



Karelia-ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK), Energia- ja ympäristötekniikka

# Renkaanvaihtorallin hiilijalanjälki ja päästöjen hallin- tasuunnitelma

Joni Soininen

Opinnäytetyö, toukokuu 2024

[www.karelia.fi](http://www.karelia.fi)



OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2024  
Energia- ja ympäristötekniikan koulutus

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä  
Joni Soininen

Nimeke  
Renkaanvaihtorallin hiilijalanjälki ja päästöjen hallintasuunnitelma

Toimeksiantaja  
Renkaanvaihtoralli Oy

#### Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Renkaanvaihtoralli Oy:n hiilijalanjälkeä sekä kehitettiin päästöjen hallintasuunnitelmaa. Tutkimusaihe valittiin yrityksen tavoitteena olevien vähäpäästöisempien toimintatapojen vuoksi. Työn tarkoituksena oli laskea yrityksen hiilijalanjälki ja tunnistaa merkittävimmät päästölähteet vuodelta 2023.

Tutkimus toteutettiin toimeksiantona ja aineistona käytettiin yrityksen tilastoja, kirjallisuutta sekä yhteyshenkilöltä saatua tietoa. Päästölaskennassa hyödynnettiin SimaPro-ohjelmistoa, Exceliä ja Afry Oy:n laskuria. Lähtötiedot ja päästökertoimet haettiin joko SimaProsta, yritykseltä tai muista sekundäärilähteistä.

Tutkimuksen tuloksena laskettiin yrityksen hiilijalanjälki, joka vuonna 2023 oli 2373,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Suurin osa päästöistä (90,17 %) muodostui Scope 3 -päästöistä. Vertailun vuoksi suomalaisen kotitalouden hiilijalanjälki vuonna 2021 oli noin 7700 kg CO<sub>2</sub>-ekv/kotitalous, joten Renkaanvaihtorallin päästöt olivat noin 27,8 % tästä. Jatkossa yrityksen kannattaa keskittyä erityisesti Scope 3 -päästöjen vähentämiseen, ja mahdollisia kehittämissideoita ovat esimerkiksi ulkoistettujen kuljetusten optimointi ja ympäristöystävällisempien tuotteiden hankinta sekä ajoneuvojen käyttö.

Kieli  
Suomi

Sivuja 30  
Liitteet 3  
Liitesivumäärä 3

Asiasanat  
Hiilijalanjälki, elinkaariarviointi, kasvihuonekaasut, päästöt, päästölähteet



THESIS  
May 2024  
Degree Programme in Energy and Environmental  
Engineering

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Author  
Joni Soininen

Title  
The Carbon Footprint and Emissions Management Plan of Renkaanvaihtoralli

Commissioned by  
Renkaanvaihtoralli Oy

#### Abstract

In this thesis, the carbon footprint of Renkaanvaihtoralli Oy was studied and an emissions management plan was made. The topic was chosen because the company wants to adopt lower emission practices. The goal of this thesis was to calculate the company's carbon footprint and find the biggest sources of emissions for the year 2023.

The research was done as a commissioned project, using data from the company's statistics, literature and information from a company representative. SimaPro software, Excel, and a calculator developed by Afry Oy were used in the emissions calculation. Baseline data and emission factors came from SimaPro, from the company or from other secondary sources.

As a result of the study, the company's carbon footprint was calculated, which was 2373.4 kg CO<sub>2</sub>-eq in 2023. Most of the emissions (90.17 %) were from Scope 3 emissions. For comparison, the carbon footprint of an average Finnish household in 2021 was about 7700 kg CO<sub>2</sub>-eq per household, making Renkaanvaihtoralli's emissions about 27.8 % of this. In the future, the company should focus on reducing Scope 3 emissions. Possible development ideas include optimizing outsourced transportation, buying more environmentally friendly products and using more environmental friendly vehicles.

Language  
Finnish

Pages 30  
Appendices 3  
Pages of Appendices 3

Keywords  
carbon footprint, life cycle assessment, greenhouse gases, emissions, emission sources

# Sisältö

1 Johdanto .....	1
1.1 Taustaa .....	1
1.2 Yrityskuvaus .....	1
2 Päästölaskennan ja elinkaariarvioinnin tietoperusta .....	2
2.2 Organisaation päästölaskenta .....	4
2.2.1 Laskennan tarkoitus ja tavoitteet.....	4
2.2.2 Toimintojen rajaus.....	4
2.2.3 Päästölähteiden tunnistaminen .....	5
2.2.4 Datan ja niiden lähteiden määrittäminen.....	5
2.2.5 Tarkkuustason määrittäminen.....	6
2.2.6 Tiedonkeruun organisointi.....	6
2.2.7 Laskentaperiaate ja päästökertoimien määrittäminen.....	6
2.2.8 Päästöjen laskenta.....	7
2.2.9 Datanhallinta ja päästölaskennan ylläpito .....	7
2.3 Organisaation päästölähteet (Scope 1, 2 ja 3).....	9
2.3.1 Omat päästölähteet (Scope 1) .....	9
2.3.2 Ostoenergian epäsuorat päästöt (Scope 2) .....	10
2.3.3 Arvoketjun epäsuorat päästöt (Scope 3).....	10
2.4 Elinkaariarviointi (LCA) .....	11
2.4.1 Elinkaariarvioinnin rajaaminen .....	12
2.4.2 Elinkaariarviointi ja sen keskeiset vaiheet .....	13
2.4.3 Elinkaariarvioinnin vaiheet .....	14
2.4.4 Elinkaariarviointia ohjaavat standardit .....	15
3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet .....	15
4 Aineisto ja menetelmät hiilijalanjäljen laskentaan Renkaanvaihtoralli Oy:lle ..	16
5 Päästölaskennan toteutus ja tulokset.....	17
5.1 Organisaation omat päästölähteet (Scope 1).....	18
5.2 Organisaation ostoenergian päästölähteet (Scope 2) .....	18
5.3 Organisaation epäsuorat päästöt (Scope 3) .....	19
5.4 Työmatkat .....	21
6 Pohdinta.....	21
6.1 Tulosten tarkastelu.....	21
6.1.1 Mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen .....	22
6.1.2 Päästöjen kompensointi.....	23
6.1.3 Hiilen sidonta .....	25
6.2 Tulosten arviointi ja oma pohdinta .....	25
6.3 Luotettavuus ja eettisyys.....	26
Lähteet.....	28

Liite 1 Päästökertoimet ja niiden lähteet

Liite 2 Aineisto

Liite 3 SimaPro:ssa luotu Sankey-Diagrammi Renkaanvaihtorallin päästöistä

# 1 Johdanto

## 1.1 Taustaa

Tässä työssä käydään läpi yrityksen hiilijalanjälkeä, sen palveluiden päästölaskentaa ja päästöjen hallintasuunnitelmaa. Opinnäytetyö tehdään Renkaanvaihtoralli Oy:lle. Yrityksellä on tavoitteena suuntaaminen kohti vähäpäästöisempää liiketoimintaa.

Renkaanvaihtoralli toimii kahdella paikkakunnalla, Rovaniemellä ja Joensuussa. Opinnäytetyö käsittelee molempia paikkakuntia, eli koko yritystä.

Työ toteutetaan toimeksiantona. Käyttäen lähteenä yhteyshenkilöä, kirjallisuutta, sekä yrityksen tilastoja. Laskentaan ja tilastointiin käytetään SimaPro-ohjelmistoa ja sen aineistoa, Exceliä ja Afry Oy:n Joensuun kaupungille rakentamaa laskuria. Lähtötiedot ja päästökertoimet ovat peräisin yritykseltä tai muista sekundäärilähteistä.

Opinnäytetyön aiheeksi päätyi hiilijalanjälkilaskenta ja sen hallintasuunnitelma Renkaanvaihtoralli Oy:lle alkuperäisen suunnitelman kariuduttua toisen yrityksen kanssa. Aikaa opinnäytetyön ja sen suunnitelman tekemiseen jäikin vähän ja se on toteutettu tiukalla aikataululla. Pohdimme yhteyshenkilön kanssa, mikä opinnäytetyön aihe voisi olla. Tämä opinnäytetyö saikin alkunsa hänen sanoistaan: ”Olisipa hienoa kutsua Renkaanvaihtorallia hiilineutraaliksi.”

## 1.2 Yrityskuvaus

Renkaanvaihtoralli Oy on vuonna 2016 perustettu rengasalan yritys, jonka päätoimi on renkaiden korjaus. Heidän toimintaansa kuuluu renkaanvaihtotyöt, rengaspesut ja kausisäilytys. Toimipaikkoja ovat Rovaniemi (2016 alkaen) ja Joensuu (2023 alkaen).

Yritys toimii sesongin mukaisesti noin kuukauden mittaisen jakson keväisin ja syksyisin. Joensuun toimipiste toimii K-Citymarket Pilkon parkkipaikalla. Joensuun kalustoon kuuluu kuorma-auto sekä muut renkaiden vaihtoon ja pesuun tarvittavat välineet. Renkaiden kausisäilytyksessä varastona toimii kuorma-auton tavaratila.

Rovaniemen toimipaikkana toimii Minimani ruoka- ja käyttötavarakaupan parkkipaikka. Kalustoa heillä on samanmoisesti kuin Joensuussa, paitsi kausisäilytykseen on käytössä useampia merikontteja, eikä heillä ole kuorma-autoa. Niitä säilytetään toimipaikalla sesongin aikaan. Sesongin päätyttyä ne siirretään vuokratulle varikkopaikalle.

Yritys on sijoittanut toimipisteensä niin, että asiakas voi jättää autonsa renkaanvaihtoon ja itse odotellessa käydä vaikkapa kaupassa. Tämä on kannattavan kuuloinen konsepti niin Renkaanvaihtorallille, kuin Citymarketille ja Minimanillekin. Yritys toimii siis toistaiseksi kahdella paikkakunnalla, mutta tavoitteena olisi laajentua vielä useammalle paikkakunnalle.

