



# Suuren teollisuusyrityksen hiilijalanjälki

Johannes Hakala

Opinnäytetyö, AMK

Elokuu 2023

Insinööri (AMK), energia- ja ympäristötekniikka

**Hakala, Johannes**

## **Suuren teollisuusyrityksen hiilijalanjälki**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Elokuu 2023, 64 sivua.

Energia- ja ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

### **Tiivistelmä**

Ilmastonmuutos ja sen seurauksena muuttuva toimintaympäristö ohjaavat teollisuuden toimijoita arvioimaan ilmastovaikutustaan. Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää Meltex Oy Plasticsin hiilijalanjälki vuodelta 2022 ja pohtia keinoja sen pienentämiseen. Työn toimeksiantaja valmistaa pääosin muoviputkia ja -kaivoja, maahantuo rakennustarvikkeita, sekä myy ja toimittaa kaikkia näitä tuotteita.

Tapaustutkimuksena suoritettu työ vaati laajan tiedonkeruun lisäksi myös muoviteollisuuden perehtymistä. Keskeiset osat laskentaan käytetystä tiedosta saatiin yrityksen kirjanpidosta ja palveluiden ja tavaroiden toimittajilta. Tiedonkeruun yhteydessä yritykselle rakennettiin Microsoft Excel-taulukkolaskentasovelluksella hiilijalanjälkilaskuri sekä työkalu tulosten pitkäaikaisseurantaan. Hiilijalanjälki laskettiin kerätystä tiedosta Greenhouse Gas Protocol –standardin ohjeiden mukaisesti.

Toimeksiantajan toiminnasta aiheutuvaksi hiilijalanjäljeksi laskettiin 44 274 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Tämä vastaa noin 4 300 suomalaisen vuosittaista hiilijalanjälkeä. Yrityksen käyttämien polttoaineiden ja energian päästöt ovat suhteessa pienet, noin 1,7 % kokonaisuudesta. Nämä päästöt ovat liikevaihtoon ja henkilöstöön suhteutettuna samaa suuruusluokkaa kuin monella vertailuyrityksellä. Suurimmat päästölähteet olivat hankinnat (84,7 % päästöistä) ja logistiikka (8,2 % päästöistä). Näihin päästöihin yritys voi vaikuttaa painottamalla ympäristötekijöitä toimittajavalinnassaan. Tavarantoimittajilta ja kuljetusyrittäjiltä saatavan ympäristötiedon niukkuus kuitenkin vaikeuttaa toimittajavalintaa ja hiilijalanjäljen tarkkaa laskentaa.

Hiilijalanjäljen laskentaan tyypillisesti sisältyvät epätarkkuudet pyrittiin minimoimaan. Laskenta tulee toistumaan vuosittain yrityksen toimesta, joten työssä selvitettiin tavat laskennan ja käytettävän tietoaineiston laadun kehittämiseen. Työssä myös selvitettiin tavat saavuttaa hiilineutraalius yrityksen ydintoiminnassa. Yritys pystyy käyttämään työn tuloksia ja tarjottuja kehitysmetodeja hiilijalanjälkensä pienentämiseen, hiilineutraaliuden tavoitteluun, sekä ympäristöressurssiensa aiempaa tarkempaan kohdentamiseen.

### **Avainsanat (asiasanat)**

hiilijalanjälki, muoviteollisuus, kasvihuonekaasut, ympäristövaikutukset, Greenhouse Gas Protocol

**Hakala, Johannes**

### **The carbon footprint of a large industrial company**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences. August 2023, 64 pages.

Degree Programme in Energy and Environmental Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

Climate change has had an impact on the operating environment of industrial companies. As a result, it is increasingly common for these companies to measure and report their effects on the climate and the environment. The aim of the thesis was to calculate the carbon footprint of Meltex Oy Plastics in 2022 and research ways to minimize it. The company manufactures plastic pipes and wells, imports building materials, and sells and supplies these products.

The thesis was conducted as a case study. It required extensive data collection and some research into how the plastics industry operates. Most of the data used was obtained from the company's accounts and from different suppliers. In addition to data management, a carbon footprint calculator was built using Microsoft Excel. A tool for long-term monitoring of the results was also created. The calculations were done following the guidelines of the Greenhouse Gas Protocol.

The climate impact of the company was 44 274 metric tons of carbon dioxide equivalent. This is roughly equivalent to the yearly climate impact of 4 300 Finnish citizens. The carbon emissions generated by the company's use of different fuels and energy were relatively small, only 1.7 % of the total emissions. These are at roughly the same level relative to turnover and personnel when compared to a selection of other industrial companies. Purchased goods and services generated 84.7 % of the emissions, and logistics generated 8.2 % of the emissions. The company's ability to reduce these emissions is limited, and environmental factors must be weighed when selecting suppliers. The limited amount of environmental data available from suppliers and transport companies creates difficulty in both choosing them and in the accurate calculation of the company's carbon footprint.

Efforts were made to minimize the typical inaccuracies in carbon footprint calculation. The calculation is carried out annually by the company in the future, so the thesis explores ways to improve both calculations and data quality. The work also includes ways to achieve carbon neutrality regarding the company's core activities. The company can use the results and the described development methods to reduce its carbon footprint, achieve carbon neutrality and better allocate its environmental resources.

### **Keywords/tags (subjects)**

carbon footprint, plastics industry, greenhouse gases, environmental effects, Greenhouse Gas Protocol

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Teollisuuden muuttuva toimintaympäristö</b>	<b>5</b>
2.1	Kansainväliset ilmastotavoitteet	5
2.2	Teollisuuden ympäristövaikutukset	7
2.3	Ympäristöinnovointi ja toiminnan kehittäminen	10
2.4	Kiertotalous ja vastuullisuus	11
2.5	Rakennustarvikkeiden elinkaariarviointi ja ympäristöselosteet	13
<b>3</b>	<b>Hiilijalanjäljen määrittäminen</b>	<b>14</b>
3.1	Standardit	14
3.2	Päästöjen luokittelu ja rajaaminen GHG-protokollan avulla	15
3.3	Päästökertoimet	17
3.4	Laskurit	18
<b>4</b>	<b>Tutkimus</b>	<b>19</b>
4.1	Toimeksiantaja	19
4.2	Tavoitteet ja rajaus	20
4.3	Käytetyt tutkimusmenetelmät	23
4.4	Luotettavuus ja eettisyys	23
<b>5</b>	<b>Laskennan toteutus</b>	<b>24</b>
5.1	Aineiston kerääminen	24
5.2	Laskentakaavojen valinta	26
5.2.1	Sähkönkulutus	27
5.2.2	Käyttöomaisuus	27
5.3	Päästökertoimien valinta	28
5.3.1	Tuotannon raaka-aineet	28
5.3.2	Liikenne, kuljetukset ja polttoaineet	30
5.4	Laskurin rakentaminen	31
<b>6</b>	<b>Tulokset</b>	<b>32</b>
6.1	Scope 1	32
6.2	Scope 2	33
6.3	Scope 3	33
<b>7</b>	<b>Pohdinta</b>	<b>35</b>
7.1	Toimeksiantajan hiilijalanjälki	35
7.1.1	Vertailua muiden laskureiden tuloksiin	36

7.1.2	Vertailua muihin teollisuuden toimijoihin.....	37
7.1.3	Tuloksista raportoiminen.....	38
7.2	Hiilijalanjäljen minimointi .....	39
7.2.1	Päästötavoitteiden asettaminen ja hiilineutraaliuden saavuttaminen.....	39
7.2.2	Kompensaatiomenetelmät .....	40
7.2.3	Muut toimenpiteet .....	41
7.3	Muita tapoja kehittää toimintaa .....	43
7.3.1	Laskennan jatkuvuus ja tiedonkeruu .....	43
7.3.2	Laatu- ja ympäristöjärjestelmien käyttöönotto.....	45
7.3.3	Tuotteiden elinkaari, kierrätys ja ympäristöselosteet.....	46
7.3.4	Ympäristöystävällisemmät raaka-aineet ja ekotuoteperheet.....	47
<b>8</b>	<b>Yhteenveto.....</b>	<b>47</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>49</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>57</b>
	Liite 1. Tutkitut päästöt, tiedon ja päästökertoimien lähteet sekä kehitysmetodit .....	57
	Liite 2 Havainnollistavia kuvia laskurista .....	60
	<b>Kuviot</b>	
	Kuvio 1. Helsingin Kaisaniemessä mitatut vuosikeskilämpötilat .....	5
	Kuvio 2. Suomen ilmastopäästöt ja ilmastolain mukaiset tavoitteet .....	6
	Kuvio 3. Muovin arvoketjun päästöt EU:ssa vuonna 2018 eri muovilaatuja ja käsittelytapoja kohden, miljoonina tonneina hiilidioksidiekvivalenttia .....	7
	Kuvio 4. Suomen ja vertailumaiden sijoittuminen vientiteollisuuden indikaattorivertailussa ....	8
	Kuvio 5. Kemianteollisuuden ilmastovaikutukset Suomessa 1990–2022.....	9
	Kuvio 6. Hiilineutraalius kemianteollisuudessa .....	10
	Kuvio 7. Esteitä yritysten päästöjen vähentämiselle ja hiilineutraaliudelle .....	11
	Kuvio 8. GHG-protokollan kategorijako ja esimerkkejä tarkasteltavista päästölähteistä .....	16
	Kuvio 9. Tarkasteltavat päästölähteet ja tehdyt rajaukset .....	22
	Kuvio 10. Tapaustutkimuksen vaiheet .....	23
	Kuvio 11. Meltexin hiilijalanjälki päästökategorioiden suuruusjärjestyksessä.....	35
	Kuvio 12. Ehdotettujen ydintoiminnan päästövähennysten vaikutus.....	40
	Kuvio 13. Tapoja pienentää toimeksiantajan hiilijalanjälkeä.....	42
	<b>Taulukot</b>	
	Taulukko 1. Meltexin yksiköt ja niiden toiminnot.....	20

Taulukko 2. Polypropeenin päästökertoimia .....	29
Taulukko 3. Kuljetusten päästökertoimia .....	30
Taulukko 4. Meltex Oy Plasticsin hiilijalanjälki vuonna 2022 .....	32
Taulukko 5. Meltex Oy Plasticsin vaikutusalueen 3 hiilijalanjälki vuonna 2022 .....	34
Taulukko 6. Meltexin ja muiden teollisuusyritysten ydintoiminnan hiilijalanjälki vuonna 2022	37
Taulukko 7. Koko arvoketjun hiilijalanjäljen vertailua muihin suuryrityksiin ja konserneihin ...	38

# 1 Johdanto

Ilmastonmuutos uhkaa maailmaa ja sen elinkelpoisuutta. Teollistumisen myötä kiihtyneet kasvi-  
huonekaasupäästöt ja niiden vaikutukset synnyttävät yhä kasvavan määrän ongelmia maailman-  
laajuisesti. Ihmistoiminnan ja fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttama lämpötilojen nousu ja  
sään ääri-ilmiöiden yleistyminen johtavat merkittävään epävakauteen niin ekosysteemeissä kuin  
yhdyskunnissakin. Ympäristön tilan heikkenemistä sekä haitallisia päästöjä ilmakehään yritetään  
hillitä kansallisilla ja kansainvälisillä suunnitelmilla ja sopimuksilla. Nämä johtavat tiukentuvaan  
sääntelyyn ja viranomaistoimintaan päästöjen suhteen.

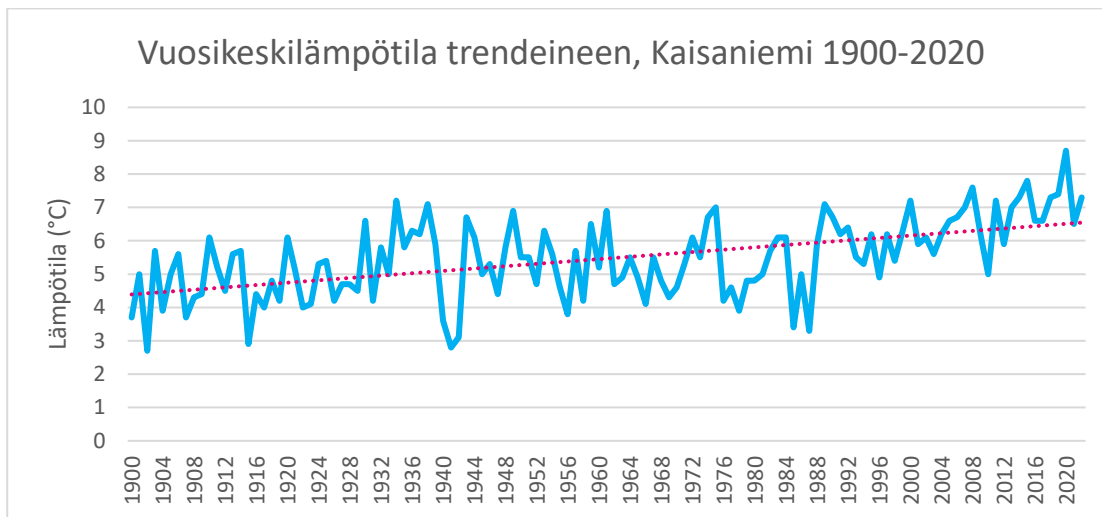
Teollisuus aiheuttaa merkittävän määrän kasvihuonekaasupäästöjä, niin Suomessa kuin maailman-  
laajuisestikin. Vuosien myötä kiristyneet rajoitukset ja määräykset vaikuttavat teolliseen yritystoi-  
mintaan moniulotteisesti. Aiemmin on saattanut riittää ympäristölainsäädännön noudattaminen,  
ja sidosryhmät ovat olleet tyytyväisiä listaan ympäristön hyväksi tehdyistä teoista. Useat eri tahot  
ovat kuitenkin alkaneet kiihtyvässä määrin vaatia teollisuusyrityksiltä yhä tarkempaa tietoa niiden  
toiminnasta. Tarvitaan tarkkaan laskettua tietoa yrityksen ja sen tuotteiden vaikutuksesta ympäris-  
töön ja ilmakehään. Yrityksen hiilijalanjäljen laskeminen on yleistynyt, joskaan ei ongelmaton, tapa  
mitata yrityksen ympäristövaikutus. Siinä pyritään jakamaan yrityksen päästöjä aiheuttavat toimin-  
not eri kategorioihin, ja muuntamaan erilaiset syntyvät kasvihuonekaasut helpommin hahmotetta-  
vaan muotoon, hiilidioksidiekvivalentiksi. Sen avulla voidaan kuvata toiminnan aiheuttamien kasvi-  
huonekaasupäästöjen yhteisvaikutusta yhdellä luvulla.

Toimeksiantaja, Meltex Oy Plastics, on muovi- ja kemianteollisuuden toimija, joka valmistaa, myy  
ja toimittaa pääosin muovituotteita rakennusteollisuuden käyttöön. Tärkeimmät tuotekategoriat  
ovat muoviputket ja -kaivot. Tämän toiminnan lisäksi se myös maahantuo muita rakennustarvik-  
keita. Yrityksen edustajat tiedostavat, että muovin valmistamisessa käytetään merkittävästi fossii-  
lisiä polttoaineita. Vaikka toimeksiantaja on kuluttanut merkittävästi resursseja ympäristötyöhön,  
ei yrityksen sisällä ole kuitenkaan muodostunut kokonaiskuvaa sen ympäristövaikutuksista tai nii-  
den lopullisista painopisteistä. Toimeksiantajalla oli siis tarve hiilijalanjäljen laskennalle ja laskenta-  
työkalulle, jotta ilmasto-vaikutukset voitaisiin hahmottaa ja vuositason kerättyä tietoa voitaisiin  
käyttää toiminnan kehittämiseen. Samalla ympäristön hyväksi tehtäviä investointeja voitaisiin koh-  
dentaa paremmin, ja luotaisiin pohja myöhemmälle yrityksen tuotteiden elinkaaren hiilijalanjäljen  
laskennalle.

## 2 Teollisuuden muuttuva toimintaympäristö

### 2.1 Kansainväliset ilmastotavoitteet

Ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät kaikkialla. Ihmistoiminnan aiheuttamat päästöt ilmastoon kiihdyttävät maapallon keskilämpötilan nousua, ilmastovyöhykkeet muuttuvat, ja sään ääri-ilmiöt lisääntyvät. Merenpinnan nousu ja tulvat muodostavat uhkia, ja toisaalta aiemmin elinkelpoiset alueet saattavat aavikoitua. Elinkelpoisten alueiden vähenemisen ja muuttoliikkeiden lisäksi myös biodiversiteetti kärsii. Näiden vaikutusten lisääntyessä myös poliittinen paine tilanteen korjaamiseksi on kasvanut. Keskeisiä kansainvälisiä sopimuksia ilmastonmuutoksen hidastamiseksi ovat olleet Kioton ja Pariisin ilmastosopimukset, joissa on sovittu erilaisista päästövähennystavoitteista (Paris Agreement 2015; What is the Kyoto Protocol? n.d.). (Ilmastonmuutoksen seuraukset n.d.)

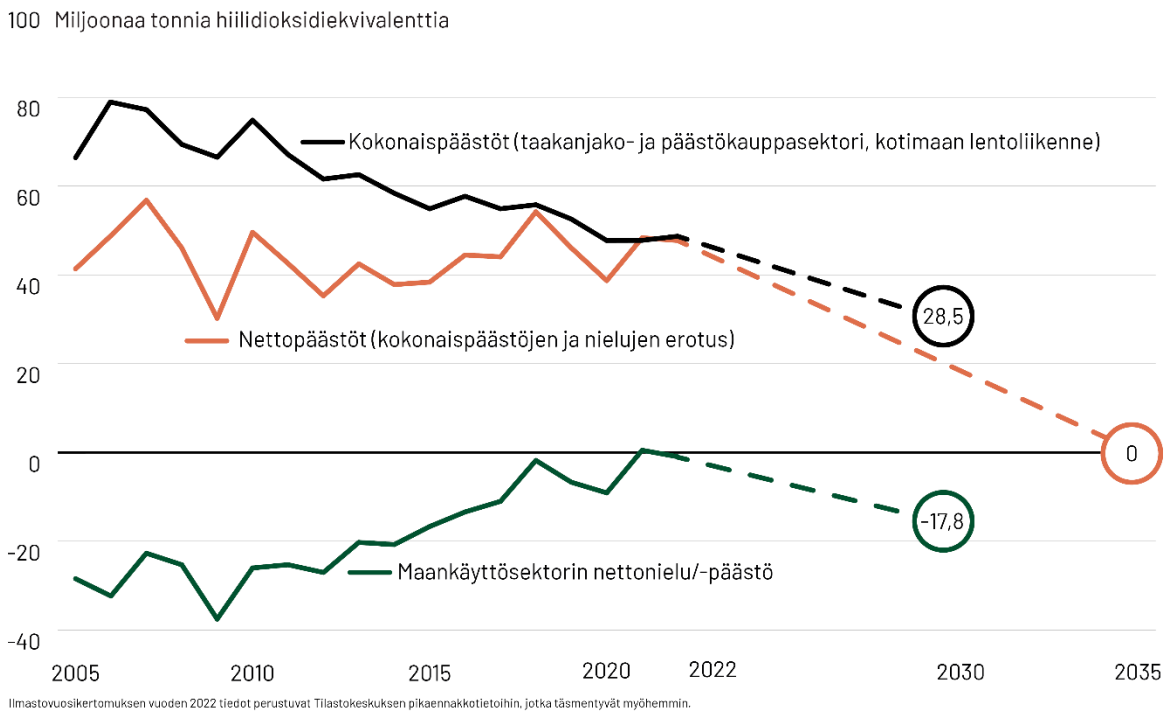


Kuvio 1. Helsingin Kaisaniemessä mitatut vuosikeskilämpötilat (Vuositilastot 2023)

Kioton pöytäkirjassa pyritään laskemaan maakohtaisia kasvihuonekaasupäästöjä vuoden 1990 tasoon verrattuna. Ensimmäiset Kioton pöytäkirjan velvoitteet olivat noin 5–8 prosentin päästövähennykset vuoteen 2012 mennessä, jotka saavutettiin, mutta pöytäkirjan myöhemmät velvoitteet jäivät ratifioimatta (Honkatukia 2019). Pariisin ilmastosopimuksessa pyritään rajaamaan maapallon keskilämpötilan nousu alle 1,5 celsiusasteeseen päästövähennysten avulla (Paris Agreement 2015). Tällä hetkellä planeetan keskilämpötila on noussut noin 1,1 °C esiteollisesta ajasta, kohoten noin 0,2 °C vuosikymmenessä (Ilmastonmuutoksen syyt n.d.). Myös Suomen vuosikeskilämpötila kohoaa nykyisellä nopeudella noin 0,2–0,4 astetta vuosikymmenessä (ks. Kuvio 1).



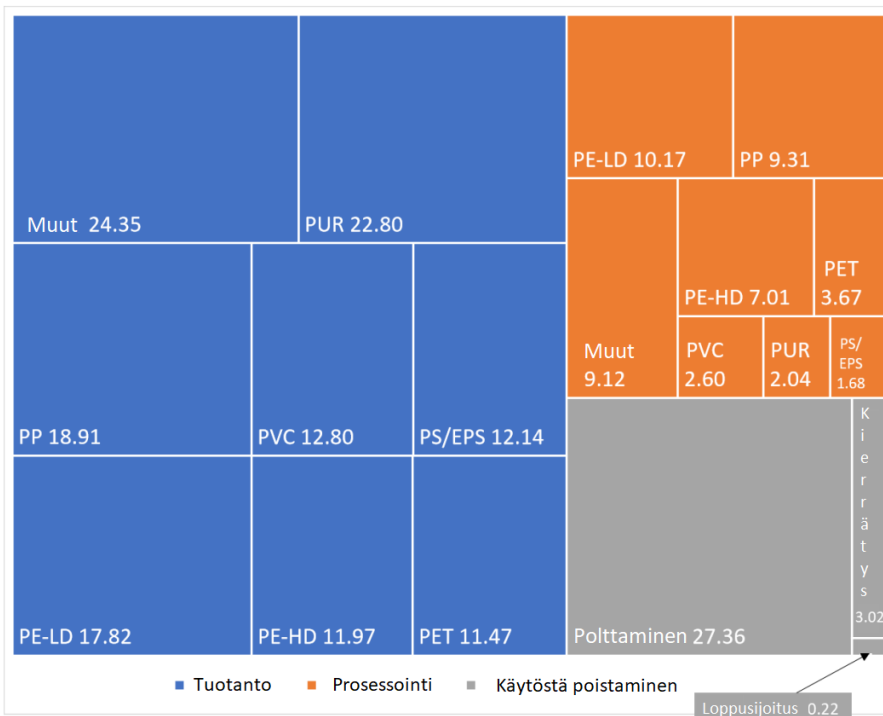
Tämän lisäksi myös Euroopan unionilla on oma ilmastolakinsa. Siinä unioniin kuuluvien maiden ilmastotavoitteeksi määritetään hiilineutraaliuden saavuttaminen vuonna 2050: tällöin kasvihuonekaasupäästöt olisivat pienemmät tai yhtä suuret kuin niiden poistumat (European Climate Law 2021; Seppälä, Saikku, Soimakallio, Lounasheimo, Regina & Ollikainen 2019, 9–10). Hiilineutraaliutta tavoitellessa on olennaista pyrkiä pienentämään omia päästöjään niin paljon kuin mahdollista, ja kompensoida ne päästöt, joita ei ole mahdollista tai käytännöllistä pienentää. Suomen omista päästövähennystavoitteista säädetään vuonna 2022 voimaan tullessa ilmastolaissa. As-teittain etenevien tavoitteiden kautta halutaan varmistaa hiilineutraali Suomi vuonna jo vuonna 2035. Vastaavasti Suomen tavoitteena ovat 90–95 % pienemmät hiilidioksidipäästöt vuonna 2050 kuin vuonna 1990. Tämä ei ole mahdollista pelkän päästövähennyksen keinoin: tavoitteisiin yltäminen vaatii laajaa kompensointia, esimerkiksi hiilinielujen luontia ja niiden vahvistamista. Suomessa näiden tavoitteiden toteutumista seurataan ilmastovuosikertomusten avulla. Suomen ilmastopäästöt ovat pienentyneet 2000-luvulla, mutta niin ovat myös maankäyttösektorin hiilinielut (ks. Kuvio 2). (L 423/2022, 2 §; Suomen kansallinen ilmastopolitiikka 2022.)



