



Jesse Lehtinen

# Hiilijalanjäljen laskeminen Bofori Oy:lle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

16.5.2024

# Tiivistelmä

Tekijä: Jesse Lehtinen  
Otsikko: Hiilijalanjalan laskeminen Bofori Oy:lle  
Sivumäärä: 44 sivua + 1 liite  
Aika: 16.5.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka  
Ammatillinen pääaine: Ympäristötekniikka  
Ohjaaja: Lehtori Jenni Merjankari

---

Tässä opinnäytetyössä tehtiin Bofori Oy:n vuoden 2022 hiilijalanjalan laskenta työtä varten luodulla laskentatyökalulla. Työn tavoitteena oli selvittää merkittävimmät päästölähteet yrityksen toiminnassa, luoda laskentatyökalu hiilijalanjalan laskentaan ja seurantaan, sekä antaa kehitysehdotuksia yrityksen toiminnan hiilijalanjalan pienentämiseen sekä hallintaan tulevina vuosina. Laskentatyökalun luomiseen käytettiin Microsoft Excel -ohjelmaa, ja työkalun tarkoituksena on helpottaa yrityksen toiminnan hiilijalanjalan vuosittaista seuranta.

Bofori Oy:n toiminnan hiilijalanjalan laskettiin kasvihuonekaasuprotokollan ohjeistuksen mukaisesti, ja laskennan kannalta merkittävimmät päästölähteet tunnistettiin ja huomioitiin laskennassa. Laskentaa varten tarvittavista yrityksen toimintatiedoista osa saatiin suoraan Bofori Oy:ltä, ja osa toimintatiedoista selvitettiin taloyhtiöltä sekä tavarantoimittajilta. Laskentaa varten tarvittavista päästökertoimista kaksi päästökertoimista selvitettiin valmistajalta tuotekohtaisesti, ja muut päästökertoimet valittiin avoimista päästötietokannoista.

Työn tuloksena syntyi laskentatulokset Bofori Oy:n vuoden 2022 toiminnan hiilijalanjalan kehitysehdotuksineen sekä Microsoft Excel -pohjainen laskentatyökalu. Hiilijalanjalan laskenta sisältää epävarmuuksia, minkä vuoksi laskentatulokset antaa suuntaa Bofori Oy:n vuoden 2022 toiminnan hiilijalanjalan sen sijaan, että se olisi absoluuttinen laskentatulokset.

Avainsanat: hiilijalanjalan, hiilidioksidipäästöt, ilmastonmuutos, maankäyttö

## Abstract

Author: Jesse Lehtinen  
Title: Calculating the carbon footprint for Bofori Ltd.  
Number of Pages: 44 pages + 1 appendix  
Date: 16 May 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Energy and Environmental Technology  
Professional Major: Environmental Technology  
Instructor: Jenni Merjankari, Senior Lecturer

---

In this thesis, the year 2022 carbon footprint calculation of Bofori Ltd was performed by using a calculation tool created for the work. The goal of the thesis was to find the most significant emission sources in the company's operations, to create a calculation tool for calculating and monitoring the carbon footprint, and to provide development proposals for reducing and managing the carbon footprint of the company's operations in the coming years. Microsoft Excel was used to create the calculation tool and the purpose of the tool is to facilitate the annual monitoring of the carbon footprint of the company's operations.

The carbon footprint of Bofori Ltd's operations was calculated in accordance with the guidelines of the Greenhouse Gas Protocol, and the most significant emission sources were identified and taken into account in the calculation. Some of the company's activity data required for the calculation were obtained directly from Bofori Ltd, and some of the activity data was obtained from the housing company and the suppliers. Of the emission coefficients required for the calculation, two emission coefficients were obtained from the manufacturer on a product specific, and the other emission coefficients were selected from open emission databases.

The result of the thesis project was the calculation result of the carbon footprint of Bofori Ltd's operations in 2022 with development proposals and a Microsoft Excel-based calculation tool. The calculation of the carbon footprint contains uncertainties, which is why the calculation result provides an indication of the carbon footprint of Bofori Oy's operations in 2022, instead of being an absolute calculation result.

Keywords: carbon footprint, carbon dioxide emissions, climate change, land use

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kasvihuonekaasut ja kasvihuonekaasujen seuranta	2
2.1	Kasvihuonekaasut ja kasvihuoneilmiö	2
2.2	Kasvihuonekaasujen lainsäädäntö ja seuranta	4
3	Yrityksen hiilijalanjälki ja hiilijalanjäljen laskenta	8
3.1	Media- ja painoalan yrityksen ilmastovaikutukset	9
3.2	Hiilijalanjäljen laskentamenetelmät	12
3.2.1	Kasvihuonekaasuprotokolla (GHGP)	13
3.2.2	Elinkaariarviointi (LCA) ja ympäristöseloste (EPD)	18
4	Hiilijalanjäljen laskentatyökalu ja laskentaperusteet	24
4.1	Scope 1 ja 2	24
4.2	Scope 3	26
4.2.1	Hankinnat	26
4.2.2	Hankintojen kuljetukset	28
4.2.3	Työmatkat ja vientilogistiikka	29
4.2.4	Jätteet	30
5	Bofori Oy:n hiilijalanjälki	31
5.1	Kokonaishiilijalanjälki	31
5.2	Scope 1 ja 2	32
5.3	Scope 3	33
5.4	Laskennan epävarmuudet	37
5.5	Ehdotukset hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hallintaan	39
6	Johtopäätökset	40
	Lähteet	42

Liite 1: Laskentatyökalu

## Lyhenteet

- CO<sub>2</sub>e: Hiilidioksidiekvivalentti. Mittayksikkö, jossa kasvihuonekaasujen lämmityspotentiaalit on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin lämmityspotentiaalia, ja nämä on yhdistetty yhteiseksi kasvihuonekaasupäästöjä kuvaavaksi mittayksiköksi.
- GHG: Kasvihuonekaasu. Luonnostaan ilmakehässä esiintyvä kaasu, joka molekyyliarakenteensa takia päästää auringon säteilyä lävitseen, mutta absorboi maan pinnalta saapuvaa lämpösäteilyä itseensä synnyttäen kasvihuoneilmiön maapallolle.
- GHGP: Kasvihuonekaasuprotokolla. Kansainvälisesti käytetty kirjanpito- ja raportointistandardi kasvihuonekaasupäästöjen tunnistamiseen, seurantaan ja hallintaan.
- GWP: Lämmityspotentiaali. Mittayksikkö, joka ilmaisee kasvihuonekaasun ilmakehään sitoman lämpöenergian määrän suhteessa hiilidioksidiin tietyllä ajanjaksolla.
- LCA: Elinkaariarviointi. Standardoitu menetelmä, jossa tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten arviointiin sisällytetään kaikki elinkaaren aikana käytetyt resurssit sekä syntyneet ympäristöpäästöt.
- LULUCF: Maankäyttö, maankäytön muutos ja metsätaloussektori. Euroopan unionin Asetus maankäytöstä sekä maankäyttöön liittyvistä muutoksista, jossa huomioidaan muun muassa hiilinielujen muutokset metsähakkuiden seurauksena.

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on yrityksen hiilijalanjäljen laskenta sekä laskentatyökalun luominen toimeksiantona. Työn toimeksiantaja on Bofori Oy. Työssä on laskettu Bofori Oy:n vuoden 2022 toiminnan hiilijalanjälki kasvihuonekaasuprotokollan (GHGP) yritysten kirjanpito- ja raportointistandardin mukaisesti [1]. Laskentatyökalu on suunniteltu Microsoft Excel -ohjelmalla, ja työkalun tarkoituksena on helpottaa yrityksen vuosittaista hiilijalanjäljen seurantaa. Lisäksi työ sisältää kehitysehdotuksia yrityksen hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hallintaan tulevaisuudessa.

Bofori Oy on Helsingissä toimiva Suomen ensimmäinen hiilineutraali painotalo, jonka kaikki valmistamat tuotteet ovat hiilineutraaleja [2]. Yrityksellä on muun muassa Ekokompassi-sertifikaatti, jonka edellytyksenä on standardoitujen ympäristökriteerien noudattaminen yrityksen toiminnassa. Bofori Oy:n toiminnassa päästöjen vähentämiseen sitoutuminen näkyy esimerkiksi yhteistyökumppanien valinnassa, sillä pääkaupunkiseudulla yrityksen logistiikkakumppanien toimitukset ovat päästöttömiä. Lisäksi yritys panostaa materiaalihankinnoissaan ensisijaisesti sellaisiin materiaaleihin, joiden ympäristökuormitus on mahdollisimman pieni. Esimerkiksi kierrätyskuiduista valmistetut paperilaadut ja FSC-sertifioidut paperit (, joissa materiaalien alkuperä on vastuullisesti hoidetuista metsistä) kuuluvat yrityksen tuotevalikoimaan. [3.] Bofori Oy on perustettu vuonna 2013, ja vuonna 2022 yritys työllisti 6 henkilöä, jolloin se lukeutui laskentavuonna pk-yritykseksi [4].

## 2 Kasvihuonekaasut ja kasvihuonekaasujen seuranta

Ilmakehässä on luonnostaan kasvihuonekaasuja. Ilmakehän luontaisesti sisältämät kasvihuonekaasut ovat vesihöyry ( $\text{H}_2\text{O}$ ), hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ), metaani ( $\text{CH}_4$ ), dityppioksidi ( $\text{N}_2\text{O}$ ) sekä otsoni ( $\text{O}_3$ ). Edellä mainituista kasvihuonekaasuista vesihöyry sekä hiilidioksidi ovat alailmakehän voimakkaimpia kasvihuonekaasuja. Kasvihuonekaasujen synnyttämä kasvihuoneilmiö lämmittää ilmastoa lisäten vesihöyryn pitoisuutta alailmakehässä, ja vesihöyryn lisääntynyt pitoisuus alailmakehässä saa aikaan yli 50 % kasvihuoneilmiöstä. [5.]

### 2.1 Kasvihuonekaasut ja kasvihuoneilmiö

Ilmakehän luonnollinen kasvihuoneilmiö aiheutuu kasvihuonekaasujen molekyyli-rakenteesta, joka mahdollistaa lämpösäteilyn absorptioon kasvihuonekaasuun. Kasvihuonekaasumolekyylin altistuessa auringosta tulevalle lämpösäteilylle se absorboi lämpösäteilyn sisältämää energiaa itseensä. Absorptioon jälkeen kasvihuonekaasumolekyyli muuntaa absorboidun lämpöenergian jälleen säteilyksi, josta osa suuntautuu avaruuteen ja osa maan pinnalle. [5.]

Keskiarvallisesti maapallon pinnalle kohdistuu auringon säteilytehoa noin  $340 \text{ W/m}^2$ . Noin 30 % maapallon pinnalle kohdistuneesta säteilystä heijastuu takaisin avaruuteen, ja loput 70 % säteilystä imeytyy maahan sekä meren pintakerrokseen muuntuen lämmöksi. Kun maahan sekä meren pintakerrokseen imeytynyt energia on muuntunut lämmöksi, se säteilee takaisin ilmakehään lämpönä. Tässä vaiheessa ilmakehän sisältämät kasvihuonekaasut estävät lämpösäteilyn karkaamisen avaruuteen absorboimalla noin 90 % maanpinnan sekä meren pintakerrosten lähettämästä lämpösäteilystä. Maapallon luonnollisella kasvihuoneilmiöllä on tehtävänsä pitää maapallon lämpötila elämälle suotuisana: ilman ilmakehän sisältämiä kasvihuonekaasuja maapallon pintalämpötila olisi huomattavasti matalampi. Luonnollisen kasvihuoneilmiön vaikutuksesta maan pintalämpötila on  $+14 \text{ }^\circ\text{C}$ , kun ilman kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta maan pintalämpötila olisi  $-18^\circ\text{C}$ . [6.]

Ihmisen toiminnan aiheuttamat päästöt kasvattavat kasvihuonekaasujen pitoisuuksia ilmakehässä jatkuvasti. Kasvihuonekaasujen kohonneet pitoisuudet ilmakehässä lämmittävät maapalloa ja voimistavat luonnollista kasvihuoneilmiötä. Sen lisäksi, että kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa suoraan estämällä lämpösäteilyn poistumisen ilmakehästä, ne lämmittävät ilmastoa myös epäsuorasti: kun kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa, myös vesihöyryn pitoisuus kasvaa ilmakehässä. Vesihöyryn pitoisuuden kasvaminen ilmakehässä osaltaan lämmittää ilmastoa, ja tämä on ilmaston lämpenemistä vahvistava palauteilmiö. [5.]

Ilmaston lämpenemiseen vaikuttaa suurimmilta osin ihmisen toiminnasta syntyvät hiilidioksidipäästöt. Teollistumisen myötä ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on kasvanut 48 % vuodesta 1750 vuoteen 2020 mennessä. Ihmisen toiminnasta aiheutunut ilmakehän kohonnut hiilidioksidipitoisuus on nostanut maapallon keskilämpötilaa 1,1 °C esiteollisesta ajasta vuoteen 2019 verrattuna, ja on arvioitu, että luonnollisten syiden vaikutus ilmaston lämpenemiseen vuosina 1890–2010 on ollut alle 0,1 °C. Mikäli maapallon keskilämpötila nousee 2,0 °C esiteolliseen aikaan verrattuna, aiheutuu vakavia haittoja ihmisten sekä luonnon terveydelle. Tämän takia kansainvälisesti on tunnustettu tarve rajoittaa ilmaston lämpeneminen reilusti alle kahteen celsiusasteeseen. [7.]

Suurimpia syitä kasvihuonekaasupäästöjen lisääntymiselle ovat muun muassa hiilen, öljyn ja kaasun poltto, metsäkato, kotieläintuotannon lisääntyminen sekä maataloudessa käytetyt lannoitteet. Hiilen, öljyn ja kaasun poltto synnyttää suoraan hiilidioksidia sekä typpioksiduulia, kun taas metsäkato vähentää hiilidioksidipäästöjen sitoutumista metsiin ja tällä tavoin kiihdyttää ilmaston lämpenemistä. Metsien kaataminen kiihdyttää ilmaston lämpenemistä myös toisella tavalla, sillä kaadettaessa metsää puihin sitoutunut hiili päätyy ilmakehään. Kotieläintuotannon lisääntyminen kasvattaa metaanin pitoisuutta ilmakehässä, sillä lampaat sekä lehmät tuottavat metaania ruuansulatusprosessissa. Maataloudessa käytetyt tyyppeä sisältävät lannoitteet synnyttävät typpioksiduulipäästöjä ilmakehään. [7.]

## 2.2 Kasvihuonekaasujen lainsäädäntö ja seuranta

Suomessa 1.7.2022 voimaan astunut ilmastolaki (423/2022) määrittää tavoitteet ja toimenpiteet, joilla Suomen ilmastopolitiikkaa toteutetaan [8, § 22]. Lain ja suunnittelujärjestelmän tavoitteet on esitelty seuraavaksi suorana lainauksena:

Lain ja sen mukaisen ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmän tavoitteena on osaltaan varmistaa, että:

- 1) ihmisen toiminnasta aiheutuvat kasvihuonekaasujen päästöt vähentyvät ja nielujen aikaansaamat poistumat kasvavat siten, että kasvihuonekaasujen päästöt ovat enintään yhtä suuret kuin poistumat viimeistään vuonna 2035 ja että poistumat kasvavat ja päästöt vähenevät edelleen myös sen jälkeen;
- 2) ihmisen toiminnasta aiheutuvat taakanjako- ja päästökauppa-sektorin yhteenlasketut kasvihuonekaasujen päästöt ilmakehään vähentyvät vuoteen 2030 mennessä vähintään 60 prosenttia ja vuoteen 2040 mennessä vähintään 60 prosenttia verrattuna vuoteen 1990;
- 3) ihmisen toiminnasta aiheutuvat taakanjako- ja päästökauppa-sektorin yhteenlasketut kasvihuonekaasujen päästöt ilmakehään vähentyvät vuoteen 2050 mennessä vähintään 90 prosenttia, mutta pyrkien tasoon 95 prosenttia verrattuna vuoteen 1990; ja
- 4) kansallisin toimin sopeudutaan ilmastomuutokseen edistämällä ilmatoriskien hallintaa ja ilmastokestävyyttä.

