

Henna Niemi

## **YRITYKSEN HIILIJALANJÄLKILASKENTA**

# YRITYKSEN HIILIJALANJÄLKILASKENTA

Henna Niemi  
Opinnäytetyö  
Kevät 2023  
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Energia- ja ympäristötekniikan insinööri, energiatekniikka

---

Tekijä: Henna Niemi

Opinnäytetyön nimi: Yrityksen hiilijalanjälkilaskenta

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: The Carbon Footprint of the Company

Työn ohjaaja: Tilly Andersson

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 40 + 9 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä tehdään hiilijalanjälkilaskenta suomalaiselle metallialayritykselle Relicomp Oy:lle. Työn tavoitteena on selvittää yrityksen merkittävimmät päästölähteet. Laskennan lisäksi tutkitaan toimia hiilijalanjäljen pienentämiseksi sekä selvitetään, mitä tuotteen hiilijalanjäljen laskentaan tarvittaisiin. Yritykselle luodaan valmiista laskurista heille sopiva laskuri päästöjen laskemiseen tulevaisuudessa.

Laskenta suoritettiin Y-HILARI-laskentaohjelmalla, joka perustuu Greenhouse Gas -protokollaan ja sen standardeihin. Excel-pohjaiseen laskentaohjelmaan lisättiin yrityksestä kerätty data. Kaikki data kerätään vuodelta 2022.

Tuloksena saatiin yrityksen hiilijalanjälki, joka on kerätyn datan ja päästökertoimien mukaisesti suuntaa antava arvio. Opinnäytetyö antaa yritykselle ajatuksen siitä, miten päästöjä voitaisiin vähentää sekä kertoo niiden suuruusluokasta tällä hetkellä. Työ kertoo mitä toimia tulee ottaa huomioon tuotteen hiilijalanjälkilaskentaan ryhdyttäessä. Excel-sovellus on hyvä työkalu päästöjen seurantaan tulevaisuudessa. Laskettava hiilijalanjälki on suuntaa antava ja, sen merkittävin osa koostuu scope 2-luokan päästöistä.

---

Asiasanat: Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki, ilmastonmuutos, hiilineutraalisuus, ympäristö, metalliteollisuus

## ALKULAUSE

Opinnäytetyön teon puolesta haluan kiittää toimeksiantajaa Relicomp Oy:tä mielenkiintoisesta ja tärkeästä opinnäytetyön aiheesta. Työ opetti minulle paljon ekologisuudesta, hiilijalanjäljen laskennasta ja siihen liittyvistä standardeista. Haluan kiittää myös Katri Rientamo tuesta ja kannustuksesta sekä kaikesta tiedosta ja opista, mitä sain Relicomp Oy:stä opinnäytetyötä varten.

Haluan antaa kiitokset myös Tilly Anderssonille opinnäytetyön ohjaamisesta ja kannustuksesta matkan varrella.

Kiitokset myös Seinäjoen ammattikorkeakoululle ja erityisesti Pasi Junnelille, joka auttoi laskennassa ja laskurissa.

Henna Niemi 12.5.2023

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	RELICOMP OY.....	7
3	HIILIJALANJÄLKI .....	9
3.1	Yrityksen hiilijalanjälki.....	9
3.2	Päästökompensaatio ja hiilineutraalisuus.....	11
3.3	Tuotteen hiilijalanjälki .....	12
3.4	Hiilikädenjälki.....	13
4	HIILIJALANJÄLJEN LASKENTAA OHJAAVAT STANDARDIT JA PROTOKOLLA .....	14
4.1	GHG-protokolla .....	14
4.1.1	Scope 1: suorat päästöt .....	15
4.1.2	Scope 2: epäsuorat päästöt .....	15
4.1.3	Scope 3: muut epäsuorat päästöt .....	16
4.2	ISO 14064 .....	16
4.3	ISO 14067 .....	18
4.4	ISO 14040 ja ISO 14044 .....	19
5	LASKENTA.....	20
5.1	Laskennan perusteet.....	21
5.2	Laskennan tulokset .....	21
6	HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMINEN JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	23
6.1	Scope 2 luokan päästöt.....	23
6.2	Scope 3 luokan päästöt.....	23
7	TUOTTEEN HIILIJALANJÄJEN LASKENTA .....	25
8	YHTEENVETO .....	26
	LÄHTEET.....	27
	LIITTEET .....	31

# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä keskitytään yhteen ilmastomuutosta tutkivaan mittariin eli hiilijalanjälkeen. Työssä lasketaan hiilijalanjälki Relicomp Oy:lle Excel-pohjaisella Y-HIILARI-laskentasovelluksella. Hiilijalanjäljen laskennassa käytetään Greenhouse Gas -protokollaa eli GHG-protokollaa ja sen standardeja sekä ISO 14064 -standardia. Työssä selvitetään myös mitä toimia pitää ottaa huomioon, jotta tuotteiden hiilijalanjälkiä voitaisiin alkaa laskemaan tulevaisuudessa. Laskennan lisäksi selvitetään toimia, jolla yritys voisi vähentää päästöjään ja sitä kautta pienentää hiilijalanjälkeään. Päästöjen laskennan tarkasteluvuotena käytetään vuotta 2022.

Työn tarkoituksena on kartoittaa ja selvittää Relicomp Oy:n merkittävimmät päästölähteet ja laskea hiilijalanjälki tulevaisuuden vertailua varten. Käytettävästä hiilijalanjälkilaskurista tehdään yritykselle sopiva, että hiilijalanjälki pystytään laskemaan helposti joka vuosi ja voidaan seurata sen muutosta liikevaihtoon ja tehtyihin työtunteihin verraten. Hiilijalanjälkilaskentaan velvoittaa ilmastomuutos ja sitä vastaan säädetyt lait yrityksille. Relicompin tapauksessa esimerkiksi ISO 14001 -standardi ohjaa vastuullisempaan suuntaan yritystä. Asiakkaat ovat yhä kiinnostuneempia toimittajiansa hiilijalanjäljestä, mikä ohjaa Relicomp:a määrittämään oman hiilijalanjälkensä.

Työssä tutkitaan tuotteen hiilijalanjäljen laskentaa ja siihen liittyviä standardeja ISO 14067, ISO 14040 ja 14044. Lisäksi selvitetään, mitä tietoja yritys tarvitsi tuotteiden hiilijalanjälkienlaskentaan sekä miten niitä olisi helpoin kerätä ja käyttää heidän järjestelmässään. Fossiilivapaan teräksen käyttöä tutkitaan tuotteen hiilijalanjäljen kannalta.

## 2 RELICOMP OY

Relicomp Oy on vuonna 1992 perustettu suomalainen ohutlevyteknologiaan erikoistunut metalliteollisuuden yritys. Vuodesta 2014 alkaen kaikki tuotteet on valmistettu omassa tehtaassa Kurikassa. Tuotantoa on ollut myös Kauhajoella ja Suolahdessa, mutta vuodesta 2016 alkaen kaikki valmistus on keskitetty Kurikkaan. Relicomp tarjoaa tilaustyönä ohutlevytuotteita tuotekehityksestä komponenttien valmistukseen ja järjestelmätoimituksiin saakka. Palveluja tarjotaan tuotekehityksestä ja suunnittelusta komponenttien valmistukseen saakka. Relicomp työllistää tällä hetkellä noin 145 työntekijää ja kouluttaa henkilöstöään säännöllisesti taatakseen asiakasvaatimusten täyttymisen. Asiakslähtöisyys on yrityksen yksi tärkeimmistä perustoimintamalleista. Kuvassa 1 Relicomp Oy:n tehdas Kurikassa. (1.)



*KUVA 1. Relicompin tuotantohalli Kurikassa (1.)*

Relicomp haluaa kehittyä koko ajan ja tarjota asiakkailleen laadukkaita tuotteita unohtamatta vastuullisuutta. Relicompin merkittävin kilpailuetu on valmistettavien tuotteiden tuotantoketjun hallinta, joka mahdollistaa tuotteen vaihtoehtoiset valmistusmenetelmät kustannustehokkaasti ja laadukkaasti asiakkaalle. Pääprosessit ovat tuote- ja menetelmäkehitys, laserleikkaus, särmäys, numeerinen painomuovaus, syväveto, hitsaus, jauhemaalauus ja kokoonpano. Relicompin toimintaa ohjaavat sertifioidut laatu järjestelmät ISO 9001:2015, ISO 14001, ISO 45001 sekä ISO 3834-2.