Kuvio 2. Suomen ilmastopäästöt ja ilmastolain mukaiset tavoitteet (Ilmastovuosikertomus 2023)

## 2.2 Teollisuuden ympäristövaikutukset

Teollisuus on merkittävä kasvihuonekaasujen ja muiden päästöjen aiheuttaja. Maailmanlaajuisesti pelkkä teollisuuden energiankäyttö muodosti 24,2 % kaikista kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2016 (Ritchie & Roser 2020). Samana vuonna kemikaali- ja muoviteollisuuden prosessit aiheuttivat 2,2 % ja energiankulutus 3,6 % kaikista kasvihuonepäästöistä (Ritchie & Roser 2020). Kemianteollisuuden osuus Suomen kasvihuonepäästöistä on noin 10 % (Tulokset 2023). Ilman suurten teollisuusyritysten yhteistyötä hiilineutraalin yhteiskunnan tavoittelemisen on liian hidasta; teollisuuspäästöjen vähentäminen on keskeistä tavoitteiden saavuttamiseksi (Hiilineutraali teollisuus n.d.).

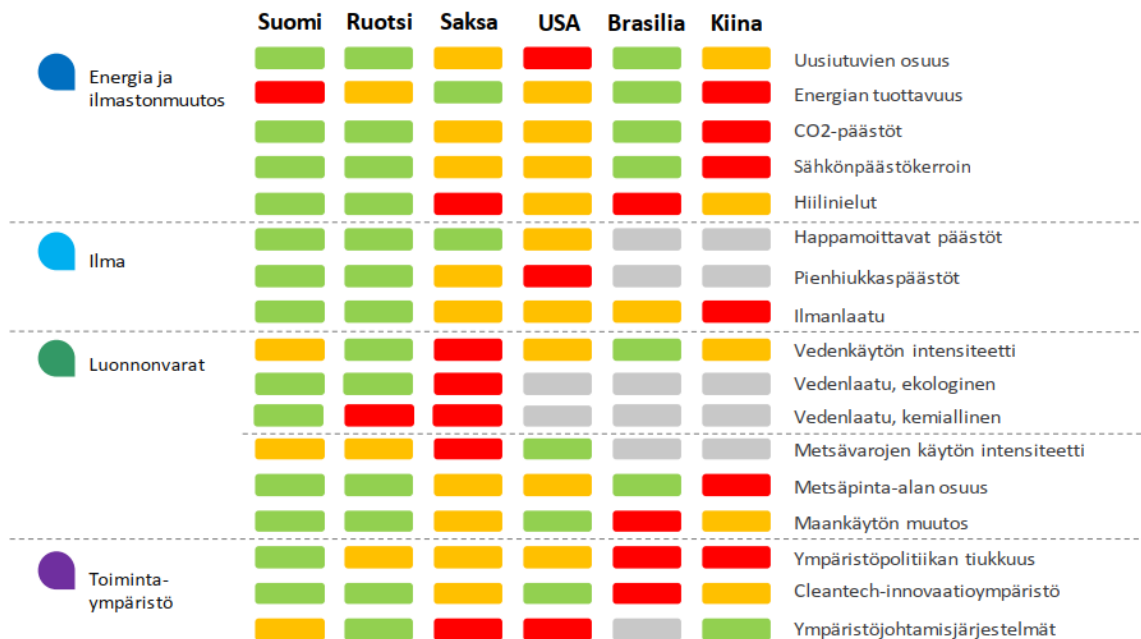


Kuvio 3. Muovin arvoketjun päästöt EU:ssa vuonna 2018 eri muovilaatuja ja käsittelytapoja kohden, miljoonina tonneina hiilidioksidiekvivalenttia (Vanderreydt, Rommens & Tenhunen 2021, 13, muokattu)

Muoviteollisuuden päästöjen mittakaavasta kertoo se, että vuonna 2018 muovin ja muovituotteiden valmistamisen päästöt EU:ssa olivat 3 893 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia, samalla kun koko Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat 57 miljoonaa tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (ks. Kuvio 3) (Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018 2019). EU:n muoviteollisuus vastasi siis päästöiltään noin seitsemääkymmentä Suomea. EU:n muovin arvoketjun ilmastopäästöistä 63 % syntyy

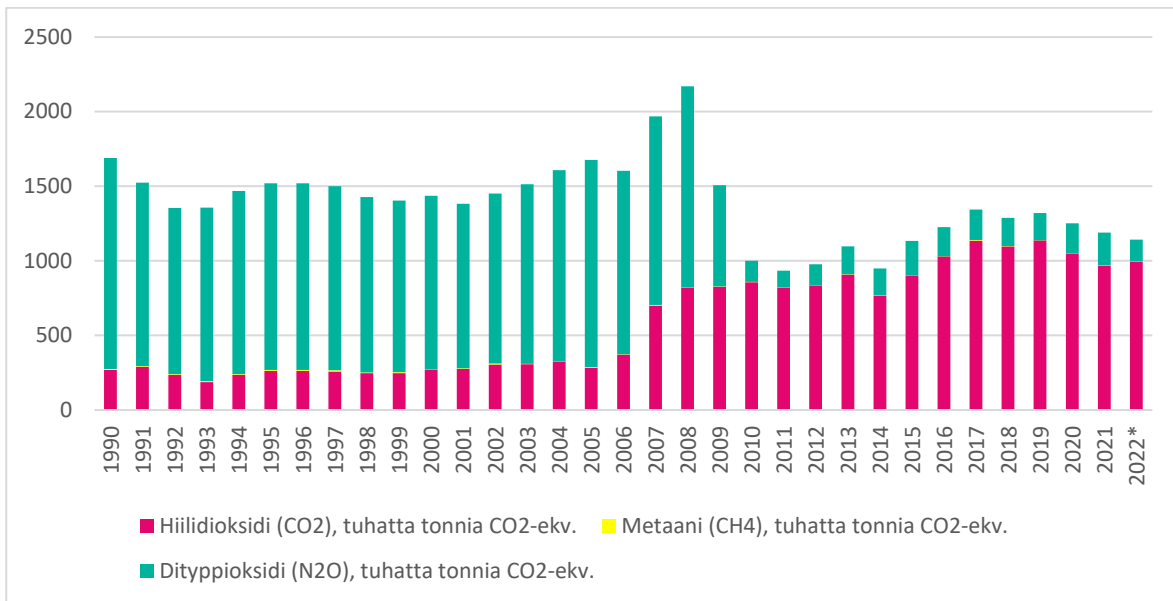
raaka-aineiden valmistuksesta, 22 % raaka-aineen prosessoinnista muovituotteeksi, ja 15 % tuotteen elinkaaren lopusta. (Vanderreydt, Rommens & Tenhunen 2021, 13.)

Teollisuuspäästöjen huomioiminen, käsittely ja niiden määrä ovat Suomessa verrattain hyvällä tasolla. Kuvio 4 kuvaa Suomen sijoittumista vientiteollisuuden indikaattorivertailussa: Suomi sijoittuu suuressa osassa tutkittuja kategorioita vertailun parhaaseen kolmannekseen. Myös kemianteollisuuden päästöt pienenevät jatkuvasti (ks. Kuvio 5). Kuluttajatutkimusten mukaan kemianteollisuutta pidetään silti Suomessa teollisuudenalana, joka kantaa vähiten huolta ympäristövaikutuksistaan (Kiertotalouden kestävä liiketoimintamallit kemianteollisuuden yrityksille 2020, 8). Osatekijänä mainehaittaan ovat tuotannossa käytetyt raaka-aineet ja kemikaalit. Esimerkiksi muovin valmistamiseen on pääosin käytetty fossiilipohjaisia raaka-aineita, erityisesti raakaöljyä. Fossiiliset raaka-aineet ovatkin selkein ongelma muovien ilmastovaikutuksessa (Plastics, a growing environmental and climate concern: how can Europe revert that trend? 2023).



*Suomen ja valikoitujen kilpailijamaiden sijoittuminen indikaattorivertailussa vertailumaiden joukkoon nähdén. (vihreä = maa on parhaassa kolmanneksessa vertailumaista; keltainen = maa on keskimmaisessä kolmanneksessa; punainen = maa sijoittuu heikoimpaan kolmannekseen; harmaa = maa ei ole mukana tilastoissa)*

Kuvio 4. Suomen ja vertailumaiden sijoittuminen vientiteollisuuden indikaattorivertailussa (Kontiokari, Leino, Miller, Pessala & Vanhanen 2019)

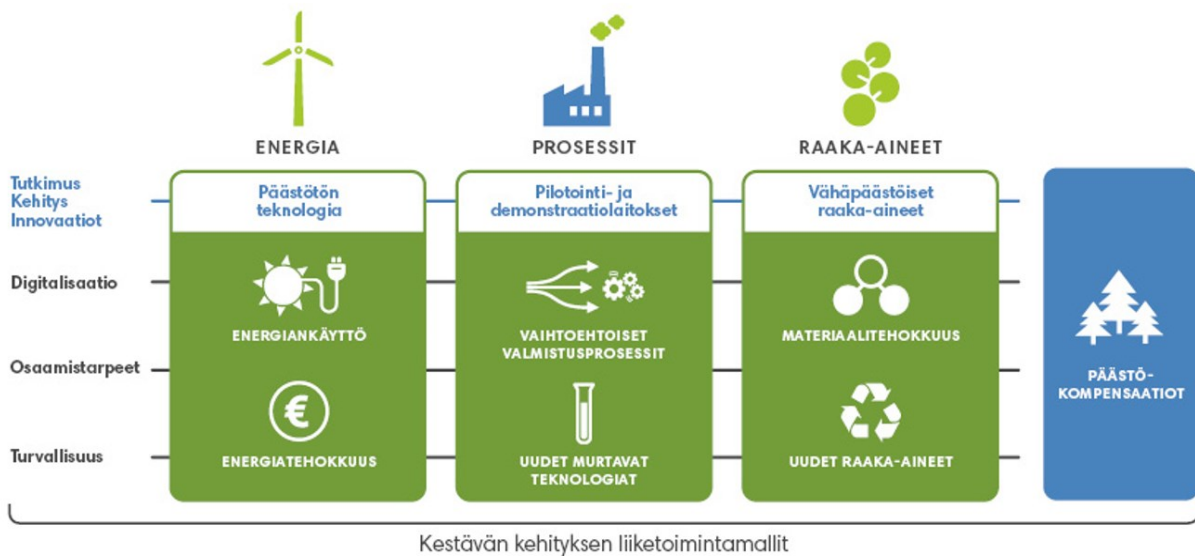


Kuvio 5. Kemianteollisuuden ilmastovaikutukset Suomessa 1990–2022 (138v -- Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa, 1990–2021 2023, muokattu)

Jotta muoviteollisuuden ympäristövaikutuksia ja ilmastopäästöjä voidaan pienentää merkittävästi, tulee pyrkiä käyttämään vähemmän ilmastoa kuormittavia raaka-aineita. Muovin valmistusprosesseissa öljyä on alettu osittain korvaamaan uusiutuvilla raaka-aineilla, kuten tärkkelyksellä, selluloosalla, kasviöljyillä tai ligniinillä. Teollisuudessa niitä käytetään usein vain rajatusti, sillä niiden ominaisuudet tyypillisesti poikkeavat fossiilipohjaisista raaka-aineista. Riippuen käyttökohteesta ne saattavat suurina määrinä heikentää valmiin muovituotteen koostumusta ja ominaisuuksia. (Hänninen, Karppinen, Leskelä & Pohjakallio 2022, 208–212.)

Mahdollisuudet raaka-aineiden suhteen kuitenkin kehittyvät jatkuvasti, ja samalla muovin kierrättämiseen ja uusiokäyttöön panostetaan yhä enemmän (Alhazmi, Almansour & Aldhafeeri 2021). Muovilajien soveltuvuus kierrätykseen riippuu aineen rakenteesta: esimerkiksi kestumuovit voidaan pääosin kierrättää, mutta kertamuovit eivät tyypillisesti sovellu kierrätykseen. Suomessa muovin kuluttajataso kierrättäminen on heikkoa, ja tiettyjä kestumuovilaatuja, kuten esimerkiksi PVC:tä, ei voida kierrättää lainkaan (Fjäder, Korkalainen, Kauppi, Lehtiniemi, Salminen, Selonen, Setälä, Sillanpää, Sorvari, Suikkanen, Talvitie, Turunen, Virkkunen & Ala-Ketola 2022). Suomen kemianteollisuuden tavoitteena on kuitenkin hiilineutraaliuden saavuttaminen vuonna 2045, ja keskeisenä metodina sen saavuttamisessa on kiertotalous, jossa neitseellisiä ja fossiilipohjaisia raaka-

aineita tarvitaan vähemmän (ks. Kuvio 6) (Tavoitteena luontopositiivinen, hiilineutraali kemianteollisuus n.d.). (Hänninen ym. 2022, 208–212.)



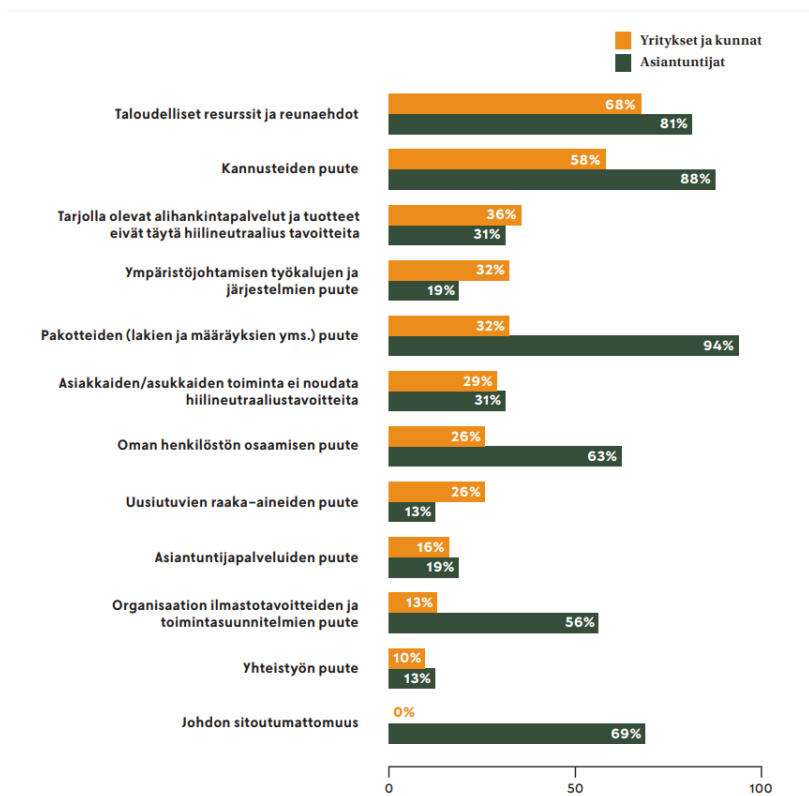
Kuvio 6. Hiilineutraalius kemianteollisuudessa (Hiilineutraali kemianteollisuus –tavoitteen esittely n.d., 7)

## 2.3 Ympäristöinnovointi ja toiminnan kehittäminen

Teollisuusalan yritykset ovat kasvavassa määrin heränneet tutkimaan omaa ilmasto- ja ympäristövaikutustaan ja kehittämään resurssitehokkuuttaan. Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti (2015, 13) painottavat, että yrityksillä, jotka eivät tyydy pelkästään nykytilaan sopeutumiseen, vaan haluavat toimia kehityksen moottorina, on mahdollisuus parempaan menestykseen. Kasvaviin kehystoimiin ovat vaikuttaneet viranomaisten ympäristövaatimusten lisäksi mm. asiakkaiden ja sijoittajien vaatimukset, uudet liiketoimintamallit, sekä muut taloudelliset ja markkinointipohjaiset tekijät (Nordic Circular Economy Playbook 2.0 2022, 5–9; Ojasalo ym. 2015, 12).

Ympäristöinnovointia on tutkittu teollisuudessa, ja yli 250 työntekijän yrityksissä tällaisten innovaatioiden käyttöönoton suurimpina motivaattoreina ovat olleet kysyntä, maineen parantaminen sekä vapaaehtoisuus ja aloitteellisuus (13kn – Ympäristöinnovaatioiden (ympäristön kannalta merkittävät) käyttöönottoon vaikuttaneet tekijät toimialaryhmän ja yrityksen kokoluokan mukaan,

2020, 2021). Myös lainsäädäntö ja verotus ovat merkittäviä syitä kehittämiseen, ja Tilastokeskuksen seurannassa innovaatiotoimintaa harjoittaneista yrityksistä yli 30 % oli onnistunut vähentämään materiaalien tai veden käyttöään sekä hiilijalanjälkeään merkittävästi (13km – Innovaatioiden ympäristöhyödyt toimialaryhmän ja yrityksen kokoluokan mukaan, 2020, 2022). Monet tekijät kuitenkin rajoittavat päästöjen vähentämistä (ks. Kuvio 7), ja Hildén, Levula, Ugas ja Sulkava (2019, 25) toteavat, että yritysten edustajat eivät koe, että voisivat vähentää päästöjä täysin neutraalille tasolle ilman päästökompensaatiota. Tutkimuksen perusteella vaikuttaa tyypilliseltä, että yrityksissä ei usein hahmoteta toimintasuunnitelmien puutteen tai johdon sitoutumattomuuden synnyttämiä ongelmia päästöjen vähentämisessä (Hildén ym. 2019, 23).



Kuvio 7. Esteitä yritysten päästöjen vähentämiselle ja hiilineutraaliudelle (Hildén, Levula, Ugas & Sulkava 2019, 23)

## 2.4 Kiertotalous ja vastuullisuus

Euroopan unioni laajensi yritysten vastuullisuusraportointia mm. ympäristövaikutusten osalta vuoden 2023 alussa (Corporate sustainability reporting 2023). Tällä raportoinnilla ja muulla ympäristö-

viestinnällä on myös taloudellinen vaikutus: sijoittajien ja rahoittajien investoinnit kohdistuvat kasvavassa määrin kiertotaloutta harjoittaviin, kestäväällä tavalla toimiviin yrityksiin (Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022, 31). Kiertotaloudessa pyritään toimimaan maapallon kantokyvyn puitteissa, ja luodaan malleja kannattavalle liiketoiminnalle ilman ylikulutusta: kiertotalouden lisääminen on tärkeä osa Suomen päästövähennystavoitteita (Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia 2022, 25). Kiertotaloudessa keskeistä on suunnitella tuotteet niin, että niiden elinkaaren lopussa ne pystytään käyttämään uudelleen hyväksi. Tärkeää on myös materiaalien käytön optimointi, kierrätysmateriaalien huomioiminen, ja yhteistyökumppaniverkosto tuotannon sivuvirtojen suhteen. Erään tutkimuksen mukaan ilmastositoumusten ja todellisten päästöjen välillä on merkittävä ero: päästösitoumuksilla saavutettaisiin aidosti vain noin 15 % tavoitteesta hillitä maapallon lämpenemistä, mutta loppu olisi mahdollista kattaa kiertotalouden keinoin. Käytännön metodeja toteutukseen olisivat tehokkaampi materiaalien kierto, materiaalien kulutuksen vähentäminen, ja älykkäämpien strategioiden käyttöönotto. (Circular Economy Playbook for Finnish SMEs 2018, 23–30; Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022, 15–18.)

Toiminnan tehostaminen ja kasvavasti kiertotalouteen pohjautuva toimintastrategia ovat yksi tapa lähestyä vastuullisuutta yrityksen ympäristötoiminnassa (Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022, 17). Vastuullisuutta voidaan toteuttaa myös päästökauppaan osallistumalla tai kompensoimalla päästöjä. Päästökaupassa suuret toimijat ostavat oikeuksia päästöihin toimijoilta, jotka tuottavat oikeuksiaan vähemmän päästöjä. Tällä toiminnalla EU:n kasvihuonekaasupäästöt pyritään pitämään päästökaton rajoissa (TEM käynnistää EU:n uusien ilmastosäädösten toimeenpanon 2023). Päästökompensaatioissa pyritään kumoamaan aiheutetut kasvihuonekaasupäästöt sitomalla vastaava määrä päästöjä jossain muualla (What is a Carbon Offset? 2020). Valtaosa Suomen luonnonsuojeluliiton tutkimuksessa haastatelluista asiantuntijoista koki, että maaperän hiilensidonta ja soiden ennallistaminen sekä metsittäminen ovat hyviä metodeja päästökompensaation suorittamiseen. Esimerkiksi uusiutuvan energiantuotannon lisääminen Suomessa tai ulkomailla koettiin epävarmemmaksi ratkaisuksi. (Päästökauppa n.d.; Hildén, Levula, Ugas & Sulkava 2019, 28.)

Kompensointitoimien ja –palveluiden laadussa ilmenee vaihtelua: Landströmin (2020) mukaan tärkeintä olisi varmistaa tapahtuvan päästövähennyksen todellisuus, mitattavuus, ja että se tapahtuu

aidosti kompensaaion ansiosta. Muussa tapauksessa oikeaa positiivista ilmastovaikutusta ei tapahdu, vaan kyseessä on viherpesu eli harhaanjohtava markkinointi (Heinonen & Nissinen 2022, 19). Viherpesussa tuote, palvelu, tai yritys esitetään ympäristövaikutuksiltaan todellisuutta parempana, ja samalla pyritään muodostamaan siitä ympäristövastuullista mielikuvaa (Viherpesua vai ympäristövastuuta? 2021). Myös suoraa valehtelua ilmenee, eikä mikään taho myöskään valvo, että kompensointi edes suoritetaan vasta päästövähennysten toteuttamisen jälkeen (Circular Design Suomi 2023; Anekauppaa vai ilmastotekoja? Vapaaehtoisen päästökompensaation kysyntä, tarjonta ja laatu Suomessa 2021, 82). Markkinoinnissa käytetyt ympäristöväittämät ovat Suomessa usein harhaanjohtavia, vaikka viranomaiset ovat antaneet yrityksille ohjeita markkinointiin liittyvien lakien ja säädösten tulkitsemiseen (Heinonen & Nissinen 2022, 10–11). Ekologisuutta ja vastuullisuutta mainostetaan, mutta vain erittäin harvoin esitetään aiheesta selkeää ja täsmällistä tietoa (Heinonen & Nissinen 2022, 53). Myös EU pyrkii säädöksillään vähentämään epäluotettavia ympäristöväittämiä (Proposal for a Directive on Green Claims 2023).

## **2.5 Rakennustarvikkeiden elinkaariarviointi ja ympäristöselosteet**

Hiilijalanjäljellä voidaan siis kuvata yritysten negatiivista ilmastovaikutusta, ja sen laskeminen on yleistynyt teollisuudessa. Samoin on käynyt myös ympäristövaikutusten arvioinnille yksittäisen tuotteen elinkaaren osalta. Yrityksen hiilijalanjäljen laskenta saattaa vaatia tiedonkeruuta, joka on osittain päällekkäistä tuotteen ympäristövaikutusten arvioinnin vaatiman inventaarioanalyysin kanssa. Hiilijalanjälkilaskennassa kerätyt tiedot tuotevalmistuksen panoksista ja tuotoksista voivat mahdollistaa helpomman siirtymän yrityksen ympäristövaikutusten määrittämiseen yksittäisen tuotteen osalta. (Elinkaariarviointi tukee kestävyysmurrosta 2022.)

Rakennusteollisuudessa vaaditaan tuotteiden elinkaaren hiilijalanjäljen standardisoitua arviointia vuoden 2025 alusta lähtien, ja tämä koskee myös opinnäytetyön toimeksiantajaa (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2023). Suurin osa rakennuksen elinkaaren kasvihuonekaasupäästöistä aiheutuu sen käytöstä. Käytön päästöt, jotka aiheutuvat lähinnä energiankulutuksesta, ovat kuitenkin vähentyneessä energiatehokkuusvaatimusten tiukentumisen myötä. Täten yhä merkittävämpi osa rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen optimoinnista keskittyy rakennusvaiheen materiaaleihin ja raaka-aineisiin sitoutuneeseen hiileen. (Bringing embodied carbon upfront 2019, 17–20.)



Vares, Häkkinen ja Vainio (2017) toteavat, että Suomen rakennuskantaan on sitoutunut noin 23 miljoonan tonnin hiilivaranto. Sitoutuneen hiilen laskemisen ja vähentämisen mahdollistamiseksi on otettu käyttöön standardeja ja määräyksiä rakennustuotteen hiilijalanjäljen määrittämiseksi, ja ilmastovaikutusta tarkastellaan rakennusosittain (Häkkinen & Kuittinen 2020, 24). Rakennusten hiilijalanjälki halutaan laskea niiden avulla kokonaisuutena jo suunnitteluvaiheessa (Piiroinen, Saastamoinen, Leskinen, Oinonen, Malmi, Strandell, Rehunen, Vartiainen, Saarela, Sankelo, Kangas, Peltomaa, Ruokamo & Rummukainen 2017, 33). Maankäyttö- ja rakennuslain uudistumisen myötä asetetaan myös vähähiilisyystavoitteita rakennusmateriaaleille (Askeleet vähähiiliseen rakentamiseen 2023, 3). Suomessa viranomaiset vaativat käytännössä vain tuotteen elinkaaren ilmastovaikutuksia, mutta EU:ssa on tyypillisempää tehdä ympäristöseloste, joka sisältää elinkaaren kaikki ympäristövaikutukset. Jos EU-vientiin menevälle rakennusalan tuotteelle ei ole ympäristöselostetta, kilpailu markkinoilla muuttuu vähitellen yhä haastavammaksi (Kuittinen 2019, 12).

