

# KONSERNIN SISÄISEN LOGISTIIKAN SAATTAMINEN HIILINEUTRAALIKSI

Valli Aapo

Opinnäytetyö

Kestävän tuotannon kehittäminen  
Insinööri (YAMK)

2024

Kestävän tuotannon kehittäminen  
Insinööri (YAMK)

---

<b>Tekijä</b>	Aapo Valli	<b>Vuosi</b>	2024
<b>Ohjaaja</b>	Jussi Soppela		
<b>Toimeksiantaja</b>	Yritys x		
<b>Työn nimi</b>	Konsernin sisäisen logistiikan saattaminen hiilineutraaliksi		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	54 + 11		

---

Yritysten toiminnasta aiheutuvia päästöjä tullaan ohjaaman yhä enemmän lainsäädännöllisin keinoin Europan unionin, valtion ja kaupunkien asettamien tavoitteiden mukaisesti. Opinnäytetyön tavoitteena oli vastata kysymykseen: miten yritys x:n eri maissa sijaitsevien tehtaiden välinen logistiikka saadaan hiilineutraaliksi ja antaa toteutuskelpoisia kehitysehdotuksia toimeksiantajalle.

Opinnäytetyön aineistoa kerättiin avainhenkilöiden haastatteluilla sekä tutkimalla olemassa olevien tietojärjestelmien tietoja. Määrällistä tutkimusmenetelmää sovellettiin tietojärjestelmien tilastotietoihin kuljetuksista. Laadullista tutkimusmenetelmää sovellettiin haastatteluilla kerättyyn aineistoon. Työssä koottiin tietoa julkaisuista ja oppaista, miten kuljetuspäästöt lasketaan. Opinnäytetyön tietoperusta perustui kirjallisuuteen, ohjaaviin asiakirjalähteisiin ja artikkeleihin, joista koottiin ajankohtaista tietoa ja eri tahojen asettamia tavoitteita yritysten vastuullisuustyössä.

Opinnäytetyössä selvitettiin, mistä syntyvät tehtaiden väliset kuljetuspäästöt ja miten lasketaan vaikutusalueen 3 epäsuorat päästöt tehtaiden välisissä kuljetuksissa Greenhouse Gas-protokollan standardin mukaan. Kuljetuspäästöjen vähentämiseksi työn tulokset sisältävät kuljetuskustannusten, päästölaskennan ja haastatteluaineiston pohjalta muodostettuja kehitysehdotuksia ja johtopäätöksiä.

Tutkimustulosten perusteella voitiin päätellä, että tehtaiden välisiä kuljetuksia olisi mahdollista kehittää hiilineutraaleimmiksi. Sekä määrällisten että laadullisten tulosten perusteella tehtiin johtopäätös, että kuljetuskustannuksia ja kuljetuspäästöjä on mahdollista vähentää toimintaa parantamalla. Määrällisesti suurimmat päästövähennykset ja kustannussäästöt on saatavissa lentorahdeista. Yhteistyön lisääminen eri sidosryhmien välillä olisi tärkeintä, jotta kehitystä saadaan aikaiseksi. Tehtaiden välisten hankintatapojen pysyvä muuttaminen vaatisi lisätutkimuksia, jotta voitaisiin lisätä vastuullista materiaalien hankintaa ja saada täten aikaan kustannussäästöjä.

<b>Avainsanat</b>	hiilineutraali, kustannus, liiketoiminta, kuljetuspäästöt, vastuullisuus
<b>Muut tiedot</b>	(salattavat liitteet 1–10)

Development of sustainable production  
Master of Engineering

---

<b>Author</b>	Aapo Valli	<b>Year</b>	2024
<b>Supervisor</b>	Jussi Soppela		
<b>Commissioned by</b>	the Company x		
<b>Subject of thesis</b>	Concern internal logistics reaching to be carbon neutral		
<b>Number of pages</b>	54 + 11		

---

Legislative measures from the European Union, national governments, and local authorities will increasingly regulate emissions resulting from company activities in alignment with established goals. The aim of the thesis was to answer how to achieve the logistics carbon neutral between the different located factories of company x and to give implementable development proposals to the company x.

The thesis material was gathered through interviews with key staff members and by reviewing pre-existing information systems. The quantitative research method was applied to information systems statistical data on transport. The material collected from interviews was subjected to qualitative research methodology. The thesis gathered information about publications and guides on how to calculate transport emissions. The foundation of the thesis's knowledge was established upon literature, guiding documents, and articles. Current information and the standards established by different stakeholders will be collected as part of the corporate responsibility efforts of these companies.

In the thesis, it was found out where the transportation emissions between the factories are generated. The greenhouse gas protocol standard methods for determining the indirect emissions of transports between factories in category 3 were clarified. The results of the work on reducing transport emissions are included, based on the emission calculation and interview material, development proposals and a conclusion can be secured.

The research findings suggest that there is potential to enhance the carbon neutrality of transportation between factories through development initiatives. Based on both quantitative and qualitative results, a conclusion was made that it is possible to reduce transport costs and transport emissions by improving operations. Quantitatively, the largest emission reductions and cost savings are available from air cargo. Increasing the cooperation between the different stakeholders would be the most important thing to achieve development. Permanently changing procurement methods outside the factories would require further re-research to increase responsible procurement of materials and thereby achieve cost savings.

**Key words** Carbon neutral, costs, business, transport emissions, responsibility

**Other information** (confidential annexes 1-10)

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	VASTUULLINEN LIIKETOIMINTA .....	9
2.1	Kestävä kehitys ja ympäristövastuu liiketoiminnassa .....	9
2.2	Ympäristöjohtaminen ja ympäristöstrategia .....	11
2.3	Hiilineutraali ja vastuullinen liiketoiminta .....	13
3	HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTELY .....	19
3.1	Hiilijalanjäljen laskentatapoja .....	19
3.2	Hiilijalanjäljen prosessikuvaus .....	22
3.3	Hiilijalanjälki kuljetuksissa .....	24
3.4	Kuljetuspäästöjen laskeminen .....	25
4	KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS .....	28
4.1	Yritys x:n strategian esittely .....	28
4.2	Tutkimuksen vaiheet ja aineiston kokoaminen .....	28
4.3	Tutkimusmenetelmät .....	29
4.4	Tutkimusaineiston analysointi .....	30
5	KEHITTÄMISTYÖN TULOKSET .....	32
5.1	Tehtaiden väliset kuljetuspäästöt .....	32
5.2	Tehtaiden välisen logistiikan nykytilanne .....	34
5.3	Lentorahdin vähentäminen tehtaiden välisissä kuljetuksissa .....	38
5.4	Paikallisen ostamisen kehittäminen .....	40
5.5	Kehitysehdotukset .....	43
6	POHDINTA .....	46
6.1	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	46
6.2	Eettiset lähtökohdat ja luotettavuus .....	48
6.3	Oman osaamisen kehitys .....	48
6.4	Jatkotutkimukset .....	49
	LÄHTEET .....	50
	LIITTEET .....	54

## ALKUSANAT

Haluan kiittää yritys x:n ohjaajaa hyvästä yhteistyöstä ja tuesta työn aikana. Kiitokset myös ohjaajalleni Lapin ammattikorkeakoulun yliopettaja Jussi Soppelalle.

Kiitokset kaikille haastatteluihin osallistuneille.

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
CO2	Hiilidioksidi
IEA	International Energy Agency
SBTi	Science Based Target initiative - Tieteeseen perustuva ilmastoaloite
GHG	Greenhouse Gas
ISO	International Standard Organization
ESG	ympäristö, yhteiskuntavastuu ja hyvä hallintotapa
EEIO	Environmentally extended input - output
JEC	JRC-Eucar-Concawe on Euroopan komission Yhteisen tutkimuskeskuksen, EUCAR:n ja Concaw:n pitkäaikainen yhteistyö.
GREET	Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Technologies
SYKE	Suomen ympäristökeskus
Y-HIILARI	Hiilijalanjälki-työkalu

## 1 JOHDANTO

Hiilestä irtautuminen ja hiilineutraaliustavoitteet asettavat toiminnan kehittämiseksi uusia vaatimuksia, jotka jakaantuvat monelle eri sektorille jokaisessa organisaatiossa. Tavoitteiden saavuttamiseksi uudet vaatimukset on hyvä jakaa osiin ja keskittyä yhteen osa-alueeseen kerrallaan. Hiilineutraaliusstrategiaa voi hyödyntää kilpailukykyetuna, jos pystyy läpinäkyvästi todentamaan saavutetut päästövähennykset ja osoittamaan, että saavutuksissa on onnistuttu. (Sitra 2016.)

Opinnäytetyö tehdään toimeksiantajan tarpeesta saavuttaa yksi strateginen tavoite, olla hiilineutraali vuonna 2025 omassa toiminnassa. Toimeksiantajasta käytetään opinnäytetyössä nimeä yritys x. Opinnäytetyön toimeksiantajana on globaali sähkö- ja elektroniikka-alan yritys x, jonka toimintaa ohjaavat arvot ja niistä johdetut vastuullisuus -ja ympäristöpolitiikat. Yritys x toimii merkittävänä osana uusiutuvan energia- ja ympäristöteknologian globaalia toimitusketjua. Toimeksiantaja kehittää omaa toimintaansa jatkuvan parantamisen periaatteella ja yritys x:llä on ISO-sertifioidut johtamisjärjestelmät.

Tämä kehittämistyö on tärkeä, koska nykyisiin toimintatapoihin tarvitaan muutosta, jotta pystytään toteuttamaan yritys x:n asettamat ympäristötavoitteet. Ympäristöllisen kestävyuden kehittäminen tarjoaa yritykselle esimerkiksi taloudellista hyötyä, parempaa imagoa ja kilpailuetua. Taloudellinen hyöty jakaantuu säästöihin mm. työtunneissa ja kuljetuskustannuksissa. Päästöjen vähentämisellä voidaan vähentää taloudellista riskiä pitkällä aikavälillä. Parempi yritysimago mahdollistaa uusien asiakkaiden saamisen, uusien sidosryhmien löytämisen ja parempia työntekijöitä. (European Environment Agency, 1998, 127.) Jaakolan ym. (2020) mukaan yritykset, jotka tällä hetkellä kehittävät toimintaansa hiilineutraalimpaan suuntaan, hyötyvät siitä kilpailuedun nimissä. Muutaman vuoden päästä hiilineutraalius on todennäköisesti jo yritysten tavanomaista toimintaa. (Jaakola, Suominen & Virta 2020, 86).

Opinnäytetyön tutkimusongelmaksi määritettiin yritys x:n kolmen tehtaan välisen logistiikan saattaminen hiilineutraaliksi. Työn tutkimusongelma on johdettu yritys x:n hiilineutraaliustavoitteesta. Työssä tutkitaan vaikutusalueen 3 kuljetuspäästöjä ja kuljetuskustannuksia tehtaiden välillä. ”Päästöluokittelun vaikutusalue

3.een kuuluvat myytyjen tuotteiden loppukäytöstä ja tavaroiden ja palveluiden hankinnasta syntyneet päästöt eli kaikki epäsuorat päästöt.” (GHG 2004.) Kyseessä ovat yritys x:n omasta toiminnasta aiheutuvat kuljetuspäästöt Suomen tehtaan sekä Euroopan ja Aasian tytäryhtiöiden välillä. Yrityksessä x on jo laskettu vaikutusalueen 1 ja 2 suorina hiilidioksidipäästöjä sähkö- ja lämpöenergiankulutuksen sekä jätehuollon osalta (liite 5). Seuraavaksi hiilijalanjäljen laskentakategoriaksi yritys x on päättänyt ottaa tehtaiden väliset logistiikan päästöt.

Työn tarkoituksena on kartoittaa omien tehtaiden välisen logistiikan nykytilanne sekä millä toimenpiteillä ja miten tehtaiden välinen logistiikka saadaan hiilineutraaliksi. Lisäksi työssä tutkitaan lentorahtien vähentämistä ja paikallisen hankinnan kehittämistä. Tutkimustulosten tavoitteena on tuottaa toteuttamiskelpoisia toimenpiteitä paikallisen hankinnan lisäämiseen ja lentorahtien vähentämiseen. Työssä tutkitaan yritys x:n tehtaiden välisissä kuljetuksissa käytettyjä huolintayrityksiä ja reittejä.

Yritys x on aiemmin mitannut laiva-, lento- ja maantierahtien tehtaiden välisiä kustannuksia euroina. Euromääräiset kuljetuskustannukset ovat kasvaneet merkittävästi mm. Covid-19-pandemia-ajasta johtuvien logistiikkaongelmien takia ja Venäjän helmikuussa 2022 aloittaman hyökkäyssodan aiheuttaman inflaation myötä. Energiahintojen nousussa etenkin polttonesteiden hintojen muutoksilla on ollut merkittäviä kustannusvaikutuksia.

Tutkimusongelmaksi muodostui: Millä toimenpiteillä yritys x:n omien tehtaiden välinen logistiikka saadaan hiilineutraaliksi? Tutkimusongelmasta johdetut tutkimuskysymykset ovat:

1. Mistä omien tehtaiden välisiltä rahtireiteiltä vaikutusalueen 3-luokan päästöt syntyvät ja miten kyseiset päästöt lasketaan?
2. Mitä muutoksia vaaditaan, jotta omien tehtaiden välisiä kuljetuspäästöjä ja kuljetuskustannuksia pystytään pienentämään?



## 2 VASTUULLINEN LIIKETOIMINTA

### 2.1 Kestävä kehitys ja ympäristövastuu liiketoiminnassa

Kestävän kehityksen määritelmä on noussut keskusteluun ensimmäistä kertaa poliittisessa yhteydessään Yhdistyneiden kansakuntien (myöhemmin YK) nk. Brundtlandin komission myötä.

*Brundtlandin komission julkaisusta lähti liikkeelle tahtotila, jossa kestävä kehitys määritellään seuraavasti: Kestävä kehitys on maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. Tämä tarkoittaa myös, että ympäristö, ihminen ja talous otetaan tasavertaisesti huomioon päätöksenteossa ja toiminnassa. Kestävä kehitys on kehitystä, joka tyydyttää nykyiset tarpeet, viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta tyydyttää omat tarpeensa. (Brundtland 1987.)*

Kestävän kehityksen nähdään koostuvan ekologisesta, taloudellisesta ja sosiaalisesta kestävydestä. Kestävän kehityksen lähtökohtana on ekologisesti kestävät toimintatavat, joilla taataan luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemin toimivuuden edellytykset. Ekosysteemin toimivuudessa tapahtuneisiin muutoksiin tulee reagoida välittömästi, minimoida haitat ja periä kustannukset haittojen aiheuttajalta. Taloudellinen kestävyys tarkoittaa sellaista taloudellista kasvua, joka ei pitkällä tähtäimellä kuluta maapallon varoja liikaa eikä perustu kestävämmään velkaantumiseen. Taloudelliseen kestävyteen perustuva talouspolitiikka luo edellytyksiä hyvinvoinnin lisäämiselle ja vaalimiselle. Taloudellinen kestävyys on edellytys sosiaalisen kestävyden onnistumiselle. (Brundtland 1987; Rohweder 2004, 16.)

YK:n Agenda 2030 (2022) kestävä kehityksen tavoite 13 ilmastotekoja (kuvio 1) sisältää neljä pääkohtaa, joilla pyritään kiireellisiin toimiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia vastaan. Tavoitteena on parantaa valmiutta sopeutua ilmastonmuutokseen liittyviin riskeihin ja luonnonkatastrofeihin sekä integroida ilmastonmuutos

toimenpiteet kansallisiin suunnitelmiin ja strategioihin. (Agenda 2030 2022.) Esi-  
merkkejä toteutuskelpoisista vaikutusmahdollisuuksista teollisen pk-yrityksen toi-  
minnassa ovat mm.

- Energiatohokkaat koneet ja laitteet sekä automaation hyödyntäminen.
- Kuljetusten vähentäminen esim. materiaalihankinnoissa, hyvällä suunnittelulla ja ennakkoinnilla.
- Uusiutuvan energian hankinnat, kuten aurinkopaneelit tai sähkösopimus tuulisähköstä.
- Kierrätyksen tehostaminen ja automatiikalla ohjatun led-valaistuksen käyttäminen. (Kattainen 2022, 15.)



Kuvio 1. Kestävän kehityksen tavoite numero 13 ilmastotokeja

Suomi on päättänyt olla edelläkävijä niin kestäväen kehityksen vahvistamisessa kuin ilmastonmuutoksiin liittyvissä ratkaisuisissa. Kestäväen kehityksen toimeenpanossa vaaditaan uusia toteutustapoja, koska kestäväen kehityksen haasteet eivät ratkea vanhoilla keinoilla. (Valtioneuvosto 2022.)

Ympäristövastuun sekä sosiaalisen ja taloudellisen vastuun kantaminen on osa yrityksen kestäväen toimintaa. Yritystoiminta on ympäristövastuullista, kun tunnetaan ja hallitaan toiminnan vaikutukset luontoon, ilmastoon sekä ihmisten terveyteen ja elinolosuhteisiin. (Digi- ja viestintävirasto 2022.) Ympäristövastuun toteuttaminen yritystoiminnassa vaatii ympäristövaikutusten kartoitusta ja hallintaa. Ympäristöjärjestelmän käyttämisen hyödyt yritykselle voivat olla mm. haitallisten ympäristövaikutusten estämistä tai lieventämistä ja vastaavasti hyödyllisten ympäristövaikutusten voimistamista. Hyödyt yritykselle korostuvat silloin, kun ne pystytään kytkemään yrityksen strategiaan tai kilpailuun markkinoilla. (Liappis ym. 2019, 126.)