Lain ja sen mukaisen ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmän tavoitteena on myös varmistaa osaltaan Suomea sitovista sopimuksista sekä Euroopan unionin lainsäädännöstä johtuvien kasvihuonekaasujen vähentämistä ja seuranta, nielujen vahvistamista sekä sopeutumista koskevien velvoitteiden täyttyminen. Jos Suomea sitovaan kansainväliseen sopimukseen tai Euroopan unionin lainsäädäntöön sisältyy edellä mainittuja tiukempia kasvihuonekaasujen päästöjä tai poistumia koskevia tavoitteita, 1 momentin 1–3 kohdassa tarkoitettujen tavoitteiden on perustuttava niihin.

Lisäksi lain ja sen mukaisen ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmän tavoitteena on:

- 1) varmistaa osaltaan ilmastotoimien oikeudenmukaisuus ja kestävä kehitys;

2) turvata osaltaan saamelaisten edellytykset ylläpitää ja kehittää omaa kieltään ja kulttuuriaan. [8, § 2.]

Tilastokeskus seuraa Suomen kasvihuonepäästöjä vuositasolla sektoreittain, ja Suomen kasvihuonekaasupäästöt raportoidaan ilmastositomuksen raportointikäytännön mukaisesti ilman maankäyttösektorin (LULUCF) päästömääriä. Viimeisimmän vuosikatsauksen ennakkotietojen mukaan kasvihuonekaasujen kokonaispäästömäärät laskivat 3 % vuonna 2022 verrattuna vuoteen 2021, kun maankäyttösektoria (LULUCF) ei huomioitu laskennassa. Vuoteen 1990 verrattuna vuoden 2022 kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt ovat laskeneet 35 %. Vuosikatsauksen ennakkotietojen mukaan päästökauppasektorin yhteenlasketut päästömäärät laskivat noin 6 %, ja päästökaupan ulkopuolisella taakanjakosektorilla päästömäärät laskivat noin prosentin vuonna 2022 verrattuna vuoteen 2021. [9.]

Teollisuusprosessien sekä tuotteiden käytöstä aiheutuneet kasvihuonekaasupäästöt kattoivat vuonna 2022 noin 11 % Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä, sektorin kokonaispäästöjen ollessa vuonna 2022 noin 5,0 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttonnia (t CO<sub>2e</sub>). Vuoteen 2021 verrattuna sektorin päästöt vähenivät 6 %, ja vuoteen 1990 verrattuna vähennystä on tapahtunut 4 %. Teollisuusprosessien sekä tuotteiden käytön päästöjen vähennykseen ajankaksolla 1990–2022 ovat vaikuttaneet suurimmilta osin vuonna 2008 käyttöön otetut typpihapon tuotannon päästöjen vähennysmenetelmät. Yksinään typpihapon päästöjen vähennysmenetelmät toivat 22 %:n vähennyksen sektorin päästöihin vuosien 2008–2009 aikana. Vuoden 2022 kasvihuonekaasupäästöjen väheneminen mineraaliteollisuudessa verrattuna vuoden 2021 päästömääriin selittyy sementin, kalkin ja teräksen tuotantomäärien pienenemisestä sekä typpihapon tuotannon päästömäärien 34 %:n laskusta vuoden 2021 päästömääriin verrattuna. [9.]

Yritysten toiminnassa ympäristövaikutuksia liittyy kaikkiin yrityksen käyttämiin sekä tuottamiin palveluihin ja tuotteisiin. Tuotteiden tuotannossa raaka-ainehankinnoista, valmistusprosesseista ja tuotteiden käytöstä, sekä käytöstä poistosta aiheutuu ympäristövaikutuksia. Yrityksille on tärkeää noudattaa varovaisuutta ja

huolellisuutta ympäristöasioissa sekä luoda riskienhallintasuunnitelma, sillä Suomen lainsäädännön mukaan yrityksillä on velvollisuus korvata aiheuttamansa ympäristövahingot. [10.]

Vuoden 2023 tammikuussa Euroopan unionissa hyväksyttiin uusi CSRD-direktiivi (The Corporate Sustainability Reporting Directive), joka määrää tulevaisuudessa yritysten kestävyysraportoinnista. Direktiivillä vahvistetaan sekä modernisoidaan käytäntöjä, joilla yritysten tulee raportoida kestävyystään. Kestävyysraportointiin sisältyvät yrityksen toiminnan vaikutukset ihmisten terveyteen sekä ympäristöön, ja raportointi on kohdennettu sijoittajille sekä muille sidosryhmille. Sijoittajat sekä muut sidosryhmät voivat yrityksen tuottaman kestävyysraportin perusteella arvioida muun muassa yrityksen liiketoiminnan kannalta keskeisistä kestävyyskysymyksistä, kuten ilmastonmuutoksesta aiheutuvia taloudellisia riskejä. [11.]

CSRD-direktiivin tuomat uudet säännökset tulevat sovellettaviksi ensimmäisiin yrityksiin tilikaudelta 2024 alkaen, jolloin ensimmäiset direktiivin mukaiset raportit tullaan julkaisemaan vuoden 2025 aikana. Ensimmäiseksi direktiivi on asetettu koskemaan yli 500 työntekijän yrityksiä, joka kattaa noin 11 700 suuryritystä Euroopan unionin alueella. [12.] Suomessa CSRD-direktiivin käyttöönotto etenee parhaillaan hallituksen esityksen valmisteluna, ja hallituksen esityksen luonnos tulee olemaan valmis lausuntokierrokselle vuoden 2024 ensimmäisen vuosineljänneksen aikana. CSRD-direktiivin tuomien lakimuutosten käsittely hyväksyttiin istuntokauden suunnitelmaan 31.8.2023, ja ensimmäisen kerran ehdotukset tuotiin eduskunnan käsiteltäväksi 28.9.2023. Direktiivin käsittely sisältää lausuntokierroksia, joissa muun muassa viranomaistahot, ammattiliitot sekä suuryritykset ovat antaneet lausuntonsa CSRD-direktiivin käyttöönoton vaikutuksista sekä sopeutumismahdollisuuksistaan direktiivin tuomiin lakimuutoksiin. [13.]

CSRD-direktiivin keskeisimpiä muutoksia yritysten kestävyysraportointiin ovat kaksoisolennaisuuden näkökulma kestävyysraportoinnissa, raportoinnin läpinäkyvyys sekä teemakohtaiset raportointistandardit. Kaksoisolennaisuuden näkökulma tarkoittaa yrityksen velvollisuutta huomioida liiketoimintansa tuottamia sosiaalisia vaikutuksia sekä ympäristövaikutuksia kestävyysraportoinnissaan, mutta myös kyseisten kestävyysteemojen tuomista mahdollisuuksista tai rajoituksista liiketoimintaansa. Raportoinnin läpinäkyvyys ja avoimuus tulee paranemaan CSRD-direktiivin käyttöönoton myötä, sillä tulevaisuudessa ulkoiset toimijat varmentavat yritysten kestävyysraportit ja raportit tullaan julkaisemaan avoimessa tietokannassa. [14.]

Teemakohtaiset raportointistandardit yhdenmukaistavat yritysten kestävyysraportointia, ja raportoinnin yhdenmukaisuus helpottaa muun muassa sijoittajien vertailua yritysten tekemistä toimista kestävä kehityksen eteen. Kestävyysteemaisista standardeista on julkaistu 12 kappaletta, joista neljä on pakollisia sisällyttää yrityksen kestävyysraporttiin. Pakolliset standardit liittyvät yleisiin hallinnollisiin teemoihin kestävyden näkökulmasta, ilmastonmuutokseen sekä omaan henkilökuntaan liittyviin vaikutuksiin. Toimialakohtaiset standardit tarkentuvat vielä kevään 2024 aikana. [14.]

Kuten aiemmin mainittiin, CSRD-direktiivin raportointivelvoitteet koskevat vuonna 2024 yli 500 henkilöä työllistäviä yrityksiä, mutta raportointivelvoitteet laajenevat nopeasti: vuoden 2025 tilivuodesta alkaen yli 250 henkilöä työllistäviltä yrityksiltä, ja vuoden 2026 tilivuodesta alkaen pk-yrityksiltä tullaan vaatimaan kestävyysraportointia. Tämä tarkoittaa, että yli 250 työllistävien yritysten kestävyysraportit tullaan julkaisemaan vuoden 2026 aikana, ja pk-yritysten kestävyysraportit tullaan julkaisemaan vuoden 2027 aikana. Direktiivin nopean käyttöönoton takia pk-yrityksille on annettu kolmen vuoden siirtymäaika direktiivin tuomiin lakimuutoksiin sopeutumiseen, mikäli yrityksellä ei ole kestävyysraportointiin tarvittavia tietoja kerättynä. [14.]

CSRD-direktiivin luku E1 koskee ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi tehtävää siirtymäsuunnitelmaa ja sen toteuttamista, ja vaatimukset yritysten hiilijalanjäljen raportoinnista on esitelty direktiivin alakohdassa E1-6. Vaatimus yritysten hiilijalanjäljen raportointiin on omien suorien sekä epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen laskennallinen seuranta ja tulosten raportointi. Yrityksen hiilijalanjäljen laskennassa päästölähteet jaetaan scopeihin 1–3 sen mukaan, onko päästölähde suoraan yrityksen vaikutuksen alaisuudessa vai onko päästölähde yrityksen suoran vaikutuspiirin ulkopuolella. [15, s. 11.] Yrityksen hiilijalanjäljen laskennan perusteet esitellään tarkemmin luvussa 3.2 ”Hiilijalanjäljen laskentamenetelmät”.

### 3 Yrityksen hiilijalanjälki ja hiilijalanjäljen laskenta

Hiilijalanjälki tarkoittaa toiminnan, tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä. Hiilijalanjälki on elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen summa, joka ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO<sub>2e</sub>). Hiilidioksidipäästöt syntyvät sekä suoraan yrityksen oman toiminnan seurauksena että epäsuorasti yrityksen toiminnan seurauksena. Yrityksen suorat hiilidioksidipäästöt aiheutuvat muun muassa polttoaineiden käytöstä, ja epäsuorat päästöt aiheutuvat muun muassa yrityksen käyttämästä ostoenergiasta. [16.]

Kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävää vaikutusta kuvaa GWP-kerroin, jossa huomioidaan kunkin kasvihuonekaasun päästöjen sekä poistumien summa 100 vuoden seurantajaksolla. Hiilidioksidin GWP-kertoimen on määriteltävä olevan 1, ja muiden kasvihuonekaasujen aiheuttama säteilypakote (eli ilmastoa lämmittävä vaikutus) suhteutetaan hiilidioksidin säteilypakotteeseen. Säteilypakotteen suhteuttamisessa katsotaan, kuinka suuri ilmastoa lämmittävä vaikutus kasvihuonekaasupäästöllä on suhteessa samansuuruiseen hiilidioksidipäästöön. GWP-kertoimen avulla muunnetaan kasvihuonekaasujen ja muiden yhdisteiden ilmastoa lämmittävä vaikutus vastaamaan hiilidioksidin ilmastoa lämmittävää vaikutusta, ja yksiköksi saadaan hiilidioksidiekvivalentti (CO<sub>2e</sub>). [17, s. 26.]

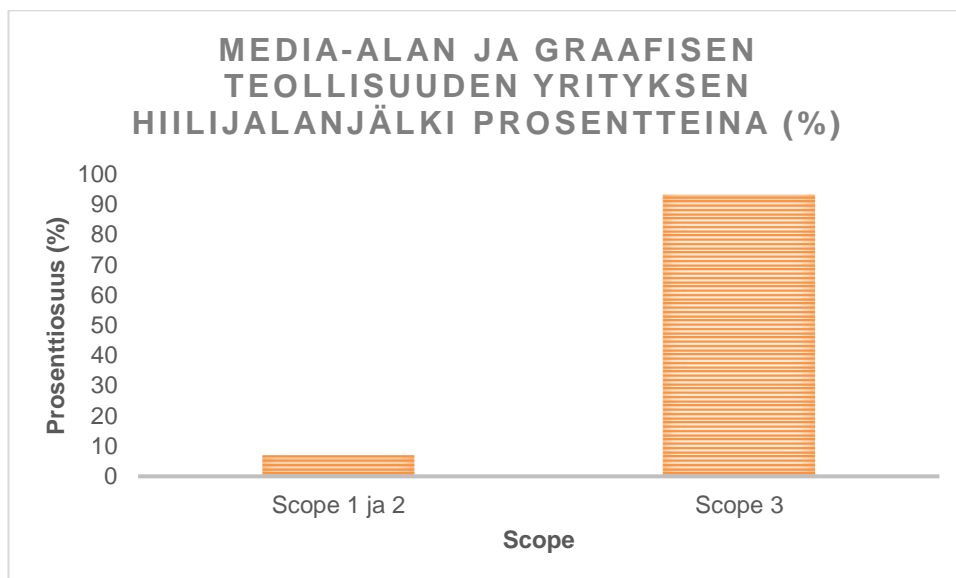
Seurantajakson pituudella on merkitystä kasvihuonekaasujen säteilypaotteen suhteen, sillä esimerkiksi metaani on lyhytikäisempi kasvihuonekaasu, jonka säteilypakote on huomattavasti korkeampi ilmakehässä 20 vuoden jälkeen päästöajankohdasta, mutta matalampi 100 vuoden jälkeen päästöajankohdasta. Tällä hetkellä GWP-kertoimet on virallisesti määritetty 100 vuoden seurantajaksole. Taulukossa 1 on esitelty hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) arviointiraportin mukaiset GWP-kertoimet ja kasvihuonekaasu-inventaarioraportoinnissa käytetyt GWP-kertoimet. [17, s. 26.]

Taulukko 1. Kasvihuonekaasujen GWP-kertoimet [17, s. 27].

Kasvihuonekaasu	GWP <sub>100</sub>
CO <sub>2</sub> (hiilidioksidi)	1
CH <sub>4</sub> (metaani)	28
N <sub>2</sub> O (dityppioksidi)	265
HF <sub>Ct</sub> (fluorihilivedyt)	<1...12400
PF <sub>Ct</sub> (perfluoratut yhdisteet)	<1...11100
SF <sub>6</sub> (riikkiheksafluoridi)	23 500
NF <sub>3</sub> (typpitrifluoridi)	16 100

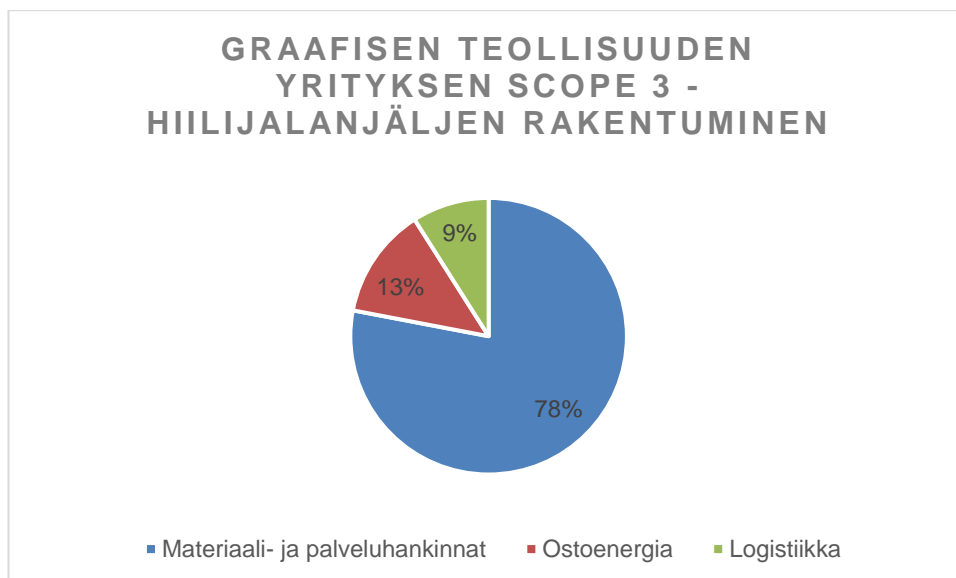
### 3.1 Media- ja painoalan yrityksen ilmastovaikutukset

Suomen media-alan sekä graafisen teollisuuden yhteenlaskettu hiilijalanjälki vuonna 2019 oli noin 473 000 hiilidioksidiekvivalenttitonnia (t CO<sub>2e</sub>). Se vastaa hieman alle prosenttia Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöistä. Valtaosa media-alan ja graafisen teollisuuden päästöistä (93 %) syntyy epäsuorista scope 3 -päästöistä, ja suurin osa alan scope 3 -päästöistä syntyy materiaali- ja palveluhankinnoista sekä logistiikkapalveluista. Alan yritysten oman toiminnan suorien päästöjen osuus (scope 1 ja 2) jää siis hyvin pieneksi (7 %), minkä takia epäsuoriin päästöihin vaikuttamisella voidaan laskea yritysten kokonaishiilijalanjälkeä merkittävästi. [18, s. 12.] Kuvassa 1 on esitelty media-alan ja graafisen teollisuuden yrityksen keskimääräinen hiilijalanjäljen rakenne.



