



Hiilidioksidipäästöt ja niiden hinta

Laskureiden hyödyntäminen maantiekuljetusten
päästöjen kompensoinnissa

Tommi Partti

Opinnäytetyö
Toukokuu 2022
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), Logistiikka

Partti Tommi

Hiilidioksidipäästöt ja niiden hinta. Laskureiden hyödyntäminen maantiekuljetusten päästöjen kompensoinnissa.

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Toukokuu 2022**, 60 sivua

Tekniikan ala. Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Tiivistelmä

Hiilidioksidipäästölaskureiden avulla on mahdollista seurata päästöjen kokonaismäärää, mikä syntyy esimerkiksi kuljetuksen aikana. Päästökauppalaskurien avulla on mahdollista ostaa päästökompensatioita esimerkiksi kuljetuksista aiheutuneille päästöille. Sekä hiilidioksidipäästö- että päästökauppalaskurien runsas määrä luo oman haasteensa löytää riittäväillä hyväksynnöillä varustettuja laskureita yritystoimintaa ajatellen. Erityisesti hiilidioksidipäästölaskureita luodaan koko ajan enemmän ja periaatteessa kuka tahansa voi sellaisen tehdä niin halutessaan, mutta kaikkien laskurien alkuperästä ei voi mennä takuuseen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vertailla eri hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskureita keskenään ja luoda uutta tietoa Jyväskylän ammattikorkeakoulun logistiikan koulutusohjelman Sustainability and Responsibility -opintojaksolle.

Opinnäytetyössä tutkittiin hiilidioksidipäästöjä, millaisia päästövähennystavoitteita ja keinoja EU-alueella on asetettu hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi ja miten polttoaineiden avulla pyritään vähentämään hiilidioksidipäästöjä hyödyntämällä eri keinoja. Dieselin hintaa tulevaisuudessa on myös käsitelty ja kuinka kustannuksia olisi mahdollista kohtuullistaa liian suuren hinnannousun ehkäisemiseksi ja kilpailukyvyn säilyttämiseksi. Työ on rajattu koskemaan maantiekuljetuksia painottuen raskaaseen rahtiliikenteeseen. Hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskureita on vertailtu erikseen etsimällä internetistä laaja-alaisesti erilaisia laskureita ja keräämällä niitä taulukoihin.

Vertailukelpoisten tuloksien saavuttamiseksi on luotu kuljetuscase-esimerkki, jonka avulla jokaiseen laskuriin on syötetty samat arvot. Case-esimerkin lisäksi on laskureilla laskettu yleisarvo, jolloin laskureiden vertailusta tulee entistä monipuolisempaa ja yrityksen näkökulmasta on helpompaa löytää omaan toimintaansa parhaiten soveltuva laskuri. Laskureiden taustojen selvittämiseksi erilaiset hyväksynät niihin liittyen ja mitkä yritykset niitä jo laskennoissaan hyödyntävät tai tekevät yhteistyötä niiden kanssa on taulukoissa lisäksi ilmaistu.

Hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskureita tulee internettiin saataville koko ajan lisää ja olemassa olevia päivitetään, joten ajankohtaisen tiedon saavuttamiseksi samankaltaista vertailua kannattaa tehdä tulevaisuudessa uudestaan.

Avainsanat (asiasanat)

hiilidioksidi, päästövähennystavoitteet, polttoaineet, hiilidioksidipäästölaskurit, päästökauppalaskurit

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Partti Tommi

The carbon dioxide emissions and the cost of them. The use of the calculators when compensating emissions of the road transport.

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 60 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Logistics Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The use of carbon dioxide calculators allows us to track the amount of emissions that are created during transport. Emission trading allows us to purchase carbon offsets which enables to get write-offs for the emissions caused by transportation. The sheer amount of carbon dioxide- and emission trading calculators creates it's own set of challenges to find calculators which are sufficiently approved by the related officials when thinking about business use. Carbon dioxide calculators are especially troublesome, seeing as anyone can create one on a whim which makes tracing the legitimacy of the calculators difficult. The purpose of this thesis was to compare different carbon dioxide- and emission trading calculators and create new data for the Department of Logistics Engineering of Jyväskylä University of Applied Sciences for the study module of Sustainability and Responsibility.

In this thesis, it is examined carbon dioxide emissions, what kind of emission reduction commitments and solutions have been implemented in EU-countries to reduce carbon dioxide emissions, alleviate climate change and reduce carbon dioxide emissions using different fuels. The price of diesel fuel and ways to reduce costs in the future without inflicting an unreasonable rise in prices and instability in competition were also addressed. The thesis was focused to only include transport by land, more specifically heavy freight traffic. Carbon dioxide- and emission trading calculators were cross examined by vastly searching the internet for different calculators and collecting them into charts.

To achieve comparable results it was created a case example, which allowed to input the same data to every calculator. In addition to the case example the calculators were used to measure out an average value, which in turn makes the cross examination more diverse and easier for businesses to find the best calculator suited for their needs. The legitimacy of the calculators and the different approvals from the related officials as well as which businesses are utilizing them in their calculations are expressed in the related charts.

Carbon dioxide- and emission trading calculators constantly appear on the internet and the currently existing ones are being updated. Therefore, to achieve up to date data, conducting similar study in the future is worthwhile.

Keywords/tags (subjects)

co2, emissions reduction targets, fuels, co2 calculators, carbon offset calculators

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Katsaus polttoaineisiin ja hiilidioksidipäästöihin EU:ssa	6
2.1	Hiilidioksidipäästöt	6
2.1.1	Hiilijalanjälki ja päästökerroin.....	6
2.1.2	Hiilikädenjälki.....	7
2.1.3	Kasvihuonekaasut	8
2.1.4	CO ₂ -ekvivalentti ja hiilineutraalisuus	9
2.2	EU-alueen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen.....	11
2.2.1	Tavoitteet.....	11
2.2.2	Teollisuuden päästökauppa ja tuontitavaroiden hiilitulli.....	12
2.2.3	Autoilun päästövähennystavoitteet ja päästövähennystekniikoita	15
2.2.4	Päästövähennykset muilla aloilla.....	16
2.3	Polttoaineet.....	17
2.3.1	Maantieliikenne	17
2.3.2	Biopolttoaineet	17
2.3.3	Jakelu- ja sekoitevelvoite	19
2.3.4	Polttoaineiden verotus	22
2.3.5	Dieselpolttoaineen hinta tulevaisuudessa sekä ehdotus ammattidieselistä	24
3	Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus ja tavoitteet	28
4	Toteutus	31
4.1	Menetelmä	31
4.2	Aineiston keruu ja analyysi	35
5	Tulokset.....	42
5.1	Hiilidioksidipäästölaskurit	42
5.2	Päästökauppalaskurit	46
6	Johtopäätökset	50
6.1	Laskurit.....	50
6.2	Päästöjen hinta.....	52
7	Pohdinta.....	53
7.1	Tulosten arviointi ja hyödynnettävyys	53
7.2	Luotettavuus	54
	Lähteet	55