Ympäristönsuojelulain tarkoitus on ehkäistä ympäristön pilaantuminen, ehkäistä ja vähentää päästöjä. ”Lain tarkoitus on turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö sekä tukea kestävää kehitystä ja torjua ilmastonmuutosta. Lakia voidaan soveltaa teolliseen toimintaan, josta aiheutuu tai saattaa aiheutua ympäristön pilaantumista.” (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 luku 1.) ”Toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista, ympäristöriskeistä ja niiden hallinnasta sekä haitallisten vaikutusten vähentämismahdollisuuksista.” Tätä velvollisuutta kutsutaan nimellä *selvilläolovelvollisuus*. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014 luku 2.) Kyseessä on konkreettisesti toiminnanharjoittajaa velvoittavasta velvollisuudesta. Merenkulun ympäristönsuojelulaki vastaavasti velvoittaa huolintayrityksiä ympäristövastuuseen (Merenkulun ympäristönsuojelulaki 1672/2009).

## 2.2 Ympäristöjohtaminen ja ympäristöstrategia

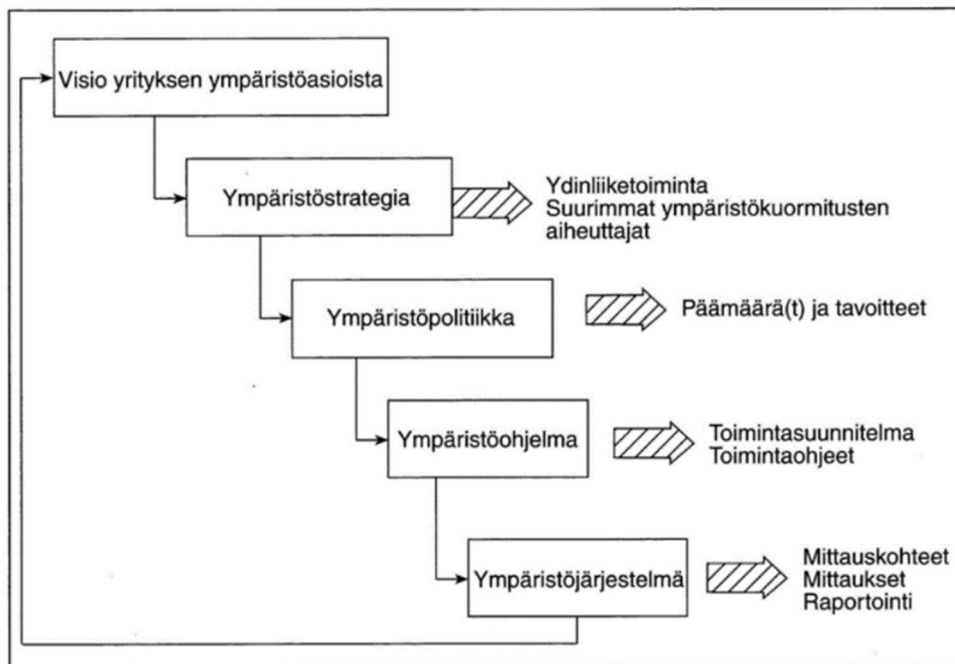
Ympäristöjohtaminen pyrkii huomioimaan ympäristöasiat kaikkialla yrityksen tai organisaation toiminnassa. Ympäristöjohtamisessa on huomioitava ympäristönsuojelun tavoitteet kaikessa yrityksen toiminnassa ja päätöksissä. Tämä tarkoittaa, että palveluiden ja tuotteiden ympäristöhaittoja pyritään vähentämään koko niiden elinkaaren ajan. (Suomen ympäristökeskus 2023.) Linnasen mukaan ympäristöjohtaminen on käsitteenä laaja, ja se pitää sisällään monia käytännön välineitä (Linnanen 1997).

Kattainen ohjeistaa, että ympäristöjohtamisen toteuttaminen onnistuu konsernitason tasolta käytäntöön, kun viestitään ymmärrettävää kieltä. Kaikkien on koettava osallisuutta ja sitoutumishalua yhteiseen kehittämiseen ja tekemiseen. Tavoitteet ja kehittäminen on tärkeää kytkeä mahdollisimman lähelle käytäntöä. Tästä syystä myös työkaluissa ja koulutuksessa on hyvä käyttää mahdollisimman selkeää kieltä ja konkreettisia esimerkkejä. (Kattainen ym. 2022, 10.)

Ympäristöstrategia kuvaa yrityksen suhtautumista ympäristöasioihin. Strategia laaditaan lähtökohtaisesti ympäristöasioiden sisällyttämiseksi yrityksen toimintaan. Ympäristöstrategian luomisessa tulee huomioida yrityksen arvot, visio ja strategia. Ympäristöstrategiassa on keskeistä liiketoiminnallisten tavoitteiden ohella myös yhteiskunnalliset vaikutukset. Mitä yhteiskunnallista hyötyä yritysten

tulisi tuottaa vähentämällä haitallisia ympäristövaikutuksia. (Mätäsaho, Niskala & Tuomala 1999, 16–21.)

Mätäsahon ym. mukaan ympäristöstrategia korostaa vaatimusten mukaista ja ennaltaehkäisevää toimintaa, kilpailukykyä tai kestäväää kehitystä. Ympäristöstrategia tarjoaa yritykselle menestymisen edellytyksiä ja samalla vähentää ympäristöön kohdistuvia haittoja. (Mätäsaho ym. 1999, 16–17.) Niskalan ja Mätäsahon mukaan ympäristöjohtamisen käynnistämisen motivaatiotekijät ovat liiketoiminnalliset hyödyt yritykselle. Hyödyissä korostuvat toimintaa konkreettisesti tehostavat tekijät, joilla yritys voi parantaa kilpailukykyä. Hyödyt jakaantuvat riskienhallintaan, kilpailuetuun, kustannussäästöihin ja parempiin sidosryhmäsuhteisiin. (Mätäsaho ym. 1999, 28.) Ympäristöjohtaminen on jatkuva prosessi (kuvio 2), jonka avulla yritys voi kehittää jatkuvasti toimintaansa ja tuotteidensa kokonaislaatua. Sen avulla saadaan toimintaa ohjattua ympäristöystävällisempään suuntaan esimerkiksi kohti vähähiilistä tai hiilineutraalia liiketoimintaa.



Kuvio 2. Ympäristöjohtamisen osa-alueet (Pohjola 2003)

Ympäristöpolitiikka kattaa keskeiset ympäristövastuun osa-alueet, kuten ydinliiketoiminnan ympäristötekijät, ja yhteistyön tärkeiden sidosryhmien kanssa. Pohjola esittää, että ympäristöpolitiikka linjaa yrityksen ympäristöasioiden tavoitteet strategisella tasolla. (Pohjola 2003, 53–54.) Ympäristöpolitiikan on sovittava yrityksen toimintaympäristöön ja siitä ilmenee, että yritys tai organisaatio on sitoutunut jatkuvaan kehittämiseen ympäristönsuojelun tason parantamiseksi. (Liappis ym. 2019, 125.) Ympäristöpolitiikka siis kertoo, mitä yritys haluaa ympäristönhallinnallaan saavuttaa ja mihin se sillä pyrkii.

Yksittäisen yrityksen ympäristöpolitiikka kertoo ympäristötyön lähtökohdista ja -toimintatavoista sekä ympäristöjohtamisesta. Ympäristönsuojelun tason jatkuvaksi parantamiseksi voidaan asettaa yrityksen toiminnassa mm. seuraavanlaisia päämääriä, kuten jätteiden lajittelu ja jätteiden synnyn ehkäisy, toiminnasta aiheutuvien päästöjen minimointi, energian kulutuksen hallinta ja sidosryhmien kanssa tehtävän yhteistyö ympäristömyönteisten ratkaisujen löytämiseksi. (Laasasenaho ym. 2020.) Näitä päämääriä ja tavoitteita voidaan edistää pilkkomalla ylätason tavoite pienempiin osiin ja kohdistamalla parannustoimenpiteitä askel kerrallaan.

### 2.3 Hiilineutraali ja vastuullinen liiketoiminta

Yritysten toimintaa ohjataan yhä enemmän vastuullisuuteen. Euroopan unioni tavoittelee ilmastoneutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. EU:n 2019 julkaiseman vihreän kehityksen ohjelman avulla on tarkoitus saavuttaa vuodelle 2050 asetettuun tavoite. Ohjelmaan sisältyy aloitteita, jotka kattavat ilmaston, ympäristön, energian, liikenteen, teollisuuden, maatalouden ja kestäväen rahoituksen toimialoja. (Valtioneuvosto 2019.) Yrityksille vihreä siirtymä tarkoittaa mm., että yritykset tavoittelevat lisäarvoa matalilla CO<sub>2</sub>-päästöillä tai hiilineutraaliudella.

Aholan ja Seppälän mukaan hiilineutraalisuuden määritelmä pohjautuu hiilijalanjäljen laskentaan ja vähentämiseen. Tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalisuus vähentämällä omia päästöjä ja kompensoimalla jäljelle jääviä päästöjä. Tärkeimmät keinot ovat organisaatioiden omat energiatehokkuus toimenpiteet ja investoinnit päästöjen alentamiseksi. (Ahola ym. 2014 15.) Yksinkertaistettuna hiili-

neutraali yritystoiminta on sitä, että yrityksen toiminnasta syntyy hiilidioksidipäästöjä saman verran kuin niitä sidotaan ilmakehästä eli vaikutus ilmastonlämpenemiseen on neutraali. Yrityksen toiminta voi olla hiilineutraalia päästöjen vähentämisen ja kompensoinnin jälkeen.

Kompensaatiota käytetään pääsääntöisesti vain lisätoimenpiteenä, jos oman toiminnan tehostaminen ei riitä hiilineutraalisuuden saavuttamiseen. Seppälä selvittää, että hiilidioksidipäästöjen kompensoitioilla viitataan osuuksiin erilaisista ilmastomyönteisistä hankkeista. Tällä tarkoitetaan mm. uusiutuvan energian tai metsänistutusten hankkeita, jotka vähentävät päästöjä muualla. Näin vähennetään päästöjä toisaalla. Myös vapaaehtoisia päästöoikeuksia voi ostaa. (Ahola ym. 2014, 15.)

Ennen oman toiminnan päästöjen laskentaa yrityksen on tunnistettava mistä osasta arvoketjua oman toiminnan päästöjä syntyy. Esimerkkinä kuparituotteita valmistava alihankintayritys. Yritys käsittelee kuparia myytäviksi tuotteiksi omassa tehtaassaan, jolloin sen oma toiminta on ko. raaka-aineen käsittelyä. Tähän kuuluu esimerkiksi sähköä ja polttoainetta omassa tehtaassa. Käsiteltävän raaka-aineen koko arvoketju vastaavasti kattaa kaiken muun toiminnan mm. kupariraaka-aineen louhinnan ja käsittelyn jatkojalostettavaan, käsiteltävään ja kuljetettavaan muotoon. Käytännössä päästöjä syntyy siis kuparin louhinnasta ja tuotannosta, koneiden ja laitteiden valmistuksesta, joilla kuparia käsitellään. Lisäksi päästöjä syntyy raaka-aineen ja valmiiden tuotteiden kuljetuksista ja yrityksen tuottaman jätteen käsittelystä jne. (mukaillen GHG Protocol-standardia 2013). Yrityksen täytyy määritellä selkeästi, mitä yritys tavoittelee hiilineutraalustavoitteilla. Määrittelyllä on merkittävä vaikutus viestinnässä, kun yritys ottaa mukaan tavoitteeseen omia sidosryhmiään tai sisällyttää hiilineutraalustavoitteen strategiaansa.

Ulla Heinonen korostaa blogitekstissään, että yrityksen on luotava vaikuttava strategia, joka puhuttelee tärkeimpiä sidosryhmiä. Strategian tehtävä on auttaa tunnistamaan vastuullisuuden osatekijöitä, jotka ovat keskeisiä yrityksen toiminnassa ja mahdollistavat liiketoiminnan jatkuvuuden. Vastuullisuuden alueet,

kuten ilmastonmuutos, kiertotalous, toimitusketjut ja yhteiskehittäminen, vaikuttavat voimakkaasti yritysten toimintaympäristöön. Heinonen painottaa, että vastuullisuutta on tarkasteltava monipuolisesti ottaen huomioon tulevaisuuskenaariot, liiketoimintamallit, johtamisen ja palkitsemisen näkökulmat. (Heinonen 2020.)

Anttonen (2020) vastaavasti esittää, että yrityksen tulee nivoa ympäristöjohtaminen ja vastuullisuus ydinliiketoimintaansa. Anttonen luettelee, että tätä kautta yritys voi pyrkiä tekemään tulosta ja löytämään uusia arvonluonnin mahdollisuuksia toimimalla vastuullisesti ja ratkaisemalla esim. ympäristöongelmia. Anttonen toteaa, että ympäristöjohtamisen ja vastuullisen liiketoiminnan yhdistetty ja innovatiivinen lähestymistapa voivat kulkea käsi kädessä ja täydentää toisiaan samanaikaisesti. Vastuullisuuden on oltava keskinen osa yrityksen päivittäistä toimintaa, mikä merkitsee sen liittämistä kaikkiin keskeisiin liiketoiminta- ja tukitoimintoihin sekä tuotantoprosesseihin. Anttonen perustelee, että ilman integraatiota vastuullisuus voi jäädä irralliseksi yrityksen toiminnasta, jolloin se ei vaikuta yrityksen liiketoimintaan tai asiakkaiden ja yrityksen arvonluontiin. Vastuullisuuden integroiminen mahdollistaa toimintaan liittyvien riskien ja mahdollisuuksien tunnistamisen ja hallinnan, kirjoittaa Anttonen. (Anttonen 2020.)

Anttonen (2020) ohjeistaa, että jos yritys pyrkii vähentämään nykyisen liiketoimintansa haitallisia vaikutuksia ja siirtymään kohti vastuullisempaa toimintaa, nämä tavoitteet on ensisijaisesti sisällytettävä yrityksen johtamiseen. Borglund ym. (2017) mukaan johtamistyökaluina on käytettävissä mm. ympäristöjärjestelmiä ja vastuullisuuden johtamis- ja raportointijärjestelmiä, kuten ISO 26001 tai Global Reporting Initiative (myöhemmin GRI). Anttonen esittää, että tehokkain tapa tarkastella liiketoimintamahdollisuuksia, arvonluontia ja ympäristöongelmien ratkaisemista on katsella ympäristöjohtamista ja vastuullisuutta innovaatioiden kautta, erityisesti laajentamalla tai muuttamalla ydinliiketoimintaa. Anttonen toteaa, että ympäristöongelmia ratkaisemalla on mahdollista löytää uusia arvonluonnin mahdollisuuksia omaan liiketoimintaan. Halme ja Laurila esittävät taulukossa 1 näkemyksiään tarkastella liiketoiminnan vastuullisuutta ja antavat esimerkkejä siitä, miten toimintaa voidaan kohdentaa. (Halme & Laurila 2009.)

Tapoja tarkastella liiketoiminnan vastuullisuutta				
	Hyväntekeväisyys	Integraatio	Innovatiivisuus	
Toiminnan ulottuvuudet	<b>Määrittely</b>	Lahjoitukset, sponsorointi, henkilöstön vapaaehtoistyö	Nykyisen liiketoiminnan vastuullisuuden tarkastelu ja suhde keskeisimpiin sidosryhmiin	Ympäristö- ja sosiaalisten haasteiden ratkaisemista uusien tuotteiden, palveluiden tai liiketoimintamallien avulla
	<b>Suhde ydinliiketoimintaan</b>	Ydinliiketoiminnan ulkopuolella	Lähempänä ydinliiketoimintaa	Ydinliiketoiminnan laajentamista tai uudelleen määrittelyä
	<b>Vastuullisuuden tavoitteet</b>	Maineen hallinta, sidosryhmäviestintä	Nykyisen liiketoiminnan ympäristö- ja sosiaalisen suorituskyvyn tavoitteellinen ja jatkuva parantaminen	Uusien arvonluonnin mahdollisuuksien tunnistaminen => uudet tuotteet ja palvelut
	<b>Odotettavissa olevat hyödyt</b>	Yrityskuvan paraneminen ja muut mainehyödyt	Yrityksen toimintojen aiheuttamien haitallisten ympäristö- ja sosiaalisten vaikutusten vähentäminen	Uudet liiketoimintamahdollisuudet nyt ja tulevaisuudessa
	<b>Esimerkkejä</b>	Lahjoitukset hyviin tarkoituksiin, henkilökunnan mahdollisuus osallistua vapaaehtoistyöhön	Erilaiset ympäristö- ja vastuullisuustifikaatit: ISO14001, ISO26000	Hiilineutraalit tuotantotavat, asiakkaan tarpeen ratkaiseminen kestäväillä tuote-palvelukokonaisuuksilla, kiertotalouden liiketoimintamallit

Taulukko 1. Vastuullisen liiketoiminnan tarkastelutapoja (Halme & Laurila 2009.)