Relicompilla on käytössä ISO 14001 -ympäristösertifikaatti vuodesta 2004 alkaen. ISO 14001 -standardin tarkoitus on auttaa organisaatioita saavuttamaan ympäristöjärjestelmältä halutut tulokset, jotka tuottavat arvoa ympäristölle, organisaatiolle ja sidosryhmille. Ympäristöjärjestelmän sertifiointiprosessissa organisaation ympäristönhallintajärjestelmä arvioidaan ISO 14001-standardiin nojaten. (1.)

Ympäristöjärjestelmä näkyy Relicompilla seuraavasti: Toimintaympäristön kartoituksessa huomioidaan ympäristö. Ympäristöpolitiikkaa on luotu ja se on osa toimintaa. Ympäristöjärjestelmän vastuut ja valtuudet on määritetty sekä ympäristötavoitteille luotu mittarit sekä seuranta. Ympäristönäkökohdat on tunnistettu, sitovat velvoitteet ja laki- ja viranomaisvaatimukset. Parantamiseen on luotu 5 vuotinen ympäristöohjelma. (2.)

Relicompin viiden vuoden ympäristöohjelmassa määritellään jokaisen kauden kehityskohteet ja mittarit sekä niiden seuranta. Yrityksen käyttämästä teräksestä 90 % on kierrätettyä, kaikki ylijäämäteräs kierrätetään. Maalaamossa käytettävästä pulverimaalista 80 % kierrätetään ja käytetään uudelleen, loput maalista poltetaan energijätteenä. Puu-, pahvi- ja kirkasmuovijäte kierrätetään. (3.)



### 3 HIILIJALANJÄLKI

Ilmastonmuutos on yksi suurimmista kriiseistä maailmalaajuisesti. Sen vaikutukset näkyvät kielteisesti luonnossa ympäri maailmaa ja myös Suomessa. (4.) Vaikka ilmastonmuutosta ei voida enää perua, voidaan sitä kuitenkin vielä hillitä. Työpaikat ovat tässä suunnanmuutoksessa olennaisessa asemassa. Ilmastonmuutoksen hillitseminen edellyttää, että yrityksellä on tietoa omista päästöistään. Yrityksillä on valtavasti mahdollisuuksia hillitä turhia päästöjä. (5.) Päästöjen selvitykseen yleisin mittari on hiilijalanjälki.

Hiilijalanjälki on ihmisen, yrityksen tai organisaation toiminnasta syntyvien kasvihuonekaasujen määrä ilmakehään. Hiilijalanjälki on mitta, jolla mitataan organisaation, yksilön, tapahtuman tai tuotteen aiheuttamien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärää. Se voidaan laskea yksittäiselle henkilölle, yritykselle tai yhteisölle selvittämällä ja mittaamalla suoraan ja välillisesti tuotetut kasvihuonekaasupäästöt. (4.)

Merkittävimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi, otsoni, ja vesihöyry. Hiilijalanjälki ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenteina, yksikkönä käytetään massaa (CO<sub>2</sub>-ekv). Hiilidioksidiekvivalenttiin on laskettu kaikkien kasvihuonekaasujen ilmastoja lämmittävä vaikutus hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi. Sen tarkoituksena pystyä laskemaan yhteen eri kasvihuonekaasupäästöjen ilmastoja lämmittävät vaikutukset, jotka ovat jokaisella kaasulla erilaiset. (6.)

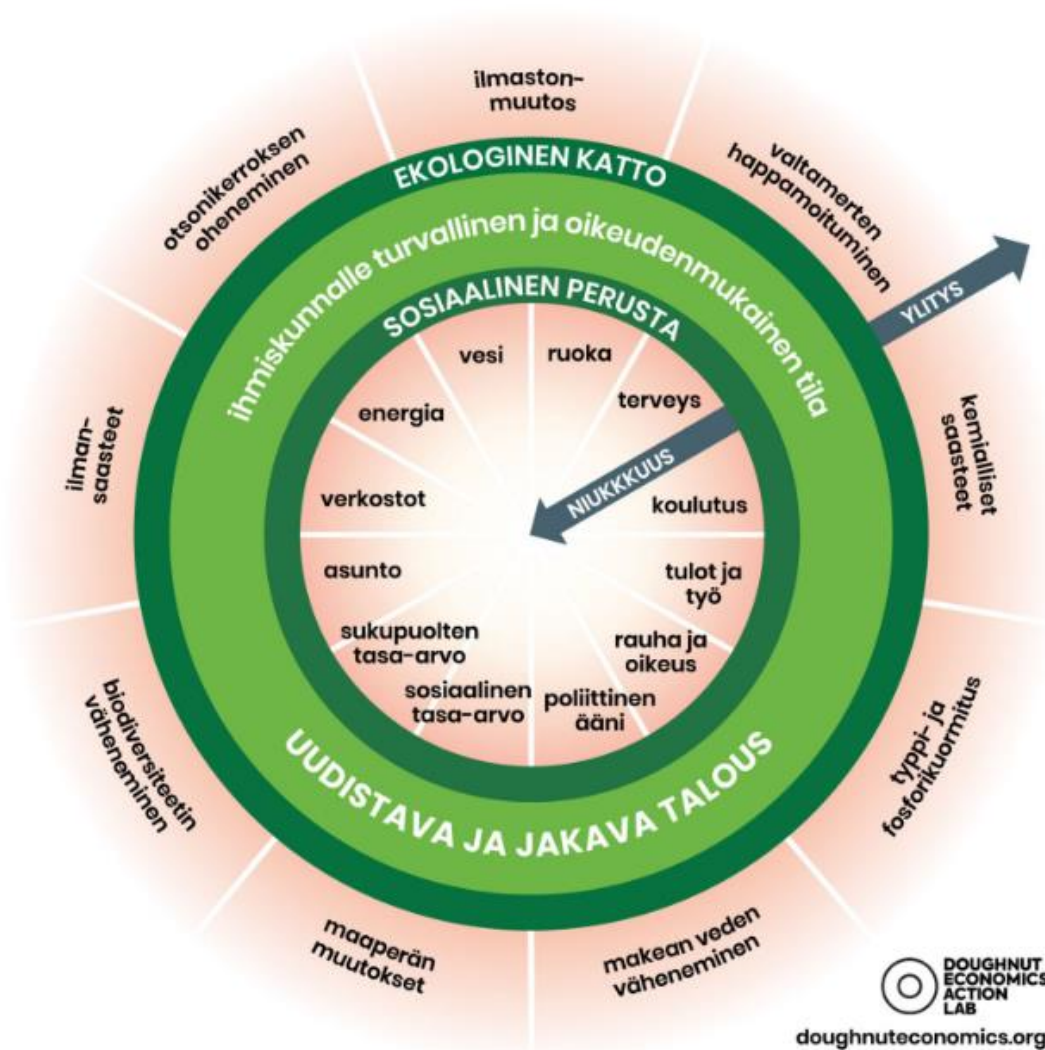
#### 3.1 Yrityksen hiilijalanjälki

Yrityksen hiilijalanjälki kuvastaa sen ilmastovaikutuksia ja kertoo sen toiminnasta sekä arvoketjusta syntyvien päästöjen määrän (7). Yrityksen hiilijalanjäljen laskeminen on ensimmäinen askel päästöjen vähentämistä kohti. Lähes jokaisen yrityksen toiminnasta aiheutuu ympäristökuormitusta, oli yritys suuri tai pieni. Jotta negatiivisia vaikutuksia pystytään pienentämään oikealla tavalla, on aluksi kerättävä dataa ja sen avulla laskettava yrityksen hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan yrityksen toiminnasta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärää. Hiilijalanjäljen muodostuminen vaihtelee paljon eri toimialojen ja yritysten välillä. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön yrityksen hiilijalanjälki tulee olemaan eri suuruinen kuin toimistotyöhön keskittyvän yrityksen, jolla ei ole omaa tuotantotehdasta. (8.)

Laskennan laajuus vaihtelee yrityksen tarpeesta, kuinka laajasti jalanjälki halutaan selvittää. Tähän vaikuttaa esimerkiksi sidosryhmien odotukset tai muutokset toimintaympäristössä. Laskennassa on määritettävä, lasketaanko vain yrityksen omat suorat päästöt ja ostoenergian synnyttämät päästöt vai lasketaanko myös yrityksen epäsuorat päästöt, jolloin laskelmasta tulee kattavampi. (8.) Suurin osa yrityksen päästöistä on suoria ja loput epäsuoria. Suorat päästöt tarkoittavat päästöjä, jotka ovat suoraa yrityksen hallinnan alaisuudessa. Kiinteistöjen päästöt ja käyttöön ostetun energian päästöt ovat suoria päästöjä. Epäsuorat päästöt ovat seurauksia yrityksen toiminnasta, mutta ne eivät ole yrityksen hallinnassa. (9.)

