



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

# **YRITYKSEN HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTÄMINEN STANDARDIEN AVULLA**

Roosa Rikkinen

TUOTANTOTALOUS

Kandidaatintyö

Toukokuu 2021

# TIIVISTELMÄ

Yrityksen hiilijalanjäljen määrittäminen standardien avulla

Roosa Rikkinen

Oulun yliopisto, Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2021, 30 s.

Työn ohjaajat yliopistolla: Pasi Rönkkö ja Tero Leppänen

Työssä käsitellään kirjallisuuskatsauksen avulla hiilijalanjälkeä terminä sekä sen laskentametodeja. Kirjallisuuskatsauksen avulla tutustutaan myös yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan kehitettyihin standardeihin, joista tarkemmin käsitellään PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol ja ISO 14067 -standardeja. Työssä vastataan mikä on hiilijalanjälki ja miten sen laskenta suoritetaan standardien mukaan sekä mitä hyötyä yritykselle on hiilijalanjäljen standardista. Työn tarkoituksena on tarjota erityisesti yrityksille tietoa hiilijalanjäljestä työkaluna ja siitä, miten tätä työkalua voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla.

Hiilijalanjälki on yksi työkaluista, joita yritys voi hyödyntää viestiessään sidosryhmilleen toimintansa, tuotteidensa tai palveluidensa ympäristöystävällisyydestä. Hiilijalanjälkeen liittyvässä kirjallisuudessa esiintyy paljon eroavaisuuksia niin termin määrittelyyn kuin sen laskentaankin liittyen. Vaarana onkin, että yritys käyttää sellaista hiilijalanjäljen määritelmää ja laskentatapaa, joka on yritykselle itselleen suotuisa, jolloin todellinen kilpailutilanne yritysten välillä vääristyy ja pahimmassa tapauksessa yritykset voivat hyödyntää hiilijalanjälkeä kuluttajien viherpesun välineenä. Hiilijalanjäljen laskennan standardit mahdollistavat hiilijalanjäljen tasavertaisen käytön yritysten välillä ja tulosten hyödyntämisen läpinäkyvästi.

Ilman standardeja tehtävä hiilijalanjälkilaskelma voi toimia suuntaa antavana tuloksena, mutta suuremman hyödyn yritykselle tarjoaa standardien mukainen hiilijalanjäljen laskenta. Yleisesti standardien mukainen hiilijalanjäljen selvitysprosessi sisältää laskennan valmistelun vaiheita, itse laskennan suorittamisen, saadun tuloksen arvioinnin sekä tuloksen raportoinnin. Standardien mukainen selvitysprosessi tarjoaa käytännön ohjeita hiilijalanjäljen laskentaan, jotka saadessaan yritys pystyy laskemaan

hiilijalanjälkensä ja selvittämään, mistä elementeistä se koostuu, jolloin yritys kykenee ryhtymään kehitystoimiin sen pienentämiseksi. Selvityksen tuloksena yritys pystyy viestimään oman hiilijalanjälkensä asiakkailleen ja muille sidosryhmilleen.

Standardienkaan mukainen hiilijalanjäljen laskenta ei tarjoa täysin vertailtavissa olevia tuloksia, mikäli laskennassa käytetään eri tietolähteitä tai muita muuttujia. Siispä hiilijalanjäljen saralla kehitettävää on yhtenäisen määritelmän luomisen lisäksi myös standardien jatkokehityksessä epävarmuustekijöiden minimoimiseksi.

*Asiasanat: hiilijalanjälki, PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol, ISO 14067*

# ABSTRACT

Standardized determination of company's carbon footprint

Roosa Rikkinen

University of Oulu, Industrial Engineering and Management

Bachelor's thesis 2021, 30 pp.

Supervisors at the university: Pasi Rönkkö ja Tero Leppänen

In this thesis, the term carbon footprint and its calculation methods are discussed by using literature review. The literature review also introduces the standards developed to calculate the carbon footprint of a company. The main standards are PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol and ISO 14067. In this thesis the research questions, what is a carbon footprint, how to calculate it by using standards and how do companies benefit from the carbon footprint standards, are answered. The goal of the thesis is to offer information especially for companies about carbon footprint as a tool and how this tool can be utilized the best possible way.

Carbon footprint is one of the tools that companies can use to communicate to their stakeholders about how environmentally sustainable their operations, products or services are. There are many differences in the literature related to carbon footprint, both in terms of the definition of the term and its calculation. Therefore, there is a risk that a company uses a definition and a calculation method that are favorable to the company itself. In that case the real competitive situation between companies would distort and in worst case companies could use carbon footprint as a tool to greenwash the consumers. Carbon footprinting standards enable the carbon footprint to be used fairly by companies and the transparency of the results.

The results of a non-standardized carbon footprinting can be used as indicative results, but standardized carbon footprinting offers a greater benefit for the company. In general, the standard carbon footprinting process includes the steps of preparing the calculation, performing the calculation itself, evaluating the results, and reporting the results. The standardized footprinting process provides practical guidelines for calculating the carbon footprint, which enables the company to calculate its carbon footprint and find out what

elements it consists of, enabling the company to take development measures to reduce it. As a result of the process, the company will be able to communicate its own carbon footprint to its customers and other stakeholders.

Even the calculation of the carbon footprint by using the standards does not provide fully comparable results if different data sources or other variables are used in the calculation. Therefore, in addition to creating a commonly used definition, also further development of the standards is needed to minimize differences in the results.

*Key words: carbon footprint, PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol, ISO 14067*

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	6
2 HIILIJALANJÄLKI KÄSITTEENÄ JA SEN LASKENNAN TEORIA .....	8
2.1 Hiilijalanjäljen määritelmä .....	8
2.2 Hiilijalanjäljen laskenta.....	11
3 HIILIJALANJÄLJEN LASKENNAN STANDARDIT .....	14
3.1 Päästandardien yleisesittely .....	14
3.2 Päästandardien mukainen hiilijalanjäljen selvitysprosessi.....	17
4 TULOKSET .....	20
4.1 Hiilijalanjäljen ja sen standardien merkitys .....	20
4.2 Hiilijalanjäljen ja sen standardien hyödyntäminen yrityksessä .....	21
4.3 Hiilijalanjäljen ja sen standardien kehityskohteet.....	24
4.4 Yhteenveto .....	25
5 POHDINTA .....	26

LÄHDELUETTELO

## 1 JOHDANTO

Yrityksillä on kiihtyvän ilmastonmuutoksen ja muiden teollisuuden aiheuttamien ympäristövaikutusten vuoksi jatkuvasti kasvava tarve ottaa ympäristövaikutukset huomioon omassa toiminnassaan. Kuluttajat, kilpailevat yritykset ja muut yrityksen sidosryhmät aiheuttavat painetta yrityksille mitata, pienentää ja raportoida omia ympäristövaikutuksiaan. Tähän tarpeeseen on kehittynyt useita erilaisia mittareita. Hiilijalanjälki on yksi näistä työkaluista, joita yritys voi hyödyntää viestiessään sidosryhmilleen toimintansa, tuotteidensa tai palveluidensa ympäristöystävällisyydestä.

Hiilijalanjälkeen liittyvässä tieteellisessä kirjallisuudessa esiintyy kuitenkin eroavaisuuksia niin hiilijalanjäljen määritelmään kuin sen laskentaankin liittyen. Vaarana onkin, että yritys käyttää sellaista hiilijalanjäljen määritelmää ja laskentatapaa, joka on yritykselle itselleen suotuisa, jolloin todellinen kilpailutilanne yritysten välillä vääristyy ja pahimmassa tapauksessa yritykset voivat hyödyntää hiilijalanjälkeä kuluttajien viherpesun välineenä. Ratkaisuna tähän haasteeseen toimii standardien mukainen hiilijalanjälki, joka mahdollistaa tasavertaisen ympäristövaikutusten laskennan ja tulosten läpinäkyvän viestinnän kuluttajille ja muille sidosryhmille sekä reilun vertailun kilpailijoiden välillä.

Tämä työ pyrkiikin vastaamaan siihen, *mikä on hiilijalanjälki ja miten sen laskenta suoritetaan standardien mukaan*. Työ on rakennettu tukemaan yrityksiä heidän päätöksessään siitä, tulisiko heidän ryhtyä standardinmukaiseen hiilijalanjäljen määrittämisprosessiin. Siispä työn kolmanneksi tutkimuskysymykseksi nouseekin: *mitä hyötyä yritykselle on hiilijalanjäljen standardista?*



Kuva 1. Työn tutkimusprosessi.