Haaveena heillä olisi, että he voisivat kutsua yritystään hiilineutraaliksi. Tavoitteena kuitenkin olla mahdollisimman hiilineutraali ja vähäpäästöinen. (Renkaanvaihtoralli 2023; Ryynänen 2024)

## **2 Päästölaskennan ja elinkaariarvioinnin tietoperusta**

Tässä luvussa käydään läpi keskeisiä käsitteitä koskien päästölaskentaa ja elinkaariarviointia, päästölähteiden tunnistamista ja niiden luokittelua, sekä ilmastomuutosta ja siihen liittyviä termejä yleisellä tasolla. Tässä luvussa käydään läpi päästölaskennan ja elinkaariarvioinnin eri vaiheita ja pääasioita, jotka tulee ottaa huomioon päästölaskentaa ja elinkaariarviointia tehdessä.

## 2.1 Keskeiset käsitteet

### Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki on kuormitusta, mitä yritys toiminnallaan itse, tai ostamallaan toiminnolla aiheuttaa ilmastolle. Se sisältää myös tuotteet ja palvelut, jotka aiheuttavat kasvihuonepäästöjä. (Hiilineutraalisuomi 2020)

### Hiilineutraalisuus

Yrityksen hiilineutraalisuus tarkoittaa sitä, että organisaatio pystyy sitomaan vähintään saman verran hiilidioksidia, kuin se toiminnallaan tuottaa. Yleisellä tasolla hiilineutraalisuuslaskentaan sisällytetään vain hiilidioksidipäästöt, ei hiilidioksidiekvivalenteja. Eli muita kasvihuonekaasujapäästöjä ei sisällytetä hiilineutraalisuuteen, vaan silloin tarkoitetaan yleensä ilmastoneutraalisuutta. (Euroopan parlamentti 2023; Liljeström, M 2024)

### Hiilidioksidiekvivalentti (CO<sub>2</sub>-ekv tai CO<sub>2e</sub> tai CO<sub>2-eq</sub>)

”Kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmiön voimistumiseen.” (Tilastokeskus 2024)

### GHG-protokolla

Yrityksen hiilijalanjälkeä käsitellään tässä opinnäytetyössä kasvihuonekaasuprotokollan (GHG) kautta. GHG-protokolla (Green House Gas -protocol) auttaa yritystä kestävämpään ilmastostrategiointiin tehokkaammin, kestävämmiin ja kannattavammin. GHG-protokollan standardit ovat laajimmin käytettyjä laskentatyökaluja kasvihuonepäästöjen mittaamiseen, hallintaan ja raportointiin. (Greenhouse Gas Protocol 2024)

## **Elinkaariarviointi (LCA)**

LCA on ISO-standardoitu analyysimenetelmä, jolla voidaan määrittää palvelun tai tuotteen elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. Elinkaariarviointia käytetään arvoketjujen tutkimiseen ja tulkitsemiseen, sekä ympäristövaikutusten käsittelyyn ja ymmärtämiseen. Elinkaariarvioinnin vaiheet kuvattuna sivulla 14 (taulukko 3). (Suomen Ympäristökeskus 2024)

### **2.2 Organisaation päästölaskenta**

Organisaation päästölaskennassa tulee ottaa huomioon monia vaiheita. Päästöjen tunnistamisessa, tulee päästöt luokitella vaikutusalueittain. Seuraavaksi käydään läpi organisaation päästölaskennan eri vaiheita. Päästölaskennan periaatteet löytyvät taulukosta 1.

#### **2.2.1 Laskennan tarkoitus ja tavoitteet**

Laskentaa voidaan tehdä organisaation hiilijalanjäljen pienentämistarkoituksessa. Myös organisaation ulkoiset sidosryhmät voivat tarvita tai vaatia päästölaskentaa. Laskentaa voidaan tehdä myös strategisia tarkoituksia varten, vaikuttaakseen taloudelliseen tai markkinalliseen arvoon. Organisaatio voi myös omasta halustaan tehdä päästölaskentaa kompensoidakseen liiketoiminnastaan ja palveluistaan aiheutuneita päästöjä. Päästölaskennan tarkoitus vaikuttaa prosessin kokonaisuuteen, riippuen kuinka usein päästölaskentaa tehdään ja miten perusteellisesti. (Karppinen 2022)

#### **2.2.2 Toimintojen rajaus**

Rajaaminen organisaatiossa määrittää mitä päästöjä ja päästölähteitä sisällytetään laskentaan. GHG-protokollassa on organisaation rajausta koskien kaksi päätapaa. Toinen on pääomaosuuteen perustuva rajaaminen, eli yritys ottaa huomioon päästöistä pääomaosuuttaan vastaavan määrän. Toinen tapa on

hallintaan perustuva rajaaminen, eli yritys huomioi kontrolloimistaan toiminnoista aiheutuvat päästöt omina päästöinään. Kyseessä siis operationaaliseen kontrolliin sekä taloudelliseen kontrolliin perustuvat rajaustavat. (Österlund & Voutilainen 2021)

### **2.2.3 Päästölähteiden tunnistaminen**

Hiilijalanjälkilaskennassa Scope 1 ja Scope 2 -päästöjen tietojen kerääminen ja laskeminen on yleensä suoraviivaisempaa ja tietojen kerääminen helpompaa kuin Scope 3 -päästöissä. Usein epäsuorat päästölähteet (Scope 3) ovat kuitenkin suuri osa yrityksen kokonaispäästöistä. Jos päästölaskennassa ei oteta huomioon kaikkia päästökategorioita, liiketoiminnan hiilijalanjälki ja muut sidosryhmät eivät tule laskennassa kattavasti esille ja tekevät niiden hallinnasta hankalampaa. (Granlund 2023)

### **2.2.4 Datan ja niiden lähteiden määrittäminen**

Dataa syntyy kaikkialla organisaatiossa. Veden ja sähkön käyttö, hankinnat, jätteet ja ajoneuvot tulee ottaa huomioon päästölaskennassa. Edellä mainittua dataa voi esimerkiksi seurata vesimittarista ja polttoaine-, jäte, ja sähkölaskusta.

Epäsuorien päästöjen datan kerääminen tapahtuu usein arvoketjun muilta toimijoilta. Sisältäen tavarantoimittajat, ulkoiset logistisen palvelun tarjoajat, jätehuolloilta ja muilta valmistajilta, sekä toimittajilta. Organisaation on hyvä tehdä yhteistyötä arvoketjun eri toimijoiden kanssa, jotta datalähteet saadaan konkreettiseen muotoon.

Scope-3 päästöjen osalta, oleellisen datan kerääminen käytetään organisaation arvoketjukumppaneiden datalähteitä ja päästökertoimia. Datalähteet tulee myös itse arvioida luotettaviksi. (Karppinen 2022)

### **2.2.5 Tarkkuustason määrittäminen**

Päästöjen laskenta on teoriassa pelkkä kertolasku, mutta käytännön asiat tekevät sen haastavammaksi, kun prosessin eri päästö- ja datalähteiden päästökertoimet tulee selvittää. Luotettavuuden tarkastamisen ja kartoituksen pohjalta saadaan selville, millaista dataa on saatu kerättyä. Kerätystä datasta saadaan selville kuva nykytilasta.

Kartoituksen pohjalta saadaan myös selville, mitä dataa ei ole saatavilla. Tulee pohtia, korvataanko puuttuvaa dataa vai rajataanko laskentaa vain niin, ettei sitä tarvitse huomioida.

Päästölaskennassa kannattaa edetä tarkasti pienin askelin ja pitää relevanttius mielessä. Suurien tai tärkeiden päästöjen osalta tulee pyrkiä mahdollisimman tarkkaan laskentaan. Pienetkin päästölähteet vaikuttavat päästölaskentaan ja sen tulokseen. (Karppinen 2022)

### **2.2.6 Tiedonkeruun organisointi**

Kun organisaatio on tunnistanut toiminnot ja datalähteet, jotka päästölaskentaan otetaan mukaan, tulee dataa kerätä muista lähteistä. Prosessi datan keräämiseen määritetään, jotta tehokkuus ja luotettavuus datan hankintaan on maksimaalista. Datan rakenteen tulee olla yhtenäistä, jotta se voidaan laskea yhteen organisaation datan kanssa.

Yleensä arvoketjun muilta toimijoilta muodostuvan datan puute on rajoitteena päästölaskennassa. (Karppinen 2022)

### **2.2.7 Laskentaperiaate ja päästökertoimien määrittäminen**

Päästöjen laskenta toteutetaan yleensä päästökertoimilla. Tuotteille ja palveluille on yleensä laskettu päästökertoimet ja ne saadaan monesti

edelläkävijäyrityksiltä tai maahantuojalta. Tietokantoja ja datalähteitä on eri toimialoilta valtavasti.

GHG-protokollan mukaan, kriittisimpien päästölähteiden laskennassa käytettäisiin tarkkaa primaaridataa ja pienempien päästölähteiden laskennassa vähemmän tarkka data riittää. Tällä tavalla voidaan toimia myös päästökertoimien kanssa. Organisaatio tekee itse valinnan, mitä päästökertoimia käyttää. Ovatko ne mahdollisesti maakohtaisia energialähteiden kertoimia vai energian toimittajalta saatuja. GHG-protokolla ohjaa Scope-3 päästöjen laskennassa. (Karppinen 2022)

### **2.2.8 Päästöjen laskenta**

Laskennan huolellinen tekeminen helpottaa tulevia laskentoja. Helposti päivitettävän ja kunnollisen työkalun käyttäminen on suositeltavaa. Työkalun valinnassa kannattaa ottaa huomioon mahdolliset muokkausominaisuudet sekä käyttö- tai lisenssioikeudet sekä -maksut. (Österlund & Voutilainen 2021)

### **2.2.9 Datanhallinta ja päästölaskennan ylläpito**

Hiilijalanjälki usein kohdistuu vain yhteen toimintavuoteen. Liiketoiminnan kasvussa on laskenta hyvä tehdä uudelleen, jotta saadaan ajankohtaista dataa. Työvoiman palkkaaminen ja jo toimitilojen vaihtuminen vaikuttaa päästölaskentaan ja niiden tuloksiin. Päästölaskentaa on hyvä toteuttaa myös päästövähennystoimiin pyrkiessä. (Greencarbon 2024)



Kuvio 1. Hiilijalanjalan laskennan vaiheet (Laiti 2022)

### Päästölaskennan periaatteet

<b>Olennaisuus</b>	Organisaation tai sen sidosryhmien olennaiset päästölähteet sisällytetään päästölaskentaan. Laskennassa tulee huomioida myös muiden sidosryhmien eri tarpeet.
<b>Kattavuus</b>	Organisaatiolle olennaiset päästölähteet tulee olla laskennassa mukana, jotta tulos on kattava. Joissain päästölähteissä tiedon saatavuus voi olla rajoittava tekijä, joten päästölähteistä on hyvä olla jokin arvio.
<b>Johdonmukaisuus</b>	Johdonmukainen rajaaminen ja tietolähteiden sekä menetelmien käyttö takaa, että päästölaskennan tulokset ovat vertailukelpoisia.
<b>Läpinäkyvyys</b>	Dokumentointi on tärkeää päästölaskennassa, jotta jälkeenpäin tarkastellessa laskennassa käytetyt menetelmät ovat ymmärrettävissä. Tämä tuo myös uskottavuutta.
<b>Tarkkuus</b>	Päästölaskenta tulee toteuttaa tarkkuudella, jotta sitä voidaan käyttää. Laskennassa ei systemaattisesti ali- tai ylilimitoida todellisia kasvihuonekaasupäästöjä. Epävarmuudet tulee minimoida.