### 3 Hiilijalanjäljen määrittäminen

#### 3.1 Standardit

Hiilijalanjälki on ollut terminä käytössä 1990-luvulta alkaen, mutta kuten Wiedmann ja Minx (2007) toteavat, sen määritelmä oli pitkään epäselvä. Yrityksen hiilijalanjäljellä on kuitenkin tarkoitus kuvata yrityksen negatiivista ilmastovaikutusta määrittämällä sen toiminnan synnyttämät kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalenttina. Hiilidioksidiekvivalentti kuvaa tarkasteltujen kaasupäästöjen lämmityspotentiaalia (Global Warming Potential, GWP) muunnettuna hiilidioksidiksi. Esimerkiksi metaani on n. 25 kertaa vaikuttavampaa kuin hiilidioksidi, ja typpioksiduulit n. 298 kertaa vaikuttavampia (Hiilidioksidiekvivalentti CO<sub>2</sub>ekv n.d.). Yleensä lämmityspotentiaalia tarkastellaan sadan vuoden ajanjaksolla, jolloin käytetään termiä GWP(100). (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 97–99.)

Yrityksen tai organisaation hiilijalanjälki voidaan kartoittaa ja laskea käyttämällä tarkoitukseen soveltuvaa laskentastandardia. Standardi antaa puitteet laskennalle, mutta erittäin tarkkaan tulokseen pääseminen voi käytännössä osoittautua mahdottomaksi tai vaatia suhteettoman määrän työtä. Lukuisista laskentatavoista ja –standardeista sekä vaihtoehtoisista rajauksista johtuen tulokset ovat kuitenkin harvoin täysin vertailukelpoisia yritysten välillä. Tässä opinnäytetyössä käyte-

tään yhtä suosituimmista standardeista yritysten hiilijalanjäljen määrittämiseen, yritysvastuuverkosto World Business Council for Sustainable Developmentin ja tutkimusorganisaatio World Resources Institutin kehittämää GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standardia (myöhemmin GHG-protokolla). Vuonna 2016 kyselyyn vastanneista Fortune 500 –listatuista yrityksistä 92 % käytti GHG-protokollaa tai sen johdannaista (About us n.d.). Myös toimeksiantajan sisaryritys, Etra, käyttää sitä oman toimintansa arvioinnissa (Etra vastuullisuusraportti 2021 2022).

GHG-protokolla keskittyy Kioton sopimuksessa listattuihin kuuteen kasvihuonekaasuun: hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ), metaani ( $\text{CH}_4$ ), dityppioksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ), HFC-yhdisteet, PFC-yhdisteet ja rikkiheksafluoridi ( $\text{SF}_6$ ) (Kasvihuonekaasuinventario 2023). Laskenta ja sen tulokset kuitenkin ilmoitetaan usein pelkkinä hiilidioksidiekvivalenteina. Kyseinen standardi soveltuu tyyppillisesti käytettäväksi riippumatta tarkasteltavan yrityksen tai organisaation koosta tai toiminnoista. Se ei myöskään vaadi kolmannen osapuolen sertifiointia. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 98.)

Toinen tärkeä standardi on kasvihuonekaasujen laskentaan ja raportointiin tarkoitettu ISO 14064. Se on GHG-protokollaa kaavamaisempi, soveltuen käyttöön erityisesti silloin, kun tulokset halutaan sertifioida. ISO 14064:n käyttöä saattaa puoltaa myös se, jos yritys käyttää jo jotain muuta laatu- tai ympäristöjärjestelmää ja on kerännyt sen vaatiman dokumentaation. Tämä todennäköisesti helpottaa standardin käyttöön siirtymistä. (SFS-EN ISO 14064-1:2018.)

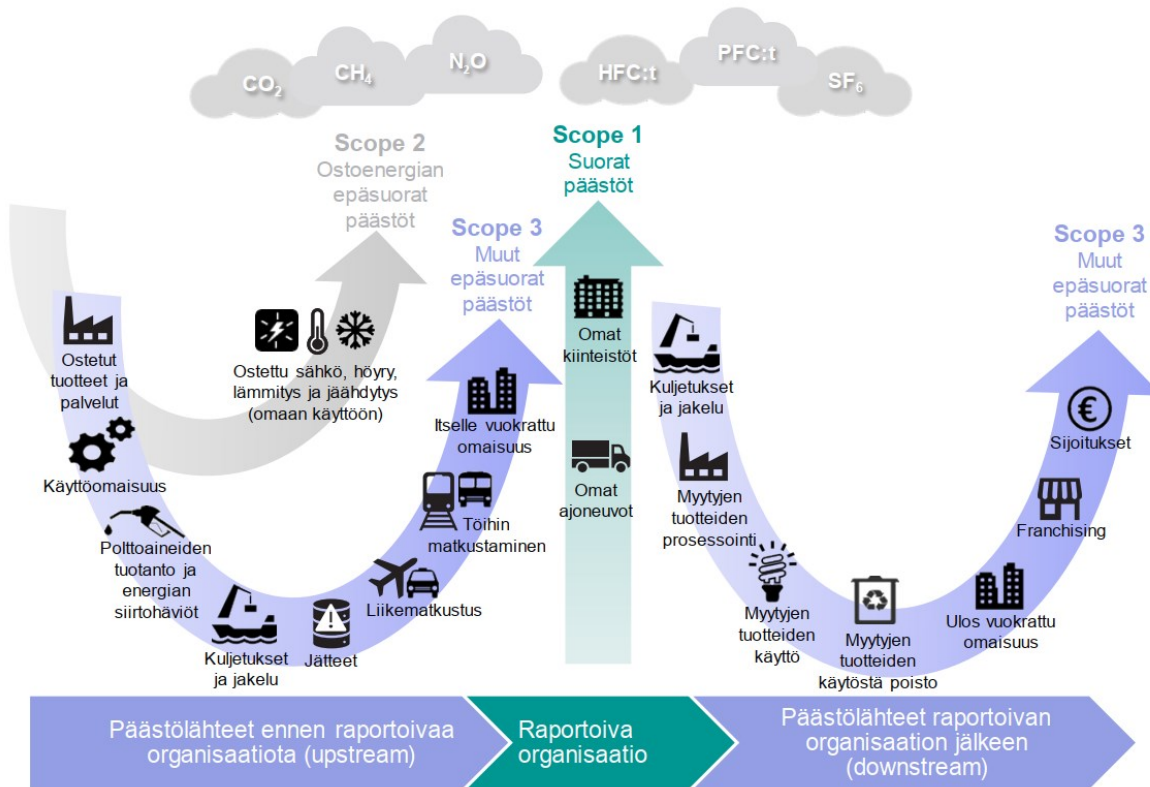
### **3.2 Päästöjen luokittelu ja rajaaminen GHG-protokollan avulla**

Käytetty standardi ohjaa merkittävässä määrin tiedonkeruun hahmottamisessa ja rajaamisessa. Päästöjen määrittämisessä GHG-protokollan avulla pyritään noudattamaan viittä pääperiaatetta: olennaisuus, kattavuus, johdonmukaisuus, avoimuus ja tarkkuus. Olennaista on käsitellä tietoaineistoa rehellisesti, antaa selkeä kuva yrityksen ilmastovaikutuksista valitsemalla vähintään keskeiset päästölähteet, sekä kertoa avoimesti epävarmuustekijöistä ja tarkastelun ulkopuolelle jätetyistä asioista. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 8–9.)

GHG-protokollaa käytettäessä kerätään tietoa yrityksen päästöjä aiheuttavista toiminnoista. Kuvio 8:ssa kuvataan yrityksen päästöjen jakamista kolmeen vaikutusalueeseen (scope):

- Scope 1: yrityksen toiminnan suorat kasvihuonekaasupäästöt

- Scope 2: yrityksen toiminnan epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt sähkö- ja lämpö-energiահankinnoista
- Scope 3: yrityksen toiminnan aiheuttamat muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt



Kuvio 8. GHG-protokollan kategoriajako ja esimerkkejä tarkasteltavista päästölähteistä (Hiilijalanjäljen laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin Hiilijalanjälki laskettu -merkin liittymistä varten 2022, 8)

Vaikutusalueen 1 päästöt voidaan johtaa pääosin yrityksen kiinteistöjen, prosessien ja ajoneuvojen käyttämistä poltto- ja kylmäaineista. Vaikutusalueen 2:n päästöt muodostuvat ostetun energian tuotantotavoista. Tarkasteltuja energioita ovat esimerkiksi sähkö, kaukolämpö, höyry ja kaukojäähdytys. Yleensä nämä kaksi vaikutusaluetta koetaan yrityksen ydintoimintojen päästöiksi, mutta myös yrityksen ”omiksi päästöiksi”. Kolmas vaikutusalue koostuu yrityksen arvoketjun muista osista, ja sen päästöt ovat usein suhteessa työläämpiä määrittää. Esimerkiksi logistiikan päästöjen laskeminen vaatii ajoneuvojen sekä niiden lastien ja ajomatkojen hahmottamista. Samoja metodeja käytetään myös liikematkustuksen ja työmatkaliikenteen laskemiseen. Lisäksi kolmanteen ka-

tegoriaan kuuluvat erilaiset hankinnat kuten raaka-aineet ja palvelut, toiminnan muodostamat jätteet, käytettyjen polttoaineiden ja energian muut päästöt, sijoitukset, vuokrattu omaisuus, sekä tuotteiden käytön ja käytöstä poiston ympäristövaikutukset. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 27–29.)

Käytetty standardi vaatii vähintään kahden ensimmäisen vaikutusalueen raportointia. Ne on määritelty niin, että tulosten pitäisi olla vertailukelpoisia ja niissä on vältetty kaksoislaskentaa. Kaksoislaskennassa jokin päästö lasketaan epähuomiossa useaan kertaan, ja tällöin tuloksiin aiheutuu selkeä virhe. Kolmas vaikutusalue on haastavampi hahmottaa ja rajata, ja se tekee usein yritysten hiilijalanjälkien vertailusta vaikeaa tai mahdotonta. Epäluotettavampi toimija voi sivuuttaa laskennan pääperiaatteita ja jättää osan kolmannen vaikutusalueen päästöistään laskematta. Kun laskennan tulokset esittää sopivalla tavalla, nämä sivuutetut asiat eivät välttämättä käy ilmi. Tästä syystä on tärkeää pyrkiä kertomaan laskennan ulkopuolelle jätetyistä asioista, epävarmuustekijöistä ja kerätyn tiedon laadusta. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 41.)

Tarkastelun pohjaksi täytyy valita perusvuosi (base year). Se poikkeaa muista tarkasteluvuosista, ja sen tulokset lasketaan tarvittaessa uudelleen. Laskentaa suunniteltaessa tulee määrittää, mikä olisi riittävä tekijä aiheuttamaan merkittävää muutosta tuloksissa. Näitä voivat olla esim. organisaation koon muutokset, laskentametodien tai päästökertoimien laajemmat päivitykset, sekä suuremmat laskentavirheet. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 35.)

### **3.3 Päästökertoimet**

Päästökertoimella pyritään ilmaisemaan tietyn tarkasteltavan asian tai ilmiön ilmastovaikutusta. Kertoimella muunnetaan jonkin mitatun suureen synnyttämät kasvihuonekaasupäästöt hiilidioksidiekvivalentiksi (CO<sub>2</sub>e). Tätä kerrointa käytetään esimerkiksi tuotantoon kuluneen raaka-aineen määrään, polttoaineen energiasisältöön tai tuotettuun sähkömäärään. Lisäksi on mahdollista tarkastella tiettyjä päästölähteitä kustannusperusteisesti, kuten esimerkiksi palveluja ja muita hankintoja, joskin tämä usein johtaa epätarkempaan tulokseen (Vainio 2022, 17). (Energiaan ja päästöihin liittyviä tilastokäsitteitä 2020.)

Päästökertoimien oikea valinta ja ajantasaisuus ovat keskeisessä roolissa hiilijalanjälkilaskentaa toteutettaessa, ja on osittain laskijan harkintakyvyn varassa, mikä on tarkasteltavan kohdeyrityksen

toimintaan parhaiten soveltuva ja ajantasaisin päästökerroin (Vainio 2022, 7). Päästökertoimia on saatavilla monista eri viranomaislähteistä, mutta monesti paikallinen ja ajantasainen päästökerroin on sisällytetty johonkin maksulliseen tietokantaan, johon pääsy voi maksaa tuhansia euroja vuodessa (OpenLCA Nexus Databases 2023). Kertoimien vaihtelevista lähteistä, laskutavoista ja iästä aiheutuu epävarmuustekijöitä, jotka heikentävät yritysten välisten tulosten vertailukelpoisuutta. Nämä epävarmuustekijät täytyy pyrkiä minimoimaan niin, että laskenta kuitenkin pysyy käytännöllisenä. Euroopan unionin Product Environmental Footprint –hanke pyrkii jatkossa yhtenäistämään tuotteiden hiilijalanjäljen laskentaa ja päästökertoimien raportointia (The EU Product Environmental Footprint (PEF) Methodology 2018). (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 9, 42.)

### 3.4 Laskurit

Erilaisiin tarkoituksiin ja käyttökohteisiin on olemassa monia valmiita hiilijalanjälkilaskureita, jotka yleensä rakentuvat GHG-protokollan varaan. Pääosa käytössä olevista yritysten hiilijalanjäljen laskentaan tarkoitetuista ratkaisuista ovat konsulttiyritysten omaan käyttöön tarkoitettuja tai niitä voi käyttää maksullisena palveluna, eivätkä ne ole julkisessa levityksessä. Vapaassa levityksessä on lähinnä tarkastelultaan rajoittuneempia laskureita (Vainio 2022, 6–8).

Suomen ympäristökeskuksen Y-HIILARI –laskuri on toimiva ratkaisu yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan, jos hankintoja on vähän tai halutaan keskittyä lähinnä vaikutusalueiden 1 ja 2 tarkasteluun. Laskurissa on kattavasti ohjetekstiä, mutta tietyt yksityiskohdat toiminnasta on piilotettu käyttäjältä. Laskurin keskeisimmät heikkoudet ovat yrityksen ajoneuvojen polttoainepäästöjen jättäminen pois vaikutusalueesta 1, kankeus olemassa olevien hiilijalanjälkitietojen syöttämisessä, vaikutusalueen 3 laskennan rajoittuneisuus, sekä päästökertoimien päivittämättömyys. Se on kuitenkin toimiva esimerkki GHG-protokollaa noudattavan laskentamallin toteuttamisesta. (Y-HIILARI Hiilijalanjälki -työkalu 2021.)

Toinen vastaava laskuri on Keskuskauppakamarin laskentatyökalu organisaation ”Hiilijalanjälki laskettu” -merkkiä ja ilmastositoumukseen liittymistä varten. Se on käyttökokemukseltaan vähemmän ohjattu, ja vaatii enemmän tietämystä käyttäjältään. Myös tämän laskurin vaikutusalue 3 on rajoitettu kuljetuksiin, liikematkustukseen ja työmatkaliikenteeseen. Sen päästökertoimet on päivitetty vaihtelevalla tarkkuudella. Keskuskauppakamarin laskurissa pystytään vertailemaan tuloksia viiden vuoden ajanjaksolta. Kumpikaan näistä laskureista ei kuitenkaan sovellu tilanteeseen, jossa

haluttaisiin vertailla yrityksen useiden eri toimipisteiden tuloksia. (Hiilijalanjäljen laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin Hiilijalanjälki laskettu -merkin liittymistä varten 2022.)

## 4 Tutkimus

### 4.1 Toimeksiantaja

Meltex Oy Plastics (myöhemmin Meltex) on suuri kotimainen teollisuusyritys, joka valmistaa, myy ja toimittaa pääosin muovituotteita rakennuskäyttöön sekä maahantuo rakennustarvikkeita. Yrityksen valmistamia tuotteita ovat esimerkiksi sadevesi- ja viemäriputket, pihakaivot, öljyn- ja hiekanerottimet sekä suodatinkankaat. Tuotteissa käytetyt muovilajit kuuluvat Euroopan suosituimpiin teollisuudessa, esimerkiksi erilaiset polyeteenit (PE, HDPE, MDPE, LDPE), polypropeenit (PP) ja polyvinyylidikloridi (PVC) (Plastics – the Facts 2022 2022, 34; Infra ja maanrakentaminen 2023). Yritys perustettiin vuonna 1993 ja se on kokenut merkittävää kasvua 2000-luvulla, osittain yritysostojen kautta. Yrityksen liikevaihto on noin viisinkertaistunut viimeisen 15 vuoden aikana. Tärkeä kilpailuetu on ollut se, että Meltex sekä valmistaa, myy että jakelee suoraan omia tuotteitaan. Vuonna 2022 Meltexin liikevaihto oli 133 miljoonaa euroa ja sillä oli 339 työntekijää. Yrityksellä on Suomessa kahdeksan kaivotehdasta, kolme putkitehdasta ja kymmenen myymälää, jotka toimivat osittain toistensa yhteydessä yhteensä 14:ssä yksikössä (ks. Taulukko 1). Osassa myymälöistä pysyttään valmistamaan mittatilauskaivoja asiakkaiden tarpeiden mukaan. Suurimmat tehtaat sijaitsevat Keski-Suomessa, Jyväskylässä ja Kuhmoisissa. (MELTEX – muovinlujaa osaamista 2023.)

On ennalta arvioitavissa, että kriittisin osa toimeksiantajan ympäristövaikutuksesta syntyy käyetyistä raaka-aineista. Toinen merkittävä päästölähde on logistiikka: raaka-aine- ja tavarakuljetukset yritykselle, siirrot yrityksen toimipaikkojen välillä, ja toimitukset asiakkaille. Yrityksessä tiedostetaan muoviteollisuuden päästöjen ongelmallisuus, ja pyritään jatkuvasti huomioimaan toiminnan ympäristövaikutuksia (Virtanen 2023). Päästöjä on pyritty minimoimaan monin tavoin, esimerkiksi sähkö on ilmastoneutraalia ja kompensoitua vesisähköä, energian säästötoimenpiteitä on käytössä monipuolisesti, logistiikassa pyritään optimoimaan ajoneuvojen käyttöasteet, jätteitä pyritään hyödyntämään omassa tai muiden yritysten toiminnassa, ja tuotteiden kestävyys ja kierrätettävyyteen on panostettu. (Burman 2023; Ympäristöasioiden huomioiminen Meltexin yritystoiminnassa n.d.)

Taulukko 1. Meltexin yksiköt ja niiden toiminnot

Yksikkö	Myymäälä	Kaivotuotanto tai mittatilauskäivöt	Putkituotanto	Erotin- ja pumpupaamotuotanto	Suodatin-kangas-tuotanto	Ilmanvaihtotuotteiden kokoonpano	Merkittävintuotanto ja logistiikka
Jyväskylä	x	x	x	x	x		x
Kempele	x	x					
Kuopio	x	x					
Seinäjoki	x	x					
Tampere	x	x					
Turku	x	x				x	
Espoo	x						
Helsinki	x						
Kaivoksela	x						
Tuusula	x						
Keuruu		x		x			
Sipoo		x	x				x
Kuhmoinen			x				x
Vantaa				x			

## 4.2 Tavoitteet ja rajaus

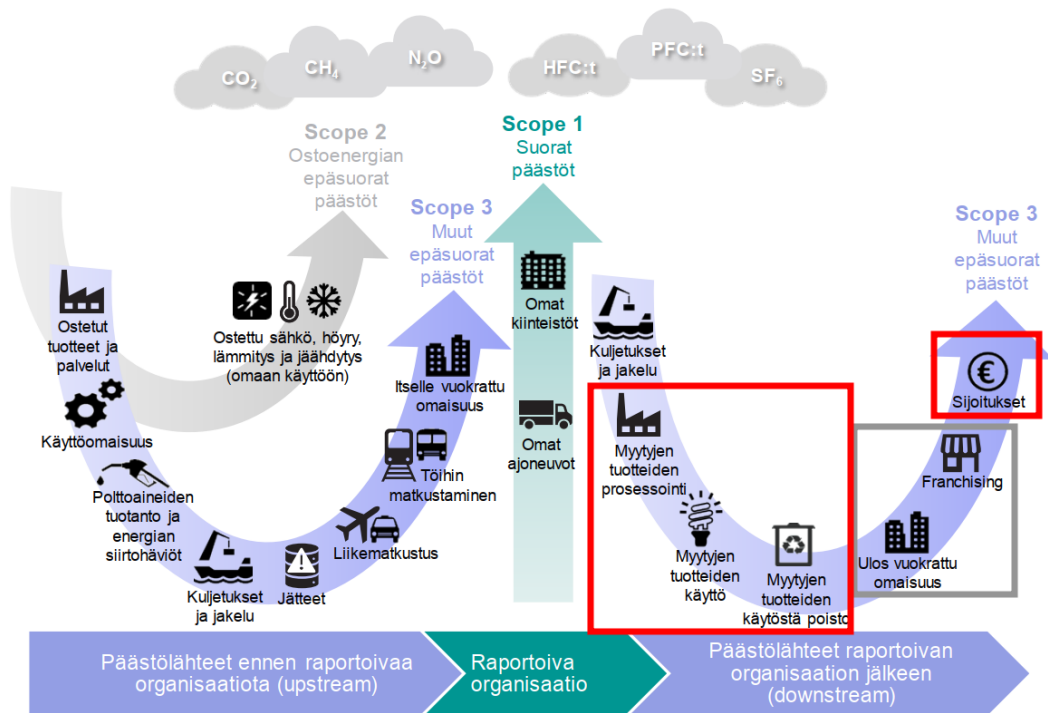
Vaikka Meltex on selkeästi panostanut ympäristövaikutusten huomioimiseen, niiden suuruusluokista ei ollut aikaisemmin muodostunut kunnollista kokonaiskuvaa. Tämä aiheutti rajoituksia toiminnan kehittämisessä ja toimenpiteiden kohdentamisessa. Kehitysresurssien tehokas kohdentaminen on haastavaa ilman koottua tietoa päästöistä kategorioittain, ja myös sidosryhmien edustajat olivat alkaneet kysyä yrityksen ja sen tuotteiden hiilijalanjäljistä. Toimeksiantajalla oli siis selkeä tarve laskea vuosittainen hiilijalanjälkensä. Laskenta haluttiin toteuttaa yritykselle valmistetulla laskentatyökalulla, ja siihen haluttiin sisällyttää kaikki yrityksen toiminnan synnyttämät päästöt. Oman laskurin kehittäminen koettiin tärkeäksi, jotta se vastaisi toimeksiantajan tarpeita, vähentäisi riippuvuutta muista toimijoista, ja sitä pystyttäisiin tarvittaessa muokkaamaan ja päivittämään yrityksen sisällä. Työ mahdollistaisi päästöjen pitkäaikaisseurannan, paremmin kohdistetut ympäristöinvestoinnit, sekä loisi pohjaa myöhemmin tehtävälle tuotteiden elinkaaren hiilijalanjäljen laskennalle, paljastaen erityisesti mahdolliset puutteet saatavilla olevassa tiedossa ja sen keräämisessä. (Virtanen 2023.)

Tässä opinnäytetyössä laskenta rajattiin vuoteen 2022. Jatkossa yritys laskee hiilijalanjälkensä aina vuodenvaihteen jälkeen, eli esimerkiksi vuoden 2023 tulos lasketaan vuoden 2024 alussa. Laskenta tapahtuu jatkossa opinnäytetyön ohessa toteutetulla laskurilla, tai tarpeen mukaan helpommin ylläpidettävällä maksullisella ratkaisulla, joka sisältäisi esim. päivittyvän päästökerrointietokannan. Toistuva vuosittainen laskenta mahdollistaa seurannan yrityksen ja sen yksiköiden tasolla eri vuosien välillä. Samalla voidaan myös hahmottaa tehtyjen ympäristötoimien ja kompensointien vaikutuksia. Tarkasteluvuosi valikoitui pääosin siksi, että siltä oli saatavissa kattavin tieto laskentaa varten. Samalla laskentaan saatiin mukaan kaikki yrityksen 14 yksikköä, mutta työssä päästiin tutkimaan vain yhden vuoden tuloksia ilman sen laajempaa ajallista vertailua. Vuosi 2022 toimii myöhemmän laskennan perusvuotena, eli sen lukuja saatetaan joutua laskemaan myöhemmin uudelleen esim. yritysostojen, havaittujen virheiden tai merkittävästi päivittyneiden päästökertoimien osalta. Perusvuoteen voidaan myöhemmin verrata seuraavien vuosien tuloksia, ja asettaa siihen verrattavia päästövähennystavoitteita. (The Greenhouse Gas Protocol 2015, 9, 35.)