Yrityksen päästöt voidaan kompensoida ja yritys voi asettaa itselleen päästövähennystavoitteita saadun hiilijalanjäljen avulla. Hiilijalanjälki olisi hyvä laskea yrityksessä vuosittain varsinkin, jos yrityksessä on asetettu päästövähennystavoitteita. (7.)

Ilmastovastuuta pystytään yrityksessä tarkastelemaan suurena tekijänä osana liiketoimintamallia. Tällaisia tarkasteluja ja suunnitelmia kutsutaan donitsitaloudeksi. Donitsitaloudella vastataan ihmisten tarpeisiin samalla säilyttäen planeettamme elinvoimaisena. Sitä kuvataan kahtena renkaana, jotka muodostuvat sosiaalisesta perustasta ja ekologisesta katosta. Sosiaalinen perusta kuvastaa elämän välttämättömyyksiä ja ekologinen perusta ihmiskunnan elämää ylläpitäviä luonnonvaroja. Näiden kahden renkaan väliin jäävä tila on ekologisesti turvallinen ja sosiaalisesti oikeiden mukainen tila, jossa ihmiskunnan hyvinvointi on saavutettavissa. Kuvassa 2 on havainnollistettu donitsitalous. (10.)



KUVA 2. Donitsitalous (10)

### 3.2 Päästökompensaatio ja hiilineutraalisuus

Päästökompensaatiolla tarkoitetaan ilmastopäästöjen hyvittämistä sitomalla tai vähentämällä päästöjä vastaava määrä jossain muualla. Päästökompensoinnista on olemassa valtiollinen ja vapaaehtoinen järjestelmä. Valtiollisella päästökompensaatiolla tarkoitetaan valtioiden päästöjen kompensointia. Vapaaehtoinen päästökompensaatio on yrityksille, yhteisölle ja yksilölle suunnattu järjestelmä. Vapaaehtoista kompensointia tarjoavien yritysten toiminta perustuu päästöhyvitysyksiköiden kauppaan. Päästöjä sitovissa ja vähentävissä projekteissa tuotetaan päästöhyvitysyksiköitä. Näitä projekteja ovat esimerkiksi hankkeet, joissa metsitetään uusia alueita. (11.) Päästö-

kompensaatio on ainut toimi, jolla yritys voi päästä kokonaan hiilineutraaliksi. Pelkällä päästökompensaatiolla hiilijalanjäljen pienentäminen ei ole kestävää ja johtaa viherpesuun, koska kompensaatio ei vaadi toimia yritykseltä hiilijalanjäljen pienentämiseksi.

Yhä useammat yritykset havittelevat tällä hetkellä hiilineutraalisuutta ja kehittävät itseään siihen suuntaan, että päästöt saataisiin pienentymään. Yritykset haluavat olla hiilineutraalimpia, koska ympäristölait ja -asetukset tiukentuvat sekä asiakkaat velvoittavat pian tai jo nyt siihen. Hiilijalanjäljenlaskennalla ja päästövähennystoimenpiteillä katsotaan myös olevan hyötyä myynninedistämisen näkökulmasta, koska yritykset ja kuluttajat kiinnittävät enenevässä määrin huomiota yritysten vastuullisuuteen. (12.)

### **3.3 Tuotteen hiilijalanjälki**

Tuotteen tai palvelun hiilijalanjälkilaskenta perustuu elinkaariarviointiin. Elinkaariarvioinnilla arvioidaan ja analysoidaan tuotteen tai palvelun aiheuttamia ympäristövaikutuksia koko sen elinkaaren aikana. Sitä voidaan hyödyntää yksityiskohtaiseen elinkaariarviointiin tai yksinkertaisempaan tarkasteluun kohdennetusti tiettyyn päästöön. Vaikka hiilijalanjälkilaskenta perustuukin elinkaariarvioon, tulee siinä huomioida, että hiilijalanjälki on itsenäinen indikaattori. Erot menetelmien välillä johtuvat siitä, miten kasvihuonekaasut huomioidaan ja miten laskenta rajataan, sekä mitkä elinkaarenvaiheista sisällytetään laskentaan. (13.)

Tuotteen hiilijalanjälki saadaan laskettua, kun kartoitetaan tuotteen elinkaaren kaikki kasvihuonekaasupäästöjä tuottavat vaiheet. Tuotteen mitattava elinkaari ja sen osat riippuvat tarkasteltavasta tuotteesta. Elinkaari voidaan esittää ”kehdosta portille” tai ”kehdosta hautaan”. Kehdosta portille kattaa tuotteen hiilidioksidipäästöt materiaalien hankinnasta siihen, kun valmis tuote on valmis toimittavaksi eteenpäin tuotantolaitokselta. Kehdosta hautaan kattaa kaiken materiaalin hankinnasta tuotteen lopulliseen hävittämiseen käytön jälkeen. Kun tuotteen elinkaaren kaikki vaiheet on saatu tunnistettua, pitää tunnistaa kaikki elinkaaren vaiheisiin liittyvät prosessit, joista syntyy kasvihuonekaasupäästöjä. Tunnistetuista prosesseista kerätään dataa, joka muunnetaan päästökertoimilla hiilidioksidiekvivalenteiksi eli hiilijalanjäljeksi. Prosessi täytyy raportoida huolellisesti, minkä jälkeen voidaan alkaa suunnittelemaan päästövähennystoimia. (12.)

Yritys, jonka tuotteiden hiilijalanjälki on laskettu, pystyy osoittamaan huomattavaa etua esimerkiksi hankintaprosesseissa ja vastuullisuuttaan. Yritys saa tuotteen hiilijalanjälkilaskennasta arvokasta

dataa, jonka avulla se voi kohdentaa kustannustehokkaita päästövähennystoimenpiteitä oikeisiin paikkoihin tuotteen elinkaaren erivaiheisiin. Päästöjen tunnistaminen ja vähentäminen myös lisäävät tuotteen valmistuksen kustannustehokkuutta, esimerkiksi energian kulutuksen pienentämisen takia. (12.)

### **3.4 Hiilikädenjälki**

Hiilikädenjälki kuvaa, kuinka ilmastonmuutosta pystyttäisiin hillitsemään. Hiilikädenjälki on positiivinen ja syntyy yrityksen tarjoamana ratkaisuna pienentää jonkun toisen, esimerkiksi asiakkaan hiilijalanjälkeä. Yrityksen omat toimet hiilijalanjäljen pienentämiseen eivät kasvata hiilikädenjälkeä. Suomessa on kehitetty standardipohjainen menetelmä hiilikädenjäljen määrittämiseen. Hiilikädenjälki laskentamenetelmän on kehittänyt VTT ja Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto syksyllä 2018 julkaistussa oppaassa. Hiilikädenjälki pystytään määrittämään yksittäiselle tuotteelle. Sen laskentamenetelmä perustuu tuotteen määrittämistä koskevan standardin (ISO 14067) vaatimuksiin. (14.)

Hiilikädenjälkeen voidaan vaikuttaa esimerkiksi pienentämällä materiaalin käyttöä, parantamalla energiatehokkuutta, tekemällä kestävämpiä raaka-ainevalintoja, kehittämällä tuotteiden kierrätettävyyttä, pidentämällä tuotteiden käyttöikää ja parantamalla niiden käytettävyyttä sekä vähentämällä hukkamateriaalin määrää. (15.)

Tällä hetkellä teknologia-alan hiilikädenjälki on päästöjä suurempi. Päästöjä ja energiankulutusta vähentävien vientituotteiden ja palveluiden eli kädenjälkien arvioidaan olevan vähintään 20 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia vuodessa, joka vastaa nelinkertaisesti teknologiateollisuuden omia CO<sub>2</sub>-päästöjä Suomessa. Suomalaisen teknologiateollisuuden vahvuus on sen suuri hiilikädenjälki. Jos vihreää elvytystä tuetaan yrityksille oikealla tavalla, Suomalaisella teollisuudella on huomattava vientipotentiaali. (16.)