Taulukko 1. Päästölaskennan periaatteet GHG-protokollassa. (Kauppakamari 2021, 4; Sajaniemi 2023)

## 2.3 Organisaation päästölähteet (Scope 1, 2 ja 3)

Organisaation päästölaskennassa ja ilmastovaikutusten raportoinnissa päästöt luokitellaan eri päästöluokkiin. Nämä ovat Scope 1, Scope 2 ja Scope 3. Päästöluokittelu vähentää riskiä kaksoislaskentaan, kun käsitellään eri yritysten päästölähteitä. Se myös auttaa yritystä sekä muita sidosryhmiä päästölähteiden ja arvoketjujen tarkastelussa ja tulkinnessa. Yrityksen kasvihuonekaasupäästölähteiden selvittäminen ja päästölaskenta on olennaista ilmastovaikutusten hallinnassa. (Ecobio 2023)

### 2.3.1 Omat päästölähteet (Scope 1)

Yritys omistaa tai hallinnoi näitä päästölähteitä. Nämä kuuluvat aina yhdelle organisaatiolle. Esimerkiksi yrityksen kiinteistöt, yrityksen omat ajoneuvot ja muu fossiilisen polttoaineen polttaminen, työkoneet ja muut prosessit, joista kasvihuonekaasuja vapautuu. Scope 1 -päästöt voidaan luokitella neljään eri ryhmään (taulukko 2):

<b>Prosessipäästöt</b>	Prosessipäästöt ovat yrityksen toiminnasta muodostuvia kasvihuonepäästöjä. Esimerkkinä maakaasusta muodostuvat metaanipäästöt.
<b>Oma energiantuotanto</b>	Jos yritys itse tuottaa energiaa omaan käyttöön tai muille toimijoille, kuuluu energiantuotannosta aiheutuvat päästöt niistä raportoivalle yritykselle.
<b>Polttoaineenkulutus</b>	Jos yritys polttaa tai kuluttaa fossiilisia polttoaineita, näistä aiheutuvat päästöt kuuluvat yritykselle
<b>Hajapäästöt</b>	Hajapäästöjä kutsutaan myös vuotopäästöiksi. Tällaisia ovat esimerkiksi laitevuodot. Niitä syntyy helposti esimerkiksi ilmastointilaitteista tai vaikkapa kylmiöistä, niin teollisuuden parissa kuin tavallisissa kotiloissakin. Hajapäästöjä voi välttää pitämällä laitteet kunnossa ja huoltaa niitä tarpeeksi usein.

Taulukko 2. Scope 1 -päästöluokittelu. (Ecobio 2023)

### 2.3.2 Ostoenergian epäsuorat päästöt (Scope 2)

Yrityksen toisaalta ostettu energia. Esimerkiksi ostettu sähkö, höyry, lämmitys ja jäähdytys. Useimmiten tämä on suuri osuus yrityksen kokonaispäästöistä. Tä-  
hän voi yritys itse vaikuttaa esimerkiksi valitsemalla oikeanlaisen sähköso-  
pi-  
muksen. (Laiti 2022, 8)

### 2.3.3 Arvoketjun epäsuorat päästöt (Scope 3)

Tämä sisältää päästölähteet ennen raportoivaa organisaatiota. Esimerkiksi  
vuokratun omaisuuden, kuljetuksen ja jakelun, ostetut tuotteet ja palvelut, jät-  
teet, töihin ja liikematkustuksen.

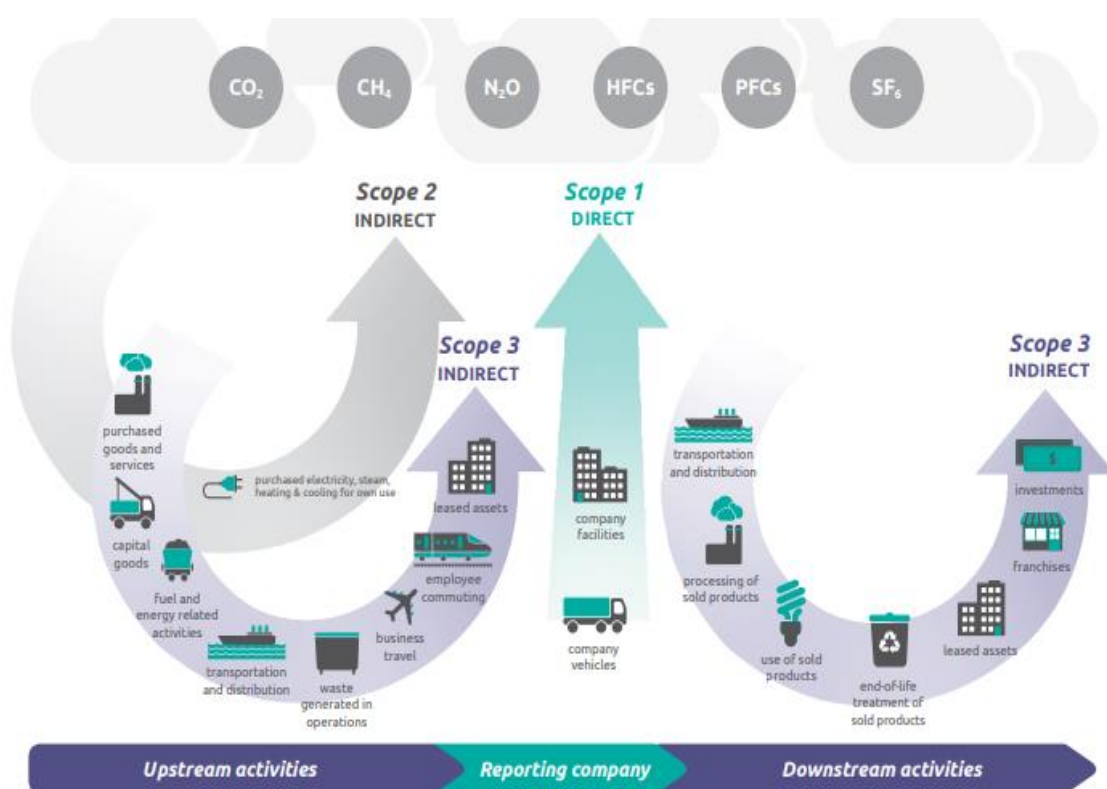
Scope 3 päästöihin kuuluvat myös päästölähteet raportoivan organisaation jäl-  
keen, muun muassa kuljetukset, myydyn palvelun tai tuotteen prosessoinnin,  
ulos vuokrattu omaisuus, franchising, sijoitukset ja myytyjen tuotteiden käyttö.

Usein suuri osa yrityksen kasvihuonepäästöistä syntyy ylävirrassa ennen yrityk-  
sen omaa toimintaa, tai alavirrassa yrityksen oman toiminnan jälkeen. Kasvi-  
huonekaasuprotokollan avulla nämä voidaan jaotella eri kategorioihin:

- Yrityksen ostamat palvelut ja tuotteet
- Käyttöomaisuus
- Yrityksen käyttämät polttoaineet ja muu energia, joita ei huomioida  
Scope 1 tai 2 -laskennassa.
- Jakelu ja kuljetukset ennen yritystä
- Jätehuolto
- Liikematkat
- Työmatkat
- Yrityksen omistama vuokrattu omaisuus (Ecobio 2023)

Alavirrassa päästölähteet syntyvät yrityksen jälkeen, kun tuotteet tai palvelut on toimitettu asiakkaalle. Nämä voidaan luetella kasvihuonekaasuprotokollalla kategorioihin:

- Yrityksen jälkeiset eli alavirrassa tapahtuvat kuljetukset ja jakelu
- Myytyjen palveluiden tai tuotteiden käsittely
- Myydyistä tuotteista tai palveluista muodostuvat päästöt
- Myytyjen tuotteiden loppukäsittelystä muodostuvat päästöt
- Yrityksen jälkeinen eli alavirrassa vuokrattu omaisuus
- Franchise-liiketoiminta
- Sijoitukset ja sijoitustoiminnasta muodostuvat päästöt (Ecuni 2023)



Kuvio 2. Scope -päästölähteet (Greenhouse Gas Protocol 2013, 5)