Kuva 1. Media-alan ja graafisen teollisuuden yrityksen hiilijalanjäljen kesimääräinen rakenne.

Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, rakentuu media-alan ja graafisen teollisuuden yritysten hiilijalanjälki pääasiassa materiaali- ja palveluhankinnoista, ostoenergiasta sekä logistiikasta. Materiaali- ja palveluhankinnat ovat suurin yksittäinen päästölähde sen kattaessa media-alan ja graafisen teollisuuden yritysten kokonaishiilijalanjäljestä keskimäärin 68–88 %. Toiseksi suurin graafisen teollisuuden yritysten päästölähde on ostoenergia, johon sisältyy ostettu sähkö ja lämpö. Kolmanneksi suurin päästölähde on logistiikka, ja sen osuus alan yritysten kokonaispäästöistä on keskimäärin 5–13 %. Kuitenkin scope-kohtaisen päästöintensivisyyden osalta on vaihtelua graafisen teollisuuden yritysten välillä riippuen siitä, onko yritys ulkoistanut päästöjä tuottavia osia toiminnastaan kolmansille osapuolille. [18, s. 36.] Kuvassa 2 on esitelty graafisen teollisuuden scope 3 -hiilijalanjäljen kesimääräinen rakenne.



Kuva 2. Graafisen teollisuuden yrityksen scope 3 -hiilijalanjäljen keskimääräinen rakenne [18, s. 36].

Painotuotteiden valmistuksessa merkittäviä päästölähteitä ovat painotuotteiden raaka-aineet sekä painatuksessa käytetyt kemikaalit. Painotuotteiden käyttökohteet määrittävät niiden valmistuksessa käytettyjä raaka-aineita sekä kemikaalikuormaa, sillä esimerkiksi sanomalehden kuitumateriaalin osuus voi olla jopa 95 %, kun taas aikakauslehdissä kemikaalien ja täyteaineiden osuus voi olla yli 30 %. Painotuotteen hiilijalanjälkeen voidaan täten vaikuttaa raaka-aineiden osalta niin paljon kuin käyttökohteen vaatimukset antavat varaa eri materiaaleille ja niiden ominaisuuksille. [18, s. 33.]

Kun tarkastellaan yksittäisen paperista valmistetun painotuotteen (, esimerkiksi sanomalehden tai mainoslehtisen) ilmastovaikutuksia, tulee huomioida kaikki painotuotteen valmistuksesta sekä käytöstä aiheutuvat päästöt raaka-aineiden hankinnasta tuotteen loppusijoitukseen saakka. Painotalossa painotuotteen valmistuksen aikaiset päästöt aiheutuvat lähinnä painotalon käyttämän ostoenergian päästöistä, jolloin painotalo voi energiasopimuksillaan vaikuttaa valmistamiensa tuotteiden hiilijalanjälkeen. Painotuotteen ilmastovaikutusten kannalta myös raaka-aineiden sekä lopputuotteen kuljetusmatkoilla on merkitystä, sillä lyhyet kuljetusmatkat pienentävät liikenteessä syntyviä hiilidioksidipäästöjä sekä typen oksidi- ja hiukkaspäästöjä. [18, s. 60.]

Ongelmakohta paperista valmistetun painotuotteen ilmastovaikutusten arvioinnissa on maankäytön näkökulma, sillä tuotteiden elinkaariarvioinnissa (LCA) ei oteta huomioon maankäytöstä aiheutuvia päästöjä. Raaka-aineiden hankinnasta johtuvia maankäytön päästöjä (LULUCF) ei huomioida tuotteen ilmastovaikutusten arvioinnissa: kaadettaessa puita paperin raaka-aineeksi katoaa hiilinieluja, mutta sitä ei huomioida tuotteen hiilijalanjäljen laskennassa. Paperista valmistetun painotuotteen sisältäessä kemikaaleja myös sen ympäristövaikutusten arvioinnissa on haasteita. Koska monesti kattavia tietoja ei ole saatavilla kemikaalien tuotantoketjuista, on useissa elinkaariarvioinneissa (LCA) jätetty kemikaalien ympäristövaikutukset huomioimatta. Edellä mainituista syistä paperista valmistetun painotuotteen ilmasto- ja ympäristövaikutukset voivat olla suurempia kuin tuotteen hiilijalanjäljen laskenta osoittaa. [18, s. 60–62.]

### 3.2 Hiilijalanjäljen laskentamenetelmät

Tässä työssä yrityksen hiilijalanjälki on laskettu kasvihuonekaasuprotokollan (GHGP) standardoidun ohjeistuksen mukaisesti [1]. Scope 3 -päästömäärien arvioinnissa on hyödynnetty julkisia ympäristöselosteita (EPD), jotka ovat vertailukelpoisia ja objektiivisia raportteja tuotteiden ympäristövaikutuksista [19]. Kaikkien päästölähteiden tuottamat päästömäärät on laskettu kaavalla 1:

$$\textit{Toimintatiedot} \times \textit{päästökerroin} = \textit{Kasvihuonekaasupäästöt} \quad [1, \textit{s. 46.}] \quad (1)$$

Toimintatiedot ovat muun muassa tietoja yrityksen hankinta-, energiankulutus-, sekä matkustusmääristä [1, s. 42].

### 3.2.1 Kasvihuonekaasuprotokolla (GHGP)

Kasvihuonekaasuprotokolla (GHGP) sisältää standardin yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan ja raportointiin. Kasvihuonekaasuprotokollan yrityksille suunnattu kirjanpito- ja raportointistandardi on julkaistu vuonna 2001, ja kyseistä standardia on käytetty perustana kasvihuonekaasujen seurantaan ja raportointiin lukuisissa yrityksissä sekä kansallisissa kasvihuonekaasupäästöjen pienentämiseen tähtäävissä ohjelmissa. Kasvihuonekaasuprotokollan kirjanpito- ja raportointistandardin käyttöönoton tarkoituksena on ollut luoda yrityksille yksinkertainen ja kustannustehokas tapa seurata sekä raportoida tuottamiaan kasvihuonekaasupäästöjä. Lisäksi standardin käyttöönoton tarkoituksena on ollut tiedon lisääminen yrityksille kasvihuonekaasupäästöjen vähentämismenetelmistä ja helpottaa yritysten pitkän aikavälin kasvihuonekaasupäästöjen hillitsemisstrategian luomista. Yritysten raportoidessa kasvihuonekaasupäästöistään standardin mukaisella tavalla myös raportoinnin johdonmukaisuus ja läpinäkyvyys lisääntyvät mahdollistaen vertailukelpoisen tiedon jakamisen sidosryhmille sekä organisaatioiden välillä. [1, s. 2–3.]

Kasvihuonekaasuprotokollan mukainen yrityksen hiilijalanjäljen laskenta aloitetaan asettamalla organisaation rajat: mikäli yrityksellä on omien toimintojen lisäksi esimerkiksi tytäryhtiöitä, organisaation rajaamisessa päätetään, millä tavalla tytäryhtiöt sisällytetään mukaan laskentaan. Yrityksen hiilijalanjäljen laskennassa organisaation rajaaminen voidaan tehdä kahdella tavalla: kasvihuonekaasupäästöistä huomioidaan laskennassa yrityksen sekä tytäryhtiöiden päästöistä niin suuri prosenttiosuus kuin yrityksellä on omistajuutta kyseisissä yrityksissä, tai vaihtoehtoisesti sen mukaan kuinka paljon yrityksellä on taloudellista tai toiminnallista vaikutusvaltaa yrityksissä. Laskentatavan valinta vaikuttaa laskentatulosten suuruuteen yrityksillä, joilla on omistajuuksia muissa yrityksissä, mutta ei sellaisilla yrityksillä, joilla ei ole omistajuuksia muissa yrityksissä. [1, s. 16–17.]

Organisaation rajojen asettamisen jälkeen asetetaan yrityksen toiminnalliset rajat: kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa rajataan erikseen yrityksen toiminnasta aiheutuvat suorat sekä epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt. Päästölähteet jaetaan scopeihin 1–3 seuraavalla tavalla:

- scope 1: suorat kasvihuonekaasupäästöt. Yrityksen omistamien tai yrityksen toimintavallan alaisuudessa olevien päästölähteiden (, esimerkiksi ajoneuvot ja tuotantolaitteet) aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt.
- scope 2: epäsuorat ostoenergian kasvihuonekaasupäästöt. Yrityksen toiminnassa käytetyn ostoenergian aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt.
- scope 3: muut epäsuorat kasvihuonekaasupäästöt. Päästölähteet, jotka eivät ole yrityksen omistuksessa tai toimintavallan alaisuudessa, mutta aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä yrityksen toiminnassa. Päästölähteitä ovat muun muassa raaka-aineiden hankinnasta, yrityksen ostamien materiaalien tuotannosta, sekä niiden logistiikasta aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt. [1, s. 24–25.]

Kasvihuonekaasuprotokolla velvoittaa yrityksiä raportoimaan vähintään scope 1- ja scope 2 -päästöt, ja scope 3 -päästöjen raportointi on vapaaehtoista. Vapaaehtoisuudesta huolimatta yritykselle on hyödyllistä selvittää scope 3 -päästönsä, sillä selvittämällä merkittävimmät päästölähteensä yrityksen on helpompi hallita kasvihuonekaasupäästöjään. Lisäksi yritykselle voi toisinaan olla kustannustehokkaampaa pyrkiä hillitsemään scope 3 -päästöjä scope 1 -päästöjen sijaan. [1, s. 26–27.]

Scope 3 -päästöt syntyvät useista erilaisista päästölähteistä, jotka liittyvät yrityksen hankintoihin, työmatkustukseen, ostettuihin palveluihin sekä jätehuoltoon. Scope 3 -päästölähteiden laskennassa on tärkeintä huomioida sellaiset päästölähteet, jotka ovat scope 1- ja scope 2 -päästöihin verrattuna suuria, ja sellaiset päästölähteet, jotka yrityksen sidosryhmät tai asiakkaat näkevät merkityksellisinä. Esimerkiksi päästöintensiiviset materiaalihankinnat ja ostetut palvelut ovat suositeltua sisällyttää scope 3 -päästöjen laskentaan: suuria määriä

kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavia materiaaleja pystytään mahdollisesti korvaamaan vähäpäästöisemmällä materiaaleilla, ja ostettujen palveluiden sisällyttäminen laskentaan takaa realistisen kuvan yrityksen toiminnan synnyttämien kasvihuonekaasupäästöjen rakentumisesta. Erityisesti tilanteissa, joissa yritys on ulkoistanut osan aikaisemmasta toiminnastaan, on tärkeää sisällyttää scope 3 -päästöjen laskentaan nämä nykyisin ostetut palvelut, sillä aikaisemmin ne laskettiin pakollisesti raportoitaviin scope 1 -päästöihin. [1, s. 29–31.]

Standardi on suunniteltu niin, ettei kasvihuonekaasupäästöjen kaksoislaskenta ole mahdollista yritysten tai scopejen välillä, kun organisaation rajat sekä toiminnalliset rajat on määritelty standardin mukaisella tavalla. Yritysten välillä kaksoislaskentaa voi kuitenkin tapahtua, mikäli kaksi yritystä, joilla on omistajuutta toistensa yrityksissä suorittavat laskennan eri tavoilla. Kaksoislaskentaa tapahtuu silloin, kun toinen yritys laskee kasvihuonekaasupäästönsä omistajuuteen perustuvalla menetelmällä ja toinen yritys laskee taloudelliseen tai toiminnalliseen vaikutukseen perustuvalla menetelmällä. Tällä ei kuitenkaan ole välttämättä merkitystä julkisen raportoinnin kannalta, kun laskentatavat on tuotu ilmi raportoinnissa. Scopejen välillä kaksoislaskentaa ei voi tapahtua, sillä yrityksen scope 1 -päästöt ovat aina eri scopen päästöjä muiden yritysten standardin mukaisessa laskennassa, kun yritykset soveltavat samaa laskentamenetelmää. [1, s. 20, 33.]

Kasvihuonekaasuprotokollan mukaisessa päästöjen seurannassa yrityksen on valittava perusvuosi, johon kasvihuonekaasupäästöjen muutosta verrataan. Kasvihuonekaasupäästöjen vuosittainen vertailu perusvuoteen takaa johdonmukaisen kuvan päästöjen kehityksestä vuositasolla. Perusvuodeksi sopii myös useamman vuoden päästökeskiarvo, jolloin yksittäisten vuosien normaalit vaihtelut eivät vaikuta vertailutuloksiin. Perusvuoden valinnassa tärkeintä on relevanssi: yrityksen on valittava perusvuodeksi varhaisin vuosi, jolta on saatavilla luotettavaa tietoa yrityksen kasvihuonekaasupäästöistä. Yrityksen muuttaessa toimintansa mittakaavaa voidaan perusvuotta siirtää aina eteenpäin varhaisimpaan ajankohtaan, joka kuvaa yrityksen nykyistä kasvihuonekaasupäästöjen rakentumista. Yrityksen toiminnan mittakaavan muuttuessa suuremmaksi

esimerkiksi säännöllisten yrityskauppojen takia voi yrityksen olla helpompi seurata kasvihuonekaasupäästöjään vuosittain ja asettaa päästönvähennystavoitteiksi esimerkiksi vuosittaisen prosentin vähennyksen kasvihuonekaasupäästöihinsä. Tällaisessa tapauksessa voi olla helpompaa, että yritys käyttää päästövertailun perusvuotena aina edeltävää vuotta kiinteän perusvuoden sijaan. [1, s. 35–36, 79–80.]

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa harvinaisempaa on mahdollisuus yrityksen tuottamien päästöjen suoraan mittaamiseen. Sen sijaan laskentaan käytetään useimmiten päästökertoimia. Päästökertoimet pohjautuvat virallisesti mitattuihin ja dokumentoituihin tietoihin eri päästölähteiden tuottamista kasvihuonekaasupäästöistä. Scope 1 -päästöjen laskenta perustuu useimmissa yrityksissä omiin toimintoihin ostettujen polttoaineiden määriin sekä polttoaineiden julkaistuihin päästökertoimiin. Scope 2 -päästöjen laskenta perustuu ensisijaisesti yrityksen ostoenergian mitattuihin käyttömääriin sekä sähköyhtiön tai paikallisen sähköverkon ylläpitäjän julkaisemiin päästökertoimiin. Scope 3 -päästöjen laskenta perustuu yrityksen toimintatietoihin esimerkiksi polttoaineiden kulukselta ja matkustuskilometreistä sekä niihin liittyviin julkaistuihin päästökertoimiin. [1, s. 42.]

Scope 3 -päästöjen laskennassa päästökertoimien valinnassa on suositeltua suosia mahdollisimman hyvin kuhunkin tilanteeseen sopivia päästökertoimia yleisempien päästökertoimien sijaan. Esimerkiksi tuotantolaitoskohtaiset päästökertoimet ovat suositeltuja käytettäväksi yleisempien päästökertoimien sijaan sellaisissa tilanteissa, joissa päästölähde on voitu selvittää tuotantolaitoskohtaisesti. [1, s. 42.]

Kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa esiintyy useita epävarmuuksia, jotka voidaan jaotella tieteellisiin epävarmuuksiin sekä arvioinnin epävarmuuksiin. Tieteelliset epävarmuudet voivat olla laskennan kannalta merkittäviä, sillä kaikkien päästöjä tuottavien prosessien todellisia päästömääriä ei tunneta. Esimerkiksi globaalia lämpenemispotentiaalia kuvaava arvo (GWP-arvo) sisältää arvioita useiden eri kasvihuonekaasujen päästömääristä, jotka on yhdistetty

yhteiseksi päästökertoimeksi. Tämän kaltaisten tieteellisten epävarmuuksien arviointi on käytännössä mahdotonta yrityksille. Arvioinnin epävarmuudet liittyvät kasvihuonekaasupäästöjen määrien arviointiin, ja arvioinnin epävarmuuksia syntyy aina, kun kasvihuonekaasupäästömääriä kvantifioidaan. [1, s. 54–55.]