Kuviot

Kuvio 1. Kasvihuonepäästöjen jakautuminen sektoreittain vuonna 2019.	4
Kuvio 2. Kasvihuonepäästöjen jakautuminen EU-alueella ajoneuvoryhmittäin vuonna 2019. ...	5
Kuvio 3. Helmikuussa 2022 polttonesteiden hinnanmuodostuminen Suomessa.	24
Kuvio 4. Diesel polttoaineen keskihinta joulukuisin vuosien 2016-2021 välillä.	25
Kuvio 5. Kannattavuusodotukset kuljetusbarometrien perusteella alkaen vuodesta 2018.	26
Kuvio 6. Ajomatka ja -reitti päästölaskureiden vertailua varten.	32
Kuvio 7. Kulutusarvoja 60 t varsinaisista perävaunuyhdistelmistä.	33

Taulukot

Taulukko 1. Yhteenveto polttoaineen keskikulutuksista eri lähteistä.	33
Taulukko 2. Kaikki hiilidioksidipäästölaskurit, jotka työhön valikoituivat.	35
Taulukko 3. Hiilidioksidipäästölaskurit, joissa on raskaankaluston laskentamahdollisuus.	36
Taulukko 4. Hiilidioksidipäästölaskurien hyväksynät.	37
Taulukko 5. Yrityksiä, joilla hiilidioksidipäästölaskuri on jo käytössä.	38
Taulukko 6. Kaikki päästökauppalaskurit, jotka työhön valikoituivat.	39
Taulukko 7. Päästökompensaation arvo EU:n päästökaupassa OpenCO2 laskurin mukaan.	39
Taulukko 8. Päästökauppalaskurien hyväksynät ja yhteistyökumppanit.	40
Taulukko 9. Hiilidioksidipäästölaskurien laskentatulokset.	42
Taulukko 10. Päästökauppalaskurien laskentatulokset.	46

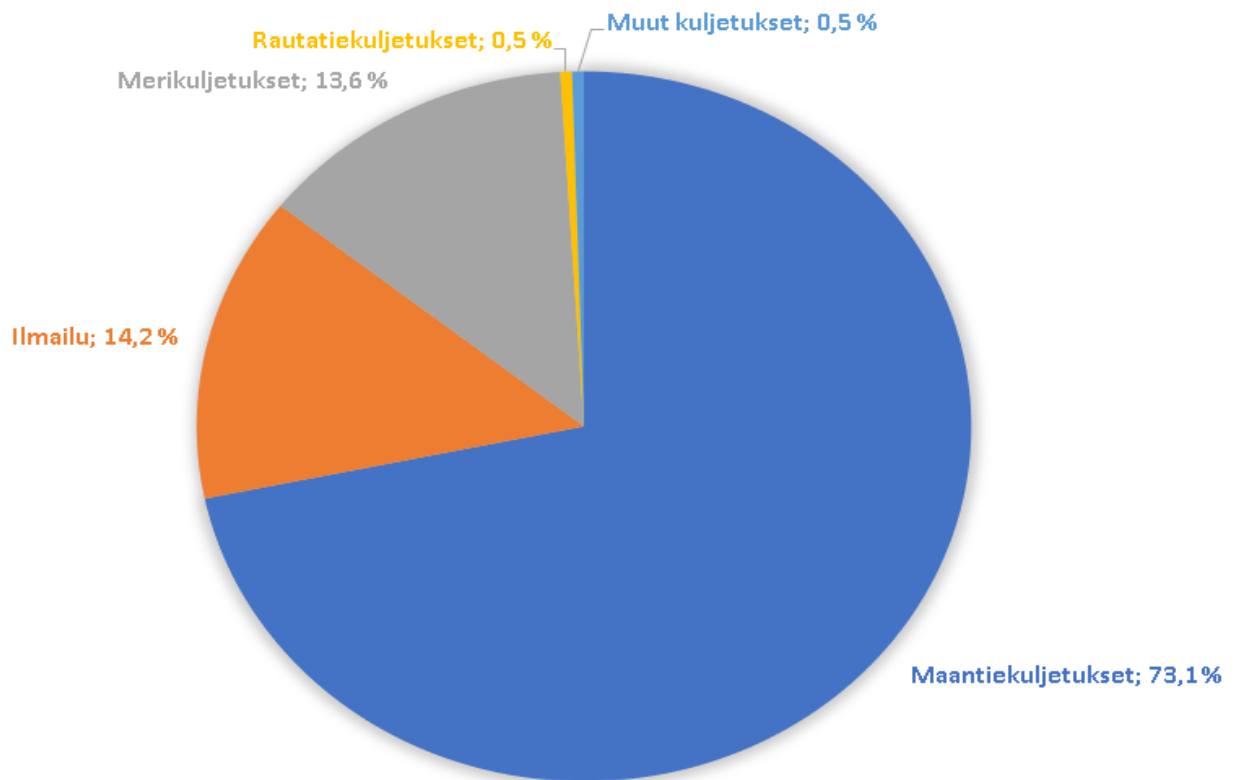
1 Johdanto

Hiilidioksidipäästöt ja niiden pienentäminen ovat nykyisin ajankohtaisia asioita.

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi hiilidioksidipäästöjen määrää tulisi pyrkiä vähentämään ja niiden seurantaan panostaa yhä enemmän. Eri menetelmien hyödyntäminen päästöjen seurannassa on avainasemassa, kun halutaan tietää tuotettujen päästöjen määrä ja pyrkiä vähentämään niitä omalla toiminnallaan kohti kestävämpiä ratkaisuja ympäristön kannalta. Päästövähennystavoitteisiin pääseminen edellyttää aikarajojen asettamista ja niiden seuranta, jotta haluttuun lopputulokseen on mahdollista päästä ja saada ne toteutumaan konkreettisesti.