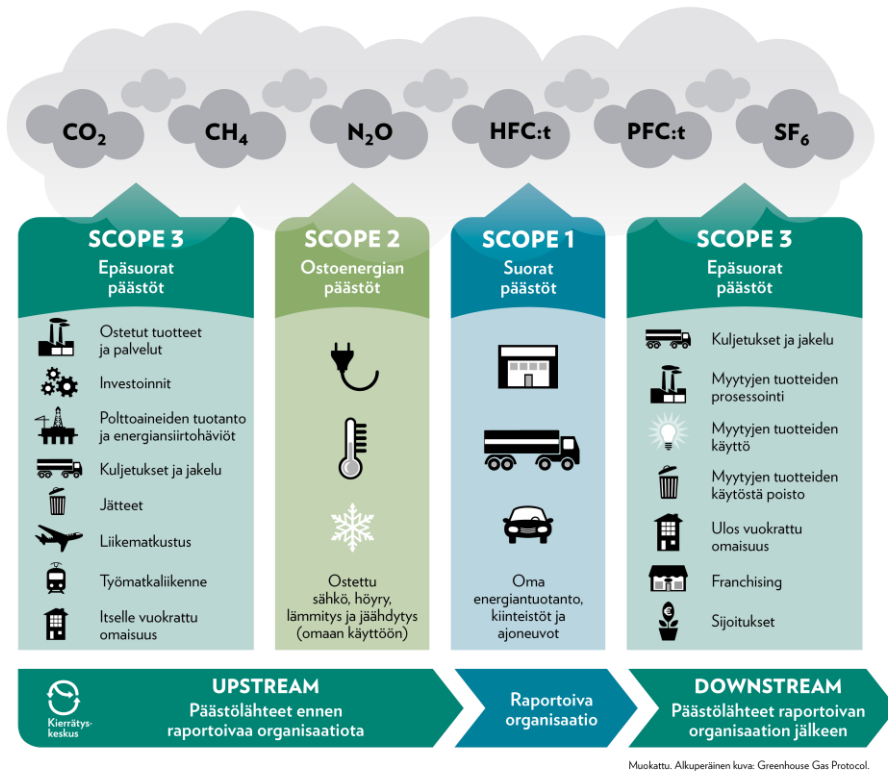
## 4 HIILIJALANJÄLJEN LASKENTAA OHJAAVAT STANDARDIT JA PROTOKOLLA

Tässä luvussa käsitellään Greenhouse Gas -protokollaa ja sen standardeja sekä ISO 14064 standardia, jotka yhdessä ohjaavat hiilijalanjälkilaskentaa. Luvussa käsitellään myös tuotteen hiilijalanjäljenlaskentaan liittyviä standardeja.

### 4.1 GHG-protokolla

Greenhouse Gas (GHG) -protokolla määrittelee päästöjen raportoinnin periaatteet koskien seitsemää kasvihuonekaasua: hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), dityppioksidi (ilokaasu, N<sub>2</sub>O), metaani (CH<sub>4</sub>), perfluorihiihivedyt (PCFs), fluorihiihivedyt (HFCs), rikkiheksafluoridi (SF<sub>6</sub>) ja typpifluoridi (NF<sub>3</sub>) (6).

Greenhouse Gas -protocol standard antaa ohjausta yrityksille ja organisaatioille sekä standardeja kasvihuonekaasupäästöjen kartoitusta varten. Protokollassa päästöt jaetaan suoriin ja epäsuoriin päästöihin, jotka on jaettu tarkemmin kolmeen eri luokkaan. Osia kutsutaan englanninkielisellä termillä scope: scope 1, scope 2, scope 3. Yhdessä nämä kolme luokkaa tarjoavat kattavan kirjjanpitoollisen rakenteen epäsuorien ja suorien päästöjen vähentämiseen ja hallitsemiseen. GHG-protokollan yritysstandardin päätehtävä on tarjota tarkka kokonaiskuva yrityksen kasvihuonekaasupäästöistä. (17; 6.) Kuvassa 3 on havainnollistettu GHG-protokollan päästöt.



KUVA 3. Greenhouse Gas -protokollan päästöt (6)

#### 4.1.1 Scope 1: suorat päästöt

Scope 1 luokkaan luetaan yrityksen kaikki suorat kasvihuonekaasupäästöt, jotka ovat peräisin yrityksen omista kiinteistöistä ja omistuksessa olevista ajoneuvoista sekä energiantuotannosta. Näihin yritys voi itse vaikuttaa ja niitä voidaan kontrolloida. Päästöt syntyvät yrityksen oman toiminnan seurauksena. (17; 9.)

#### 4.1.2 Scope 2: epäsuorat päästöt

Scope 2 -luokan päästöt kuuluvat epäsuoriin päästöihin. Nämä päästöt koostuvat ostetusta energiasta. Energiatyyppejä ovat sähkö, höyry, lämmitys ja viilennys. Sähköä käytetään lähestulkoon kaikissa yrityksissä. Sähköä käytetään koneiden toimintoihin, sähköisten ajoneuvojen lataukseen, valaistukseen, ja joihinkin lämmitys ja viilennysjärjestelmiin. (17; 9.)

Scope 2 -luokasta syntyvät päästöt ovat suurimmat kasvihuonekaasupäästöt maailmanlaajuisesti. Lämmön ja sähkön tuotannon osuus on kolmannes kaikista kasvihuonekaasupäästöistä. Sähkön

ostajilla ja kuluttajilla on mahdollisuus vaikuttaa sähkön käyttöön ja sen tuottamisesta aiheutuviin päästöihin vähentämällä sähkön kulutusta. (18;17.)

#### **4.1.3 Scope 3: muut epäsuorat päästöt**

Scope 3 -luokkaan luetaan epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt esimerkiksi hankinnat, matkustaminen ja ulkoistetut toiminnot. Epäsuoria päästöjä syntyy yrityksen valmistaman tuotteen elinkaaren erivaiheissa, ennen tuotteen myyntihetkeä ja sen jälkeen. Nämä päästöt ovat peräisin yrityksen toiminnasta, mutta ne ovat lähteistä, jotka eivät ole yrityksen määräysvallassa tai omistuksessa. Scope 3 -luokan päästöt ovat yleensä keskeisin yrityksen päästölähde ja joka vaikein selvitettävä. (19; 9.)

Scope 3 -luokkaan kuuluu ostetun materiaalin louhinta ja tuotanto, kuljetukseen liittyvät toimet, kuten ostettujen materiaalien, öljyn ja tavaroiden kuljetus sekä työntekijöiden työmatkat töihin ja töistä pois sekä työmatkat. Sähköön liittyvät toiminnot, jotka eivät kuulu scope 2-luokkaan: jätehuolto ja myytyjen tuotteiden ja palveluiden käyttö. Scope 3 -luokan laskentaan ei tarvitse sisällyttää kaikkea tuotteiden ja toimintojen kasvihuonekaasujen elinkaarianalyysiä. Tärkeintä on keskittyä suurimpiin kasvihuonekaasuja tuottaviin toimiin, yhteen tai kahteen. (19.)

#### **4.2 ISO 14064**

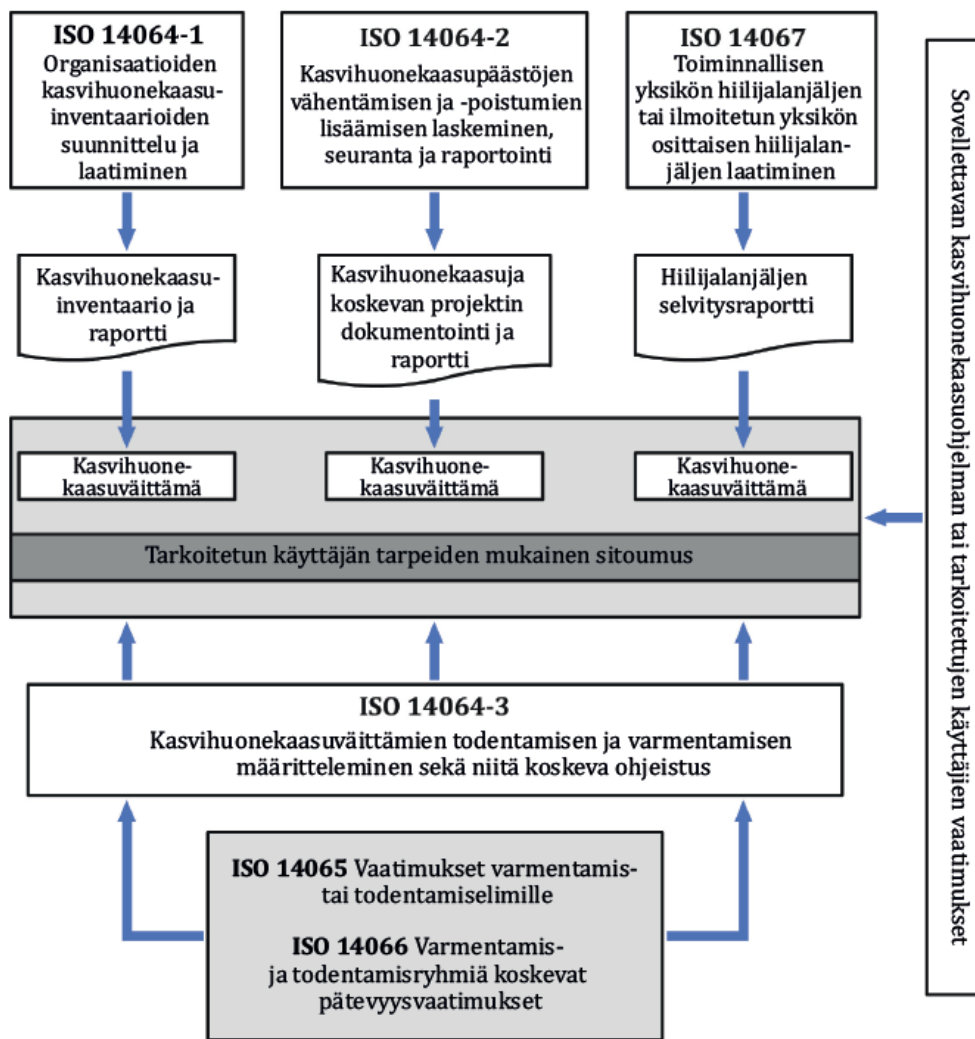
ISO 14064 -standardi tarjoaa teollisuudelle työkaluja, joiden avulla pystytään kehittämään ohjelmia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Standardi tarjoaa apua muun muassa seuraavissa asioissa: kasvihuonekaasujen vähentämisen yhdenmukaisuudessa, läpinäkyvyydessä ja uskottavuuden edistämässä. (20.) Tämä kansainvälinen standardi on jaettu kolmeen eri osa-alueeseen. Kuvassa 4 on esitetty kasvihuonekaasuja käsittelevien standardien keskinäiset suhteet.