Arvioinnin epävarmuudet voidaan jakaa mallin epävarmuuksiin ja parametrien epävarmuuksiin. Mallin epävarmuudet liittyvät laskennassa muun muassa vääränlaisen matemaattisen mallin käyttöön sekä matemaattisen mallin virheelliseen soveltamiseen. Parametrien epävarmuudet liittyvät yrityksen kerättyihin tietoihin päästöjä tuottavista toiminnoistaan ja päästökertoimista, jotka on kvantifioitu laskentaa varten. Mallin epävarmuuksien arviointi on yleisesti hyvin hankalaa yrityksille, mutta mallin epävarmuuksia pystytään jossakin määrin arvioimaan, mikäli yrityksellä on tieteellistä ja teknistä asiantuntijuutta arviointiin. Sen sijaan parametrien epävarmuuksien arvioinnin tulisi olla yrityksille ensisijainen kohde epävarmuuksien arvioinnissa, sillä parametrien epävarmuuksia voidaan arvioida tilastollisen analyysin, mittauksien tarkkuusmäärityksiä, sekä asiantuntijatahojen avulla. [1, s. 55.]

Vaikka epävarmuuksia voidaan arvioida kvantifioimalla, laskettuja epävarmuuksia ei voida kuitenkaan ilmaista objektiivisesti. Käytännössä epävarmuuksien arvioinnissa yritysten konsultoimat asiantuntijatahot pystyvät arvioimaan tilannekohtaisesti epävarmuuksien suuruuksia, mutta vertailukelpoisen tiedon tuottaminen parametrien, yritysten ja päästölähteiden välillä on haasteellista myös asiantuntijoille. Epävarmuuksien arviointiin liittyy luonnollisesti subjektiivisuutta tapauskohtaisten tulkintojen kautta ja tästä syystä kattaviinkin epävarmuuksien arviointeihin liittyy itsessään epävarmuuksia. Ainoat tilanteet, joissa epävarmuuksien arvioinnit katsotaan objektiivisiksi ovat sellaiset tilanteet, joissa voidaan olettaa epävarmuustekijöiden olevan samanlaiset:

- kun kahden samanlaisen toiminnon tuottamien päästöjen arvioinnissa käytetään identtisiä päästöjen arviointimenetelmiä, voidaan epävarmuustekijät jättää huomiotta suurimmilta osin. Toimintojen sekä arviointimenetelmien tulee kuitenkin olla täysin yhdenmukaisia.

- kun saman toiminnon päästöjen arvioinnissa käytetään samaa päästöjen arviointimenetelmää vuosittain, päästöjen seurannan epävarmuustekijöiden vaikutukset vähenevät merkittävästi. Kahden peräkkäisen vuoden jälkeen epävarmuustekijät vähenevät merkittävästi verrattuna yhden vuoden seurantajaksoon. [1, s. 55–56.]

Yritysten on tärkeää käyttää laskennassa parhaita mahdollisia julkaistuja tietoja, sekä raportoinnissa tuoda ilmi niiden mahdollisista rajoituksista laskentaan. Lisäksi yritysten on tärkeää tuoda raportissa ilmi aineelliset muutokset (esimerkiksi materiaalihankinnat), jotka vaikuttavat yrityksen kasvihuonekaasupäästöjen muutokseen edellisiin vuosiin verrattuna. Jotta yrityksen julkinen raportti olisi linjassa kasvihuonekaasuprotokollan standardin kanssa, yrityksen tulee tuoda julkisessa raportissa ilmi organisaation rajat, toiminnalliset rajat sekä laskennan ajanjakso. Yrityksen on tuotava julkisessa raportissa ilmi päästöjen osalta scope 1:n ja 2:n päästömäärät erikseen, perusvuosi ja muutokset päästömäärissä perusvuoteen verrattuna, konteksti merkittäville päästömäärien muutoksille, laskentamenetelmät ja ulkopuolelle rajatut päästölähteet. Lisäksi päästöjen julkisessa raportoinnissa yritys voi vapaaehtoisesti jakaa esimerkiksi scope 3 -päästölähteistään sellaisia päästötietoja, joista on saatavilla luotettavaa tietoa, mikäli scope 3 -päästöt on sisällytetty laskentaan. [1, s. 62–63.]

### 3.2.2 Elinkaariarviointi (LCA) ja ympäristöseloste (EPD)

ISO-standardoitu elinkaariarviointimenetelmä LCA on työkalu tuotteen tai palvelun ympäristövaikutusten arviointiin. Tuotteiden sekä palveluiden elinkaaret sisältävät kaikki vaiheet raaka-aineiden louhinnasta loppusijoitukseen asti, jolloin tuotteiden ja palveluiden elinkaaret voivat erota huomattavasti toisistaan. Joissakin tapauksissa tuotteen tai palvelun elinkaari voi olla hyvinkin monimutkainen. LCA-menetelmä ottaa huomioon kaikki käytetyt resurssit tuotteen sekä palvelun elinkaaren aikana sisältäen myös epäsuorasti tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksiin liittyvät tekijät, kuten sähkön ja veden kulutuksen. Kuvassa 3 näkyy tuotteen tai palvelun LCA-elinkaariarviointiin sisältyvät tekijät. Nämä tekijät ovat raaka-aineiden louhinta, prosessointi, suunnittelu, tuotanto, kauppa (eli

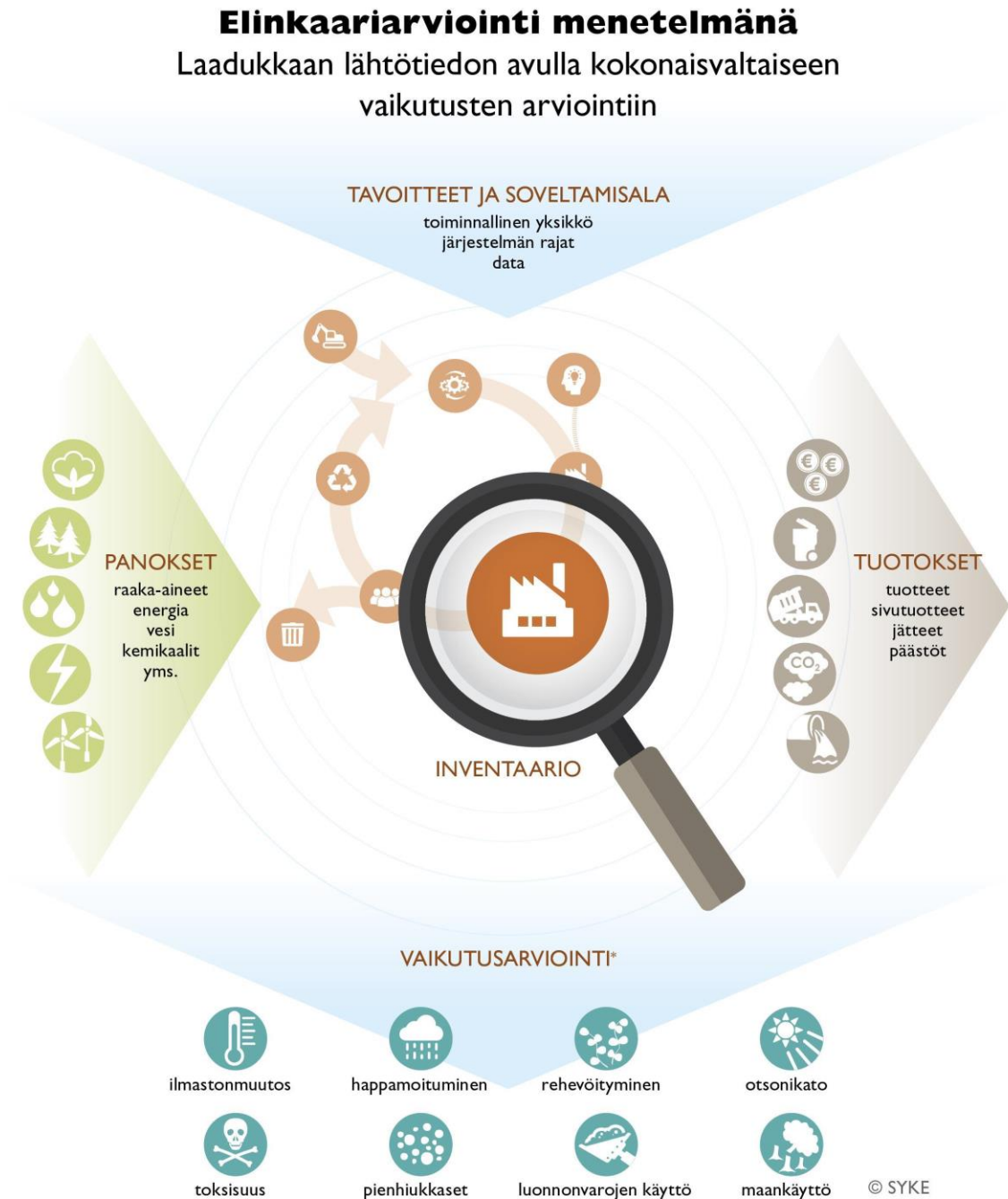
asiakkaille toimittamiseen liittyvät tekijät), käyttö, poisto sekä kierrätys sisältäen kuljetukset elinkaaren aikana. [20.]



Kuva 3. Tuotteen tai palvelun elinkaari [20].

LCA:n neljä vaihetta ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi, sekä tulosten tulkinta. Inventaarioanalyysi tarkoittaa lähtötietojen keräämistä, ja tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyn kautta inventaarioanalyysissä pystytään kartoittamaan toiminnalliseen yksikköön liittyvät panokset sekä tuotokset. Panoksilla tarkoitetaan toiminnallisen yksikön elinkaaren aikana käytettyjä resursseja ja tuotoksilla tarkoitetaan toiminnallisen yksikön elinkaaren aikana syntyneitä päästöjä, jätteitä sekä sivutuotteita. Inventaarioanalyysin perusteella tehdään vaikutusarviointi tuotteen tai palvelun elinkaaren

aikaisista ympäristövaikutuksista. Kuvassa 4 näkyy inventaarioanalyysiin vaikuttavat tekijät, joiden perusteella voidaan arvioida toiminnallisen yksikön vaikutusta muun muassa ilmastonmuutokseen ja luonnonvarojen käyttöön. [20.]



Kuva 4. Tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten datainventaarioro [20].

Elinkaariarvioinnin ISO 14044 -standardi määrittää vaatimukset ja suuntaviivat elinkaariarvioinnille. Standardoidun elinkaariarvioinnin käyttökohteita ovat muun muassa poliittiset päätökset, tuotteiden kehittäminen, markkinointi sekä strateginen suunnittelu. ISO 14044 -standardin mukaisessa elinkaariarvioinnissa toiminnallisen yksikön tulee olla tarkasti määritelty ja mitattavissa, jolloin sen syöte- ja tuotostiedot ovat matemaattisesti normalisoitavissa. Järjestelmän rajat määrittävät toiminnallisen yksikön elinkaariarviointiin sisältyvät yksikköprosessit, ja lähtökohtaisesti kaikki elinkaaren vaiheet, prosessit, syötteet sekä tuotokset sisällytetään arviointiin. Jonkin kohdan pois jättäminen on sallittua ainoastaan sellaisissa tilanteissa, joissa pois jättäminen ei vaikuta arvioinnin johtopäätöksiin merkittävästi. Syötteiden kriteereinä käytetään esimerkiksi massaa ja energiaa, jolloin syöteprosesseista voi jättää huomiotta alle prosentin suuruiset massa- ja energiasyötteet, mutta syötteiden kriteerit tulee valita niin, että arvioinnin merkittävyys ympäristön kannalta on realistinen. [21, s. 18–19, 34.]

ISO 14044 -standardin mukaiseen vaikutusarviointiin tulee sisällyttää vaikutusluokat, vaikutusluokkaindikaattorit ja karakterisointimallit, jolloin inventaarioanalyysin tulokset voidaan jakaa vaikutusluokkiin ja vaikutusluokan indikaattorituloksille voidaan suorittaa laskenta. Esimerkiksi yksi inventaarioanalyysin tuloksista voi olla rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ) määrä yksikössä kg / toiminnallinen yksikkö, jolloin tämä tulos voidaan luokitella vaikutusluokkaan ”happamoituminen”. Kun tarkastellaan vaikutusluokkaa ”ilmastonmuutos”, inventaarioanalyysin tuloksena voi olla kasvihuonekaasujen määrä toiminnallista yksikköä kohden, vaikutusluokkaindikaattorina infrapunasäteilypakote ( $\text{W/m}^2$ ), ja karakterisointimallina voidaan käyttää kansainvälisen ilmastopaneelin (IPCC) 100 vuotta kattavaa vertailumallia. Karakterisointikerroin tässä tapauksessa on GWP-arvo, jossa kasvihuonekaasut on muunnettu vastaamaan hiilidioksidin lämmittämispotentiaalia ja kertoimen yksikkö on kg  $\text{CO}_2\text{e}$  / kg kaasua. Vaikutusluokan ”ilmastonmuutos” laskennallinen indikaattoritulos on tällöin kg  $\text{CO}_2\text{e}$  / toiminnallinen yksikkö. [21, s. 27–29.]

Rakennustuotteiden ympäristöselosteita koskeva SFS-EN 15804 -standardi linkittyy elinkaariarvioinnin standardiin siten, että ympäristöselosteen (EPD) tuottamisessa tehdään toiminnalliselle yksikölle ISO 14044 -standardin mukainen elinkaariarviointi sen ympäristövaikutuksista. SFS-EN 15804 -standardissa on määritelty, että ympäristöselosteessa (EPD) ilmoitetun toiminnallisen yksikön tulee perustua kappalemäärään, massaan, pituuteen, pinta-alaan tai tilavuuteen. Ympäristöseloste sisältää tiedot toiminnallisen yksikön elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista luokiteltuna elinkaaren vaiheisiin. ”Kehdosta hautaan” -menetelmä ottaa huomioon kaikki vaiheet toiminnallisen yksikön elinkaaren aikana (sisältäen moduulit A1–D), ja ”kehdosta portille” -menetelmässä huomioidaan toiminnallisen yksikön elinkaaren vaiheet ennen asiakkaalle päätymistä (sisältäen vähintään moduulit A1–A3). [22, s. 14–15, 20–21.]

Ympäristöselosteessa (EPD) ympäristövaikutuksia kuvaavat yleisindikaattorit ilmastomuutoksen osalta ovat muun muassa kokonaisvaikutuspotentiaali ilmaston lämpenemiseen (GWP-total) ja vaikutuspotentiaali ilmaston lämpenemiseen maankäytön ja maankäytön muutoksen osalta (GWP-luluc). Edellä mainitut GWP-arvot on ilmaistu ympäristöselosteessa hiilidioksidiekvivalenttina kilogrammoissa (kg CO<sub>2e</sub>). Ympäristöselosteita voidaan vertailla keskenään, mikäli toiminnallisen yksikön materiaalien perusvirrat ovat yhdenmukaisia vertailtavan ympäristöselosteen toiminnallisen yksikön perusvirtojen kanssa, lainsäädännölliset tai tilaajan vaatimusten määrittämät tekniset ja toiminnalliset vaatimukset täyttyvät, ja tarkastelun ulkopuolelle jäävät materiaalmäärät sekä elinkaaren vaiheet ovat samat. [22, s. 16, 38.]

Tyypin 3 ympäristöselosteiden ISO 14025 -standardi linkittyy elinkaariarvioinnin ISO 14044 -standardiin samalla tavalla kuin rakennustuotteiden ympäristöselosteita koskeva SFS-EN 15804 -standardi. Tyypin 3 ympäristöselosteen tuottamisessa tulee siis tehdä ISO 14044 -standardin mukainen elinkaariarviointi toiminnalliselle yksikölle. Olennaisena erona SFS-EN 15804 -standardiin kuitenkin on ISO 14025 -standardin tarkoitus tuottaa sellaisia ympäristöselosteita, joita voidaan vertailla keskenään tilanteissa, joissa tuotteiden käyttökohteet ovat samat. Standardissa huomioidaan tuotteiden käyttökohteiden osalta

tuoteryhmäsäännöt (PCR), jotka määrittävät suuntaviivat, vaatimukset sekä säännöt standardin mukaisten ympäristöselosteiden tuottamiselle. [23, s. 8, 12, 16.]