Laskennassa haluttiin ottaa huomioon GHG-protokollan kuvaamat vaikutusalueet mahdollisimman kattavasti. Käytettävissä olevat resurssit huomioiden täytyi kuitenkin tehdä alustavia rajauksia kolmannen vaikutusalueen tarkasteluun, sillä erityisesti toimeksiantajan hankintojen ja logistiikan läpikäyminen tulisi olemaan työlästä (Kuvio 9). Vuokratun omaisuuden päästöt ovat tyypillisesti omassa päästökategoriassaan, mutta toimeksiantajan osalta ne sisältyivät muihin päästökategorioihin, eikä niitä ollut mielekästä eritellä. Kaksi muuta epäolennaista päästökategoriaa rajattiin pois: omaa omaisuutta ei vuokrattu eteenpäin eikä franchising-liiketoimintaa harjoitettu.

Myytyjen tuotteiden prosessointi ja käyttö rajattiin tarkastelun ulkopuolelle, sillä niiden vaikutus on todennäköisesti hyvin pientä, mutta ei riittävästi tutkittua tai mahdollista selvittää työn puitteissa. Tuotteita ei olennaisesti muokata ennen käyttöä, mutta hukkaa saattaa syntyä esim. putkia leikatessa. Yrityksen tuotteiden käytön aikaisia päästöjä ei ole tutkittu. Kaksi merkittävää päästökategoriaa jäi tarkastelun ulkopuolelle: sijoitukset ja myytyjen tuotteiden käytöstä poistaminen. Työn puitteissa ei saatu käyttöön tarkkoja tietoja toimeksiantajan sijoituksista ja toiminnoista Ruotsissa. Tuotteiden käytöstä poiston päästöjen laskeminen vaatisi tarkempaa yrityksen tuotetavaliiketoiminnan kartoittamista mm. käytettyjen materiaalien ja niiden kierrätyskelpoisuuden suhteen. Tämä selvitystyö oletettavasti tapahtuu siinä vaiheessa, kun toimeksiantaja siirtyy laskemaan tuotekohtaisia hiilijalanjälkiä.



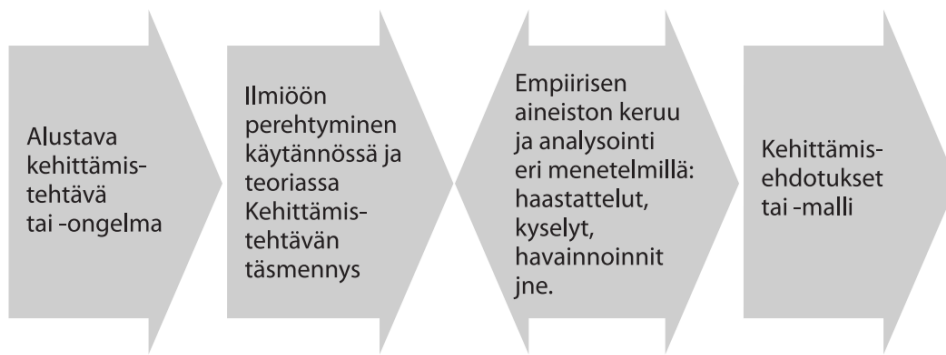


Kuvio 9. Tarkasteltavat päästölähteet ja tehdyt rajaukset: epäolennaiset kategoriat on korostettu harmaalla ja laskematta jääneet kategoriat punaisella (Hiilijalanjäljen laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin Hiilijalanjälki laskettu -merkin liittymistä varten 2022, 8, muokattu)

Koska toimeksiantajan hiilijalanjäljen laskenta oli näin kattavaa jo ensimmäisenä toteuttamisvuonna, tiedostettiin että käytetyssä aineistossa saattaisi olla laadullisia puutteita ja epävarmuustekijöitä. Tästä huolimatta mahdollisimman kattava laskenta koettiin mielekkääksi ja hyödylliseksi jotta toimeksiantajan ympäristövaikutukset hahmottuisivat, ja mahdollisia laskennan ongelmakohtia pyrittäisiin korjaamaan seuraavina vuosina. Jos hiilijalanjäljestä viestittäisiin yrityksen ulkopuolelle, tulisi esitysmuodon olla harkittu ja valitun tiedon perusteltua. Myös epävarmuustekijät tulisi tuoda selkeästi esiin. Tällöin voitaisiin välttyä Suomen markkinoilla tyyppilliseltä epäasialliselta tai harhaanjohtavalta ympäristömarkkinoinnilta (Heinonen & Nissinen 2022, 54). Myös tämän opinäytetyön tulisi tuoda ilmi mahdollisia heikkouksia tulosten luotettavuudessa. Itse laskentaprosessin ja laskentatyökalun lisäksi työn ohessa syntyi lista kehitysehdotuksista, lyhyt raportti tuloksista toimeksiantajan sisäiseen levitykseen ja esitys kokonaisuudesta yrityksen johtoryhmälle.

### 4.3 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Työ on käytännössä muodoltaan tutkimuksellinen kehittämistyö, tarkemmin määriteltynä tapaus-tutkimus (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 52). Tällaisessa tutkimuksessa on tyypillistä yhdistää tieteellistä tutkimusta ja tekijän omiin ajatuksiin pohjautuvaa kriiikkittömämpää kehitystyötä (Mts. 17). Ennen kuin toiminnan kehittämistä voitiin suunnitella tarkemmin, täytyi kohdetta ja sen toimialaa ymmärtää riittävästi, ja suorittaa tarpeen vaatima määrä tiedonkeruuta (Mts. 26–31). Työelämään sijoittuvassa tutkimuksessa täytyy toiminnassa hahmottaa toimeksiantajan strategian, painopistealueiden ja arvojen asettamat reunaehdot (Viikka 2021).



Kuvio 10. Tapaus tutkimuksen vaiheet (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 54)

Tapaus tutkimuksessa tämä perehtymistyö on keskeistä ja kohde täytyy ymmärtää kokonaisuutena. Itse kehittämiskohde tyypillisesti täsmentyy prosessin edetessä, koska kerätty tieto ja aiheeseen perehtyminen mahdollistavat kehittämistehtävän tarkemman määrittelyn (ks. Kuvio 10) (Ojasalo ym. 2015, 53–54). Tyypillinen tutkimustyön tulos on kattava ja syvälinen kuva tarkastellusta kohteesta (Mts. 55).

### 4.4 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön tekeminen vaati toimeksiantajan edustajien osallistumista laskennan vaatimaan tiedonkeruuseen. Toimittaessa yhteistyössä toimeksiantajan kanssa pyrittiin sitoutumaan heidän käytänteisiinsä, pyrkien kuitenkin tarkkuuteen, huolellisuuteen, rehellisyyteen ja läpinäkyvyyteen. Tarkoituksena oli noudattaa hyviä tieteellisiä käytäntöjä sekä annettuja raportointiohjeita, ja välttää

plagiointia. Toimeksiantaja halusi kertoa ympäristövaikutuksistaan avoimesti, mutta tämä opin- näytetyö ei pureudu yhtä syvälle päästökategorioiden yksityiskohtiin kuin toimeksiantajalle toimi- tettu raportti ja laskuri. Tämä valinta tehtiin osittain siksi, että välttyttäisiin salassapitosopimuksilta: aihetta pystyttäisiin käsittelemään riittävällä tarkkuudella kertomatta työssä esim. tarkkoja raaka- aineiden nimiä ja määriä. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 48–49.)

Lähdeaineiston keräämisessä annettiin suuri painoarvo luotettaville viranomaislähteille. Luotetta- vuuden lisäksi pyrittiin myös lähdeaineiston ajantasaisuuteen ja kansainvälisyyteen. Tuoretta ma- teriaalia löytyi kiitettävästi, mutta hyvin työhön soveltuvia kansainvälisiä lähteitä oli toivottua niu- kemmin. Työhön ei tarvittu tutkimuslupaa, koska yksittäisiä henkilöitä ei tutkittu. Työn yhteydessä luodaan uusia kysymyksiä yrityksen normaaliin, anonyymiin työntekijäkyselyyn. Kyselyiden sisältö liittyy työmatkaliikenteeseen, eivätkä ne vaadi laajempaa eettistä pohdintaa.

Meltexin kokoisen suuryrityksen hiilijalanjäljen laskemisessa on lukuisia epävarmuustekijöitä. Ke- rätyn tietoaineiston ja toimeksiantajan sekä toimittajien edustajien kertoman tiedon oikeellisuu- teen on kuitenkin luotettu. Palveluiden ja tavaroiden toimittajien antamien valmiiden päästötieto- jen laskentatavat ja kattavuus selvitettiin kaksoislaskennan ja puutteiden välttämiseksi. Nämä lukemat pyrittiin myös tarkastuslaskemaan karkeasti mukaan muun aineiston perusteella, mikäli mahdollista. Puutteet tietoaineistossa korvattiin perustelluilla ja standardin sallimilla arvioilla, pää- osin muusta tiedosta johtamalla. Erityisesti yksityiskohtaisemmassa toimeksiantajalle toimitetussa materiaalissa pyritään kertomaan selkeästi, jos jokin tulos tai pohdinta rakentuu sekundääridatan tai arvioiden varaan kerätyn tiedon sijaan.

## **5 Laskennan toteutus**

### **5.1 Aineiston kerääminen**

Työ suunniteltiin ja tehtiin hyvin itsenäisesti, mutta keskeinen tiedonkeruu suoritettiin yhteis- työssä toimeksiantajan HSE-päällikkö (työturvallisuus-, hyvinvointi- ja ympäristöpäällikkö) Kimmo Virtasen kanssa. Käsiteltävän aineiston ymmärtäminen vaati laajaa perehtymistä yrityksen toimin- taan. Kaikki mahdolliset päästölähteet tuli kartoittaa, ja selvittää niihin soveltuvat tietolähteet. Ke- räämisprosessi vaati rinnalleen järjestelmällistä aineistohallintaa, tieto saattoi kulkea taulukkona Teams-sovelluksen kautta tai kommenttina sähköpostissa, tulla ilmi keskustelussa, tai löytyä jonkin

palveluntarjoajan verkkopalvelusta. Kaikki kerätty tieto tallennettiin sopivaan tiedostomuotoon ja kirjattiin aineistohallintapöytäkirjaan aika-, keräystapa-, ja lähdetietoineen. Samalla tiedostot tarpeen mukaan nimettiin uudelleen ja siirrettiin loogisiin alihakemistoihin tiedostorakenteessa. Standardin mukaan määritellyt päästökategoriat tietolähteineen, ongelmakohtineen ja kehitystapoineen on esitetty laajemmin liitteessä 1. Käytettyjä tietolähteitä ja lähdetiedostoja oli kaikkiaan noin 90.

Laskennassa oli tarkoituksenmukaista käyttää mahdollisimman laadukasta tietoaaineistoa. Jos esimerkiksi jokin palveluntarjoaja oli laskenut palvelunsa hiilijalanjäljen ja kertonut, miten se on laskettu, tätä tietoa pidettiin parhaana tietolähteenä. Jos tätä ei ollut saatavilla, laskettiin päästöt kerätyn primääritiedon ja päästökertoimien avulla, eli toimeksiantajan omasta kirjanpidosta tai tavaran- ja palveluntarjoajan antamista tiedoista. Tarpeen mukaan käytettiin kustannusperusteista laskentaa. Sekundääritietoa, joka on peräisin esimerkiksi alan yleisistä tilastoista, pyrittiin välttämään kokonaan.

Eryteisesti laskennan kannalta keskeiset osat, vaikutusalueiden 1 ja 2 päästöt, haluttiin laskea mahdollisimman tarkasti. Ne syntyivät kulutetun energian lisäksi yrityksen omistamien työkoneneiden sekä tuotantoprosessien polttoaineista. Kulutetun energian tiedot saatiin kattavasti, mutta yksiköissä käytettyjen pyöräkuormaajien ja trukkien polttoaineen kulutuksesta ei saatu täydellistä kuvaa. Tarkka polttoöljyn kulutustieto saatiin noin 50 prosentista yrityksen pyöräkuormaajia. Noin 40 prosentista kuormaajia tiedettiin käyttötunnit, ja kulutuksen laskeminen vaati keskikulutuksen arviointia muiden kuormaajien tietojen perusteella. Loppujen kuormaajien kulutus arvioitiin sellaisista koneista, joiden arveltiin olevan samankaltaisella käyttöasteella. Myös trukkien osalta tarkat kulutustiedot olivat puutteellisia, mutta käyttötunnit saatiin kerättyä yli 60 prosentista, ja puuttuvat tiedot johdettua. Nämä kuormaajien ja trukkien polttoainetiedot olivat kuitenkin suurin epävarmuustekijä ko. vaikutusalueilla, ja tiedon saatavuuden puutteet otettiin huomioon toiminnan kehittämisen suunnittelussa.

Standardin määrittelemistä viidestätoista eri vaikutusalueen 3 alakategoriasta tarkasteltiin seitsemää: ostetut tuotteet ja palvelut, polttoaineiden ja energian epäsuorat päästöt, hankintojen kuljetukset (ja varastosiirot), jätteet, liikematkustus, työmatkaliikenne, sekä asiakastoimitukset (Barrow, Buckley, Caldicott, Cumberlege, Hsu, Kaufman, Ramm, Rich, Temple-Smith, Cummis,

Draucker, Khan, Ranganathan & Sotos 2013, 7–10). Tämä vaikutusalueen 3 tiedonkeruu oli selkeästi haastavampaa. Esimerkiksi raaka-ainetoimittajat eivät pääosin kertoneet tuotteidensa päästö-tietoja, tai eritelleet kuljetuksia laskutuksessaan. Painollisesti noin kolmesta prosentista tuotannon raaka-aineita saatiin tarkka valmistajan laskema hiilijalanjälki. Raaka-aineiden valmistuspaikat ja kuljetusreitit ja –tavat olivat kuitenkin pääosin tiedossa, joten ne pystyttiin laskemaan vähintäänkin karkeasti.

Myös alihankinta-, kokoonpano- ja myyntituotteiden sekä muiden hankintojen päästöt olivat mahdollisia hahmottaa keskeisiltä osin. Kirjanpidon mutkikkuudesta johtuen jäi kuitenkin epävarmuutta siitä, kuinka monia pieniä osatekijöitä oli jäänyt laskematta. Raaka-aineiden alkuperä oli pääosin selvillä, mutta niiden logistiikka vaati osittain matkojen ja kuljetustapojen arviointia. Käyttöomaisuuden päästöt laskettiin kustannusperusteisesti kirjanpidosta. Jätehuolto oli pääosin helppo hahmottaa, sillä keskeisin jätehuollon tarjoaja kertoi tarkasti toimintansa aiheuttamista päästöistä ja niiden laskutavoista (Jätehuollon hiilijalanjälkiraportointi Ympäristönetissä n.d.). Kahdessa yksiköistä jouduttiin tyytymään tietoon jäteastioiden määrästä ja koosta jätejakeittain, sekä niiden tyhjennysmäärästä. Jätteiden lopullisen käsittelyn, kierrättämisen ja hyödyntämisen päästöt täytyi kuitenkin selvittää laskurilla. Liikematkustuksen määrät selvisivät kirjanpidosta, mutta työmatkaliikenteen suhteen jouduttiin tyytymään vuoden 2022 lopulla tehtyyn henkilöstökyselyyn. Siinä tiedusteltiin mm. etätyöpäivien määrää, pääasiallista kulkuvälinettä sekä työmatkan kestoa. Työmatkojen pituudet jouduttiin arvioimaan kerätyn tiedon perusteella.

## 5.2 Laskentakaavojen valinta

Vaikutusalueiden 1 ja 2 päästöjen laskeminen oli suhteellisen suoraviivaista, ja Y-HIILARI -laskurin laskuesimerkkejä hyödynnettiin vaikutusalueen 2 suhteen. GHG-protokolla tarjosi useita eri tapoja erityisesti vaikutusalueen 3 päästöjen laskemiseen. Laskentakaavat valittiin niin, että se soveltuivat mahdollisimman hyvin saatavilla olevaan tietoon, ja niillä saataisiin luotettavin ja tarkin tulos. Seuraavassa kaksi havainnollistavaa esimerkkiä:

### 5.2.1 Sähkönkulutus

Sähkön kulutusta tarkasteltiin megawattitunteina tuotantotavoittain jokaisessa toimeksiantajan yksikössä. Päästölasku, joka sisältää sähkönkulutuksen ilmastovaikutukset vaikutusalueiden 2 ja 3 osalta on hyvin selkeä (kaava 1).

$$\text{sähkönkulutus} \left[ \frac{MWh}{a} \right] * \left( \text{sähköntuotannon suorat päästöt} \left[ \frac{t}{MWh} CO_2e \right] + \text{sähköntuotannon epäsuorat päästöt} \left[ \frac{t}{MWh} CO_2e \right] \right) \quad (1)$$

Yleissähkön ulkopuolisilla tuotantotavoilla ei oteta huomioon suoria päästöjä, koska nämä tuotantotavat ovat uusiutuvia. Epäsuorille päästöille ovat omat päästökertoimensa, yleissähkölle se kuitenkin joudutaan laskemaan Suomen sähkön tuotantotilastoista tarkasteluvuotta lähimpänä olevan vuoden datasta. Lisäksi täytyi laskea jokaisen uusiutuvan tuotantotavan suhteellinen osuus vuosituotannosta, esimerkiksi vesisähkölle kaavassa 2.

$$\frac{\text{vesisähkön tuotanto Suomessa} \left[ \frac{MWh}{a} \right]}{\text{sähkön kokonaistuotanto Suomessa} \left[ \frac{MWh}{a} \right]} * \text{vesisähkön epäsuorat päästöt} \left[ \frac{t}{MWh} CO_2e \right] \quad (2)$$

Kun jokaisen tuotantotavan suhteellinen osuus oli laskettu, ja jokainen kerrottiin epäsuoralla päästökertoimellaan sekä yleissähkö polton hyötysuhteella, laskettiin ne yhteen, jolloin saatiin arvio yleissähkön epäsuorasta päästökertoimesta tarkasteluvuodelle.

### 5.2.2 Käyttöomaisuus

Käyttöomaisuuden muodostavat hankinnat selvitettiin kirjanpidosta euromääräisenä. Sopivat päästökertoimet saatiin Exiobase-tietokannasta, jonka tiedot olivat vuoden 2019 tasalla. Käytännöllä vuoden 2022 inflaatiokerrointa tuloksista saatiin tarkempia. Kategoriaan soveltuvat hankinnat lajiteltiin luokkiin tyyppin mukaan, esim. henkilöautot, pyöräkuormaajat ja kiinteistöt. Jokaiselle hankintaluokalle tehtiin samankaltainen lasku:

$$\text{hankinnan arvo [€]} * \text{hankintaluokan päästökerroin} \left[ \frac{t}{\text{€}} CO_2e \right]$$

(3)

Laskemalla luokkien tulokset yhteen saatiin tarkasteluvuonna hankitun käyttöomaisuuden yhteensä muodostama ilmastovaikutus.

### 5.3 Päästökertoimien valinta

Aineistoon sovellettavien päästökertoimien kerääminen osoittautui työlääksi. Ilmaisten tietokantojen sisällön laatu vaihteli: tietoa oli rajatusti, sen alkuperä oli epäselvää, tai tieto oli yli 10–15 vuoden ikäistä. Jotta laskennassa päästäisiin mahdollisimman tarkkoihin ja todellisuutta vastaaviin tuloksiin, tuli päästökertoimista kerätä oma tietokanta laskurin käyttöä varten. Tietokantaan merkittiin kerroin ja sen yksikkö, lähde ja sen vuosi, tuorein vuosi jonka tietoihin päästökerroin perustuu, sekä arvio kertoimen laadusta ja soveltuvuudesta käyttötarkoitukseen. Lisäksi jokaisen päästökertoimen kohdalle merkittiin milloin tietokantaa on sen osalta viimeksi päivitetty. Tietokantaan pyrittiin lisäämään myös tarkentavia kommentteja liittyen esim. päästökertoimen tarkkaan lähteen lähteessä. Laskennassa käytettyjä päästökertoimia oli noin 175. Seuraavissa kappaleissa tuodaan esille havainnollistavia esimerkkejä käytettyjen päästökertoimien ja laskentakaavojen valinnasta.

#### 5.3.1 Tuotannon raaka-aineet

Laskennan kannalta on keskeistä käyttää mahdollisimman laadukkaita päästökertoimia tuotannon raaka-aineiden suhteen, koska niitä kulutetaan yhteensä miljoonia kiloja. Työssä jouduttiin pääosin käyttämään yleisluontoisia kertoimia EU-alueelta. Esimerkiksi tuotannossa käytetyn polypropeenin päästötietoja ei saatu valmistajilta, joten jouduttiin tyytymään yleisluontoisiin päästökertoimiin tarpeeksi luotettavista lähteistä (ks. Taulukko 2). Iso-Britannian hallitustahon kerroin voitiin suoraan rajata pois, koska se sisältää ei-toivottuja valmistuksen päästöjä (Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022). Kyseinen kerroin on osittain johdettu muovinvalmistajien katto-organisaatio PlasticsEuropen tiedoista. PlasticsEuropen kerroin on laajalti käytetty, ja se on pienentynyt merkittävästi saman tahon aiempaan kertoimeen verrattuna. Esimerkiksi Suomen ympäristökeskus käyttää rakentamisen päästötietokantapalvelu CO2data.fi:ssä PlasticsEuropen kerrointa,

vaikka lähteen ajallinen validiteetti päättyy vuoteen 2016 (Vares 2023, 3; Polypropylene (PP) 2016, 3). Vertailun pienin kerroin on peräisin Yhdysvalloista, mutta parhaiten tarkasteltavaan tilanteeseen sopiva kerroin löytyi kuitenkin EU:n tuotetietokannasta (Cradle-to-gate life cycle analysis of polypropylene (PP) resin 2021, 25; Environmental Footprints n.d.). Se on sijainniltaan ja ajalliselta kattavuudeltaan paras, ja muutenkin tuorein käytettävissä oleva tieto.

Taulukko 2. Polypropeenin päästökertoimia

Kerroin (kg CO <sub>2</sub> e / kg)	Lähde	Tar- kaste- luvuo- det	Jul- kaisu- vuosi	Maantie- teellinen katta- vuus	Huomioitavaa
<b>1,785</b>	EU Product Environmental Footprints, EU:n toteuttama tuotteiden hiilijalanjälkitietokanta <sup>a</sup>	2012– 2020	2022	EU- 28+EFTA	Laskentaan valittu kerroin. Kerroin on keskiarvo tarkasteluvuosilta.
<b>1,548</b>	American Chemistry Council, organisaation tilaama raportti <sup>b</sup>	2015– 2016	2021	Yhdys- vallat	
<b>1,630</b>	PlasticsEurope, muovinvalmistajien organisaatio <sup>c</sup>	2011	2014	EU	Ajallinen validiteetti vuoteen 2016 asti.
<b>2,000</b>	PlasticsEurope, muovinvalmistajien organisaatio <sup>c</sup>	-	2008	EU	Lähteen aiempi kerroin.
<b>3,091</b>	UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, Iso-Britannian hallitus <sup>d</sup>	-	2022	EU / Iso- Britannia	Sisältää myös arvion muovituotteen valmistuksesta. Alkuperäinen lähde on <sup>c</sup> .

*a Environmental Footprints n.d.*

*b Cradle-to-gate life cycle analysis of polypropylene (PP) resin 2021*

*c Polypropylene (PP) 2016*

*d Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022 2022*

Jos toimeksiantajan valmistusprosesseissa käytetyistä apuaineista ei ollut tarkkaa tuotetietoa, jouduttiin käyttämään pääsääntöisesti muovilajin päästökerrointa. Esimerkiksi eräs polypropeenipohjaisen tuotteen valmistusprosessin apuaineista olisi tyypillisesti laskettu polypropeenin päästökerroinella (1,785 kg CO<sub>2</sub>e / kg), mutta valmistajan kertoma tarkka päästökerroin aineelle oli vain noin 30 % tyypillisestä muovin päästökertoimesta (n. 0,540 kg CO<sub>2</sub>e / kg).