Kuvassa 1 on kuvattu työn tutkimusprosessia ja sitä, minkä pohjalta näihin kolmeen edellä esitettyyn tutkimuskysymykseen pyritään työssä vastaamaan. Työ koostuu kirjallisuuskatsauksesta pohjautuen hiilijalanjälkeen liittyviin tutkimusartikkeleihin sekä hiilijalanjäljen laskemisen standarditeksteihin ja standardeihin liittyviin tutkimusartikkeleihin. Työssä tarkemmin käsiteltävät standardit PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol ja ISO 14067 ovat valikoituneet työhön mukaan, koska ne esiintyvät aiheeseen liittyvässä tieteellisessä kirjallisuudessa kaikista eniten, mikä viittaa niiden saavuttamaan suosioon ja siihen, että ne ovat tarkasti vertaisarvioitu tieteellisessä yhteisössä.

Työn tavoitteena on tarjota erityisesti yrityksille tietoa hiilijalanjäljestä työkaluna ja siitä, miten tätä työkalua voi hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Tämän lisäksi työssä tullaan kirjallisuuskatsaukseen nojaten ottamaan kantaa siihen, onko standardin mukainen hiilijalanjälki riittävä mittari kuvaamaan yrityksen ympäristövaikutuksia ja mitä mahdollisia jatkokehityskohteita aiheeseen vielä liittyy.



## 2 HIILIJALANJÄLKI KÄSITTEENÄ JA SEN LASKENNAN TEORIA

Ennen kuin voidaan tarkastella hiilijalanjäljen standardien sisältöä, tulee tutkia hiilijalanjälkeä terminä. Tässä luvussa perehdytään 'hiilijalanjälki'-termin määritelmiin sekä sen laskentaan perustuen aiheisiin liittyvään tieteelliseen kirjallisuuteen.

Hiilijalanjäljen ovat kirjallisuudessa ensimmäisinä esittäneet Wackernagel ja Rees osana ekologista jalanjälkeä vuonna 1996 (Pandey et al. 2011; East 2008). Ekologisella jalanjäljellä kuvataan pinta-alana sitä tuottavaa maa-alaa, joka tarvitaan tuottamaan tietyn ihmisjoukon tai talouden osan käyttämät resurssit tai niiksi rinnastetut jätteet (Wackernagel & Rees 1996, s. 9). Wackernagelin ja Reesin esitys oli, että hiilijalanjäljellä kuvattaisiin sitä maa-aluetta, joka tarvitaan yhteyttämään ihmiskunnan sen elinaikanaan tuottama hiilidioksidipäästöt (Pandey et al. 2011; East 2008). Ekologisen jalanjäljen osasta hiilijalanjälki kehittyi omaksi termikseen ympäristöongelmien ja ilmastonmuutoksen kerätessä laajaa tietoisuutta (East 2008).

Eastin (2008) mukaan hiilijalanjälki on pitkälti popularisoitunut termi, jonka avulla pystytään markkinoimaan kuluttajille vähemmän kasvihuonekaasupäästöjä tuottavia tuotteita. Tästä hiilijalanjälki-termin valtavasta suosioista kertoo myös se, että Wiedmannin ja Minxin vuonna 2007 suorittaman kirjallisuuskatsauksen yhteydessä Scopus ja ScienceDirect -tietokannoista löytyi yhteensä 42 osumaa hakusanalla ”carbon footprint” (suom. hiilijalanjälki). Vuonna 2021 osumia pelkästään Scopusesta löytyy yli 19 000.

### 2.1 Hiilijalanjäljen määritelmä

Wiedmannin ja Minxin (2007, s. 3) suorittaman kirjallisuuskatsauksen mukaan tieteelliset artikkelit eivät ole tarjonneet yksiselitteistä määritelmää hiilijalanjäljelle. Määritelmiin liittyvät eroavaisuudet liittyvät siihen, mitkä kasvihuonekaasut määritelmään otetaan mukaan ja otetaanko määritelmässä huomioon suorien päästölähteiden lisäksi epäsuoria

päästölähteitä (Pandey et al. 2011). Useimmissa tapauksissa Wiedmannin ja Minxin (2007, s. 3) mukaan hiilijalanjälkeä käytetään yleisenä synonyymina hiilidioksidipäästöille tai muille hiilidioksidiekvivalentteina ilmoitetuille kasvihuonekaasupäästöille. Vaikka yhtä tiettyä vakiintunutta määritelmää hiilijalanjäljelle ei olekaan, kirjallisuudessa yleisesti ollaan yksimielisiä siitä, että hiilijalanjälki mittaa ihmisten kuluttamisesta ja tuotantoprosesseista syntyviä suoria ja epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä (East 2008).

Hiilijalanjälki-termin käyttöä vastaan on esitetty kirjallisuudessa myös kritiikkiä (Wiedmann & Minx 2007, s. 3). Hammond (2007) kritisoi hiilijalanjälki-termin käyttöä, koska se ei ole terminä tarpeeksi osuva. Hammondin (2007) mukaan muut 'jalanjälki'-termit, kuten ekologinen jalanjälki ja ympäristöjalanjälki käyttävät yksikkönään pinta-alayksikköjä, jolloin hiilidioksidiekvivalentteina ilmaistavaa hiilijalanjälkeä olisi suotuisampaa nimittää esimerkiksi 'hiilidioksidipainoksi' sekaannusten välttämiseksi. Muihin 'jalanjälki'-termeihin verrattuna hiilijalanjäljellä on toki myös muita eroavaisuuksia kuin yksikkö. Esimerkiksi 'ympäristöjalanjälki'-termistä hiilijalanjälki eroaa siten, että ympäristöjalanjäljen kuvastaessa yrityksen vastuulla olevia yrityksen tai sen tuotteen elinkaaren aikana aiheutettuja ympäristövaikutuksia ja käytettyjä luonnonvaroja liittyen sen kaikkiin operaatioihin, hiilijalanjälki kuvastaa vain yrityksen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä (Kjaer et al. 2015).

Muut tahot kuten konsultit, yritykset, järjestöt ja hallitukset ovat luoneet hiilijalanjäljelle määritelmiä, kun tieteellinen yhteisö ei ole sitä tehnyt (Wiedmann & Minx 2007, s. 3). Taulukkoon 1 on koottu erilaisten Suomessa vaikuttavien tahojen määritelmiä hiilijalanjäljelle.

Taulukko 1. Erilaisia hiilijalanjäljen määritelmiä.

Lähde	Määritelmä
Sitra (Sjösted 2018)	”Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan ihmisen toiminnan aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Useimmiten hiilijalanjälki raportoidaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO <sub>2</sub> e), mikä huomioi hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut merkittävät kasvihuonekaasupäästöt, keskeisimpinä metaanin (CH <sub>4</sub> ) ja ilokaasun eli dityppioksidin (N <sub>2</sub> O).”
TEPA-termipankki (Sanastokeskus ry 2021) (Puutuoteteollisuus ry 2021)	”tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamien kasvihuonekaasujen määrä tietyn ajanjakson aikana” ”Hiilijalanjälki tarkoittaa jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy ja pääsee ilmaan. Tuotteen hiilijalanjälki ilmoitetaan painoyksikkönä tuotteesta tavallisimmin käytettyä mittayksikköä kohden.  Yleensä hiilijalanjälki ilmoitetaan kasvihuonekaasujen yhteenlaskettuna määränä eli hiilidioksidiekvivalentteina, joskus kuitenkin pelkkänä hiilidioksidin määränä. Hiilidioksidipäästöt ovat 80 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä.”
Raksystems (Huuhtanen 2020)	”Hiilijalanjälki yleisesti tarkoittaa tuotteen tai palvelun aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. Käsite on nimetty kasvihuonekaasuista merkittävimmän – hiilidioksidin CO <sub>2</sub> – mukaan, ja muut kasvihuonekaasut (käytännössä lähinnä metaani CH <sub>4</sub> ja typpioksiduuli N <sub>2</sub> O) huomioidaan muuntamalla niiden ilmastovaikutus hiilidioksidiekvivalenteiksi (CO <sub>2</sub> e).”
(Puuni Oy 2021)	”Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan jonkin tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy. Mittayksikkö on Hiilidioksidiekvivalentti (lyhenne CO <sub>2</sub> -ekv. tai CO <sub>2</sub> e) on ilmastotieteessä käytetty suure, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta. Ilmoitetaan massana (Kg).”

