (Hamberg 2016) kaavalla (38). Hiilivaraston määrä tuotteessa voidaan esittää hiilenä (C) tai hiilidioksidina (CO₂) ja sitä kutsutaan hiilivarastoksi. Varastoituneen hiilen (C) määrä per tuotettu yksikkö laskettiin kaavalla (39) ja per painoyksikkö kaavalla (40). Varastoituneen hiilidioksidin määrä laskettiin standardin EN 16499: 2014 kaavan mukaisesti kaavalla (41). Laskentakaavassa käytettiin kuivatun puun tiheyttä, koska kaikki pintapuulajit kuivataan kuivaamoissa 6 – 8 % kosteusprosenttiin. Tammen kuivatiheys oli 717 kg/m³. Kuusiviilu ja koivuvaneri saapuvat tehtaalle käyttökosteudessa, jossa kuusiviilun tiheys on 460 kg/m³ ja koivuvanerin 700 kg/m³. (DIN EN 16449: 2014.) Varastoituneen hiilidioksidin (CO₂) määrä laskettiin per tuotettu yksikkö kaavalla (42) ja per painoyksikkö kaavalla (43).

3.4 Hiilijalanjäljen vertailu

Useiden lattiapäällysteiden hiilijalanjälkeen ilmoitetaan ympäristöselosteesta rajatut vaiheet, jotka sisältävät raaka-ainetoimitukset, kuljetukset ja valmistuksen. Laskentaan poimittiin valmistuksen, sähkönkulutuksen, polttoaineen, ve-

denkulutuksen, jätteiden ja kuljetusten päästöt. Toisin sanoen käytön ja loppukäytön päästöt rajattiin pois. Näin laskettuna hiilijalanjälkeä on mahdollisuus verrata muiden valmistajien tuotteisiin.

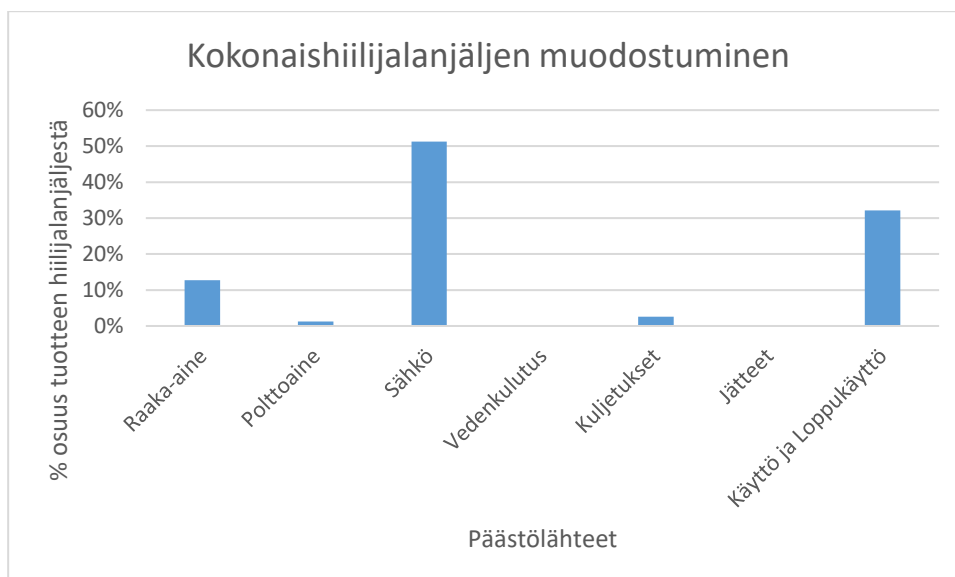
Snöhettan hiilijalanjälkeä ja hiilikädenjälkeä verrattiin vastaavalla rakenteella olevan lankkuparketin hiilijalanjälkeen ja hiilikädenjälkeen. Vertailun tuote, hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki poimittiin Sara Tikan keräämästä hiilijalanjälkivertailusta, joka on tehty vuonna 2020 Suomen ympäristökeskuksen toimeksiantona. Vertailun tuotteista Snöhettä lähin vastaava tuote on monikerroksinen Saksalaisen Scheucerin valmistama parketti. Molemmat tuotteet olivat 14 mm paksuja ja ne oli valmistettu kolmesta eri puukerroksesta. Scheucerin tuote oli valmistettu kuusesta, männystä ja kovapuusta, kun taas Snöhettä on valmistettu kuusesta, koivusta ja tammesta. Neliöpainoltaan Snöhettä on painavampi 9,5 kg painollaan Scheucerin tuotteen painaessa 7,5 kg. (Generic data for parquet flooring 2020.)

Scheucerin parketin hiilijalanjäljen laskennan osa-alueita tarkasteltiin tuotteen EPD-selosteesta. Laskennassa oli huomioitu raaka-aineista ja niihin liittyvistä kuljetuksista tulevat päästöt. Tuotantolaitoksen lämpöenergia oli tuotettu tehtaassa lämpökeskuksessa. Sähköenergiaa oli tuotettu aurinkosähköjärjestelmällä tehtaassa katolla sekä ostettu alueellisesta sähköverkosta. (Umwelt-productdeklaration 2020, 5.)

4 TULOKSET

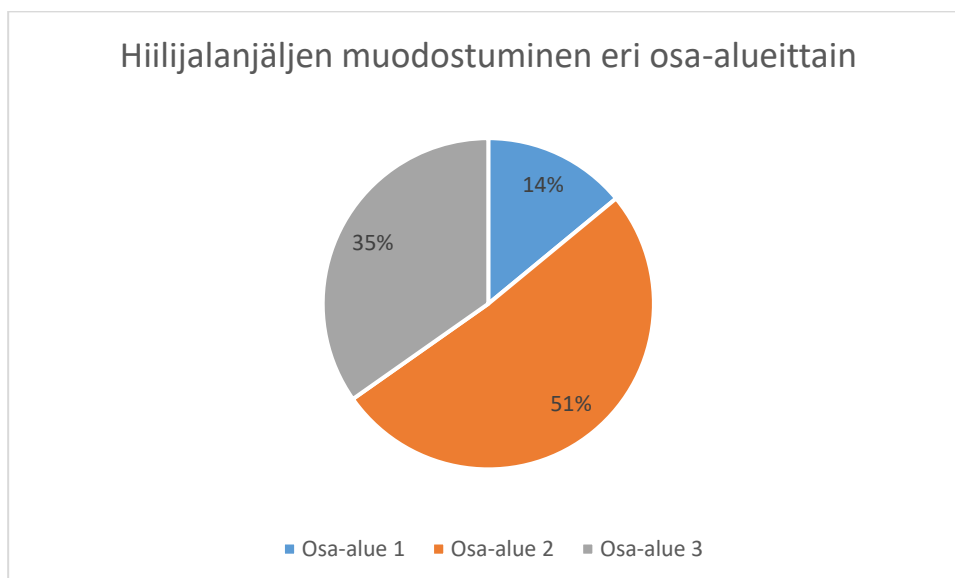
4.1 Hiilijalanjälki

Snöhettä parketin kokonaishiilijalanjälki kaikista osa-alueista painoyksikköä kohti oli 0,56 kg CO₂e/kg tai tuotettua yksikköä kohti 5,32 kg CO₂e/m². Suurin osa päästöistä aiheutuu sähkön tuotannosta. Seuraavaksi suurin päästö aiheutuu jälkeä käytön ja loppukäytön aikaisista päästöistä. Raaka-aineiden aiheuttamat päästöt ovat kolmanneksi suurin päästölähde. (Kuva 1.)



Kuva 1. Kokonaishiilijalanjäljen muodostuminen Snöhetta parketissa. Sähkö ja käyttö- ja loppukäyttö muodostavat yli 80 % kokonaishiilijalanjäljestä.

Kun kokonaishiilijalanjälkeä tarkastellaan osa-alueittain, ostetun sähköenergian epäsuorat päästöt muodostavat yli 50 % kokonaispäästöistä. Välilliset päästöt osa-alueesta 3 aiheuttaa noin kolmasosan tuotteen päästöistä. Tuotannosta aiheutuvat suorat päästöt muodostivat vain 14 % kokonaispäästöistä, vaikka ne sisältävät raaka-aineiden päästöt. (Kuva 2.)



Kuva 2. Snöhetta parketin hiilijalanjäljen muodostuminen GHG-protokollan mukaisiin osa-alueisiin jaettuna (Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions 2019). Osa-alueeseen 1 kuuluu tuotannon päästöt; tuotannossa käytettyjen polttoaineiden päästöt, parketin raaka-aineet ja pakkausmateriaali. Osa-alue 2 muodostuu ostetusta sähköenergiasta. Osa-alueeseen 3 kuuluu jäte- ja vesihuolto, tuotteiden ja materiaalien kuljetukset, tuotteen huoltamisen ja loppukäytön aikaisen hävittämisen päästöt.

Valmiissa Snöhetta parketissa kotimaisten raaka-aineiden osuus on 76 % ja uusiutuvien materiaalien osuus 96 %.

4.2 Produktiivinen osuus

Työn produktiona valmistunut hiilijalanjäljen Excel-laskentataulukko on luovutettu työn tilaajalle. Laskentataulukko sisältää kaiken kerätyn tiedon. Laskentataulukossa esitettiin osa-alueittain lähtötiedot, toiminnalliset yksiköt ja päästökertoimet. Taulukossa on datapisteisiin merkitty tietolähteet jäljitettävyyttä varten. Jokaiselle päästölähteelle laskettiin päästöt hiilidioksidiekvivalenttina painoyksikköä kohti (CO₂e/kg) ja hiilidioksidiekvivalenttina tuotettua yksikköä kohti (CO₂e/m²).

Hiilijalanjäljen selvitysraportissa esitettiin hiilijalanjäljen laskennan menetelmät, kokonaishiilijalanjälki, hiilijalanjälki rajatulla laskennalla, kädenjälki, hiilivaraston määrä ja vertailu vastaavalla rakenteella olevaan tuotteeseen. Hiiliraportti esitetään liitteessä 2.