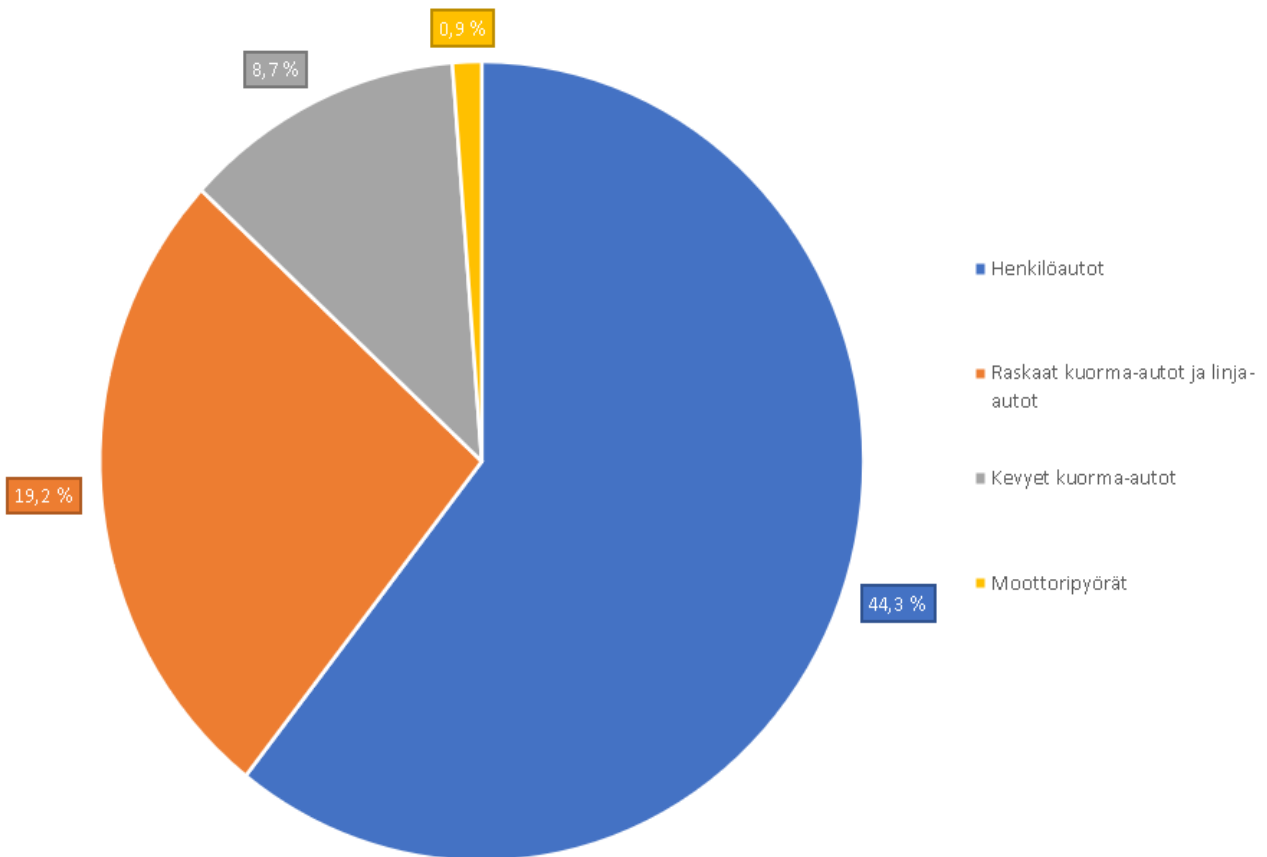
Ilmaston globaalinen lämpeneminen on tällä hetkellä suuri haaste ihmiskunnalle. Kiireellisenä vaatimuksena on hiilijalanjälkemme radikaalinen pienentäminen. Siitä, kuinka meidän pitäisi suhtautua ilmaston lämpenemiseen ja mikä sen aiheuttaa on olemassa erimielisyyksiä, mutta vain harvat tahot vastustavat ajatusta siitä, että se todella tapahtuu todisteiden valossa, joita ympäriltämme voidaan havaita. (Stuart 2009, 3.)

Kasvihuonepäästöt sektoreittain jakautuvat siten, että maantiekuljetukset muodostavat suurimman osan EU-alueen päästöistä, ilmailu ja merikuljetukset muodostavat seuraavaksi suurimman osan ja rautatie sekä muut kuljetukset kaikkein pienimmän osan kasvihuonepäästöistä (ks. kuvio 1) (Share of Transport Greenhouse Gas Emissions 2019).



Kuvio 1. Kasvihuonepäästöjen jakautuminen sektoreittain vuonna 2019 (Share of Transport Greenhouse Gas Emissions 2019, muokattu).

Kasvihuonepäästöt jakautuvat ajoneuvoryhmittäin siten, että henkilöautot muodostavat suurimman osan päästöistä EU-alueella, toiseksi suurimman ryhmän muodostavat linja-autot ja raskaat kuorma-autot ja pienimmän ryhmän muodostavat kevyet kuorma-autot ja moottoripyörät (ks. kuvio 2) (Share of Transport Greenhouse Gas Emissions 2019).



Kuvio 2. Kasvihuonepäästöjen jakautuminen EU-alueella ajoneuvoryhmittäin vuonna 2019 (Share of Transport Greenhouse Gas Emissions 2019, muokattu).

Maantiekuljetusten päästöosuus verrattuna muihin kuljetusmuotoihin on kaikkein suurin ja raskaiden kuljetusten päästöosuus verrattuna muihin ajoneuvoryhmiin on toiseksi suurin, joten päästöjä on mahdollista leikata eri toiminnoilla pienemmäksi, esimerkiksi optimoimalla ajettavia kuljetusreittejä.

Toimeksiantajana kirjallisuuskatsauksessa toimi Jyväskylän ammattikorkeakoulun logistiikan koulutusohjelma. Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä ja löytää luotettavia tai sellaisiksi yleisesti hyväksyttäviä hiilidioksidi- ja päästökauppalaskureita, joita nykyisin on olemassa ja vertailla niitä keskenään. Päästökauppalaskureita vertailtaessa pyrittiin löytämään eettisesti hyväksytyjä laskureita, jotta kustannukset yrityksen näkökulmasta pysyisivät mahdollisimman pieninä ja ympäristön tarpeet otettaisiin samalla huomioon. Työssä painotettiin maantiekuljetuksia, erityisesti raskasta rahtiliikennettä ja siitä aiheutuvia päästöjä. Laskurien vertailun kohdistui raskaisiin ajoneuvoihin huomioiden kuljetettavan massan. Opinnäytetyöstä saatavia tuloksia

tullaan hyödyntämään Sustainability and Responsibility -opintojaksolla ja mahdollisesti täydentämään jo olemassa olevaa tietoa.

Tällä hetkellä ongelmallista on laskurien runsas määrä, mikä hankaloittaa virallisesti hyväksytyjen laskureiden löytämistä yrityksen näkökulmasta. Kaikkien laskureiden alkuperästä ei löydy tietoa tai siitä, että miten tulos muodostuu laskuria käytettäessä. Hiilidioksidipäästölaskureita vertailtaessa on huomioitava ympäristövaikutukset, jotta laskurin antamaan tulokseen voi luottaa. Opinnäytetyössä laskurin on oltava hyväksytty, jotta kuljetusyritykset voivat sitä omassa liiketoiminnassaan hyödyntää. Lisäksi huomioitiin ympäristövaikutukset, mitä kuljetuksista syntyy ja mahdollisuuksien mukaan pienentää omaa hiilijalanjälkeään tulevaisuutta ajatellen.