SFS-EN ISO 14064 on standardi, joka määrittää ja ohjaa organisaatiotasolla kasvihuonekaasujen päästöjen ja poistojen laskemisen ja raportoinnin. Tämä standardin osa sisältää vaatimuksia kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan ja rajaamiseen yrityksessä. Standardissa on määritetty viisi pääperiaatetta, jotka ovat relevanssi, täydellisyys, johdonmukaisuus, läpinäkyvyys ja tarkkuus. Nämä periaatteet varmistavat, että kasvihuonekaasuihin kuuluva informaatio on todenmukaista. (21;22.)



ISO 14064 osa 2 määrittää yksityiskohtat kasvihuonekaasupäästöjen tunnistamiseen, raportointiin, pienentämiseen ja seuraamiseen suunnatuissa projekteissa. Tämä osa standardia keskittyy erityisesti suunniteltuihin kasvihuonekaasuprojekteihin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. (21; 23.)

ISO 14064 osa 3 määrittää yksityiskohtaiset vaatimukset sekä tarjoaa ohjeistusta kasvihuonekaasupäästöjen vahvistamiseen ja todentamiseen (33). Standardi kuvaa kasvihuonekaasujen validointi- tai todentamisprosessia ja määrittelee komponentit, kuten todentamisen tai validoinnin suunnittelun, arviointimenettelyt ja projektin tai organisaation kasvihuonekaasulausekkeiden arvioinnin. (21;24.) Kuvassa 4 on esitetty kasvihuonekaasuja käsittelevien standardien keskinäiset suhteet.



KUVA 4. Standardisarjan ISO 14060 kasvihuonekaasuja käsittelevien standardien keskinäiset suhteet (25)

### 4.3 ISO 14067

Standardi ISO 14067 on kansainvälisen standardijärjestön kehittämä tuotteiden hiilijalanjälkeä koskeva standardi. Se pitää sisällään tuotteiden hiilijalanjälkeä koskevat vaatimukset ja ohjeet. Standardissa määritellään laskentaan perustuvat vaadittavat periaatteet, joiden mukaan lopputulos pystytään määrittämään. Standardin päätavoite on saada laskennan avulla tuotteen potentiaalinen vaikutus ilmastoon lämpenemiseen. (25.)

Standardissa määritellään hiilijalanjäljen laskemista ja raportointia koskevat vaatimukset ja periaatteet sekä sitä koskeva ohjeistus mikä on johdonmukainen elinkaariarviointia koskevien kansainvälisten standardien ISO 14040 ja ISO 14044 kanssa. Standardissa määritellään myös osittaisen hiilijalanjäljen laskemista koskevat vaatimukset sekä ohjeistus. dokumenttia voidaan soveltaa hiilijalanjälkiselvityksiin. Dokumentissa käsitellään vain yhtä vaikutusluokkaa eli ilmastonmuutosta. (26.)

Tuotestandardin mukaan hiilijalanjälki pitää sisällään tuotteen kasvihuonekaasupäästöjen ja poistumisen summan, joka ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina. Saatu arvo perustuu tuotteen elinkaariarviointiin, johon on käytetty vain yhtä yllä mainittua vaikutusluokkaa eli ilmaston muutosta. (25.)

#### **4.4 ISO 14040 ja ISO 14044**

Kansainvälinen standardijärjestö on laatinut kaksi toisiaan täydentävää standardia elinkaariarviointien vertailukelpoisuuden varmistamiseksi. Elinkaariarviointien periaatteet ja puitteet esitetään ISO 14040 -standardissa ja itse vaatimukset ISO 14044-standardissa. (27.)

Standardi ISO 14040 sisältää elinkaariarvioinnin pääpiirteet ja periaatteet, joihin sisältyvät elinkaariarvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysivaihe, vaikutusarviointivaihe, tulosten tulkintavaihe, elinkaariarvioinnin raportointi ja kriittinen arviointi, elinkaariarviointivaiheiden väliset suhteet ja arvovalintojen ja valinnaisten osien käytön ehdot. Standardi kattaa elinkaariarviointiselvitykset (Life Cycle Assessment LCA-selvitykset) ja elinkaari-inventaarioselvitykset (Life Cycle Inventory LCI-selvitykset). (28.)

Standardi ISO 14044 sisältää elinkaariarvioinnin suuntaviivoja ja vaatimukset. Standardissa määritellään elinkaariarvioinnin (LCA) vaatimukset ja annetaan opastusta seuraavista asioista: elinkaariarvioinnin tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysivaihe (LCI), vaikutusarviointivaihe (Life Cycle Inventory Assessment LCIA), tulosten tulkintavaihe, elinkaariarvioinnin raportointi ja kriittinen arviointi, elinkaariarvioinnin rajoitukset, elinkaariarviointivaiheiden väliset suhteet ja arvovalintojen ja valinnaisten osien käytön ehdot. (29.)

## 5 LASKENTA

Hiilijalanjäljen laskentaan on tarjolla monia työkaluja, ilmaisia ja maksullisia. Suurin osa laskureista pohjautuu GHG-protokollaan ja sen standardeihin. Työssä valittiin kolmesta laskurista yksi, jolla laskenta suoritettiin. Laskureita vertailtiin keskenään sen mukaan, kuinka laajoja ne ovat ja miten hyvin ne sopivat yrityksen toimintaan. Vertailussa oli mukana keskuskauppakamarin ja suunnittelu- sekä konsulttitoimisto AFRY:n yhteistyössä tekemä laskuri, Suomen ympäristökeskus (SYKE:n) laatima laskentatyökalu Y-HIILARI ja GHG-protokollan oma laskentaohjelma.

Laskentatyökaluksi valittiin Y-HIILARI Suomen ympäristökeskus (SYKEltä) (30). Laskuri perustuu suurimmalta osin GHG protokollan standardeihin sekä oli asetustiedoiltaan laajin ja yritykselle sopivin. Se ottaa huomioon scope 3-luokan päästöt parhaiten (jätehuolto ja matkustaminen). Laskuri on myös yksinkertaisin ja helppokäyttöisin varsinkin hiilijalanjäljen vertailuun tulevinä vuosina. Laskuri ei ota huomioon kaikkia protokollassa mainittuja päästökategorioita, koska niitä on paljon.

Laskentaohjelman laskelmat perustuvat päästökertoimiin, jotka on kerätty eri lähteistä. Laskenta on yleensä päästökertoimien kerrontaa kappalemäärällä, painolla tai määrällä. Lopuksi laskelmat kerätään ja plussataan yhteen ja saadaan hiilijalanjälki.