Tyypin 3 ympäristöselosteiden vertailtavuus on äärimmäisen tärkeässä osassa standardin mukaisten ympäristöselosteiden tuottamisessa: tyypin 3 ympäristöselosteiden tarkoituksena on mahdollistaa tuotteiden ympäristösuorituskyvyn välinen vertailu tuotteiden käyttäjille ja ostajille. Siksi standardin mukaisesti tuotetuissa ympäristöselosteissa tulee mainita vertailtavuuteen liittyvät rajoitukset. Vertailtavuuden rajoitteita ovat muun muassa sellaiset tilanteet, joissa tuotteen elinkaariarvioinnissa ei ole otettu huomioon kaikkia elinkaaren aikaisia vaiheita, sekä sellaiset tilanteet, joissa tuoteryhmäsäännöt (PCR) eivät ole samat vertailtavien tuotteiden välillä. [23, s. 18.]

Tuoteryhmäsääntöjen (PCR) sekä tuotteiden vertailtavuuteen liittyvät keskeisimmät kriteerit ovat tuoteryhmän määrittely ja kuvaus, elinkaariarvioinnissa huomioidut sekä huomiotta jätetyt osiot, materiaaleja koskevat säännöt, sekä voimassaoloaika. Oleellinen tieto, joka tulee lisäksi sisällyttää ISO 14025 -standardin mukaiseen ympäristöselosteeseen, on julkilausuma, että eri ohjelmiin kuuluvat ympäristöselosteet eivät välttämättä ole vertailtavissa. Voimassaoloaika on oleellinen tieto tyypin 3 ympäristöselosteissa, sillä teknologiassa ja muissa olosuhteissa tapahtuu ajan myötä muutoksia, jotka voivat vaikuttaa merkittävästi ympäristöselosteessa esitellyn informaation todenmukaisuuteen suhteessa ajan myötä tapahtuneisiin muutoksiin. [23, s. 24, 26, 28, 34, 40.]

Ympäristöselosteiden julkaisemisessa tärkeässä osassa on riippumattoman osapuolen vahvistus. Kansainvälisessä EPD International -ympäristöselostetietokannassa julkaistaan ainoastaan hyväksytyyn riippumattoman osapuolen vahvistamia ympäristöselosteita, joille on tehty standardin mukainen elinkaariarviointi. EPD International on Ruotsin ympäristösuojeluviraston ja teollisuuden perustama ympäristöselostetietokanta, joka on toiminut vuodesta 1998. Ympäristöselosteet tietokantaan julkaistaan erilaisten kansainvälisten ohjelmien kautta, ja EPD International on kansainvälisesti pisimpään toiminut

ympäristöselostetietokanta. Tietokannassa julkaistut ympäristöselosteet täyttävät tilannekohtaisesti standardien ISO 14044, ISO 14025 ja SFS-EN 15804 vaatimukset, mutta tietokantaan julkaistuissa ympäristöselosteissa on käytetty myös muita ympäristöselosteiden tuottamiseen käytettyjä standardeja. [19; 24.]

## **4 Hiilijalanjäljen laskentatyökalu ja laskentaperusteet**

Yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan kehitettiin Excel-pohjainen laskentatyökalu, jossa päästölähteet on jaoteltu scopeihin 1–3. Kasvihuonekaasuprotokollan standardin mukaisesti scope 1 sisältää yrityksen oman toiminnan suorat päästöt, scope 2 sisältää yrityksen ostoenergiaan liittyvät epäsuorat päästöt ja scope 3 sisältää muut yrityksen epäsuorat päästöt [1]. Laskentatyökalu löytyy liitteestä 1.

Tässä luvussa termi ”tuoteryhmä” viittaa isompiin ryhmiin, jotka sisältävät ominaisuuksiltaan sekä kooltaan samankaltaisia tuotteita. Tuoteryhmät sisältävät useampia erilaisia tuotteita, mutta niiden käyttökohteet ovat samat. Esimerkki tuoteryhmästä on luvussa 5.3 mainittu ”arkkilaminaatit”. Tässä luvussa termi ”tuotetyyppi” viittaa tuoteryhmien sisällä oleviin tuotteisiin, jotka ovat keskenään samankaltaisia, mutta eri valmistajan valmistamia. Tuotetyypit ovat siis tuoteryhmien sisällä olevia tuotteita, jotka ovat keskenään identtisiä.

### **4.1 Scope 1 ja 2**

Laskentatyökalussa scope 1 -päästölähteiksi on merkitty yrityksen omat henkilöajoneuvot (diesel ja bensiini), pakettiauto (1,2 t, diesel) sekä jakelukuorma-auto (15/9 t, diesel). Scope 1 -päästökertoimina on käytetty Suomen Ympäristökeskuksen yrityksen hiilijalanjäljen laskentaan tarkoitetun Y-HIILARI-hiilijalanjälkilaskurin tietoja [25]. Yrityksellä ei ole omia ajoneuvoja, mutta laskuriin lisättiin ajoneuvojen päästökertoimet, mikäli yritys laajentaa toimintaansa tulevaisuudessa omien ajoneuvojen käyttöön. Omien ajoneuvojen laskennan päästökertoimet ovat yksikössä kg CO<sub>2</sub>/tkm.

Laskentatyökalussa scope 2 -päästölähteiksi on merkitty yrityksen ostama sähkö sekä kaukolämpö. Sähkön osalta scope 2 -päästökertoimina on käytetty Fingridin sekä CO2datan tietoja sähköntuotannon päästöistä tuotantomuodittain [26; 27]. Kaukolämmön osalta scope 2 -päästökertoimena on käytetty Motivan julkaisemaa vuoden 2022 kaukolämmöntuotannon päästökerrointa. [28.]

Ostosähkön hiilijalanjäljen laskenta perustui päästökertoimien lisäksi taloyhtiön toimittamiin toimipistekohtaisiin sähkönkulutustietoihin. Ostetun kaukolämmön hiilijalanjäljen laskenta perustui päästökertoimien lisäksi taloyhtiön toimittamiin kiinteistökohtaisiin lämmönkulutustietoihin. Toimipistekohtaisen lämmönkulutuksen arvioinnissa kiinteistökohtainen lämmönkulutus suhteutettiin toimipisteen pinta-alaan. Toimipisteen lämmönkulutuksen laskentakaava (kaava 2) on esitelty seuraavaksi, jossa kirjain x kuvaa toimipistekohtaista lämmönkulutusta:

$$x = \frac{\text{Toimipisteen pinta-ala (m}^2\text{)}}{\text{Kiinteistön pinta-ala (m}^2\text{)}} \times \text{Lämmönkulutus}_{\text{kiinteistö}} \text{ (MWh)} \quad (2)$$

Sähkön- ja (kaavalla 2 lasketut) lämmönkulutustiedot ovat yrityksen toimintatietoja, joiden avulla voidaan laskea kaavan 2 mukaisesti niiden hiilijalanjälki. Kuvassa 5 on esitelty laskentatyökalun osiot scope 1 ja 2.

SCOPE 1			
OMA TOIMINTA			
Ajoneuvot	km	Päästökertoin (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Oma auto, diesel			
Oma auto, bensiini			
Pakettiauto (1,2 t), Diesel			
Jakeluorma-auto (15/9 t)			
Yhteensä			0,0

SCOPE 2						
ENERGIA JA LÄMMITYS						
Sähköopimus	Energiamuoto	MWh (yhteensä)	MWh (energiamuodittain)	Päästökertoin (kg CO <sub>2</sub> e/MWh)	Prosenttiosuus (%)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Sähköopimus, yrityksen nimi	Energiamuoto 1					
	Energiamuoto 2					
	Energiamuoto 3					
Yhteensä						0,0

Lämmitysmuoto	Kiinteistön pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Toimipisteen pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Kiinteistön kaukolämpö (MWh)	Toimipisteen kaukolämpö (MWh)	Päästökertoin (kg CO <sub>2</sub> e/MWh)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Kaukolämpö, yrityksen nimi						0,0

Kuva 5. Laskentatyökalun osiot scope 1 ja 2.

## 4.2 Scope 3

Laskentatyökalussa scope 3 -päästölähteet on jaoteltu yrityksen tekemiin hankintoihin, hankintojen kuljetuksiin, työmatkoihin, vientilogistiikkaan sekä jätteisiin.

### 4.2.1 Hankinnat

Scope 3 -hankintojen hiilijalanjälki on laskettu ”kehdosta portille” -menetelmällä, jossa otetaan huomioon tuotehankintojen elinkaaren aikaiset päästöt ennen tuotteiden toimittamista asiakkaille. Scope 3 -hankintojen päästökertoimina on käytetty avoimen päästötietokannan päästökertoimia, avointa ympäristöselostetietokannan tietoja, sekä tutkimuksia tai selvityksiä materiaalien ja valmistusmenetelmien päästöistä. Laskennassa käytetyt avoimet tietokannat ja laskuri ovat kotimainen asiantuntijoiden ylläpitämä OpenCO2, kansainvälinen EPD International, sekä WWF:n ilmastolaskuri [19; 29; 30]. Hankintojen laskennan päästökertoimet on muunnettu yksikköön kg CO<sub>2</sub>/kg.

Scope 3 -hankintojen hiilijalanjäljen laskenta perustui päästökertoimien lisäksi tuotehankintojen sekä materiaalihankintojen tilausmääriin. Tilausmäärät selvitetiin tavarantoimittajilta tuotekohtaisesti kilogrammoina, jolloin yrityksen toimintatiedot hankintojen osalta olivat tilausmäärät kilogrammoina. Scope 3 -hankinnat jaettiin tuoteryhmiin, ja tuoteryhmien sisäisen materiaali- ja tuotetyypivaihtelun vuoksi hankintojen päästökertoimiksi valittiin mahdollisimman tarkasti tuotetyypistä tai tuotteen materiaalia vastaava päästökerroin. Lähes kaikille tuote- ja materiaalihankinnoille löytyi hyvin vastaava päästökerroin avoimesta päästötietokannasta tai samankaltaisten tuotteiden ympäristöselostetietojen perusteella. Kahdelle tuotteelle saatiin tavarantoimittajan kanssa yhteistyössä selvitettyä valmistajan tuotekohtaiset päästökertoimet, mutta kahden tuotetyypin kohdalla jouduttiin tukeutumaan materiaaliikohtaisiin arviointeihin päästökertoimien valinnassa.

Tuotetyypit, joissa tukeuduttiin arviointeihin materiaalien vaikutuksesta päästökertoimen suuruuteen, olivat sellaisia tuotteita, jotka on valmistettu useista eri materiaaleista. Ensimmäisen tuotetyypin päästökertoimen arvioinnissa selvitettiin tuotetyypin hankintojen tuotetiedoista eri materiaalien osuudet prosenttiosuuksina. Prosenttiosuudet tuotteiden sisältämistä materiaaleista laskettiin tuotetietojen perusteella tuotteiden tilausmääriin (kg) suhteutettuna keskiarvona. Materiaalikohtaiset päästökertoimet selvitettiin samankaltaisten tuotteiden ympäristöselostetiedoista, sekä erään yliopiston että yhden suurimman alalla toimivan valmistajan julkaisemista tiedoista. Selvitetty materiaalikohtaiset päästökertoimet yhdistettiin yhteiseksi päästökertoimeksi, jossa jokainen materiaalikohtainen päästökerronin sai päästökertoimen laskennassa suhteutetun keskiarvon mukaisen painotuksen. Toisen tuotetyypin osalta valmistaja ei ole halunnut kertoa tuotteiden sisältämiä komponentteja tai niiden tarkkaa prosenttiosuutta tuotteissaan. Tämän vuoksi laskenta tehtiin niiden tietojen perusteella, jotka olivat saatavilla valmistajalta. Tuotetyypin päästökertoimen arvioinnissa huomioitiin ainoastaan valmistajan ilmoittama ”pääkomponentti”, joka kattoi noin 80 % tuotetyypin komponenteista. Kuvissa 6–8 on esitelty laskentatyökalun scope 3 -hankintojen osio sisältäen hankintojen kuljetukset.

SCOPE 3				
HANKINNAT				
ARKKI				
Tuoteryhmät	Tuotetyyppi jako	kg	Päästökerronin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Arkkipaperit Ruotsi	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 3			
	Tuotetyyppi 4			
	Tuotetyyppi 5			
	Tuotetyyppi 6			
Arkkipaperit Suomi	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 3			
	Tuotetyyppi 4			
	Tuotetyyppi 5			
	Tuotetyyppi 6			
Arkkilarrat ja -laminaatit Ruotsi	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 3			
Arkkilarrat ja -laminaatit Suomi	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 3			
	yhteensä		0	yhteensä 0,0

Kuva 6. Laskentatyökalun osio scope 3 -hankinnat, arkki.

SUURKUVA				
Tuoteryhmät	Tarkempi jako	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Suurkuvatarrat ja laminaatit	Tuotetyyppi 1 Tuotetyyppi 2			
Suurkuvatavikkeet Suomi	Tuotetyyppi 1 Tuotetyyppi 2 Tuotetyyppi 3 Tuotetyyppi 4 Tuotetyyppi 5			
Suurkuvatavikkeet Ruotsi	Tuotetyyppi 1 Tuotetyyppi 2 Tuotetyyppi 3 Tuotetyyppi 4 Tuotetyyppi 5			
Suurkuvalevyt	Tuotetyyppi 1			
	yhteensä	0		yhteensä 0,0

PAINOVÄRIT			
	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Painovärit yhteensä			
Arkkipainovärit			
Suurkuvapainovärit			0,0

MUSTEET			
	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Musteet yhteensä			
Arkkimusteet			
Suurkuvamusteet			0,0

Kuva 7. Laskentatyökalun osio scope 3 -hankinnat, suurkuva, painovärit ja musteet.

PAKKAUSMATERIAALIT			
Materiaali	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Pakkausmateriaali 1			
Pakkausmateriaali 2			
yhteensä	0		yhteensä 0,0

MUUT			
Muut hankinnat	kpl	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kpl)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Pöytä tietokone			
Kannettava tietokone			
Matkapuhelin			
Metallirunkoinen pöytä			
Sähköpyörä			
Pyörillä varustettu työtuoli			
Satulatuolet			
Sermi			
Monitoimilaite			
yhteensä	0		yhteensä 0

HANKINTOJEN KULJETUKSET				
Tavarantoimittaja	kg	km	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/tkm)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Tavarantoimittaja 1				
Tavarantoimittaja 2				
Tavarantoimittaja 3				
Tavarantoimittaja 4				
Tavarantoimittaja 5				
Tavarantoimittaja 6				
yhteensä	0			yhteensä 0,0

Kuva 8. Laskentatyökalun osio scope 3 -hankinnat, pakkausmateriaalit, muut ja hankintojen kuljetukset.

#### 4.2.2 Hankintojen kuljetukset

Laskentatyökalussa yritykseen kohdentuvien kuljetusten osalta päästökertoimiksi on valittu Y-HILARI-hiilijalanjälkilaskurin päästökertoimet konttialus (1000 TEU) sekä jakelukuorma-auto (15/9 t) [25]. Konttialuksen (1000 TEU) päästökerronta käytettiin laskennassa Ruotsista tulevien merikuljetusten osalta ja jakelukuorma-auton (15/9 t) päästökerronta käytettiin laskennassa Suomesta tulevien tiekuljetusten osalta. Kuljetusten päästökertoimet laskennassa ovat yksikössä kg CO<sub>2</sub>/tkm.

Scope 3 -kuljetusten hiilijalanjäljen laskenta perustui päästökertoimien lisäksi tuotehankintojen tilausmääriin (kg) sekä kuljetusmatkoihin (km). Yrityksen toimintatietoina scope 3 -kuljetusten osalta olivat tilausmäärät kilogrammoina sekä kilometrikohtainen kuljetusmatka. Kuljetusetäisyydet saatiin selvitettyä tavarantoimittajilta ja kuljetusmuotojen osalta tehtiin oletuksia yleisimpien tavarankuljetusmuotojen perusteella. Ruotsista yritykseen suuntautuvat kuljetukset oletettiin suoritetuksi konttialuksella ja Suomesta yritykseen suuntautuvat kuljetukset oletettiin suoritetuksi jakelukuorma-autolla.