2 Katsaus polttoaineisiin ja hiilidioksidipäästöihin EU:ssa

Tietoperusta sisältää tietoa hiilidioksidipäästöistä ja millaisilla toimilla EU-alueella niitä pyritään vähentämään nyt ja tulevaisuudessa. Fossiiliset ja biopolttoaineet sekä niihin liittyvät päästövähennyskeinot ovat myös merkittävässä roolissa hiilidioksidipäästöistä puhuttaessa. Ajankohtaista maantiekuljetuksia ajatellen on dieselpolttoaineen kohtuuttoman hinnannousun ehkäiseminen kilpailukyvyn säilyttämiseksi.

2.1 Hiilidioksidipäästöt

2.1.1 Hiilijalanjälki ja päästökerroin

Hiilijalanjäljellä voidaan kuvata ilmastokuormaa, joka on rajattu koskemaan ainoastaan tiettyä kokonaisuutta. Hiilijalanjälkilaskelma voidaan suorittaa esimerkiksi rajatuille palveluille ja tuotteille, kunnille, yrityksille tai investoinneille. Kasvihuonekaasut aiheuttavat ilmastokuormaa. Kasvihuonekaasuihin kuuluvat esimerkiksi typpioksiduuli, metaani ja hiilidioksidi. Hiilijalanjäljen suuruus ilmaistaan hiilidioksidiekvivalentteina, jossa ilmastoa lämmittävien eri kasvihuonekaasujen vaikutukset on huomioitu. Hiilijalanjälkeä määriteltäessä huomioidaan kaikki rajattuun kokonaisuuteen liittyvät välilliset ja välittömät päästöt koko elinkaaren ajalta. Kunnan tai yrityksen hiilijalanjälkeä kuitenkin voidaan tarkastella aikayksikkönä, esimerkiksi vuoden ajalta. Hiilijalanjäljen suuruus ilmoitetaan massana joko grammoina, kilogrammoina tai tonneina. (Taustaa n.d.)

Päästökertoimella kuvataan päästön suuruutta tuotetun palvelun tai tuotteen määrästä. Hiilijalanjäljen määrittämisessä käytetään päästökertoimia. Päästökerroin voi olla erityyppinen riippuen siitä, että mitä rajoituksia on tehty. Päästökertoimen avulla voidaan kuvata elinkaaren tai käytönaikaisia päästöjä. Se voi sisältää kaikki kasvihuonepäästöt hiilidioksidiekvivalenteina tai ainoastaan hiilidioksidipäästöt ja liittyä tiettyyn ajanjaksoon tai sisältää ainoastaan keskimääräisiä arvoja. Hiilijalanjälki-nimitystä käytetään useasti, kun puhutaan palvelun tai tuotteen päästökertoimesta. Tarkasti määriteltynä tämä pitää paikkansa ainoastaan silloin, kun päästökertoimen avulla kuvataan kasvihuonepäästöjen määrää hiilidioksidiekvivalenteina koko elinkaaren ajan. (Taustaa n.d.)

Päästökartoitukset ja -kertoimet ovat perustyökaluja ilmanlaadun tarkkailussa. Arviot päästöistä ovat tärkeitä valvonta- ja lupaohjelmien soveltuvuuden määrittämisessä, asianmukaisten lieventämisstrategioiden ja lähteiden vaikutusten selvittämisessä sekä päästönhallintastrategioiden kehittämisessä. Käyttäjiä ovat teollisuus, konsultit ja liittovaltiot, osavaltiot ja paikalliset virastot. Jatkuvista päästömittauksista tai lähdekohtaisista päästötesteistä saatuja tietoja hyödynnetään usein lähteen päästöjen arvioinnissa. Testitietoja ei kuitenkaan aina ole saatavilla yksittäisistä lähteistä, eivätkä ne välttämättä kuvasta ajan myötä tapahtuvaa vaihtelua todellisten päästöjen osalta. Tämä johtaa siihen, että päästöjen arviointiin päästökertoimet ovat usein kuvaavin menetelmä. (Bruce 2015, 71.)

2.1.2 Hiilikädenjälki

Hiilikädenjäljellä kuvataan ympäristön kannalta myönteisten ratkaisujen ilmastovaikutuksia huomioiden koko elinkaaren. Positiivinen hiilikädenjälki syntyy, kun asiakkaan hiilijalanjälkeä saadaan pienennettyä uuden tarjotun ratkaisun hyödyntämisellä. Samalla palvelulla tai tuotteella voi olla hyvin erilainen hiilikädenjälki riippuen esimerkiksi markkinoiden eroavaisuudesta, mistä syystä hiilikädenjälki täytyy määrittää suhteutettuna valittuun vertailukohtaan. Lappeenrannan teknillinen yliopisto (LUT) ja Teknologian Tutkimuskeskus VTT Oy ovat kehittäneet laskentametodologiaa hiilikädenjälkeen liittyen. Positiivinen hiilijalanjälki voi olla seurausta esimerkiksi energia- ja materiaalitehokkuuden parantamisesta, käyttöiän pidentämisestä tuotteelle, jätteiden vähentämisestä, fossiilisten energioiden ja materiaalien korvaamisella uusiutuvilla vaihtoehdoilla tai varastoinnin ja hiilidioksidin talteen ottamisesta. (Taustaa n.d.)

Kädenjälkiäjäattelulla tarkoitetaan myönteisiä toimia, joiden tavoitteena on tehdä rakenteellisia muutoksia sekä rohkaista ja edistää ihmisten työskentelyä ja käyttäytymistä kohti kestävää kehitystä. Sosiaalisilla kädenjäljillä viitataan muutosten tuloksiin, jotka luovat positiivisia vaikutuksia ja menevät organisaation ulkopuolelle ja luovat liittymättömiä tai ylimääräisiä positiivisia sosiaalisia vaikutuksia. Sillä viitataan myös tavanomaiseen liiketoimintaan, jolla on myönteisiä vaikutuksia. (Husgafvel 2021, 2.)

2.1.3 Kasvihuonekaasut

Kasvihuonekaasut ovat kaasuja, jotka sitovat itseensä lämpöenergiaa, joka vapautuu maapallolta aiheuttaen lämpenemistä ilmakehässä. Luonnollisia kasvihuonekaasuja esiintyy ilmakehässä, esimerkiksi metaania, vesihöyryä ja hiilidioksidia. Teollisissa prosesseissa ja fossiilisten polttoaineiden poltossa syntyy ilmakehään muun muassa hiilidioksidia. (Taustaa n.d.)