Laskenta suoritettiin Y-HIILARI-laskentasovelluksella. Y-HIILARI on Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan perustuva. Ohjelmaan kerättiin tietoja vuoden ajalta ja tarkasteluvuotena käytettiin vuotta 2022. Tiedot sähkön kulutuksesta lisätään ja vaihdetaan sähköyhtiön antama päästökerroin laskuriin. Kaukolämmön kulutus lisätään ja vaihdetaan kaukolämpöyhtiön antama päästökerroin laskuriin. Kuljetuksista lisätään valmiiksi lasketut päästöt isommalta kuljetusyhtiöltä. Alihankintaos- tojen kuljetusyhtiön rahdeista lasketaan yhteen kilometrimäärät ja tehdään keskiarvolaskelma kuor- man painosta. Kuormat on kuljetettu pääosin puoliperävaunuyhdistelmä rekoilla, joten kilometrit lisätään sen kohdalle laskurissa. Jätehuoltoon lisätään kaikki jätteet sekä matkat kilometreinä jät- teiden käsittelylaitoksille. Liikematkojen kohdalle täytetään vuoden aikana vietetyt hotelliyöt ja nii- den keskimääräinen hinta per yö. Liikematkoihin lisätään myös henkilöautoilla kuljetut liikemat- kat kilometreinä ja jaetaan kilometrit puoliksi bensa ja diesel autoille. Laskuriin lisätään myös kaa- sujen käyttö. Kaasujen päästöt saadaan suoraa laskettuna toimittajalta ja lisätään kokonais- hiilija- lanjälkeen.

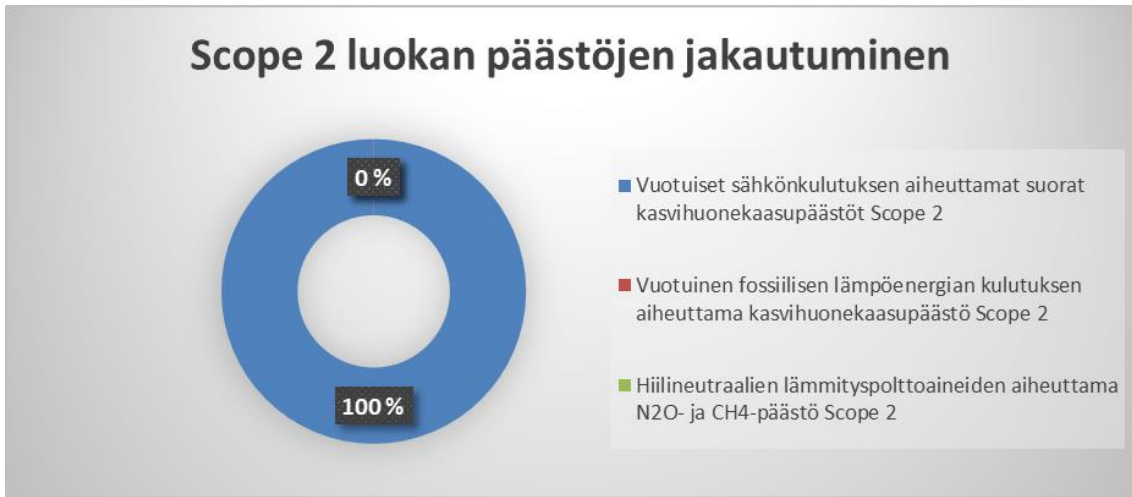
## 5.1 Laskennan perusteet

Ennen hiilijalanjäljen laskemista on tehty tiettyjä rajoituksia laskentaan ja rajattu pois päästökategorioita, joita ei yrityksen toiminnassa esiinny. Laskennassa otetaan huomioon myös epäsuoria päästöjä suorien päästöjen lisäksi, jotta saadaan oikeellisempi tulos. Epäsuorista päästöistä ei kuitenkaan pystytä kaikkia huomioimaan, koska niitä on niin paljon ja laskuri ei ota niitä kaikkia huomioon. Epäsuorista päästöistä lisättiin kuitenkin kaasun käyttö saamaan laskenta oikeellisemmaksi.

Alihankinnan ostopöytäkirjojen tarkkuuteen vaikuttaa kartasta arvioitu matka, joka on laskettu oletuksena suorana reittinä. Ei ole huomioitu, jos rekka on kulkenut eri reitin ja käynyt hakemassa muualta tavaraa. Kuljetusten painon keskiarvolla valittiin, millaisena rekkakuljetuksena kilometrit lisätään laskuriin. Kuljetukset kuljetetaan pääosin puoliperävaunuyhdistelmillä. Hotelliöiden hinnoista laskettiin keskiarvo. Henkilöautoilla ajatut kilometrit jaettiin kahtia diesel- ja bensiiniautoille. Liikematkoihin ei ole lisätty juna- tai lentomatkoja, koska niistä ei ole tarpeeksi dataa tiedossa.

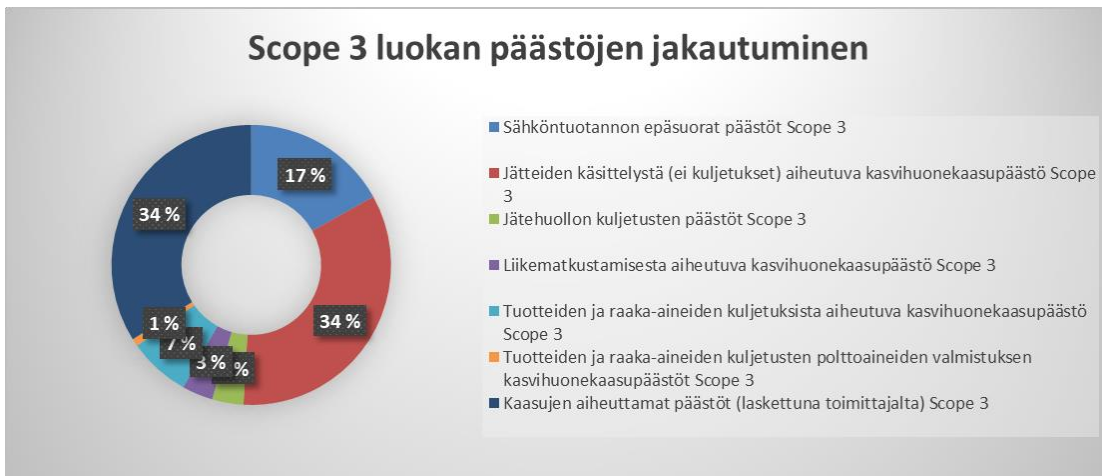
## 5.2 Laskennan tulokset

Laskennan tuloksena saatiin hiilijalanjälki vuodelle 2022. Saadun hiilijalanjäljen perusteella päästään suunnittelemaan päästövähennystoimenpiteitä ja mahdollisia päästökompensatioita. Hiilijalanjäljestä pystytään myös näkemään merkittävimmät päästölähteet. Hiilijalanjäljen päästöistä 70 % kuuluu scope 2-luokkaan ja loput 30 % scope 3-luokkaan. Scope 1 -luokan päästöjä ei yrityksessä synny ollenkaan, koska Relicompilla ei ole omia kulkuneuvoja tai energiantuotantoa. Hiilijalanjäljen suurin luokka on scope 2-luokan päästöt, joista isoin päästölähde on sähkö. Sähkö on yrityksen suurin päästölähde ja seuraavaksi suurimmat päästölähteet ovat jätteiden käsittely ja kaasujen käyttö. Kuvassa 4 näkyy päästöjen jakautuminen scope 2-luokassa. Laskenta ja sen tulokset on esitetty Liitteissä 1–8.



KUVA 4. Scope 2 luokan päästöjen jakautuminen

Päästöjä scope 3 luokassa syntyy eniten jätteiden käsittelystä, käytetyistä kaasuista ja sähköntuotannon epäsuorista päästöistä. Kuvassa 5 on esitetty scope 3-luokan päästöjen jakautuminen.



KUVA 5. Scope 3 luokan päästöjen jakautuminen

## 6 HIILIJALANJÄLJEN PIENENTÄMINEN JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä luvussa esitetään toimia, jolla hiilijalanjälkeä voisi pienentää. Lisäksi tarkastellaan myös tuotteen hiilijalanjäljen pienentämistoimia tulevaisuudessa.

### 6.1 Scope 2 luokan päästöt

Scope 2 -luokan päästöjä saataisiin pienemään, kun sähköstä puolet vaihdettaisiin uusiutuvaan energiaan, sillä hiilijalanjälki pienenesi yli 30 % ja kokonaan uusiutuvaan energiaan vaihtamalla saataisiin hiilijalanjälkeä pienennettyä jopa 70 %. Sähkönkulutuksen pienentämisellä olisi myös pieni vaikutus hiilijalanjälkeen. Sähkönkulutusta on jo pyritty pienentämään uusimalla vanhoja loisteputkia LED putkiksi ja uusimalla koneita.