Wiedmann ja Minx (2007) itse ehdottavat artikkelissaan hiilijalanjäljen määritelmäksi seuraavaa: *Hiilijalanjälki on eksklusiivinen kokonaisuus sellaisille hiilidioksidipäästöille, jotka syntyvät suoraan tai välillisesti toiminnasta, tai jotka kerääntyvät tuotteen elinkaaren aikana.* Wiedmann ja Minx (2007) perustelevat muiden kasvihuonekaasujen kuin hiilidioksidin pois jättämisen hiilijalanjäljen määritelmästä sillä, että monet muut ilmastonlämmityspotentiaalia omaavat kasvihuonekaasut eivät ole joko hiilipohjaisia tai niitä on haastavaa kvantifioida datan puutteen vuoksi. Wiedmannin ja Minxin ehdotuksen jälkeen on kuitenkin tullut useissa eri tutkimuksissa esille tarve sisällyttää hiilijalanjälkeen myös muitakin kasvihuonekaasuja kuin hiilidioksidipäästöjä (Pandey et al. 2011).

Pandey et al. (2011) puolestaan esittävät hiilijalanjäljen määritelmäksi seuraavaa: ”Hiilijalanjälki on yksilön, organisaation, prosessin, tuotteen tai tapahtuman määritellyissä rajoissa ilmakehään luovuttama kasvihuonekaasujen määrä ilmaistuna hiilidioksidiekvivalentteina”. Huomioitavat kasvihuonekaasut ja määritellyt rajat

riippuvat käytettävästä hiilijalanjäljen laskennan tavasta (Pandey et al. 2011). East (2008) esittää puolestaan, että hiilijalanjäljen laskennassa tulisi huomioida vähintään Kioton pöytäkirjassa esitetyt kuusi kasvihuonekaasua verrattuina hiilidioksidin ilmastolämmityspotentiaaliin (engl. Global Warming Point).

Ihmisten toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt aiheuttavat voimistunutta kasvihuoneilmiötä, joka lämmittää ilmastoa nopeasti (Pandey et al. 2011). Kioton pöytäkirja on Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimukseen (UNFCCC) liittyvä kansainvälinen sitoumus, joka pyrkii kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen (East 2008). Eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus riippuu niiden säteilyvoimasta ja siitä, kuinka kauan kaasumolekyylit säilyvät ilmakehässä (Pandey et al. 2011). Näiden tekijöiden avulla voidaan laskea matemaattisesti keskiarvo sille, kuinka paljon tietty kasvihuonekaasu lämmittää ilmastoa ja ilmaista tämä kasvihuonekaasun ilmastolämmityspotentiaali verrattuna hiilidioksidin ilmastolämmityspotentiaaliin hiilidioksidiekvivalentin (CO<sub>2</sub>-e) avulla (Pandey et al. 2011). Kioton pöytäkirjassa esitetyille kuudelle pääkasvihuonekaasupäästölle, hiilidioksidille, metaanille, typpioksidille, fluorihilivedyille eli HFC-yhdisteille, perfluorihilivedyille eli PFC-yhdisteille ja rikkiheksafluoridille, on myös määritetty ilmastolämmityspotentiaalit, jotka voidaan ilmaista hiilidioksidiekvivalenttien avulla (East 2008).

Suomen ympäristökeskuksen (2013) mukaan hiilidioksidiekvivalentin käyttö mittayksikkönä mahdollistaa hiilijalanjäljen käytön kokonaisvaltaisena ympäristövaikutusten indikaattorina. Hiilidioksidiekvivalentti (CO<sub>2</sub>-e) massa perustuen 100 vuoden lämmityspotentiaaliin on hyväksytty hiilijalanjäljen raportointiyksiköksi, huolimatta olemassa olevien hiilijalanjäljen laskentatapojen eroista (Pandey et al. 2011).

## 2.2 Hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjäljen määritelmän lisäksi myöskin hiilijalanjäljen laskentaan liittyy paljon eroavaisuuksia. Laskennassa eroavaisuudet liittyvät siihen, missä järjestyksessä hiilijalanjäljen laskennassa mukana olevat päästöt huomioidaan. (Pandey et al. 2011) Hiilijalanjäljen määrittämisessä pyritään kartoittamaan tietyn tuotteen tai palvelun tai

vastaavasti yrityksen muun yksittäisen toiminnon tai toimintoryhmän aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ympäristöhyödyn tai taloudellisen edun saamiseksi (Giama & Papadopoulos 2018).

Hiilijalanjäljen laskennassa on arvioitava ja lisättävä tuotteen elinkaaren aikana tuotetut, sidotut tai ilmenevät kasvihuonekaasupäästöt. Elinkaari sisältää kaikki tuotteen vaiheet raaka-aineiden hankinnasta tuotteen käyttöön asti sekä sen lopullisen hävittämisen. Ympäristöelinkaariarviointi (engl. Environmental Life Cycle Assessment, LCA) pitää sisällään kaikki panokset ja tuotokset liittyen ilmansaasteisiin, vedenkäyttöön, jäteveden tuotantoon, energiankulutukseen, kasvihuonekaasupäästöihin tai muihin vastaaviin mittareihin. Kun keskitytään pelkästään hiilijalanjäljen määrittämiseen, elinkaariarvioinnin avulla voidaan selvittää jokaisessa tuotteen elinkaaren vaiheessa tuotetut/esiintyvät kasvihuonekaasupäästöt. (Pandey et al. 2011)

Wiedmannin ja Minxin (2007, s. 6) mukaan yrityksen hiilijalanjäljen määrittämiseen elinkaariarviointi huomioiden on kaksi erilaista periaatetta: määrittämisen voi suorittaa joko alhaalta ylös -näkökulmasta prosessianalyysin kautta (engl. Process Analysis) tai ylhäältä alas -näkökulmasta perustuen ympäristön panos-tuotosmalliin (engl. Environmental Input-Output Analysis). Päälaskentametoodeja on kuitenkin kaikkiaan kolme, kun huomioidaan näiden laskentatapojen lisäksi myös niiden yhdistelmä, jossa hyödynnetään sekä alhaalta ylös että ylhäältä alas -näkökulmia (Wright et al. 2011).

Prosessianalyysillä pyritään kuvaamaan tuotteen ympäristövaikutuksia sen koko elinkaaren ajalta. Haasteeksi elinkaariarviota käsiteltäessä prosessinäkökulmasta muodostuu systeemin rajaus. Tällöin systeemiin sisällä tapahtuvien ja suoranaisten ympäristövaikutusten lisäksi vain joitain välillisiä vaikutuksia otetaan tarkastelussa huomioon. Mikäli prosessianalyysiä hyödynnetään hiilijalanjäljen määrittämisessä, tulee tarkastelussa painottaa voimakkaasti systeemin rajojen asianmukaista asettamista, jotta rajauksen ulkopuolelle ei jäisi oleellisia tarkastelukohteita. (Wiedmann & Minx 2007, s. 6)

Panos-tuotosmallin avulla hiilijalanjäljen määrittäminen puolestaan tapahtuu hyödyntäen meso-tason (sektoritason) taloudellisia toimintoja kuvaavia panos-tuotostaulukkoja sekä

johdonmukaista ympäristötili-dataa. Tällöin ottamalla huomioon kaikki korkeamman tason vaikutukset hiilijalanjälki pystytään määrittämään tarkasti rajaamalla tarkastelukohde koko talousjärjestelmään. Haaste hiilijalanjäljen määrittämisessä panos-tuotosmallin avulla on yksityiskohtien puute. Panos-tuotosmalli soveltuukin vain rajoitetusti mikrotason, eli esimerkiksi tuotteiden tai prosessien hiilijalanjäljen määrittämiseen, koska määrittämisessä nojataan liikaa sektoritason hintoihin, tuotoksiin ja niiden päästöihin. Tämän laskentamallin hyöty puolestaan on se, että mallin ollessa toimiva, laskenta vaatii vain vähän aikaa ja työvoimaa. (Wiedmann & Minx 2007, s. 6)

Jotta sekä prosessianalyysin että panos-tuotosmallin parhaat puolet pystytään hyödyntämään, tulee Heijungsin ja Suhin (2006) mukaan laskennassa käyttää hybridimallia, jossa prosessianalyysi ja panos-tuotosmalli on integroitu (ks. Wiedmann & Minx 2007, s. 6). Näin Wiedmannin ja Minx (2007 s. 6–7) mukaan saavutetaan sekä prosessianalyysin yksityiskohtaisuus ja tarkkuus matalammalla tasolla että panos-tuotosmallin toimivuus korkeammalla tasolla laajemmassa mittakaavassa.