## 2.4 Elinkaariarviointi (LCA)

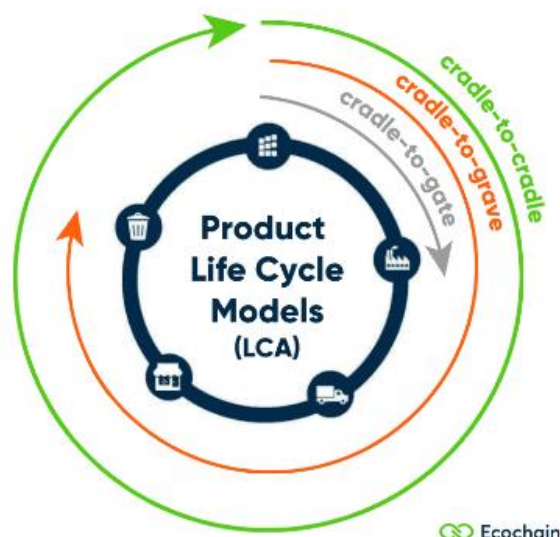
Elinkaariarviointi, englanniksi Life Cycle Assessment. Sillä voidaan arvioida tuotteen, palvelun tai niiden prosessoinnin vaikutuksia ympäristöön koko sen

elinkaaren ajalta. Se sisältää kaikki vaiheet raaka-aine hankinnasta kierrätykseen asti. (Greenstep 2024)

### 2.4.1 Elinkaariarvioinnin rajaaminen

Elinkaariarviointia tehdessä yleisimmät rajaustavat ovat:

1. Syntyvaiheesta hautaan (Cradle-to-Grave): Tällä tavalla arvioidaan tuotteen koko elinkaarta. Se tarjoaa kattavasti ympäristövaikutuksesta raaka-aineiden hankinnasta ja prosessoinnista kierrätyspisteeseen asti.
2. Syntyvaiheesta portille (Cradle-to-Gate): Tässä arvioidaan vaiheet tuotteen valmistuksesta siihen, jossa tuote lähtee tehtaalta. Tämä lähestymistapa on kätevä silloin, kun päästöjä on haastavaa selvittää elinkaaren myöhemmissä vaiheissa. (Valli 2023)
3. Kehdosta kehtoon (Cradle-to-Cradle): Tässä arvioidaan tuotteen vaiheita kehdosta kehtoon, eli jätevaiheen sijaan kyseessä on uudelleenkierrätysprosessi, jolloin saadaan tuote uudelleenkäytettäväksi jossain muussa tuotteessa tai prosessissa. (Ecochain 2024)



Kuvio 3. Elinkaarimallit LCA:ssa (Ecochain 2024)

## 2.4.2 Elinkaariarviointi ja sen keskeiset vaiheet

Elinkaariarviointia tehdessä, tulee huomioida neljä keskeistä vaihetta; Elinkaariarvioinnissa määritetään ensimmäiseksi **tavoitteet ja arvioinnin laajuus**. Selvitetään, miksi elinkaariarviointia tehdään sekä mihin tuloksia käytetään. Arvioinnille tulee asettaa tavoitteet ja rajata ne. Valitaan arvioitava tuote, prosessi tai palvelu, jonka jälkeen päätetään, mitkä elinkaaren vaiheet arvioidaan ja kelle se tarkoitetaan. Yleisimmät määrittävät elinkaariarviointiin ovat aikaisemmin mainitut kehdosta hautaan ja kehdosta portille menetelmät.

Toinen vaihe elinkaariarviointia tehtäessä on **elinkaari-inventaario**. Elinkaari-inventaariossa haetaan tietoa raaka-aineista ja niiden käytöstä, päästöistä ja muusta energiankulutuksesta sekä jaetaan tiedot elinkaaren eri vaiheille. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi tuotteen valmistuksen energian- ja vedenkulutus, tarvittava raaka-aineen määrä ja sen prosessista muodostuva jätteen määrä. Datan laatua ja luotettavuutta tulee arvioida. Kerätyn datan on oltava relevanttia ja riittävän tarkkaa. Datan tulee myös olla yhtenäistä, että sitä voidaan käyttää muun datan kanssa arviointia tehdessä

Kolmas ja neljäs vaihe sisältää **vaikutusten arviointia ja tulosten tulkintaa**. Ympäristövaikutuksia käsitellessä arvioidaan ilmastovaikutuksia. Pohditaan ja analysoidaan erilaisten vaikutusarviointien ja kaavojen avulla arvioinnin tuloksia. Tuloksia tulee peilata elinkaariarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa määritettyihin kysymyksiin. Johtopäätöksiä tehdessä etsitään parantamismahdollisuuksia saatujen tulosten perusteella.

Tulkinta sisältää kerättyjen tietojen ja datan vaikutusarviointien perusteella tehdyt oivallukset ja suositukset, jaoteltuna eri elinkaaren vaiheille. Esimerkkejä tästä voisi olla energiankulutuksen ja hukkamateriaalien vähentäminen sekä kierrätyksen kehittäminen. (Eriksson 2002, 46;61; Mallat 2024, 9)

### 2.4.3 Elinkaariarvioinnin vaiheet

<b>Laajuuden määrittäminen</b>	Selvitetään arvioinnin tavoitteet ja rajaukset. Päätetään, mitä halutaan arvioida. Huomioidaan eri elinkaaren vaiheet, sisältäen kaiken raaka-aineen hankinnasta tuotteen tai palvelun loppukäsittelyyn.
<b>Datan kerääminen</b>	Kattavan tiedon keräys energiankulutuksesta, raaka-aineista ja niiden käytöstä, päästöistä, jätteistä ja muista sivuvirroista, jotka vaikuttavat prosessiin sen elinkaaren aikana
<b>Arviointimenetelmän valitseminen</b>	Arviointiin sopivan menetelmän valitseminen on olennaista. Yleisimpiä ovat edellä mainitut ”Syntyvaiheesta hautaan” ja ”Syntyvaiheesta portille”.
<b>Ympäristövaikutusten arviointi</b>	Tuotteen tai prosessin mahdolliset ympäristövaikutukset tulee ottaa huomioon. Sisältäen kerättyjen tietojen käsittelyn ja tulkinnan, kuten kasvihuonepäästöt, vedenkäyttö, ilmansaasteiden ja resursien ehtymisen.
<b>Tulkinta ja tulosten viestintä</b>	Merkittävien ympäristövaikutusten analysointi ja niiden tunnistaminen. Etsitään mahdollisuuksia parantaa tai pienentää ympäristövaikutuksia. Tällaisia voisi esimerkiksi olla energiankulutuksen vähentäminen, materiaalien käytön optimointi tai kierrätyksen kehittäminen. Viestintä muiden sidosryhmien kanssa on oleellista.
<b>Jatkuva parantaminen</b>	Elinkaariarviointi on iteratiivinen prosessi. Analyysin tuloksien käyttäminen kestävämpiin muutoksiin organisaatiossa. Tavoitteiden asettaminen ja tuotteen tai prosessin arviointi on tärkeää, mikäli niitä tahdotaan parantaa. Ympäristövaikutusten arviointi on tärkeää. Elinkaariarvioinnin avulla voidaan tehdä parempia päätöksiä ja mahdollisesti pienentää hiilijalanjälkeä.

Taulukko 3. Elinkaariarvioinnin vaiheet. (Valli 2023)

#### 2.4.4 Elinkaariarviointia ohjaavat standardit

Kansainväliset ympäristöstandardit ja ohjeistukset luovat säännöt elinkaariarvioinneille. **ISO 14000 -standardisarja** ohjaa ympäristöasioiden hallintaa ja ympäristönsuojelun tasoa. Kaksi niistä keskittyy erityisesti elinkaariarviointeihin:

1. ISO 14040 kuvaa periaatteet ja viitekehyksen LCA:lle.
2. ISO 14044 määrittelee vaatimukset ja antaa suuntaviivoja LCA:lle. (Valli 2023)

### 3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjälkilaskennan periaatteet ja eri vaiheet. Kuvata lukijalleen opinnäytetyössä käytetyt menetelmät ja periaatteet päästölaskentaa toteuttaessa. Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia toimeksiantajayritykselle organisaation hiilijalanjälkilaskelma ja hallintasuunnitelma.

Opinnäytetyön tavoitteena on laskea organisaation hiilijalanjälki osa-alueittain kasvihuonekaasuprotokollan kautta. Perehtyä yrityksen Scope 1, 2 ja 3 päästöihin ja laskea näistä yrityksen hiilijalanjälki.

Tässä opinnäytetyössä haetaan vastauksia seuraavanlaisiin kysymyksiin:

- Renkaanvaihtoralli Oy:n hiilijalanjäljen laskeminen ja sen lähtötason selvittäminen vuodelta 2023
- Renkaanvaihtoralli Oy:n merkittävimpien päästölähteiden tunnistaminen.

Tarkoituksena selvittää yrityksen ulkoistetussa kuljetuksessa vapautuvat päästöt. Selvitetään yrityksen ostamista tuotteista muodostuvat päästöt.

Afry Oy:n laskurista on haettu lähtöarvoja ja päästökertoimia päästölaskentaan, jotka on sijoitettu SimaPro:hon. Lähtöarvoja ja päästökertoimia saatu myös SimaPro:sta sekä muista sekundäärilähteistä, sekä ostettujen tuotteiden tuoteselosteista. Laskenta tapahtuu SimaPro:lla.

Laskennan yhteydessä ja sen jälkeen tarkoituksena laatia suunnitelma, kuinka päästöjä saadaan pienennettyä, tai joiltain osa-alueilta poistettua kokonaan. Yrityksen toiveena on päästöjen kompensointi, jotta yrityksen olisi mahdollista kutsua itseään hiilineutraaliksi.

#### **4 Aineisto ja menetelmät hiilijalanjäljen laskentaan Renkaanvaihtoralli Oy:lle**

Hiilijalanjätkilaskentaa ja elinkaariarviointia varten aineistoa ja tietoa on kerätty vuodelta 2023 yhteyshenkilöltä yrityksen tilastoista. Tiedot ja aineisto on siirretty opinnäytetyötä tehdessä SimaPro:hon, jossa päästölaskenta ja elinkaariarviointi on suoritettu. Laskennassa on huomioitu koko yrityksen kasvihuonekaasupäästöt molemmilta paikkakunnilta vuodelta 2023. Lähtötietoina on käytetty yritykseltä saatavaa primääridataa. Osa päästökertoimista on poimittu sekundäärilähteistä (Liite 1). Päästökertoimet ja lähtötietoja on saatu melko kattavasti SimaPro:n tietokannasta.