4.3 Hiilikädenjälki ja hiilivarasto

Snöhettan laskennallinen hiilikädenjälki painoyksikköä kohti oli -2,43 kg CO₂e/kg tai tuotettua yksikköä kohti -14,4 kg CO₂e/m².

Tuotteeseen sitoutuneen hiilen ja hiilidioksidin määrä joka on sitoutunut parkettiin koko sen elinkaaren ajan, kunnes parketti poltetaan loppukäytössä.

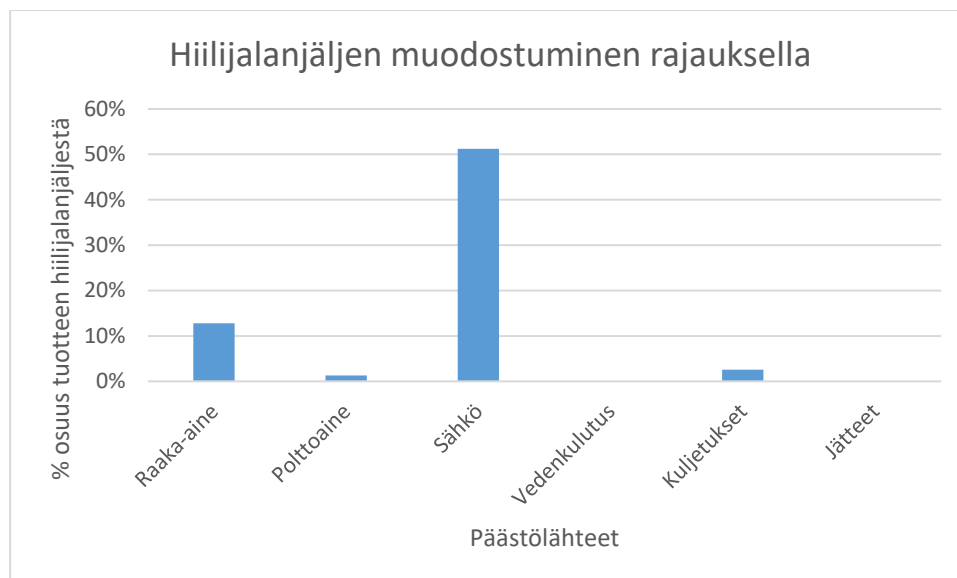
Taulukko 1. Parkettiin varastoituneen hiilen ja hiilidioksidin määrä

	kg	m ²
Hiili (C)	0,47 kg	1,48 kg
Hiilidioksidi (CO ₂)	4,52 kg	14,06 kg

4.4 Hiilijalanjäljen vertailu

Snöhettalle laskettiin hiilijalanjäljen vertailuarvo huomioiden päästöt valmistuksesta, sähkönkulutuksesta, polttoaineesta, vedenkulutuksesta, jätteistä ja kul-

jetuksista. Vertailuarvoksi saatiin 0,38 kg CO₂e/kg tai 3,62 kg CO₂e/m². Ostetun sähköenergian vaikutus on merkittävä valmistuksessa verrattuna raaka-aineisiin, muiden päästöjen osuus on vähäinen (Kuva 3).



Kuva 3. Vertailua varten rajattu hiilijalanjälki, jossa huomioitiin valmistuksen, sähkönkulutuksen, polttoaineen, vedenkulutuksen, jätteiden ja kuljetusten päästöt.

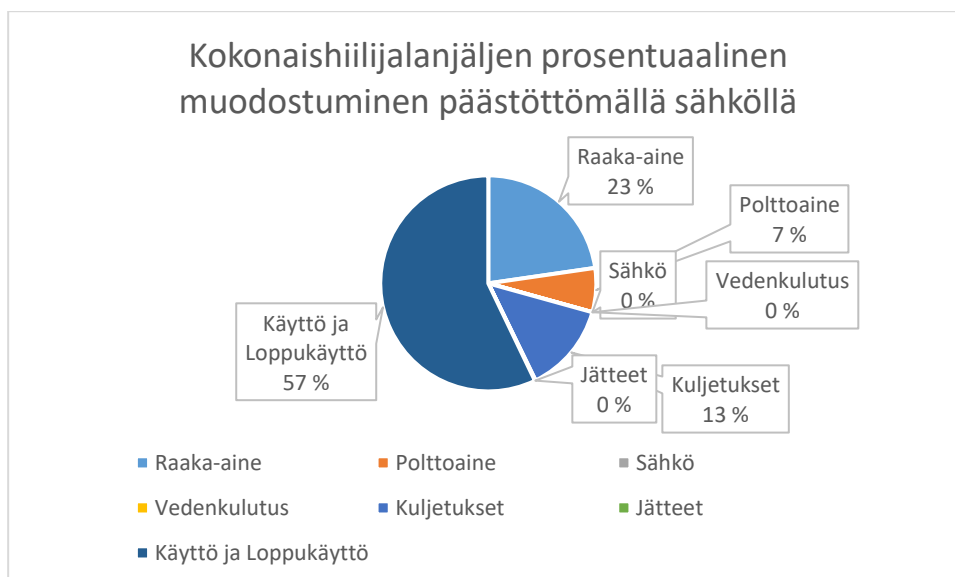
Laskennan luotettavuuden lisäämiseksi vertailtiin Snöhettä Scheucerin monikerrosparkettiin. Scheucerin hiilijalanjälki oli 0,95 kg CO₂e/kg, kun taas Snöhettan hiilijalanjälki samalla rajauksella on 0,38 kg CO₂e/kg. Snöhettan laskennallinen kokonaishiilijalanjälki oli 0,56 kg CO₂e/kg, joten Snöhettan kokonaishiilijalanjälki oli -0,37 kg CO₂e/kg pienempi kuin verrannollisen Scheucerin tuotteen hiilijalanjälki rajatulla laskentatavalla. Tuotettua yksikköä kohti Scheucerin hiilijalanjälki on 6,98 kg CO₂e/m². Snöhettan hiilijalanjälki samalla rajauksella on 3,61 kg CO₂e/m² ja kokonaishiilijalanjälki oli 5,32 kg CO₂e/m². Hiilikädenjälki Scheucerin parketilla on -1,6 kg CO₂e/kg kun Snöhettalla hiilikädenjälki oli -2,43 kg CO₂e/kg.

5 TULOSTEN TARKASTELU

Snöhettan hiilijalanjälki laskentahetkellä oli 0,56 kg CO₂e/kg ja samalla rakenteella valmistettu Scheucerin parketin hiilijalanjälki oli 0,95 kg CO₂e/kg. Laminatin valmistuksessa päästöjen määrä on yli viisinkertainen. Snöhettan valmistuksessa ilmakehään päästetty hiilidioksidin määrä on vähäinen ja ilmas-

toon aiheutuva haitta on pieni. Asiakkaan saavuttama ilmastohyöty on merkittävä Snöhettan hiilikädenjäljen ollessa -2,43 kg CO₂e/kg. Tuotteen erinomaisuutta korostaa myös tuotteen muut tekijät; parketti toimii hiilivarastona, käytettyjen kotimaisten raaka-aineiden osuus tuotteessa on 76 % ja uusiutuvien materiaalien osuus on 96 %.

Parketin valmistuksen päästövähennyspotentiaali on selkeä ja mahdollinen. Täysin päästöttömäksi on liki mahdoton päästä laskentatavalla, jossa päästöistä ei voi vähentää muun muassa muualle ohjattua energiakäyttöön menevää puuta tai purua. Käyttämällä ympäristöystävällisiä, myrkyttömiä ja mahdollisimman lähellä tuotettuja kemikaaleja päästöt ovat vähäisiä niin tuotteiden raaka-aineen kuin kuljetusten osalta. Tehtaan käytetystä energiasta aiheutuvia päästöjen osuus kokonaishiilijäljessä on merkittävä yli 50 %:n osuudella. Ympäristöystävällisellä, niin sanotulla päästöttömällä vihreällä sähköllä yrityksen hiilijalanjälki pienenesi merkittävästi, silloin päästöt olisivat 1,85 kg CO₂e/kg tai 2,60 kg CO₂e/m² (Kuva 4). Potentiaalinen päästövähennys tulevana vuosina on myös polttoaineessa ja kuljetuksissa, koska liikennesektorille kohdistuu suuret päästövähennystavoitteet. Päästövähennykset polttoaineisiin tulee näkymään myös Snöhettan kokonaishiilijalanjäljen muodostumisessa välillisissä päästöissä. Liikenteessä käytettynä energiamuotona lisääntyy sähkö. Sähköautoista ei tule liikennepäästöjä ja lataussähkön ostamisesta päästöttömänä ei synny myöskään välillisiä päästöjä.



Kuva 4. Snöhettan hiilijalanjälki muutettaessa ostoenergia päästöttömäksi. Silloin päästöt olisivat 1,85 kg CO₂e/kg tai 2,60 kg CO₂e/m². Tässä hiilijalanjälkimallissa valtaosa päästöistä muodostuu loppukäytön päästöistä, joissa päästö muodostuu pääosin polttamisen päästöistä.

Ostoenergian lähteen muuttaminen nostettiin esille myös IPCC:n kuudennessa osaraportissa, jossa esitettiin energian tuotannon siirtymiseen fossiilista polttoaineista nollahiiliseen tai vähähiiliseen energiaan. (Climate Chance 2022 Mitigation of Climate Chance 2022). Nykyisten koneiden saavuttaessa uusimistarpeen tulisi kiinnittää huomiota koneiden energiatehokkuuteen. Sähkönkulutuksen kartoitus olisi hyödyllistä kuivaamon osalta, myös koneiden ja laitteiden käyttötehokkuutta olisi hyvä tarkastella.

Työssä vertailtavat tuotteet olivat hyvin vertailukelpoisia muun muassa rakenteen ja käyttökohteen vuoksi. Vertailu olisi kuitenkin helpompaa, jos kaikille tuotteille olisi laskettu ympäristöselosteet ja ympäristöselosteesta voisi poimia vastaavat kohdat. Parkettituotteita verrattaessa hiilijalanjäljen vähäisyys nousee esille Snöhettan ollessa kolmasosan pienempi kokonaishiilijalanjäljeltään kuin verrattava tuote, jossa ei ollut huomioitu päästöjä niin kattavasti. Vertailulla voitiin osoittaa, ettei ole yhdentekevää käyttää ominaisuuksiltaan samantyyppistä parkettia, vaan tuotteissa on eroja samassakin tuotekategoriassa.