Kasvihuonekaasut ovat vastuussa auringon säteilyn sitomisesta ilmakehässä. Erittäin kuuma säteily syntyy auringosta ja on aallonpituudeltaan lyhyttä. Maasta käsin syntyvä säteily on aallonpituudeltaan paljon pidempää ja pintalämpötilaltaan noin 15 celsiusasteista. Ilmakehässä olevat kaasut imevät pitkällä aaltopituudella olevia kaasuja, jolloin maasta käsin syntyviä kaasuja ilmakehä ei sido itseensä ja ne karkaavat avaruuteen. Näistä kaasuista syntyvä säteilyvoiman muutos aiheuttaa ilmaston vaihtelua. Tärkein kasvihuonekaasu on vesihöyry ja se imee eniten säteilyä, mutta sitä ei oteta ilmastonmuutosta tarkasteltaessa yleensä huomioon, vaan pikemminkin sitä pidetään osana ilmakehää sen kyvystä reagoida muuttuvan säteilyn kanssa. Vesihöyryn määrän odotetaan nousevan ilmakehässä ilmastonmuutoksen seurauksena. Muiden kasvihuonekaasujen lisääntyä on mahdollista, että ilmaston lämpenemisnopeus kaksinkertaistuu. (Ilan 2011, 4.)

Ilmastovaikutuksien arvioimiseksi on olemassa mittari, jolla mitataan maan päällä tapahtuvaa säteilyenergiavirran muutosta. Yksikkö ilmaston lämpenemisenergiaa kohti on muutos säteilyenergiavuossa massaa kohden, joka syntyy suhteessa yhdestä kilogrammasta kaasua yhden ilmakehään vapautuneen hiilidioksidikilon muutoksesta. Laskennassa on huomioitava ajan myötä tapahtuva lämpenemisenergiaalin muuttuminen, koska osa hiilidioksidista päätyy mereen. Typpioksiduuli ja hiilidioksidi omaavat ilmakehässä suhteellisen pitkän eliniän, kun taas metaanilla elinikä on paljon lyhyempi. Valtameristä haihtuessa syntyvä vesihöyry muodostaa ylöspäin noustessaan vesipisaroita, joista syntyy pilviä. Valtameret muodostavat kaksi kolmasosaa maan

pinta-alasta. Pilvet vaikuttavat sademääriin sekä varastoivat pitkäaaltoista säteilyä ja vapauttavat lyhytaaltoista aurinkoenergiaa. Ne voivat johtaa ilmaston lämpenemiseen tai jäädyttää planeettaa, mikä muodostaa merkittävän epävarmuuden lähteen. Tulevan ilmaston ennustamisen luotettavuuden varmistamiseksi on ymmärrettävä muuttuvien pilvipeitteiden vaikutuksia paremmin. (Ian 2011, 5.)

2.1.4 CO₂-ekvivalentti ja hiilineutraalisuus

Hiilidioksidiekvivalentilla (käytetään lyhenteitä CO₂ekv ja CO₂e) kuvataan ilmastoa lämmittävää vaikutusta, mikä syntyy yhteenlasketuista kasvihuonepäästöistä (Taustaa n.d). Yksikkönä se ilmaistaan yleensä miljoonina metrisinä tonneina hiilidioksidiekvivalenttia hyödyntäen lyhennettä MMTCDE, joka tulee sanoista Million Metric Tonnes of Carbon Dioxide Equivalents (Glossary: Carbon dioxide equivalent 2017). Jokaisella kasvihuonekaasulla on erilainen lämmittävä vaikutus ilmastoon. Vaikutusta kuvataan käsitteellä Global Warming Potential (GWP). GWP muista kasvihuonekaasuista suhteutetaan ilmastoa lämmittävään hiilidioksidin vaikutukseen, jonka arvon on määritetty olevan 1. GWP:n ilmoitetaan koskevan tiettyä ajanjaksoa. (Taustaa n.d). Hiilidioksidiekvivalentti kaasun osalta saadaan kertomalla kaasun tonnimäärä vastaavalla GWP:llä seuraavanlaisesti: MMTCDE = kaasun GWP kertaa miljoona tonnia kaasua (Glossary: Carbon dioxide equivalent 2017). Hiilijalanjälkeä tarkasteltaessa aikajakson pituus on 100 vuotta. Esimerkkinä metaanin suhde hiilidioksidiin ja sen ilmastoa lämmittävä vaikutus 100 vuoden ajanjaksolla on 28. (Taustaa n.d.)

Kun tarkastellaan kokonaispäästöjä, on hyvä huomioida hiilidioksidiekvivalentin rooli. Pelkät hiilidioksidipäästöt eivät riitä tarkasteluun, vaan kokonaisuutta, jotta päästövähennykset olisivat kokonaisvaltaisia ja niiden vaikutus olisi ilmaston kannalta suotuisa eli päästöjen määrää saataisiin vähennettyä. Siksi hiilidioksidin ja hiilidioksidiekvivalentin välinen ero on syytä ymmärtää.

Hiilidioksidiekvivalentin ja hiilidioksidin välinen ero on se, että CO₂e ilmaisee hiilidioksidin ja kaikkien muiden kaasujen, kuten typpioksiduulin, metaanin ja muiden vaikutuksen kokonaiskuvaan, kun taas CO₂ ilmaisee ainoastaan hiilidioksidin vaikutuksen. CO₂ ei ole yhtä tarkka mittari, kun ajatellaan ilmastoa lämmittävää vaikutusta. Tällöin tulos ei ole kokonaiskuvaan ajateltaessa tarkka, kun muiden kaasujen vaikutusten huomiointi jää tekemättä. CO₂e yhdistää

kaikki kaasut yhteen yhdeksi mittariksi ja pyrkii luomaan eri kaasujen ilmasto lämmittävän vaikutuksen yhdeksi kokonaisuudeksi. (Rabo 2020.)

Jos palvelu, yritys tai tuote on hiilineutraali tällöin ilmasto ei kuormitu. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että olemassa olevalle toiminnalle on ensin määritetty hiilijalanjäljen koko ja sen jälkeen on pienennetty sitä käyttämällä erilaisia toimivia keinoja. Päästöt, joita omalla toiminnallaan ei ole pystytty vähentämään, on mahdollista kompensoida ostamalla markkinoilta päästövähennyksiköitä tai osallistamalla projekteihin, joiden tavoitteena on vähentää päästöjen määrää. Kun päästöjä aletaan kompensoidaan, luotettavuuden varmentaminen päästövähennysten toteutumisessa tulee varmistaa. (Taustaa n.d.)