Organisaation päästölaskenta toteutettiin SimaPro-ohjelmistolla. SimaPro auttaa yrityksiä ja organisaatioita ympäristövaikutusten arvioinnissa ja päästölaskennassa. Sillä on laaja tietokanta materiaalien ja prosessien ympäristövaikutuksista. Se tarjoaa mahdollisuuden läpinäkyvään ja yksityiskohtaiseen tarkasteluun. Ohjelmisto tukee myös elinkaarianalyysiä, jonka avulla voidaan tunnistaa merkittävimpiä päästölähteitä.

Renkaanvaihtorallin omat päästölähteet, eli Scope 1 -päästöt muodostuvat yrityksen polttamista fossiilisista polttoaineista (liite 2), jotka syntyvät yrityksen omista ajoneuvoista ja aggregaatista. Data omista päästölähteistä on saatu yritykseltä itseltään. Päästökertoimet polttoaineiden polttamisesta on poimittu Tilastokeskuksen vuosittain vaihtuvasta polttoaineluokitustiedoista. (Liite 1)

Scope 2 -päästöihin sisällytetään yrityksen vuokrasopimukseen kuuluva sähkönkulutus (liite 2), joka on noin yhden megawattitunnin luokkaa koko kalenterivuonna. Yrityksen Joensuussa ostama sähkö on 100 % uusiutuvaa sähköä. Rovaniemellä käytetään keskimääräistä verkkosähköä. Data Scope 2 -päästöihin saadaan K-Citymarketilta sekä Minimanilta. Päästölaskennassa on käytetty sijaintiperusteista laskentaa markkinaperusteisen sijaan, sillä Joensuun käyttämän sähkön ollessa 100 % uusiutuvaa energiaa ja Rovaniemen toimipisteellä sähkönkäytön ollessa todella pientä, tuntuu se järkevimmältä vaihtoehdolta.

Scope 3 -päästöjen osuus muodostuu ostettujen tuotteiden päästöistä (liite 3), työmatkoista ja ulkoistetusta logistiikasta Rovaniemellä, mutta päästölaskentaan sisällytetään kaikki olennainen. Dataa Scope 3 -päästöihin saadaan muilta sidosryhmiltä sekä yrityksen omista tilastoista. Joensuun toimipisteen perustaminen tarkasteluvuonna aiheuttaa ostettujen tuotteiden päästöjen lisääntymisen, hankinnat on sisällytetty laskentaan.

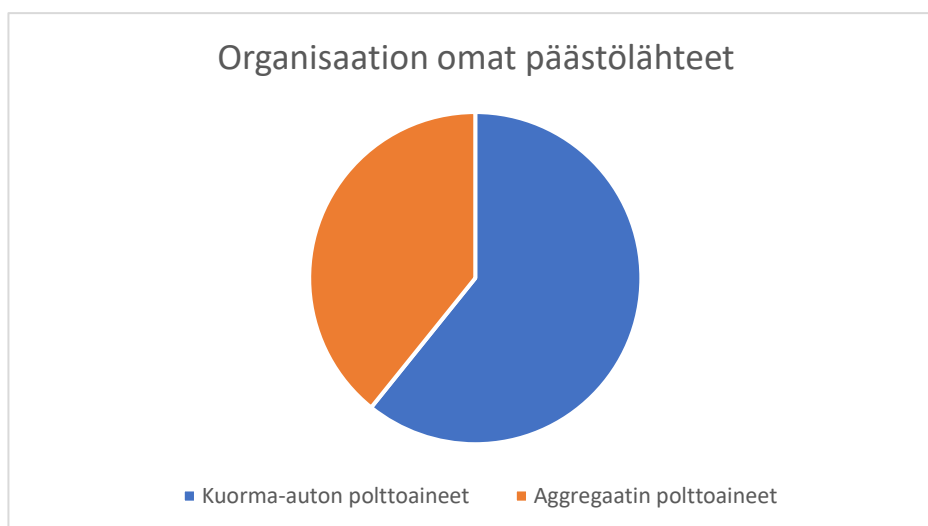
## **5 Päästölaskennan toteutus ja tulokset**

Päästölaskentaa toteuttaessa haettiin lähtötietoja ja päästökertoimia SimaPro:sta. Kaikkea dataa SimaProsta ei löytynyt, joten joissain tapauksissa päästölaskennassa on päästökertoimia haettu muista lähteistä, tai ne on jouduttu itse arvioimaan materiaalin ja sen massan prosessoinnin kautta.

Päästölaskentaan on sisällytetty organisaation kaikki omat päästölähteet, joita organisaatiolla suorista päästölähteistä muodostuu. Ostoenergian päästölähteiden laskentaan on sisällytetty organisaation vuokraaman toimipaikan käyttämä sähkö sijaintiperusteisesti. Epäsuorien päästölähteiden laskentaan on sisällytetty jätehuolto, logistiikka, ostetut tuotteet ja polttoaineet sekä työmatkat. Laskentaan on sisällytetty kaikki tiedossa oleva data. Päästölaskennan ulkopuolelle ei siis tietoisesti ole jätetty olennaisia päästöjä, pois lukien markkinaperusteinen sähkönkulutus, vaan sähkönkulutus on laskettu sijaintiperusteisesti.

## 5.1 Organisaation omat päästölähteet (Scope 1)

Alla olevassa piirakkakaaviossa (Kuvio 4) nähdään yrityksen omista päästölähteistä muodostuvat päästöt. Nämä sisältävät organisaation itse polttamien fossiilisten polttoaineiden kasvihuonekaasupäästöt. Organisaation omat päästölähteet koostuvat kuorma-auton dieselin polttamisesta, sekä aggregaatissa poltetusta bensiinistä.



Kuvio 4. Organisaation omat päästölähteet.

Kuorma-auton polttoaineiden polttamisesta muodostui yrityksellä vuonna 2023 94,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv kasvihuonekaasupäästöjä, ja aggregaatissa poltetusta bensiinistä muodostui 60,7 kg CO<sub>2</sub>-ekv.

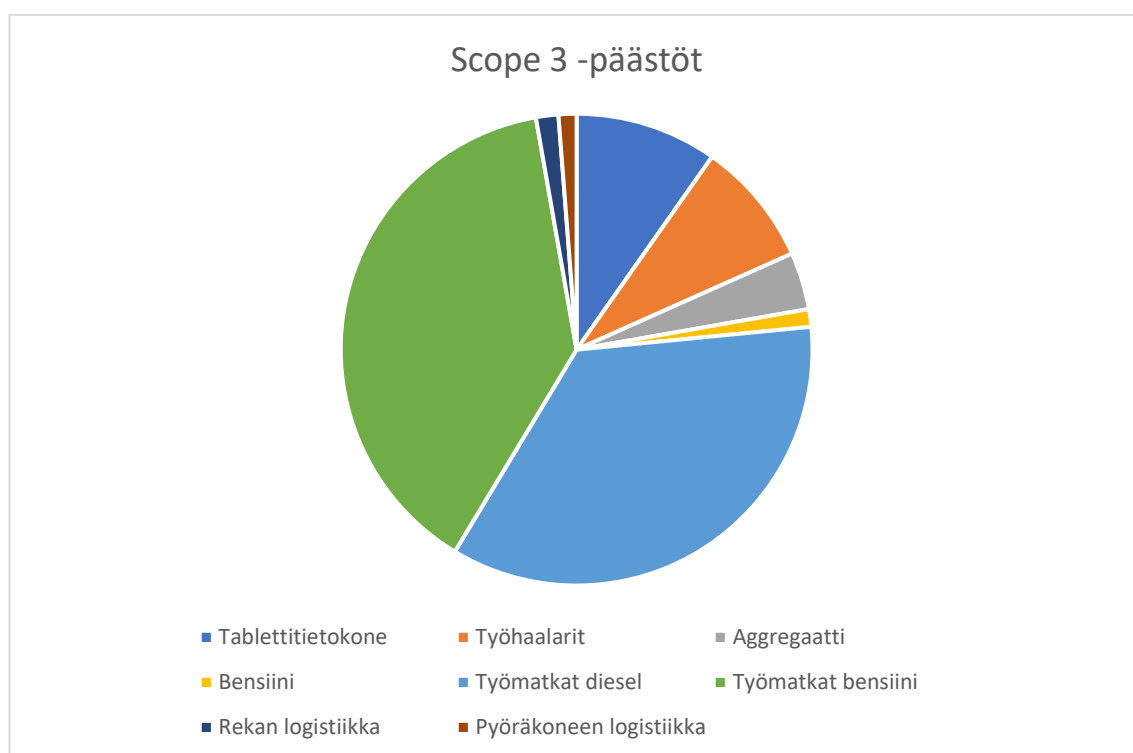
## 5.2 Organisaation ostoenergian päästölähteet (Scope 2)

Organisaatiolla ostosähköstä muodostuvat päästöt on laskettu sijaintiperusteisesti keskimääräisen sähköntuotannon päästökertoimen mukaan, joka on 70 kg CO<sub>2</sub>/MWh. Päästökertoimessa on huomioitu vain kotimainen energiantuotanto eli tuontisähkö ei ole mukana. Päästökerroin on otettu Tilastokeskukselta.

Organisaatiolla muodostuu sähköntuotannon päästökertoimen mukaan yhteensä 78,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv, josta 76,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv muodostuu Joensuun toimipisteellä. Joensuun suuri osuus sähkönkulutuksesta johtuu lämmittimen käytöstä kuorma-auton tavaratilassa. Tällaista ei Rovaniemellä ole käytössä.

### 5.3 Organisaation epäsuorat päästöt (Scope 3)

Organisaation epäsuorat päästöt muodostuvat pääasiassa työmatkoista, ostetuista tuotteista ja polttoaineista sekä ostetusta logistiikasta. Alla olevasta piirakkakaaviosta (Kuvio 5) saadaan osviittaa, kuinka organisaation päästöt jakautuvat.