Hiilikädenjälki laskettiin koko elinkaaren aikaisilla päästöillä ja vertailtavassa tuotteessa hiilijalanjäljen laskenta on tehty rajatusti. Todellisuudessa hiilikädenjälki olisi laskettua määrää suurempi, jos verrattava tuote olisi laskettu myös koko elinkaarenaikaisilla päästöillä. Standardin SFS-EN ISO

14067:2018 mukaisesti laskettuna hiilikädenjälki painoyksikköä kohti oli -2,43 kg CO₂e/kg ja tuotettua yksikköä kohti -14,4 kg CO₂e/m². Hiilikädenjälki Scheucerin parketilla on -1,6 kg CO₂e/kg ja -12 kg CO₂e/m². Parketin käyttäminen on merkittävä ilmastohyöty asiakkaalle. Snöhetta parketti edistää ekologista kestävästä kehitystä ja auttaa päästövähennysten toteuttamista (Carbon handprint guide 2021). Hiilikädenjäljellä voidaan myös viestiä kuluttajille parketin käyttämisen hyödyistä. Luvut tukevat käsitystä puun erinomaisuudesta vähähiilisessä rakentamisessa ja puu toimii myös hiilivarastona (Puurakentamisen ohjelma 2021).

Laskennasta laadittu hiilijalanjäljen selvitysraportti toimii työkaluna yritykselle laskennan toteuttamisesta ja sitä voi käyttää myös hiilijalanjäljen viestinnässä. Työn tilaaja voi käyttää Excel-laskentataulukkoa laskentapohjana myös muille tuotteille, seurata myös yrityksen päästöjen kehitystä ja erilaisten toimien vaikuttavuutta laskentataulukon avulla. Laskentataulukolla voi tehdä myös vuosittaista seuranta Snöhettalle.

Laskennan tuloksien luotettavuuteen vaikuttaa eniten kerätyt lähtötiedot. Lähtötiedot kerättiin merkittävimmiltä raaka-aineiden toimittajilta ja yhteistyökumppaneilta, mutta kaikilta raaka-aineiden toimittajilta ei ollut tietoa saatavilla. Aineisto kerättiin hyvin vertailukelpoiselta ajanjaksolta, joka vastaa tyypillistä toimintaa yrityksessä ja laskenta voidaan toistaa käytetyillä aineistoilla myös muina ajankohtina. Laskennassa saattaa olla useita virhelähteitä, koska teollisuusympäristössä on useita eri päästölähteitä, joista voi aiheutua virhemarginaaleja. Tiedon arkistoinnin tärkeys korostuu laskennassa, lähtötietojen hajanaisuus ja oikeellisuus saattaa aiheuttaa virhettä. Jos käytetyille raaka-aineille tai palveluille ei ollut saatavilla ympäristöselostetta, laskennassa käytettiin epätarkempia päästökertoimia. Päästökertoimet myös muuttuvat ympäristötoimien myötä, joten niitä tulee päivittää laskentatyökaluun vastaamaan laskenta-ajankohtaa.

Hiilijalanjäljen oikeellisuus on hyvin paljon laskijasta ja laskentatavasta riippuvainen. GHG- protokolla ja SFS-EN ISO 14067:2018 standardi mahdollistaa laskennan eri rajauksin omasta tarpeesta ja valinnasta riippuen. Lähtökohtaisesti laskennassa tulee laskea yrityksen suorat ja epäsuorat päästöt, eli osa-alueet 1 ja 2. Osa-alueen 3 laskeminen saattaa tuoda myös virhelähteitä,

koska siinä lasketaan myös muiden toimijoiden aiheuttamia päästöjä. Laskettaessa osa-alueen 3 päästöjä saatetaan laskea päästöjä kahteen kertaan, tuotteen päästökseen sekä palvelua toimittava yritys laskee omaksi päästökseen. Vaikka laskentaa ohjataan standardeilla, niin kuitenkin laskennan tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia käytetyistä menetelmistä ja rajouksista johtuen. Laskettuja hiilijalanjälkiä voidaan verrata muihin lattiapinnoitteisiin luotettavasti ainoastaan, jos tuotteiden järjestelmät, laskentamenetelmä ja rajoukset ovat yhtenevät.

Timberwise Oy:n parkettituotteen laskentaan markkina-arvoperusteinen laskentamalli ei todennäköisesti olisi totuuden mukainen (SFS-EN ISO 14044:2006, 24), toisin kun espanjalaisessa parkettitehtaassa sen todettiin olevan toimiva laskentamalli (Martinez ym. 2018, 7-14). Timberwisen parketti valmistetaan mahdollisimman laadukkaista, lähellä tuotetuista ja ympäristöystävällisistä raaka-aineista. Tällaiset raaka-aineet maksavat merkittävästi enemmän kuin halpatuotetut raaka-aineet. Jos kustannukset olisivat laskennan peruste, niin laskennallisten päästöjen määrä olisi suurempi kalliimmilla raaka-aineilla kuin edullisemmilla, ympäristölle haitallisemmin tuotetuilla, raaka-aineilla.

Snöhettan hiilijalanjälkiselvitys tuotti Timberwise Oy:lle todennettua tietoa tuotteen valmistuksen ympäristövaikutuksista. Tulosten avulla yrityksen merkittävimmät päästölähteet on kartoitettu ja yritys voi jatkossa kehittää toimintaa niiden osalta vastaamaan tulevia päästövähennyksiä (Suomen kansallinen ilmastopolitiikka 2021). Hiilijalanjäljen laskennalla yritys voi vastata myös pohjoismaiden markkinoiden vähähiiliseen rakentamisen tarpeeseen (Kuitunen 2022).

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuotantomäärällisellä prosessianalyysiperusteisella, kaikki osa-alueet huomioivalla, hiilijalanjäljen laskennalla saavutettiin työn tavoitteet erinomaisesti. Timberwise Oy on tehnyt ympäristöajattelullaan oikeasuuntaista työtä käyttäessään mahdollisimman paljon kotimaisia, sertifioituja ja mahdollisimman ym-

päristöystävällisiä raaka-aineita. Toiminnot vaikuttavat hiilijalanjäljen suuruuteen selkeästi ja päästövähennykset ovat mahdollisia kiinnittämällä huomiota ostetun energian tuotantomuotoon. Snöhettä parketti on hyvin ilmastoystävällinen tuote, sillä sen kokonaishiilijalanjälki painoyksikköä kohti oli vain 0,56 kg CO₂e/kg ja se on -0,37 kg CO₂e/kg vähemmän kuin vastaava tuote. Tuotettua yksikköä kohti laskettuna hiilijalan merkittävyys korostuu, Scheucerin hiilijalanjäljen ollessa 6,98 kg CO₂e/m² ja Snöhettan 5,32 kg CO₂e/m². 100 m²:n lattiapinta-alassa saavutettu kasvihuonekaasupäästö vähennys verrattavaan parkettituotteeseen on 166 kg CO₂e ja laminaattiin verrattaessa vähennys kasvihuonekaasupäästöissä on jo 1441 kg hiilidioksidiekvivalenttia.

Snöhettan käyttäminen auttaa asiakkaita Suomessa ja maailmalla kohti pienempiä kasvihuonekaasupäästöjä ja hiilineutraaliutta. Parketin käyttäminen on asiakkaalle selkeä ilmastohyöty. Snöhettan hiilikädenjälki painoyksikköä kohti oli -2,43 kg CO₂e/kg, joka oli noin 1 kg:n suurempi kuin verrannollisella Scheucerin parkettituotteella. Snöhettä parketti auttaa asiakkaita päästövähennysten toteuttamisessa parketin ollessa hyvin ekologinen tuote 76 %:n kotimaisuusasteeltaan ja korkealla 96 %:n uusiutuvien materiaalien osuudella. Tuotteen pääraaka-aineena puu sitoo hiiltä koko kasvun ajan ja laskennallisen sitoutuneen hiilen määrä onkin noin puolet tuotteen kokonaispainosta ja laskennallista hiilidioksidia on 14,06 kg CO₂/m².

Yrityksen, joka haluaa toimia kestävästi, on hyvä käyttää aikaa ideointiin ja innovoida vihreämpää tuotantoa ja uutta toimintaa. Kestävän ajattelun myötä lain tuomat tiukatkin päästövaatimukset on helpompi hyväksyä ja silloin kehittäminen toimii voimavarana. Toiminnan olisi hyvä olla hyvin ympäristöjohdettua ja ensimmäisinä askelina olisi hyvä ottaa SFS-EN ISO 14040:2006 ja SFS-EN ISO 14044:2006 järjestelmät käyttöön. Laskennalla saadulla tiedolla on hyvä jatkaa yrityksen ympäristöystävällisyyden kehittämistä kohti hiilineutraaliutta. Jos laskenta suoritettaisiin myös muille tuotteille ja raaka-aineille, niin jälleenmyyjille ja kuluttajille olisi mahdollista kehittää laskuri, jolla he voisivat laskea valitsemansa parkettituotteen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen jo suunnitteluvaiheessa.

Jatkotutkimusehdotuksena parkettituotteen jalostusarvon hyödyntäminen voisi olla vaihtoehtona parketin ympäristövaikutusten vähentämiselle. Käytöstä

poistettua parkettia olisi teknisesti mahdollista ottaa uudelleen käyttöön tehdaskunnostuksella, jolloin säilytettäisiin tuotteen jalostusarvo mahdollisimman pitkään. Tehdaskunnostuksessa tuote säilyy yksittäisenä lankkuna, jolloin sen asennettavuus säilyy. Kunnostusprosessissa tulee kuljetus- ja tuotantopäästöjä, mutta neitseellistä raaka-ainetta tarvitsee käyttää vähemmän ja siten vähenee alkutuotannosta aiheutuvia päästöjä. Kunnostuksen aiheuttamat kulut ja päästöt tulisi laskea, jotta toimenpiteen järkevyyttä voisi harkita.