Hiilineutraalius on yleensä kolmiosainen prosessi: kasvihuonepäästöjen vähentäminen, kasvihuonepäästöjen mittaaminen ja jäljellä olevien kasvihuonepäästöjen kompensoiminen hiilineutraaliksi. Vähennykset kasvihuonepäästöjen osalta on toimintaa, mihin yritys ryhtyy suhteutettuna omaan toimintaansa. Jotta yritys voi olla täysin hiilineutraali, on sen ostettava päästövähennyksiä. Päästövähennykset tunnetaan nimellä hiilidioksidin kompensoinnit. Esimerkiksi, jos yrityksen päästöt ovat 100 tonnia yhden vuoden aikana sen jälkeen, kun on otettu huomioon omat suoravat vähennykset toiminnassaan, on sen ostettava kompensatioita yhteensä 100 tonnin verran tullakseen hiilineutraaliksi. (Carlson 2010, 41.)

Kompensointi-, mittaus- ja vähennysprosessi toistetaan joka vuosi. Hiilineutraalius voi olla myös tavoite, mikä saavutetaan tiettyyn aikaan mennessä. Tällöin yrityksellä jää enemmän aikaa saada ennen hiilineutraaliudelle asetettua päivämäärää omat suoravat vähennykset toteutettua. On mahdollista, että kompensatioita ostamalla yritys muuttuu hiilineutraaliksi ilman, että se omalla toiminnallaan pyrkisi vähentämään omia päästöjään. Tällaista toimintaa on kuitenkin kritisoitu, koska se luottaa yksinkertaiseen hankintaan eikä ota vastuuta yrityksen omista päästöistä ilmastovaikutusten korjaamiseksi. (Carlson 2010, 41-42.)

2.2 EU-alueen hiilidioksidipäästöjen vähentäminen

2.2.1 Tavoitteet

Euroopan unioni (EU) on vuoteen 2050 mennessä sitoutunut tavoittamaan ilmastoneutraalisuuden. Vuoden 2030 välitavoitteesta koskien päästövähennyksiä sekä vuoden 2050 tavoitteesta tulee sitovia laillisesti, jos EU:n neuvosto ja Euroopan parlamentti hyväksyvät Euroopan uuden ilmastolain. Sopimuksen tavoitteena on estää vaarallisia vaikutuksia, joita ilmastonmuutoksen seurauksena syntyisi. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

Euroopan vihreän kehityksen ohjelma on osa ilmastolakia, eli ilmastoneutraaliutta EU:n tiekartalla. Ilmastolakiin liittyvät päästötavoitteet Euroopan parlamentti antoi hyväksyntänsä 7.10.2020. Vaatimuksena europarlamentaarikoilla on, että päästövähennystavoite vuodelle 2030 kiristyisi 60 %:in vuonna 1990 määritellyn 40 %:n sijasta, minkä lisäksi vuoteen 2050 ilmastoneutraaliuden saavuttaisivat kaikki EU-maat yksittäin. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

Vuonna 2020 EU-alueella syntyneet päästöt olivat arvion mukaan vuoden 1990 tasoon verrattuna 31 % alhaisemmat. Tämä tarkoittaa sitä, että päästövähennystavoite ylittyi 11 % EU:ssa. Vuoteen 2019 mennessä vahvistettujen tietojen mukaan päästöt vähenivät vuoteen 1990 verrattuna 24 %. Vuosien 2019 ja 2020 välillä päästöt vähenivät huomattavasti EU alueella. Koronaviruspandemia vaikutti päästöjen nopeaan vähenemiseen. (Kehitys kohti EU:n vuoden 2020 ilmastotavoitteita (infografiikka) 2022.)

Ennusteiden perusteella jäsenmaiden nykyiset toimet laskevat nettopäästöjä vuoteen 2030 mennessä vain 41 %. Vuodelle 2030 asetettu tavoite EU:n ilmastolaissa on vuoteen 1990 verrattuna vähintään 55 %. Vuoden 2050 ja 2030 ilmastoneutraaliustavoitteisiin on pyrkimyksenä päästä Fit for 55 -lainsäädäntöpakettin avulla, mikä kuuluu EU:n vihreän kehityksen ohjelmaan. Ilmastolainsäädännön pakettiin kuuluu päivitettävää sekä uutta sisältöä. (Kehitys kohti EU:n vuoden 2020 ilmastotavoitteita (infografiikka) 2022.)

2.2.2 Teollisuuden päästökauppa ja tuontitavaroiden hiilitulli

Emissions Trading System (ETS) eli EU:n päästökauppasysteemin tavoitteena teollisuudessa on vähentää hiilidioksidipäästöjä vaatimalla jokaiselle yrityksen tuottamalle hiilidioksiditonille päästöoikeuden. Yritykset voivat ostaa päästöoikeuden huutokaupasta. Innovaationa teollisuusalalla käytetään kannustimia, joita järjestelmässä on mukana. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.) Teollisuuden ja energian alalla päästöt vähenivät 40 % vuosien 2005 ja 2020 välillä. Päästövähennys on huomattavasti suurempi kuin asetettu 23 %:n tavoite vuodelle 2020. (Kehitys kohti EU:n vuoden 2020 ilmastotavoitteita (infografiikka) 2022.)

ETS:n hiilidioksidipäästöjen kauppajärjestelmä on maailman suurin ja oli ensimmäinen maailmassa laatuaan. Noin 40 % kasvihuonepäästöistä koko EU-alueella sen piiriin kuuluu 11000 energia- ja teollisuuslaitosta. Päästöjen vähennystavoite on 43 % verrattuna tasoon, joka vuonna 2005 oli. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

Yli 11 000 teollisuus- ja energialaitosta kuuluu päästökauppajärjestelmän piiriin. Jokaista hiilidioksiditonnia kohden on hankittava lupa. Lupajärjestelmän tavoitteena on kannustaa yrityksiä pienempiin saastutusmääriin. Periaatteena on siis se, että mitä pienemmät saastutusmäärät ovat, sitä vähemmän joudut maksamaan. Päästöoikeuden yritykset voivat ostaa huutokaupasta. Suomen päästöoikeuksien huutokaupanpitäjänä toimii Energiavirasto. Saksassa toimiva EEX eli European Energy Exchange vastaa huutokauppojen käytännön toteutuksesta (Päästöoikeuksien huutokauppa n.d). Päästöoikeuden hinta riippuu tarjonnasta ja kysynnästä. Ilmaisia lupia myönnetään aloille, joilla on suurempi riski siihen, että tuotanto siirrettäisiin maihin, joissa on lievemmin rajoitetut päästövaatimukset. Talouskriisin vuoksi luvat ovat tällä hetkellä todella halpoja, koska tarjontaa on pysynyt samana, mutta kysyntä laskenut. Tarjonnan ja kysynnän välillä päästöoikeuksista on ollut huomattavaa epätasapainoa. Ylijäämä vuonna 2013 päästöoikeuksista oli noin 2,1 miljardia euroa. Vuonna 2014 ylijäämä pieneni hiukan ja vuonna 2015 laski huomattavasti 1,78 miljardiin euroon ja vuonna supistui vielä entisestään 1,69 miljardiin euroon. Alhaiset hinnat ja suuri ylijäämä vähentävät yritysten mielenkiintoa panostaa vihreään teknologiaan. Tästä voi päätellä, että ilmastomuutoksen torjunnassa järjestelmä ei ole riittävän tehokas. (EU:n päästökauppajärjestelmä ja sen uudistaminen 2021.)