Kuvio 5. Organisaation epäsuorat päästölähteet

Tarkastellaan tarkemmin organisaation epäsuoria päästölähteitä. Organisaatiolla muodostuu epäsuoria päästöjä ostetusta logistiikasta pyöräkoneesta sekä rekasta. Pyöräkoneen kulutusarvio perustuu Volvo L50C -pyöräkoneen käyttö-tietoihin vuodelta 2014, jotka kerättiin osana EU-Canada BioPower -hankkeen

opiskelijaprojektia. (Okkonen, Dech & Nosko 2014). Arvioitu pyöräkoneen työkentelyaika opinnäytetyössä on 3,5 tuntia vuonna 2023. Pyöräkoneen päästöiksi on laskettu 25,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv vuonna 2023.

Rekan päästökerroin on saatu VTT LIPASTO:sta, Euro 6 luokan päästökertoimesta ja laskentaan on sisällytetty polttoaineen valmistus sekä rekan kuljetamat merikontit. Ulkoistetun logistiikan päästöiksi on laskennalla saatu rekan päästöiksi 31,5 kg CO<sub>2</sub>-ekv ja pyöräkoneen päästöiksi 25,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv.

Ostetuista tuotteista muodostui laskennassa yhteensä 552 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Aggregaatin, lämmittimen, ruuvivääntimien ja ruuvivääntimien akkujen päästökertoimia ei suoraan löytynyt. Aggregaatissa, ruuvivääntimissä ja lämmittimessä päästökertoimessa on käytetty teräksen ja muovin materiaalmassaa ja sen keskimääräistä päästökerrointa. Myöskään yrityksen hankkiman painepesurin päästökerrointa ei saatu selville, joten se on laskettu polyeteenimuovin, kumin ja teräksen materiaalmassan ja sen prosessoinnin päästökertoimen kautta.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 4), on lueteltuna yrityksen olennaisimmat ostetut tuotteet, joiden ostamisesta on vuonna 2023 syntynyt kasvihuonekaasupäästöjä.

Tuotteen nimi	Määrä	kg CO <sub>2</sub> -ekv
Työhaalari	8 kpl	176
Tablettitietokone	2 kpl	200
Aggregaatti	1 kpl	80,5
Aggregaatin bensiini	40 litraa	24,8
	<b>Yhteensä:</b>	<b>481,3</b>

Taulukko 4. Organisaation ostetut tuotteet

Kuten huomataan, taulukossa mainituista tuotteista muodostuu vain 481,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv. Loput 70,7 kg CO<sub>2</sub>-ekv muodostuvat aggregaatin, painepesurin, ruuvivääntimien ja niiden akkujen, lämmittimen ja langattoman maksupäätteen hankinnasta. Näiden päästökertoimia oli mahdotonta selvittää tarkasti, joten

niiden päästökertoimissa on käytetty materiaalmassoja ja niiden keskimääräisiä päästökertoimia. Tiedot ovat peräisin SimaPro:sta, Ecoinvent 3 tietokannasta.

## 5.4 Työmatkat

Organisaatiolla suuri osa epäsuorien päästölähteiden päästöistä muodostuu työmatkoista. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 5) nähdään molempien paikkakuntien työmatkoista bensiini- ja dieselkäyttöisistä ajoneuvoista muodostuvat päästöt. Joensuun työmatkat kuljetaan kahdella dieselkäyttöisellä autolla ja kahdella bensiinikäyttöisellä autolla. Työmatkan keskipituudeksi on Joensuussa arvioitu 6 km suunta. Rovaniemen toimipisteelle ajetaan kolmella dieselkäyttöisellä autolla ja kolmella bensiinikäyttöisellä autolla. Autoilla kuljetun työmatkan pituudeksi on arvioitu 3 km suunta. Vuodessa työpäivien määräksi on arvioitu molemmilla paikkakunnilla 40 päivää. Päästökertoimet työmatkoihin on peräisin Ecoinvent 3 -tietokannasta.

	<b>Diesel, kg CO<sub>2</sub>-ekv</b>	<b>Bensiini, kg CO<sub>2</sub>-ekv</b>
<b>Joensuu</b>	321	352
<b>Rovaniemi</b>	401	440
<b>Yhteensä:</b>	<b>722</b>	<b>792</b>

Taulukko 5. Työmatkoista muodostuvat päästöt.

## 6 Pohdinta

### 6.1 Tulosten tarkastelu

Yritys toimii vain kahtena kuukautena vuodessa, joten päästöt ovat suhteellisen pienet. Scope 1 -päästöt yrityksellä muodostuvat vain omista fossiilisten polttoaineiden polttamisesta. Scope 2 -päästöt muodostuvat ostetusta energiasta, tässä tapauksessa sähköstä. Scope 3 -päästöistä muodostuu yrityksen suurin osa päästöistä. Tarkasteluvuodeksi valittiin se vuosi, jolloin Joensuun toimipiste perustettiin. Ostettuja tuotteita on siis normaalia enemmän.

Yrityksen Scope 1 -päästöjen osuus koko hiilijalanjäljestä on 6,53 % (155kg CO<sub>2</sub>-ekv). Scope 2 -päästöjen osuus on 3,3 % (78,4 kg CO<sub>2</sub>-ekv) ja Scope 3 -päästöjen osuus yrityksen päästöistä on 90,17 % (2140 kg CO<sub>2</sub>-ekv). Työmatkojen osuus organisaation päästöistä vuonna 2023 on 1514 kg CO<sub>2</sub>-ekv, eli 70,65 %.

Vertailukohteeksi voidaan valita esimerkiksi suomalaisen kotitalouden hiilijalanjälki. Suomalaisen kotitalouden hiilijalanjälki vuonna 2021 on ollut noin 7700 kg CO<sub>2</sub>-ekv/henkilö. Tästä 19 % (1500 kg CO<sub>2</sub>-ekv) muodostuu elintarvikkeista, 33 % (2500 kg CO<sub>2</sub>-ekv) asumisesta ja energiasta, 22 % (1700 kg CO<sub>2</sub>-ekv) liikkumisesta ja 26 % (2000 kg CO<sub>2</sub>-ekv) muista tavaroista ja palveluista. Renkaanvaihtorallin hiilijalanjälki vuonna 2023 on siis ollut noin 27,8 % suomalaisesta kotitaloudessa asuvasta henkilöstä vuonna 2021. (Suomen ympäristökeskus 2024)

Renkaanvaihtoralli on pieni yritys, jonka muilla sidosryhmillä on merkittävä vaikutus yrityksen kokonaispäästöihin. Tämä on yleistä monilla toimialoilla, erityisesti niillä, joilla tuotantoprosessit ovat ulkoistettuja.

### **6.1.1 Mahdollisuudet päästöjen vähentämiseen**

Yrityksen Scope 1 -päästöjen vähentämiseen mahdollisia vaihtoehtoja olisi energiatehokkaampiin ajoneuvoihin tai laitteisiin siirtyminen. Tai mahdollisesti aggregaatin jättäminen pois yritystoiminnasta ja käytettäisiin vain yrityksen vuokraaman toimipisteen sisältämää sähköpistoketta, jossa sähkö on 100 % uusiutuvalla energialla tuotettua. Scope 3 -päästöissä mahdollisia päästöjä vähennyskohteita olisi ympäristöystävällisempien ajoneuvojen käyttö työmatkoissa tai ympäristöystävällisempien logistiikkapalveluiden käyttö. Myös varikkopaikan ja toimipaikan välimatkan pienentäminen vähentäisi logistiikasta muodostuvia päästöjä.

### 6.1.2 Päästöjen kompensointi

Oman hiilijalanjäljen vähentämistoimenpiteet ovat aina ensisijaisia, eikä niitä tule lykätä tai korvata kompensoitiolla. Kompensaatiohankkeella on oltava kansainvälinen standardi, joka on kestävän kehityksen etujen mukainen ja takaa laskennan luotettavuuden. Tällaisia standardeja ovat esimerkiksi Verran Verified Carbon Standard (VCS), Gold Standard (GS) ja Puhtaan kehityksen mekanismi (CDM). (Nordic Impact 2024)

Renkaanvaihtorallilla mahdollinen tapa päästöjänsä kompensointiin olisi osallistuminen vapaaehtoisin päästökompensaatioihin taloudellisesti, eli päästövähennysyksiköiden ostaminen. Eli yritys voisi hyvittää omasta toiminnastaan aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ostamalla yhtä paljon päästövähennysyksiköitä. Kasvihuonekaasupäästövähennyksissä yksi hiilidioksidiekvivalenttonni (1 t CO<sub>2</sub>-ekv) vastaa yhtä päästövähennysyksikköä. Esimerkkejä eurooppalaisista kompensoitajärjestelmistä löytyy taulukosta 6. Kotimaassa tarjotaan myös päästökompensaatiopalveluja, esimerkkejä löytyy taulukosta 7. (Ympäristöministeriö 2021, 16).

Järjestelmä, aloitusvuosi, valtio	Sektori	Tietoa järjestelmästä
<b>MoorFuture</b> (2011), Saksa	Metsät ja maan- käyttö, soiden säilyttäminen ja ennallistaminen	Päästövähennysyksiköitä myydään etukäteen. Sertifioinnin piirissä (2019) noin 144 hehtaaria suota. Hinta 35 – 87€ per hiilidioksiditonni (€ per t CO <sub>2</sub> ).
<b>Woodland Carbon Code (WCC)</b> (2011), Iso-Britannia	Metsät ja maan- käyttö, metsitys	Kehitystyö ja valvonta hallituksella, metodologian kehityksessä käytetty apuna GS ja VCS -standardeja. Hinta 6 - 17€ per hiilidioksiditonni.
<b>Climate Austria</b> (2008), Itävalta	Vesi- ja tuulivoima sekä energiatehokkuus	Konsulttiyritys ja Itävallan ympäristöministeriö hallinnoi. Kansainvälisiä hankkeita 45. Vuonna 2019 keskihinta 25€ per hiilidioksiditonni.

<b>Puro.earth</b> (2019), Suomi	Maatalous (Biohiili), rakentaminen	Fortumin kehittämä ja käynnistämä. Verifioinnin jälkeen myönnetään CO <sub>2</sub> Removal Certificate (CDRC). Hinta 20 - 150€ per CDRC.
<b>Registro de huella de carbono</b> (2014), Espanja	Metsätalous ja maankäyttö. Metsitys	Maatalous-, ruoka- ja ympäristöministeriö hallinnoi. Keskihinta vähintään 25 € per t CO <sub>2</sub> -ekv.