Nykyisen ympäristöajattelun myötä on kehittynyt uusi jakamistalouden ajattelutapa, jossa tavaroiden ja palveluiden käyttäminen on tärkeämpää kuin niiden omistaminen. Pontillinen parketti voidaan asentaa useampaan kertaan ja parkettia voidaan kunnostaa hiomalla ja pintakäsittelemällä uudestaan. Jatkotutkimusehdotuksena parkettilattian vuokraamista leasing- tavalla voisi harkita. Parkettia voisi vuokrata tahoille, joiden arvomaailmana on laatu ja ympäristöajattelu. Leasing lattialla voi tehdä ympäristöystävällisemmän valinnan lattiapinnoitteeksi myös määräajaksi asennettaviin kohteisiin. Parkettia voisi kunnostaa tehtaalla määräajoin tai sopimuksen päättyessä uudestaan käyttöön. Käyttökelvottomaksi kuluneet parketit voitaisiin toimittaa energian tuotantoon ja kunnostetut tuotteet palauttaa takaisin vuokraukseen.

LÄHTEET

A Corporate Accounting and Reporting Standard s.a. The Greenhouse Gas Protocol. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf> [viitattu 10.3.2022].

Alakangas, E. Hurskainen, M. Laatikainen- Luntama, J. & Korhonen, J. 2016. Suomessa käytettyjen polttoaineiden ominaisuuksia. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2016/T258.pdf> [viitattu 20.4.2022].

Carbon handprint guide. 2021. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/publications/2021/Carbon_handprint_guide_2021.pdf [viitattu 10.3.2022].

Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change. 2022. The Intergovernmental Panel on Climate Change. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf [viitattu 6.4.2022].

DIN EN 16449. 2014. Calculation of the biogenic carbon content of wood and conversion to carbon dioxide.

Ecological Footprint s.a. Global Footprint Network. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/> [viitattu 11.4.2022].

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/35/EY.

Euroopan unionin ilmastopolitiikka. 2021. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka> [viitattu 22.2.2022].

Eurooppalainen ilmastolaki (EU) 2021/1119.

Generic data for parquet flooring. 2020. Suomen ympäristökeskus SYKE. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.co2data.fi/reports/Supplementary-parquet-flooring.pdf> [viitattu 10.3.2022].

Global Warming of 1.5°C. 2018. The Intergovernmental Panel on Climate Change. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/> [viitattu 31.3.2022].

Groumpos, P.P. 2021. Critical Historical and Scientific Overview of all Industrial Revolutions. *IFAC PapersOnLine* 54–13, 464–471. Verkkolehti. <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 1.4.2022].

HE 27/2022. Hallituksen esitys eduskunnalle ilmastolaiksi.

Hamberg, L., Henttonen, H. & Tuomainen, T. 2016. Puusta valmistettujen tuotteiden hiilivaraston muutoksen laskenta kasvihuonekaasuinventaariossa:

Menetelmäkehitys Suomen kasvihuonekaasuinventaarioon. Luonnonvarakeskus Luke. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-340-6> [viitattu 22.2.2022].

Ilmastolaki 609/2015.

Ilmastolain uudistus. 2021. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/ilmastolain-uudistus> [viitattu 22.2.2022].

ISO 14001 Family s.a. International Organization for Standardization. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html> [viitattu 7.4.2022].

ISO 14060 Family s.a. Blue carbon projects. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://bluecarbonprojects.org/faq-items/iso-14060-family/> [viitattu 11.4.2022].

Kansainvälinen ilmastopolitiikka. 2021. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/kansainvalinen-ilmastopolitiikka> [22.2.2022].

Kaunis ja kestävä lattia. 2019. Rakennustutkimus RTS Oy ja Rakentajan Tiepalvelu RTI Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/lattiat/lattiavalinta> [viitattu 10.3.2022].

Kotitalouksien kulutuksella on merkittävä ilmastovaikutus. 2021. Suomen ympäristökeskus Syke. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/28259fe8-7b5e-4806-8ab6-7c06739ef5cc/kotitalouksien-kulutuksella-on-merkittava-ilmastovaikutus.html> [viitattu 22.2.2022].

Kuitunen, M. 2022. Tulevaisuuden puurakentaminen webinaari 22.2.2022. Ympäristöministeriö. Biotalous Yrityskiihdyttämö- hanke.

Kulovesi, K., Honkonen, T., Ollikainen, M., Weaver, S., Seppälä, J., Savolainen, H., Sironen, S., Soimakallio, S., Järvelä, M. & Turunen, A. s.a. Kohti ilmastokestävää maailmaa ja Suomea – päästöjen vähentämisen perspektiivit ja toimijat. Suomen ilmastopaneeli. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/10/Ilmastopaneeli_Policy-Brief_Kohti-ilmastokest%C3%A4v%C3%A4-maailmaa-ja-Suomea-%E2%80%93-p%C3%A4st%C3%B6jen-v%C3%A4hent%C3%A4misen-perspektiivit-ja-toimijat_FINAL.pdf [viitattu 1.4.2022].

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Maankäyttö- ja rakennuslaki uudistuu. 2022. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://mrluudistus.fi/kysymyksia-ja-vastauksia/> [viitattu 22.2.2022].

Martinez, S., Marchamalo, M. & Alvarez, S. 2018. Organization environmental footprint applying a multi-regional input-output analysis: A case study of a wood parquet company in Spain. *Science of the Total Environment* 618, 7–14. Verkkolehti. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.306> [viitattu 24.3.2022].

Metsien kestävän hoidon ja käytön vaatimukset. 2022. PEFC Suomi – Suomen Metsäsertifiointi ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://pefc.fi/wp-content/uploads/2022/02/PEFC-FI-1002_2022-SUO-20220216.pdf [viitattu 22.2.2022].

MRL- rakenneuudistus. 2022. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/hankesivu?tunnus=YM014:00/2018> [viitattu 17.3.2022].

Nissinen, A., Savolainen, H. 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. Suomen ympäristökeskus. 31. <http://hdl.handle.net/10138/300737> [viitattu 10.3.2022].

N:o 13. 1997. Oikeusministeriö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/pdf/sdliite/sops/4566.pdf> [viitattu 11.4.2022].

OECD, Recommendation of the Council on Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies. 2022. OECD Legal Instruments. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/4/4.en.pdf> [viitattu 12.4.2022].

OpenCO2- päästötietokanta s.a. OpenCo2.net. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.openco2.net/fi/hae-paastokertoimia> [viitattu 13.2.2022].

Paris agreement. 2015. United Nation. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf [viitattu 1.4.2022].

Practical Guide for Calculating Greenhouse Gas (GHG) Emissions. 2019. Oficina Catalana del Canvi Climàtic. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://canvi climatic.gencat.cat/web/.content/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/190301_Practical-guide-calculating-GHG-emissions_OCCC.pdf [viitattu 11.4.2022].

Puulajit ja lajitelmat s.a. Timberwise Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://timberwise.fi/wp-content/uploads/2020/01/Timberwise-lajitelmat.pdf> [viitattu 19.4.2022].

Puurakentamisen ohjelma. 2021. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/puurakentaminen> [viitattu 22.2.2022].

Rautio, K. 2007. Suomen teollisuustuotannon kasvun vuodet. Tilastokeskus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tup/suomi90/toukokuu.html> [viitattu 31.3.2022].

Rees, W. & Wackernagel, M. 1996. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable—And why they are a key to sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*. 16, 4 – 6, 223 – 248. Verkkolehti. Saatavissa: [https://doi-org.ezproxy.xamk.fi/10.1016/S0195-9255\(96\)00022-4](https://doi-org.ezproxy.xamk.fi/10.1016/S0195-9255(96)00022-4) [viitattu 8.4.2022].

RT 18-10922. 2008. Rakennustieto. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot.

SFS-EN ISO 9001. 2015. Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset.

SFS-EN ISO 14001. 2015. Ympäristöjärjestelmät. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita.

SFS-EN ISO 14004. 2016. Ympäristöjärjestelmät. Yleisiä toteuttamisohjeita.

SFS-EN ISO 14026. 2018. Ympäristömerkit ja -selosteet. Jalanjälkiviestinnän periaatteet, vaatimukset ja ohjeet.

SFS-EN ISO 14040:2006 + A1:2020. 2020. Ympäristöasioiden hallinta. Elin-kaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.

SFS-EN ISO 14044:2006 + A1:2018. 2018. Ympäristöasioiden hallinta. Elin-kaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.

SFS-EN ISO 14064: 2019. Greenhouse gases. Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removal.

SFS-EN ISO 14064: 2019. Greenhouse gases. Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements.

SFS-EN ISO 14064: 2019. Greenhouse gases. Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements.

SFS-EN ISO 14067. 2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet.

Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. 2021. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka> [viitattu 22.2.2022].

Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. 2017. Bionova Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf/1f3642e1-5d58-8265-40c1-337deeab782d/Tiekartta-rakennuksen-elinkaaren-hiilijalanjaljen-huomioonottamiseksi-rakentamisen-ohjauksessa-4B3172BC_4F20_43AB_AA62_A09DA890AE6D-129197.pdf?t=1603260760602 [viitattu 17.3.2022].

Tieliikenne: tavaraliikenne s.a. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/tavara_tie.htm [viitattu 13.3.2022].

Tuotetakuu. 2022. Timberwise Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://timberwise.fi/wp-content/uploads/2022/02/Timberwise_Tuotetakuu_2022-2.pdf [viitattu 17.04.2022].

Tuotteet s.a. Timberwise Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://timberwise.fi/tuotteet/?> [viitattu 19.4.2022].

Umwelt-productdeklaration. 2020. Scheucher Holzindustrie GmbH. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.oekobaudat.de/OEKOBAU.DAT/re-source/sources/e0e4c4af-d844-4c7b-a4cf-8d31f21cc81e/Scheucher_Parkett_Mehrschichtparkett.pdf?version=00.01.000 [viitattu 12.3.2022].

Vapaaehtoiset päästökompensaatiot. s.a. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/vapaaehtoiset-paastokompensaatiot> [viitattu 10.04.2022].