Hiilijalanjäljen laskennassa käytettävä metodi riippuu käytettävissä olevasta datasta ja resursseista ja siitä, minkä vuoksi selvitystä hiilijalanjäljestä tehdään (Wiedmann & Minx 2007, s.7). Koska yrityksen hiilijalanjälki liittyy veroihin, hiilikorvauksiin sekä yrityksen tulokseen kuluttajien tekemien valintojen myötä, ovat johdonmukaiset hiilijalanjälkilaskelmat välttämättömiä vertailun helpottamiseksi (Pandey et al. 2011). Hiilijalanjäljen laskenta ei ole yritykselle pakollista, mutta koska hiilijalanjälki pystyy todentamaan aiheutetut kasvihuonekaasupäästöt ja tarpeet niiden vähentämiseen, ovat sen laskentaan liittyvät standardit välttämättömiä kansainvälisellä tasolla (Pandey et al. 2011).

### 3 HIILIJALANJÄLJEN LASKENNAN STANDARDIT

Standardeja kehittäneet kansainväliset organisaatiot ovat pyrkineet erityisesti organisaatioiden ja niiden tuotteiden käyttöön kehittämiensä standardien avulla parantamaan hiilipäästöjen laskennan tulosten vertailukelpoisuutta (Gao et al. 2014). Gao et al. (2014) mukaan 'hiilijalanjälki'-termin kaupallistuminen on hyödynnetty organisaatioissa, jotka laskiessaan oman hiilijalanjälkensä pystyvät pienentämään sitä ja viestimään tiedon siitä ympäristöystävällisyyttä vaativille asiakkailleen. Ilmastonmuutostietoisuuden kasvaessa asiakkaiden lisäksi myös sijoittajat ja sidosryhmät vaativat yrityksiltä läpinäkyvyyttä yrityksen tuotteiden ja toimitusketjujen aikaisista kasvihuonekaasupäästöistä, jolloin menestyäkseen pitkällä aikavälillä yrityksen tulee ymmärtää ja hallita tuotteidensa kasvihuonekaasupäästöjä sekä varautua mahdollisiin tulevaisuuden säädöksiin. (WRI & WBCSD 2011, s. 5)

PAS 2050, Greenhouse Gas Protocol ja ISO 14067 ovat kolme kansainvälisesti tunnettua standardia hiilijalanjäljen määrittämiseen (Wu et al. 2015, s. 4). Tässä luvussa käydään läpi näiden standardien yleisesittelyt sekä kuvataan standardien mukaista hiilijalanjäljen laskentaprosessia.

#### 3.1 Päästandardien yleisesittely

BSI (British Standards Institute) on tuottanut PAS 2050 -standardin (Publicly Available Standard). Tämän standardin kustantamat tahot puolestaan ovat Carbon Trust ja Defra (Department for Environment, Food and Rural Affairs). Standardi on suunniteltu tuotteiden elinaikana tuottamien kasvihuonekaasupäästöjen selvitykseen. (BSI 2008, s. 2)

Greenhouse Gas Protocol -standardien takana ovat puolestaan World Resources Institute (WRI) ja World Business Council on Sustainable Development (WBCSD) (Pandey et al. 2011). Greenhouse Gas Protocol pitää sisällään useita erillisiä, mutta toisiaan tukevia standardeja (WRI & WBCSD 2011, s. 4). Tässä kappaleessa käsitellään näistä Greenhouse Gas Protocolin standardeista 'A product Life Cycle Accounting and Reporting' -standardia, johon tässä työssä viitataan GHG Protocolina.

ISO 14067 -standardi, ISO 14067: Carbon footprint of products – requirements and guidelines for quantification and communication, julkaistiin vuonna 2013 (Wu et al. 2015, s. 4). Uusin versio tästä standardista, ISO 14067:2018, on julkaistu vuonna 2018 (ISO 2021).

PAS 2050 pyrkii tarjoamaan riittävän tarkan, mutta silti helposti käytäntöön sovellettavissa olevan ohjeistuksen hiilijalanjäljen laskennalle (Weidema et al. 2008). Kohderyhmänä tälle ohjeistukselle on kaikenlaiset yritykset ja niiden kaiken tapaiset tuotteet (BSI 2008, s. 2). Weidema et al. (2008) mukaan PAS 2050 sisältää ohjeita siihen, miten järjestelmän rajaus tulisi tehdä, mikä auttaa vähentämään alhaalta ylös - ja ylhäältä alas -laskentamallien välisiä eroavaisuuksia. Sinden (2009) kuvailee PAS 2050-standardia ensimmäiseksi yritykseksi tarjota maailmanlaajuisesti sovellettava, integroitu ja johdonmukainen malli kasvihuonekaasujen määrittämiseen liittyen tuotteiden tai palvelujen elinkaariarviointiin. Sinden (2009) mukaan PAS 2050 on osoittanut sen, kuinka olemassa olevien elinkaariarvioinnin standardien tarkentaminen ja yksinkertaistaminen tukee erilaisten monimutkaisia ja kansainvälisiä tilaus-toimitusketjuja omaavien tuotteiden hiilijalanjäljen määrittämistä.

GHG Protocol on suunnattu kaiken kokoisille ja kaikilla talouden osa-alueilla toimiville yrityksille ja organisaatioille soveltuen kuitenkin myös muiden organisaatioiden käyttöön, joiden toiminnasta syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Sen tarkoituksena on luoda yrityksille malli kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen liittyvän päätöksenteon pohjaksi. GHG Protocol tarjoaa yrityksille ja organisaatioille myös ohjeita siihen, miten tietyn tuotteen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt voidaan kvantifioida ja raportoida julkisesti. (WRI & WBCSD 2011, s. 5) Standardin tulosten raportointia käsitellään kuitenkin GHG Protocollassa vain lyhyesti (Wu et al. 2015, s. 12).

Wu et al. (2015, s. 4) mukaan PAS 2050 ja GHG Protocol ovat hyvin samalaisia standardeja, eivätkä todennäköisesti tarjoa suuresti poikkeavia tuloksia, mutta ISO 14067 pystyy erottautumaan muista standardeista siten, että se pystyy tarjoamaan tarkkoja vaatimuksia systeemin rajaukselle sekä käyttö- ja käytöstä poisto -vaiheiden simuloinnille ja siten selventää hiilijalanjäljen laskentaa. Suurin vahvuus verrattuna kahteen muuhun tässä kappaleessa esitettyyn standardiin ISO 14067:llä kuitenkin on se,



että se keskittyy lisäksi laskentatulosten avoimeen kommunikointiin asiakkaiden kanssa tarjoten standardoidun viestintäohjelman ja mahdollistaen siten asiakkaiden tietoon perustuvan päätöksenteon (Wu et al. 2015, s. 4). Hiilijalanjäljen laskemisen ja sen raportoinnin lisäksi ISO 14067:ää voidaan hyödyntää esimerkiksi myös tuotekehitykseen liittyvään datan hankintaan ja teknologioiden parantamiseen (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 20). ISO 14067:ssä hiilijalanjälki määritellään seuraavasti: ”[Hiilijalanjälki on] tuotejärjestelmän kasvihuonekaasupäästöjen ja -poistumien summa, joka ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttina ja perustuu elinkaariarviointiin, jossa käytetään vain yhtä vaikutusluokkaa eli ilmastonmuutosta” (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 10).

PAS 2050 lähestyy hiilijalanjäljen laskemista elinkaariarvioinnin näkökulmasta (BSI 2008, s. 2). Samoin GHG Protocol keskittyy tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikaisiin päästöihin (WRI & WBCSD 2011, s. 5). Elinkaarinäkökulma on myös yksi ISO 14067:n periaatteista ja se näkyy hiilijalanjäljen laskennassa siten, että laskennassa huomioon otetaan niin raaka-aineiden hankinta, suunnittelu, tuotanto, kuljetus tai toimittaminen, käyttö kuin myös loppukäsittely (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 20). Lisäksi ISO 14067:ää ohjaa kolme muuta lähestymistapaa: suhteellinen lähestymistapa ja toiminnallinen tai ilmoitettu yksikkö, iteratiivinen lähestymistapa sekä tieteellinen lähestymistapa (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 21). Iteratiivisuus kuuluu elinkaarinäkökulman luonteeseen, koska siinä jokainen vaihe riippuu jossain muussa vaiheessa saaduista tuloksista tai siinä käytetyistä metodeista (WRI & WBCSD 2011, s. 25).

Elinkaarinäkökulman lisäksi PAS 2050:tä ohjaa viisi periaatetta: merkityksellisyys, täydellisyys, johdonmukaisuus, täsmällisyys ja läpinäkyvyys (BSI 2008, s. 9). Nämä samat viisi periaatetta ohjaavat myös GHG Protocolia (WRI & WBCSD 2011, s. 19). ISO 14067:ää puolestaan ohjaavat näiden viiden periaatteen ja sen lähestymistapojen lisäksi yhtenäisyyden ja kaksinkertaisen laskennan välttämisen periaatteet (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 22).