Taulukko 6. Eurooppalaisia kompensatiojärjestelmiä (Cevallos 2019; UNFCC 2020)

Toimintamuoto	Kuvaus	Huomiot
Sertifioitujen, kansainvälisten päästövähennysyksiköiden välittäminen tai jälleenmyynti	Toimija ostaa asiakkaan puolesta päästövähennysyksiköitä niitä tuottavilta hanketoimijoilta.	Joidenkin standardien osalta on päästövähennysyksiköiden laatua ja ilmastovaikutuksia on kritisoitu voimakkaasti. (Broekhoff 2019; Cames 2016; Kollmuss 2015)
Päästövähennysten tai hiilinielujen tuottaminen: kotimaiset metsityshankkeet: puiden istutus	Toimija tai yhteistyökumppani/alihankkija istuttaa asiakkaan ostaman kompensatiotuotteen/taimimäärän mukaisesti puuntaimia.	Hinnat vaihtelevat 2-5 euroa/puuntaimi, hiilensidontan potentiaaliksi ilmoitetaan 200-600 kg CO <sub>2</sub> /puuntaimi. Päästöhyvitykset syntyvät vasta tulevina vuosina.
Päästöoikeuksien ostaminen EU:n päästökauppajärjestelmästä (EU ETS) ja mitätöinti/jäädettäminen	Toimija ostaa asiakkaan puolesta päästöoikeuksia EU:n päästökaupparekisteristä. Toimija jäädyttää päästöoikeuden.	Mitätöity päästöyksikkö voidaan katsoa hyviteteksi/syntymättömäksi päästökseksi, sillä EU:n päästökaupparekisterin toimijat eivät voi käyttää sitä hyödykseen. (Nurmi & Ollikainen 2019)

Taulukko 7. Kotimaisia päästöjenkompensaationpalveluita (Ympäristöministeriö 2021, 53)

### 6.1.3 Hiilen sidonta

Puut sitovat hiiltä. Otetaan esimerkiksi kuusien istutus. Karkeasti kuusen biomassasta puolet on hiiltä, joka saadaan muutettua hiilidioksidiksi kertomalla se luvulla 3,67. Tämä kerroin tulee hapen ja hiilen atomipainoista. Keski-ikäinen puu on noin 80-vuotias. MOTTI-puuston kehityssimulaattorilla ja Repolan biomassakertoimilla voidaan ennustaa sen painavan 80-vuotiaana lähes 800 kiloa ja 100-vuotiaana 1000 kiloa. Tästä voidaan päätellä, että 80-vuotiaana kuusi on ehtinyt sitoa hiiltä noin 400 kiloa. 100-vuotiaana kuusi olisi siis sitonut noin 500 kiloa hiiltä. Kun muutetaan luvut hiilidioksidiksi, saadaan 80-vuotiaalle kuuselle noin 1500 kg sidottua hiilidioksidia ja 100-vuotiaalle lähes 2000 kg. (Tolvanen, Miettinen, Hilasvuori & Wall 2022)

”Yksi kuutio puuta sitoo keskimäärin noin 1000 kiloa hiilidioksidia itseensä. Hehtaari suomalaista metsää sitoo keskimäärin noin 4700 kiloa hiilidioksidia vuodessa” (Stora Enso 2024). Jos peilaamme Renkaanvaihtorallin päästöjä hehtaariin suomalaista metsää ja sen sitomaan hiilidioksidimäärään, tarvitsisi Renkaanvaihtorallin vuosittaisten päästöjen sitomiseen noin puoli hehtaaria metsää.

### 6.2 Tulosten arviointi ja oma pohdinta

Renkaanvaihtoralli on yrityksenä pieni, kuten on sen päästötkin. Päästölaskentaa ja sen tarkkuutta on vaikeuttanut päästökertoimien puuttuminen, joten jotkin päästökertoimet on jouduttu arvioimaan. Päästölaskenta on läpinäkyvää, sillä SimaPro:lla laskeminen mahdollistaa eri vaiheiden tarkan tarkastelun.

Ennen päästölaskentaa suunnitteilla ollut päästöjen hallintasuunnitelman laatiminen jäänyt vähäiseksi. Opinnäytetyössä kuitenkin pohdittu joitain päästöjen vähentämismahdollisuuksia sekä esimerkkejä päästöjen kompensointiin. Yritys voi mahdollisesti päästölaskennan tulosten avulla tehdä kasvihuonepäästövähennyksiä. Mikäli yritys tekee muutoksia liiketoiminnassaan päästötavoitteita ajatellen, on tämä opinnäytetyö mielestäni hyvä pohja jatkojalostukselle.

Opinnäytetyötä ja sen tuloksia voi halutessaan käyttää yrityksen päästölaskentaa suunnitellussa tai tehdessä sekä päästötavoitteita toteuttaessa, mutta opinnäytetyössä olevaan tietoon ja laskennan tuloksiin tulee suhtautua kriittisesti.

Opinnäytetyön aloittaminen oli haastavaa, sillä opinnäytetyötä ja toimeksiantoa sille yritettiin usean eri yrityksen kanssa ennen Renkaanvaihtorallia. Kun toimeksiantoyritys ja opinnäytetyön aihe oli vihdoin selvillä, alkoi sen tekeminen tiukalla aikataululla maaliskuussa 2024. Kiireellinen aikataulu aiheuttaa stressiä, mutta opinnäytetyölle on silti annettu aikaa ja ajatusta. Opinnäytetyön tekeminen on sujunut nopeasti ja monia eri vaihtoehtoja menetelmiin on ehditty pohtia. Joistain aihealueista tietoa löytyy paljolti, mutta joskus tiedon löytäminen on ollut haastavaa. Opinnäytetyön aihe on ollut mielenkiintoinen.

Omaa oppimisprosessia ajatellen; On omat työskentelytavat, ainakin opinnäytetyötä tehdessä muuttuneet järjestelmällisemmiksi, eikä aiheesta tai työvaiheesta toiseen tule ”hypittyä” edestakaisin. Tiedonhakutaidot muista lähteistä ovat kehittyneet ja lähteitä tulee tarkasteltua jatkossa tarkemmin sekä kriittisemmin. Kiireellisestä aikataulusta huolimatta on opinnäytetyö mielestäni onnistunut kohtalaisen mukavasti.

### **6.3 Luotettavuus ja eettisyys**

Opinnäytetyöhön ja sen aiheeseen sekä sisältöön on perehdytty. Tietoa on haettu useista eri lähteistä, joista kaikista ei voida olla täysin varmoja. Opinnäytetyö saattaa sisältää epätäydellistä tai väärää tietoa sekä jotkin tiedot saattavat olla vajavaisia. Kerätyssä datassa voi myös esiintyä parametripävarmuuksia ja lähtötietojen puutteita. Tiedon laadulla ja tarkkuudella on suuri merkitys elinkaarivaihe-arvioinnissa, siksi tietojen täsmällisyyteen ja laatuun pyritään opinnäytetyössä. Opinnäytetyössä on jouduttu käyttämään arvioita päästökertoimissa sekä työmatkoissa, jotka pienentävät laskennan tarkkuutta. Jos tietoja on pyöristelty, on se kuitenkin pyritty tekemään mahdollisimman tarkasti.

Opinnäytetyössä ei käsitellä liikesalaisuuksia tai tuoda muuta salassa pidettävää tietoa esille. Tehdyt päätökset ja menetelmien valinnat ovat opinnäytetyön

laatijan itse tekemiä, tai ne on tehty yhdessä pohtien ohjaavan opettajan tai yhteishenkilön kanssa.

## Lähteet

- Cevallos, G. Grimault, J. Belassen, V. 2019. Domestic carbon standards in Europe.  
<https://www.i4ce.org/wp-core/wp-content/uploads/2020/02/0218-i4ce3153-DomecticCarbonStandards.pdf> 31.05.2024
- Ecobio. 2023. Mitä tarkoittavat scope 1, 2 ja 3 -päästöt?  
<https://ecobio.fi/mita-tarchoittavat-scope-1-2-ja-3-paastot/> 07.05.2024
- Ecochain. 2024. Cradle-to-Grave in LCA.  
<https://ecochain.com/blog/cradle-to-grave-in-lca/> 07.05.2024
- Ecochain. 2024. Cradle-to-Cradle in LCA.  
<https://ecochain.com/blog/cradle-to-cradle-in-lca/> 30.05.2024
- Eriksson, N. 2002. Elinkaariarviointi ympäristömyötäisen tuotesuunnittelun tavoitteiden asettamisen tukena. Opinnäytetyö.  
<https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/34673/nbnfi-fe20021421.pdf;jsessionid=FC366DF3E1B8B2EE4944F56E19306070?sequence=1>  
 08.05.2024
- Euroopan parlamentti. 2023. Hiilineutraalisuus.  
<https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarchoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa> 07.05.2024
- Fishwick, M. 2012. A Carbon Footprint for UK Clothing and Opportunities for Savings.  
[https://www.researchgate.net/publication/306145659\\_A\\_Carbon\\_Footprint\\_for\\_UK\\_Clothing\\_and\\_Opportunities\\_for\\_Savings](https://www.researchgate.net/publication/306145659_A_Carbon_Footprint_for_UK_Clothing_and_Opportunities_for_Savings)  
 22.05.2024
- Granlund. 2023. Yritysten päästövähennystavoitteet vaativat enemmän myös hiilijalanjälkilaskennalta  
<https://www.granlund.fi/blogi/yritysten-paastovahennystavoitteet-vaativat-enemman-myos-hiilijalanjalkilaskennalta/> 30.05.2024
- Greencarbon. 2024. Päästölaskenta  
<https://greencarbon.fi/paastolaskenta/> 30.05.2024
- Greenhouse Gas Protocol. 2024.  
<https://ghgprotocol.org/standards-guidance> 30.05.2024
- Greenhouse Gas Protocol. 2013. Corporate Value Chain.  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard\\_041613\\_2.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf) 16.04.2013  
 07.05.2024
- Greenstep. 2024. Hiilijalanjälki ja LCA.  
<https://greenstep.fi/vastuullisuuspalvelut/hiilijalanjalki-ja-lca>  
 07.05.2024
- Karppinen R. 2022. Organisaation päästölaskenta.  
<https://tofutur.fi/paastojen-laskenta> 07.05.2024
- Kauppakamari. 2021. Hiilijalanjäljen laskentaohjeet.  
<https://kauppakamari.fi/wp-content/uploads/2021/05/Ilmastositoumus-laskentaohje.pdf> 18.05.2021 07.05.2024
- Laiti, A. 2022. Hiilijalanjäljen laskentaohje yritykselle.  
<https://www.vasek.fi/assets/Sidor/5/4032/Hiilijalanjaljen-laskenta-Arttu-Laiti.pdf> 03.01.2022 07.05.2024