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713.

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

Haastattelu

Laukkanen, J. 2022. Tuotantopäällikkö. Haastattelu 24.2.2022. Timberwise Oy.

Varis, A. 2022. Vastuullisuus- ja kehityspäällikkö. Haastattelu 19.4.2022. Timberwise Oy.

Sähköposti

Ahopelto, J. 2022. Laatukoordinaattori. Sähköpostiviesti. 4.2.2022. Suomen Kaukokiito Oy.

Hiilijalanjälkilaskennassa käytetyt kaavat

Tuotteen pinta-ala (m²):

$$A = a \cdot b \quad (1)$$

jossa	A	pinta-ala	[m ²]
	a	parketin pituus	[m]
	b	parketin leveys	[m]

Lankkujen määrä / m²:

$$x = \frac{1}{A} \quad (2)$$

jossa	x	lukumäärä	[kpl/m ²]
	1	tuotettu yksikkö	[m ²]
	A	pinta-ala	[m ²]

Snöhettan prosenttiosuus tuotannosta:

$$\% = \frac{A_x}{A} \cdot tot \quad (3)$$

jossa	tot	Snöhettan osuus kokonaistuotannosta	[%]
	A _x	vuodessa valmistetut Snöhettan parkettineliöt	[m ²]
	A	vuodessa valmistetut parkettineliöt	[m ²]

Materiaalin päästöt painoyksikköä kohti (kg CO₂e/kg):

$$HJ_x = m \cdot PK \quad (4)$$

jossa	HJ _x	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	m	materiaalin massa	[kg]
	PK	materiaalin päästökerroin	[kg CO ₂ e/kg]

Materiaalin päästöt tuotettua yksikköä kohti:

$$HJ = A \cdot PK \quad (5)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	A	materiaalin pinta-ala	[m ²]
	PK	materiaalin päästökerroin	[kg CO ₂ e/m ²]

Polttoaineiden lämpöteho tilavuusyksiköstä energiayksiköksi:

$$E = V \cdot W \quad (6)$$

jossa	E	polttoaineen sisältämä energia	[MJ]
-------	---	--------------------------------	------

V	kulutus	Liite 1/2
W	tehollinen lämpöarvo	[l] [MJ/l]

Oma tuotettu lämmitysenergia:

$$E = V \cdot P \quad (7)$$

jossa	E	purulla tuotettu energia	[MWh]
	V	käytetyn ylijäämäpurun määrä	[i-m ³]
	P	energiatiheys	[MWh/i-m ³]

Oma tuotettu sähköenergia:

$$E = x \cdot P \quad (8)$$

jossa	E	aurinkopaneeleilla tuotettu energia	[MWh]
	x	aurinkopaneelien määrä	[kpl]
	P	paneelin teho	[MWh]

Päästölähteiden ilmastomuutosvaikutuksen peruskaava:

$$HJ_x = m \cdot PK \quad (9)$$

jossa	HJ _x	hiilijalanjälki	Liite 1/3 [kg CO ₂ e/kg]
	m	massa	[kg]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/kg]

Tehtaan energiankulutuksen hiilijalanjälki vuodessa:

$$HJ_a = P \cdot PK \quad (10)$$

jossa	HJ _a	hiilijalanjälki [kg CO ₂ e/kWh/a]	
	P	vuodessa kulutettu sähkö	[kWh/a]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/kWh]

Tehtaan energiankulutuksen hiilijalanjälki per valmistettu parkettineliö:

$$HJ = \frac{HJ_a}{A} \quad (11)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ _a	sähkönkulutuksen hiilijalanjälki/vuosi	[kg CO ₂ e/kWh/a]
	A	vuodessa valmistetut parkettineliöt	[m ²]

Snöhettan energiankulutuksen hiilijalanjälki per tuotettu yksikkö:

$$HJ = P \cdot \% \quad (12)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki per tuotettu m ²	[kg CO ₂ e/m ²]
	P	energiankulutuksen hiilijalanjälki per valmistettu parkettineliö	[kg CO ₂ e/m ²]
	%	Snöhettan prosenttiosuus tuotannosta	[%]

Tehtaan energiankulutuksen hiilijalanjälki per valmistettu Snöhettan parkettikilo:

$$HJ_x = HJ \cdot m \quad (13)$$

jossa	HJ _x	hiilijalanjälki per painoyksikkö	[kg CO ₂ e/kg]
	HJ	hiilijalanjälki per Snöhettan tuotettu m ²	[kg CO ₂ e/m ²]
	m	parkettineliön paino	[kg]

Tehtaan vedenkulutuksen hiilijalanjälki vuodessa:

$$HJ_a = V \cdot PK \quad (14)$$

jossa	HJ _a	tehtaan hiilijalanjälki vuodessa	[kg CO ₂ e/a]
	V	vuodessa kulutettu vesi	[m ³ /a]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/m ³]

Tehtaan vedenkulutuksen hiilijalanjälki per valmistettu parkettineliö:

$$HJ_t = \frac{HJ_x}{A} \quad (15)$$

jossa	HJ _t	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ _x	vuoden vedenkulutuksen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/a]
	A	vuodessa valmistetut parkettineliöt	[m ²]

Snöhettan vedenkulutuksen hiilijalanjälki per tuotettu yksikkö:

$$HJ = HJ_t \cdot \% \quad (16)$$

jossa	HJ	Snöhettan vedenkulutuksen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ _t	vedenkulutuksen hiilijalanjälki per valmistettu parkettineliö	[kg CO ₂ e/m ²]
	%	Snöhettan prosenttiosuus tuotannosta	[%]

Tehtaan vedenkulutuksen hiilijalanjälki per Snöhettan parkettikilo:

$$HJ_x = HJ \cdot m \quad (17)$$

jossa	HJ _x	Snöhettan vedenkulutuksen hiilijalanjälki [kg	
	CO ₂ e/kg]		
	HJ	Snöhettan vedenkulutuksen hiilijalanjälki per m ² [kg	
	CO ₂ e/m ²]		
	m	parkettineliön paino	[kg]

Raaka-aineiden tarve vuosikulutukseen:

$$m_a = A_x \cdot m \quad (18)$$

jossa	m _a	raaka-aineen tarve	[kg/a]
	A _x	vuodessa valmistetut Snöhettan parkettineliöt	
	[m ² /a]		
	m	Neliöpaino valmistuksessa (kg/m ²)	[kg/m ²]

Kuljetusten hiilijalanjälki:

$$HJ_s = s \cdot PK \quad (19)$$

jossa	HJ _s	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/tkm]
	s	ajetut kilometrit	[tkm]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/tkm]

Kuljetusten hiilijalanjälki Snöhettan tuotannollista yksikköä kohti:

$$HJ_x = HJ_s \cdot PK \quad (20)$$

jossa	HJ _x	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	HJ _s	kuljetuksen kokonaishiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/tkm]
	x	raaka-aineiden tarve	[kg/a]

Suomen Kaukokiito Oy:n kuljetusten hiilijalanjälki, Snöhettan osuus:

$$HJ = HJ_x \cdot \% \quad (21)$$

jossa	HJ	Snöhettan hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e]
	HJ _x	kuljetuksen kokonaishiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/tkm]
	%	Snöhettan osuus kokonaistuotannosta [%/a]	

Jättemateriaalien kierrätyksen päästöt:

$$HJ = m \cdot PK \quad (22)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	m	materiaalin kokonaispaino	[kg]
	PK	päästökerroin	[kg CO ₂ e/kg]

Jätemateriaalin kierrätyksen hiilijalanjälki, Snöhettan osuus:

$$HJ = HJ_x \cdot \% \quad (23)$$

jossa	HJ	Snöhettan hiilijalanjälki	[kg CO2e]
	HJ_x	jätemateriaalin hiilijalanjälki	[kg CO2e/kg]
	%	Snöhettan osuus kokonaistuotannosta	[%/a]

Polttoaineiden lämpöteho tilavuusyksiköstä energiayksiköksi:

$$E = V \cdot W \quad (24)$$

jossa	E	polttoaineen sisältämä energia	[MJ]
	V	kulutus	[l]
	W	tehollinen lämpöarvo	[MJ/l]

Tehtaan polttoaineiden päästöt:

$$HJ_e = E \cdot PK \quad (25)$$

jossa	HJ_e	polttoaineen päästöt	[kg CO2e/MJ]
	E	polttoaineen energiasisältö	[MJ]
	PK	polttoaineen päästökerroin	[kg CO2e/MJ]

Polttoaineen hiilijalanjälki per tuotettu Snöhetta m²:

$$HJ = HJ_e \cdot \% \quad (26)$$

jossa	HJ	polttoaineen hiilijalanjälki per m ²	[kg CO2e/m ²]
	HJ_e	tehtaan polttoaineen päästöt	[kg CO2e/MJ]
	%	Snöhettan prosenttiosuus tuotannosta	[%]

Tehtaan polttoaineen hiilijalanjälki per valmistettu Snöhettan parkettikilo:

$$HJ_x = HJ \cdot m \quad (27)$$

jossa	HJ_x	Snöhettan hiilijalanjälki per painokilo	[kg CO2e/kg]
	HJ	polttoaineen hiilijalanjälki per Snöhetta m ²	[kg CO2e/m ²]
	CO2e/m^2		
	m	parkettineliön paino	[kg]

Huoltamisen päästöt:

$$HJ = \frac{P \cdot PK}{h} \quad (28)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki	[kg CO2e/m ²]
	P	energian kulutus	[kWh/h]

PK	sähkön keskimääräinen päästökerroin [kg
CO ₂ e/kWh]	
h	keskimääräinen kuluttajan hioma ala tunnissa
[m ² /h]	

Käytön aikaiset päästöt painoyksikköä kohti:

$$HJ_x = \frac{P \cdot PK}{h} \quad (29)$$

jossa	HJ _x	käytön aikainen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	P	energian kulutus	[kWh/h]
	PK	sähkön keskimääräinen päästökerroin [kg	
	CO ₂ e/kWh]		
	h	keskimääräinen kuluttajan hioma ala tunnissa	
	[m ² /h]		