### 5.3.2 Liikenne, kuljetukset ja polttoaineet

Kuljetusten suhteen ongelmia aiheutui luotettavien ja tuoreiden liikenteen päästökertoimien puuttumisesta. Teknologian tutkimuskeskus VTT oli aiemmin kerännyt LIPASTO-tietokantaansa monipuolisesti useiden eri ajoneuvojen, kulkuvälineiden ja kuljetusten päästöjä sekä päästökertoimia. Hanke ei kuitenkaan saanut jatkorahoitusta, ja uusin tieto palvelusta oli vuodelta 2017. Viiden vuoden päivittämättömyyden jälkeen palvelu poistettiin käytöstä, mutta koska uudempaa maakeskeistä tietoa ei ollut saatavilla, käytettiin hyväksi Internet Archive –palvelua, joka oli kerännyt tietokantaansa useita kopioita LIPASTOn sisällöstä (LIPASTO yksikköpäästötietokanta 2017). Kaikissa kotimaan kuljetuksissa käytettiin lopulta kuljetusyritysten omia päästökertoimia tai LIPASTOn kertoimia. Ulkomailta tulevissa kuljetuksissa käytettiin Iso-Britannian viranomaisten päästökertoimia (ks. Taulukko 3).

Taulukko 3. Kuljetusten päästökertoimia

Päästölähde	Kerroin (kg CO <sub>2</sub> e per tonnikilometri)	Lähde	Tarkastelu- vuodet	Jul- kaisu- vuosi	Maantie- teellinen kattavuus
Täysperävaunuyhdistelmä, kantavuus 40 t, 100 % kuorma	<b>0,030</b>	LIPASTO, VTT:n tietokanta <sup>a</sup>	2016	2017	Suomi
Täysperävaunuyhdistelmä, kantavuus yli 33 t, 100 % kuorma	<b>0,060</b>	UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, Iso-Britannian hallitus <sup>b</sup>	2021	2022	Iso-Britannia
Rahtilaiva, kontit, keskimääräinen, sis. paluumatkan	<b>0,035</b>	LIPASTO, VTT:n tietokanta <sup>a</sup>	2016	2017	Suomi
Rahtilaiva, kontit, keskimääräinen	<b>0,016</b>	UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, Iso-Britannian hallitus <sup>b</sup>	2009	2022	Maailma

<sup>a</sup> LIPASTO yksikköpäästötietokanta 2017

<sup>b</sup> Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022 2022

Mahdollisuuksien mukaan pyrittiin kuitenkin käyttämään tuoreempaa tietoa, ja VTT:n tietokanta oli muutenkin rakennettu täyttämään sittemmin korvatus standardin, SFS-EN 16258:2012, vaatimukset (SFS-EN ISO 14083:2023:en). Sen korvaajan, ISO 14083:n avulla pystyttiin määrittämään hieman tarkemmin osa käytetyistä päästökertoimista, mm. bensiinin ja dieselin käyttö ja valmistus. Tarkempi ajoneuvopäästöjen laskenta onnistuisi tarvittaessa esimerkiksi Euroopan ympäristökeskuksen ja Emisian kehittämällä COPERT-sovelluksella, joka vaatii maksullisen lisenssin (COPERT n.d.).

## 5.4 Laskurin rakentaminen

Laskurin rakentaminen aloitettiin Microsoftin Excel 2016 –taulukkolaskentasovelluksella, kun alustavaa tietoa oli kertynyt riittävästi yhdestä tarkastellusta kategoriasta. Työkirja jaettiin useaan taulukkoon, esimerkiksi ohje, tulokset, kaaviot, perustiedot, polttoaineet, energia, raaka-aineet, hankinnat, kuljetukset, jätteet, liikematkustus, työmatkaliikenne, puuttuvat päästöt, päästökertoimet, tietolähteet, ja vienti (ks. liite 2). Osittain palasina saatu tieto esimerkiksi tuotannon raaka-aineista ja niiden logistiikasta hidasti kehitystyötä ja aiheutti lopulta tiettyjen laskurin osien uudelleenrakentamisen. Monipuolinen ja vaihteleva tiedon muoto johti iteroivaan kehitysmetodiin. Täten laskentatyökalusta tuli yhä monipuolisempi, mutta toisaalta rakenteeltaan yhä kohdistetumpi juuri vuoden 2022 hiilijalanjäljen laskentaan.

Lisäksi luotiin erillinen Excel-työkirja tulosten seurantaan pidemmällä aikavälillä. Tulosten vienti vuosikohtaisesta työkirjasta seurantatyökirjaan pyrittiin tekemään mahdollisimman helpoksi. Työkirjoihin ei kuitenkaan sisällytetty selkeyden ja tietoturvan takia makroja, jotka olisivat mahdollistaneet vielä suoraviivaisemman vientiprosessin. Tärkeää oli myös joustavuus, jos laskuriin haluttaisiin ottaa mukaan uusia toimeksiantajan yksiköitä tai uusia päästölähteitä. Laskurin niihin osiin, joissa kerätään yksikkökohtainen tieto, jätettiin tilaa usealle uudelle yksikölle. Kohdat, joista laskuri kerää tiedon tulossivulle, pyrittiin tekemään hyvin selkeiksi ja erottuviksi, jotta uusia laskentaosia on helppo lisätä tarpeen mukaan. Myös laskennan ulkopuolelle jätettyjen päästölähteiden myöhempi sisällyttäminen tuloksiin mahdollistettiin erillisellä taulukolla.

Ulkonäkö, käytettävyys ja selkeät ohjeet olivat tärkeitä painopisteitä työkalun suunnittelussa. Ulkonäössä pyrittiin korostamaan keskeisiä täytettäviä soluja, mutta pitämään yleisilme kuitenkin

mahdollisuuksien mukaan rauhallisena. Päästökertoimien valinta toteutettiin kategoriaan soveltuvina pudotusvalikkoina. Väri- ja kontrastivalinnoissa pyrittiin ottamaan huomioon mahdolliset näkörajoitteiset käyttäjät (Kuvien vaihtoehtoiset tekstit 2021). Koska laskuri oli kuitenkin suhteellisen monimutkainen ja uusien tietotyypin lisääminen ei olisi aivan selkeää, laskurin käyttöohjeet nauhoitettiin videoiden muodossa.

## 6 Tulokset

Toimeksiantajan hiilijalanjäljen laskettiin olevan 44 274 tonnia CO<sub>2</sub>e tarkasteluvuonna 2022 (ks. Taulukko 4). Suhteutettuna yrityksen 133 miljoonan euron liikevaihtoon tämä tarkoittaa noin 333 tonnin CO<sub>2</sub>e-päästöjä jokaista liikevaihdon miljoonaa euroa kohden. Hiilijalanjälki on vastaavasti noin 131 tonnia CO<sub>2</sub>e per yrityksen työntekijä, joita on 339. Toimeksiantajan hankkima sähkö on päästökompensoitua, joten kompensoinnit huomioon ottava yrityksen nettohiilijalanjälki on 44 009 tonnia CO<sub>2</sub>e, eli 0,6 % kokonaishiilijalanjälkeä pienempi.

Taulukko 4. Meltex Oy Plasticsin hiilijalanjälki vuonna 2022

Vaikutusalue	Päästö, tonnia CO <sub>2</sub> e	Osuus hiilijalanjäljestä
<b>Scope 1</b>	582	1,3 %
<b>Scope 2 (markkinaperusteinen)</b>	189	0,4 %
<b>Scope 2 (sijaintiperusteinen)</b>	1 034	-
<b>Scope 3</b>	43 504	98,3 %
<b>Yhteensä</b>	<b>44 274</b>	

### 6.1 Scope 1

Yrityksen suorat päästöt ilmakehään muodostivat noin 1,3 % kokonaishiilijalanjäljestä. 287 tonnia päästöjä aiheutui yksiköissä käytettyjen trukkien ja pyöräkuormaajien polttoaineina käytetystä polttoöljystä ja nestekaasusta. Kiinteistöissä käytettyjen polttoaineiden päästö, 295 tonnia CO<sub>2</sub>e, muodostui pääosin tiettyjen tuotantoprosessien käyttämästä propanista.

## 6.2 Scope 2

Meltexin kuluttaman energian markkinapohjaiset päästöt muodostivat noin 0,4 % kokonaishiilijalanjäljestä. Yrityksen käyttämä sähkö, noin 11 000 MWh, on tuotettu vesivoimalla. Täten sähkönkulutuksen päästöt olivat 0 tonnia CO<sub>2</sub>e. Viisi yrityksen yksiköistä käytti kaukolämpöä, muut yksiköt lämpenivät sähköllä tai käyttivät ainakin osittain hyödykseen tuotantoprosesseissa syntyvää lämpöä. Kaukolämmön kulutus oli noin 1 400 MWh, ja sen tuotannon päästöt olivat noin 189 tonnia CO<sub>2</sub>e. Kulutetun energian sijaintipohjaiset päästöt tyypillisesti esitetään markkinapohjaisten päästöjen rinnalla, vaikka niitä ei varsinaisesti käytetäkään osana hiilijalanjälkilaskentaa. Ne ovat selkeästi suuremmat, yhteensä 1 034 tonnia CO<sub>2</sub>e, koska niissä sähkönkulutus lasketaan paikallisilla yleissähkön päästöillä.

## 6.3 Scope 3

Muut arvoketjun epäsuorat päästöt muodostivat 98,3 % toimeksiantajan hiilijalanjäljestä. Keskeisin osa, 37 521 tonnia CO<sub>2</sub>e, syntyi ostetuista raaka-aineista, pakkausmateriaaleista, alihankintamyynti- ja kokoonpanotuotteista sekä muista hankinnoista ja palveluista (ks. Taulukko 5). Vuodelle 2022 kirjatusta käyttöomaisuudesta, pääosin ajoneuvo-, kone- ja kiinteistöhankeista, muodostui 1 377 tonnin CO<sub>2</sub>e-päästöt. Käytettyjen polttoaineiden valmistuksen päästöt ja energiankulutuksen muut päästöt olivat 381 tonnia CO<sub>2</sub>e.

Logistiikka synnytti merkittäviä päästöjä, yhteensä noin 8 % Meltexin ilmastopäästöistä. Ostojen kuljetukset ja varastosiirrot synnyttivät päästöjä 3 103 tonnia CO<sub>2</sub>e ja asiakastoimitukset 509 tonnia CO<sub>2</sub>e. Tämä kokonaisuus muodostuu suuresta määrästä käytettyjä kuljetusyrityksiä. Jätteiden käsittelyn, kuljetuksen, hyötykäytön, kierrättämisen ja loppusijoituksen päästöt olivat 114 tonnia CO<sub>2</sub>e. Keskeisin päästö syntyi suuresta määrästä polttoon mennyttä sekajätettä. Määrällisesti suurimpia jätejakeita olivat sekalainen puu, energiajäte sekä pahvi ja kartonki. Kierrätysaste oli teollisuuden keskiarvon alapuolella, mutta jätteitä hyödynnettiin hyvin ja loppukäsittelyyn päätyi hyvin vähän materiaalia.

Taulukko 5. Meltex Oy Plasticsin vaikutusalueen 3 hiilijalanjälki vuonna 2022

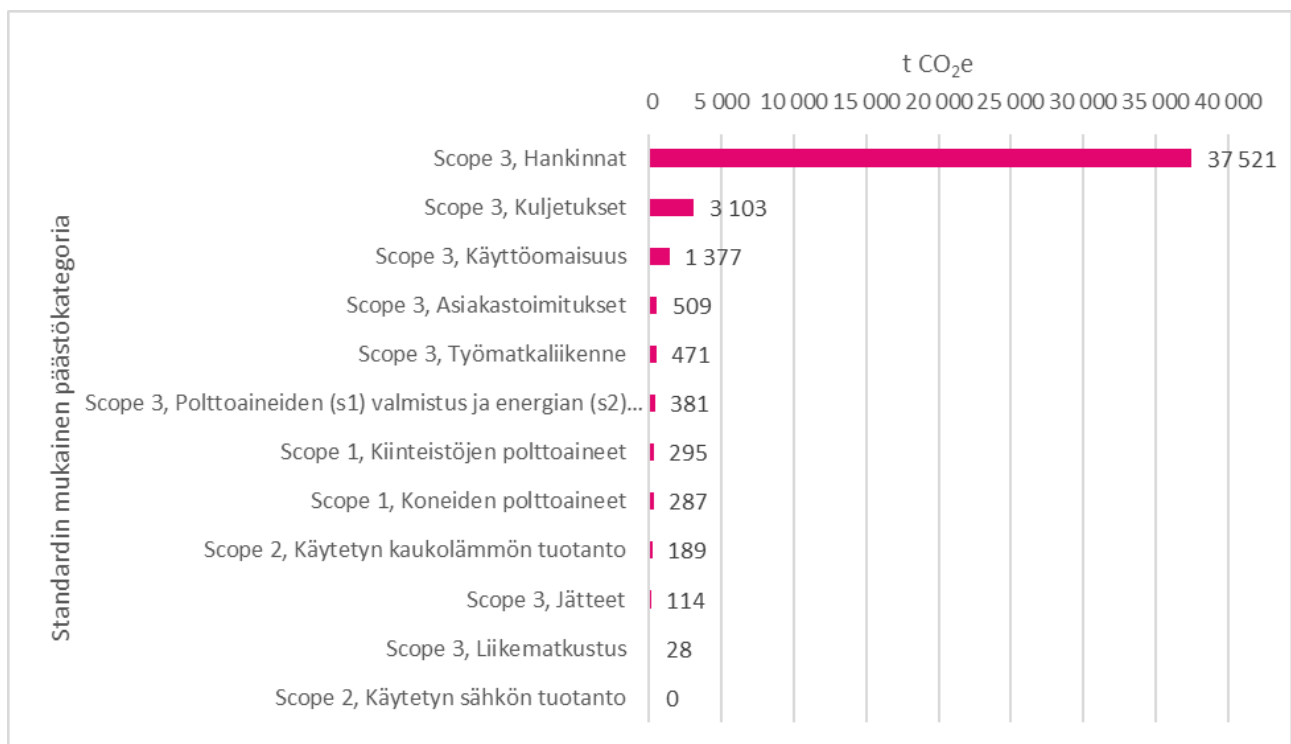
Päästökategoria	Päästölähde	Päästö, tonnia CO <sub>2</sub> e	Osuus koko- naishiilijalan- jäljestä
<b>Ostetut tavarat ja palvelut</b>		37 521	84,7 %
	Raaka-aineet	26 345	59,5 %
	Pakkaukset	106	0,2 %
	Myyntituotteet	6 545	14,8 %
	Alihankinta- ja kokoonpano- tuotteet, muut hankinnat ja palvelut	4 526	10,2 %
<b>Käyttöomaisuus</b>		1 377	3,1 %
<b>Käytettyjen polttoaineiden valmis- tus ja energian muut päästöt</b>		381	0,9 %
<b>Kuljetukset, pl. asiakastoimitukset</b>		3 103	7,0 %
	Ostojen kuljetukset	2 679	6,1 %
	Varastosiirrot	424	1,0 %
<b>Jätteet</b>		114	0,3 %
	Jätehuolto	112	0,3 %
	Jätevesi	2	0,0 %
<b>Liikematkustus</b>		28	0,1 %
<b>Työmatkaliikenne</b>		471	1,1 %
<b>Asiakastoimitukset</b>		509	1,2 %
<b>Yhteensä</b>		<b>43 504</b>	

Liikematkustuksen päästöt olivat 28 CO<sub>2</sub>e, ja esimerkiksi ulkomaanlentojen päästöt olivat tästä 6 t CO<sub>2</sub>e. Työmatkaliikenteen päästöt olivat mittaluokaltaan suuremmat, 471 tonnia CO<sub>2</sub>e. Julkisen liikenteen osuus työmatkaliikenteen päästöistä oli alle 2 %, samoin kuin etätyön osuus. Tuotteiden käytöstä poistamisen päästöjä ei sisällytetty laskuihin tai tuloksiin, mutta niistä voitiin laskennan yhteydessä tehdä hyvin karkea alustava arvio. Vanderreydt, Rommens ja Tenhunen (2021, 23) selvittivät keskimääräisen päästökertoimen muovituotejätteen käsittelylle ja hyödyntämiselle EU:ssa. Sen perusteella yrityksen vuonna 2022 valmistamien tuotteiden käytöstä poiston hiilijalanjälki olisi n. 3 000 - 4 000 tonnia CO<sub>2</sub>e. Muiden yrityksen myymien tuotteiden vastaavat päästöt ovat huomattavasti haastavampia arvioida, eikä tätä tehty tämän opinnäytetyön puitteissa.

## 7 Pohdinta

### 7.1 Toimeksiantajan hiilijalanjälki

Meltexin laskettu hiilijalanjälki, kokonaisuudessaan 44 274 tonnia CO<sub>2</sub>e, on kooltaan merkittävä. Se vastaa noin 4 300 suomalaisen keskimääräisiä hiilidioksidipäästöjä vuodessa (Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki 2018). Tulos kuvaa yrityksen ilmastopäästöjä kattavasti ja riittävällä tarkkuudella, mutta on tärkeää huomioida, että laskennan ulkopuolelle jäi kaksi melko suurta päästölähdettä. Tuotteiden käytöstä poistamisen ja sijoitusten päästöjä ei ollut mahdollista laskea työn puitteissa. Epävarmuustekijät ja laskennan ulkopuolelle jätetyt tekijät on kuitenkin perusteltu, ja laskenta ja sen tulokset noudattavat standardia. Tämä yrityksen ensimmäinen hiilijalanjäljen laskenta ja sen tulokset koettiin onnistuneeksi myös toimeksiantajan palautteen perusteella.



Kuvio 11. Meltexin hiilijalanjälki päästökategorioiden suuruusjärjestyksessä

Päästöt on esitetty suuruusjärjestyksessä Kuvio 11. Yrityksen hankkimat raaka-aineet, tuotteet ja palvelut muodostavat kaikkiaan 84,7 % yrityksen ilmastopäästöistä. Raaka-aineita kulutetaan suurina määriä, ja niiden päästöt kattavat jopa 59,5 % kokonaisuudesta. Ilmastovaikutukset ovat siis kriittisissä määrin sidoksissa hankintoihin ja niiden logistiikkaan. Kustannustehokas vaikuttaminen

näihin päästöihin on haastavaa, ja vaatii ympäristötekijöiden ottamista huomioon valittaessa tavaroiden ja palveluiden toimittajia. Toisaalta yrityksen ydintoiminnan ja varsinaisen tuotannon ilmastopäästöt paljastuivat pieniksi. Esimerkiksi vaikutusalueiden 1 ja 2 päästöt, jätteiden päästöt sekä polttoaineiden ja energian muut päästöt olivat yhteensä alle 3 % kokonaispäästöistä. Näihin yrityksellä on hyvät vaikutusmahdollisuudet, ja niiden osalta hiilineutraalius on saavutettavissa suhteellisen nopeasti. Myös osaan muista vaikutusalueen 3 päästöistä, kuten esimerkiksi työmatkaliikenteeseen, on mahdollisuus vaikuttaa muutenkin kuin pelkällä toimittajavalinnalla.

On todennäköistä, että laskennan metodiikka ja tietoaineisto tarkentuvat ja kehittyvät lähivuosina. Täten saattaa muodostua tarpeelliseksi laskea vuoden 2022 tulokset uudelleen päivitettyillä lähestymistavoilla. Tällöin kannattaa laskea uudelleen vuoden 2022 lisäksi myös tuoreimmat kaksi tarkasteltavaa vuotta, jotta saadaan muodostettua päivitetty vertailu myös edellisvuoteen. Tarkemmat tiedot saattavat johtaa pienempiin päästölukemiin, jollei mukaan oteta uusia päästökategorioita, kuten investointeja. Esimerkiksi Jyväskylän yliopisto laski vuoden 2019 hiilijalanjälkensä kahdesti: ensin vuonna 2020 ja uudelleen vuotta myöhemmin. Ensin hiilijalanjälki oli 40 873 t CO<sub>2</sub>e, mutta päivitettyillä laskentatavoilla vain 31 857 t CO<sub>2</sub>e, eli noin 22 % vähemmän. Tämä kertoo laskennan haastavuudesta ja siitä, että täysin yrityksen sisäisesti toteutettuna se vaatii vuosittaista kehitystyötä. (Vainio & El Geneidy 2021, 7)

### **7.1.1 Vertailua muiden laskureiden tuloksiin**

Tärkeintä tulosten vertailukelpoisuuden osalta olivat vaikutusalueen 1 ja 2 päästölähteet. Ne syötettiin varmuuden vuoksi kahteen olemassa olevaan laskuriin. Ympäristökeskuksen Y-HIILARI-laskurilla tulos oli n. 812 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia, eli noin 5 % korkeampi kuin opinnäytetyössä rakennetulla laskurilla. Ero selittyy pääosin opinnäytetyön ajantasaisemmalla kaukolämmön päästökertoimella, joka on noin 12 % pienempi kuin Y-HIILARI -laskurissa käytetty. Keskuskauppakamarin Ilmastositoumuksen laskurilla, jossa päästökertoimet olivat myös hieman iäkkäämpiä, vaikutusalueiden 1 ja 2 päästöt laskettiin 758 tonniksi hiilidioksidiekvivalenttia, eli noin 1 % pienemmiksi kuin opinnäytetyön laskurilla. Tämä ero selittyy vastaavasti sillä, että opinnäytetyössä on käytetty polttoöljyn osalta hieman suurempaa ja tuoreempaa ISO 14083 –standardista johdettua päästökerrointa, ja Keskuskauppakamarin laskurissa on käytetty Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen vähärikkisen polttoöljyn tietoja. Tarkistuslaskujen perusteella voidaan todeta laskennan tu-

losten pitävän todennäköisesti erittäin hyvin paikkaansa vaikutusalueiden 1 ja 2 osalta. Vaikutusalueen 3 tuloksia ei ollut mielekästä selvittää muilla käytössä olevilla laskureilla, koska syötettävän tiedon määrä ja muoto soveltuivat niihin heikosti.

### 7.1.2 Vertailua muihin teollisuuden toimijoihin

Vertailu muihin Suomessa toimiviin putki- ja kaivovalmistajiin on haasteellista: vain harva kertoo hiilijalanjäljestään, ja mikään niistä ei vastaa toiminnaltaan täysin Meltexiä. Yksi näistä yrityksistä, Uponor Oyj, on kertonut hiilijalanjäljestään, joka kattaa yrityksen määrittelemät ydintoiminnot eli vaikutusalueet 1 ja 2. Kyseisen yrityksen liikevaihto on noin kymmenkertainen Meltexiin verrattuna, kuten myös sen ydintoiminnan hiilijalanjälki. Taulukko 6 sisältää tarkastelun myös kahden muun teollisuusyrityksen kanssa. Meltexin pienehköt ydintoiminnan päästöt ovat liikevaihtoon ja henkilöstöön suhteutettuna samaa tasoa tarkasteltujen ympäristövastuullisuutta harjoittavien pörssiyhtiöiden kanssa, joskin Valmet toimii esimerkkinä muutamaa kertaluokkaa suuremmasta päästöjen aiheuttajasta.

Taulukko 6. Meltexin ja muiden teollisuusyritysten ydintoiminnan hiilijalanjälki vuonna 2022

Yritys	Ydintoiminnan hiilijalanjälki (t CO <sub>2</sub> e)	Ydintoiminnan hiilijalanjälki per miljoona euroa liikevaihtoa (t CO <sub>2</sub> e)	Ydintoiminnan hiilijalanjälki per työntekijä (t CO <sub>2</sub> e)
Meltex	770	5,8	2,3
Uponor Oyj, putkivalmistaja <sup>a</sup>	8 700	6,3	2,2
Ponsse Oyj, metsäko-nevalmistaja <sup>b</sup>	4 310	5,7	2,2
Valmet Oyj, teknologiavalmistaja ja -toimittaja <sup>c</sup>	86 200	16,9	4,9

<sup>a</sup> Uponor vastuullisuuskatsaus 2022 2023, 41

<sup>b</sup> Ponsse vastuullisuusraportti 2022 2023, 12–15

<sup>c</sup> Valmet vuosikatsaus 2022 2023, 10



Lisäksi vertailua suoritettiin muutama yritykseen, jotka ovat kertoneet vastuullisuusraportissaan päästönsä myös vaikutusalueelta 3 (ks. Taulukko 7). Nämä koko arvoketjun luvut eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska päästökategorioita on jätetty tarkastelematta vaihtelevalla laajuudella. Voidaan kuitenkin todeta, että Meltexin päästöt ovat myös kokonaisuutena tarkasteltuna hillityllä tasolla, erityisesti jos otetaan huomioon, että kyseessä on laajamittaista muovituotteiden valmistamista harjoittava yritys.