#### 4.2.3 Työmatkat ja vientilogistiikka

Yrityksen työmatkojen osalta laskentatyökaluun lisättiin lentomatkojen, henkilöautojen sekä julkisen liikenteen Y-HIILARI-hiilijalanjälkilaskurin päästökertoimet [25]. Yritys ei käyttänyt kyseisiä työmatkustusmuotoja laskentavuonna, mutta ne lisättiin laskentatyökaluun, mikäli tulevaisuudessa työmatkustusmuotoja tullaan käyttämään. Sen sijaan yrityksen työmatkat koostuivat laskentavuonna taksimatkoista, jonka päästökerroin lisättiin laskentatyökaluun myös Y-HIILARI-hiilijalanjälkilaskurista [25]. Taksimatkat muunnettiin yrityksen toimintatietoihin kirjatusta euromäärästä kilometreiksi Lähitaksin kilometrikohtaisen hinnaston perusteella [31]. Työmatkojen päästökertoimet laskennassa ovat yksikössä kg CO<sub>2</sub>/tkm.

Scope 3 -vientilogistiikan kattavat päästötiedot saatiin selvitettyä suoraan logistiikkayrityksiltä, jonka takia kummankaan logistiikkayrityksen kohdalla päästömäärien laskentaan ei tarvittu päästökertoimia. Ensimmäinen logistiikkayritys antoi laskentavuoden päästömäärän tarkkana lukuna ja toinen logistiikkayritys antoi sellaiset päästötiedot, joiden avulla päästömäärän pystyi selvittämään yksinkertaisella vähennyslaskulla. Kuvassa 9 on esitelty laskentatyökalun osiot scope 3 -työmatkat ja vientilogistiikka.

TYÖMATKAT					
Ajoneuvo	km	€	Päästökertoimen (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Muuntokerroin €/km	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Henkilöauto, Diesel					
Henkilöauto, Bensini					
Taksi					
Bussi					
Juna					
Lento < 400 km					
Lento > 400 < 1000 km					
Lento n. 2000 km (EU)					
Lento > 3000 km					
yhteensä		0	0	Yhteensä	0,0

VIENTILOGISTIIKKA				
Logistiikkayritys	Rahtipaino (kg)	Kuljetuskerrat (kpl)	Kuljetusetäisyys (km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Logistiikkayritys 1				
Logistiikkayritys 2				
Logistiikkayritys 3				
yhteensä		0	Yhteensä	0,0

Kuva 9. Laskentatyökalun osio scope 3 -työmatkat ja vientilogistiikka.

#### 4.2.4 Jätteet

Jätteiden sekä tulevaisuuden potentiaalisten toimistotarvikehankintojen osalta laskentatyökaluun siirrettiin WWF:n ilmastolaskurista niihin liittyvät päästökertoimet. Jätteiden päästökertoimet valittiin WWF:n ilmastolaskurista, sillä laskurissa on maininta päästötietojen tulleen suoraan HSY:ltä. Jätteiden päästöjen laskennassa jaoteltiin erikseen pahvijätteet, paperijätteet ja muut jätteet. Muiden jätteiden osuus oli laskentavuonna merkityksetön hiilijalanjäljen laskennan tulosten kannalta, minkä vuoksi niiden jätelajikohtaisia määriä ei ollut tarpeen arvioida. Sen sijaan kaikki muut jätteet kuin paperijäte ja pahvijäte niputettiin sekajätteeksi. Laskentatyökalussa jätteet on jaoteltu jätelajikohtaisesti yrityksen mahdollista tulevaisuuden jätelajikohtaisten päästömäärien seurantaan varten. Jätteiden päästökertoimet laskennassa ovat yksikössä kg CO<sub>2</sub>/kg.

Scope 3 -jätteiden hiilijalanjäljen laskenta perustui päästökertoimien lisäksi jätelajikohtaisiin määriin (kg) sekä kuljetusmatkoihin (km). Yrityksen toimintatiedot jätteiden osalta olivat jätelajikohtaiset määrät (kg) sekä jätteiden kuljetusmatkat (km). Laskentavuoden paperijätteen määrä selvitettiin KKL Lindholmilta, ja pahvijätteiden määrä sekä muiden jätteiden määrä arvioitiin yrityksen sisällä perustuen jätesäiliöiden täyttötillavuuteen sekä tyhjennysväliin. KKL Lindholm on Uudellamaalla toimiva keräyspahvin ja -paperin kuljetusyritys [32]. Paperi- ja pahvijätteiden kuljetusmatka saatiin selvitettyä KKL Lindholmilta ja muiden jätteiden osalta arvioitiin HSY:n kuljetusmatka. Kuljetusmatkan arviointi suoritettiin selvittämällä kuljetusmatka jätteiden loppusijoituspaikkaan ja kertomalla tämä luvulla

2,5. Kuljetusmatkan arvioinnissa HSY:n osalta käytettiin kerrointa 2,5 perustuen arvioon HSY:n jätteiden kuljetusreiteistä. Kuvassa 10 on esitelty laskentatyökälun osio scope 3 -jätteet sisältäen laskentatyökälun viimeisen taulukon, jossa scope-kohtaiset hiilijalanjäljet on laskettu yhteen.

JÄTTEET						
Jätteet, KKL Lindholm	kg	km	Päästökertoimen (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästökertoimen diesel (kg CO <sub>2</sub> e/l)	Kulutus l/100km	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Paperi						
Pahvi						
<b>Yhteensä</b>	<b>0</b>				<b>Yhteensä</b>	<b>0,0</b>

Jätteet, HSY	kg	km	Päästökertoimen (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästökertoimen (kg CO <sub>2</sub> e/tkm)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Sekajäte					
Energia					
Metalli					
Muovi					
Lasi					
Biojäte					
Vaarallinen jäte					
SER					
Hukaväri					
<b>Yhteensä</b>	<b>0</b>			<b>Yhteensä</b>	<b>0,0</b>

SCOPE 1 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
SCOPE 2 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
SCOPE 3 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
Hankinnat ja niiden logistiikka	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
<b>PÄÄSTÖT YHTEENSÄ</b>	<b>0,0 tonnia CO<sub>2</sub></b>

Kuva 10. Laskentatyökälun osio scope 3 -jätteet.

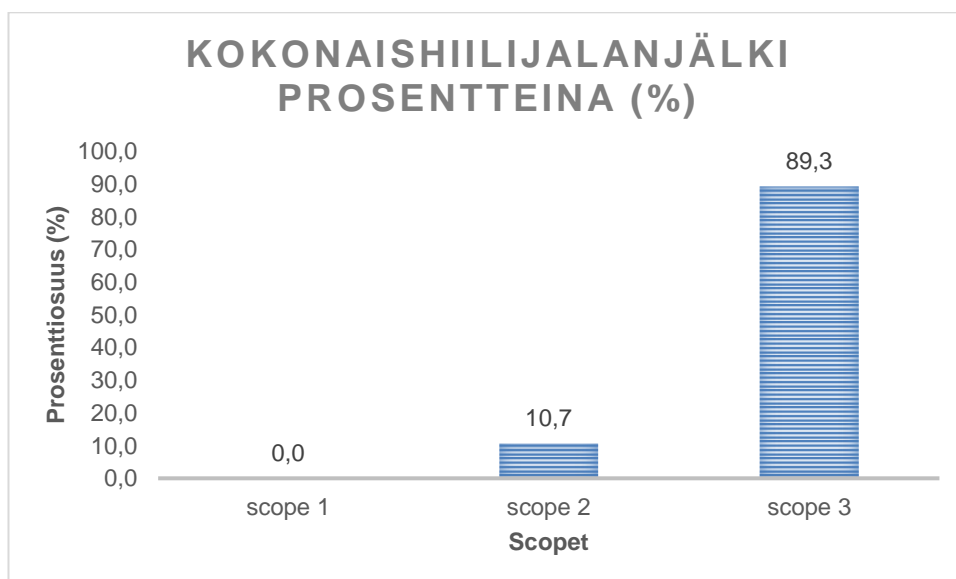
## 5 Bofori Oy:n hiilijalanjälki

Yrityksen pyynnöstä kokonaishiilijalanjälkeä sekä tarkkoja tuotetietoja ei tuoda ilmi tässä työssä. Hiilijalanjäljen laskennalliset tulokset on suhteutettu prosenttiosuuksina yrityksen kokonaishiilijalanjälkeen, ja yrityksen hankinnat on niputettu tuoteryhmiin. Yrityksen hiilijalanjäljen laskennassa päästökertoimina on käytetty laskentavuoden päästökertoimia tai viimeisimpiä julkaistuja tietoja materiaali-kohtaisista päästöistä.

### 5.1 Kokonaishiilijalanjälki

Bofori Oy:n vuoden 2022 hiilijalanjälki rakentui suurimmaksi osaksi scope 3 -päästöistä, joiden osuus oli 89,3 % yrityksen kokonaishiilijalanjäljestä. Tämä johtuu siitä, että yrityksen toiminnan keskipisteenä on materiaalihankinnat, ja laskentavuonna yritys ei omistanut omia ajoneuvoja tai laitteita. Loput yrityksen hiilijalanjäljestä rakentui ostoenergiaan liittyvistä epäsuorista scope 2 -

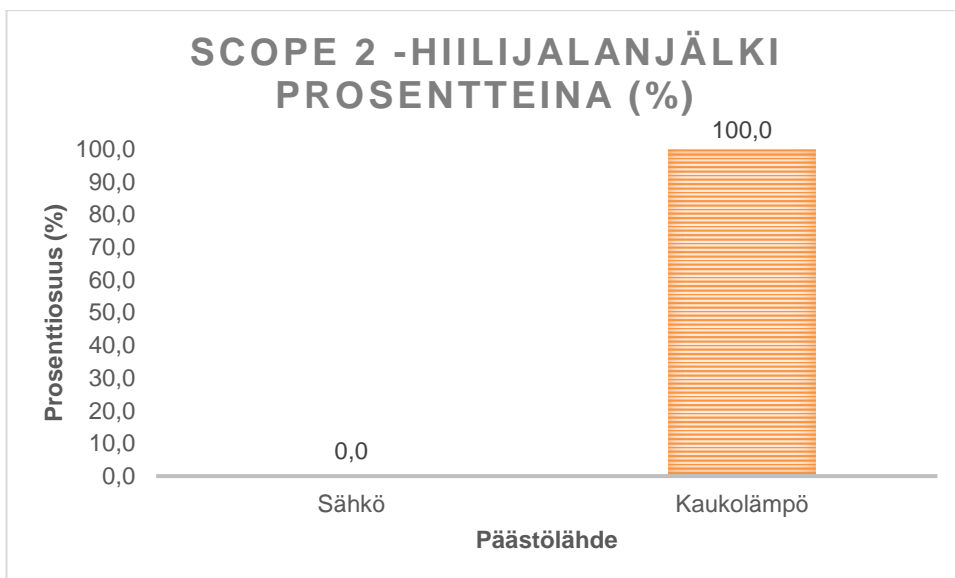
päästöistä, joiden osuus oli 10,7 % yrityksen kokonaishiilijalanjäljestä. Suuri ero scope 2 -päästöjen ja scope 3 -päästöjen välillä selittyy osaltaan vähäpäästöisellä sähkösovimuksella, jolloin kaikki scope 2 -päästöt ovat peräisin yrityksen käyttämästä kaukolämmöstä. Laskennan tulos vastaa media-alan ja graafisen teollisuuden yrityksen hiilijalanjäljen rakennetta, sillä yleisesti noin 93 % alan yritysten päästöistä syntyy epäsuorista scope 3 -päästöistä [18, s.12]. Myös scope 2 -päästöt ovat tyypillisiä graafisen teollisuuden yritykselle, sillä alan yrityksissä ostoenergian päästöt kattavat yleisesti noin 6–13 % yrityksen kokonaishiilijalanjäljestä [18, s. 36]. Yrityksen kokonaishiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 11.



Kuva 11. Bofori Oy:n kokonaishiilijalanjäljen rakenne prosentteina.

## 5.2 Scope 1 ja 2

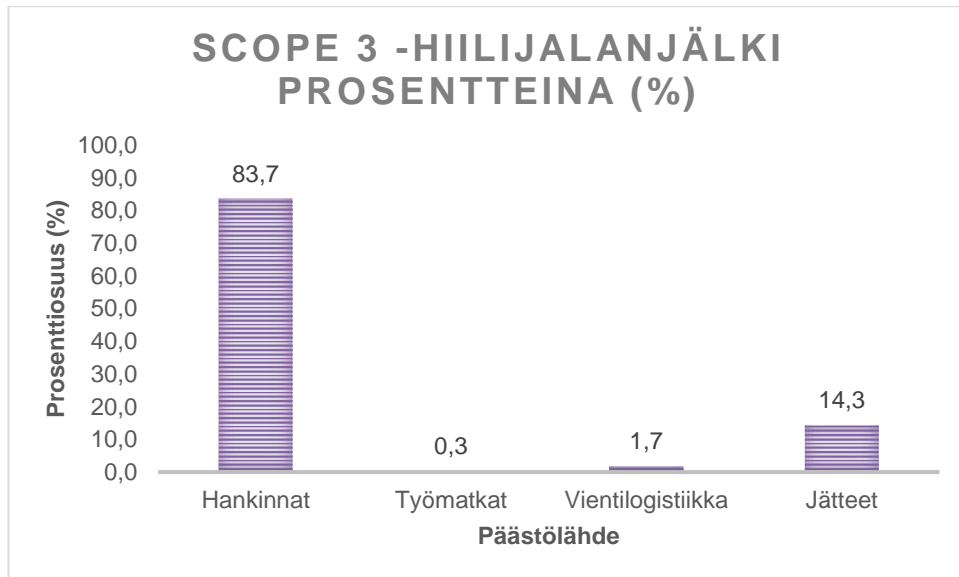
Bofori Oy:llä ei ollut laskentavuonna omistusajoneuvoja tai omia laitteita, minkä takia Scope 1 -päästöjä ei ollut vuonna 2022. Kaukolämpö oli käytännössä ainoa päästölähde scope 2 sisällä, sillä laskentavuonna sähkön päästöt olivat niin pienet, ettei se kattanut edes prosentin kymmenystä scope 2 sisäisiin päästöihin suhteutettuna. Scope 2 -hiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 12.



Kuva 12. Bofori Oy:n scope 2 -hiilijalanjälki prosentteina.

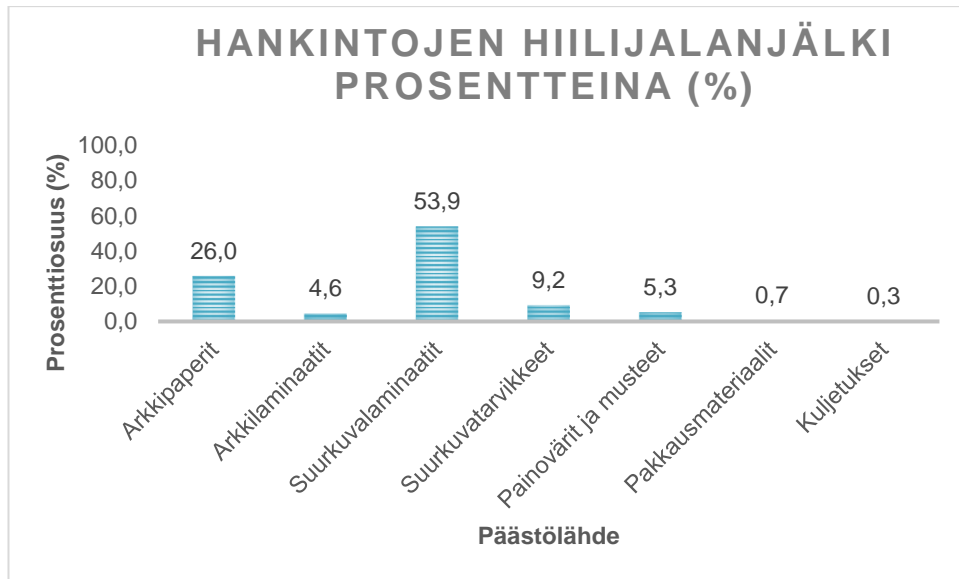
### 5.3 Scope 3

Bofori Oy:n vuoden 2022 scope 3 -hiilijalanjälki rakentui suurimmaksi osaksi yrityksen tekemistä hankinnoista, joka kattoi scope 3 -päästöistä 83,7 %. Toiseksi suurimmat päästöt aiheutuivat jätelogistiikasta, jonka osuus scope 3 -päästöistä oli 14,3 %. Kolmanneksi suurimmat päästöt scope 3 sisällä aiheutui vientilogistiikasta, jonka osuus scope 3 -päästöistä oli 1,7 %, ja pienimmät päästöt scope 3:n sisällä aiheutui työmatkustuksesta, jonka osuus scope 3 -päästöistä oli 0,3 %. Hankintojen osuus päästöistä on tyypillinen graafisen teollisuuden yritykselle, sillä yleisesti alan yritysten scope 3 -päästöistä 68–88 % aiheutuu materiaali- ja palveluhankinnoista [18, s. 36]. Scope 3 -hiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 13.