Käytönaikaiset päästöt tuotettua yksikköä kohti:

$$HJ = \frac{HJ_x}{m} \quad (30)$$

jossa	HJ	hiilijalanjälki per tuotettu yksikkö	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ _x	Käytön aikaiset päästöt painoyksikköä kohti	[kg
	CO ₂ e/kg]		
	m	parkettineliön paino	[kg]

Loppukäyttö (polttaminen) tuotettua yksikköä kohti:

$$HJ = m \cdot PK \quad (31)$$

jossa	HJ	polttamisen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	m	parkettineliön paino	[kg]
	PK	purkupuun poltto päästökerroin	[kg CO ₂ e/kg]

Loppukäyttö (polttaminen) painoyksikköä kohti:

$$HJ_x = HJ/m \quad (32)$$

jossa	HJ _x	polttamisen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	HJ	polttamisen hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	m	parkettineliön paino	[kg]

Kotimaisuusprosentti valmiissa tuotteessa:

$$FIN = \frac{m_{kpl}}{m} \cdot 100 \% \quad (33)$$

jossa	FIN	kotimaisuusaste tuotteessa	[%/m ²]
	m _{kpl}	kotimaisten raaka-aineiden paino yhteensä	[kg/m ²]

m parketin kokonaispaino [kg/m²]

Uusiutuvien materiaalien prosenttiosuus tuotteessa:

$$\% / m^2 = \frac{x_m}{m} \cdot 100\% \quad (34)$$

jossa	REC	uusiutuvien materiaalien osuus	[%/m ²]
	x_m	kotimaisten raaka-aineiden paino yhteensä	[kg/m ²]
	m	parketin kokonaispaino	[kg/m ²]

Laminaatin hiilijalanjälki per tuotettu yksikkö:

$$HJ = \frac{HJ_x}{m} \quad (35)$$

jossa	HJ	laminaatin hiilijalanjälki per m ²	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ_x	laminaatin hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	m	laminaatin paino	[kg]

Hiilikädenjälki per painoyksikkö:

$$HK = HJ_x - HJ_l \quad (36)$$

jossa	HK	hiilikädenjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	HJ_x	Snöhettan kokonaishiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]
	HJ_l	laminaatin hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/kg]

Hiilikädenjälki per tuotettu yksikkö:

$$HK = HJ_x - HJ_l \quad (37)$$

jossa	HK	hiilikädenjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ_x	Snöhettan kokonaishiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]
	HJ_l	laminaatin hiilijalanjälki	[kg CO ₂ e/m ²]

Varastoituneen hiilen (C) määrä per m³:

$$Cm = 0,5 \cdot \rho \quad (38)$$

jossa	Cm	sitoutuneen hiilen määrä	[kg C/kg]
	0,5	kirjallisuusarvo sitoutunut hiili määrä	[50%/m ³]
	ρ	puun tiheys tietyssä kosteusprosentissa	[kg/m ³]

Varastoituneen hiilen (C) määrä per m²:

$$Cm^2 = \frac{C_m}{\rho/m} \quad (39)$$

jossa	Cm ²	varastoituneen hiilen määrä	[C/m ²]
	Cm	hiilen määrä	[kg C/m ³]
	ρ	puun tiheys	[kg/m ³]
	m	paino valmiissa tuotteessa	[kg]

Varastoituneen hiilen (C) määrä per kg:

$$Cm_k = \frac{Cm^2}{m} \quad (40)$$

jossa	Cm _k	varastoituneen hiilen määrä	[kg C/kg]
	Cm ²	varastoituneen hiilen määrä per m ²	[kg CO ₂ /m ²]
	m	parketin kokonaispaino	[kg/m ²]

Varastoituneen hiilidioksidin (CO₂) määrä per m³:

$$CO_m = \left(\frac{3,67}{2} \right) \cdot \frac{\rho \cdot V}{1 + RH/100} \quad (41)$$

jossa	CO _m	varastoituneen hiilidioksidin määrä	[kg CO ₂ /m ³]
	ρ	puun tiheys tietyssä kosteusprosentissa	
	[kg/m ³]		
	V	puun tilavuus tietyssä kosteusprosentissa	[m ³]
	RH	puun kosteusprosentti tietyssä prosentissa	[%]

Varastoituneen hiilidioksidin (CO₂) määrä per m²:

$$COm^2 = \frac{CO_m}{\rho/m} \quad (42)$$

jossa	COm ²	varastoituneen hiilidioksidin määrä	[kg CO ₂ /m ²]
	CO _m	hiilidioksidin määrä	[kg CO ₂ /m ³]
	ρ	puun tiheys	[kg/m ³]
	m	paino valmiissa tuotteessa	[kg]

Varastoituneen hiilidioksidin (CO₂) määrä per kg:

$$COm_k = \frac{COm^2}{m} \quad (43)$$

jossa	COm _k	varastoituneen hiilidioksidin määrä	[kg CO ₂ /kg]
	COm ²	Varastoituneen hiilidioksidin määrä per m ²	[kg]
	CO ₂ /m ²]		
	m	parketin kokonaispaino	[kg/m ²]

SNÖHETTAN HIILIJALANJÄLJEN SELVITYSRAPORTTI

Timberwise Oy
Juvantie 222
32201 LOIMAA
Puhelin: 02-7636420
info@timberwise.fi

2022

Timberwise

F L O O R F O R L I F E

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	3
2	LASKENNASSA KÄYTETYT TIEDOT JA PÄÄSTÖKERTOIMET	3
2.1	Laskennan menetelmät	4
2.3	Tulokset.....	5
2.3.1	Osa-alue 1	5
2.3.2	Osa-alue 2	6
2.3.3	Osa-alue 3	6
2.4	Laskentaan valitut tiedot.....	6
3	HIILIKÄDENJÄLKI	7
4	HIILIVARASTO.....	8
5	LASKENNAN LUOTETTAVUUS	8
6	VERTAILU	9
	LÄHTEET	10

Liite 1. Laskennassa käytetyt päästökertoimet

1 JOHDANTO

Tässä raportissa esitellään Suomalaisen parkettivalmistaja Timberwise Oy:n Loimaan tehtaalla valmistetun Snöhetta parkettituotteen hiilijalanjäljen laske-
minen, laskennassa käytetyt päästölähteet ja tulokset.

Hiilijalanjäljen laskenta tehtiin SFS-EN ISO 14067:2018 standardin mukaisesti ja sitä käsiteltiin GHG-protokollan mukaisissa osa-alueissa. Päästöt laskettiin koko tuotteen elinkaaren ajalta materiaalien alkuaajoista ja tuotannossa valmis-
tamisesta tuotteen hävittämiseen saakka. Näin ilmastovaikutukset huomioitiin mahdollisimman kattavasti.

Laskennassa tarvittavat tiedot kokosi ja laskennan toteutti insinööri AMK opin-
näytetyönä Marja Lupsakko.

2 LASKENNASSA KÄYTETYT TIEDOT JA PÄÄSTÖKERTOIMET

Snöhetta 185 mm x 2180 mm lankkuparketti on massiivipuuta ja sen valmis-
tukseen käytetään kolmea puulajia; kuusi, koivu ja tammi. Valmistuksessa
käytetään ainoastaan kestävästä metsätaloudesta hankittua PEFC tai FSC-
sertifioitua puuta ja valmistuksessa käytettävät liimat ja öljyt ovat mahdollisim-
man ympäristöystävällisiä ja lähellä tuotettuja. Tuotteen raaka-aineista 76 %
on kotimaisia raaka-aineita. Valmis tuote suojataan aaltopahvilla ja pakataan
muovipakkaukseen kuljetusvahinkojen estämiseksi.

Parketti joko harjataan tai pintahiotaan ja se pintakäsitellään öljyvahalla tai
lakkaamalla. Lisätietoa valmistuksesta tai teknisistä tiedoista saa valmistajalta
tai kotisivuilta: <https://timberwise.fi/tuote/snohetta/>

Materiaali	Painoprosentti valmiista tuot- teesta
Puu	> 96 %
Liimat	> 3 %
Öljyt	< 1 %

Hiilijalanjäljen laskennan tiedot kerättiin Loimaan tehtaalta vuoden 2021 todel-
listen kulutus- ja tuotantolukujen ja kirjanpidon perusteella. Laskennan toimin-
nallisena yksikkönä oli paino (kg) ja lattiatuotteissa yleisesti käytetty pinta-ala
(m²). Tulokset esitettiin kasvihuonekaasupäästöjen ja kasvihuonekaasupoistu-
mien summana, joka ilmoitettiin hiilidioksidiekvivalenttia painoyksikköä kohti;
CO₂e/kg ja hiilidioksidiekvivalenttina tuotettua yksikköä kohti; CO₂e/m².

Parkettituotteen viitekäyttöikä kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojak-
sot kortin mukaisesti rasituksesta riippuen on 10–40 vuotta (RT 18-10922:
2008). Parkettituote voidaan hioa vähintään kerran, jolloin sen käyttöikä pite-
nee ja voidaan päästä 40 vuoden käyttöikään.

Timberwise Oy antaa parketin rakenteelle ja pintakäsittelylle 10 vuoden takuun (Tuotetakuu 2022).

2.1 Laskennan menetelmät

Laskenta perustuu standardeihin ympäristöasioiden hallinnasta SFS-EN ISO 14040–44:2006 ja hiilijalanjäljen laskennasta SFS- EN ISO 14067: 2018. Päästöt ovat jaettu GHG-protokollan mukaisesti kolmeen eri päästökategoriaan, Scope 1, 2 ja 3, joista pakollisia päästökategorioita on 1 ja 2. Scope nimitystä käytetään tällä hetkellä paljon myös Suomessa, tässä työssä käytettiin nimitystä osa-alue 1, 2 ja 3.

Osa-alue 1 sisältää	päästöt tuotannosta ja pakkauksista.
Osa-alue 2 sisältää	tuotantoon ostetun sähköenergian päästöt.
Osa-alue 3 sisältää	jäte- ja vesihuollon, kuljetukset kaikissa vaiheissa, materiaalien hankinnan ja tuotteen huoltamisen ja loppukäytön päästöt. Laskennasta on jätetty pois työntekijöiden työmatkat.