EU:n tavoitteet hiilimarkkinoiden uudistamisesta kohdistuvat vuosien 2021–2030 välille. Pariisin sopimuksen sovitulla tavalla pyritään hillitsemään kasvihuonepäästöjä. Huutokaupattavia päästöoikeuksia pyritään ehdotuksen mukaisesti vähentämään vuosittain entisestään. (EU:n päästökauppajärjestelmä ja sen uudistaminen 2021.)

Markkinavakausvarantojen valmiuksien kaksinkertaistuksella pyritään vähentämään ylitarjontaa keräämällä markkinoilta ylimääräisiä päästöoikeuksia. Tavoitteena markkinavakausvarannossa on sovittaa tarjonta ja kysyntä päästöoikeuksilla ottamalla varantoon ylimääräisiä päästöoikeuksia. Jos päästöoikeuksista tulee pulaa, niitä on mahdollista vapauttaa. Jokaisena huutokauppavuonna on mahdollista ottaa ylimääräisiä oikeuksia jopa 24 %, jos varannot ovat toiminnassa. Kahta uutta rahastoa esitetään myös ehdotuksessa innovoinnin edistämiseen ja vähähiilisen talouden siirtymisen vauhdittamiseen. Rahastot ovat nykyaikaistamisrahasto ja innovointirahasto. Nykyaikaistamisrahasto auttaa alemman tulotason EU-maissa parantamaan energijärjestelmiä. Innovointirahasto tarjoaa rahoitustukea hiilidioksidin varastointiin ja talteenottoon, innovointihankkeisiin koskien vähähiilisyyttä sekä tukea uusiutuvaan energiaan. Syyskuussa 2020 Euroopan komissio ehdotti päästövähennystavoitteiden nostamista vuodelle 2030 vuoden 1990 tasoon verrattuna 55 prosenttiin. Parlamentti puolestaan ehdotti tavoitteeksi 60 %. (EU:n päästökauppajärjestelmä ja sen uudistaminen 2021.)

Päästökauppasysteemin piiriin eivät kuulu kaikki toimialat. Rakentaminen, maatalous, jätehuolto ja liikenne jäävät päästökaupan ulkopuolelle, mitkä tuottavat yhdessä noin 60 % päästöistä EU-alueella. Vuoteen 2030 päästöjä tulee vähentää 30 % vuoden 2005 tasoon näillä toimialoilla. Kansallisten päästötavoitteiden avulla pyritään päästövähennystavoitteeseen, jotka asukaskohtaisen bruttokansantuotteen perusteella jäsenmaalle lasketaan. Tavoitteiden saavuttamiseksi köyhimmille EU-maille tarjotaan tukea. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

EU:n ulkopuolelta tuoduille tietyille tuotteille hiilidioksidipäästöjen tullimekanismi asettaisi hiilitulleja. Tämän avulla varmistetaan, ettei tuontitavara, joka on valmistettu ympäristön kustannuksella, ole EU:ssa vastaavasti tehtyä tuotetta halvempi. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.) EU:n ilmastotavoitteiden vuoksi yritykset, jotka saastuttavat paljon, yrittävät siirtää tuotantoaan sellaisiin maihin, joissa EU:hun verrattuna

päästörajoitteet ovat kevyempiä. Hiilitullimaksuilla EU:n päästökauppajärjestelmää voitaisiin täydentää. Teollisuus- ja voimalaitoksissa nykyinen päästökauppajärjestelmä velvoittaa jokaiselle tuotetulle hiilidioksiditonille hankkimaan luvan. Tarjonta ja kysyntä määrittelevät lupien hinnat. Lupien hinnat ja kysyntä ovat viimeisimmän talouskriisin aikana laskeneet niin paljon, että investointi vihreään teknologiaan ei kannusta yrityksiä tekemään muutosta. World Trade Organizationin (WTO) eli Maailman kauppajärjestön sääntöjä on uudessa mekanismissa noudatettava ja kannustettava muuta maailmaa sekä EU:n teollisuutta luopumaan hiilen käytöstä. Mekanismin halutaan myös tukevan teollisuusstrategiaa EU:ssa. (Hiilivuodot: miten EU voi estää yrityksiä välttelemästä päästörajoituksia 2021.)

Tullimekanismin on tarkoitus kattaa hiilidioksidipäästöjen osalta vuoteen 2023 mennessä teollisuudenalat, jotka kuluttavat paljon energiaa. 94 % EU:n teollisuuspäästöistä syntyy europarlamentaarikkojen arvioiden mukaan näiltä aloilta. Mekanismin luomia tuloja Euroopan komission ehdotusten mukaisesti voitaisiin käyttää EU-budjetille tulonlähteenä. Tulojen käytön avoimuus on kuitenkin parlamentin mukaan taattava. Uudesta mekanismista komission odotetaan antavan ehdotuksensa toisena vuosineljänneksenä vuonna 2021. (Hiilivuodot: miten EU voi estää yrityksiä välttelemästä päästörajoituksia 2021.)

Heinäkuussa 2021 EU:n komissio hyväksyi ehdotuksen uudesta hiilirajamekanismista. Englanniksi mekanismin nimi on Carbon Boarder Adjustment Mechanism eli CBAM. Sen tarkoituksena on hiilijalanjäljen mukaan hinnoitella tiettyjen tuoteryhmien maahantuontia. Tuotteet, joihin hiilirajamekanismia alkuvaiheessa sovelletaan ovat sementti, lannoite, sähköntuotanto, alumiini, rauta ja teräs. Hiilirajamekanismin tarkoituksena on hiilivuodon estäminen, jota saattaisi muuten aiheutua EU:n päästövähennystavoitteiden seurauksena. Hiilirajamekanismi otetaan käyttöön asteittain vakauden takaamiseksi ja sitä sovelletaan alkuvaiheessa vain edellä mainittujen tuotteiden osalta, koska niiden hiilivuotoriski on suurin. Siirtymävaiheessa vuosien 2023–2025 välillä komission ehdotuksen mukaan maahantuojat raportoivat ainoastaan hiilipäästöt, mitkä sisältyvät maahantuotuihin tuotteisiin ja vuonna 2026 varsinaiset maksut käyttöönotettaisiin. Järjestelmän ollessa kokonaan käytössä maahantuojien täytyisi hiilitullien alaisten tuotteiden osalta rekisteröityä kansalliseen CBAM-rekisteriin, jonka jälkeen on mahdollista ostaa CBAM-todistuksia. Keskimääräinen huutokauppahinta todistuksien osalta määräytyisi EU:n viikoittaisen

päästöoikeuksien hinnan mukaan. (EU ehdottaa tietyille tuontituotteille hiilitulleja hiilivuodon estämiseksi n.d.)