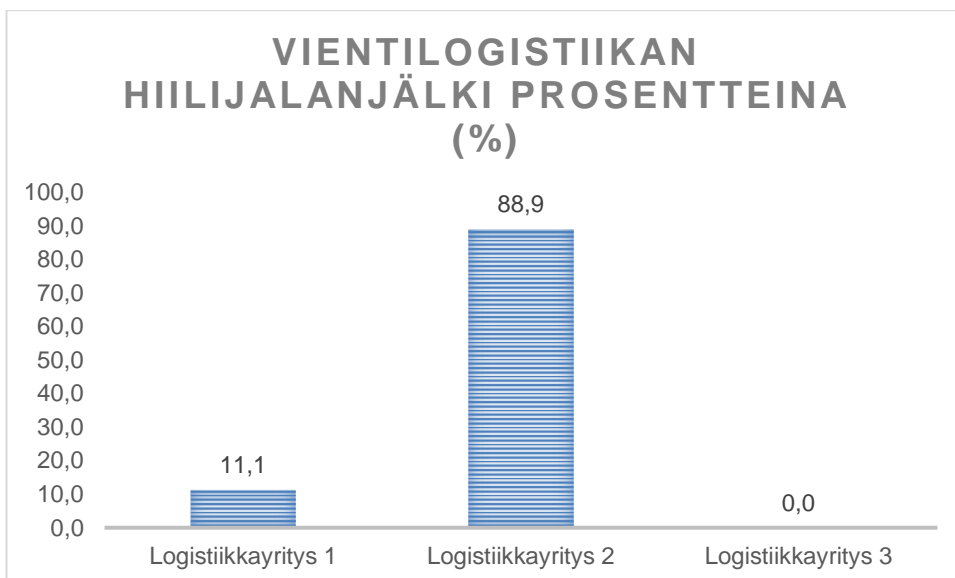
Kuva 13. Bofori Oy:n scope 3 -hiilijalanjälki prosentteina.

Bofori Oy:n vuoden 2022 Scope 3 -hankintojen päästöistä selvästi suurimmat päästöt aiheutuivat suurkuvalaminaateista ja suurkuvatarvikkeista, joiden osuus kattoi 63,1 % scope 3 -hankintojen hiilijalanjäljestä. Seuraavaksi suurimmat päästöt scope 3 -hankintojen sisällä aiheutuivat arkkilaminaateista ja arkkipape-reista, joiden osuus kattoi 30,6 % hankintojen hiilijalanjäljestä. Painovärit ja painomusteet kattoivat laskentavuonna 5,3 % hankintojen hiilijalanjäljestä ja pakkausmateriaalit kattoivat 0,7 % hankintojen hiilijalanjäljestä. Yritykselle suuntautuvien hankintojen kuljetusten osuus kattoi loput 0,3 % hankintojen hiilijalanjäljestä. Suuret erot päästöissä scope 3 -hankintojen tuoteryhmien osalta selittyy tuotteiden materiaalikohtaisilla eroilla sekä tilausmäärillä. Suurkuvapuolen hankinnat olivat materiaalien osalta päästöintensivisempiä kuin arkkipuolen hankinnat, ja painovärien ja -musteiden sekä pakkausmateriaalien osuudet olivat tilausmäärissä hyvin pieniä muihin ryhmiin verrattuna. Scope 3 -hankintojen Bofori Oy:lle suuntautuvien kuljetusten hiilijalanjälki oli laskentavuonna hyvin pieni, sillä kuljetusten välimatkat olivat lyhyet. Scope 3 -hankintojen hiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 14.



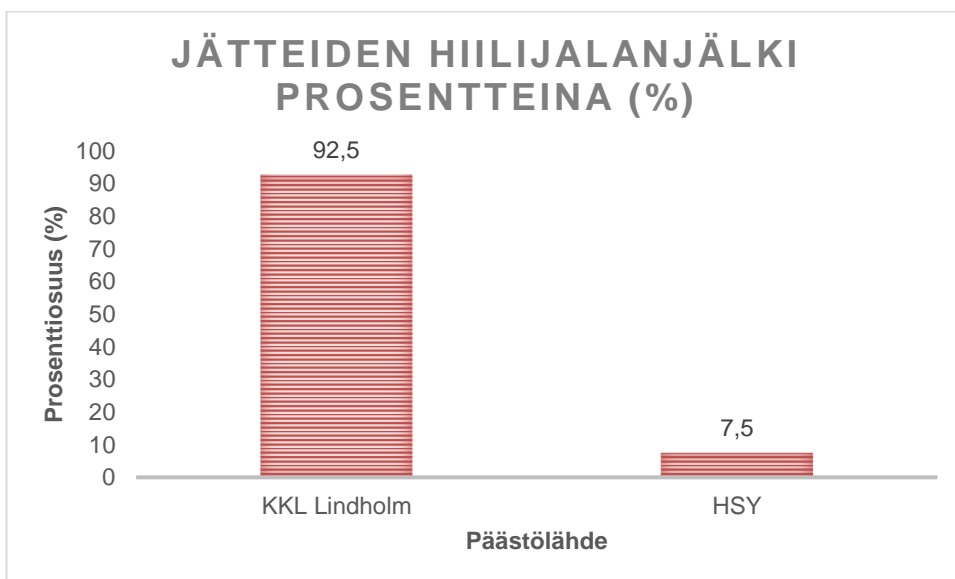
Kuva 14. Bofori Oy:n scope 3 -hankintojen hiilijalanjälki prosentteina.

Bofori Oy:n scope 3 -vientilogistiikan päästöt jakautuivat kolmen logistiikkayrityksen välillä niin, että 11,1 % päästöistä aiheutui ensimmäisen logistiikkayrityksen Bofori Oy:ltä asiakkaille suuntautuvista kuljetuksista ja loput 88,9 % toisen logistiikkayrityksen Bofori Oy:ltä asiakkaille suuntautuvista kuljetuksista. Kolmannen logistiikkayrityksen toiminnasta ei aiheutunut lainkaan päästöjä. Molempien päästöjä tuottavien logistiikkayritysten toiminta oli laskentavuonna vähäpäästöistä, ja erot päästöissä selittyvät rahtipainon sekä kuljetusetäisyyksien eroilla. Scope 3 -vientilogistiikan hiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 15.



Kuva 15. Bofori Oy:n vientilogistiikan hiilijalanjälki prosentteina.

Bofori Oy:n scope 3 -jätteiden päästöt jakaantuivat vuonna 2022 kahden jätehuoltoyrityksen välillä niin, että 92,5 % jätteiden päästöistä aiheutui KKL Lindholmin noutamista jätteistä ja loput 7,5 % jätteiden päästöistä aiheutui HSY:n noutamista jätteistä. Laskentavuoden erot jätteiden päästöissä selittyvät jätelajikohtaisilla määrillä: KKL Lindholm vastasi paperi- sekä pahvijätteistä, joita oli vuonna 2022 suurin määrä kaikista jätelajeista, ja HSY vastasi lopuista jätteistä, joiden määrä oli hyvin pieni paperi- ja pahvijätteisiin verrattuna. Scope 3 -jätteiden hiilijalanjälki on esitelty prosenttiosuuksina kuvassa 16.



Kuva 16. Bofori Oy:n jätelogistiikan hiilijalanjälki prosentteina.

#### 5.4 Laskennan epävarmuudet

Bofori Oy:n vuoden 2022 hiilijalanjäljen laskenta sisältää useita epävarmuuksia. Kasvihuonekaasuprotokollassa mainitut tieteelliset epävarmuudet liittyvät kaikkiin yrityksen toiminnan päästölähteisiin. Tieteelliset epävarmuudet kattavat kaikki yrityksen kasvihuonekaasupäästöjä aiheuttavat prosessit, sillä yhdenkään kasvihuonekaasupäästöjä tuottavan prosessin absoluuttisia päästömääriä ei tunneta mittaamatta käytetyn prosessin päästömääriä. Tämän vuoksi kasvihuonekaasuprotokollan mukaisessa yrityksen hiilijalanjäljen laskennassa tukeudutaan useimmiten arviointeihin todellisista päästömääristä. [1, s. 54–55.] Tieteellisten epävarmuuksien suuruutta ei arvioida tässä työssä.

Laskentaan liittyvistä arvioinnin epävarmuuksista myöskään mallin epävarmuuksia ei pystytä arvioimaan tässä työssä. Matemaattisen mallin valinnan epävarmuudet on kuitenkin minimoitu perehtymällä laskennassa käytettyihin malleihin ja malleissa käytettyihin yksikköihin tilannekohtaisesti. Perehtyminen laskennassa käytettäviin matemaattisiin malleihin ja yksikköihin poisti epävarmuudet matemaattisen mallin valinnan osalta. Perehtymisen myötä matemaattiset mallit valittiin päästöjä tuottavan prosessin, toimintatietojen yksiköiden, sekä päästökertoimien yksiköiden perusteella.

Laskentaan liittyvistä arvioinnin epävarmuuksista parametrien epävarmuuksia liittyy scope 2 osalta kaukolämmön päästöjen laskentaan ja scope 3 osalta hankintojen ja niiden kuljetusten, työmatkojen, sekä jätteiden päästöjen laskentaan. Kaukolämmön päästöjen laskennan parametrien epävarmuudet liittyvät sekä yrityksen toimintatietoihin että käytettyyn päästökertoimeen. Yrityksen toimintatiedot kaukolämmön osalta olivat kiinteistön lämmönkulutustiedot, josta toimipisteen sekä kiinteistön pinta-alan perusteella arvioitiin toimipisteen lämmönkulutus. Päästökertoimena laskennassa käytettiin Motivan julkaisemaa vuoden 2022 kaukolämmön päästökerrointa, joka ei kuvasta täydellisesti yrityksen käyttämän kaukolämmön tuottaneen laitoksen laitokohtaista päästökerrointa.

Scope 3 -hankintojen osalta parametrien epävarmuudet liittyvät ympäristöselosteista (EPD) valittuihin tietoihin: koska yrityksen käyttämistä tuotteista ei ollut saatavilla ympäristöselosteita, käytettiin tuotekohtaisissa päästömäärien arvioinnissa vastaavanlaisten tuotteiden ympäristöselosteissa ilmoitettuja päästömääriä tuotteen elinkaaren (kehdosta portille) ajalta. Hankintojen kuljetusten osalta parametrien epävarmuudet liittyvät käytettyihin päästökertoimiin sekä kuljetusmatkan arviointiin. Päästökertoimiksi hankintojen kuljetusten osalta valittiin mahdollisimman hyvin kuljetusmuotoja kuvaavat päästökertoimet, mutta tarkkaa tietoa kuljetuksiin käytetyistä ajoneuvomalleista ei ollut. Kuljetusmatkan arvioinnissa epävarmuudet liittyvät kuljetusreitteihin. Kuljetusmatkat Suomesta yritykseen suuntautuvissa kuljetuksissa arvioitiin välimatkoina tavarantoimittajien varastoilta yritykseen, vaikka on mahdollista, että tavarantoimittajan kuljetusreitit ovat olleet pidemmät. Ruotsista yritykseen suuntautuvien kuljetusten osalta kuljetusmatkat arvioitiin Tukholma–Helsinki-laivareittien perusteella huomioimatta Ruotsin sekä Suomen sisäisiä tiekuljetusmatkoja.

Scope 3 -työmatkojen osalta parametrien epävarmuudet liittyvät muuntokertoimeen, jota käytettiin taksimatkojen kilometrimäärän arviointiin. Yrityksen toimintatietoihin kirjatut taksimatkojen euromäärät muunnettiin kilometreiksi Lähitaksin kilometrikohtaisen hinta-arvion perusteella, joka ei kuvasta täydellisesti toteutunutta taksimatkojen kilometrimäärää. Scope 3 -jätteiden osalta parametrien epävarmuudet liittyvät yrityksen toimintatietoihin jätelajikohtaisista määristä, jätekuljetusreittien pituuteen, sekä käytettyihin päästökertoimiin. Jätelajikohtaisten määrien arvioinnissa useat jätelajit niputettiin sekajätteeseen pienien määrien takia, jolloin laskennassa jätelajikohtaiset määrät eivät kuvasta täydellisesti toteutuneita jätelajikohtaisia määriä.

Jätekuljetusreittien pituuden arvioinnissa käytettiin KKL Lindholmin osalta selvitettyjä tietoja jätteiden loppusijoituspaikan etäisyydestä suhteessa yrityksen toimitiloihin. HSY:n jätekuljetusreittien pituuden arvioinnissa käytettiin selvitettyjä tietoja jätteiden loppusijoituspaikan etäisyydestä suhteessa yrityksen

toimipisteeseen ja etäisyys kerrottiin luvulla 2,5 olettaen HSY:n jätekuljetusreitien olevan verrattain pitkiä. Jätteiden päästökertoimien osalta parametrien epävarmuudet liittyvät laskentaa varten WWF:n laskurista poimituihin päästökertoimiin, joiden tieto on vuodelta 2018. Päästökertoimet on saatu suoraan HSY:ltä, mutta jätelajikohtaiset päästömäärät voivat todellisuudessa poiketa jätelajikohtaisten päästökertoimien arvioista. Lisäksi jätekuljetusautojen malleista ei ollut tarkempaa tietoa, minkä takia laskennassa kuljetusmuodon päästökerroin ei täysin kuvasta toteutuneen kuljetusmuodon todellisia päästömääriä.

## 5.5 Ehdotukset hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hallintaan

Bofori Oy:n vuoden 2022 hiilijalanjäljen laskentaan sisältyi ehdotuksia yrityksen hiilijalanjäljen pienentämiseen sekä hallintaan tulevaisuudessa. Ehdotukset liittyvät scope 3-hankintoihin ensisijaisesti siksi, että valtaosa yrityksen päästöistä syntyy scope 3 -hankinnoista. Lisäksi scope 3 -hankintojen hiilijalanjälki on sellainen ryhmä, johon yritys pystyy vaikuttamaan suoraan, kun taas scope 2 -päästöihin ei pystytä yrityksen tasolla vaikuttamaan, sillä ostoenergian sopimukset eivät ole yrityksen päätösvallan alaisuudessa. Yrityksellä ei ollut Scope 1 -päästöjä vuonna 2022, joten sen ryhmän osalta ehdotuksia ei myöskään ole. Seuraavaksi on lueteltu annetut kehitysehdotukset yrityksen hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hallintaan tulevaisuudessa:

- sellaisten tuotehankintojen suosiminen, joista on saatavilla ympäristöseloste
- kierrätysmateriaalien suosiminen tuotehankinnoissa
- suurkuvalaminaattien korvaaminen vähemmän päästöintensiivisillä materiaaleilla (sisältäen yhden tuote-ehdotuksen)
- hiilineutraalit tuotehankinnat tutuilta tavarantoimittajilta.

Tuotteiden ympäristöselosteissa kerrotaan kattavasti niiden elinkaaren aikaisista päästöistä, jolloin yrityksen hiilijalanjäljen laskennassa tuotteet, joista on saatavilla ympäristöseloste, antavat tarkimman mahdollisen laskentatuloksen. Kierrätysmateriaalien käyttö tuotteiden valmistuksessa pienentää tuotteiden hiilijalanjälkeä, ja valtionneuvoston vuoden 2023 kiertotaloutta koskevassa asetus ehdotuksessa mainitaankin, että tulevaisuudessa kierrätysmateriaalisältö tulee olemaan yksi ekologisen suunnittelun vaatimuksista [33, s. 35–36]. Hiilineutraalien tuotteiden elinkaaren aikaiset päästöt on kompensoitu niin, että hiilineutraalien tuotteiden valmistaminen, käyttäminen sekä käytöstä poistaminen eivät lisää hiilidioksidin määrää ilmakehässä. Hiilineutraalien tuotteiden valmistamiseen liittyvissä prosesseissa käytetään mahdollisesti hiilineutraaleja energiamuotoja, sekä kierrätysmateriaalien osuus voi olla korkea hiilineutraaleissa tuotteissa, jolloin päästökompensaation tarve on pienempi tuotteen saattamiseksi hiilineutraaliksi. [34.]