Taulukko 7. Koko arvoketjun hiilijalanjäljen vertailua muihin suuryrityksiin ja konserneihin

Yritys	Hiilijalanjälki (t CO <sub>2</sub> e)				Per miljoona euroa liikevaihtoa	Per työntekijä
	Scope 1	Scope 2	Scope 3	Yhteensä		
Meltex	582	189	43 504	44 272	333	131
Okmetic, piikiekkovalmistaja <sup>a</sup>	42	11 105	56 237	67 384	462	105
Atria-konserni, elintarvikevalmistaja <sup>b</sup>	12 000	71000	2 287 000 (noin)	2 370 000 (noin)	1 397 (noin)	641 (noin)
S-Ryhmä, osuuskaupparyhmä <sup>c</sup>	46 200	52 200	8 244 700	8 343 100	618	204

*a Okmetic vastuullisuusraportti 2022 2023, 26*

*b Yritysvastuuraportti 2022 2023, 13*

*c S-Ryhmän vuosi ja vastuullisuus 2022 2023, 67*

### 7.1.3 Tuloksista raportointi

Opinnäytetyön puitteissa ei toteutettu erillistä ulkoiseen viestintään soveltuvaa raporttia, sillä se vaatii lisää yrityksen sisäistä pohdintaa, ja työmäärä olisi kasvanut liian suureksi. Toimeksiantajan tulee miettiä esimerkiksi vastuullisuusraportointinsa yhteydessä, miten viestiä ympäristötoimintaan ja hiilijalanjäljestään. Voi olla mielekästä raportoida tuloksista laajemmin vasta vuoden 2023 hiilijalanjäljen laskennan jälkeen, tällöin voidaan vertailla ja käsitellä kahden vuoden tuloksia samalla kertaa. Markkinoinnin osalta tulee pohtia, millä tavalla laskennan tulokset voidaan esittää

niin, ettei synny harhaanjohtavaa kuvaa yrityksen ympäristövaikutuksista. GHG-protokolla tarjoaa selkeät periaatteet sidosryhmäviestintään, ja syvällisemmin vastuullisuusraportointiin aihetta sitovat esimerkiksi GRI-standardit (The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition 2015, 62–67; Continuous improvement n.d.).

## **7.2 Hiilijalanjäljen minimointi**

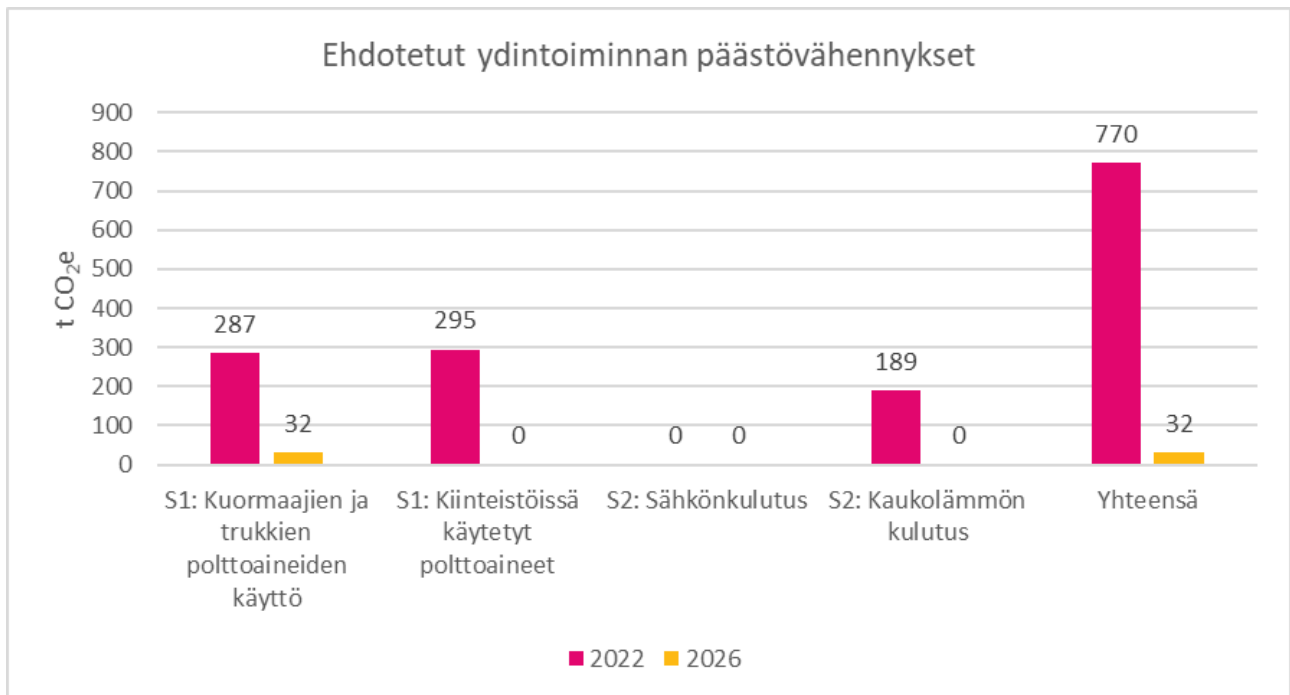
### **7.2.1 Päästötavoitteiden asettaminen ja hiilineutraaliuden saavuttaminen**

Toimeksiantajan kannattaa asettaa itselleen konkreettisia päästövähennystavoitteita. Nämä voivat esimerkiksi olla prosentuaalisia tai määrällisiä päästöjen pienenemisiä vuoden 2022 tuloksiin verrattuna. Samoin tavoitteita voi asettaa aina edelliseen tarkasteltavaan vuoteen nähden. Pidemmän aikavälin tavoitteeksi voisi asettaa kemianteollisuuden tavoin olla hiilineutraali vuonna 2045. Myös selkeän ympäristöstrategian määrittämisestä ja viestimisestä olisi hyötyä.

Hiilineutraaliuudelle on useita määritelmiä, ja useat viranomaisten ja teollisuudenalojen suunnitelmat ja tavoitteet jättävät mainitsematta tarkasti, miten vaikutusalueen 3 päästöt tulisi huomioida. Jos yritys pyrkii hiilineutraaliuuteen, tuleeko kompensoida myös kaikki nämä päästöt? Tulkinnanvara on olemassa, ja yritykset määrittelevät vaihtelevalla laajuudella tuotantoketjunsä päästöjä (Hildén, Levula, Ugas & Sulkava 2019, 17). Yritys voi kuitenkin aluksi pyrkiä minimoimaan ja kompensimaan vaikutusalueiden 1 ja 2 päästönsä, mikä on toteutukseltaan ja kustannuksiltaan maltillisempi tavoite. Toimeksiantajan tapauksessa tämä olisi realistista ja suhteellisen kustannustehokasta toteuttaa, pääosin jopa muutamassa vuodessa. Tällöin täytyy pyrkiä myös viestimään rehellisesti, mitä päästöjä ei ole päätetty sisällyttää tämän hiilineutraaliuden laskemiseen.

Vaikutusalueen 1 hiilijalanjäljen päästöjen minimointi on suhteellisen yksinkertaista. Kuormaajien ja trukkien tyhjäkäynnin seuranta kannattaa laajentaa, ja kehittää ratkaisuja tyhjäkäynnin vähentämiseksi. Tähän voidaan soveltaa esimerkiksi teknisiä seurantalaitteita tai henkilöstön koulutusta. Jos koneissa käytetty polttoöljy korvattaisiin biopolttoöljyllä, kustannukset nousisivat n. 20 000 € vuodessa, ja nämä päästöt pienenisivät noin 85 %. Jos tuotantoprosessien propaani korvattaisiin bionestekaasulla, sen päästöt vaikutusalueella 1 voisivat pienentyä jopa 95–100 %, riippuen käytetystä päästökertoimesta. Bionestekaasun pitäisi soveltua käyttötarkoitukseen suoraan, mutta sen saatavuudessa, kustannuksissa ja logistiikan järkevyydessä saattaa kuitenkin olla ongelmakohtia

(Selin 2019, 34). Saatavuutta ja kustannuksia ei pystytty selvittämään tämän työn puitteissa. Näiden muutosten yhdistelmällä päästäisiin joka tapauksessa noin 95 % pudotukseen vaikutusalueen 1 hiilijalanjäljessä. Bionestekaasun tuotanto saattaa kuitenkin aiheuttaa kasvua vaikutusalueen 3 päästöissä.



Kuvio 12. Ehdotettujen ydintoiminnan päästövähennysten vaikutus

Vaikutusalueen 2 päästöjen minimointi on suoraviivaista. Käytetty sähkö ei aiheuta päästöjä ko. vaikutusalueella, ja kaukolämpö voitaisiin vaihtaa uusiutuvalla tavalla tuotettuun. Tämä aiheuttaisi vain noin 3 000 € lisäkustannuksen vuositasolla, ja pienentäisi päästöjä n. 190 tonnia CO<sub>2e</sub>. Tällöin vaikutusalueen 2 päästöjä ei syntyisi. Näiden toimenpiteiden jälkeen loput vaikutusalueen 1 ja 2 päästöt, noin 32 tonnia CO<sub>2e</sub>, olisi helppo kompensoida (ks. Kuvio 12). Jos tuotannon propaania ei saada korvattua fossiilittomalla vaihtoehdolla, kompensoitavaa jäisi noin kymmenkertainen määrä.

### 7.2.2 Kompensaatiomenetelmät

Päästöjen kompensointi on tyypillisesti helpompaa ja halvempaa kuin syntyvien päästöjen vähentäminen. Ensin täytyy kuitenkin pyrkiä minimoimaan tarkastellun kategorian päästöt. Jäljelle jäävät

ilmastopäästöt voidaan kompensoida, ja tähän on olemassa lukuisia palveluita. Halvimmat ja luotettavuudeltaan epävarmemmat palvelut lupaavat luoda 1 t CO<sub>2</sub>e kattavan hiilinielun noin kymmenellä eurolla. Tarkemmin standardeja noudattavaa kompensointia saa hankittua n. 15–25 € hintaan per tonni, ja päästöoikeuksia pääsee ostamaan pois markkinoilta noin 150 € hintaan per tonni. Kompensaatiota voisi toteuttaa esim. puro.earthin tai Ilmastoavun kautta (Puro Standard n.d.; Päästöjen kompensointi n.d.). Jos ydintoimintojen päästöt saadaan minimoitua, näillä palveluilla loput päästöt voitaisiin kompensoida noin 2 000 eurolla. Koko yrityksen päästöjen kompensointi nykytilassa ei tietenkään ole millään lailla realistista, mutta havainnollistavassa mielessä voidaan todeta sen maksavan karkeasti noin 1,1 miljoonaa euroa vuositasolla, eli noin 0,8 % yrityksen liikevaihdosta.

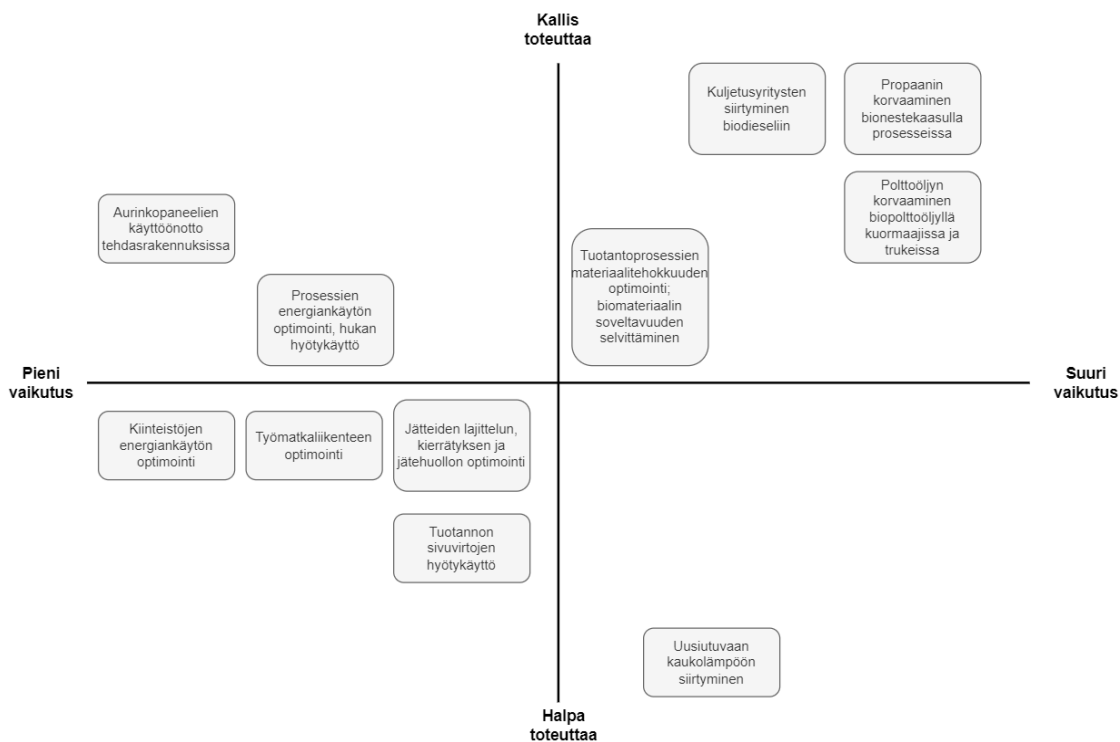
Jos kompensointia kohdistetaan muuallekin kuin pelkkään ydintoimintaan, tulee huomioida sen mielekkyys ja markkinoitavuus. Esimerkiksi yhden yksittäisen kuljetusyrityksen päästöjen kompensoinnilla ei saada merkittävää hyötyä. Jos ajatellaan selkeämpiä kokonaisuuksia, esimerkiksi asiakastoimituksia tai työmatkaliikennettä, voi hahmottaa helpommin markkinoinnissa hyödynnettäviä kompensatiotekoja.

### **7.2.3 Muut toimenpiteet**

Muoviteollisuuden tuotevalmistajana toimeksiantajan päästöjen keskeinen osa muodostuu raaka-aineista ja niiden kuljetuksista. Yrityksen mahdollisuudet vaikuttaa päästöihinsä raaka-aineiden kautta ovat rajatut: fossiilivapaiden raaka-aineiden saatavuus on pääosin heikompaa ja hinnat korkeammat. Lisäksi kierrätys- tai biopohjainen muovi ei sovellu kaikkiin tuotantoprosesseihin. On kuitenkin tapoja vaikuttaa hankintojen ja niiden kuljetusten hiilijalanjälkeen: toimittajia valitessa ei ole kohtuutonta kysyä tai vaatia tuotteiden tai palveluiden hiilijalanjälkitietoja. Viranomaisten ja muiden sidosryhmien vaatimuksista johtuen teollisuusalan toimijan täytyy ymmärtää tuotteidensa ympäristövaikutukset. Meltexin arvoketjun ympäristövaikutusten ja vastuullisuuden takia toimittajia täytyy arvottaa myös tästä näkökulmasta. Toimittajavalinnassa voi huomioida ja arvioida monia tuotteeseen tai yritykseen liittyviä ympäristötekijöitä. Tiedot tuotteen hiilijalanjäljestä ja laajemmista ympäristövaikutuksista muodostuvat sitä tärkeämmiksi, mitä enemmän tuotetta ostetaan tai mitä suurempi ero tuotteen päästöjen ja yleisluontoisen tuotteen päästöjen välillä on. Tuotteiden lisäksi myös toimittajan ympäristö- ja yritys vastuullisuutta voi painottaa toimittajavalinnassa aiempaa enemmän. Tarkempi tieto raaka-aineiden ympäristövaikutuksista auttaisi myös omien

tuotteiden markkinoinnissa. Vähäpäästöiset, biopohjaiset tai kierrätetyt materiaalit auttavat vähentämään tuotteiden ympäristövaikutusta ja toimivat kilpailuetuna.

Logistiikasta syntyy noin 8 % yrityksen ilmastopäästöistä. Raaka-ainetoimituksiin voi vaikuttaa lähinnä toimittajavalinnan kautta. Kotimaan kuljetukset on pyritty optimoimaan, mutta välillä ajoneuvoja ajetaan takaisinpäin tyhjinä. Tämän minimoiminen saattaisi kuitenkin aiheuttaa ongelmia toimitusketjussa. Varastosiirroissa on kuitenkin todennäköisesti säätövaraa. Osassa kotimaan kuljetuksia on mahdollista maksaa ylimääräistä siitä, että kuljetusyritys käyttää kuljetuksissa polttoaineena ainoastaan uusiutuvasti valmistettua biodieseliä. Tällä ei olisi keskeinen vaikutus yrityksen kokonaishiilijalanjälkeen, mutta se on yksi merkittävämpiä toteutettavissa olevia kolmannen vaikutusalueen päästövähennyksiä. Erään kuljetusyrityksen vuosipäästöt pienenisivät ainakin 100 tonnia CO<sub>2</sub>e noin 20 000 € kustannuksella käytettäessä Neste MY biodieseliä.



Kuvio 13. Tapoja pienentää toimeksiantajan hiilijalanjälkeä

Tuotannossa syntyy suhteellisen vähän hukkaa ja jätteitä, ja osa hukkamuovista pystytään kierrättämään tuotannossa. Yrityksen kannattaa kuitenkin tarkastella jätehuoltoa ja jätejakeitaan: sekajätettä, sekalaista puuta sekä ei-kierrätettävää energijaetta syntyy paljon. Tehokkaampi lajittelu,

jakeiden optimointi ja henkilöstön koulutus voisi tuottaa säästöjä jätehuollossa, kohentaa suhteellisen heikkoa kierrätysastetta ja pienentää hiilijalanjälkeä. Aiheesta kannattaa keskustella jätehuollon tarjoajan kanssa muutaman vuoden välein jokaisessa yksikössä, jossa jätettä syntyy huomattavia määriä. Ympäristötyön kannalta kannattaa myös pyrkiä vähentämään energiankulutusta yrityksen toiminnassa. Erityisesti kiinteistöjen energiankulutusta kannattaa kartoittaa laajemmin, ja kuten myös käytännön sovelluksia tuotannon hukkalämmön entistä tehokkaammalle hyödyntämiselle. Energiankulutusta kannattaa muutenkin tarkastella yksiköittäin, ja esimerkiksi mitoittaa mahdollisten aurinkopaneelien hankintaa.

Osa tuotannon sivutuotteena syntyvästä hylkytavarasta kuljetetaan kauemmas granuloitavaksi, ja käytetään uudelleen omassa tuotannossa sisäisenä kierrätysmateriaalina. Pääosa muusta hylkytavarasta voidaan kierrättää kevyen prosessoinnin jälkeen omassa tuotannossa. Nämä uudelleenkäsitellyt sivuotteet eivät ole kuitenkaan aitoa kierrätysmateriaalia, ja täten niiden vaikutus esimerkiksi tuotekohtaisiin hiilijalanjälkiin on pieni. Ne nostavat hieman raaka-aineen käsittelyn päästöjä, mutta pienentävät syntyvän jätteen päästöjä (Guidance on Waste Definitions 2021, 4-10). Tällä hetkellä omassa tuotannossa syntyvien ja prosessoitavien materiaalien määrä ei kuitenkaan ole tiedossa, mikä on selkeä puute. Prosessien ja materiaalien käytön kehittäminen vaatii tarkkaa tietoa prosessissa syntyvistä sivutuotteista ja jätteistä, jotta niiden määrää voidaan kehittämistoimilla ruveta pienentämään. Tämä edistää myös kiertotalouden periaatteiden noudattamista. Kooste realistisista toimenpiteistä ja niiden suhteellinen vaikutus päästöihin, joiden kokoon voidaan helpoimmin vaikuttaa, esitetään Kuvio 13. Tapoja pienentää toimeksiantajan hiilijalanjälkeä Kuvio 13.

## **7.3 Muita tapoja kehittää toimintaa**

### **7.3.1 Laskennan jatkuvuus ja tiedonkeruu**

On tärkeää suunnitella, miten laskenta toistetaan, toteutetaan, ja miten sen tuloksia saadaan parhaiden hyödynnettyä toiminnan kehittämisessä ja päästötavoitteiden asettamisessa. Tulevaisuudessa täytyy myös nimittää ja aikatauluttaa vastuuhenkilöt tiettyjen tietojen ylläpitämiseen ja dokumentointiin, jotta laskennan työmäärä ja kesto pystyttäisiin pitämään mahdollisimman pieninä. Tämä varmistaisi sen, että laskenta olisi mahdollista toteuttaa uudelleen heti vuodenvaihteen jälkeen. Tietolähdekohtaisia heikkouksia ja kehitystoimenpiteitä laskennan tulosten tarkentamiseksi on listattu laajemmin liitteessä 1.

Luotettavien ja ajankohtaisten päästökertoimien kerääminen ja päivittäminen on työläs prosessi. Monet hiilijalanjäljen laskentaa tarjoavat yritykset käyttävät päästökerroinlähteenään Ecoinvent-tietokantaa, joka noudattaa tiedoissaan EN 15804 –standardia. Pääsy tietokantaan muuttaisi päästökertoimien päivittämisen paljon suoraviivaisemmaksi prosessiksi. Kustannus tietokantaan pääsulle ja kertoimien käytölle on alimmillaan n. 4 400 € kertalisenssillä, joka vaatii 1 350 € vuosimaksun ensimmäisen käyttövuoden jälkeen (Licences n.d.). Vaihtoehtoisesti voidaan harkita valmista verkkosivupohjaista laskenta-alustaa, joka noudattaisi valmiiksi standardeja. Tällöin laskurin, sen toiminnallisuuden sekä päästökertoimien ylläpito tapahtuisi palveluntarjoajan toimesta. Tämä kustannus olisi todennäköisesti tuhansia euroja vuodessa, mutta vähentäisi laskennan, ylläpidon ja kehittämisen vaatimaa työmäärää. Jos siirrytään tällaiseen vaihtoehtoiseen laskentaratkaisuun, se kannattaa tehdä pian. Tällöin voi jättää viestimättä tämän opinnäytetyön puitteissa lasketusta tuloksesta, ja laskea välittömästi vuoden 2022 tulos uudelleen. Kannattaa myös huomioida aiempi pohdinta tuloksista raportoimisen suhteen, sillä voi olla järkevää raportoida vuoden 2022 tulokset samaan aikaan vuoden 2023 tulosten kanssa.

Mikäli toimeksiantaja jatkaa laskurin käyttöä eikä siirry toiselle laskenta-alustalle, kannattaa vuositasolla panostaa jokunen työtunti kehitystyöhön laskennan ohessa. Laskurin toiminnallisuuden kehittämässä kannattaa ottaa huomioon erilaisten hankintojen ja kuljetusten laskennan selkeys. Vuoden 2022 tarpeet vaativat monia eri tiedon muotoja ja laskutapoja, ja lopputulos on hieman kankea. Jatkossa kyseisiä näkymiä voisi selkeyttää ja yhtenäistää mahdollisuuksien mukaan. Laskuriin on kuitenkin jätetty kenttiä puuttuvien päästökategorioiden syöttämiseksi. Jos näitä kenttiä täytetään, laskuri sisällyttää ne automaattisesti tuloslaskennassa ja pitkän aikavälin seurannassa.

Seuraavia vuosilaskentoja suoritettaessa tulee pohtia tarkemmin lähestymistapaa virheellisen tai päivittyneen tiedon aiheuttamaan uudelleenlaskentaan. Esimerkiksi raaka-ainevalmistaja saattaa laskea tuotteensa ympäristövaikutuksen, kun tuote on ollut Meltexin käytössä jo vuosia. Tällainen tarkka päästötieto on tietenkin parempi kuin yleisluotoinen, mutta yhden luvun muuttuminen tuskin aiheuttaa tarvetta suorittaa koko laskenta takautuvasti uudelleen. Jos tuloksiin syntyvä vaikutus on ”merkittävä”, silloin uudelleenlaskennalle on tarve (The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition 2015, 35). Samoin virheiden kanssa: jos virheellä on selkeä merkitys, tulokset kannattaa laskea uudelleen. Kuten aiemmin todettua, perusvuoden 2022 laskelmien lisäksi kannattaa päivittää myös tarkasteltavaa vuotta edeltävän vuoden

tulokset. Mahdollisista uudelleen suoritetuista laskelmista täytyy tietysti kertoa, ja ne tulee huomioida esim. vastuullisuusraportoinnissa.