Relicompille tehtiin karkea laskelma aurinkopaneeleista, joka on esitetty Liitteessä 9. Laskelmalla nähdään, onko paneelien hankinta kannattavaa ja paljonko paneelit laskisivat sähkönkulutusta sekä olisiko sillä vaikutusta hiilijalanjälkeen. Laskenta suoritettiin karkeasti yksinkertaisella kaavalla. Aurinkosäätiiedot kerättiin ilmatieteenlaitoksen avoimesta säädata palvelusta viimevuoden ajalta. Valittiin aurinkopaneeli, jossa on keskinkertainen hyötysuhde ja teho. Päätettiin laskelman helpottamiseksi, että paneelit osoittavat suoraa etelään ja valittiin korjauskerroin taulukosta. Kattopinta-alaa on niin paljon, että valittiin karkeasti 400 paneelia vaikka katolle mahtuisi enemmänkin. Suurempi määrä paneeleita ei tuota tarpeeksi sähköä, että se olisi kannattavaa ottaa enemmän kustannukset huomioon ottaen.

Laskelmista voi todeta, että paneelit eivät ole kannattavia, koska sähkönkulutus on niin suurta. Paneeleilla saadaan hiilijalanjälkeä pienennettyä vain noin 3 %. Paneelien tuottama sähköteho ei riitä kattamaan heinäkuun kiinnioaloajan sähkönkulutusta. Laskelmat on esitetty liitteessä 9.

### 6.2 Scope 3 luokan päästöt

Jätteiden vähentäminen puoleen pienentäisi hiilijalanjälkeä vain pari prosenttia. Jätteiden aiheuttama päästökuormaa voidaan pienentää, kun aerosolijäte saataisiin metallijätteeksi. Aerosolijätettä tulee paljon ja se lajitellaan vaaralliseen jätteeseen, mutta jos pulloista saataisiin painekaasu pois,

voitaisiin pullot kierrättää metalleihin. Vaarallista jätettä saataisiin vähennettyä myös, jos jätteeksi joutuvasta jauhemaalista pystyisi tekemään, esimerkiksi parvekelaattoja tai pellettiä lämmityskäyttöön. Jätemaaliprosentti ei kuitenkaan ole korkea, mutta vaikuttaa kuitenkin hiilijalanjälkeen.

Metallijätettä on vaikeampi vähentää, koska muoto-osien syväveto vaatii metallilevyn reunoille enemmän varaa. Metallijätteet lajitellaan jo kierrätykseen jakeittain sekapelliksi, alle 5 mm:n ja yli 5 mm:n levyihin. Metallin jäteprosentti on alle 26 %, kun rajausjäte ja kuona mihin ei voida vaikuttaa rajataan pois. Jäteprosentti on hyvä tämän kokoiselle metallialan yritykselle, tavoite metallijäteprosentti 26 %.

Kaasun käytön optimointi on kannattavaa tulevaisuudessa yrityksen kasvaessa, jotta hiilijalanjälki ei pääse kasvamaan liikaa. Alihankintaostorahtien vähentämisellä olisi myös pieni vaikutus hiilijalanjälkeen.



## 7 TUOTTEEN HIILIJALANJÄJEN LASKENTA

Tuotteen hiilijalanjäljen laskentaan tarvitaan kaikki käytettävät materiaalit ja materiaalin kuljetus tuotantolaitokselle. Kulutettu energia, polttoaine ja tarvittavat kuljetukset eri työvaiheissa on otettava huomioon. Hukkamateriaalin määrän selvitys on tärkeä osa laskentaa. Relicompin kaikkien tuotteiden hiilijalanjäljen laskeminen erikseen on haastavaa, koska tuotteita on tuhansia ja työvaiheita niin erilaisia ja useita. Laskentaan tarvittavaa dataa on myös haastavaa kerätä ja käyttää. Tuotteen hiilijalanjäljenlaskenta olisi helpompaa, jos laskennan saisi automatisoitua yrityksen järjestelmään.

Tuotteiden hiilijalanjälkiä saadaan pienennettyä tulevaisuudessa, kun vaihdetaan perinteinen teräs fossiilivapaaseen teräkseen. Teräksentuotannon hiilidioksidipäästöjä on saatava pienennettyä, että teollisuus voisi siirtyä merkittävästä hiilidioksidi päästöjen aiheuttajasta kestäväksi ja fossiilivapaaksi toimijaksi. SSAB aikoo tuoda markkinoille vuonna 2026 maailman ensimmäisen fossiilivapaan teräksen. Hiilidioksidipäästöttömän teräksen valmistus alkaa rautamalmin hankinnasta fossiilivapailta kaivoksilta. Seuraavassa vaiheessa hiiltä ja koksia (kuivatislattu kiivihiihi) on normaalisti käytetty masuunissa hapen poistamiseen rautamalmin raudan valmistamiseksi. SSAB on kehittänyt HYBRIT-prosessin, jossa pyritään korvaamaan hiili ja koksi vetykaasulla, joka on kestävämpi ratkaisu. HYBRIT-prosessissa käytetty vety kaasu on tuotettu fossiilivapaalla sähköllä. Tärkeintä tuotantoprosessissa on, että koko prosessissa käytetään fossiilivapaata sähköä ja polttoaineita. Fossiilivapaat teräkset ovat ominaisuuksiltaan samanlaisia, kuin perinteinen teräs. (31.)

Fossiilivapaan teräksen käyttö pienentää tuotteen hiilijalanjälkeä, joka vaikuttaa positiivisesti yrityksen hiilijalanjälkeen. Uudenlaisen teräksen käyttö lisää kilpailukykyä ja helpottaa tulevaisuudessa tiukentuvien lainsäädäntöjen toteuttamista. (32.)

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä laskettiin Excel-pohjaisella laskentaohjelmalla yritykselle hiilijalanjälki sekä selvitetiin tärkeimmät päästölähteet. Työn alue rajattiin vuodelle 2022 ja yrityksen kannalta olennaiset päästökategoriat päätettiin ottaa huomioon. Tämän lisäksi luotiin Excel laskentasovelluksesta yritykselle sopiva laskuri, jota voi tulevaisuudessa käyttää laskentaan ja tulosten vertailuun. Työssä käytettiin GHG-protokollan standardeja sekä muita hiilijalanjälkilaskentaan liittyviä standardeja. Protokollassa ja standardeissa on valtavasti tietoa kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan, joten tässä työssä on vain pintaraapaisu asiasta. Opinnäytetyö on kuitenkin suoritettu kattavasti ja tarkasti annetun aikamäärään sisällä.

Hiilijalanjäljenlaskentaan kerätyt päästötiedot ovat peräisin yrityksen omista tietokannoista ja toiminnasta. Työssä on käytetty mahdollisimman tarkkoja saatavilla olleita päästökertoimia. Päästökertoimia on saatu yrityksiltä ja laskurissa on valmiiksi päästökertoimet, jotka on kerätty monesta lähteestä ja saattavat olla joitakin vuosia vanhoja. Päästökertoimien kerääminen luotettavista lähteistä on todella haastavaa varsinkin Scope 3 -luokan päästöjen osalta. Tämä vaikuttaa laskennan tarkkuuteen hieman. Tämän takia laskennan tulosta ei voida sanoa absoluuttisesti oikeaksi vaan paremminkin suuntaa antavaksi. Kaikki laskentatiedot on lisätty Exceliin käsin, mikä lisää inhimillisen virheen riskiä. Laskelmasta saa kokonaiskuvan siitä, mitkä ovat merkittävimmät päästöjen aiheuttajat yrityksen toiminnassa ja mihin kannattaa jatkossa keskittyä.

Tässä työssä tutkittiin myös tuotteen hiilijalanjälkeä, joka tulevaisuudessa tulee kehittymään ja lisääntymään. Työssä selvitettiin mitä tietoja tuotteesta tarvitaan laskentaan ja kuinka laskenta kannattaisi suorittaa.

Kaikkea laskentaan käytettävää dataa olisi helpompi käsitellä, kun olisi tietokanta mihin sitä voisi vuoden aikana kerätä. Tietokantaan voisi lisätä kaikki liikematkat ja niiden pituudet sekä kaikki muu laskentaan tarvittava tärkeä data. Tietokannasta voisi sitten helposti lisätä arvot laskuriin ja saada tarkempi ja oikeellisempi tulos.