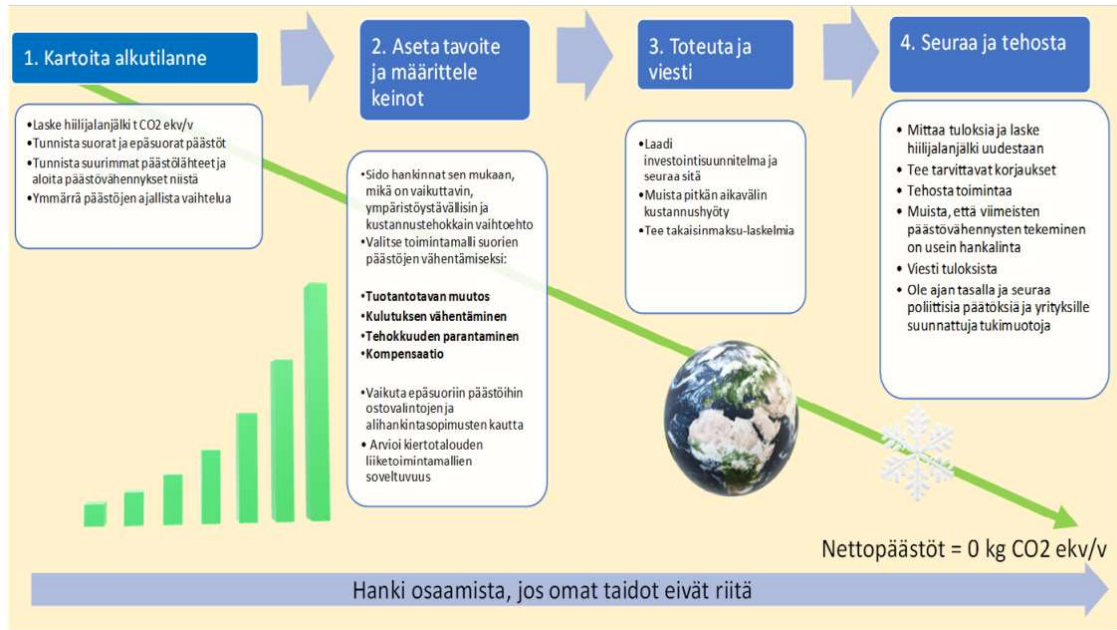
Keskeistä ympäristöjohtamisen ja vastuullisuuden kehittämisessä on, että yrityksen johto näyttää esimerkkiä sitoutumalla vastuullisuustavoitteisiin. Halme korostaa, että viestinnän on selkeästi osoitettava näiden asioiden tärkeys yritykselle, jotta henkilöstö voi luottaa niiden merkityksellisyyteen. Tämä vaatii koko yrityksen huomion ja tarvittavat henkilö- ja aikaresurssit. Kehittäminen ja johtaminen eivät välttämättä onnistu tehokkaasti, jos vastuu lankeaa henkilölle, joka hoitaa tehtävää sivutoimisesti. Liiketoiminnan ympäristö- ja vastuullisuusasiat edellyttävät osaamista ja vaativat aikaa. (Halme 2019.) Anttonen painottaa, että henkilöstön osaaminen ja osallistuminen prosessiin ovat välttämättömiä edellytyksiä hiilineutraaliuden, ympäristöjohtamisen tai vastuullisuuden kehittämiselle. (Anttonen 2020).

Jokaisen yrityksen on tehtävä strateginen päätös siitä, miten hiilineutraali liiketoimintamalli yritykselle luodaan. Yrityksen on viime kädessä valittava mitä seuraavista lähdetään muuttamaan: arvoketjuja ja materiaalivirtoja, tuotantoprosesseja, logistiikkaratkaisuja ja jakelukanavia. On tärkeää varmistaa koko arvoketjun osallistuminen, asiakasarvon tuottaminen, organisaation osaaminen ja taloudellinen kannattavuus. (Anttonen & Jäättelä 2020.)



Kilpailu on vahva kannustin innovaatioiden synnyttämiseksi. Paremmat tuotantoprosessit, tuotteet tai palvelut ovat yrityksen tärkein tapa ylläpitää kannattavaa liiketoimintaa kilpailluilla markkinoilla. Investoimalla innovaatioihin yritykset voivat saavuttaa tätä kykyä. IEA:n mukaan puhtaan energian tutkimuksesta ja kehityksestä kolme neljäsosaa tehdään yritysten toimesta ja vastaavasti yksi neljäsosaa hallitusten toimesta. (IEA 2021.) Esimerkkinä kilpailusta off-shore-tuulivoimaloiden valmistuskustannukset ennustetaan pienevän kolmasosan nykyisestä vuoteen 2050 mennessä. Innovaatiotoiminnan tuloksena esimerkiksi tuulivoiman kustannukset tulevat laskemaan seuraavat 30 vuotta, kiitos turbiinikokokojen kasvun ja kapasiteettitekijöiden sekä voimalakäytön ja asennusten optimoinnin. Materiaalien kierrätys ja tuuliturbiinien suunnittelu minimoi niiden valmistamisesta syntyvän hiilijalanjäljen. (Euroopan unioni 2021.)

Innovaatioita on tapahduttava koko arvoketjussa, jotta syntyy hiilineutraalia liiketoimintaa ja edelleen hiilestä irtautumista, fossiilitonta elämää. Yhden yhtiön tai toimialan on liian vaikea kattaa koko arvoketjua, on tehtävä tiivistä yhteistyötä koko arvoketjussa. Hiilidioksidipäästöjen nollaaminen edellyttää täten koko arvoketjun pitkäjänteistä yhteistyötä, kohti hiilineutraalia tulevaisuutta ja liiketoimintaa. Hiilineutraaliuteen päästään laskemalla päästöt, asettamalla päästövähennys tavoitteet, vähentämällä päästöjä ja viestimällä avoimesti. Kuviossa 4 on kuvattu yritysten päästövähennysprosessi kaaviona. Prosessi jakaantuu neljään vaiheeseen ja ne on esitetty tarkemmin kuviossa 4 päästövähennysprosessi. (Laasasenaho ym. 2020.)

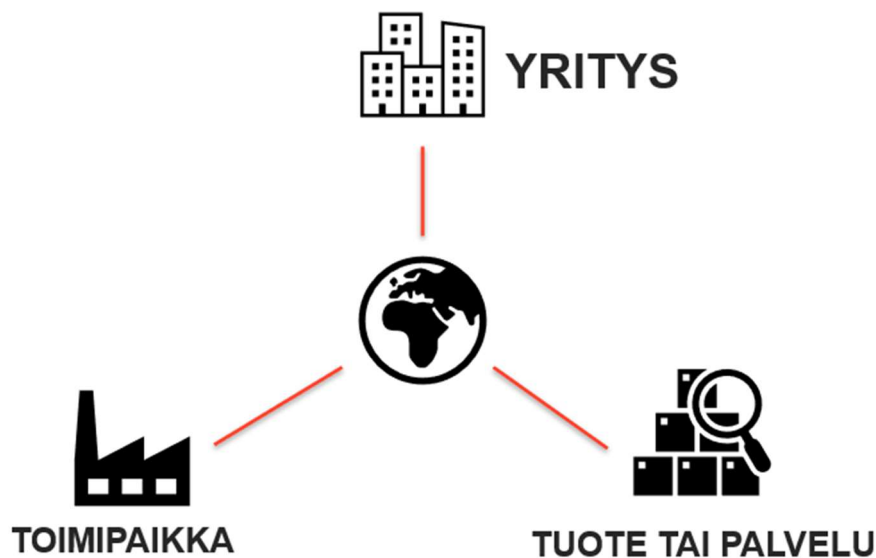


Kuvio 4. Päästövähennysprosessi, kun pk-yrityksessä pyritään kohti hiilineutraaliutta (Laasasenaho ym. 2020, 100)

Yrityksien on mahdollista saada tukea ympäristö- ja vastuullisuustyöhön. Monissa yrityksissä kestävyysajattelu ja vastuullisuustyö ovat jo jäsennellyä, kun taas toiset ovat lähtökuopissa. Anttonen neuvoo, että ympäristöjohtamisen ja vastuullisen liiketoiminnan asiantuntemusta voi hankkia esimerkiksi eri sidosryhmiltä. Useat ammattikorkeakoulut toteuttavat erilaisia liiketoiminnan kehittämishankkeita, joissa opiskelijat ja yritykset työskentelevät yhdessä. (Anttonen ym. 2020) Esimerkiksi Keskuskauppakamarin ilmasto-ohjelmaan osallistuneet 200 yritystä saivat koulutusta, työkaluja ja asiantuntija-apua oman organisaationsa hiilijalanjäljen laskemiseen sekä neuvontaa tehokkaiden päästövähennystoimien toteuttamiseen. (Keskuskauppakamari 2024).

### 3 HIILIJALANJÄLJEN MÄÄRITTELY

Hiilijalanjälki viittaa ihmisen toiminnan tuottamiin hiilidioksidipäästöihin. Yleisesti hiilijalanjälki raportoidaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO<sub>2</sub>e), mikä sisältää hiilidioksidipäästöjen lisäksi myös muut tärkeät kasvihuonekaasut, kuten metaanin (CH<sub>4</sub>) ja dityppioksidin eli ilokaasun (N<sub>2</sub>O) päästöt. Hiilijalanjälki voidaan määrittää kuvion 5 mukaan yritykselle, organisaatiolle, toimipaikalle, tuotteelle tai palvelulle. (Sitra 2022).



Kuvio 5. GHG-protokollan standardia mukaillen, yrityksen tai organisaation hiilijalanjälkilaskennasta (GHG 2013)

#### 3.1 Hiilijalanjäljen laskentatapoja

Kansainväliset organisaatiot, jotka ovat kehittäneet erilaisia päästölaskennan standardeja, ovat pyrkineet parantamaan hiilipäästöjen laskentatulosten vertailukelpoisuutta näiden standardien avulla. (Gao, Liu&Wang 2014.) Vaikka hiilijalanjälkilaskenta ei ole yritykselle pakollista, se mahdollistaa päästöjen määrän todentamisen ja tarjoaa tietoa niiden vähentämiseen. Tästä syystä laskentaan liittyvät menetelmät ovat välttämättömiä.

Kolme yleisintä tunnettua päästölaskentaan sovellettua standardia ovat tällä hetkellä PAS 2050, ISO 14067 ja GHG Protocol. Näistä PAS 2050-standardin on tuottanut brittiläinen BSI (British Standards Institute) ja se on suunniteltu tuotteiden elinaikana tuottamien kasvihuonekaasujen päästöjen selvitykseen (GHG

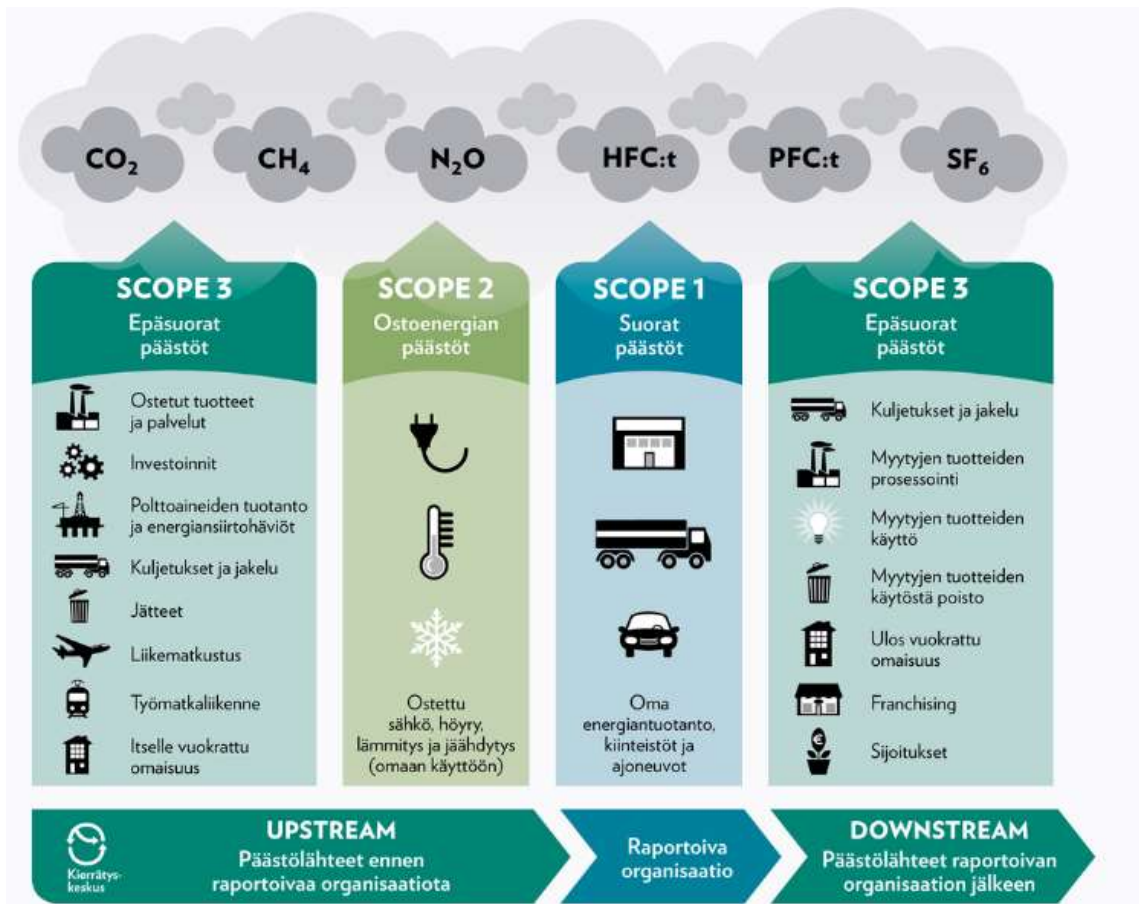
2022). PAS 2050 standardi on ensimmäinen kansainvälisesti sovellettu standardi tuotteen hiilijalanjäljen laskemiseen ja se on toiminut pohjana muille myöhemmin luoduille päästölaskenta standardeille. ISO 14067 -standardin uusin versio on julkaistu vuonna 2018. Standardi sisältää tuotteiden hiilijalanjälkilaskennan vaatimukset ja ohjeistusta mm. viestinnän määrittelyä varten. (ISO 2018.)

Monet yritysvastuuraportoinnit, kuten GRI, CDP ja tieteseen perustuvat ilmastotavoitteet-aloite SBTi kehoittavat käyttämään GHG-protokollan mukaista menetelmää päästöjen laskentaan (GRI 2016). Tämä maailmanlaajuinen standardi on luotu järjestöjen (WRI) World Resources Institute:n ja (WRBCSD) World Business Council for Sustainable Development:n yhteishankkeena. GHG-protokollan päästölaskentastandardi on suunniteltu soveltumaan kaikenkokoisille yrityksille ja organisaatioille kaikilla talouden aloilla. Se tarjoaa ohjeita yrityksille ja organisaatioille siitä, miten tietyn tuotteen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt voidaan määrittää ja raportoida. (GHG 2011, 5.)

Yrityksen oman toiminnan päästöjä lasketaan osana yritysvastuuta ja se näkyy vastuullisuusraporteissa. 2022 julkaistun raportin mukaan vastuullisuudestaan raportoi GRI:n avulla neljä viidestä suurimmasta kansainvälisestä yrityksestä. (Global Report Initiative 2022.) ESRS on viimeisin kestävän kehityksen raportointistandardi, joka on tarkoitettu EU:ssa toimiville organisaatioille ja muille EU:ssa liiketoimintaa harjoittaville yrityksille. Tavoitteena on selkiyttää vastuullisuuteen liittyviä raportointivelvoitteita antamalla näille standardisoidun raportointikehyksen, jonka kaikkien CSRD:n direktiivin vaikutuspiirissä olevien organisaatioiden tulisi noudattaa. (Liljeström 2023.) Kuviossa 6 on graafisesti esitetty yrityksen tai organisaation päästölähteet vaikutusalueiden (scope) 1–3 osalta. (GHG 2022.)

Arvoketjun päästölähteet eri vaiheissa on jaettu GHG-protokollan Corporate Accounting and Reporting -standardin scope-luokkiin. Scope-sanalle ei löydy hyvää suomenkielistä vastinetta ja siitä käytetään tässä yhteydessä sanaa vaikutusalue. (SYKE 2024) Yrityksen hiilijalanjälkipäästöt arvoketjun eri vaiheissa luokitellaan seuraavasti eri vaikutusalueisiin. Vaikutusalue 1 -luokan päästöt (scope 1) sisältävät suorat päästöt lähteistä, jotka ovat yrityksen itsensä omistamia tai

ovat yrityksen itsensä määräysvallassa. Näitä päästöjä ovat yrityksen lämpökattiloista ja kulkuneuvoista syntyvät ns. suorat piipunpääpäästöt. Vaikutusalue 2 - luokan päästöt (scope 2) sisältävät energian epäsuorat päästöt. Näitä ovat yrityksen ostaman tai kuluttaman sähköntuotannon päästöt, kuten höyry, lämpö tai jäähdytys. Vaikutusalue 3 -luokka sisältää muut epäsuorat päästöt (scope 3) eli kaikki yrityksen toimintaan liittyvät epäsuorat päästöt. Nämä päästöt aiheutuvat päästölähteistä, jotka eivät ole yrityksen omistuksessa tai määräysvallassa. (GHG 2020.)



Kuvio 6. Organisaation päästölähteet (mukaan GHG 2013, 6)

Y-HIILARI on Suomen ympäristökeskuksen kehittämä päästöjen laskentatyökalu. Y-HIILARIA käytettäessä, yrityksen tai tuotantolaitoksen hiilijalanjäljen laskenta perustuu GHG-protokollan standardiin, jonka mukaisesti huomioidaan pakolliset vaikutusalueet 1 ja 2. Vaikutusalue 3 on raportoinnissa vapaaehtoinen osa. (GHG 2004.) Y-HIILARI-laskurissa on valmiita päästökertoimia kattava valikoima, joka täyttää useimpien yritysten tarpeet.