Laskenta perustuu päästökertoimiin, joilla osoitetaan päästön suuruus tuotettua yksikköä kohti. Laskennassa käytettiin raaka-aineiden toimittajien päästökertoimia tuotteiden ympäristöselosteista, energian toimittajan antamaa päästökerrointa ja päästökertoimia ympäristövaikutusten arviointiin tarkoitetuista tietokannoista.

Laskennasta on rajattu pois yksittäisiä materiaaleja joko niiden vähäisen määrän vuoksi tai että niille ei ole saatavilla asianmukaista päästökerrointa. Materiaalien yhteismäärä kokonaistuotteessa on alle 4 %. Laskennasta on rajattu pois standardin SFS-EN ISO 14067:2018 mukaisesti liikematkustus ja työntekijöiden työmatkat puutteellisen tiedon vuoksi, sekä tuotteen sisältämien vähäisten materiaalien kuljetuksen päästöt on rajattu pois.

2.2 Tulokset

Tulokset ilmoitettiin yhdistetyssä muodossa siten, että osa-alueiden sisältöjen tulokset ilmoitettiin yhteistuloksena. Hiilijalanjäljen kokonaismäärä ilmoitettiin hiilidioksidiekvivalenttina, joka kuvaa oikeassa suhteessa eri kasvihuonekaasujen ilmastoon lämmittävää vaikutusta.

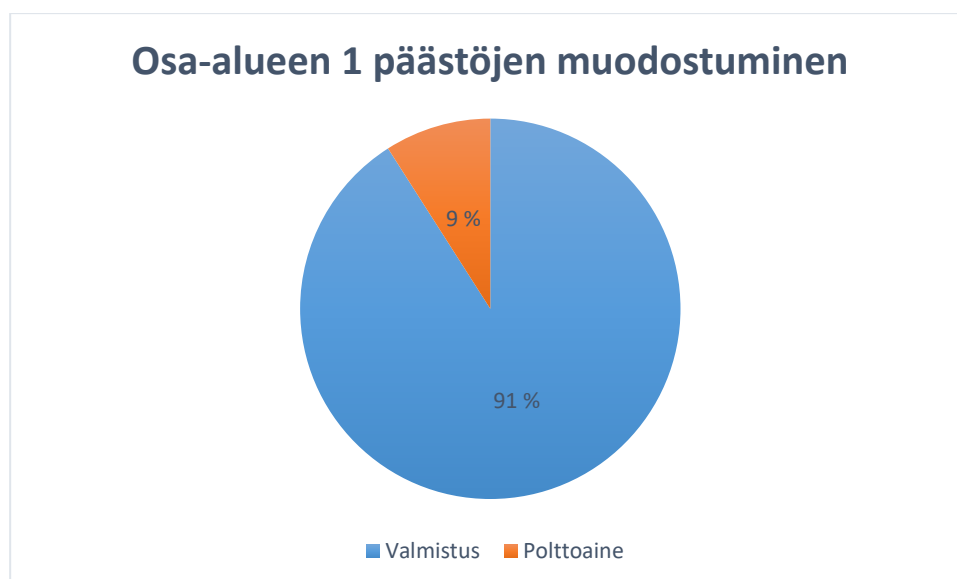
Taulukko 1. Snöhettan hiilijalanjäljen muodostuminen osa-alueittain.

Osa-alue	kg CO ₂ e/kg	kg CO ₂ e/m ²
Osa-alue 1	0,08	0,75
Osa-alue 2	0,29	2,73
Osa-alue 3	0,19	1,85
yhteensä	0,56	5,33

Snöhettä parketin kokonaishiilijalanjälki vuonna 2021 painoyksikköä kohti oli 0,56 kg CO₂e/kg tai tuotettua yksikköä kohti 5,32 kg CO₂e/m². Suurin osa tuotannonaikaisista päästöistä muodostui energiankulutuksesta. Loppukäytön päästöt muodostuivat pääosin parketin polttamisesta energiaksi puuhun varastoituneen hiilen vapautuessa takaisin kiertoon.

2.2.1 Osa-alue 1

Tehdas tuotti käytettävän lämmön omalla puulla omassa lämpölaitoksessa ja osan käyttösähköstä aurinkopaneeleilla. Uusiutuvan energian katsotaan olevan standardin mukaisesti päästötöntä. Kuvassa 1 esitetään osa-alueen 1 päästöjen muodostuminen.



Kuva 1. Osa-alueen 1 päästöistä 91 % muodostuu valmistuksesta ja 9 % polttoaineiden käytöstä.

2.2.2 Osa-alue 2

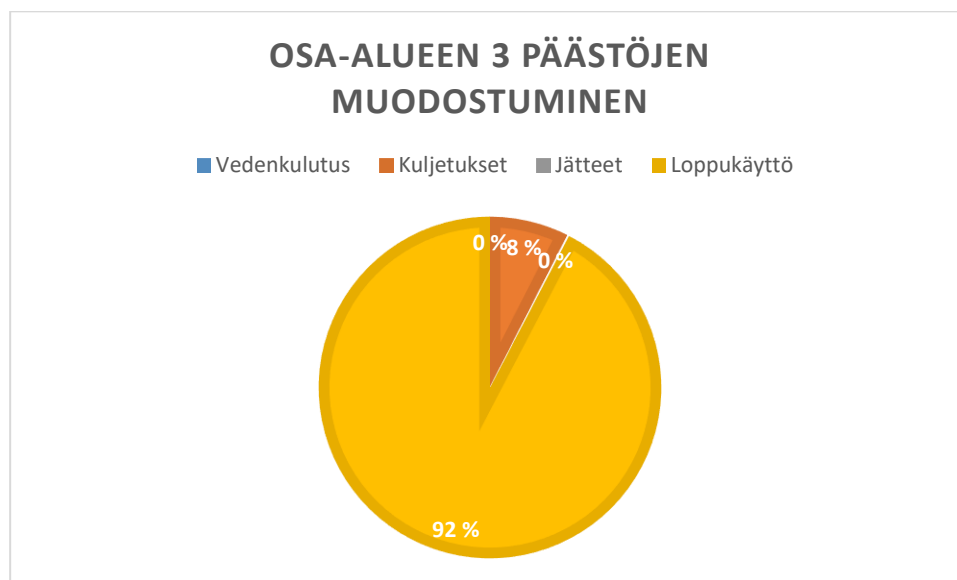
Laskennassa huomioitiin tehtaan kaikkien toimitilojen sähkönkulutus. Sähkön aiheuttamat päästöt laskettiin energiayhtiöltä saadun päästötiedon avulla.

2.2.3 Osa-alue 3

Laskennassa huomioitiin tehtaan toimitilojen vedenkulutus, jätteet, materiaalien hankinnan päästöt ja kuljetukset kuluttajalle saakka. Kuvassa 2 on esitetty osa-alueen 3 päästöjen jakautuminen eri päästölähteiden kesken.

Kuljetusten päästöt laskettiin raaka-ainetta toimittavalta tehtaalta Loimaan tehtaalle saakka ja tehtaalta kuluttajalle saakka todellisten toteutuneiden matkojen mukaisesti. Kuljetukset toteutuivat maantiekuljetuksina.

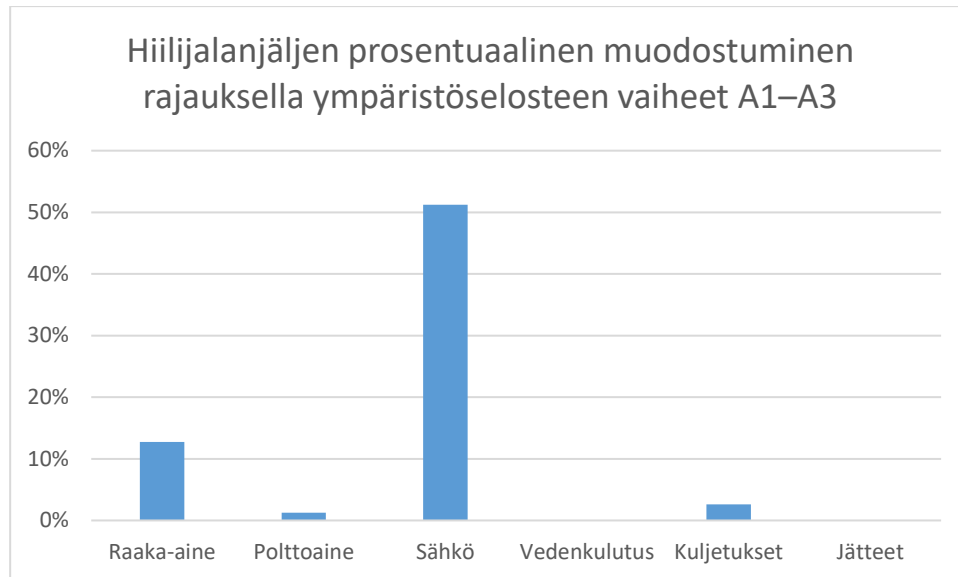
Parketin käytönaikaiset päästöt laskettiin 40 vuoden käyttöiän perusteella, jolloin tuote voidaan hioa kerran. Käytönaikaisia päästöjä aiheutuu asentamisessa laitettavasta alusmateriaalista ja energian kulutuksena huoltohiomässä ja pinnoittamisessa. Laskennassa huomioitiin myös elinkaaren lopun päästöt. Parketti voidaan käyttää energiana muiden puutuotteiden tavoin, jolloin sen päästöt muodostuvat kuljetuksesta energiajätteeksi ja puuhun sitoutuneen hiilen vapautumisesta takaisin ilmakehään. Kuvasta 2 voi nähdä, että osa-alueen 3 suurin päästölähde on loppukäyttö, jossa päästöt muodostuvat polttamisesta aiheutuvista päästöistä.



Kuva 2. Osa-alueen 3 päästöistä 92 % muodostuu loppukäytöstä ja noin 8 % kuljetuksista.