Laskentaan käytetyt tiedot työmatkaliikenteestä eivät sisältäneet esimerkiksi työmatkojen pituutta, mikä aiheutti epätarkkuutta tuloksissa. Koska tieto kerätään vuosittain henkilöstökyselyssä, tarkkuuden parantaminen on yksinkertaista. Täytyy vain kohdentaa osion kysymyksiä niin, että tulokset palvelevat myös hiilijalanjälkilaskennan tarpeita. Seuraavan, syksyllä 2023 tapahtuvan kyselyn kehittäminen mahdollistaa aiempaa tarkemman tuloksen vuoden 2023 päästölaskennassa. Tämä parannus on jo toteutettu, ja yrityksen HSE-päällikön kanssa laaditut kysymykset antavat paremman pohjan työmatkaliikenteen päästöjen laskentaan. Näillä pyrittiin tarkempaan ja luotettavaampaan laskennan lopputulokseen, ilman että kyselyn täyttäjää kuormitetaan liiallisella määrällä kysymyksiä.

Tuotteiden tarkkojen ilmasto- ja ympäristöpäästötietojen pyytäminen ja kerääminen raaka-ainetoimittajilta on erittäin tärkeä tavoite. Monet toimittajat keuhuvat verkkosivuillaan ympäristöystävällisyyttään, ja sitä, että heidän tuotteitaan käyttämällä voi pienentää hiilijalanjälkeään. Valitettavan harvoin tuotteiden tarkat hiilijalanjälki- tai ympäristötiedot kuitenkin kerrotaan. Kuten aiemmin todettua, jos tilanne sallii, tulee tuotteiden ja toimittajien ympäristövaikutukset ottaa huomioon raaka-ainetoimittajien valinnassa. Tämä parantaisi laskennan tarkkuuden lisäksi Meltexin toiminnan vastuullisuutta.

Sähkötoimittajan päästöistä on mahdollista saada tarkempaa tietoa hankkimalla heiltä kondensattu ympäristöseloste, mutta tämä aiheuttanee lisäkustannuksia. Syntyneet päästöt sijoittuisivat käytännössä kolmanteen vaikutusalueeseen ja koostuisivat mm. verkon häviöistä, kuljetuksista ja voimaloiden elinkaaripäästöistä.

### **7.3.2 Laatu- ja ympäristöjärjestelmien käyttöönotto**

Työn edetessä, ja samalla alustavasti pohdittaessa miten toimeksiantajan tuotteiden hiilijalanjälki voitaisiin laskea, tuli selväksi tarve riittävälle dokumentaatiolle. Yrityksen toimintojen, prosessien, ja suunnitelmien dokumentaation laatu ja kattavuus vaihtelevat. Yritys on kasvanut nopeasti viime vuosikymmeninä, ja viimeistään nyt, 14 yksikön koossa ja useamman yritysoston jälkeen, ilmenee tarve yhtenäisemmille toimintamalleille ja niiden dokumentaatiolle. Esimerkiksi ISO 9001 ja 14001



–standardien implementointi selkeyttäisi ja tehostaisi toimintaa. Tämä aiheuttaisi alkuun merkittävän resurssikustannuksen, mutta lopulta helpottaisi toiminnan kehittämistä, kiertotalouden edistämistä ja esim. erilaisten LEAN-metodien testaamista ja käyttöönottoa. Tarvittaessa hiilijalanjäljen laskennassa ja raportoinnissa olisi tämän jälkeen helppoa käyttää ISO 14064 –standardia. Sertifioitu laatujärjestelmä ja kattava dokumentaatio olisi myös mahdollistanut hieman helpomman siirtymän yrityksen tuotteiden hiilijalanjäljen määrittämiseen ja raportointiin.

### **7.3.3 Tuotteiden elinkaari, kierrätys ja ympäristöselosteet**

Tuotteiden hiilijalanjäljen laskeminen on ollut aiemmin harvinaista, mutta yleistyy nopeasti (Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa 2017, 23). Elinkaariarviointi on vaatimus ainakin osalle toimeksiantajan tuotteista vuoden 2025 alussa voimaan tulevan maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksen myötä. Tarkempi tarpeen kartoittaminen on paikallaan, sillä omavalmisteisten tuotteiden määrä lasketaan tuhansissa. Prosessi laskennan toteuttamiseksi on aloitettu, ja onkin tärkeää hahmottaa, miten laskenta tulee toteuttaa lakien ja standardien puitteissa. Keskeisenä lain vaatimana standardina toimii EN 15804+A2, mutta samalla voi pohtia ISO 14067 –standardin soveltuvuutta, mikäli se tarjoaisi laajemman maantieteellisen sertifiointin tuotteelle. Ympäristöselosteet (Environmental Product Declaration, EPD) ovat keskeisessä roolissa, mikäli kauppaa käydään laajemmalti Eurooppaan. Tällöin vaaditaan Suomen viranomaisten määritelmää tarkemmat päästölaskennat. Tämän toteutukseen soveltuva alusta voisi olla esimerkiksi kotimainen One Click LCA (EPD Generator n.d.). Suoritettaessa vuosittaista asiakaskyselyä täytyy myös ottaa huomioon asiakkaiden tarpeet, vaatimukset ja tietoisuus tuotteiden ympäristövaikutusten suhteen. Vuoden 2023 syksyllä tapahtuvaa asiakaskyselyä kannattaa käyttää apuna tässä asiakkaiden tarpeiden kartoittamisessa.

Tuotteen elinkaarta hahmottaessa on myös tärkeää suunnitella yrityksen tarkemmat tavoitteet omien käytöstä poistettujen tuotteiden varalle. Aikooko yritys osallistua vielä aktiivisemmin kiertotalouteen, ja ottaa tällaisia tuotteita laajemmin vastaan? Miten ne kannattaa kierrättää, ja miten ne voidaan mahdollisesti hyödyntää omassa tuotannossa tai markkinoinnissa? Tehokkaalle kierrätysraaka-aineen käytölle voi kuitenkin olla monia esteitä, esim. heikko saatavuus tai epätasainen laatu, ominaisuuksien sopimattomuus toimeksiantajan valmistusprosesseihin, tai kannattamattoman korkea hintataso (Investigating Europe’s secondary raw material markets 2022, 46).

### 7.3.4 Ympäristöystävällisemmät raaka-aineet ja ekotuoteperheet

Kun toimeksiantajien keskeisten tuotteiden hiilijalanjäljet on laskettu, ja mahdolliset EPD:t on luotu, olisi aiheellista selvittää mahdollisuuksia hankkia tuotantoon kierrätys- tai biopohjaisia raaka-aineita. Täysin tai osittain niitä käyttämällä olisi mahdollista luoda uusi, ympäristövaikutuksiltaan pienempi tuoteperhe, kuten eräät muut alalla toimivat ovat tehneet (Blue is the new green n.d.). Alalla toimijat ovat myös asettaneet tavoitteita kierrätysmateriaalien osuuksien nostamiseksi, tuotteiden kierrätettävyyden kasvattamiseksi, sekä kaatopaikkajätteen synnyn estämiseksi (Matkalla kohti kestävyttä 2022). Ympäristölainsäädännöllisessä mielessä fossiilipohjaisten raaka-aineiden asteittainen minimoiminen on todennäköisesti pakollinen pitkän aikavälin tavoite.

## 8 Yhteenveto

Opinnäytetyössä laskettiin Meltexin toiminnan hiilijalanjälki ja toteutettiin sen määrittämiseen soveltuva laskuri. Työssä vastattiin esitettyihin tutkimuskysymyksiin, ja toimeksiantajan ilmastovaikutukset kartoitettiin perustellusti ja riittävällä tarkkuudella. Päästöjen tarkastelu oli erittäin kattavaa yhden opinnäytetyön puitteissa, mutta kaksi tärkeää päästökategoriaa jouduttiin perustellusti rajaamaan tarkastelun ulkopuolelle. Työ paljasti myös heikkouksia laskennan toteuttamisessa ja tiedonkeruussa: käytettävässä tietoaaineistossa ja päästökertoimissa oli osittaisia epävarmuustekijöitä. Puuttuvat päästökategoriat on mahdollista sisällyttää seuraavan vuoden laskentaan, ja työn liitteessä 1 on ehdotuksia aineiston ja päästökertoimien epäkohtien korjaamiseksi.

Yrityksen ydintoiminnan päästöt olivat hillityt verrattuina moneen suureen teollisuuden toimijaan, ja ne laskettiin varmuuden vuoksi kahdella muullakin laskurilla. Keskustelut toimeksiantajan edustajien kanssa antavat kuvan siitä, että yrityksen ympäristövaikutuksia pyritään jatkuvasti pienentämään. Aiemmin tehdyt valinnat, kuten esimerkiksi uusiutuvan vesisähkön käyttö ja tuotannon sivutuotteiden hyötykäyttö pienentävät ilmastokuormitusta. Voidaan arvioida, että toiminta on vastuullista ja hiilineutraalius on realistinen pitkän aikavälin tavoite toimeksiantajan ydintoiminnan osalta.

Työssä löydettiin toteuttamiskelpoisia keinoja hiilijalanjäljen pienentämiseen ja päästöjen kompensointiin. Lisäksi pyrittiin miettimään tapoja kehittää hiilijalanjäljen laskentaa ja yrityksen toimintaa, sekä valmistella tuotteiden elinkaariarvioinnin toteuttamista. Toimeksiantaja käyttää työn tuloksia ja kehitysehdotuksia apuna toimintansa suunnittelussa ja vastuullisuusraportoinnissaan.

## Lähteet

138v -- Kasvihuonekaasupäästöt Suomessa, 1990-2021. 2023. Tilastojulkaisu Tilastokeskuksen tietokannassa. Viitattu 17.5.2023. [https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_khki/statfin\\_khki\\_pxt\\_138v.px](https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_khki/statfin_khki_pxt_138v.px).

13km – Innovaatioiden ympäristöhyödyt toimialaryhmän ja yrityksen kokoluokan mukaan, 2020. 2022. Tilastojulkaisu Tilastokeskuksen tietokannassa. Viitattu 25.5.2023. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_inn/statfin\\_inn\\_pxt\\_13km.px](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_inn/statfin_inn_pxt_13km.px).

13kn – Ympäristöinnovaatioiden (ympäristösuojelun kannalta merkittävät) käyttöönottoon vaikuttaneet tekijät toimialaryhmän ja yrityksen kokoluokan mukaan, 2020. 2021. Tilastojulkaisu Tilastokeskuksen tietokannassa. Viitattu 25.5.2023. [https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_inn/statfin\\_inn\\_pxt\\_13kn.px](https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_inn/statfin_inn_pxt_13kn.px).

About us. N.d. Artikkelit The Greenhouse Gas Protocol – verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://ghgprotocol.org/about-us>.

Alhazmi, H., Almansour, F. & Aldhafeeri, Z. 2021. Plastic Waste Management: A Review of Existing Life Cycle Assessment Studies. Sustainability 2021, 13, 5340. Viitattu 8.5.2023.

Anekauppaa vai ilmastotekoja? Vapaaehtoisen päästökompensaation kysyntä, tarjonta ja laatu Suomessa. 2021. Sähköinen julkaisu Finnwatch-kansalaisjärjestön verkkosivuilla. Viitattu 6.7.2023. <https://finnwatch.org/fi/julkaisut/anekauppaa-vai-ilmastotekoja>.

Askeleet vähähiiliseen rakentamiseen. 2023. Sähköinen julkaisu Green Building Council Finland ry:n verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://figbc.fi/julkaisu/askeleet-vahahiiliseen-rakentamiseen>.

Barrow, M., Buckley, B., Caldicott, T., Cumberlege, T., Hsu, J., Kaufman, S., Ramm, K., Rich, D., Temple-Smith, W., Cummis, C., Draucker, L., Khan, S., Ranganathan, J. & Sotos, M. 2013. Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (version 1.0). Sähköinen julkaisu Greenhouse Gas Protocolin verkkosivuilla. Viitattu 26.6.2023.

Bringing embodied carbon upfront. 2019. Lontoo: The World Green Building Council. Sähköinen julkaisu WGBC:n verkkosivuilla. Viitattu 25.5.2023. <https://worldgbc.org/reports>.

Blue is the new green. N.d. Julkaisu Uponor Infran verkkosivuilla. Viitattu 17.7.2023. <https://www.uponor.com/fi-fi/blue-is-the-new-green>.

Burman, T. 2023. Tuotantojohtaja, Meltex Oy Plastics. Keskustelu 2.5.2023.

Circular Design Suomi. 2023. Viherpesun vaara ja vihreät väittämät. Podcast-ohjelma, julkaistu 31.7.2023. Viitattu 1.8.2023. <https://circulardesignsuomi.fi/podcastit>.

Circular Economy Playbook for Finnish SMEs. 2018. Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra, Teknologiateollisuus & Accenture. Viitattu 31.5.2023. <https://teknologiateollisuus.fi/fi/circular-economy-playbook>.

Continuous improvement. N.d. Julkaisu Global Reporting Initiativen verkkosivuilla. Viitattu 14.8.2023. <https://www.globalreporting.org/standards>.

COPERT. The industry standard emissions calculator. N.d. Artikkelin Emisia-yrityksen verkkosivuilla. Viitattu 24.5.2023. <https://www.emisia.com/utilities/copert>.

Corporate sustainability reporting. 2023. Julkaisu Euroopan komission verkkosivuilla. Viitattu 20.7.2023. [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en).

Cradle-to-gate life cycle analysis of polypropylene (PP) resin. 2021. American Chemistry Councilin sähköinen julkaisu. Viitattu 14.7.2023. <https://www.americanchemistry.com/content/download/8063/file/Cradle-to-Gate-Life-Cycle-Analysis-of-Polypropylene-PP-Resin.pdf>.

Elinkaariarviointi tukee kestävyysmurrosta. 2022. Julkaisu Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 8.8.2023. <https://www.syke.fi/elinkaariarviointi>.

Energiaan ja päästöihin liittyviä tilastokäsitteitä. 2020. Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 13.6.2023. [https://sanastokeskus.fi/tsk/fi/energiaan\\_ja\\_p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6ihin\\_liittyvi%C3%A4\\_tilastok%C3%A4sitteit%C3%A4-1168.html](https://sanastokeskus.fi/tsk/fi/energiaan_ja_p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6ihin_liittyvi%C3%A4_tilastok%C3%A4sitteit%C3%A4-1168.html).

Environmental Footprints. N.d. Tietokannan lataussivu openLCA Nexus –palvelussa. Viitattu 14.7.2023. <https://nexus.openlca.org/database/Environmental%20Footprints>.

EPD Generator. N.d. Tuotekuvaus One Click LCA:n verkkosivuilla. Viitattu 18.7.2023. <https://www.oneclicklca.com/epd-generator>.

Etra vastuullisuusraportti 2021. 2022. Sähköinen julkaisu Etran verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://www.etra.fi/fi/yritys/yritysvastuu>.

European Climate Law. 2021. Julkaisu Euroopan komission verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-law\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en).

Fjäder, P., Korkalainen, M., Kauppi, S., Lehtiniemi, M., Salminen, J., Selonen, S., Setälä, O., Sillanpää, M., Sorvari, J., Suikkanen, S., Talvitie, J., Turunen, T., Virkkunen, H. & Ala-Ketola, U. 2022. Muovien haitalliset ympäristö- ja terveysvaikutukset. Suomen ympäristökeskuksen sähköinen julkaisu. Viitattu 13.6.2023. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/344374>.

Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022. 2022. Julkaisu Iso-Britannian hallituksen verkkosivuilla. Viitattu 9.6.2023. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2022>.

Guidance on Waste Definitions. 2021. Euroopan komission sähköinen julkaisu. Viitattu 17.7.2023. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/46954/attachments/8/translations/en/renditions/pdf>.

Heinonen, T. & Nissinen, A. 2022. Ympäristövaihtamät Suomen markkinoilla. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisu ja 2022:48. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.

Hiilidioksidiekvivalentti CO<sub>2</sub>ekv. N.d. Julkaisu VTT:n LIPASTO-tietokannassa. Viitattu 18.7.2023. <http://lipasto.vtt.fi/liisa/co2ekvs.htm>.

Hiilijalanjäljen laskentaohjeet yrityksille ja yhteisöille Keskuskauppakamarin Hiilijalanjälki laskettu -merkin liittymistä varten. 2022. Helsinki: Keskuskauppakamari. Sähköinen julkaisu. Viitattu 8.5.2023. <https://kauppakamari.fi/palvelut/co2laskettu>.

Hiilineutraali kemianteollisuus –tavoitteen esittely. N.d. Sähköinen julkaisu Kemianteollisuus ry:n verkkosivuilla. Viitattu 6.7.2023. <https://www.kemianteollisuus.fi/fi/vastuullisuus/hiilineutraalike-mia2045>.

Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia. 2022. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. Sähköinen julkaisu Valtioneuvoston verkkosivuilla. Viitattu 6.7.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/164321>.

Hiilineutraali teollisuus. N.d. Julkaisu Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://www.sitra.fi/aiheet/hiilineutraali-teollisuus>.

Hildén, L., Levula, E., Ugas, O. & Sulkava, R. 2019. Matkalla hiilineutraaliksi – Yritysten, kuntien ja asiantuntijoiden näkemyksiä hiilineutraaliudesta ja kompensatioista. Suomen luonnonsuojeluliiton sähköinen julkaisu. Viitattu 11.7.2023. <https://hiiliporssi.fi/yrityksille/matkalla-hiilineutraaliksi-julkaisu>.

Honkatukia, O. 2019. Miten Kioton ilmastopöytäsohimus onnistui? Asiantuntijavastaus ilmastokysymys-sivustolla. Viitattu 13.6.2023. <https://kysymykset.kysyilmastosta.fi/t/miten-kioton-ilmastopöytäsohimus-onnistui/734>.

Häkkinen, T. & Kuittinen, M. 2020. Kohti vähähiillistä rakentamista. Opas arviointiin ja suunnitteluun. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 17.3.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.

Hänninen, H., Karppinen, M., Leskelä, M. & Pohjakallio, M. 2022. Tekniikan kemia. Helsinki: Edita Publishing. Viitattu 17.5.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.

Ilmastomuutoksen seuraukset. N.d. Julkaisu Euroopan komission verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change> fi.

Ilmastomuutoksen syyt. N.d. Julkaisu Euroopan komission verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change> fi.

Ilmastovuosikertomus 2023. 2023. Artikkelit Ympäristöministeriön verkkosivuilla. Viitattu 13.8.2023. <https://ym.fi/ilmastovuosikertomus>.

Infra ja maanrakentaminen. 2023. Tuotekatalogi Meltex Oy Plasticsin verkkosivuilla. Viitattu 15.6.2023. <https://www.meltex.fi/fi/tuotteet/infra-ja-maanrakentaminen>.

Investigating Europe's secondary raw material markets. 2022. Sähköinen julkaisu Euroopan ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 27.6.2023. <https://www.eea.europa.eu/publications/investigating-europes-secondary-raw-material>.

Jätehuollon hiilijalanjälkiraportointi Ympäristönetissä. N.d. Artikkelit Lassila & Tikanoja Oyj:n verkkosivuilla. Viitattu 19.6.2023. <https://www.lt.fi/fi/ymparistonetti/hiilijalanjalkiraportointi>.

Jättemäärien laskenta yrityksessä ja yhteisössä. N.D. Sähköinen julkaisu Helsingin seudun ympäristöpalvelut –kuntayhtymän verkkosivuilla. Viitattu 19.6.2023. [https://www.hsy.fi/globalassets/jat-teet-ja-kierratys/tiedostot/jatemaarien\\_laskentaohje\\_yrityksille.pdf](https://www.hsy.fi/globalassets/jat-teet-ja-kierratys/tiedostot/jatemaarien_laskentaohje_yrityksille.pdf).

Kasvihuonekaasuinventaarit. 2023. Tietojulkaisu Tilastokeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://www.stat.fi/tup/khkinv/index.html>.

Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki. 2018. Artikkelit Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran verkkosivuilla. Viitattu 17.7.2023. <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki>.

Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista. 2022. Sähköinen julkaisu Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran verkkosivuilla. Viitattu 31.5.2023. <https://www.sitra.fi/julkaisut/kestavaa-kasvua-kiertotalouden-liiketoimintamalleista>.

Kiertotalouden kestävät liiketoimintamallit kemianteollisuuden yrityksille. 2020. Helsinki: Kemianteollisuus ry, Business Finland & Sitra. Sähköinen julkaisu Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran verkkosivuilla. Viitattu 12.6.2023. <https://www.sitra.fi/julkaisut/kiertotalouden-liiketoimintamallit-kemianteollisuudessa>.

Kontiokari, V., Leino, K., Miller, T., Pessala, P. & Vanhanen, J. 2019. Suomen vientiteollisuus ja ympäristöindikaattorien maavertailu. Sähköinen julkaisu Teknologiateollisuus ry:n verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. [https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file\\_attachments/vientiteollisuuden\\_ymparistoindikaattorit\\_loppuraportti\\_18.1.2019.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/vientiteollisuuden_ymparistoindikaattorit_loppuraportti_18.1.2019.pdf).

Kuittinen, M. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisu 2019:22. Sähköinen julkaisu Valtioneuvoston verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161761>.

Kuvien vaihtoehdot tekstit. 2021. Artikkelit Saavutettavasti.fi –ohjesivustolla. Viitattu 10.7.2023. <https://www.saavutettavasti.fi/kuva-ja-aani/kuvat>.

L 423/2022. Ilmastolaki. Viitattu 17.5.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423>.

Landström, M. 2020. Onko päästöjen kompensointi rahastusta? Artikkelit Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitran verkkosivuilla. Viitattu 25.5.2023. <https://www.sitra.fi/blogit/onko-paastojen-kompensointi-rahastusta>.

Licences. N.d. Hinnasto Ecoinvent-tietokannan verkkosivuilla. Viitattu 9.8.2023. <https://ecoinvent.org/offerings/licences>.

LIPASTO yksikköpäästötietokanta. 2017. Kopio sivustosta vuodelta 2022 Internet Archiven verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://web.archive.org/web/20220119011316/http://www.lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 2023. Julkaisu Ympäristöministeriön verkkosivuilla. Viitattu 19.5.2023. <https://ym.fi/maankaytto-ja-rakennuslaki>.

Matkalla kohti kestävyttä. 2022. Sähköinen julkaisu Wavin verkkosivuilla. Viitattu 17.7.2023. <https://www.wavin.com/fi-fi/tiedostot>.

MELTEX – muovinlujaa osaamista. 2023. Julkaisu yrityksen verkkosivuilla. Viitattu 15.6.2023. <https://www.meltex.fi/fi/tietoa-meista>.

Nordic Circular Economy Playbook 2.0. 2022. Sähköinen julkaisu Nordic Innovation –organisaation verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. <https://www.nordicinnovation.org/playbook-2>.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. 3.-4. painos. Helsinki: Sanoma Pro.

Okmetic vastuullisuusraportti 2022. 2023. Sähköinen julkaisu Okmeticin verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://www.okmetic.com/wp-content/uploads/2023/05/Okmetic-Vastuullisuusraportti-2022-2.pdf>.

OpenLCA Nexus Databases. 2023. Julkaisu OpenLCA Nexus –verkkosivuilla. Viitattu 12.6.2023. <https://nexus.openlca.org/databases>.

Paris Agreement. 2015. Pariisin ilmastopimuksen sopimusteksti Ympäristöministeriön verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris\\_agreement\\_english\\_-B334B5EC\\_B697\\_4C03\\_8F06\\_D42B87AA76E6-118495.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/paris_agreement_english_-B334B5EC_B697_4C03_8F06_D42B87AA76E6-118495.pdf).

Piironen, T., Saastamoinen, U., Leskinen, P., Oinonen, K., Malmi, P., Strandell, A., Rehunen, A., Vartiainen, K., Saarela, S-R., Sankelo, P., Kangas, H-L., Peltomaa, J., Ruokamo, E. & Rummukainen, M. 2017. Maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen ilmastovaikutusten arviointi. Sähköinen julkaisu Ympäristöministeriön verkkopalvelussa. Viitattu 30.5.2023. [https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/MRL\\_ilmastovaikutusten\\_arviointi\\_raportti\\_taitettu\\_150121.pdf](https://mrluudistus.fi/wp-content/uploads/2021/01/MRL_ilmastovaikutusten_arviointi_raportti_taitettu_150121.pdf).

Plastics – the Facts 2022. 2022. Sähköinen julkaisu PlasticsEurope-organisaation verkkosivuilla. Viitattu 12.6.2023. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022-2>.



Plastics, a growing environmental and climate concern: how can Europe revert that trend? 2023. Julkaisu Euroopan ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://www.eea.europa.eu/highlights/plastics-environmental-concern>.