Y-HIILARI-päästölaskurin käyttöä puoltaa avoimesti jaetut ohjeet ja laskentakaavan perusteet, miten laskuri laskee päästöjä. Kuljetuspäästöjä laskettaessa käytetyin laskentatapa on käyttää rahdin painoa ja kuljetusmatkaa, tonnikilometreinä (tonnit \* km). Maantiekuljetuksissa voidaan hyödyntää myös suoraa polttoaineen (diesel) kulutukseen perustuvaa laskentatapaa, mikä on erityisen kätevä yrityksille, joilla on omaa kuljetuskalustoa. Tonnikilometrien laskennassa maantiekuljetuksissa otetaan huomioon dynaamisesti rahdin massa, mikä vaikuttaa polttoaineen kulutukseen ajoneuvokilometriä kohden. Lentoliikenteen päästöissä käytetään Finnairin päästölaskuria, kun taas muiden kuljetusmuotojen päästöt lasketaan VTT:n LIPASTO-tietokannan perusteella vuoden 2016 keskimääräisille autokannoille. Lisäksi on mahdollista laskea laivarahti erikokoisilla aluksilla, juna-kuljetukset diesel- ja sähkökäyttöisillä tavarajunilla sekä lentorahdit eri lentomatoille. (Suomen ympäristökeskus 2020.)

LIPASTO on VTT:n ylläpitämä tietokanta, joka sisältää päästökertoimia eri ajoneuvoille ja työkoneille henkilö- ja tavaraliikenteessä. Näitä kertoimia käyttämällä voidaan laskea kuljetus- tai yksikkökohtaiset päästöt. LIPASTO kattaa tie-, ilma-, vesi- ja raideliikenteen päästökertoimet kotimaassa, mutta niitä voidaan soveltaa myös EU-tasolla. LIPASTO:n yksikköpäästöt ilmaisevat kuljetusvälineen käytön aikaisen päästömäärän per kuljetusyksikkö ja kilometri, kuten grammaa per henkilökilometri (g/hkm) tai grammaa per tonnikilometri (g/tkm). (VTT 2023.)

### 3.2 Hiilijalanjäljen prosessikuvaus

Ennen hiilijalanjäljen laskentaa on tehtävä päätös ympäristövaikutusten minimoinnista. Hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi yrityksissä tai organisaatioissa määritellään hiilijalanjäljen laskentaprosessi. Seuraavassa esitettävä prosessi pohjautuu ISO-standardiin ja GHG-protokollaan kuuluvan Corporate Accounting and reporting standardeihin. Aluksi määritetään organisatoriset rajat, jos konserniin sisältyy useita yksiköitä. Tämän jälkeen määritellään operatiiviset rajat ja vertailuvuosi, jos mahdollista. (GHG 2004; ISO 2018.)

Kasvihuonekaasujen tunnistaminen ja laskenta sisältää seuraavat askeleet:

1. Päästölähteiden tunnistaminen.
2. Laskentatyökalun määrittäminen.
3. Tiedon kerääminen ja päästökertoimien valinta.
4. Laskentatyökalun soveltaminen.
5. Yrityksen hiilijalanjäljen laskeminen.

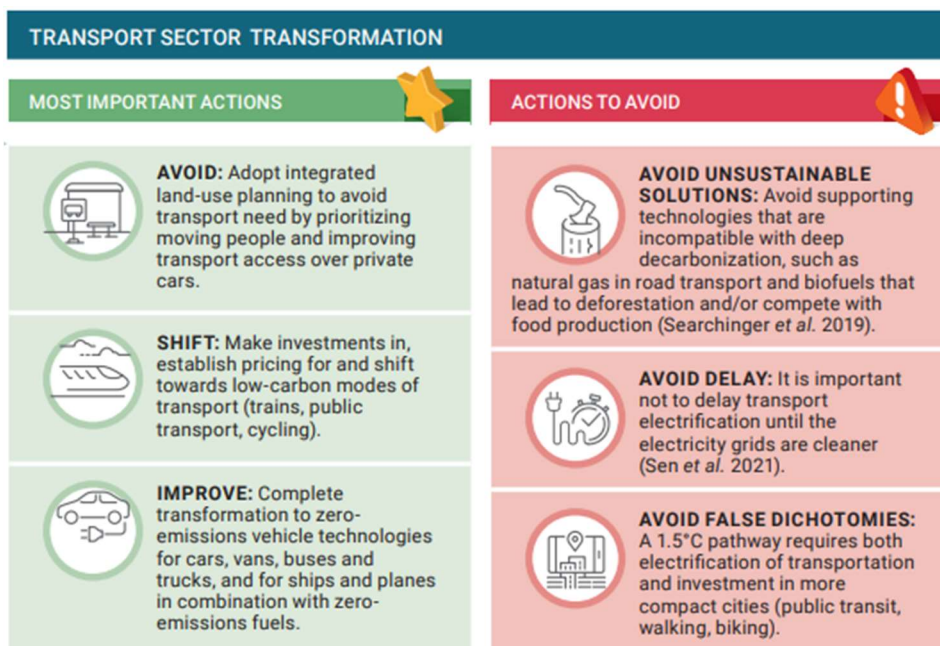
Laskennan jälkeen hiilijalanjälki raportoidaan, määritetään vertailuvuosi ja kirjaan muutokset. Tulosta peilataan vertailuvuoteen hiilijalanjäljen osalta ja asetetaan ja tarkastellaan tavoitteet. Tämän jälkeen suoritetaan tarvittavien toimenpiteiden suunnittelu ja toteutus. Lopuksi raportoidaan johdolle, konsernille ja sidosryhmille. (GHG 2004; ISO 2018.)

Yrityksiä ja organisaatioita pyritään sitouttamaan päästöjen vähentämiseen erillisin keinoin, säädöksin ja ohjeistuksin. Vähentämällä selkeästi fossiilisten polttoaineiden käyttöä ja kasvihuonekaasujen määrää nykyisestä, voidaan puhua vähähiilisestä yhteiskunnasta tai yrityksestä. Kokonaan hiilineutraali yhteiskunta tai yritys pyrkii tuottamaan vain sen verran kasvihuonekaasuja, kuin se pystyy sitomaan tai kompensoimaan. (Berninger 2012; Seppälä 2014.) Hiilineutraaliuden tavoittelu voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Ensiksi lasketaan oman toiminnan tuottamat kasvihuonekaasupäästöt. Toisessa vaiheessa pyritään tehostamaan toimintaa ympäristön kannalta ja vähentämään päästöjä. Kolmanneksi jäljelle jäävät päästöt pyritään kompensoimaan käyttäen olemassa olevia mekanismeja. (Seppälä 2014.)

### 3.3 Hiilijalanjälki kuljetuksissa

Noin neljännes kaikista EU:n kasvihuonekaasupäästöistä syntyy nykyisin liikenteestä, joka on lisääntynyt viime vuosina. Tavoitteena on, että Eurooppa olisi ensimmäinen ilmastoneutraali maanosa vuoteen 2050 mennessä, ja tämä vaatii uusia kunnianhimoisia liikennetoimenpiteitä. Tarvitaan konkreettisia toimia, jotta liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä voidaan vähentää 90 % vuoteen 2050 mennessä. (EU:n vihreän kehityksen ohjelma 2019.) Liikenteen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt, kuten hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), metaani (CH<sub>4</sub>) ja dityppioksidi (N<sub>2</sub>O), ovat merkittävä tekijä ilmastomuutoksessa. Pyrkimys vähentää näitä päästöjä ja toteuttaa vastuullista liikennettä viittaavat usein samaan asiaan. (Neste 2021.)

YK:n 2022 julkaisemasta ”Emission Gap Report” raportista ilmenee toimet, jotka nopeuttavat tai estävät liikennealan muutosta. Kuviossa 7 esitetään tärkeimpiä liikennealan toimia. Näitä ovat investoiminen ja siirtyminen päästöttömään kuljetusvälineteknologiaan kaikissa liikennemuodoissa yhdessä päästöttömien polttoaineiden kanssa. Siirtymisen toteuttaminen edellyttää sekä julkisia että yksityisiä investointeja. Päästöttömän teknologian käyttöönotto tulee näkymään myös liikennesektorin hinnoittelussa ja verotuksessa. (UN 2022.)

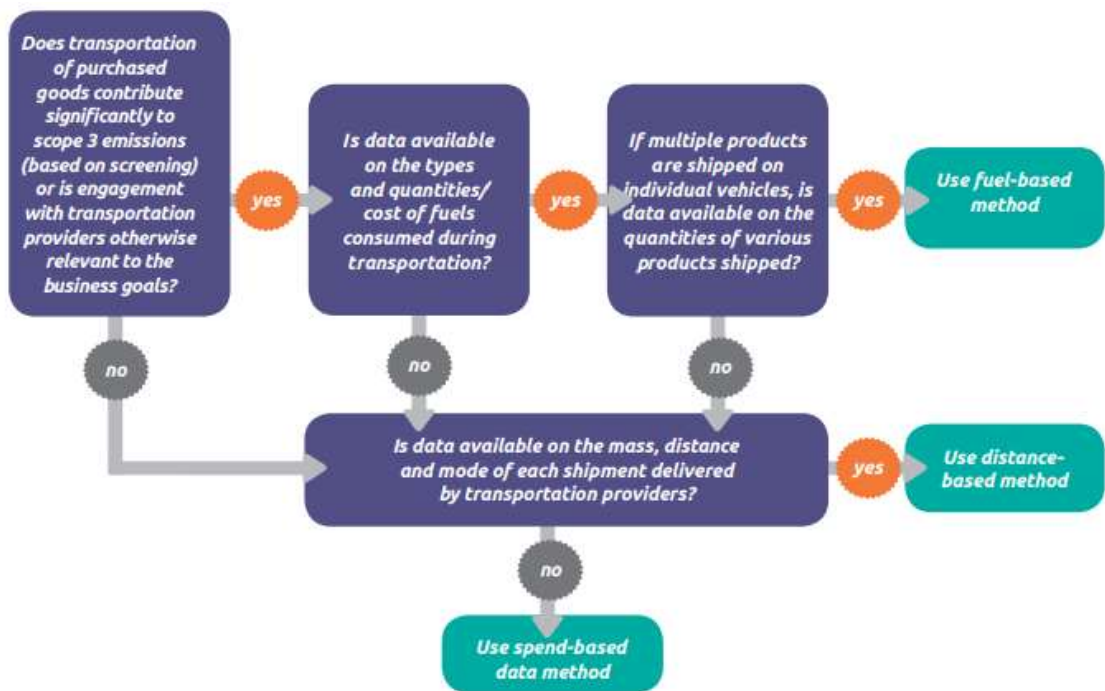


Kuvio 7. Toimijaryhmien välittömät toimet liikennealan muutoksen nopeuttamiseksi (UN 2022.)



### 3.4 Kuljetuspäästöjen laskeminen

Kuljetuspäästöjen vähentäminen yrityksessä edellyttää ensin selvityksen, mistä ja kuinka paljon päästöjä syntyy. Kuljetuspäästölaskentaa edeltää kuljetuspäästöjen laskentamenetelmän valinta. GHG-protokollan ohjeistus tarjoaa päätöspuun (kuvio 8) laskentamenetelmän valitsemiseksi, vaikutusalueen 3 kuljetuspäästöille. (GHG 2013, 51)

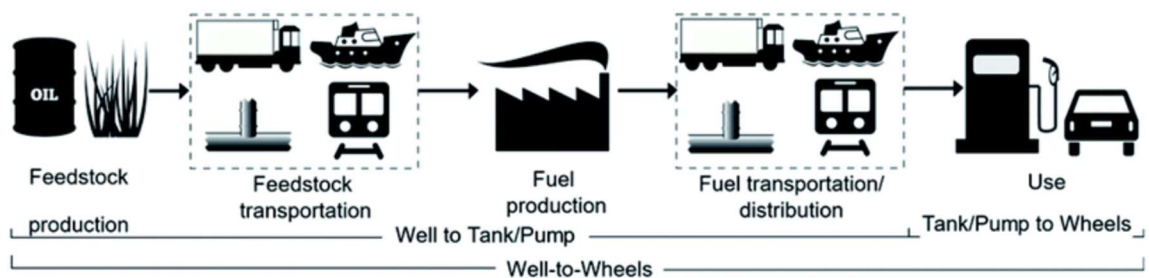


Kuvio 8. Päätöspuu GHG-protokollan mukaisesta laskentamenetelmästä (GHG 2013, 51)

Yritykset voivat käyttää seuraavia menetelmiä laskeakseen vaikutusalueen 3 kuljetus päästöjä: polttoaine-, etäisyys- tai kulutusperusteinen menetelmä. Polttoaineperusteisessa menetelmässä lasketaan kulutetun polttoaineen määrää ja siihen sovelletaan asianmukaisia päästökertoimia kyseiselle polttoaineelle. Etäisyysperustainen laskenta perustuu lähetysmassaan, etäisyyteen ja kuljetusmuotoon. Näiden perusteella käytetään massaetäisyys päästökerrointa sovelletulle kuljetusvälineelle. Kulutusperusteisessa menetelmässä määritetään kuhunkin matkaan tai liikematkustusmuotoon käytetty rahamäärää ja soveltamalla toissijaisia (EEIO) päästökertoimia. (GHG 2013, 51.)

Eri kuljetusmuotojen polttoaineenpoltosta syntyy hiilidioksidipäästöjä, jotka edistävät ilmastonmuutosta. Kuljetuspäästöt vaihtelevat kuljetusmuodon, polttoainetyypin ja kuljetusmatkan mukaan. Kuljetuspäästöjen laskeminen voi olla monimutkaista, koska se edellyttää eri tekijöiden arviointia ja tietojen keräämistä. Yksi keskeinen osa päästöjen laskentaa on polttoaineen valmistuksen huomioiminen, mikä viittaa päästöihin, jotka syntyvät polttoaineen tuotantoketjussa ennen sen käyttöä logistiikkatoimissa. (GHG 2013, 52.)

”Well-to-Wheels” viittaa kokonaisvaltaiseen analyysitapaan, jossa lasketaan liikennepolttoaineen kuluttama energia ja kasvihuonekaasupäästöt sen tuotannosta, jakelusta ja toimituksesta sen käyttöön liikennevälineessä asti (EU 2016). Kuviossa 9 on avattuna yleistermi WTW, joka kattaa kaksi alakategoriaa: ”Well-to-Tank” ja ”Tank-to-Wheels”. Määritelmän mukaan ”Well to tank” (kuvio 9) tarkoittaa kaikkia kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheutuvat ajoneuvossa tai kuljetusvälineessä käytettävän polttoaineen tuotannosta, kuljetuksesta, muuntamisesta ja jakelusta. (EU 2023.)



Kuvio 9. Polttoaine-ajoneuvojärjestelmien WTW-analyysin järjestelmäraajat JEC-tutkimuksessa ja GREET-mallissa (EU 2024)

Laskentamenetelmät vaihtelevat, mutta yleisesti ottaen WTT-päästöjen laskemisessa huomioidaan seuraavia tekijöitä. Raaka-aineiden tuotannossa polttoaineen tuotantoketju alkaa yleensä raaka-aineiden hankinnasta, kuten öljyn poraamisesta tai biomassan kasvattamisesta. Tässä vaiheessa lasketaan päästöt, jotka liittyvät esimerkiksi maankäyttömuutoksiin, metsäkadon vaikutuksiin ja energiankulutukseen raaka-aineiden louhinnassa tai viljelyssä. Polttoaineen valmistuksessa raaka-aineet jalostetaan tai käsitellään polttoaineeksi. Tässä vaiheessa lasketaan päästöt, jotka syntyvät esimerkiksi öljynjalostuksessa tai biomassan muuntamisessa polttoaineeksi. Lopuksi polttoaineen kuljetus ja jakelu

logistiikkatoimijoille aiheuttavat myös päästöjä. Tässä vaiheessa otetaan huomioon päästöt, jotka johtuvat kuljetusmatkoista, kuljetusmuodoista, kuljetusvälineiden energiatehokkuudesta ja mahdollisista häviöistä kuljetusprosessissa. (mukaillen JRC Wheel to Wheel määritelmiä 2023.) Polttoaineen valmistuksen huomioiminen logistiikan päästöjen laskennassa auttaa saamaan kokonaisvaltaisen kuvan logistiikkatoimintojen ympäristövaikutuksista. Suomen ympäristökeskuksen Y-HIILARI laskuri ottaa huomioon ko. polttoaineen valmistuksen aiheuttamat päästöt. (SYKE 2024)

Vastaavasti "Tank to Wheels" -käsite (kuvio 9) tarkoittaa kaikkia kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheutuvat ajoneuvon tai kuljetusvälineen polttoaineen polttamisesta. (EU 2023.) "Tank to Wheels" -käsite viittaa energiankulutuksen ja päästöjen tarkasteluun polttoaineen käytön aikana liikenteessä. Se kattaa vaiheet polttoaineen toimituksesta ajoneuvojen polttoainesäiliöihin (tank) sekä sen polttamisesta liikenteessä tapahtuvan kulutuksen aikana (wheels). Tämä tarkastelu auttaa ymmärtämään energiatehokkuutta, päästöjä ja ympäristövaikutuksia, jotka liittyvät eri liikennemuotoihin ja polttoainetyyppeihin. (mukaillen EU/JRC määritelmiä 2023)

"Tank to Wheels" -analyysi voi auttaa arvioimaan eri polttoaineiden ja ajoneuvojen vaikutuksia ympäristöön ja ilmastomuutokseen sekä tarjoamaan tietoa kestävä liikenteen edistämiseksi. Analyysin avulla voidaan vertailla eri polttoainevaihtoehtoja, kuten perinteisiä fossiilisia polttoaineita, biopolttoaineita, sähköä tai vetyä, ja arvioida niiden ympäristövaikutuksia koko polttoaineen käyttöketjussa liikenteessä. (Mukaillen EU/JRC määritelmiä, 2023) WTW-analyysi on standardoitu menetelmä liikenteen polttoaineiden ja ajoneuvojen energian ja ilmastomuutoksen vaikutuksen määrittelemiseksi. Koska yhä enemmän käytetään vaihtoehtoisia voimansiirtoja ja polttoaineita, joiden ympäristövaikutukset eivät esiinny ajoneuvon ajon aikana, on myös arvioitava polttoaineen tuotannon päästöt ja energiankulutusta polttoaineen valmistukseen. Yleensä tällaisessa analyysissä tutkitaan hiilidioksidi- tai kasvihuonekaasupäästöjä (IPCC 2007) sekä muita päästöjä, energian tarvetta ja tehokkuutta. (Wulf & Kaltschmitt 2016.)