2.3 Laskentaan valitut tiedot

Useiden lattiapäällysteiden hiilijalanjälkeen ilmoitetaan ympäristöselosteen vaiheet A1–A3, jotka sisältävät valmistuksen, sähkönkulutuksen, polttoaineen, vedenkulutuksen, jätteiden ja kuljetusten päästöt. Snöhetta parkettituotteen päästöt ovat tällä rajauksella laskettuna 0,38 kg CO₂e/kg tai 3,62 kg CO₂e/m². Näin laskettuna hiilijalanjälkeä on mahdollisuus verrata muiden valmistajien tuotteisiin. (Kuva 3.)



Kuva 3. Toteutetulla rajauksella päästöistä yli 50 % muodostuu ostetusta sähköenergiasta.

3 HIILIKÄDENJÄLKI

Hiilikädenjäljellä kuvataan vältettyä hiilidioksidipäästöä valittaessa vähäpäästöisempi vaihtoehto. Hiilikädenjäljen laskenta on standardoitu menetelmä, joka perustuu hiilijalanjäljen laskentaan perustuvaan standardiin SFS-EN ISO 14067:2018. Hiilikädenjäljessä arvioidaan tuotteen myönteistä ympäristövaikutusta koko tuotteen elinkaaren aikana raaka-aineiden syntymisestä käytön päättymiseen saakka. Hiilikädenjäljen laskennassa Snöhetta parketin hiilijalanjälkeä verrattiin vastaavaan yleisesti käytössä olevan tuotteen hiilijalanjälkeen.

Laminaatti on ollut suosituin lattiamateriaali jo useita vuosia (Kaunis ja kestävä lattia 2019). Laminaatin hiilijalanjälki on 2,988 kg CO₂e/kg (Rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu 2019). Snöhetta parketin kokonaishiilijalanjälki on 0,56 kg CO₂e/kg. Käytettäessä kotimaista Snöhetta-parkettia laminaatin sijasta, kuluttajan hiilikädenjälki on -2,43 kg CO₂e/kg. Hyvälaatuisen laminaatin painaessa 6,6 kg / m² (Laminaatti OK 2022), sen hiilijalanjälki on 19,73 kg hiilidioksidiekvivalenttia / m². Snöhetta parketin kokonaishiilijalanjälki on 5,32 kg hiilidioksidiekvivalenttia / m².

Taulukko 2. Snöhettan hiilikädenjälki verrattaessa laminaattiin.

	kg CO ₂ e/kg	kg CO ₂ e/m ²
Laminaatti	2,99	19,73
Snöhetta	0,56	5,32
Hiilikädenjälki	-2,43	-14,40

100m² lattiapinta-alassa hiilikädenjäljeksi tulee yhteensä 1440 kg hiilidioksidiekvivalenttia. Keskivertosuomalainen aiheuttaa noin 11 000 kg hiilidioksidipäästöjä vuodessa (Nissinen ym 2019, 31), joten käyttämällä Snöhetta parkettia saa vähennettyä omaa yhden vuoden hiilijalanjälkeä noin 13 %.

4 HIILIVARASTO

Puu tarvitsee kasvaakseen hiilidioksidia, josta puuhun varastoituu kasvun aikana hiiltä ja se on varastoituneena koko valmistetun tuotteen eliniän. Tuotteeseen sitoutunut hiili vapautuu parketin elinkaaren lopussa polttamisessa takaisin ilmakehään. Sertifioitua puuta käytettäessä varmistetaan, että metsää hoidetaan ja käytetään kestävästi siten, että metsää ei kaadeta enempää kuin metsän kasvu on.

Tuotteeseen ilmakehästä sitoutuneen hiilen määrä laskettiin keskimääräisellä kuivan puun sisältämän hiilen kirjallisuusarvolla 50 % / m³. (Hamborg 2016). Hiilivaraston määrä tuotteessa voidaan esittää sekä hiilenä että hiilidioksidina.

Snöhetta parkettiin on varastoitunut hiiltä (C) painoyksikköä kohti 0,47 kg C/kg ja hiilidioksidia 1,48 CO₂/kg. Hiiltä (C) tuotettua yksikköä kohti 4,52 kg C/m² ja hiilidioksidia 14,06 CO₂/m².

5 LASKENNAN LUOTETTAVUUS

Aineisto kerättiin hyvin vertailukelpoiselta ajanjaksolta, joka vastaa tyypillistä toimintaa yrityksessä. Lähtötiedot kerättiin merkittävimmiltä raaka-aineiden toimittajilta ja yhteistyökumppaneilta mahdollisimman tarkasti. Laskennassa huomioitiin tuotteen koko elinkaaren aikaiset päästöt.

Hiilijalanjäljen vertailuarvon määrittäminen oli tarpeellista tehdä samoin rajauksin kuin useiden muiden lattiapäällysteiden, jotta tuotetta voi vertailla toisiin tuotteisiin. Vertailuarvossa huomioitiin valmistuksen, sähkönkulutuksen, polttoaineen, vedenkulutuksen, jätteiden ja kuljetusten päästöt. Hiilikädenjälkeen vaadittavan vertailuarvon määrittäminen tehtiin vertaamalla Snöhetta parkettia useina vuosina myydyimpään lattiamateriaaliin laminaattiin.

Laskennan tulokseksi saatiin tavoitteiden mukaiset, vertailukelpoiset tulokset Snöhetta parketin hiilijalan- ja kädenjäljestä ja hiilivarastosta.

6 VERTAILU

Vuonna 2020 Suomen ympäristökeskuksen toimeksiannosta Sara Tikka on kerännyt kolmen ulkomaalaisen parkettituotteen hiilijalanjäljet hiilijalanjälkiverailuun. Hiilijalanjälkien vertailussa on verrattu kolmea ulkomaalaista parkettituotetta. Snöhetta- parkettia lähin vastaava tuote on vertailun monikerroksinen parketti; Scheucher, EPD-SCP-20150324-IBC1-DE (Generic datafor parquet flooring 2020.)

Molemmat tuotteet on valmistettu kolmesta eri puukerroksesta. Scheucherin tuote on valmistettu kuusesta, männystä ja kovapuusta ja Snöhetta on valmistettu kuusesta, koivusta ja tammesta. Snöhetta on painavampi neliöpainoltaan, joka on 9,5 kg kun Scheucherin tuote painaa 7,5 kg. Paksuus molemmissa on sama 14 mm.

Taulukko 3. Vertailu vastaavalla rakenteella olevaan parkettituotteeseen.

	Scheucher	Timberwise Snöhetta
Hiilijalanjälki kg CO ₂ e/kg	(GWP) 0,93	0,53
Hiilikädenjälki kg CO ₂ e/kg	-1,6	- 2,43
Uusiutuvien materiaalien osuus	88 - 90 %	96 %
Toissijaisten materiaalien osuus	0 %	0 %
REACH listauksen mukaiset erityisen suurta huolta aiheuttavat aineet	< 0,1 %	0 %
Käytön päättyessä a. Uudelleenkäyttö b. Kierrätys c. Energiakäyttö d. Hävittäminen e. Hävittäminen, vaaralliset materiaalit	c. 100 %	c. 100 %
Viitekäyttöikä	40	40

LÄHTEET

A Corporate Accounting and Reporting Standard s.a. World resources institute. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Generic datafor parquet flooring. 2020. Suomen ympäristökeskus SYKE. <https://www.co2data.fi/reports/Supplementary-parquet-flooring.pdf>

Hamberg, L., Henttonen, H.M. & Tuomainen, T. 2106. Puusta valmistettujen tuotteiden hiilivaraston muutoksen laskenta kasvihuonekaasuinventaariossa. 18. https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/537716/luke-luobio_73_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kaunis ja kestävä lattia. 2019. Rakennustutkimus RTS Oy ja Rakentajan Tietopalvelu RTI Oy. <https://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/lattiat/lattia-valinta>

Laminaatti OK. 2022. K-rauta. <https://www.k-rauta.fi/tuote/laminaatti-ok-8-mm-kl32-tammi-vaalea-8575/4042456133594>

Nissinen, A. & Savolainen, H. 2019. Julkisten hankintojen ja kotitalouksien kulutuksen hiilijalanjälki ja luonnonvarojen käyttö. Suomen ympäristökeskus. 31. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/300737/SY-KEra_15_2019_korjattu_26_02_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

SFS-EN ISO 14067:2018

Tuotetakuu. 2022. Timberwise Oy. https://timberwise.fi/wp-content/uploads/2022/02/Timberwise_Tuotetakuu_2022-2.pdf

Laskennassa käytettyjen päästökertoimien lähteet

Taulukko 1. Laskennassa käytettyjen päästökertoimien lähteet

	Päästökertoimen lähde	Päästökertoimen ka- tegoria
Materiaalit		
Kuusi	UPM	
Koivu	Koskisen Oy	
Tammi	VTT ja Oekobaudat	
Polypropeeni	SYKE juhilas-laskuri	
Pakkaukset		
Aaltopahvi	Procarton	
Pakkausmuovi	Raniplast	
Energia		
Kulutettu sähköenergia	Energiayhtiö Sallila	Sähköntuotannon ener- gialähdejakauman mu- kaisesti
Tuotettu sähköenergia	ISO 14067 mukaisesti päästötöntä	
Tuotettu lämpöenergia	ISO 14067 mukaisesti päästötöntä	
Jätteet		
Sekajäte	OpenCO2- päästötieto- kanta	Yhdyskuntajäte / seka- jäte, Suomi
Muovijäte	OpenCO2- päästötieto- kanta	Muovijätteet, Suomi
Kuljetukset		
Materiaalien kuljetuk- set	Lipasto-tietokanta	Puoliperävaunuyhdis- telmä (60t/40t)
Tuotteiden kuljetukset	Kaukokiito	Puoliperävaunuyhdis- telmä (60t/40t)
Tuotteiden kuljetukset	Kaukokiito	Jakelukuorma-auto (15t/9t)
Tuotteen käyttö		
Asennusmuovi	VTT	
Huolto, hiominen	Motiva	
Loppukäyttö		
Kuljettaminen	Kaukokiito	Kuorma-auto
Poltto energiaksi	OpenCO2- päästötieto- kanta	Puujäte (purkupuu), poltto