Kaikki tässä työssä esitetyt kolme standardia rajoittuvat ainoastaan kasvihuonekaasupäästöjen mittaamiseen: PAS 2050 -standardi soveltuu ainoastaan tuotteen elinkaaren aikana syntyneisiin kasvihuonekaasupäästöihin, eikä siten huomioi

tuotteen muita mahdollisia ympäristövaikutuksia, kuten vaikutuksia biodiversiteettiin tai vedenkäyttöön (BSI 2008, s. 2–3). GHG Protocolla soveltuu niin ikään vain kasvihuonekaasupäästöjen arviointiin eikä sen tuloksia tulisi esittää tuotteen kokonaisympäristövaikutuksina. (WRI & WBCSD 2011, s.7). ISO 14067 käsittelee muiden standardien tavoin ympäristövaikutuksista ainoastaan vaikutusta ilmastonmuutokseen (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 10).

### **3.2 Päästandardien mukainen hiilijalanjäljen selvitysprosessi**

Hiilijalanjäljen laskeminen tuotteelle tai palvelulle tapahtuu PAS 2050:n mukaan viiden vaiheen avulla, joita ovat prosessikartan laatiminen, rajausten ja tärkeysjärjestysten määrittäminen, tiedonkeruu, hiilijalanjäljen laskeminen ja vapaavalintainen epävarmuustekijöiden tarkistaminen (BSI 2008, s. 9). Näitä laskennan vaiheita edeltää laskentaa valmistelevia vaiheita eli tavoitteiden asettelu, tuotteiden valinta hiilijalanjäljen laskentaa varten sekä toimittajien sitouttaminen. Laskennan vaiheiden jälkeen seuraa puolestaan vielä tulosten vahvistaminen, päästöjen pienentäminen sekä hiilijalanjäljen ilmoittaminen ja vähennysten vaatiminen (BSI 2008, s. 4).

ISO 14067:ssä kuvataan hiilijalanjälkiselvityksen suorittamisen yleistavoitteeksi seuraavaa: ”Hiilijalanjälkiselvityksen suorittamisen yleistavoite on laskea tuotteen potentiaalinen vaikutus ilmaston lämpenemiseen hiilidioksidiekvivalenttina (CO<sub>2</sub>-e) ilmaistuna laskemalla kaikki merkittävät kasvihuonekaasupäästöt ja -poistumat tuotteen elinkaaren ajalta tai valituista prosesseista rajauskriteerien mukaisesti” (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 23). ISO 14067:n mukainen hiilijalanjälkiselvitys sisältää tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyn, elinkaari-inventaarionalyysin, vaikutusarvioinnin ja tulosten tulkinnan (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 22). Lisäksi ISO 14067:ssä näiden vaiheiden jälkeen käydään läpi laskennan tulosten raportointi sekä tulosten kriittinen arviointi (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 40–42).

Tarkennettuna ISO 14067:n mukainen laskentaprosessi sisältää seuraavaa: Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely sisältää tavoitteiden määrittelyn, jossa tulee esittää

hiilijalanjälkiselvityksen aiottu käyttötarkoitus, sen tekemisen syyt, suunniteltu kohdeyleisö ja hiilijalanjälkeä tai osittaista hiilijalanjälkeä koskevien tietojen suunniteltu mahdollinen viestintä standardin ISO 14026 mukaisesti. Lisäksi tässä vaiheessa tulee tehdä soveltamisalan määrittäminen asetettujen tavoitteiden mukaisesti huomioiden standardissa esitetyt vaatimukset (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 23) Elinkaari-inventaarioanalyysissä puolestaan koostetaan tuotteen elinkaaren aikaiset panokset ja tuotokset sekä kuvataan ne määrällisesti. Tämä vaihe sisältää tietojen keräämisen, tietojen varmentamisen, tietojen suhteuttaminen yksikköprosessiin ja toiminnalliseen tai ilmoitettuun yksikköön, järjestelmän rajojen tarkentamisen sekä allokoinnin. (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 28–29). Vaikutusarviointivaiheessa täytyy laskea kunkin tuotejärjestelmän kasvihuonekaasupäästön ja -poistuman potentiaalinen vaikutus ilmastoon kertomalla vapautuneen tai poistuneen kasvihuonekaasun massa ilmaston sadan vuoden lämmityspotentiaalilla. Tulosten tulkinnassa puolestaan tulee yksilöidä hiilijalanjäljen laskennan tuloksiin vaikuttavat merkittävät seikat, arvioida selvityksen täydellisyyttä, johdonmukaisuutta ja herkkyyttä sekä muotoilla selvityksen pohjalta johtopäätökset, rajoitukset ja suositukset. (SFS-EN ISO 14067 2018, s. 39)

GHG Protocollan mukaisen hiilijalanjälkiselvityksen vaiheet perustuvat ISO LCA -standardeihin ja niissä käydäänkin ISO 14067 tavoin läpi tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, elinkaari-inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi, tulosten tulkinta sekä tulosten kriittinen arviointi ja raportointi (WRI & WBCSD 2011, s. 23). GHG Protocollassa näihin vaiheisiin sisällytetään osavaiheita seuraavasti: Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyyn sisältyy yritystavoitteet, periaatteet, tuotteen elinkaariarvioinnin perusteet ja soveltamisalan määrittäminen. Elinkaari-inventaarioanalyysi sisältää rajojen asettamisen, datan keräyksen ja laatuarvioinnin sekä allokoinnin. Vaikutusarviointi puolestaan pitää sisällään varastotulosten laskemisen ja tulosten tulkinta, epävarmuustekijöiden tarkistamisen, suorituskyvyn seurannan ja raportoinnin. (WRI & WBCSD 2011, s. 23)

Taulukkoon 2 on koottu PAS 2050:n, ISO 14067:n ja GHG Protocollan mukaiset hiilijalanjälkiselvitysprosessin vaiheet.

Taulukko 2. Päästandardien mukaisen hiilijalanjälkiselvityksen vaiheet (BSI 2008; SFS-EN ISO 14067 2018; WRI & WBCSD 2011).

PAS 2050	ISO 14067	GHG Protocol
<b>Valmistelu</b> sis. tavoitteiden asettelun, tuotteiden valinnan hiilijalanjäljen laskentaa varten, toimittajien sitouttamisen	<b>Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely</b> sis. mm. käyttötarkoituksen, selvityksen syyt, kohdeyleisön	<b>Tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely</b> sis. yritystavoitteet, periaatteet, tuotteen elinkaariarvioinnin perusteet ja soveltamisalan määrittämisen
<b>Hiilijalanjäljen laskenta</b> sis. prosessikartan koostamisen, rajauksen ja priorisoinnin, datan keräyksen, hiilijalanjäljen laskennan, laskennan tarkkuuden arvioinnin	<b>Elinkaari-inventaarianalyysi</b> sis. tietojen keräämisen, tietojen varmentamisen, tietojen suhteuttaminen yksikköprosessiin ja toiminnalliseen tai ilmoitettuun yksikköön, järjestelmän rajojen tarkentamisen sekä allokoinnin	<b>Elinkaari-inventaarioanalyysi</b> sis. sisältää rajojen asettamisen, datan keräyksen ja laatuarvioinnin sekä allokoinnin
<b>Seuraavat vaiheet</b> sis. tulosten vahvistamisen, päästöjen pienentämisen sekä hiilijalanjäljen ilmoittamisen ja vähennysten vaatimisen	<b>Vaikutusarviointi</b> sis. kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusten arviointi ilmastolämmityskertoimien avulla	<b>Vaikutusarviointi</b> sis. varastotulosten laskemisen
	<b>Tulosten tulkinta</b> sis. hiilijalanjäljen laskennan tuloksiin vaikuttavien merkittävät seikkojen yksilöinnin, selvityksen täydellisyyden, johdonmukaisuuden ja herkkyuden arvioinnin sekä johtopäätösten, rajoitusten ja suositusten muotoilun selvityksen pohjalta	<b>Tulosten tulkinta</b> sis. epävarmuustekijöiden tarkistamisen, suorituskyvyn seurannan ja raportoinnin
	<b>Tulosten raportointi ja kriittinen arviointi</b>	<b>Tulosten raportointi ja kriittinen arviointi</b>

Huomioitavaa standardien mukaisessa hiilijalanjäljen laskennassa on, että eri tuotteiden hiilijalanjäljet eivät ole täysin vertailtavissa, mikäli niissä ei käytetä samoja tietolähteitä, rajauksia ja muita tarvittavia oletuksia (BSI 2008, s. 37).