## 4 KEHITTÄMISTYÖN TOTEUTUS

### 4.1 Yritys x:n strategian esittely

Yritys x on perustettu vuonna 2000. Yritys x:ssä suunnitellaan ja valmistetaan asiakastarpeiden mukaan räätälöityjä johdinsarjoja ja valokuitutuotteita sekä tarjotaan asiakkaille erilaisia sähkömekaanisia kokoonpanopalveluita. Yritys toimii alihankkijana teollisuuden alalla. Yritys x:n pääasiakaskunta koostuu energia- ja elektroniikka-alan sekä lääketieteellisen teknologian edelläkävijöistä. Yritystoiminta on globaalia ja kasvun myötä on perustettu kaksi tytäryhtiötä ulkomaille, Eurooppaan ja Aasiaan. (Yritys x 2024.)

Yritys x:n strategian tavoitteena on luoda vahvaa ja kannattavaa kasvua konsernin kaikilla tehtailla. Konsernin kasvua ja laajenemista edistetään systemaattisella tuotannon ja prosessien kehittämisellä. Tässä onnistutaan mm. vastuullisella toiminnalla, aktiivisella globaalilla yhteistyöllä, läheisellä asiakasyhteistyöllä ja huipputason prosesseilla. Tavoitteena on olla ketterä, asiakaslähtöinen ja yksi johtavista kumppaneista sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa. (Yritys x 2024.)

Yritys x on sitoutunut ympäristöpolitiikassaan jatkuvaan parantamiseen, ympäristön suojeluun, soveltuvan lainsäädännön noudattamiseen sekä noudattamaan muita yrityksen ympäristönäkökohtiin liittyviä vaatimuksia. Ympäristönsuojelun jatkuvan parantamisen päämääräksi yritys on asettanut mm. omasta toiminnasta aiheutuvien päästöjen hallitsemisen sekä yhteistyön lisäämisen asiakkaiden ja toimittajien kanssa ympäristömyönteisten ratkaisujen löytämiseksi (liite 6).

### 4.2 Tutkimuksen vaiheet ja aineiston kokoaminen

Opinnäytetyön tutkimusongelmaksi määritettiin toimeksiantajan kanssa, miten omien tehtaiden välinen logistiikka saatetaan hiilineutraaliksi. Tarkemmat tutkimuskysymykset muodostettiin tutkimusongelman perusteella. Mistä omien tehtaiden välisiltä rahtireiteiltä vaikutusalueen 3 kuljetuspäästöt syntyvät ja miten kyseiset päästöt lasketaan? Mitä muutoksia vaaditaan, jotta tehtaiden välisiä kuljetuspäästöjä ja kuljetuskustannuksia pystytään pienentämään?

Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia haastatteluista ja yritys x:n käytössä olevista tietojärjestelmistä. Tutkimuksen aikana etsittiin tietoa päästölaskenta-standardeista ja niiden käyttämisestä päästöjä laskevan yritys x:n käyttöön. Tutkimusaineisto koottiin haastattelemalla kolmelta eri tehtaalta yksi ostaja, päätoimipaikan yksi tilaustenkäsittelijä ja osto- ja hankintajohtaja. Valmista historiatietoa kerättiin huolintayritysten järjestelmistä ja yritys x:n järjestelmistä talousassistentin avustuksella.

#### 4.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä hyödynnetään sekä määrällistä että laadullista tutkimusta ja tämä tutkimus on tapaustutkimus. Tapaustutkimuksessa ollaan nimensä mukaisesti kiinnostuneita rajatuista tapauksista tai rajatusta prosessista. Tutkimuksessa käytetään tapaustutkimusta, jonka tavoitteena on yksityiskohtaisesti kuvata ja kerätä aineistoa tutkittavan ilmiön prosessista. Aineisto kerätään monilla eri menetelmillä, kuten havainnoinnilla, haastatteluilla ja dokumenttien tutkimisella. (Hirsjärvi & Remes, Sajavaara 1997, 135.) Dokumenttien tutkiminen tässä työssä tarkoittaa tietojärjestelmien historiatietoa toteutuneista rahdeista.

Määrällinen tutkimusmenetelmä antaa kokonaiskuvan muuttujien välisistä suhteista ja eroista. (Vilkkä 2014). Määrällisellä tutkimusmenetelmällä pyrittiin tuomaan esille: kuinka paljon kuljetuksista syntyy päästöjä ja mitkä ovat toteutuneiden kuljetusmuotojen kuljetuspäästöt ja kuljetuskustannukset. Määrällinen tutkimusmenetelmä eli kvantitatiivinen tutkimus perustuu numeeriseen dataan, tilastoihin ja aineistoihin. Määrällinen tutkimus antaa mahdollisuuden yleistää tutkimustuloksia ja tehdä yleisiä päätelmiä. Tämä tutkimusmenetelmä mahdollistaa ilmiöiden mittaamisen ja erilaisten tilastollisten arvojen, kuten todennäköisyyksien ja keskiarvojen laskemisen. Mitä enemmän aineistoa on käytettävissä, sitä laajempi ja perusteellisempi tutkimus voidaan toteuttaa. (Hirsjärvi ym. 1997, 168–171.) Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä on muun muassa muuttujien jäsenitys taulukoiksi ja aineiston muokkaaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon (Hirsjärvi ym. 1997, 140–141).

Määrällistä tutkimusta hyödynnettiin päästöjen laskennan määrittämisessä. Aineistoa kerättiin tietojärjestelmien tilastoista ja keskiarvoista. Haastatteluvastauksen ja tietojärjestelmistä kerätyn tiedon avulla pystyttiin määrittelemään, mistä päästöt syntyvät. Haastattelujen perusteella kirjattiin yritys x:n tehtaiden välinen reittitaulukko päästölaskentaa varten. Määrällinen aineisto koostettiin taulukon reiteille toteutuneista rahtikiloista ja reittikilometreistä. Metsämuuronen määrittelee laadullisen tutkimuksen empiiriseksi tutkimukseksi, joka tutkii nykyistä ilmiötä tai ihmisen toimintaa tietyssä ympäristössä käyttäen monipuolisesti ja monin eri tavoin kerättyä tietoa. (Metsämuuronen ym. 2008, 90). Tämän opinnäytetyön tutkimuskohteena on jatkuvasti käynnissä oleva prosessi, jossa työntekijät ostavat ja myyvät materiaalia tehtaiden välillä eri rahtitapoja ja tietojärjestelmiä käyttäen.

Tutkimuksen laadullinen osa muodostui tutkimuskysymyksiin perustuvasta haastatteluaineistosta. Haastatteluiden tehtävä oli antaa tarkempiin haastattelukysymyksiin tutkimusaineistoa. Haastatteluvastauksia hyödynnettiin kuvaamaan tehtaiden välisen logistiikan nykytila, jotta päästöt voidaan laskea. Haastatteluiden vastauksia hyödynnettiin analysoinnin jälkeen kehitysehdotuksiin.

#### 4.4 Tutkimusaineiston analysointi

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa analyysi pohjautuu aineiston kuvaamiseen ja tulkintaan numeroiden ja tilastojen avulla (Jyväskylän yliopisto 2024). Tutkimusaineiston määrälliset tulokset analysoitiin numeerisesti taulukkomuodossa. Numeerisen aineistojen lukumäärä oli suhteellisen vähäinen, joten erillistä tilastollista analysointiohjelmia ei ollut tarpeen käyttää. Tulokset raportoitiin lukumäärinä ja prosentteina. Kaikki määrälliset tutkimustulokset kirjattiin erillisiin taulukoihin, joista lukumääräisiä tietoja käytettiin päästö- ja kustannuslaskennassa rahtilajeittain. Aineistoa kuvattiin ja analysoitiin graafisesti rahtilajeittain, jotta päästö- ja kuljetuskustannuksia voitiin verrata keskenään valitulla aikavälillä. Määrällistä aineistoa tarvittiin omatoimisen päästölaskennan pohjaksi. Vain pääyhteistyökumppanilta oli saatavissa määrällisesti valmiit päästö- ja kustannuslaskennan pohjaksi. Vain pääyhteistyökumppanilta oli saatavissa määrällisesti valmiit päästö- ja kustannuslaskennan pohjaksi. Vain pääyhteistyökumppanilta oli saatavissa määrällisesti valmiit päästö- ja kustannuslaskennan pohjaksi.

Tuomen ja Sarajärven (2018, luku 4) mukaan sisällönanalyysin tarkoitus on muodostaa sanallinen ja selkeä kuvaus tutkittavasta ilmiöstä. Tutkimusaineiston analysointi toteutettiin laadullisen tutkimuksen osalta sisällönanalyysillä. Tuomen ja Sarajärven (2018, 123) esittämä aineistoon perustuva sisällönanalyysi alkaa haastatteluiden kuuntelemisella ja auki kirjoituksella sanasta sanaan. Tässä tutkimuksessa haastattelut litteroitiin ja jokaisen haastattelun vastaukset litteroitiin kysymysjärjestyksessä. Seuraavassa vaiheessa tekstiaineistoon perehdyttiin lukemalla se useaan kertaan. Pelkistetyt ilmaisut tai lausekokonaisuudet etsittiin ja alleviivattiin aineistosta, jonka jälkeen pelkistetyt ilmaukset listattiin ja ryhmiteltiin kysymyksittäin. Tämä helpotti sisällönanalyysin seuraavia vaiheita ja samankaltaisten tai erilaisten vastausten etsimistä sekä ryhmittelyä kysymyksittäin. Kahden englanninkielisen haastattelun alleviivatut vastaukset kirjoitettiin ryhmittelyvaiheessa kysymyksittäin suomeksi.

Sisällönanalyysi soveltuu kaikenlaiselle tekstipohjaiselle materiaalille. Sen tarkoituksena on tunnistaa kaikki tutkimukselle merkitykselliset asiat kerätystä aineistosta. Usein tutkimuskysymysten perusteella kirjatut haastattelutiedot jaetaan teemoihin. (Kananen 2012, 116–117.) Kysymyksittäin ryhmittelyn jälkeen laadullista analyysiä jatkettiin tekemällä vahvat päätökset, mikä aineistossa on tavoitteen kannalta kiinnostavaa. Kaikki tutkimusongelman ja kehitysehdotusten kannalta kiinnostavat asiat alleviivattiin kysymysten alta ja kerättiin yhteen muusta aineistosta luokittelua ja teemoitusta varten. Luokiteltu ja teemoiteltu haastatteluaineisto kirjoitettiin kysymyksittäin yhteenvedoksi kehittämistyön tulokset kappaleeseen.

Laadullisen aineiston yhteenvetoa hyödynnettiin kehitysehdotusten muodostamisessa. Kysymyksittäin ryhmitelystä aineistosta muodostettiin ensin alaluokkia yhtenevistä ja toistuvista kehittämistarpeista. Kehitysehdotusten pääluokiksi muodostui neljä toiminnan osa-alueita: johtaminen, mittaus ja seuranta, osaamisen kehittäminen sekä asiakas- ja tehdasyhteistyö. Toimintojen alla on kuvattu kehitysehdotuksen otsikko ja niiden kohdalla esitetään konkreettisia toimenpiteitä, jotka perustuvat laadullisen aineiston analyysiin toistuvista ja yhtenevistä kehittämistarpeista.

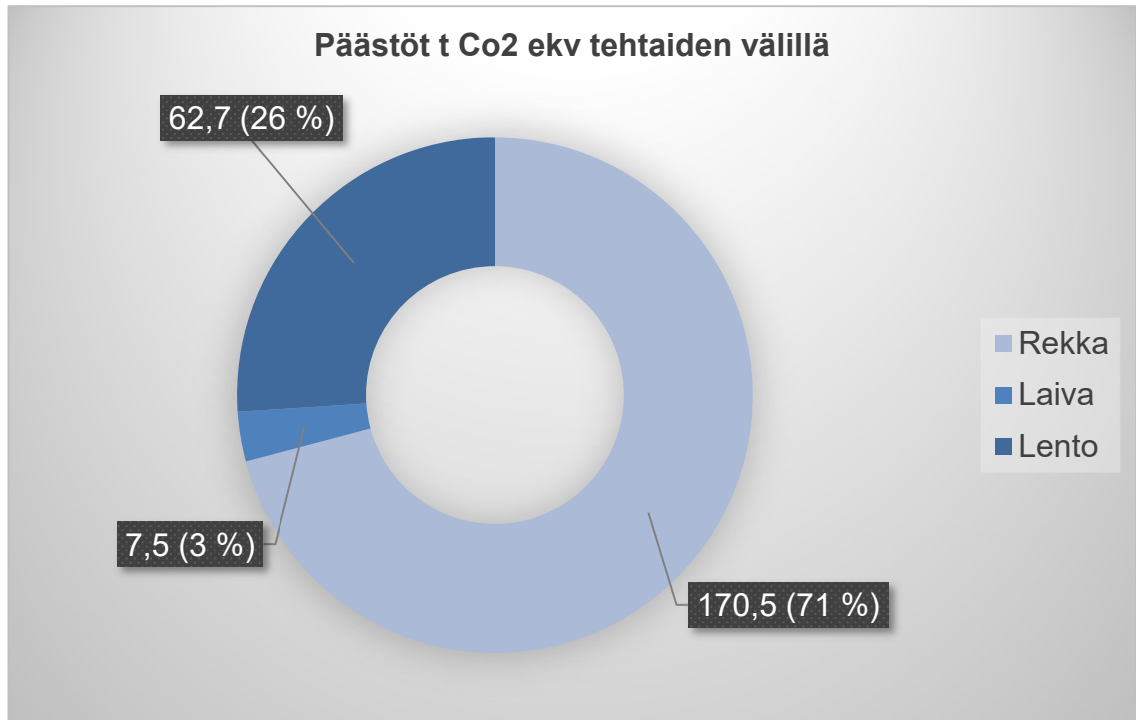
## 5 KEHITTÄMISTYÖN TULOKSET

Tutkimuksessa selvitettiin yrityksen x tehtaiden väliset päästöt. Ennen määrällistä päästöjen laskentaa oli tarve haastatteluiden avulla määrittellä tehtaiden välinen logistiikan nykytila. Nykytilan kirjaamisen yhteydessä muodostettiin reittitaulukko päästöjen laskentaa varten. Tässä osiossa esitetään millä perusteella ja miten tehtaiden väliset päästöt laskettiin, sekä esitetään kuljetustapojen ympäristöhokkuus. Haastatteluiden avulla kerättiin aineistoa kehitysehdotusten perustaksi. Tässä osiossa esitetään analysoitu ja ryhmitelty haastatteluaineiston yhteenveto aihealueittain.

### 5.1 Tehtaiden väliset kuljetuspäästöt

Nykyiset tehtaiden väliset kuljetusreitit ja käytetyt huolitsijat listattiin taulukkomuotoon haastattelujen perusteella (liite 3). Kuljetusreittien päästölaskennassa käytettiin hybridimenetelmää. Yhdeltä pääyhteistyökumppanilta eli huolitsijalta saatiin valmiit päästölaskennat laiva ja lentorahdin osalta (liite 4). Tämän huolitsijan päästölaskennat perustuvat GHG-protokollaan. Koska pääyhteistyökumppani käyttää GHG-protokollaa, on johdonmukaista, että omatoimisesti laskettavat päästöt käyttävät samaa standardia. Loput tehtaiden väliset päästöt laskettiin GHG-protokollan mukaan etäisyysperusteisella menetelmällä rahtilajeittain ja reitteittäin. Etäisyysperusteinen laskentatapa valittiin GHG-protokollan päätöspuun perusteella. Kyseinen kaavio on esitetty kappaleessa 3.3 ja kuviossa 7. Päästölaskennan tuloksesta piirrettiin päästöjen jakauma (kuvio 10).