- Liljeström, M. 2024. Hiilineutraalisuus: tästä on kyse  
<https://www.ecoonline.com/fi/blogi/hiilineutraalisuus> 30.05.2024
- Luonnonvarakeskus. 2022. Kuinka monta puut pitäisi istuttaa ja kasvattaa kompensoimaan yhden ihmisen hiilipäästöt? Osa 1.  
<https://www.luke.fi/fi/blogit/kuinka-monta-puuta-pitaisi-istuttaa-ja-kasvattaa-kompensoimaan-yhden-ihmisen-hiilipaastot-osa-1> 22.05.2024
- Mallat, S. 2024. Elinkaariarvioinnin perusteet. Koulutusmateriaali  
[https://kiertotaloudella.fi/wpcontent/uploads/2024/04/Elinkaariarvioinnin\\_perusteet\\_Sanni\\_Mallat\\_Sitowise.pdf](https://kiertotaloudella.fi/wpcontent/uploads/2024/04/Elinkaariarvioinnin_perusteet_Sanni_Mallat_Sitowise.pdf) 08.05.2024
- Matikainen, E. 2022. Muovisola Oy:n hiilijalanjälki  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/744915/Matikainen\\_Emmi.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/744915/Matikainen_Emmi.pdf?sequence=2&isAllowed=y) 07.05.2024
- Motiva. 2024. CO<sub>2</sub>-päästökertoimet  
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto\\_suomessa/co2-paastokertoimet](https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-paastokertoimet) 22.05.2024
- Nordic Impact. 2024. Päästöjen kompensointi  
<https://nordicimpact.com/paastojen-kompensointi/> 30.05.2024
- Nurmi, V. Ollikainen, M. 2019. Kohti hiilipörssiä? Suomessa esitetyt hiilipörssiin liittyvät aloitteet tutkimuskirjallisuuden ja kansainvälisen kokemuksen valossa.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-023-1> 31.05.2024
- Okkonen, L. 2024, Organisaation hiilijalanjälki (GHG-Protokolla) Powerpoint. Karelia-ammattikorkeakoulu, koulutusmateriaali. 07.05.2024
- Renkaanvaihtoralli. 2023.  
<https://www.renkaanvaihtoralli.fi/> 10.04.2024
- Sajaniemi, V. 2023. Näin aloitat hiilijalanjälkilaskennan.  
<https://thirdrock.fi/nain-aloitat-hiilijalanjalkilaskennan/> 08.05.2024
- Simapro. 2024. Ohjelmisto ympäristövaikutusten arviointiin.  
<https://simapro.se/fi/> 19.05.2024
- Stora Enso. 2024. Hyvin hoidettu metsä on ilmastoteko.  
<https://www.storaensometsa.fi/hyvin-hoidettu-metsa-on-ilmastoteko/> 30.05.2024
- Suomen Ympäristökeskus. 2022. Elinkaariarviointi.  
<https://www.syke.fi/elinkaariarviointi> 07.05.2024
- Suomen Ympäristökeskus. 2024. Suomalaisen kulutuksen hiilijalanjälki miltei puolittunut 2000-luvulla 14 hiilidioksiditonista 7,7 tonniin.  
<https://www.sttinfo.fi/tiedote/70136371/suomalaisten-kulutuksen-hiilijalanjalki-miltei-puolittunut-2000-luvulla-14-hiilidioksiditonista-77-tonniin?publisherId=69819243&lang=fi>
- Teknologian tutkimuskeskus VTT. 2020. Hiilikädenjälki.  
<https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/hiilikadenjalki-uusi-ymparistomittari-tuotteiden-positiivisten> 07.05.2024
- Tilastokeskus. 2024.  
[https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut\\_polttoaineluokitus.html](https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html) 22.05.2024
- UNFCC, United Nations Framework Conention on Climate Change, 2020. Multilateral Assessment. A complation of questions to – and aswers by – Netherlands exported on 05 November 2020 by the UNFCC secretariat.  
[https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CD\\_Netherlands\\_MA\\_QA.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/CD_Netherlands_MA_QA.pdf) 31.05.2024
- Valli, E. 2023. Mitä on elinkaariarviointi (LCA)?

- <https://biocode.io/fi/elinkaariarviointi-lca/> 07.05.2024
- Vesilaitosyhdistys. 2020.  
<https://www.vvy.fi/ohjeet-ja-julkaisut/talousveden-hankinta-ja-kasittely/taloudellisesti-ja-ympariston-kannalta-kestava-vedenkayton-tehostaminen-talousvesihuollossa-suomessa/> 22.05.2024
- VTT Lipasto. 2024. Liikenteen päästöt.  
<http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavralliikenne/tieliikenne/kavp60tie.htm> 22.05.2024
- Ympäristöministeriö. 2021. Päästökompensaatiot ilmastonmuutoksen hillinnän keinona Suomessa -nyt ja tulevaisuudessa.  
[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162987/YM\\_2021\\_12.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162987/YM_2021_12.pdf) 31.05.2024
- Österlund, H & Voutilainen, I. 2021. Hiilijalanjälki käytännössä- Mitä ja miksi?  
<https://www.vasek.fi/assets/Sidor/4/3853/Vahahiilisyys-mita-ja-miksi-nyt-pitaa-tehda-VASEK-WEBINAARI-2021-04-15.pdf> 30.05.2024

Liitteet

## Liite 1

### Päästökertoimet ja niiden lähteet

Scope 1 -päästökertoimet	Lähde
Poltettu bensiini, kerroin 2,022 kgCO <sub>2</sub> /l	Tilastokeskus, polttoaineluokitus, vuosittain vaihtuva
Poltettu diesel, kerroin 2,353 kgCO <sub>2</sub> /l	Tilastokeskus, polttoaineluokitus, vuosittain vaihtuva
Scope 2 -päästökertoimet	Lähde
Ostosähkön sähköntuotanto, kerroin 70 kgCO <sub>2</sub> /MWh	Tilastokeskus, sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt 2023
Scope 3 -päästökertoimet	Lähde
Ostettu bensiini, kerroin 0,613 kgCO <sub>2e</sub> /l	DEFRA, 2021 & 2022. Conversion Factors for Company Reporting.
Ostettu diesel, kerroin 0,610 kgCO <sub>2e</sub> /l	DEFRA, 2021 & 2022. Conversion Factors for Company Reporting.
Tablettitietokone, kerroin 100 kgCO <sub>2e</sub> /kpl	Liikenne- ja viestintäministeriö, ICT-päätelaitteisiin liittyvät materiaali-, energia- ja ilmastokysymykset.
Vesi, kerroin 0,11 kgCO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup>	Vesilaitosyhdistys, 2020.
Työhaalarit, kerroin 22 kgCO <sub>2e</sub> /kpl	Thomas et al. 2012. A Carbon Footprint for UK Clothing and Opportunities for Savings, Polyesterin ja puuvillasekoitteen hiilijalanjälki.
Teräs, kerroin 2,235 CO <sub>2</sub>	Ecoinvent 3, 2024. Kuumavalssattu, niukaseosteinen
Rekan logistiikka, kerroin 0,049 kgCO <sub>2e</sub> /tkm	VTT Lipasto, Euro 6, tie, osakuorma. Huomioitu polttoaineen valmistus.
Pyöräkoneen logistiikka, kerroin (Diesel 0,845kg/l, kulutus 10l/h)	VTT Lipasto, työkonerekisteri, kerroin lasattu polttoaineenkulutuksen perusteella (Kuittila Farm)
Työmatka, henkilöauto, diesel, kerroin 0,141 kg CO <sub>2e</sub> /km	VTT Lipasto, 2016. Transport, passenger car, medium size, diesel, EURO 5 {GLO} market for transport, passenger car, medium size, diesel, EURO 5   Cut-off, U
Työmatka, henkilöauto, bensiini, kerroin 0,159 kg CO <sub>2e</sub> /km	VTT Lipasto, 2016. Transport, passenger car, medium size, petrol, EURO 5 {GLO} market for transport, passenger car, medium size, petrol, EURO 5   Cut-off, S
Polyeteenimuovi	Ecoinvent 3, 2024.
Litium-ion akku	Ecoinvent 3, 2024.

## Liite 2

### Aineisto

<b>Scope 1 -päästölähteet</b>	<b>Päästöt kg CO<sub>2</sub>-ekv</b>
Aggregaatin polttoaine bensiini	60,7
Kuorma-auton polttoaine diesel	94,1
<b>Scope 2 -päästölähteet</b>	<b>Päästöt kg CO<sub>2</sub>-ekv</b>
Ostosähkön sähköntuotanto	78,4
<b>Scope 3 -päästölähteet</b>	<b>Päästöt kg CO<sub>2</sub>-ekv</b>
Aggregaatti	80,5
Työhaalarit	176
Tablettitietokoneet	200
Vesi	0,66
Muut ostetut tuotteet	70,7
Työmatka bensiini	792
Työmatka diesel	722
Rekka logistiikka	31,5
Pyöräkone logistiikka	25,3

## Liite 3

## SimaPro:ssa luotu Sankey-diagrammi Renkaanvaihtorallin päästöistä