## 4 TULOKSET

Tässä luvussa arvioidaan hiilijalanjäljen ja sen laskennan standardien merkitystä kirjallisuuskatsauksen tarjoamassa valossa sekä sitä, miten yritysten kannattaa hyödyntää hiilijalanjälkeä

### 4.1 Hiilijalanjäljen ja sen standardien merkitys

Hiilijalanjälki keskittyy kasvihuonekaasupäästöjen aiheuttamiin vaikutuksiin ilmastonmuutoksen etenemiseen. Ilmastonmuutos ei luonnollisesti kata kaikkia mahdollisia ympäristövaikutuksia, mutta ollessaan yksi aikamme suurimmista uhista ja edetessään nykyisellä vauhdilla vaikuttaen lukemattomilla eri tavoilla sekä ympäristöön että ihmisiin maailmanlaajuisesti, on ilmastonmuutoksen rooli ympäristövaikutuskentässä kiistattomasti merkittävä. Siispä vaikka hiilijalanjälki kattaa vain tietyn osan yrityksen mahdollisista ympäristövaikutuksista, on se silti olennainen osa ympäristövaikutuksen arviointia. Hiilijalanjälkeä voisi kuvailla hyväksi lähtöpisteeksi yrityksen kokonaisvaltaisen ympäristövaikutuksen selvittämiseen.

Hiilijalanjäljellä ei ole yksioikoista määritelmää, jolloin hiilijalanjäljen laskennan standardien merkitys korostuu, sillä ne mahdollistavat yritysten vertailun niitä hyödyntävien organisaatioiden välillä. Mitä useampi yritys hyödyntää standardeja sitä suurempi merkitys niillä on yhteiskunnallisesti, sillä silloin esimerkiksi kuluttajat ja sijoittajat pystyvät tekemään tietoon perustuen päätöksiä siitä, mitä yrityksiä he haluavat tukea ostokäyttäytymisellään tai mihin yritykseen he haluavat investoida. Standardeja hyödyntävien yritysten lisääntyessä myös standardien näkyvyys kasvaa, jolloin sellaisten yritysten toiminta, jotka eivät niitä hyödynnä, vaikeutuu.

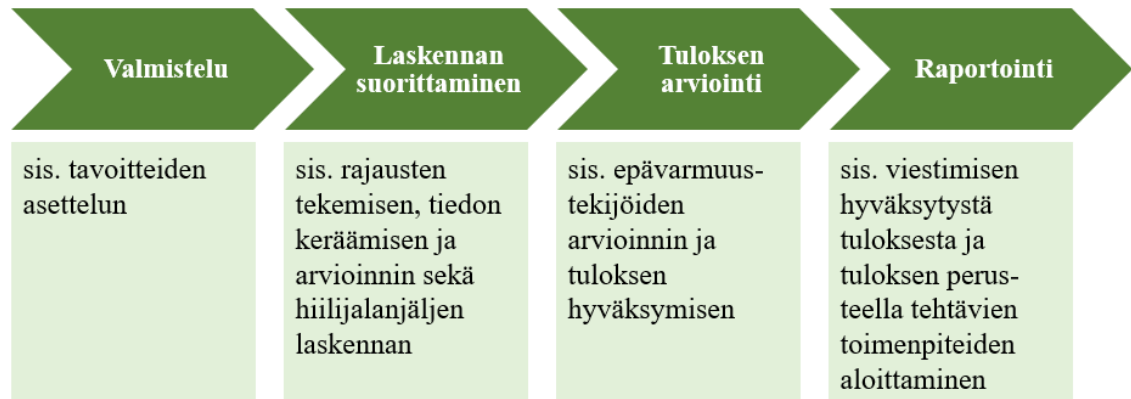
Standardien avulla määritetty hiilijalanjälki kestää ilman standardia määritettyä hiilijalanjälkeä paremmin lähempää tarkastelua, koska standardien mukaisen sertifikaattien saaminen vaatii aina auditoinnin. Tällöin yrityksen toiminta on läpinäkyvää eikä esimerkiksi kuluttajien viherpesu esittämällä perättömiä väitteitä yrityksen

hiilijalanjäljestä ole mahdollista. Erityisesti ISO 14067:ssä huomioidaan tulosten raportointi, jolloin standardi edellyttää vastuullista ja totuudenmukaista viestintää.

## **4.2 Hiilijalanjäljen ja sen standardien hyödyntäminen yrityksessä**

Hiilijalanjälki on popularisoitunut termi. Tällöin yrityksen eri sidosryhmät, etenkin kuluttajat, tunnistavat mitä hiilijalanjäljellä halutaan viestittää ja osaavat siksi arvostaa sitä. Ongelma kuitenkin on, että hiilijalanjäljelle ei ole esitetty yksioikoista määritelmää, minkä lisäksi myös sen laskentaa voidaan lähestyä useammasta eri näkökulmasta. Siksi yrityksen tulisi olla tarkka, ettei hyödynnä hiilijalanjälkeä perusteettomasti vain oman edun tavoittelemiseksi hyödyntämällä sellaista hiilijalanjäljen määritelmää ja laskentatapaa, joka saa yrityksen toiminnan näyttämään mahdollisimman hyvältä. Sen sijaan yrityksen tulisi pyrkiä hyödyntämään hiilijalanjälkeä oman hyvän toimintansa osoittamiseksi. Ilman standardeja suoritettava hiilijalanjäljen laskenta voi mahdollistaa suuntaa antavia tuloksia hiilijalanjäljestä, joiden avulla yritys voi tehdä kehitystoimia. Kuitenkin, jos hiilijalanjälkiselvitykseen ryhdytään, on se kannattavampaa tehdä standardin avulla, jolloin saavutetaan oikein laskettu ja vertailtavissa oleva hiilijalanjälki, joka voidaan raportoida luotettavasti eri sidosryhmille.

Taulukossa 2 on kuvattu PAS 2050:n, GHG Protocollan ja ISO 14067:n mukaisen hiilijalanjälkiselvitysprosessin vaiheet. Kuvassa 2 on koottu yhteen standardien selvitysprosessin yhteneväisyydet. Yleisesti voidaankin sanoa, että valitsi yritys käyttöönsä standardeista minkä tahansa, hiilijalanjäljen selvitysprosessi etenee pääpiirteittäin kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. Yhteenveto päästandardien mukaisesta hiilijalanjäljen selvitysprosessista.

Hiilijalanjäljen standardoimisprosessi sisältää yleisesti kuvan 2 mukaisesti laskennan valmistelun vaiheita, itse laskennan suorittamisen, saadun tuloksen arvioinnin sekä tuloksen raportoinnin. Prosessi sisältääkin monta eri vaihetta ja vaatii huolellista työskentelyä ja kriittistä arviointia, mutta sen tarjoamat hyödyt yritykselle ovat mittavat: Standardit tarjoavat käytännön ohjeita hiilijalanjäljen laskentaan, joka ilman standardia voisi olla hankalampaa johtuen hiilijalanjäljen erilaisista määritelmistä ja laskentatavoista. Saadessaan työkalut laskennan suorittamiseen, yritys pystyy laskemaan hiilijalanjälkensä ja selvittämään, mistä elementeistä se koostuu, jolloin yritys kykenee ryhtymään kehitystoimiin sen pienentämiseksi. Nämä kehitystoimet voivat sisältää esimerkiksi tuotekehitystä, energiatehokkuuden parantamista, prosessien kehitystä ja vaihtoehtoisten materiaalien ja tuotantomenetelmien käyttöä. Yritys pystyy viestittämään oman hiilijalanjälkensä asiakkailleen ja muille sidosryhmilleen, mikä parantaa yrityksen imagoa ja mahdollistaa esimerkiksi asiakkaiden ja sijoittajien saamisen.

Kaikissa kolmessa tässä työssä esitellyistä hiilijalanjäljen laskennan standardeissa tunnistetaan rajauksena standardin käytölle se, että standardissa huomioidaan ympäristövaikutuksista ainoastaan tuotteen tai palvelun elinkaarenaikaiset kasvihuonekaasupäästöt. Yritys ei näin ollen voi käyttää hiilijalanjäljen laskennan standardeja kokonaisvaltaisina työkaluina ympäristövaikutusten arviointiin. Hiilijalanjäljen laskennan standardit pystyvät tarjoamaan yritykselle kokonaisvaltaisen työkalun hiilijalanjäljen laskentaan ja kehityskohteiden selvittämiseen sekä standardista

riippuen myös tulosten raportointiin. Siispä näihin standardeihin itsessään ei ole syytä enää lisätä muiden ympäristövaikutusten arviointia, jotta standardin sisältö pysyy ymmärrettävänä ja tulokset yksioikoisina. Sen sijaan mielekkäämpää on arvioida, tulisiko yrityksen hyödyntää hiilijalanjälkistandardien rinnalla myös muita ympäristövaikutusten arviointiin kehitettyjä standardeja.