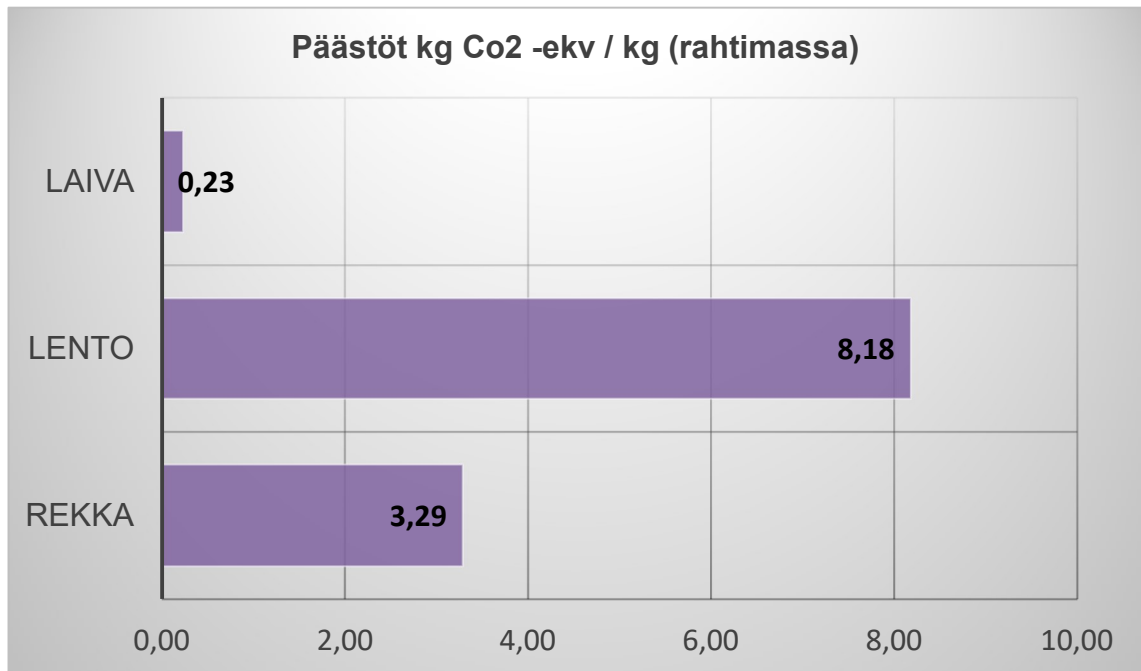




Kuvio 10. Tehtaiden väliset päästöt 12kk (1.11.2021-31.10.2022)

Kuvion 10 laskentaa varten rahtikilot kerättiin yrityksen tietojärjestelmästä ja huoltisijoiden rahtilaskuilta reiteittäin. Rahtikiloista ja reittikilometreistä laskettiin tonnikilometrit rahtilajeittain 12 kuukauden ajalta (liite 6) ja ne syötettiin Y-HIILARI laskuriin (liite 5). Yritys x on käyttänyt Y-HIILARIA omassa päästölaskennassaan aiemmin, koska se on riippumattoman tahon tuottama laskuri. Lisäksi laskuri on ollut pitkään edelläkävijä pk-yritysten päästölaskuri ja yritys x on käyttänyt sitä jo useamman vuoden ajan. Näin aiemmin lasketut yritys x:n vaikutusalueiden 1 ja 2 päästöt on laskettu vertailukelpoisella menetelmällä. Y-HIILARIA ei ole tällä perusteella lähdetty vaihtamaan toisenlaiseen laskuriin, jotta hiilineutraalius tavoitteen 2025 seurannassa on käytettävissä vertailukelpoiset tiedot. Lisäksi Y-HIILARIA on päivitetty hiljattain vuonna 2023 ja sen käyttöön on selkeät ja yksiselitteiset ohjeet, joita yritys x on oppinut noudattamaan. Y-HIILARIN käyttöön on saatavilla lisäohjeistusta, koska yhteistiedot löytyvät Suomen ympäristökeskuksen sivuilta Y-HIILARIN kohdalta. (SYKE 2024.) Y-HIILARIN käyttö on toistaiseksi ilmaista, jonka ansiosta se on suosittu pk-yritysten keskuudessa.

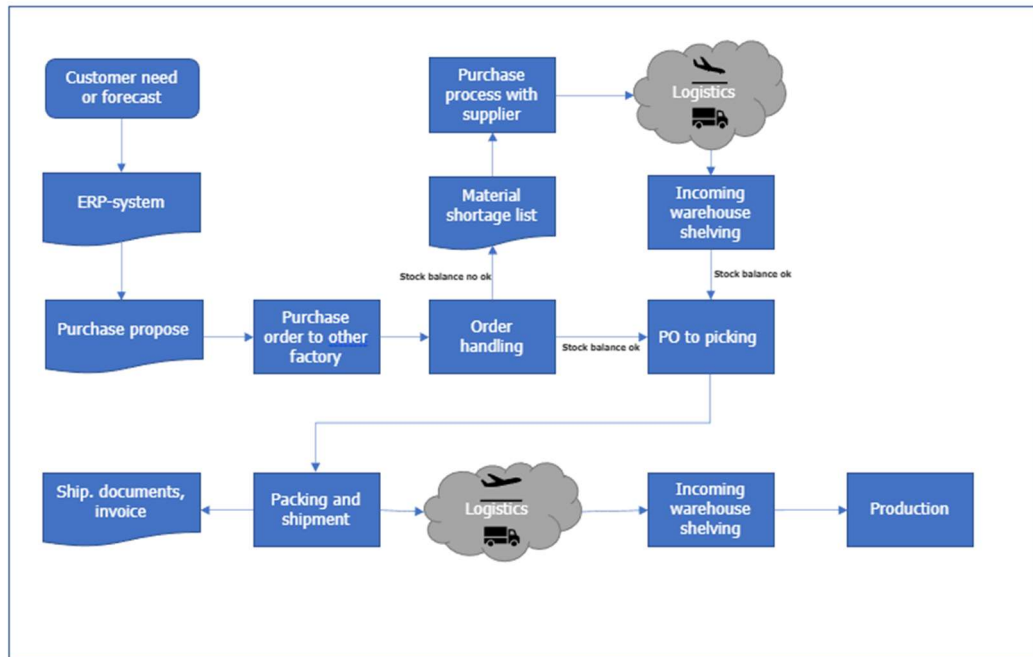
Kuviossa 11 esitetään toteutuneiden rahtien päästöt massaa kohti. Tästä tilastosta on nähtävissä eri kuljetustapojen ympäristötehokkuus.



Kuvio 11. Kuljetustapojen ympäristötehokkuus. Toteutuneet tehtaiden väliset Co2-päästöt kiloina per kuljetusmassa kg 12kk-ajakajaksolla.

## 5.2 Tehtaiden välisen logistiikan nykytilanne

Tutkimuksessa selvitettiin, mikä on tehtaiden välisen logistiikan nykytila ja piirrettiin prosessikaavio nykytilanteesta. Kuviossa 12 esitetään materiaalivirran edellyttämät työvaiheet ja dokumentoinnit ennen tehtaiden välillä toteutuvia kuljetuksia. Nykytilakaavion tarkoituksena oli havainnollistaa työmäärää ja työvaiheita ennen kuin yritys x:n toinen tehdas saa tarvitsemansa lähetyksen. Tutkimuksen tarkoituksena oli yksinkertaistaa ja tehostaa kyseistä prosessia, jolloin säästyy työkustannuksia ja kuljetuskustannuksia. Materiaalivirtausta yksinkertaistamalla on saavutettavissa myös merkittäviä päästövähennyksiä, ks. tavoitetilakaavio (liite 7).



Kuvio 12. Tehtaiden välisen materiaalilogistiikan nykytilanne

Haastatteluissa selvitettiin tutkimuskysymyksiin pohjautuen, millaiset ohjeet ja rahtisopimukset tehtaiden välisestä logistiikasta on tällä hetkellä. Kuinka paljon aikaa kuluu tehtaiden välisen hankintojen tai materiaalivirtojen käsittelyyn. Lisäksi selvitettiin mitkä tekijät vaikuttavat hankittavan materiaalin toimittajan valintaan, millä perusteella rahtitapa valitaan ja minkälaisia ongelmia tai riskitilanteita tehtaiden väliseen rahtiliikenteeseen liittyy (liite 1).

Tutkimuksessa selvisi, että kaikki haastatteluihin osallistuneet henkilöt tiedostivat tehtaiden välisessä logistiikka- ja hankintaprosessissa olevan paljon kehitettävää. Kehitystarpeen tiedostamisesta huolimatta työntekijät kokivat, että päivittäisessä työssä on kiirettä ja jokaisella on paljon tekemistä, joten tällaiselle kehitystyölle ei jää aikaa. Haastatellut tekijät toivoivat omaan työhönsä väljyyttä, joka mahdollistaisi ja antaisi aikaa syventyä, ajatella ja kehittää ko. asioita. Haastatelluaineiston perusteella tehtaiden välisen logistiikan saaminen hiilineutraaliksi, materiaalivirtojen ja paikallisen hankinnan kehittäminen ei ole läpihuutojuttu. Kehittämiseen pitäisi pystyä aidosti keskittymään ja toteuttamaan vaaditut toimenpiteet. Viimeisten kahden vuoden aikana ilmenneet maailmanlaajuiset logistiikkaongelmat, ilmastonmuutoksesta johtuvat luonnon ääri-ilmiöt, Covid-19-pandemia-aika ja Ukrainan sota ovat työllistäneet logistiikan osalta haastateltuja aiempaa enemmän. Tulosten perusteella haastateltavat kokivat positiivisena yritys x.n

hiilineutraalisuustavoitteen 2025 ja tämän opinnäytetyön tutkimusalueen. Haastatteluvastauksissa materiaali sana tarkoittaa yritys x:n toimittajilta tai toiselta tehtaalta hankkimia raaka-aineita, komponentteja tai sähkömekaanisia osia. Näistä valmistetaan asiakaskohtaisia valmiita sähkömekaanisia tuotteita eli johdin- tai kaapelisarjoja. Vastausten perusteella tehtaiden välisistä rahdeista on olemassa seuraavia toimintaohjeita:

- Sopimukset huolintayrityksistä, laiva-, lento- ja maantierahdissa.
- Tavoitteet kiinteistä viikko- ja kuukausitoimituksista reiteittäin.
- Ohjeistukset ensisijaisesta rahtitavasta kullakin reitillä.
- Ohjeistus poikkeaviin tilanteisiin.
- Kollien paino- ja mittarajaohjeet huolintayrityksen valintaan.

Lentorahtia käytetään vain erityisen syyn vuoksi kustannusten ja päästöjen minimoimiseksi. Lentorahdeista on ohjeistukset kaikille tehtaille siitä, millä lentorahtitavalla toimitaan yrityksessä sovitun painorajan alittuessa tai ylittyessä. Lentorahtiohjeistuksia on jouduttu viimeisen kahden vuoden aikana päivittämään, koska maailmanlaajuiset logistiikkahaasteet ja materiaalien saatavuusongelmat eivät johdu yritys x:n omasta toiminnasta. Kaksi haastateltua kertoi, että lupa lentorahdin käyttämiseen kysytään asiakkaalta, mikäli ongelmista johtuvat maantie -tai laivarahti eivät aikataulullisesti riitä asiakkaalle.

Päätoimipaikan vastuhenkilö vastaa huolintasopimuksista, joita hyödyntävät myös muut yritys x:n yksiot Euroopassa ja Aasiassa. Huolintasopimuksia on tällä hetkellä useita ja pääsääntöisesti käytetään kolmea huolintayritystä. Tehtaiden väliset reitit ja huolintasopimukset on listattu taulukkoon haastatteluiden perusteella (liite 3). Haastateltavien mukaan satunnaisesti voidaan joutua käyttämään näiden kolmen ulkopuolelta huolitsijoita. Huolintasopimukset sisältävät vaadittavat tullausasiakirjat sekä tarkastukset.

Haastatteluiden perusteella kaikki ostotoiminnassa mukana olevat henkilöt ovat tekemisissä tehtaiden välisten materiaalivirtojen kanssa. Materiaalivirta sisältää materiaalien ostamista ja niiden edelleen myyntiä toiselle yksikölle. Lisäksi mer-

kittävässä osassa ovat valmistettujen tuotteiden ostaminen toiselta yksiköltä päätoimipaikan varastoon. Varaosien välitysmyynti on vähäistä. Tehtaiden väliseen kaupankäyntiin käytetyt työaika-arviot yksiköittäin vaihtelevat merkittävästi. Suurin osa työajasta käytetään päätoimipaikassa, jossa oston käyttämä työaika on noin yhden henkilön kokonaistyöaika. Ensimmäisen haastattelun mukaan työaika sisältää materiaalien ostojen tekemisen toimittajille tai yritys x:n eri yksiköille, toimitusongelmien selvittämisen, ostotilausvahvistusten ylläpidon, tiedon jakaminen yrityksen sisällä, hinnanmuutosten käsittelyn ja ennustepuutteista johtuvat lisätyöt. Kaikissa yksiköissä työaika kuluu vastausten perusteella yhteensä noin 60–80 työtuntia viikoittain.

Tutkimuksessa selvitettiin, mitkä tekijät vaikuttavat materiaalin toimittajavalintaan. Vastausten perusteella eniten materiaalitoimittajan valintaan vaikuttaa asiakasvaatimus materiaalin valmistajasta. Toiseksi eniten valintaan vaikuttaa kokonaishankintahinta, joka sisältää kuljetuskustannukset. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat mm. toimitusaika, laatu, toimittajan luotettavuus ja sertifikaatit sekä yritys x:n toiselta yksiköltä saatu ohjeistus tai vaatimus ostopaikasta. Toimittajan valinnassa pyritään hyödyntämään olemassa olevia toimittajia ja laajentamaan heidän toimitusmääriään, mikäli mahdollista. Paikallisten markkinoiden heikko tarjonta vaikuttaa ostoihin päätoimipaikasta tai jakelijoilta. Merkkituotteille on helpompi löytää paikallinen toimittaja tai jakelija kuin asiakaskohtaisille materiaaleille. Uuden toimittajan tulee täyttää ohjeistetut kriteerit mm. maksu- ja toimitusehdot.

Haastateltavia pyydettiin kertomaan, millä perusteella laiva-, lento-, maantie- tai junarahti valitaan. Aikataulun perusteella valitaan edullisin kuljetusmuoto: laiva- tai maantierahti. Tehtaiden välisessä materiaalien myynnissä pääpaikan vapaa varastosaldo vaikuttaa valintaan. Ennustamattomat tai yllättävät materiaalitarpeet joudutaan kuljettamaan usein lentona tehtaiden välillä. Yhden vastauksen perusteella Euroopasta Aasiaan vietävien materiaalien osalta ostaja käy vahvistukset läpi käsin ja tarvittaessa laivarahdista osa joudutaan siirtämään lentorahtiin aikataulun takia.

Tutkimuksessa etsittiin vastauksia, minkälaisia ongelmia tai riskitilanteita tehtaiden välisessä rahtiliikenteessä esiintyy. Kaikkien haastateltujen vastauksissa nousi esiin, että laivarahdit eivät toimi normaalisti. Syiksi mainittiin konttiongelmia lähtösatamissa tai satamien sulkeminen Covid-19-pandemia-ajan rajoituksin. Kaikissa haastatteluissa todettiin, että toteutuneet riskit ovat aiheuttaneet lisätyötä ostolle, pitkiä viestinnällisiä ketjureaktioita yrityksen sisältä asiakkaille asti, mainehaittaa ja tuotantoviiveitä. Tavarain tai kuorman katoaminen koettiin suurimmaksi uhaksi ja tästä aiheutuu kustannuksia, lisätyötä, korvaavan erän valmistaminen ja lentorahtia. Tavarain katoamiset ja toimitusviiveet ovat lisääntyneet. Satamien ongelmien takia Aasian ja Euroopan välillä joudutaan lähettämään paljon pieniä laiva- tai lentorahtilähetyksiä. Lisäksi Aasian ja EU:n tullikoodiongelmia aiheuttavat merkittävää lisätyötä ja riskin väärin koodien käyttämisestä.

### 5.3 Lentorahdin vähentäminen tehtaiden välisissä kuljetuksissa

Tutkimuksessa selvitettiin syitä lentorahdin valintaan tehtaiden välisissä kuljetuksissa. Vastausten perusteella lentorahdin valintaan vaikuttaa eniten neljä asiaa. Asiakasennusteet, pidentyneet toimitusajat, ennakoinnin puute tai toisen tehtaan tilapäinen kapasiteettiongelma. Vastausten perusteella ennusteongelmia kytkeytyvät voimakkaasti tarpeeseen käyttää lentorahtia. Ennusteisiin liittyvät haasteet jakautuvat kahteen osaan. Kaikki haastateltavat kokivat, että he eivät voi vaikuttaa ennusteen puuttumiseen, asiakasennusteen luotettavuuteen tai asiakkaan antamaan virheelliseen ennusteeseen ns. tuplaennusteet. Toisena asiana koettiin ennusteisiin liittyvät sisäiset asiat, kuten yksiköiden välisten ennusteiden puuttuminen ja ennustetoteuman seurannan puuttuminen.

Vastausten perusteella pidentyneiden toimitusaikojen taustalla olevia syitä ovat globaalit raaka-aine puutteet Covid-19-pandemia-ajan jälkeen, toimittajien tehtaiden tuhoutuminen mm. tulipalot ja tulvat, Covid-19-rajoitusten vaikutukset toimitusketjussa sekä sodan alkaminen. Valmistajien tai toimittajien toimitusaikojen pidentyminen on aiheuttanut avoinna olevien ostotilausten toimituspäivien siirtoa ja lentorahdin käyttöä.

Haastatteluissa nousi esiin, että kaikki kohtaavat työssään ennakoimattomia tilanteita. Tilanteiden taustalla olevia syitä ovat haastattelujen perusteella se, että materiaalitarpeita ei ole tiedossa ennalta ollenkaan tai asiakastarpeet lisäävät kysyntää ja aikaistuksia. Yhden vastauksen perusteella materiaalien saaminen oikea-aikaisesti omalle tehtaalle vähentäisi materiaalipuutteita, eikä kerryttäisi varastonarvoa liikaa. Valmistavan ja lähettävän tehtaan kapasiteetti- tai materiaali-puute johtaa usein lentorahdin käyttöön.

Vastausten perusteella toimenpiteet lentorahdin vähentämiseksi jakaantuvat neljään alaluokkaan. Juurisyyanalyysit ja niistä johdettavat toimenpiteet. Sisäiseen koulutukseen, ohjeistukseen, tiedonjakoon ja yhteiskehittämiseen liittyvät asiat. Omien tehtaiden tuotannon toimitusvarmuuteen ja ennusteisiin liittyvät asiat.

Lentorahtien juurisyyt pitää selvittää ja niitä pitää systemaattisesti kirjata. Näin voidaan paremmin ymmärtää syitä, mistä lentorahdin tarve on syntynyt. Tätä kautta on mahdollista parantaa toimintaa ja välttää lentorahdit. Haastatteluissa tuli esille kaksi konkreettista rajausta juurisyyden selvittämiseksi. Haastateltavat pohtivat, miksi kaikkea ei pystytä laittamaan suunnitellusti laivarahdilla tehtaiden välillä ja sisältääkö lentorahdit samoja nimikkeitä tai materiaaleja, joita toistuvasti joudutaan lennättämään tehtaiden välissä.