## 6 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laskea Bofori Oy:n vuoden 2022 toiminnan hiilijalanjälki, luoda Excel-pohjainen laskentatyökalu yrityksen vuosittaiseen hiilijalanjäljen seurantaan, sekä antaa kehitysehdotuksia yrityksen hiilijalanjäljen pienentämiseen ja hallintaan tulevaisuudessa. Hiilijalanjäljen laskenta suoritettiin kasvihuonekaasuprotokollan (GHGP) standardoidulla tavalla, kehitysehdotukset listattiin yrityksen sisäiseen hiilijalanjälkiraporttiin, ja Excel-pohjaiseen laskentatyökaluun lisättiin yrityksen merkittävimmät päästölähteet. Lisäksi laskentatyökaluun lisättiin sellaisia päästölähteitä, jotka voivat olla tulevaisuudessa laskennan kannalta merkityksellisiä. Laskentatyökaluun lisättiin laskentaa varten tarvittavat päästökertoimet tuoreimpien avoimien tietokantojen tietojen pohjalta.

Bofori Oy:n vuoden 2022 toiminnan hiilijalanjäljen laskennan tulos on suuntaa antava arvio laskentavuoden päästömäärästä, mutta se ei ole objektiivisesti tarkasteltava tulos. Laskenta sisältää epävarmuuksia, jotka on esitelty tässä työssä, ja laskennan epävarmuudet on esitelty kasvihuonekaasuprotokollan

standardin mukaisella tavalla jaettuna tieteellisiin epävarmuuksiin sekä arvioinnin epävarmuuksiin.

## Lähteet

- 1 The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard. Verkkoaineisto. GHG Protocol. <<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>>. Luettu 8.2.2024.
- 2 Bofori Helsinki: Hiilineutraali painotalo. Verkkoaineisto. Bofori. <<https://www.bofori.fi/>>. Luettu 28.2.2024.
- 3 Ympäristö. Verkkoaineisto. Bofori. <<https://www.bofori.fi/ymparisto>>. Luettu 28.2.2024.
- 4 Bofori. Verkkoaineisto. Finder. <<https://www.finder.fi/Graafisen+alan+palvelut/Bofori/Helsinki/yhteystiedot/2833041#/>>. Luettu 28.2.2024.
- 5 Kasvihuonekaasut lämmittävät. Verkkoartikkeli. Ilmasto-opas. <<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/kasvihuonekaasut-lammittavat>>. Luettu 18.1.2024.
- 6 Kasvihuoneilmiö ja ilmakehän koostumus. Verkkoartikkeli. Ilmasto-opas. <<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/kasvihuoneilmio-ja-ilmakehan-koostumus>>. Luettu 18.1.2024.
- 7 Ilmastonmuutoksen syyt. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <[https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_fi](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fi)>. Luettu 25.1.2024.
- 8 Ilmastolaki. 2022. Verkkoaineisto. Finlex. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220423#Lidm46651396911088>>. 10.6.2022. Luettu 30.1.2024.
- 9 Kasvihuonekaasupäästöt vähenivät vuonna 2022. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <<https://www.stat.fi/julkaisu/cl8d190lnb47r0bvvg344apf0>>. 14.12.2023. Luettu 1.2.2024.
- 10 Ympäristövaikutukset ja -riskit. 2022. Verkkoaineisto. Suomi.fi. <<https://www.suomi.fi/yritykselle/vastuut-ja-velvollisuudet/ymparistovastuut-ja-velvoitteet/opas/yrityksen-ymparistoasioiden-hallinta/ymparistovaiikutukset-ja-riskit>>. Päivitetty 7.4.2022. Luettu 1.2.2024.
- 11 Corporate sustainability reporting. Verkkoaineisto. European Commission. <[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)>. Luettu 2.2.2024.

- 12 Sustainable economy: Parliament adopts new reporting rules for multinationals. 2022. Verkkoaineisto. European Parliament. <<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20221107IPR49611/sustainable-economy-parliament-adopts-new-reporting-rules-for-multinationals>>. 10.11.2022. Luettu 2.2.2024.
- 13 Hallituksen esitys, yritysten kestävyysraportointi (CSRD-direktiivi). 2022. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <<https://tem.fi/hanke?tunnus=TEM082:00/2022>>. Luettu 2.2.2024.
- 14 Kuparinen, Noora. 2023. Kestävyysraportointi kehittyy nyt vauhdilla – Tiedätkö, mitä tuleva CSDR-direktiivi tarkoittaa yrityksesi kannalta. Verkkoartikkeli. Teknologiateollisuus. <<https://teknologiateollisuus.fi/fi/ajankoh-taista/kestavyysraportointi-kehittyy-nyt-vauhdilla-tiedatko-mita-tuleva-csrd-direktiivi>>. 11.4.2023. Luettu 2.2.2024.
- 15 ESRS E1 Climate change. 2022. Verkkoaineisto. EFRAG. <<https://www.efrag.org/Assets/Download?assetUrl=%2Fsites%2Fwebpublishing%2FSiteAssets%2F08%2520Draft%2520ESRS%2520E1%2520Climate%2520Change%2520November%25202022.pdf>>. 31.10.2022. Luettu 4.2.2024.
- 16 Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki tai hiilidioksidipäästö. 2021. Verkkoaineisto. Puutuoteteollisuus. <<https://puutuoteteollisuus.fi/tietoa-puusta-ja-tuotteista/hiilijalanjalki-hiilikadenjalki>>. 20.1.2021. Luettu 2.3.2024.
- 17 Kansallisen kasvihuonekaasujen päästölaskennan tietojen hyödyntäminen ilmastotyön tukena. Ympäristöministeriö. Verkkoaineisto. 2023. <[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165148/YM\\_2023\\_34.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165148/YM_2023_34.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Luettu 2.3.2024.
- 18 Kontiokari, Venla; Pousi, Matti; Saario, Mari; Sihvonen, Heli & Ylimäki, Laura. 2021. Media-alan ympäristövaikutukset ja toimenpiteet kohti hiilineutraaliutta. Verkkoaineisto. Medialiitto. <[https://www.medialiitto.fi/wp-content/uploads/2021/09/Media-alan-ymparistovaikutukset-ja-toimenpiteet-kohti-hiilineutraaliutta\\_Loppuraportti\\_julk.pdf](https://www.medialiitto.fi/wp-content/uploads/2021/09/Media-alan-ymparistovaikutukset-ja-toimenpiteet-kohti-hiilineutraaliutta_Loppuraportti_julk.pdf)>. 14.9.2021. Luettu 14.1.2024.
- 19 The International EPD System. EPD International. Verkkoaineisto. <<https://www.environdec.com/home>>. Luettu 22.2.2024.
- 20 Elinkaariarviointi tukee kestävyysmurrosta. 2022. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <<https://www.syke.fi/elinkaariarviointi>>. Päivitetty 12.2.2024. Luettu 22.2.2024.
- 21 SFS EN-ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020. 2018. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 22 SFS EN 15804:2012 + A2:2019. 2019. Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 23 SFS EN-ISO 14025. 2010. Ympäristömerkit ja -selosteet. Tyypin III ympäristöselosteet. Periaatteet ja menettelyt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 24 Global EPD programme for publication of ISO 14025 and EN 15804 compliant EPDs. Verkkoaineisto. EPD International. <<https://www.environmentaldec.com/about-us/the-international-epd-system-about-the-system>>. Luettu 22.2.2024.
- 25 Y-HIILARI Hiilijalanjälki -työkalu. 2013. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <[https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_\\_kehittaminen/Kiertotalous/Laskurit/YHiilari](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Kiertotalous/Laskurit/YHiilari)>. Päivitetty 8.6.2023. Luettu 26.2.2024.
- 26 Sähköntuotannon ja -kulutuksen CO<sub>2</sub>-päästöarvot. Verkkoaineisto. Fingrid. <<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinainformaatio/co2/>>. Luettu 26.2.2024.
- 27 Rakentamisen päästötietokanta. Verkkoaineisto. CO<sub>2</sub>data. <[https://www.co2data.fi/rakentaminen/#fi\\_id7000000807](https://www.co2data.fi/rakentaminen/#fi_id7000000807)>. Päivitetty 8.2.2024. Luettu 26.2.2024.
- 28 CO<sub>2</sub>-päästökertoimet. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto\\_suomessa/co2-paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-paastokertoimet)>. Päivitetty 19.2.2024. Luettu 26.2.2024.
- 29 OpenCO<sub>2</sub>net - Kaikki tarvitsemasi työkalut matkallesi hiilineutraaliuteen. Verkkoaineisto. OpenCO<sub>2</sub>net. <<https://www.openco2.net/fi/>>. Luettu 26.2.2024.
- 30 Ilmastolaskurilla mittaat työpaikkasi hiilijalanjäljen. Verkkoaineisto. WWF. <<https://www.ilmastolaskuri.fi/>>. Luettu 26.2.2024.
- 31 Lähitaksin hinnastot. Verkkoaineisto. Lähitaksi. <<https://www.lahitaksi.fi/fi/hinnasto>>. Luettu 26.2.2024.
- 32 Keräyspaperi & kuljetus Lindholm Ky. Verkkoaineisto. KKL Lindholm. <<https://www.kerayspaperi-lindholm.fi/>>. Luettu 11.4.2024.
- 33 Kierrätysmateriaalien käyttösuusvelvoite kiertotalouden edistäjänä. 2023. Verkkoaineisto. Valtionneuvosto. <[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164785/VN\\_2023\\_29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164785/VN_2023_29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. 28.3.2023. Luettu 28.2.2024.
- 34 Edmond, Charlotte. 2023. What is a carbon neutral product. Verkkoaineisto. The World Economic Forum. <<https://www.weforum.org/agenda/2023/10/what-is-a-carbon-neutral-product-apple-watch-emissions-sdg/>>. 4.10.2023. Luettu 28.2.2024.

## Laskentatyökalu

Tässä liitteenä olevassa laskentatyökalussa näkyy sen rakenne, mutta kaikki numeeriset arvot on jätetty pois yrityksen pyynnöstä. Scope 1 -päästölaskennat ovat sinisellä pohjalla, scope 2 -päästölaskennat ovat vihreällä pohjalla ja scope 3 -päästölaskennat ovat keltaisella pohjalla. Taulukoissa punaiset lukuarvot ovat ryhmien yhteenlaskettuja hiilidioksidipäästöjä, jotka perustuvat päästökerrointen ja toimintatietojen väliseen rivikohtaiseen laskentaan. Rivikohtaiset laskentatulokset ovat taulukoiden viimeisessä sarakkeessa, ja viimeisen sarakkeen summat ovat punaisella merkatut lukuarvot. Scope-kohtaiset päästömäärät on laskettu yhteen viimeisessä taulukossa, ja scope-kohtaiset laskentatulokset on merkattu punaisina sisältäen myös eriteltynä scope 3 -hankintojen päästömäärän kuljetuksineen (musta lukuarvo).

### SCOPE 1

#### OMA TOIMINTA

Ajoneuvot	km	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Oma auto, diesel			
Oma auto, bensiini			
Pakettiauto (1,2 t), Diesel			
Lakelukuorma-auto (15/9 t)			
		<b>Yhteensä</b>	<b>0,0</b>

### SCOPE 2

#### ENERGIA JA LÄMMITYS

Sähkösopimus	Energiamuoto	MWh (yhteensä)	MWh (energiamuodoltaan)	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/MWh)	Prosenttiosuus (%)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Sähkösopimus, yrityksen nimi	Energiamuoto 1					
	Energiamuoto 2					
	Energiamuoto 3					
		<b>Yhteensä</b>				<b>0,0</b>

Lämmitysmuoto	Kiinteistön pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Toimipisteen pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Kiinteistön kaukolämpö (MWh)	Toimipisteen kaukolämpö (MWh)	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/MWh)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Kaukolämpö, yrityksen nimi						<b>0,0</b>

### SCOPE 3

#### HANKINNAT

##### ARKKI

Tuoteryhmät	Tarkempi jako	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)	
Arkkipaperit Ruotsi	Tuotetyyppi 1				
	Tuotetyyppi 2				
	Tuotetyyppi 3				
	Tuotetyyppi 4				
	Tuotetyyppi 5				
	Tuotetyyppi 6				
Arkkipaperit Suomi	Tuotetyyppi 1				
	Tuotetyyppi 2				
	Tuotetyyppi 3				
	Tuotetyyppi 4				
	Tuotetyyppi 5				
	Tuotetyyppi 6				
Arkkitarat ja -laminaatit Ruotsi	Tuotetyyppi 1				
	Tuotetyyppi 2				
	Tuotetyyppi 3				
Arkkitarat ja -laminaatit Suomi	Tuotetyyppi 1				
	Tuotetyyppi 2				
	Tuotetyyppi 3				
	<b>Yhteensä</b>		<b>0</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>0,0</b>

SUURKUVA				
Tuoteryhmät	Tarkempi jako	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Suurkuvatarrat ja laminaatit	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
	Tuotetyyppi 3			
Suurkuvatarrat	Tuotetyyppi 4			
	Tuotetyyppi 5			
	Tuotetyyppi 1			
	Tuotetyyppi 2			
Suurkuvatarrat	Tuotetyyppi 3			
	Tuotetyyppi 4			
	Tuotetyyppi 5			
Suurkuvalevyt				
		yhteensä	0	yhteensä 0,0

PAINOVÄRIT			
	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Painovärit yhteensä			
Arkkipainovärit			
Suurkuvapainovärit			0,0

MUSTEET			
	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Musteet yhteensä			
Arkkimusteet			
Suurkuvamusteet			0,0

PÄKKÄUSMATERIAALIT			
Materiaali	kg	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Päkkäusmateriaali 1			
Päkkäusmateriaali 2			
yhteensä		0	yhteensä 0,0

MUUT			
Muut hankinnat	kpl	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kpl)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Pöytä tietokone			
Kannettava tietokone			
Matkapuhelin			
Metallirunkoinen pöytä			
Sähköpöytä			
Pöyriällä varustettu työtuoli			
Selätuoli			
Sermi			
Monitoimilaite			
yhteensä		0	yhteensä 0

HANKINTOJEN KULUTUKSET				
Tavarantoimittaja	kg	km	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Tavarantoimittaja 1				
Tavarantoimittaja 2				
Tavarantoimittaja 3				
Tavarantoimittaja 4				
Tavarantoimittaja 5				
Tavarantoimittaja 6				
yhteensä		0		yhteensä 0,0

TYÖMATKAT					
Ajoneuvo	km	€	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Muuntokerroin €/km	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Henkilöauto, Diesel					
Henkilöauto, Bensini					
Taksi					
Bussi					
Juna					
Lento < 400 km					
Lento > 400 - 1000 km					
Lento n. 2000 km (EU)					
Lento > 5000 km					
yhteensä		0	0		Yhteensä 0,0

VIENLOGISTIIKKA				
Logistiikkayritys	Rahtipaino (kg)	Kuljetuskerrat (kpl)	Kuljetusetäisyys (km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Logistiikkayritys 1				
Logistiikkayritys 2				
Logistiikkayritys 3				
yhteensä		0		yhteensä 0,0

JÄTTEET						
Jätteet, KKL Lindholm	kg	km	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästökerroin diesel (kg CO <sub>2</sub> e/l)	Kulutus l/100km	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Paperi						
Pahvi						
yhteensä		0				Yhteensä 0,0

JÄTTEET, HSY					
Jätteet, HSY	kg	km	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/kg)	Päästökerroin (kg CO <sub>2</sub> e/km)	Päästöt CO <sub>2</sub> e (t)
Sekajäte					
Energia					
Metalli					
Muovi					
Lasi					
Biojäte					
Vaarallinen jäte					
SER					
Hukkaväri					
yhteensä		0			Yhteensä 0,0

SCOPE 1 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
SCOPE 2 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
SCOPE 3 PÄÄSTÖT	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
Hankinnat ja niiden logistiikka	0,0 tonnia CO <sub>2</sub>
<b>PÄÄSTÖT YHTEENSÄ</b>	<b>0,0 tonnia CO<sub>2</sub></b>