Muiden standardien hyödyntäminen hiilijalanjäljen standardien rinnalla riippuu siitä, mitä niillä halutaan saavuttaa. Yrityksellä voi olla ulkoinen motivaatio tutkia vaikutustaan ympäristöön, mikä liittyy asiakkaiden ja muiden sidosryhmien asettamiseen vaatimuksiin tai odotuksiin. Tällöin, mikäli sidosryhmille riittää ainoastaan hiilijalanjäljen laskennan standardilla saatavat tiedot vaikutuksesta ympäristöön, ei yrityksen välttämättä tule hyödyntää muita standardeja. Hiilijalanjäljen popularisoitumisen myötä käsite on erittäin tunnistettava kuluttajien keskuudessa, jolloin yrityksen, tuotteen tai palvelun hiilijalanjäljen ilmoittaminen riittänee vakuuttamaan kuluttajat tuotteen ympäristöystävällisyydestä. Tiedon jatkuvasti lisääntyessä yritysten vaikutuksesta ja vastuusta ympäristöön muutos julkisessa keskustelussa ja kuluttajien vaatimuksessa voi kuitenkin olla nopeaa, jolloin yrityksen on hyvä valmistautua myös muiden selvitysten tekemiseen.

Mikäli yrityksellä on sisäinen motivaatio selvittää laajasti ympäristövaikutuksiaan tai se haluaa erottautua selkeästi kilpailijoistaan ympäristöystävällisyyden osalta, on yrityksen hyvä hyödyntää myös muita aiheeseen liittyviä standardeja kuin hiilijalanjäljen laskennan standardeja. Hiilijalanjälkiselvityksen tehtyään yritys pystyy kommunikoimaan tulokset sidosryhmilleen tai voi ryhtyä toimintojensa kehittämiseen hiilijalanjäljensä pienentämiseksi. Hiilijalanjäljen standardin käyttö onkin hyvä lähtöpiste yrityksen toiminnan kehittämiseksi ympäristöystävällisempään suuntaan, koska yrityksen vaikutus ilmastonmuutokseen on mahdollisista ympäristövaikutuksista kriittisin ja se kattaa ison joukon erilaisia ympäristövaikutuksia.



### 4.3 Hiilijalanjäljen ja sen standardien kehityskohteet

Kirjallisuuskatsauksen pohjalta huomataan, että hiilijalanjäljen määritelmässä on paljon eroavaisuuksia. Toisaalta on hyvä, että hiilijalanjälkeä voidaan soveltaa erilaisiin käyttötarkoituksiin huomioiden käyttötarkoitukseen soveltuva määritelmä, mutta mikäli hiilijalanjälkeä halutaan hyödyntää erilaisten organisaatioiden, tuotteiden tai palvelujen ilmasto- ja kuormittavien vaikutusten mittarina, jolla mahdollistetaan niiden keskinäinen vertailu, on hiilijalanjäljen useat eri määritelmät ongelmallisia. Ongelmallisen tilanteesta tekee se, jos jotkin yritykset käyttävät hiilijalanjälkensä laskemiseen sellaista määritelmää ja menetelmää, joka ei perustu standardeihin ja jonka perusteella saatu tulos ei siten ole vertailtavissa muiden yritysten kanssa. Tällöin todelliset erot yritysten kasvihuonekaasupäästöjen välillä voivat vääristyä.

Huomioitavaa on, että myöskään standardien mukaisten hiilijalanjälkiselvitysten tulokset eivät ole aina keskenään vertailtavissa, koska standardien sisällä on erinäisiä muuttujia, jotka vaikuttavat tulosten vertailukelpoisuuteen. Näitä muuttujia voi olla esimerkiksi eri tietolähteet tai systeemien rajaukset.

Olisikin siis syytä tarkentaa niin hiilijalanjäljen määritelmiä kuin sen laskennan standardienkin sisältöjä. Kaikista ihanteellinen tilanne olisi silloin, jos käytössä olisi vain yksi kansainvälisesti hyväksytty määritelmä hiilijalanjäljelle, jossa tulisi ilmi mihin kasvihuonekaasupäästöihin määritelmä rajataan. Toisaalta, kun erilaiset tahot ovat ottaneet käyttöönsä jo erilaisia hiilijalanjäljen määritelmiä, voi termin yhtenäistäminen olla haastavaa. Yhtenäisen määritelmän puuttuessa hiilijalanjäljen laskennan standardit mahdollistavat hiilijalanjäljen käytön varten otettavana mittarina yrityksen ympäristövaikutuksille. Standardien sisältöä tulisi kuitenkin jatkuvasti täsmentää ja eri toimialoilla tulisi kehittää omia standardeja, jotka huomioisivat sen alan erityispiirteet. Greenhouse Gas Protocol sisältää joukon eri tarkoituksia palvelevia standardeja ja on hyvä esimerkki siitä, kuinka hiilijalanjäljen standardeja tulisi kehittää erityyppisiä tarpeita varten.

#### 4.4 Yhteenveto

Hiilijalanjäljelle on olemassa useita erilaisia määrittämiä ja myös sen laskenta voidaan suorittaa hyödyntäen erilaisia menetelmiä. Tällöin hiilijalanjäljen standardien merkitys korostuu, sillä ne mahdollistavat eri yritysten välisen vertailun. Standardeista on hyötyä niin kuluttajille kuin muillekin yrityksen sidosryhmille, sillä he voivat luottaa standardien mukaisen hiilijalanjälkiselvityksen tarjoamaan tietoon ja tehdä päätöksiä sen pohjalta. Standardeista on merkittävää hyötyä myös yrityksille sillä ne tarjoavat niin työkalut laskennan suorittamiseen, mahdollisuudet kehitystoimiin tulosten pohjalta kuin myös keinon tulosten vakuuttavaan raportointiin ja sen tarjoamiin hyötyihin.

Yritys saavuttaakin suurimman hyödyn hiilijalanjäljen käytöstä hyödyntäessään standardien mukaista hiilijalanjäljen laskentaa sen toiminnoille, tuotteille tai palveluille, koska tällöin laskennan myötä saadut tulokset ovat parhaiten vertailtavissa esimerkiksi kilpailevien yritysten tuloksiin. Ilman standardeja tehtävän hiilijalanjäljen laskennan tulisi toimia yrityksessä enemmänkin suuntaa antavana tietona, koska ilman standardeja tehtävän laskennan tulokset eivät mahdollista koko hiilijalanjäljen selvitysprosessin kriittistä tarkastelua.

Hiilijalanjäljen laskennan standardienkaan avulla saatavat tulokset eivät kuitenkaan ole aina vertailtavissa, sillä laskenta sisältää erilaisia muuttujia. Siispä hiilijalanjäljen yhtenäisen määrittämisen lisäksi myös hiilijalanjäljen standardien suhteen on vielä kehitettävää.

## 5 POHDINTA

Tässä työssä pyrittiin vastaamaan kolmeen tutkimuskysymykseen: mikä on hiilijalanjälki, miten hiilijalanjäljen laskenta suoritetaan standardien mukaan ja mitä hyötyä yritykselle on hiilijalanjäljen standardista. Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen liittyen, työssä selvisi, että hiilijalanjäljellä on useita erilaisia määritelmiä. Yleisesti hiilijalanjäljellä kuitenkin kuvataan tietyn toiminnon aiheuttamien suorien ja epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusta ilmastoon hiilidioksidiekvivalenttien avulla. Toiseen tutkimuskysymykseen liittyen vastaukseksi nousee se, että hiilijalanjäljen laskenta riippuu kyseessä olevasta standardista, mutta yleisesti laskentaprosessi sisältää laskennan valmistelun vaiheita, itse laskennan suorittamisen, saadun tuloksen arvioinnin sekä tuloksen raportoinnin. Kolmanteen tutkimuskysymykseen vastaus puolestaan on, että yritys hyötyy hiilijalanjäljen standardeista saadessaan standardista ohjeet laskennan suorittamiseen, tuloksista pohjaa kehitystyölle sekä keinon viestiä yrityksen ympäristöystävällisyydestä vakuuttavasti sidosryhmilleen.