Toisena toimenpiteenä haastatteluissa tuli esille, koulutuksen, tiedon jakamisen ja yhteiskehittämisen tarve. Koettiin, että lentorahtien kustannustietoisuuden lisäämiselle on tarvetta. Haastattelussa esitettiin järjestettäväksi vapaamuotoista ideointia ja keskustelua tehtaiden välisten lentorahtien vähentämiseksi, tämä lisäisi faktaperusteista tietoa ja yhteistä ymmärrystä asiasta. Haastatteluissa pohdittiin myös, miten valmistava tehdas pystyy pitämään tuotantoaikataulusta kiinni suunnitelman mukaisesti ja näin välttämään lentorahdit. Haastatteluissa ehdotettiin, että tuotantosuunnitelma lukitaan ja toteutetaan. Tehtaiden välistä toimitusvarmuutta on pystyttävä kehittämään. Varastotasojä on seurattava ja ylläpidettävä paremmin. Materiaalien puskurisopimukset toimittajan kanssa vähentäisi lentorahdia, mutta tämä vaatii aktiivista yhteistyötä ja viestintää. Tuotantovirheiden vähentäminen koulutuksella, jotta viallisten tilalle ei tarvitse lennättää uusia korvaavia tuotteita.

#### 5.4 Paikallisen ostamisen kehittäminen

Haastateltavilta selvitettiin, mitkä tekijät estävät materiaalien paikallista ostamista. Vastausten perusteella paikallisen hankinnan esteet jakaantuvat operatiiviseen toimintaan ja kaupallisiin tekijöihin. Paikallisen hankinnan esteeksi koettiin asiakashyväksynnän saaminen vaihtoehtoisen paikallisen toimittajan materiaalille. ”Second-source” materiaalien hyväksyttämässä nousi esiin vaikeudet asiakkaan kanssa ja riittämätön tuki toiselta yksiköltä ”second-source”-prosessissa. Toiminnanohjausjärjestelmän puutteelliset valmistajatiedot estävät ostajaa näkemästä suoraan materiaalin valmistajan ja valmistusmaan. Varsinkin uuden ostajan on vaikea tunnistaa materiaalia pelkästä asiakkaan numerosarjasta tai toimittajatiedosta. Osaamisen kehittämistarvetta koettiin siinä, että nykyään ei osata tunnistaa hankittavia materiaaleja riittävästi, mitkä kaikki olisi mahdollista hankkia paikallisesti.

Kaupallisista asioista esteeksi koettiin asiakashyväksynnän saaminen paikallisen toimittajan hinnalle. Vastausten perusteella sopimusteknisten syiden vuoksi kaikki valmistajat tai jakelijat eivät myy suoraan kaikille yritys x:n yksiköille. Sopimustoimittajan toimitukset olisi mahdollista jakaa, mutta laskun jakaminen muodostuu esteeksi. Faktatiedon puute tehtaiden välisen kaupankäynnin todellisista kustannuksista, mitkä ovat välitysmyyntin tehdaskohtaiset kustannukset, kun materiaalia myydään toiselle yksikölle. Esteeksi koettiin korkeat kuljetuskustannukset suhteessa pieneen hankintaerään ja tämän perusteella hankintoja on keskitetty päätoimipaikkaan.

Tutkimuksessa selvitettiin, miten materiaalien ostoja voidaan lisätä paikallisesti, pääpaikasta ostamisen sijaan. Haastattelujen perusteella paikallista ostamista voidaan lisätä tiedon jakamisella, toimittajayhteistyötä kehittämällä ja tietojärjestelmän paremmalla hyödyntämisellä. Kaikissa haastatteluissa korostui yksiköiden välisen keskustelun ja tiedon jakamisen lisääminen. Tietoa haluttiin jaettavaksi ostomaasta, uudesta toimittajasta tai jakelijasta. Vastausten perusteella paikallista hankintaa voidaan lisätä toimittajayhteistyöllä. Esille nousivat yhteiset



globaalit hankintasopimukset, toimittajien tiedottaminen ostavista yrityksen x yksiköistä ja materiaaliennusteiden toimittaminen kuukausittain valmistajille ja jakelijoille.

Kaikki olivat yksimielisiä siitä, että tietojärjestelmän paremmalla hyödyntämisellä ja tietojen ajan tasalla pitämisellä paikallisia ostoja voidaan lisätä. Etenkin ostajat kertoivat, että nimikkeiden taakse halutaan todelliset valmistajat ja vähintään englanninkieliset perustiedot. Nyt osa tiedoista on vain suomeksi, mikä vaikeuttaa materiaalien tunnistamista. Nimikkeistön ja toimittajien läpikäynti koettiin työlääksi, mutta välttämättömäksi projektiksi paikallisten hankintojen lisäämisessä. Lisäksi järjestelmään toivotaan lisättävien vaihtoehtoisten toimittajien ja tarvittavien teknisten tietojen nimikkeittäin.

Haastateltavilta kysyttiin, minkälaisia ideoita tai ajatuksia sinulla on, miten kehittää paikallista ostamista. Haastatteluiden vastauksissa esitettiin, että hankintojen paikallistaminen käydään asianosaisten kanssa läpi. Yhteisen läpikäynnin kautta halutaan ymmärtää paremmin, mitä voidaan muuttaa ja miksi pitää toimia tietyn prosessin mukaan. Kysymyksen vastauksissa toistui aiemmin esiin tullut asia systemaattisesta nimikkeiden ja toimittajien läpi käymisestä eli nykytilan selvittäminen, mitä ostetaan toisesta yksiköstä esim. vuodessa. Vastauksissa toistui kokonaiskustannusten selvittäminen, koska useat työntekijät eri tiimeissä käsittelevät samoja rivejä. Tämä aiheuttaa piilokustannuksia. Toimittajayhteistyössä on pystyttävä luomaan kuva yritys x:stä yhtenä ostavana asiakkaana usean ostoyksikön sijaan. Mittareiden hyväksi käyttäminen.

Tutkimuksessa selvitettiin, mitä haastateltavat tietävät logistiikan aiheuttamista päästöistä nykyään tai vihreästä logistiikasta. Logistiikan päästöistä vastuksista ilmeni, että lentorahdit aiheuttavat päästöjä monikymmenkertaisesti verrattuna muihin kuljetustapoihin. Haastatteluissa ostajat kertoivat havainneen kaikkien huolintayrityksen tavoittelevan päästövähennyksiä pyrkimällä eroon fossiilisista polttoaineista. Positiivisena vastauksissa pidettiin yritys x:n tavoitetta olla hiili-neutraali vuoteen 2025 mennessä. Tavoitetta varten vastaajat haluavat ohjeistusta ja tietoa, miten logistiikka – tai huolitsija valitaan ja mikä on standardi tai ohjeistus, jonka puitteissa jatkossa toimitaan. Logistiikan hiilineutraaliustavoitetta

kohtaan esitettiin kritiikkiä, miten päästään tavoitteeseen ja kuka maksaa, sekä miten ja millä sähkö saadaan tuotettua sähköistyvään rahtiliikenteeseen.

Haastatteluihin osallistuneilta kysyttiin, tarjoaako nykyiset rahtikumppanit aktiivisesti vihreämpiä tai vähäpäästöisempiä kuljetusvaihtoehtoja. Tarjontaa tai suoranaista mainontaa vähäpäästöisistä kuljetuksista on havaittu melko vähän. UPS:llä on valittavana vihreämpi kuljetusvaihtoehto. DHL ja Fedex pystyvät tarjoamaan hiilikompensoitua rahtia, mutta tällä on hintaa eli maksaa enemmän. Päästökauppa sai kritiikkiä haastateltavalta ja vastaehdotuksen kompensoinnin korvaamisesta vihreillä investoinneilla kuten esim. aurinkovoimalan rakentaminen tai puiden istutus.

Haastatteluissa selvitettiin kustannustietoisuutta logistiikasta. Kokonaiskustannuksia on seurattu euroina päätoimipaikan osalta, koska sopimukset on tehty sieltä. Vastausten perusteella eriteltyä reittien tai rahtityyppien kustannustietoa ei ole seurattu ja jaettu. Tehtaiden välillä ei ole ostajien yhteistä palaveria, missä seurataan mm. kuljetuskustannuksia eriteltynä. Lentorahtien hinnat ovat nousseet merkittävästi 2022 ja laivarahdin hinnat ovat alkaneet nousta Ukrainan-sodan alkamisen myötä.

Haastelevilta pyydettiin ideoita, miten tehtaiden välisiä kuljetuksia tulee kehittää ja seurata tulevaisuudessa. Rahtien mittaaminen kiloina rahtilajeittain ja tätä kautta kilomäärä perusteista rahtihintojen seuraamista, kustannus per kilo. Lentorahtipäästöjen mittaaminen ja seuranta koettiin mielenkiinnon kohteeksi. Myynnin pitää tehdä paljon työtä asiakasennusteiden saamiseksi. Euroopan toisen yksikön ja Aasian yksikön logistiikka yhteys pitää saada auki, jotta vältetään siltä, että tavarat kiertävät Euroopan molempien yksiköiden kautta Aasiaan. Ehdotettiin selvitettäväksi sähkörekan käyttöä tehtaan ja sataman välisessä logistiikassa. Lentorahtien vähentäminen kaikilla mahdollisilla keinoilla ja toimenpiteillä, mitkä ovat mahdollista toteuttaa. Valitsemalla vähäpäästöisiä kuljetusmuotoja tarjoavat yhteistyökumppanit. Rautatierahdin käyttäminen lentorahtien sijaan tulevaisuudessa.

## 5.5 Kehitysehdotukset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia omien tehtaiden välisen logistiikan nykytilanne sekä haastattelujen avulla saada aineistoa vaadittavien toimenpiteiden ja kehitysehdotusten pohjaksi. Kehittämistyön tavoitteena oli luoda toteutuskelpoisia ja konkreettisia kehitys- ja toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla yritys x konserni saavuttaa hiilineutraaliustavoitteen. Kehitysehdotukset sisältävät toimenpiteitä toiminnan tehostamiseen, koska sen on oltava ensisijainen keino vähentää yrityksen x tehtaiden välisiä kuljetuspäästöjä.

Osana työtä tutkittiin mikä estää paikallisten hankintojen tekemistä ja pyrittiin kehitysehdotusten kautta lisäämään toimenpiteitä paikalliseen hankintaan, jotta kuljetuspäästöt vähenevät ja toimitusketjun kustannustehokkuus paranee. Lisäksi selvitettiin haastatteluilla, miten lentorahtien käyttöä pystytään minimoimaan. Tutkimusaineiston perusteella selvisi, että tehtaiden väliseen hankinta- ja logistiikka-prosessiin haluttiin kehitys- ja muutostoimenpiteitä. Jokainen tehdas toimii itsenäisesti omien materiaalitarpeiden ja nykyisten ohjeistusten mukaan, mutta varsinaiset yhteiset mittarit ja tavoitteet tehtaiden välisen toiminnan ja hankintalogistiikan kehittämiseksi puuttuvat.

Omien tehtaiden välisen toiminnan tehostamisen kannalta keskeisiä osa-alueita tunnistettiin seuraavasti:

- yhtenäinen tehtaiden osto-myyntitoiminnan johtaminen, mittaus ja seuranta
- osaamisen kehittäminen kaikissa yksiköissä
- yhteistyön lisääminen sekä tehtaiden että asiakkaiden välillä.

Toiminto	Kehitysehdotukset	Toimenpiteet
Johtaminen	<p>Tavoitteiden ja mittareiden asettaminen päästöille</p> <p>Kehitysprojektin käynnistäminen</p> <p>Kustannusten seuranta</p> <p>Mittaus- ja seurantatyökalujen kehittäminen</p>	<p>Tavoiteaikataulun määrittely vaikutusalueen 3 kuljetuspäästöjen vähentämisestä.</p> <p>Toteutetaan kehitysprojekti tehtaiden välisissä osto- ja logistiikkatoiminnoissa.</p> <p>Kuljetuskustannusten mittaus ja seuranta omien tehtaiden välillä rahtilajeittain euroina.</p> <p>Päästölaskurin (WTW) automatisointi ERP järjestelmään/Power Bi ja logistiikkakumppanien laskurien hyödyntäminen.</p>
Osaamisen kehittäminen	<p>Tietojärjestelmän hyödyntäminen</p> <p>Läpimyytävien/ostettavien materiaalien vähentäminen</p> <p>Ennusteiden ja tiedon jakaminen</p> <p>Sisäistä koulutusta ja yhteistyötä</p> <p>Rahtisopimusten päivittäminen</p> <p>Lentorahdin vähentäminen</p>	<p>Rahtikilojen lisääminen tietojärjestelmään päästölaskennan automatisoimiseksi. (liite 7.)</p> <p>Paikallisten ostojen lisääminen priorisoidussa järjestyksessä.</p> <p>Tehtaiden välisten tarpeiden riittävä ennustaminen.</p> <p>Hankintaohjeen päivittäminen liitteen ehdotuksen mukaan.</p> <p>Toimittajayhteistyöstä sopiminen tehtaiden kesken.</p> <p>Materiaalihankintojen varmistaminen paikallisesti tuotannon siirroissa.</p> <p>Kuljetusten muuttaminen hiilikompensoituun rahtiin ja niiden hinnoittelu asiakkaille.</p> <p>Päästöhyvitettyjen lentorahtien tarjoaminen asiakkaiden maksamille rahdeille.</p> <p>Juurisyy analyysit</p>
Asiakasyhteistyö	<p>Asiakasennusteiden käsittely</p> <p>Materiaalihyväksynät</p>	<p>Asiakasennusteiden analysoinnin resurssointi ja systematisointi: mm. väärin tai tuplaennusteiden poistaminen.</p> <p>Asiakashyväksyntöjen lisääminen paikallisten toimittajien käyttämiseksi.</p>

Taulukko 2. Kehitys- ja toimenpide-ehdotukset

Tiivistetysti omien tehtaiden välinen logistiikka saadaan hiilineutraaliksi, kun

1. Tehostetaan omaa toimintaa ehdotetulla kehittämisprojektin toteuttamisella ja toimenpide-ehdotuksilla.
2. Keskustellaan ja sovitaan asiakkaiden kanssa päästöhyvitettyjen rahtien käytöstä asiakkaiden valmiille tuotteille ja hinnoitellaan ne asiakkaille.
3. Jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan muiden jäljelle jääneiden yrityksen x päästöjen kanssa esim. investoimalla uusiutuvien energian hankkeisiin tai ostamalla päästökompensointi.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tämän tapaustutkimuksena toteutetun kehittämistyön tavoitteena oli vastata kysymykseen: miten yrityksen x omien tehtaiden välinen logistiikka saadaan hiilineutraaliksi ja antaa toteutuskelpoisia kehitysehdotuksia toimeksiantajalle. Tutkimuksessa selvitettiin, mistä omien tehtaiden välisiltä rahtireiteiltä vaikutusalueen 3-kuljetuspäästöt syntyvät ja miten kyseiset päästöt lasketaan. Lisäksi tutkittiin, mitä muutoksia vaaditaan, jotta omien tehtaiden välisiä kuljetuspäästöjä ja kuljetuskustannuksia pystytään pienentämään.

Taustatietoina käytettiin ajankohtaista ja uusinta kirjallisuutta sekä artikkeleita. Tietolähteinä käytettiin yrityksen x käytössä olevia tietojärjestelmiä ja anonyymejä haastatteluja. Tutkimuksessa käytettiin useita menetelmiä, jotta voitiin antaa kehitysehdotuksia ja niiden luotettavuus varmistaa. Kuljetuspäästöjen laskennalla ja kehitysehdotuksilla on tärkeä merkitys toimeksiantajalle, jotta muutoksia voidaan toteuttaa ja vähentää sekä kustannuksia että päästöjä. Päästöjen vähentyminen pienentää myös mahdollisen kompensoinnin tarvetta ja tätä kautta kustannuksia. Vastuullisuuden näkökulmasta työn tulosten hyödyntäminen on välttämätöntä, että yritys x kykenee toteuttamaan strategiansa olla hiilineutraali omassa toiminnassa.

Ennen määrällisen aineiston keräämistä selvitettiin haastatteluiden avulla tehtaiden välisen logistiikan nykytilanne ja nykyiset rahtireitit. Tämän perusteella pystyttiin toteuttamaan asetettu tavoite eli laskemaan tehtaiden väliset kuljetuspäästöt vaikutusalueesta 3. Kuljetuspäästöjen laskentaa varten hyödynnettiin viitekehyksessä tutkittua tietoperustaa valittavissa olevista päästölaskentatavoista vaikutusalueen 3 kuljetuspäästöille. Päästöjen lisäksi laskettiin yritys x:n tietojärjestelmistä tehtaiden väliset kuljetuskustannukset rahtilajeittain. Kustannuserittelystä muodostettiin johtopäätöksenä kustannussäästöjen arvio, joka on yhteensä noin 60–90 t€ vuodessa. Taloudellisen hyödyn arvio jakaantuu säästöihin kuljetuskustannuksissa ja työtunneissa.

Säästöarvio perustuu lentorahtien vähentämiseen noin 50 % eli noin 40 t€ vuodessa. Maantierahdin vähentämiseen noin 20 % eli noin 15 t€ vuodessa. Kustannussäästöt voidaan saavuttaa toteuttamalla kehitysehdotusten mukaiset toimenpiteet. Kustannussäästöarviossa on mukana työkustannussäästöt, jotka haastatteluiden perusteella voidaan todeta olevan noin 35 t€ vuodessa. Määrällisen tutkimuksen tuloksista tehtiin johtopäätös, että suurimmat päästövähennykset ja kustannussäästöt on saatavissa lentorahdin vähentämisellä (liite 2). Haastatteluaineiston perusteella voitiin päätellä, että kaikista lentorahdeista ei tulla pääsemään eroon, toiminnan nopeatempoisuuden takia. Kehitysehdotusten mukaisesti näissä lentorahdeissa on hyödynnettävä päästöhyvitettyjä lentorahteja ja niiden kustannuksista on sovittava yhteistyössä sidosryhmien kanssa.