## LÄHTEET

1. Rientamo, Katri 2020. Kaksikerrosjauhemaalaus. SeAMK. Tekniikka. Hakupäivä 6.3.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/10024/345772/2/Kaksikerrosjauhemaalaus.pdf>.
2. Rientamo Katri 2023. ISO 14001 esitys Relicomp. PowerPoint. Ei saatavilla. Hakupäivä 15.3.2023.
3. Relicomp Oy 2022. Vastuullisuus. Hakupäivä 9.1.2023. <https://relicomp.fi/vastuullisuus/>.
4. NGS Finland 2022. Hiilijalanjälki - kaikki mitä sinun tulisi tietää hiilijalanjäljestä. Hakupäivä 10.1.2023. <https://ngsfinland.fi/blogi/hiilijalanjalki-kaikki-mita-sinun-tulisi-tietaa-hiilijalan-jaljestä>.
5. WWF 2022. Päästölaskennalla vaikuttavampaa ilmastotyötä ja pienempi hiilijalanjälki. Hakupäivä 8.2.2023. <https://wwf.fi/greenoffice/tarina/paastolaskennalla-vaikuttavampaa-ilmastotyota-ja-pienempi-hiilijalanjalki/>.
6. Tofuture 2022. Päästöjen laskenta vai hiilijalanjälki - onko termillä väliä? Hakupäivä 31.1.2023. <https://tofuture.fi/paastojen-laskenta-vai-hiilijalanjalki>.
7. Ecobio 2022. Yritysten hiilijalanjälki. Hakupäivä 22.2.2023. <https://ecobio.fi/yritysten-hiilijalan-jalki/>.
8. Istutapuita 2023. Yrityksen hiilijalanjäljen laskenta-miten se toteutetaan ja mitä hyötyjä siitä on? Hakupäivä 1.3.2023. <https://istutapuita.fi/yrityksen-hiilijalanjaljen-laskenta/>.
9. Kierrätyskeskus 2022. Kuinka selvittää yrityksen hiilijalanjälki? Hakupäivä 10.1.2023. [https://www.kierratyskeskus.fi/palvelut\\_yrityksille/kiertotaloudessa\\_-\\_blogi/blogiarkisto/kuinka\\_selvittaa\\_yrityksen\\_hiilijalanjalki.7036.news](https://www.kierratyskeskus.fi/palvelut_yrityksille/kiertotaloudessa_-_blogi/blogiarkisto/kuinka_selvittaa_yrityksen_hiilijalanjalki.7036.news).
10. Donitsitalous 2023. Donitsitalouden pohdintaa ja soveltamista Suomessa. Hakupäivä 22.2.2023. <https://www.donitsitalous.fi/>.

11. Osta vastuullisesti 2022. Mitä on päästökompensointi? Hakupäivä 15.3.2023. <https://www.ostavastuullisesti.fi/mita-on-paastokompensointi/>.
12. Istutapuita 2023. Tuotteen hiilijalanjäljen laskenta. Hakupäivä 1.3.2023. <https://istutapuita.fi/tuotteen-hiilijalanjaljen-laskenta>.
13. Ympäristö 2022. Elinkaariarviointi, jalanjäljet ja panos-tuotosmalli. Hakupäivä 22.2.2023. [https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus\\_ja\\_tuotanto/tuotesuunnittelu\\_ja\\_tuotteet/elinkaariarviointi\\_jalanjaljet\\_ja\\_panostuotosmalli](https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/tuotesuunnittelu_ja_tuotteet/elinkaariarviointi_jalanjaljet_ja_panostuotosmalli).
14. Clonet 2020. Hiilikädenjälki – mitä se tarkoittaa ja kuinka se määritellään? Hakupäivä 31.1.2023. <https://www.clonet.fi/hiilikadenjalki/hiilikadenjalki-mita-se-tarκοittaa-ja-kuinka-se-maaritellaan/>.
15. VTT 2020. Hiilikädenjälki: Uusi ympäristömittari tuotteiden positiivisten ilmastovaikutusten arviointiin. Hakupäivä 8.2.2023. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/hiilikadenjalki-uusi-ymparistomittari-tuotteiden-positiivisten>.
16. Teknologiateollisuus 2022. Teknologiateollisuuden vähähiilitiekartta: Ratkaisuja ilmastohaasteeseen. Hakupäivä 22.2.2023. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/vaikutamme/kestava-kehitys/teknologiateollisuuden-vahahiilitiekartta-ratkaisuja-ilmastohaasteeseen>.
17. Green Gas Protocol 2015. GHG Protocol Scope 2 Guidance. [https://ghgprotocol.org/scope\\_2\\_guidance](https://ghgprotocol.org/scope_2_guidance).
18. GHG Protocol Scope 2 Guidance. An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard 2011. [https://ghgprotocol.org/scope\\_2\\_guidance](https://ghgprotocol.org/scope_2_guidance).
19. Scope Standard. GHG Protocol Corporate Value Chain (scope 3) Accounting and Reporting Standard 2011. <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>.
20. SGS 2023. ISO 14064-kasvihuonekaasuja koskeva kirjanpito ja verifiointi. Hakupäivä 23.2.2023. <https://www.sgs.fi/fi-fi/sustainability/environment/carbon-services/greenhouse-gas-emissions-and-lifecycle-assessment/iso-14064-greenhouse-gas-accounting-and-verification>.

21. Science 2023. ISO 14064 kasvihuonekaasujen laskenta- ja tarkastusjärjestelmä. Hakupäivä 23.2.2023. <https://www.sertifikasyon.net/fi/detay/iso-14064-sera-gazi-hesaplama-ve-dogru-lama-yonetim-sistemi-standart-kapsami-neleri-icerir/>.
22. SFS-EN ISO 14064-1. Greenhouse gases Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting greenhouse gas emissions and removals. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS. Hakupäivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/743607.html.stx>.
23. SFS-EN ISO 14064-2. Greenhouse gases Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emissions reductions or removal enhancements. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS. Hakupäivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/772209.html.stx>.
24. SFS-EN ISO 14064-3. Greenhouse gases Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS. Hakupäivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/772212.html.stx>.
25. SFS-EN ISO 14067. 2018. Kasvihuonekaasut. Tuotteiden hiilijalanjälki. Hiilijalanjäljen laske- mista koskevat vaatimukset ja ohjeet. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS ry. Haku- päivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/834482.html.stx>.
26. SFS Standardien verkkokauppa 2020. Apua tuotteen hiilijalanjäljen laskentaan. Hakupäivä 17.1.2023. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuoteutiset/hiilijalanjaljenlaskenta.html.stx>.
27. Dqs global 2023. ISO 14040 ja 14044-Elinkaariarviointien validointi. Hakupäivä 23.2.2023. <https://www.dqsglobal.com/fi-fi/sertifioi/iso-14040-ja-14044-elinkaariarviointien-validointi>.
28. SFS-EN ISO 14040. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet. Helsinki: Suomen Standardioimisliitto SFS. Hakupäivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/in- dex/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1063478.html.stx>.

29. SFS-EN ISO 14044. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 17.1.2023. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/1096273.html.stx>.
30. Suomen ympäristökeskus 2022. Y-HIILARI Hiilijalanjälki-työkalu. Hakupäivä 17.1.2023. [https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_kehittaminen/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Laskurit/YHiilari](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari).
31. SSAB 2023. SSAB aikoo tuoda markkinoille maailman ensimmäisen fossiilivapaan teräksen vuonna 2026. Hakupäivä 13.4.2023 <https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/ssab-aims-to-hit-the-market-with-the-worlds-first-fossil-free-steel-in-2026>
32. SSAB 2023. 5 syytä valita fossiilivapaa teräs. Hakupäivä 13.4.2023. <https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/five-reasons-to-choose-fossil-free-steel>

## LIITTEET

Liite 1 Hiilijalanjäkilaskennan tulos

Liite 2 Hiilijalanjäljen muodostuminen

Liite 3 Sähkönkulutustiedot laskelmassa

Liite 4 Kaukolämmönkulutustiedot laskelmassa

Liite 5 Kuljetustiedot laskennassa osa 1

Liite 6 Kuljetustiedot laskennassa osa 2

Liite 7 Jätteidentiedot laskennassa

Liite 8 Liikematkustamisentiedot laskennassa

Liite 9 Aurinkopaneeli mitoitus

HIILIJALANJÄLKILASKENNAN TULOS

LIITE 1

Salassa pidettävä.



## HIILIJALANJÄLJEN MUODOSTUMINEN

LIITE 2

Salassa pidettävä.

SÄHKÖNKULUTUSTIEDOT LASKELMASSA

LIITE 3

Salassa pidettävä.

KAUKOLÄMMÖNKULUTUSTIEDOT LASKELMASSA

LIITE 4

Salassa pidettävä.

Salassa pidettävä.

Salassa pidettävä.

JÄTTEIDEN TIEDOT

LIITE 7

Salassa pidettävä.

LIIKEMATKUSTAMISEN TIEDOT

LIITE 8

Salassa pidettävä.

## AURINKOPANEELI MITOITUS

LIITE 9

Laskenta on karkea. paneelien tiedot ovat oletuksia (hinta, hyötysuhde, määrä) Sähkön hinta on oletus, jolla on laskettu myös takaisinmaksuaika. Paneeliasennuksen kustannus on arvio, johon on laskettu mukaan 4 invertteriä ja arvio asennustyön hinnasta.

Salassa pidettävä.