Tämä työ käsittelee yrityksen ympäristövaikutusten mittareista ainoastaan hiilijalanjälkeä ja sen laskennan standardeja. Tässä työssä ei voida vertailla hiilijalanjälkeä muihin ympäristövaikutusmittareihin tai sen laskennan standardeja muiden ympäristövaikutusten selvittämiseksi kehitettyjen standardien kanssa. Työssä voidaankin arvioida ainoastaan sitä, pystyvätkö hiilijalanjälki ja siihen liittyvät standardit kattamaan yrityksen ympäristövaikutuksia tarpeeksi laajasti ja onnistuvatko ne niille annetuissa tehtävissä.

Työn tarkoituksena on koota erityisesti yrityksiä varten kokonaiskuva hiilijalanjäljestä ja siitä, miten sitä voitaisiin yrityksessä hyödyntää. Työn lähtökohtana onkin, että hiilijalanjälki on mahdollisista yrityksen hyödyntämistä ympäristövaikutusmittareista paras. Tämän näkökulman puolesta puhuu se, että hiilijalanjälkeä käsittelevää kirjallisuutta on todella paljon ja termi on hyvin popularisoitunut. Termin tunnettavuuden vuoksi yrityksen on järkevää käyttää sitä viestinnässään. Hiilijalanjäljen vertaaminen muihin ympäristövaikutusmittareihin olisi kuitenkin mielekästä, jolloin saataisiin tietoa siitä, mitä mittareita yrityksen kannattaisi käyttää ja nouseeko todellisuudessa jokin mittareista ylitse muiden. Lisäksi erityisesti yritysten näkökulmasta katsottuna olisi syytä

jatkotutkia sitä, minkä kaikkien mittareiden hyödyntäminen tuo yrityksen toiminnalle lisäarvoa ja milloin niiden käyttäminen aiheuttaa ainoastaan ylimääräisiä kustannuksia ilman saavutettua hyötyä.

Hiilijalanjäljen standardeista työssä käsitellään ainoastaan PAS 2050:tä, Greenhouse Gas Protocolia ja ISO 14067:ää. Ainoastaan näiden kolmen standardin käsitteleminen työssä on perusteltua, koska nämä standardit nousevat aiheeseen liittyvässä kirjallisuudessa eniten esille, mikä kertoo niiden suosiosta sekä siitä, että niitä on käsitelty tieteellisessä kirjallisuudessa myös kriittisesti. Näiden standardien ulkopuolelle jää kuitenkin myös muita standardeja, joita yritykset mahdollisesti voisivat hyödyntää, jolloin työn sisältö on siltä osin rajautunut.

Standardit esitellään työssä pääpiirteisesti, eikä esimerkiksi niiden mukaista laskentaprosessia pystytä työssä kuvaamaan yksityiskohtaisesti. Myös tässä suhteessa työn sisältö on rajoittunut. Ainoastaan tähän työhön tutustumalla ei lukija saakaan tarvittavaa tietämystä hiilijalanjäljen laskemisen suorittamiseksi. Sen sijaan työ tarjoaa lukijalle yleiskäsityksen hiilijalanjäljestä, sen standardeista ja laskennasta. Lisäksi työ tarjoaa käsitystä siitä, mitä hyötyä hiilijalanjäljestä on yleisesti ja miten yrityksen kannattaa hyödyntää hiilijalanjälkeä. Tätä työn tarjoamaa yleiskuvaa eri standardeista voisi syventää esimerkkicasen avulla, jossa esimerkiksi tietyn tuotteen hiilijalanjälki määritettäisiin tässä työssä esitettyjen kolmen standardin mukaisesti.

Työn pohjalta esille nousee tarve kehittää hiilijalanjäljelle yhtenäinen määritelmä, jotta voitaisiin estää hiilijalanjäljen väärinkäyttö ja pahimmassa tapauksessa kuluttajien viherpesu sen avulla. Lisäksi hiilijalanjäljen laskennan standardeja tulisi täsmentää ja kehittää edelleen, jotta voitaisiin minimoida standardien sisältämät muuttujat ja maksimoida standardien avulla saatujen tulosten vertailtavuus. Jatkossa voisikin kehittää toimialakohtaisia standardeja, joissa voitaisiin huomioida toimialakohtaiset vaikutustekijät ja saada entistä vertailukelpoisempia hiilijalanjälkituloksia. Hiilijalanjäljen laskennan standardien kehittämisen taustalla on oletus siitä, että hiilijalanjälki pysyy relevanttina mittarina myös jatkossa. Tämä on todennäköistä ilmastonmuutoksen vaikuttaessa vahvasti tulevina vuosikymmeninä. Standardien jatkokehittämiselle lienee siis tarvetta myös tulevaisuudessa.

## LÄHDELUETTELO

BSI, 2008. Guide to PAS 2050 – How to assess the carbon footprint of goods and services. Lontoo: British Standards Institution. 59 s. ISBN 978-0-580-64636-2

East, A. J., 2008. Vegetable Industry Carbon Footprint Scoping Study, Discussion Paper 1: What is a Carbon Footprint? An overview of definition and methodologies [verkkodokumentti]. Sydney: Horticulture Australia Ltd. Saatavilla: [http://www.vegetableclimate.com/wp-content/uploads/2013/11/Discussion-Paper-1\\_What-is-a-carbon-footprint.pdf](http://www.vegetableclimate.com/wp-content/uploads/2013/11/Discussion-Paper-1_What-is-a-carbon-footprint.pdf) [Viitattu 9.5.2021]. 13 s.

Gao, T., Liu, Q. & Wang, J., 2014. A comparative study of carbon footprint and assessment standards. *International Journal of Low-Carbon Technologies* 9 (3), S. 237-243.

Giama, E. & Papadopoulos, A. M., 2018. Carbon footprint analysis as a tool for energy and environmental management in small and medium-sized enterprises. *International Journal of Sustainable Energy* 37 (1), S. 21-29.

Hammond, G., 2007. Time to give due weight to the ‘carbon footprint’ issue. *Nature* 445 (7125), S. 256.

Heijungs, R. & Suh, S., 2006. Reformulation of matrix-based LCI: from product balance to process balance: *Journal of cleaner production* 14 (1). S. 47–51.

Huhtanen, J., 2020. Mitä hiilijalanjälkilaskenta tarkoittaa ja miten se tehdään [verkkodokumentti]. Vantaa: Raksystems Insinööritoimisto Oy. Saatavilla: <https://www.raksystems.fi/blogi/mita-hiilijalanjalkilaskenta-tarcoittaa-ja-miten-se-tehdaan/> [Viitattu 16.4.2021].

ISO, 2021. ISO 14067:2018 [verkkodokumentti]. Vernier: International Organization for Standardization ISO. Saatavilla: ISO - ISO 14067:2018 - Greenhouse gases — Carbon

footprint of products — Requirements and guidelines for quantification [Viitattu 18.4.2021].

Kjaer, L. L., Høst-Madsen, N. K., Schmidt, J. H. & McAloone, T. C., 2015. Application of Environmental Input-Output Analysis for Corporate and Product Environmental Footprints – Learnings from Three Cases. *Sustainability* 7 (9), S. 11438-11461.

Pandey, D., Agrawal M. & Shanker Pandey, J., 2011. Carbon footprint: Current methods of estimation. *Environ Monit Assess* 178, S. 135-160.

Puuni Oy, 2021. Usein kysyttyä [verkkodokumentti]. Helsinki: Puuni Oy. Saatavilla: <https://puuni.fi/usein-kysyttya/> [Viitattu 16.4.2021].

Puutuoteteollisuus ry, 2021. Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki tai hiilidioksidipäästö [verkkodokumentti]. Helsinki: Puutuoteteollisuus ry. Saatavilla: <https://puutuoteteollisuus.fi/tietoa-puusta-ja-tuotteista/hiilijalanjalki-hiilikadenjalki> [Viitattu 16.4.2021].

Sanastokeskus ry, 2021. Hiilijalanjälki [verkkodokumentti]. Helsinki: Sanastokeskus ry. Saatavilla: <https://termipankki.fi/tepa/en/search/hiilijalanj%C3%A4lki> [Viitattu 16.4.2021].

SFS-EN ISO 14067, 2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset ja ohjeet. Suomen standardisoimisliitto SFS: 111 + 69 s.

Sinden, G., 2009. The contribution of PAS 2050 to the evaluation of international greenhouse gas emission standards. *The International Journal Life Cycle Assessment* 14, S. 195-203.

Sjösted, T., 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. Saatavilla: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet->