Opinnäytetyön määrällisistä tutkimustuloksista voidaan todeta, että vaikutusalueen 3 epäsuorien kuljetuspäästöjenlaskentamenetelmä on kirjattu tähän tutkimukseen. Päästölaskenta on toistettavissa opinnäytetyössä esitetyn laskentamenetelmän mukaisesti. Toimeksiantajan laskentatyön helpottamiseksi on toteutettava ehdotettu rahtikilojen kirjaaminen suoraan tietojärjestelmään kuljetustahtumittain. Näin voidaan jatkossa muodostaa automaattinen raportti jokaisesta tehtaiden välisen kuljetuksen reittikilometreistä. Tämän jälkeen on mahdollista luoda automaattinen tonnikilometri -tai CO<sub>2</sub>-päästöraportti kehitysehdotusten mukaisesti. Vastaavat tiedot ovat jo saatavissa kuljetuskustannuksista euroittain toimeksiantajan ostoreskontrasta ja kirjanpitoileiltä.

Haastattelutulosten johtopäätöksenä todettiin, että yrityksen x tehtaiden välinen materiaalivirta ja logistiikkaprosessi vaativat systemaattista kehitystyötä. Toimeksiantajan jokainen tehdas toimii tällä hetkellä itsenäisesti. Tämän takia tehtaiden välinen toiminta ei ole täysin yhtenäistä ja systemaattista, vaan hajallaan yksiköiden omassa toiminnassa. Haastatteluaineistosta pääteltiin, että halua syventyä ja kehittää ko. asioita on, mutta aikaa on rajallisesti käytettävissä. Olemassa olevien rahtitietojen kerääminen ja osaamisen kasvattaminen kuljetusasioissa on ol-tava keskiössä tavoiteltaessa hiilineutraaliutta sisäisessä logistiikassa. Hiilineutraalisuuteen on pyrittävä ensisijaisesti omin keinoin päästöjä vähentämällä (Ahola ym. 2014, 15).

Tutkimuksen lopputuloksena määriteltiin ja koottiin kehitysehdotuksia osa-alueittain. Kehitysehdotukset toteuttamalla parannetaan johtamista tehtaiden välisessä yhteistyössä, kehitetään työntekijöiden osaamista ja lisätään sidosryhmyyhteistyötä. Näiden tuloksissa tunnistettujen osa-alueiden voimakas kehittäminen tukee toimeksiantajan tavoitteita. Osa-alueiden kehitysehdotusten toteuttamisen vaikutus on mitattavissa euroina ja päästöinä. Myös yrityksen maine vastuullisena toimijana kasvaa.

## 6.2 Eettiset lähtökohdat ja luotettavuus

Opinnäytetyössäni noudatettiin hyviä tieteellisiä käytänteitä. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2012.) Toimeksiantaja antoi luvan haastatella organisaation henkilöstöä anonymisti tarvittavan aineiston keräämiseksi. Kuljetuspäästöjen tonnikilometrien luotettavuus varmistettiin käyttämällä rahtilaskuista kirjanpitoon tiliöityjä ja toteutuneita kuljetustietoja. Valmiiden päästötietojen (liite 4) osalta luotettavuus todettiin huolitsijalta saaduista laskutusraporteista. Opinnäytetyössä laskettujen kuljetuspäästöjen laskennan luotettavuus varmistettiin käyttämällä viimeisintä SYKE:n kehittämää yrityksen hiilijalanjälkilaskuria (SYKE 2024). Laskuri perustuu LIPASTO-tietokantaan, joka on Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy:n luoma ja ylläpitämä tietokanta yksikköpäästöistä. (VTT 2023.)

Haastatteluaineiston luotettavuuteen vaikutettiin suunnittelemalla haastattelut etukäteen. Haastateltaville lähetettiin ennakkoon tietoa, mitä haastatellaan ja miksi. Haastattelut tehtiin anonymieinä yksilöhaastatteluina, jotta jokaiseen haastateltavaan saatiin rakennettua luottamuksellinen yhteistyösuhde. Haastateltaviksi valittiin toimihenkilöitä, joilla on jo pitkä työkokemus toimeksiantajan palveluksessa omalta osaamisalaltaan.

## 6.3 Oman osaamisen kehitys

Raportin kirjoittamiseen meni oletettua enemmän aikaa johtuen pidentyneistä tauoista kirjoittamisen ja välipalautteen saamisen välillä. Laadullisen ja määrällisen tutkimusaineiston analysointi sujui ongelmitta ja oli tämän työn osalta mielenkiintoisin vaihe. Mikäli samankaltainen tutkimus tehtäisiin uudelleen, haastat-



telukysymysten tarkempi rajaaminen olisi mahdollistanut vieläkin yksityiskohtaisempia kehitysehdotuksia. Kysymysten muodostaminen niin, että niistä saa mahdollisimman paljon aineistoa opinnäytetyötä varten ei ollut kaikista helpointa. Osaamiseni yrityksen tai organisaation vastuullisuuden kehittämistä kasvoi merkittävästi. Ajankohtainen aihe on herättänyt kiinnostusta ja olen jo pitänyt luentoja kahdessa eri oppilaitoksessa opinnäytetyöni viitekehyksestä. Tietoisuuden lisääminen tieteeseen perustuvasta päästöjen vähentämisestä luo toivoa paremmasta tulevaisuudesta.

#### 6.4 Jatkotutkimukset

Kestävän tuotannon kehittämiseen liittyvä opinnäytetyöni oli yksi osa-alue yritys x:n hiilineutraaliustavoitteesta. Tietoperustaan on koottu tietoa, jota toimeksiantaja voi hyödyntää kuljetuspäästöjen laskennan määrittelemisessä. Toimeksiantaja saa tästä opinnäytetyistä hyötyä toiminnan kehittämiseen toteuttamalla kehitysehdotuksia.

Jatkossa tutkimusta ja resursseja olisi kohdennettava paikalliseen ostamisen laajemmin. Kuljetustavat ja kuljetuskustannukset ovat osa vastuullista materiaalihankintaa ja materiaalilogistiikkaa. Siksi hankinnalla on entistä merkittävämpi rooli onnistua täyttämään lisääntyvät vastuullisuusvaatimukset. Olisi mielenkiintoista tutkia lisää, miten paljon materiaalien hankintaprosessia pitää tulevaisuudessa muuttaa, jotta kasvavan yritys x:n kuljetuspäästöt ja kuljetuskustannukset eivät lisäänty suhteessa liikevaihtoon. Jatkossa voisi myös selvittää ja määrittää mitä tarkoittaa vastuullinen ostaminen ja vastuullinen materiaalihankinta. Tähän liittyy tässä tutkimuksessa esiin noussut yhteistyö eri sidosryhmien välillä kuten asiakkaiden, toimittajien ja toimeksiantajan tehtaiden välillä.

## LÄHTEET

Anttonen, M. 2020. Yrityksen ympäristö- ja vastuullisuusjohtaminen. Teoksessa Laasasenaho K., Lauhanen R. & Lähteenmäki E. (toim.) Hiilineutraali yritys: Opas päästöjen vähentämiseen kustannustehokkaasti pk-yrityksissä. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja 2020: B159. Viitattu 14.11.2022. <http://www.urn.fi/URN:NBN:fi-fe202101041027>

Anttonen, M. & Jäätelä, R. 2020. Hiilineutraalisuudella lisäarvoa liiketoiminnalle. Teoksessa Laasasenaho K., Lauhanen R. & Lähteenmäki E. Hiilineutraali yritys: Opas päästöjen vähentämiseen kustannustehokkaasti pk-yrityksissä. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja 2020: B159. Viitattu 14.11.2022. <http://www.urn.fi/URN:NBN:fi-fe202101041027>

Brundtland, G. 1987. Our common future. Viitattu 14.11.2022. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Berninger, K. 2012. Hiilineutraali Suomi. Miten luodaan ilmastoystävällinen yhteiskunta. Helsinki: Gaudeamus.

European Environment Agency. 1998. Environmental management tools for SMEs – A handbook. Environmental Issues series, no 10. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Viitattu 10.11.2022. <https://www.eea.europa.eu/publications/GH-14-98-065-EN-C>

Euroopan unioni 2016. Well wheel analyses. Viitattu 24.11.2023. [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/jec-activities/well-wheels-analyses\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/jec-activities/well-wheels-analyses_en)

Euroopan unioni 2019. Euroopan vihreän kehityksen ohjelma – Green deal. Viitattu 10.11.2022. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_fi](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fi)

Euroopan unioni 2021. Getting fit for 55 and set for 2050. Viitattu 10.11.2022. <https://etipwind.eu/files/reports/Flagship/fit-for-55/ETIPWind-Flagship-report-Fit-for-55-set-for-2050.pdf>

Gao, T., Liu, Q. & Wang, J., 2014. A comparative study of carbon footprint and assessment standards. International Journal of Low-Carbon Technologies. Volume 9(3) 2014, s. 237-243. Viitattu 13.11.2022 <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt041>

Greenhouse Gas Protocol 2004. Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised edition. Viitattu 14.11.2023. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>. ISBN: 1-56973-568-9

Greenhouse Gas Protocol Standard 2011. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Viitattu 13.11.2022.

[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard\\_041613.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf)

Greenhouse Gas Protocol, 2013. Scope3 Calculation Guidance. Viitattu 11.11.2022.

[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf)

Greenhouse Gas Protocol, 2022. QUANTIFYING THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF PRODUCTS. PAS 2050 & the GHG Protocol Product Standard. Viitattu 23.11.2023. <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHG%20Protocol%20PAS%202050%20Factsheet.pdf>

Global Report Initiative, 2022. Four-in-five largest global companies report with GRI. Viitattu 11.11.2022. <https://www.globalreporting.org/news/news-center/four-in-five-largest-global-companies-report-with-gri/>

Halme, M. & Laurila, J., 2009. Philanthropy, Integration, or Innovation? Exploring the Financial and Societal Outcomes of Different Types of Corporate Responsibility, 325–339. Viitattu 14.11.2022. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9712-5>

Halme, M. 2019. Suomalaisesta vastuullisuuskeskustelusta puuttuu aitous. Viitattu 14.11.2022. Kauppalehti Optio 31.10.2019.

<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/suomalaisesta-vastuullisuuskeskustelusta-puuttuu-aitous-professori-minna-halme-yrietykset-eivat-osaa-keskustella-asioista-joissa-ne-eivat-ole-loistavia/b054b9d0-e383-4da0-9d1c-df3086849ab8>

Heinonen, U., 2020. Menestyvän yrityksen strategia lähtee vastuullisuudesta. Directors Institute Finland 6.10.2020. Viitattu 23.11.2022

<https://dif.fi/blogit/menestyvan-yrityksen-strategia-lahtee-vastuullisuudesta/>

Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

IEA, 2021. Net Zero By 2050. IEA, Paris. Viitattu 14.11.2022

<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

Jaakola, M., Suominen, J. & Virta, M., 2020. Hiilijalanjälkilaskuri auttaa ymmärtämään oman yrityksen nykytilaa. Teoksessa Laasasenaho K., Lauhanen R. & Lähteenmäki E. (toim.) Hiilineutraali yritys: Opas päästöjen vähentämiseen kustannustehokkaasti pk-yrityksissä. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja 2020: B159. Viitattu 14.11.2022.

<http://www.urn.fi/URN:NBN:fi-fe202101041027>

Jyväskylän yliopisto, 2022. Määrällinen analyysi. Viitattu 23.11.2022.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/aineiston-analyysimenetelmat/maarallinen-analyysi>

ISO 14067:2018. Greenhouse gases. Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification. Viitattu 14.11.2022.  
<https://www.iso.org/standard/71206.html>

Metsämuuronen, J., Virtanen, J., Rantala, T., Remes, L., Sandelin-Benkö, S. & Luoma, P 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. Helsinki: International Methelp.

Kattainen S., Pentinsaari T., Tolvanen M., Lundgren K. & Mauranen S., 2022. Työkaluja konepajan ympäristövastuullisuuteen. Savonia-ammattikorkeakoulu julkaisusarja 4/2022. Viitattu 22.11.2022.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/747732/Savonia\\_julkaisu\\_2022\\_4.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/747732/Savonia_julkaisu_2022_4.pdf?sequence=1). ISBN: 978-952-203-304-8

Laasasenaho, K., Lauhanen, R & Lähteenmäki, E. 2020. Hiilineutraali yritys: Opas päästöjen vähentämiseen kustannustehokkaasti pk-yrityksissä. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja 2020: B159. Viitattu 14.11.2022.  
<http://www.urn.fi/URN:NBN:fi-fe202101041027>

Liappis, H., Pentikäinen, M., & Vanhala, A. 2019. Menesty yritysvastuulla: Käsikirja kokonaisuuteen. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Liljeström, M, 2023. ESRS Pähkinänkuoressa 28.12.2023. Viitattu 24.1.2024.  
<https://www.ecoonline.com/fi/blogi/esrs-pahkinankuoressa>

Linnanen, M., Markkanen, E. & Ilmola, L. 1997. Ympäristöosaaminen. Kestävän kehityksen haaste yritysjohdolle. Helsinki: Otaniemi Consulting Group.

Merenkulun ympäristönsuojelulaki 1672/2009. Viitattu 13.11.2022.  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091672>

Mätäsaho, R., Niskala, M., & Tuomala, J. 1999. Ympäristölaskenta johdon työvälineenä. Juva: WSOY.

Neste, 2021. Kasvihuonekaasupäästöt, elinkaariarviointi, Well-to-wheels? Mistä liikenteen päästöjen vähentämisessä oikein puhutaan? Viitattu 23.11.2023.  
<https://www.neste.fi/konserni/journeytozerostories/arkisto/1498-vastuullisuus/kasvihuonekaasupaastot-elinkaariarviointi-well-wheels-mista-liikenteen-paastojen-vahentamisessa-oikein-puhutaan>

Opetus- ja kulttuuriministeriö 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen. Viitattu 24.1.2024.  
[https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf). ISBN 978-952-5995-07-7

Pohjola, T. 2003. Johda ympäristöasioita tehokkaasti: Ympäristöosaaminen menestystekijänä. Helsinki: Talentum.

Rohweder, L. 2004. Yritysvastuu - kestävä kehitys organisaatiotasolla. Porvoo: WSOY.

Seppälä, J. 2014. Ilmastopaneeli – kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. Viitattu 14.11.2022. [https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuus\\_taustraraportit\\_2014.pdf](https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuus_taustraraportit_2014.pdf)

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra, 2016. Hiilineutraalissa bisneksessä on tulevaisuus. Viitattu 12.9.2022.

<https://www.sitra.fi/app/uploads/2016/05/2018-01-12-sitra-hiilineutraalissa-bisneksessa-on-tulevaisuus.pdf>

Sitra, 2022. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Viitattu 14.11.2022.

<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Suomen ympäristökeskus 2023. Ympäristöjärjestelmät ja johtaminen. Viitattu 23.11.2023. <https://www.ymparisto.fi/fi/kestava-kierto-ja-biotalous/kestava-tuotanto/ymparistojarjestelmat-ja-johtaminen>

Suomen ympäristökeskus 2024. Y-HIILARI laskuri. Viitattu 24.2.2024.

[https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus\\_\\_kehittaminen/Kiertotalous/Laskurit/YHiilari](https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Kiertotalous/Laskurit/YHiilari)

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi.

Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Yhdistyneet kansakunnat (YK), 2022. Emission Gap Report 2022. Viitattu

23.11.2023. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2022>. ISBN: 978-92-807-3979-4

Valtioneuvosto 2019. Viitattu 13.9.2022. <https://kestavakehitys.fi/-/10616/eurooppa-neuvosto-sopi-eu-sta-ilmastoneutraali-vuoteen-2050-mennessa>

<https://kestavakehitys.fi/10616/eurooppa-neuvosto-sopi-eu-sta-ilmastoneutraali-vuoteen-2050-mennessa>

Valtioneuvosto 2022. Globaalin kestävän kehityksen toimintaohjelman toimeenpano Suomessa. Viitattu 13.9.2022.

<https://kestavakehitys.fi/agenda2030/toimeenpano-suomessa>

Vilkka, H. 2014. Tutki ja mittaa. Viitattu 15.11.2022.

<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-03-0099-9>

VTT, 2023. Yksikköpäästöt. Viitattu 27.1.2024.

<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>

Wulf, C. & Kaltschmitt, M. 2016. Well to Wheel Analysis. Viitattu 25.5.2023.

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/well-to-the-wheel-analysis>

Ympäristöministeriö 2022. Viitattu 13.9.2022. <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527. Viitattu 12.11.2022

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

## LIITTEET

- Liite 1. Haastattelukysymykset
- Liite 2. Kuljetuskustannukset vuodessa rahtilajeittain
- Liite 3. Tehtaiden väliset reitit
- Liite 4. Päähuolitsijan päästötilastot
- Liite 5. Y-HIILARI tonnikilometrit ja päästöt (maantie)
- Liite 6. Tonnikilometrit taulukko maantie
- Liite 7. Nykytila- ja tavoitetilakaavio
- Liite 8. Yritys x:n päästölaskenta ennen opinnäytetyötä
- Liite 9. Yritys x:n ympäristöpolitiikka
- Liite 10. Toimenpide-ehdotus rahtikiloista, kuva