Polypropylene (PP). 2016. PlasticsEurope-organisaation sähköinen julkaisu. Viitattu 14.7.2023. <https://plasticseurope.org/sustainability/circularity/life-cycle-thinking/eco-profiles-set>.

Ponssin vastuullisuusraportti 2022. 2023. Sähköinen julkaisu Ponssin verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://mb.cision.com/Public/18192/3734559/b59befba647cb859.pdf>.

Proposal for a Directive on Green Claims. 2023. Julkaisu Euroopan komission verkkosivuilla. Viitattu 30.5.2023. [https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-directive-green-claims\\_en](https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-directive-green-claims_en).

Puro Standard. N.d. Julkaisu puro.earthin verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://puro.earth/puro-standard-carbon-removal-credits>.

Päästöjen kompensointi. N.d. Julkaisu Ilmastoavun verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://www.ilmastoapu.fi/paastojen-kompensointi>.

Päästökauppa. N.d. Julkaisu Työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilla. Viitattu 20.7.2023. <https://tem.fi/paastokauppa>.

Ritchie, H. & Roser, M. 2020. Emissions by sector. Julkaisu Our World In Data –projektin verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>.

S-Ryhmän vuosi ja vastuullisuus 2022. 2023. Sähköinen julkaisu S-Ryhmän verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. [https://downloads.ctfasets.net/8122zj5k3sy9/2DPwP469NRA5xJGy0LqQWj/3e18633fe9167e43ba63892c3281d35a/S-ryhman\\_Vuosi-ja-vastuullisuuskatsaus\\_2022\\_fi.pdf](https://downloads.ctfasets.net/8122zj5k3sy9/2DPwP469NRA5xJGy0LqQWj/3e18633fe9167e43ba63892c3281d35a/S-ryhman_Vuosi-ja-vastuullisuuskatsaus_2022_fi.pdf).

Selin, S. 2019. Yrityskohtainen tiekartta EU:n päästövähennystavoitteiden täyttämiseksi vuoteen 2030 mennessä. Opinnäytetyö, ylempi AMK. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, luonnonvara- ja ympäristöala, biotalouden kehittämisen tutkinto-ohjelma. Viitattu 6.7.2023. <https://www.theseus.fi/handle/10024/227326>.

Seppälä, J., Saikku, L., Soimakallio, S., Lounasheimo, J., Regina, K. & Ollikainen, M. 2019. Hiilineutraalius ilmastopolitiikassa – valtiot, alueet ja kunnat. Suomen ilmastopaneeli. Raportti 5a/2019. Viitattu 30.5.2023. [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/09/Hiilineutraalius\\_ilmastopaneeli\\_2019\\_FINAL.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2019/09/Hiilineutraalius_ilmastopaneeli_2019_FINAL.pdf).

SFS-EN ISO 14064-1:2018. Kasvihuonekaasut. Osa 1. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 15.2.2019. Viitattu 23.5.2023. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

SFS-EN ISO 14083:2023:en. Greenhouse gases. Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 21.4.2023. Viitattu 23.5.2023. <https://janet.finna.fi>, SFS Online.

Suomen kansallinen ilmastopoliittika. 2022. Julkaisu Ympäristöministeriön verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopoliittika>.

Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2018. 2019. Julkaisu Tilastokeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 18.7.2023. [https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki\\_2018\\_2019-05-23\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/khki/2018/khki_2018_2019-05-23_kat_001_fi.html).

Tavoitteena luontoposiitiivinen, hiilineutraali kemianteollisuus. N.d. Julkaisu Kemianteollisuus ry:n verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. <https://www.kemianteollisuus.fi/fi/vastuullisuus/hiilineutraali-kemia2045>.

TEM käynnistää EU:n uusien ilmastosäädösten toimeenpanon. 2023. Tiedote Työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilla. Viitattu 31.5.2023. <https://tem.fi/-/tem-kaynnistaa-eu-n-uusien-ilmasto-saadosten-toimeenpanon>.

The EU Product Environmental Footprint (PEF) Methodology. 2018. Sähköinen julkaisu European Environmental Bureau:n verkkosivuilla. Viitattu 19.6.2023. <https://eeb.org/library/the-eu-product-environmental-footprint-pef-methodology>.

The Greenhouse Gas Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard. Revised Edition. 2015. Sähköinen julkaisu GHG-protokollan verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>.

Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. 2017. Sähköinen julkaisu Ympäristöministeriön verkkosivuilla. <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>.

Tulokset. 2023. Kemianteollisuus ry:n Responsible Care –verkkosivusto. Viitattu 6.7.2023. <https://responsiblecare.fi/fi>.

Uponor vastuullisuuskatsaus 2022. 2023. Sähköinen julkaisu Uponorin verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://www.uponorgroup.com/fi-fi/sijoittajat/raportit-ja-esitykset/vuosijulkaisut/2022>.

Vainio, V. 2022. Hiilijalanjälki haltuun yrityksessä –koulutus: Hiilijalanjäljen laskenta. POLKU 2.0 –hankkeen koulutusmateriaali.

Vainio, V. & El Geneidy, S. 2021. Sustainability for JYU. Jyväskylän yliopiston ilmasto- ja luontohaitat 2020. Sähköinen julkaisu Jyväskylän yliopiston JYX-julkaisuarkistossa. Viitattu 9.8.2023. <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/79201>.

Valmet vuosikatsaus 2022. 2023. Sähköinen julkaisu Valmetin verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://www.valmet.com/fi/sijoittajat/raportit-ja-esitykset/2022>.

Vanderreydt, I., Rommens, T. & Tenhunen, A. 2021. Greenhouse gas emissions and natural capital implications of plastics (including biobased plastics). Sähköinen julkaisu European Environment Information and Observation Networkin verkkosivuilla. Viitattu 18.7.2023. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-wmge-reports/greenhouse-gas-emissions-and-natural-capital-implications-of-plastics-including-biobased-plastics>.

- Vares, S. 2023. Muovituotteet. Taustaraportti Suomen ympäristökeskuksen CO2data.fi –tietokantapalvelussa. Viitattu 14.7.2023. <https://www.co2data.fi/infra/reports/INFRA%20muovituotteet%20R01.03.pdf>
- Vares, S., Häkkinen, T. & Vainio, T. 2017. Rakentamisen hiilivarasto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n asiakasraportti. Viitattu 30.5.2023. [https://puutuoteteollisuus.fi/images/pdf/rakentamisen\\_hiilivarasto%20%283%29.pdf](https://puutuoteteollisuus.fi/images/pdf/rakentamisen_hiilivarasto%20%283%29.pdf).
- Viherpesua vai ympäristövastuuta? 2021. Artikkelit Ympäristömerkitä Suomi Oy:n verkkosivuilla. Viitattu 13.6.2023. <https://joutsenmerkki.fi/viherpesua-vai-ymparistovastuuta>.
- Viikka, H. 2021. Tutki ja kehitä. 5. painos. Jyväskylä: PS-kustannus. Viitattu 26.06.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.
- Virtanen, K. 2023. HSE-päällikkö, Meltex Oy Plastics. Keskustelut 18.4., 3.5. ja 25.7.2023.
- Vuositilastot. 2023. Artikkelit Ilmatieteen Laitoksen verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>.
- What is a Carbon Offset? 2020. Artikkelit Greenhouse Gas Management –instituutin ja Tukholman ympäristöinstituutin verkkosivuilla. Viitattu 31.5.2023. <https://www.offsetguide.org/understanding-carbon-offsets/what-is-a-carbon-offset>.
- What is the Kyoto Protocol? N.d. Artikkelit YK:n ilmastonsuojelun puitesopimuksen verkkosivuilla. Viitattu 23.5.2023. [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol).
- Wiedmann, T. & Minx, J. 2007. A Definition of 'Carbon Footprint'. ISAUK Research Report. Durham: ISAUK Research & Consulting. Viitattu 30.5.2023. [https://www.researchgate.net/publication/247152314\\_A\\_Definition\\_of\\_Carbon\\_Footprint](https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint).
- Y-HIILARI Hiilijalanjälki -työkalu. 2021. Julkaisu Suomen ympäristökeskuksen verkkosivuilla. Viitattu 17.5.2023. [https://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus\\_kehittaminen/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Laskurit/YHiilari](https://www.syke.fi/fiFI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari).
- Ympäristöasioiden huomioiminen Meltexin yritystoiminnassa. N.d. Julkaisu Meltex Oy Plasticsin verkkosivuilla. Viitattu 15.6.2023. <https://www.meltex.fi/fi/tietoa-meista/ymparistovastuu>.
- Yritysvastuuraportti 2022. 2023. Sähköinen julkaisu Atria verkkosivuilla. Viitattu 11.8.2023. <https://www2.atria.fi/konserni/ajankohtaista/julkaisut/yritysvastuuraportti-2022>.

## Liitteet

### Liite 1. Tutkitut päästöt, tiedon ja päästökertoimien lähteet sekä kehitysmetodit

Scope 1: omat suorat päästöt					
Polttoaineet, kylmäaineet ja muut suorat päästöt	Tietolähde	Tietolähteen laatu	Keskeiset päästökertoimet ja vuosi	Päästökertoimen laatu	Kehitysmetodi
Kuormaajien, trukkien ja koneiden polttoaineet	Toimipaikkojen pyöräkuormaajien käyttö/kulutustiedot (l tai kg). Ostokirjanpito (€).	Puutteita laitekohtaisesti, osittain ajallisesti.	SFS-EN ISO 14083:2023. Noin 2016-2020.	Ok.	Tarkempi koneiden käytön ja kulutuksen seuranta ja raportointi kaikissa yksiköissä.
Kiinteistöissä käytetyt polttoaineet	Ostokirjanpito (kg).	Ok.	European Commission Joint Research Centre; JEC Well-to-Tank report v5. 2020.	Ok.	-

Scope 2: epäsuorat päästöt sähkö- ja lämpöenergiainkannoista					
Ostettu sähkö, kaukolämpö, höyry tai kaukojäähdytys	Tietolähde	Tietolähteen laatu	Keskeiset päästökertoimet ja vuosi	Päästökertoimen laatu	Kehitysmetodi
Ostettu sähkö	Sähkön kulutustiedot toimipaikkakohtaisesti palveluntarjoajalta (kWh).	Ok.	Yleissähkö: Tilastokeskus, energiamentelmä 3 v keskiarvosta. 2021.	Ok.	EPD:n (ja tarkkojen scope 3 -päästöjen) selvittäminen sähköyhtiöltä.
Ostettu kaukolämpö	Kaukolämmön kulutustiedot toimipaikkakohtaisesti palveluntarjoajalta (kWh).	Ok.	Tilastokeskus, liukuva keskiarvo 5 v. 2021.	Ok.	Tarkemmat selvitykset kaukolämmön tuotantotavoista, mieluusti tarkat päästökertoimet kaukolämmön tarjoajalta.

Scope 3: muut epäsuorat päästöt					
Ostetut tuotteet ja palvelut	Tietolähde	Tietolähteen laatu	Keskeiset päästökertoimet ja vuosi	Päästökertoimen laatu	Kehitysmetodi
Tuotannon raaka-aineet	Raaka-aineiden hankintamäärät tuotekohtaisesti. Tuotannon kirjanpito (kg).	Ok.	Pääosin EU Product Environmental Footprints - tietokanta openLCA -elinkaarianalysiohjelmassa. Tieto pääosin 2010-luvulta, EU-painotteista.	Kelvollinen, mutta yleiset muovilajien kertoimet ovat merkittävä epävarmuustekijä laskennassa.	Tarkemmat selvitykset raaka-aineiden toimittajilta, päästötietojen vaatiminen.
Pakkausmateriaalit	Pakkausten ja niiden raaka-aineiden hankintamäärät tehdaskohtaisesti (kg tai kpl).	Ok.	Esim. Plastics Europe, Deviatkin & Horttanainen, VTT, ILMARI, EU Product Environmental Footprints. Tieto pääosin 2010-luvulta, EU-painotteista.	Kelvollinen, pieniä epävarmuustekijöitä esim. kuormalavojen suhteen.	Tarkemmat selvitykset materiaalien toimittajilta, päästötietojen vaatiminen.
Alihankinnat, kokoonpanotuotteet ja muut ostot	Ostokirjanpito (€).	Ok, riittävä tarkkuus alihankintoihin.	Exiobase-tietokannasta kustannusperusteisesti vuoden 2022 inflaatiokertoimilla. 2019.	Kelvollinen.	Tarkempi selvitys hankinnoista ja mahdollisista puutteista. Mahdollisia päästötietoja toimittajilta.
Palvelut	Kustannukset hankinta- ja palvelutyypeittäin kirjanpidosta (€).	Ok.	Exiobase-tietokannasta kustannusperusteisesti vuoden 2022 inflaatiokertoimilla. 2019.	Kelvollinen.	Tarkempi selvitys kaikista hankinnoista ja mahdollisista puutteista.

Käyttöomaisuus	Tietolähde	Tietolähteen laatu	Keskeiset päästökertoimet ja vuosi	Päästökertoimen laatu	Kehitysmetodi
Hankittu käyttöomaisuus	Vuodelle kirjatut auto-, kone- ja kiinteistöhankinnat. Täysimääräisenä ostokirjanpitoa (€).	Ok.	Exiobase-tietokannasta kustannusperusteisesti vuoden 2022 inflaatiokertoimilla. 2019.	Ok.	-
<b>Polttoaineiden tuotanto ja energian siirtohäviöt, yms.</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Polttoaineiden tuotanto ja energian siirtohäviöt	Johdetaan vaikutusalueiden 1 ja 2 soveltuvista kohdista (kWh).	Ok.	Epäsuorat päästöt: johdetaan Tilastokeskus, sähkön hankinta ja tuotanto. 2021. Muut tuotantotavat: IPCC lifecycle emissions median. 2013.	Kelvollinen, osittain iäkäs.	Tarkemmat EPD-kyselyt sähköntoimittajalta ja tarkemmat selvitykset kaukolämmön tuotantotavoista. Uudemmat päästökertoimet.
<b>Osto- ja varastokuljetukset</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Ostojen kuljetukset ja varastosierrot	Tehtaiden sisäisen logistiikan kirjanpito; kuormien paino joudutaan pääosin arvioimaan (km ja m <sup>3</sup> ). Raaka-ainekuljetusten osittaiset tiedot tavarantoimittajilta (km ja kg).	Heikko.	VTT:n LIPASTO-tietokanta. 2016. Lisäksi EU-kertoimia.	Kelvollinen.	Tarkemmat tehdas- ja kuljetustiedot tavarantoimittajilta.
<b>Jätteet ja vesi</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Jätteet	Kuljetusten ja käsittelyn hiilijalanjälki suoraan palveluntarjoajalta 12/14 toimipaikoista (kg CO <sub>2</sub> e). Muiden toimipaikkojen jätemäärät ja kuljetusäisyydet arvioitava, jäteasteioiden tyypilliset painot HSY:ltä (kg).	Ok / heikko.	Poltettavat jätteet: Tilastokeskus, polttoaineluokitus. 2022. Kierrätettävät/hyödynnettävät jätteet: Y-HIILARI/Ecoinvent, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Tuntematon vuosi sekä 2022.	Ok / heikko.	Tarkempi jäteseuranta mahdollisuuksien mukaan kahteen toimipaikkaan. Paremmat päästökertoimet kierrätettäviin/hyödynnettäviin jätteisiin.
Vesi ja jätevesi	Kiinteistöjen vedenkulutustiedot palveluntarjoajilta.	Ok.	Iso-Britannian vesiyhtiöiden Carbon Accounting Workbooks. 2021.	Kelvollinen.	Paremmat päästökertoimet.
<b>Liikematkustus</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Eri matkustustavat	Kirjanpidosta lasketut matkat (km). Lentojen määrät kirjanpidosta, lentokohtainen hiilijalanjälkiarvio Finnairilta (kg CO <sub>2</sub> e).	Ok.	VTT:n LIPASTO-tietokanta. 2016. SFS-EN ISO 14083:2023. Noin 2016-2020.	Ok.	-
<b>Työmatkaliikenne</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Kuljetut matkat liikennevälineittäin	Yrityksen vuoden 2022 henkilöstökysely, matkustusvälineet ja matka-ajat (min.). Matkat joudutaan arvioimaan ajan ja välineen perusteella.	Heikko.	VTT:n LIPASTO-tietokanta. 2016. SFS-EN ISO 14083:2023. Noin 2016-2020.	Ok.	Tarkemmat työmatkakysymykset henkilöstökyselyssä 2023.
Etätyö	Yrityksen vuoden 2022 henkilöstökysely, etätyöpäivät	Ok.	Exiobase-tietokannasta kustannusperusteisesti vuoden 2022 inflaatiokertoimilla. 2019.	Ok.	-
<b>Asiakastoimitukset</b>	<b>Tietolähde</b>	<b>Tietolähteen laatu</b>	<b>Keskeiset päästökertoimet ja vuosi</b>	<b>Päästökertoimen laatu</b>	<b>Kehitysmetodi</b>
Eri toimitustavat asiakkaille	Logistiikan kirjanpito, rahdin paino joudutaan osittain arvioimaan (km, m <sup>3</sup> ja kg).	Kelvollinen.	VTT:n LIPASTO-tietokanta. 2016. SFS-EN ISO 14083:2023. Noin 2016-2020.	Ok.	Tarkemmat päästötiedot pienemmillä toimijoilta.

Laskennan ulkopuolelle rajatut päästölähteet			
Päästölähde	Perustelu rajaukseen	Arvioitu laskematta jääneen päästön suuruusluokka	Laskennan myöhempi toteutus
Itselle vuokrattu omaisuus	Päästöt sisältyvät muihin päästökategorioihin ja ne on jo huomioitu.	-	-
Myytyjen tuotteiden prosessointi	Vaatii laajaa selvitystyötä, tutkimista ja tiedonkeruuta tuoterhyhmittäin.	Hyvin pieni.	Todennäköisesti lasketaan tai arvioidaan tuotteiden hiilijalanjalkia määritettäessä.
Myytyjen tuotteiden ja palveluiden käyttö	Vaatii selvitystyötä tuotteiden ja materiaalien ympäristö-vaikutuksista käytön aikana.	Erittäin pieni.	Todennäköisesti lasketaan tai arvioidaan tuotteiden hiilijalanjalkia määritettäessä.
Myytyjen tuotteiden käytöstä poisto	Vaatii laajaa selvitystyötä, tutkimista ja tiedonkeruuta tuoterhyhmittäin.	Merkittävä.	Todennäköisesti lasketaan tai arvioidaan tuotteiden hiilijalanjalkia määritettäessä.
Ulos vuokrattu omaisuus	Ei ulos vuokrattua omaisuutta.	-	-
Franchising	Ei franchising-toimintaa.	-	-
Sijoitukset	Vaatii laajaa tiedonkeruuta yrityksen toiminnoista Ruotsissa.	Merkittävä.	Sisällyttäminen lasketaan viimeistään 2024.

## Liite 2 Havainnollistavia kuvia laskurista

Standardin mukainen vaikutusalue	Standardin mukainen päästökategoria	Oma alakategoria	Päästö, tonnia CO <sub>2</sub> e	Osuus hiilijalanjäljestä
Scope 1: omat suorat päästöt			582	1,3 %
	Kuormaajien ja trukkien polttoaineiden käyttö		287	0,6 %
	Kiinteistöissä käytetyt polttoaineet		295	0,7 %
Scope 2: ostetun energian epäsuorat päästöt			189	0,4 %
	Kulutetun sähkön epäsuorat päästöt		0	0,0 %
	Kulutetun kaukolämmön epäsuorat päästöt		189	0,4 %
Scope 3: päästölähteet ennen/jälkeen organisaatiota (upstream: tuotannon mahdollistavien toimintojen päästöt)			43 504	98,3 %
	Ostetut tavarat ja palvelut		37 521	84,7 %
		Raaka-aineet	26 345	59,5 %
		Pakkaukset	106	0,2 %
		Myyntituotteet	6 545	14,8 %
		Alihankinta- ja kokoonpanotuotteet, muut hankinnat ja palvelut	4 526	10,2 %
	Käyttöomaisuus		1 377	3,1 %
	Käytettyjen polttoaineiden valmistus ja energian muut päästöt		381	0,9 %
	Kuljetukset, pl. asiakastoimitukset		3 103	7,0 %
		Ostojen kuljetukset	2 679	6,1 %
		Varastosiirot	424	1,0 %
	Jätteet		114	0,3 %
		Jätehuolto	112	0,3 %
		Jätevesi	2	0,0 %
	Liikematkustus		28	0,1 %
	Työmatkaliikenne		471	1,1 %
	Vuokrattu omaisuus		0	
(downstream: tuotannon jälkeiset päästöt)	Asiakastoimitukset		509	1,2 %
	Myytjien tuotteiden prosessointi		0	
	Myytjien tuotteiden käyttö		0	
	Myytjien tuotteiden käytöstä poisto		0	
	Ulos vuokrattu omaisuus		0	
	Franchising		0	
	Sijoitukset		0	
			<b>Hiilijalanjälki</b>	<b>44 274 t CO<sub>2</sub>e</b>

TUOTANNON RAAKA-AINEET								
Kaikki raaka-ainekategoriat	Paino (kg)	Päästöt (kg CO <sub>2</sub> e)	Neitseellisten raaka-aineiden paino (kg)	Neitseellisten raaka-aineiden päästöt (kg CO <sub>2</sub> e)	Merkittävästi biomateriaalia sisältävän raaka-aineen paino (kg)	Merkittävästi biomateriaalia sisältävien raaka-aineiden päästöt (kg CO <sub>2</sub> e)	Merkittävästi kierritysmateriaalia sisältävän raaka-aineen paino (kg)	Merkittävästi kierritysmateriaalia sisältävien raaka-aineiden päästöt (kg CO <sub>2</sub> e)
<b>Yhteensä (kg)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Yhteensä (t)</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Päästötyppi	Päästökerroin	Paino yht	t CO <sub>2</sub> e yht	Jätejakeen määrä yksikössä (t)																
					Esopu	Yhteiskäyttö	Käyttöala	Kemantia	Kevuruu	Kuljettimen	Käyttö	Neurologia	Seisäpää	Syvyys	Saattamalla	Tempo	Turku	Tuusula			
Polto jätevoimalassa																					
Sekajäte	Sekajäte, poltto	0,400	0,0	0,0																	
Kuivajäte	Sekajäte, poltto	0,400	0,0	0,0																	
Polttokelpoinen jäte	Muu jäte, poltto	1,125	0,0	0,0																	
Kaatopaikkajäte	Muu jäte, poltto	1,125	0,0	0,0																	
PVC-muovi	Muovi, poltto	1,853	0,0	0,0																	
		<b>Paino yhteensä</b>	0,00	0,00																	
		<b>Hilijalanjälki yhteensä</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

POLTOAINEET								
Asia	Päästökerroin	Yksikkö	Lähde	Lähdetiedosto/osoite	Vuosi	Lähteen/tiedon laatu, jos poikkeaa	Lähteen päivitys	
Bensiini, kilo	3,190	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023, s. 99 (density 0,743 kg in l)		2016		25.5.2023	
Bensiini, litra	2,370	kg CO <sub>2</sub> e / l	Johdettu ylläolevasta		2016		25.5.2023	
Bensiinin valmistus, kilo	0,640	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023		2016		25.5.2023	
Bensiinin valmistus, litra	0,476	kg CO <sub>2</sub> e / l	Johdettu ylläolevasta		2016		25.5.2023	
Biodieseli, kilo	0,150	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023, s. 99 (density 0,892 kg in l)		2019		29.5.2023	
Biodieseli, litra	0,134	kg CO <sub>2</sub> e / l	Johdettu ylläolevasta		2019		29.5.2023	
Biodieselin valmistus, kilo	1,270	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023		2019		29.5.2023	
Biodieselin valmistus, litra	1,133	kg CO <sub>2</sub> e / l	Johdettu ylläolevasta		2019		29.5.2023	
Biokaasu (pääosin autokäyttöön)	0,080	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023, s. 100		2016		29.5.2023	
Biokaasun valmistus, kilo	1,230	kg CO <sub>2</sub> e / kg	SFS-EN ISO 14083:2023		2016		29.5.2023	
Bionestekaasu, kilo	0,000	kg CO <sub>2</sub> e / kg	CE Delft, Emissions of (bio)LPG	<a href="https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/...">https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/...</a>	2021	Kelvollinen	6.7.2023	
Bionestekaasun valmistus, kilo	1,209	kg CO <sub>2</sub> e / kg	CE Delft, Emissions of (bio)LPG	<a href="https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/...">https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/...</a>	2021	Kelvollinen	6.7.2023	