2.2.3 Autoilun päästövähennystavoitteet ja päästövähennystekniikoita

Ajoneuvoja koskevia päästörajoituksia halutaan tiukentaa entisestään. Euroopan parlamentin lakiesityksen mukaan pakettiautojen päästöjä tulisi vähentää 31 % ja henkilöautojen päästöjä 37,5 % 2030 vuoteen mennessä. Tämän lisäksi raskaiden ajoneuvojen päästöjä tulisi vähentää 30 % verrattuna 2019 vuoden tasoon ehdotuksen mukaisesti, jonka europarlamentaarikot hyväksyivät. Lisäksi parlamentti vaatii toimia siirtymiseksi hybridi- ja sähköajoneuvoihin. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

Ihmisten liikkuvuuden lisääntyessä päästömäärät maantieliikenteessä ovat lisääntyneet. Polttoainetehokkaampien uusien autojen kehityksen suunta on hiipunut. Vuonna 2017 rekisteröityjen autojen hiilidioksidipäästömäärä tasaisen laskun jälkeen nousi 0,4 grammaa per kilometri verrattuna vuoden 2016 autoihin. EU ehdottaa uusia päästötavoitteita koskien uusia paketti- ja henkilöautoja, jotta päästökehitys saataisiin käännettyä jälleen oikeaan suuntaan. (Autojen hiilidioksidipäästöt: tietoa ja tilastoja 2019.)

Autoilusta syntyviä hiilidioksidipäästöjä on mahdollista vähentää joko vaihtamalla polttoainetta tai polttoainetehokkuuden parantamisella. EU:n alueella 52 % autoista käytti voimanlähteenään bensiiniä vuonna 2019 sähköautojen kasvattaessa osuuttaan jatkuvasti huolimatta niiden pienistä markkinaosuuksista. Vuosien 2016 ja 2017 välillä EU-alueella täysin sähköllä toimivien autojen myynti kasvoi 51 %. Eri ajoneuvotyyppien välisiä päästöjä vertaillen huomiodaan päästöt, jotka syntyvät käytön aikana sekä hävittämisestä ja valmistuksesta syntyvät päästöt. Sähköautojen hävittämisestä ja tuottamisesta syntyy enemmän ympäristölle haitallisempia päästöjä kuin polttomoottoriajoneuvosta. Sähköajoneuvojen käytöstä syntyvät päästöt ovat riippuvaisia myös siitä, että miten ladattu sähkö on tuotettu sen käyttöön. Euroopassa käytössä olevat sähkölähteet ovat puhtaampia jo nyt verrattuna bensiinillä kulkeviin ajoneuvoihin. Uusiutuviin lähteisiin perustuvaa sähköntuotantoa odotetaan tulevaisuudessa olevan yhä enemmän, jolloin päästöt sähköajoneuvoista tulee pienemään entisestään. (Autojen hiilidioksidipäästöt: tietoa ja tilastoja 2019.)

Typpikaasun palaessa ilmassa syntyvät NOx päästöt eli typen oksidit ovat dieseltekniikan kannalta hankalimpia päästöjä. Korkeamman palolämpötilan takia dieselmoottorissa niitä syntyy enemmän verrattuna bensiinimoottoriin. Jälkikäsitteilyllä pakokaasujen määrää voidaan vähentää.

Katalysaattoreihin perustuu typen oksidien yleisin päästöjen vähentämiseen tähtäävä teknologia dieselmoottoreissa, esimerkiksi Selectic Catalytic Reduction eli SCR. Sen tarkoitus on ruiskuttaa kuumien pakokaasujen joukkoon urean ja veden liuosta, joka muuttaa typen oksideja vesihöyryksi ja typpikaasuksi. Polttonesteen kulutus ei kasva merkittävästi SCR-teknologialla, ja moottorin ollessa suurella kuormituksella se toimii hyvin. Typen oksidipäästöjä on mahdollista vähentää jopa 95 % sen avulla. Typenoksidiloukku eli laihaseoskatalysaattori Lean NOx Trap löytyy myös monista autoista. Siinä rikkaalla polttoaineseoksella jaksoittain pelkistetään typen oksideja. Moottorin kevyellä kuormituksella puhdistusteho laihaseoskatalysaattorissa on hyvä. Pakokaasujen takaisinkierrätystä käytetään myös usein typen oksidien vähentämisessä. Siinä puhtaaseen palamisilmaan sekoitetaan palokaasuja. Tämän seurauksena typen oksidien muodostumisen määrä vähenee, koska palamislämpötila ja happipitoisuus pienenevät. Menetelmän seurauksena polttoaineenkulutus kasvaa vähän. (Dieselmoottori on energiatehokas ja taloudellinen n.d.)

2.2.4 Päästövähennykset muilla aloilla

EU:n metsät sitovat vuosittain 8,9 % kasvihuonepäästöistä. Metsiä halutaan hyödyntää parhaan mukaan ilmastonmuutoksen torjunnassa. Metsäkadon aiheuttamia päästöjä pyritään estämään lainsäädännöllä ja kompensoimaan päästöt maankäytön muutoksista paremmalla metsäalueiden lisäämisellä ja metsienhoidolla valtioissa. (Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet 2021.)

Metsät kattavat EU: alueelta sen maapinta-alasta 43 %. Hehtaareina metsää on yhteensä 182 miljoonaa. Eri jäsenvaltioiden välillä metsän pinta-ala saattaa vaihdella suurestikin. Metsäisimpiä EU:n maita ovat Saksa, Suomi, Ranska, Ruotsi, Espanja, Puola ja Italia, jotka kattavat koko EU:n metsäalueista yhteensä yli 70 %. Ekosysteemille metsät tarjoavat monia eri hyötyjä, esimerkiksi suojaavat maaperää eroosiolta ja veden kierrossa niillä on tärkeä rooli ylläpitäen samalla luonnon monimuotoisuutta. Ilmastonmuutoksen torjunnassa ratkaisevan tärkeitä ovat terveet metsät, koska ne sitovat ilmakehästä hiilidioksidia. Osana EU:n ilmastopolitiikkaa uudella lainsäädännöllä näitä mahdollisuuksia pyritään hyödyntämään maankäyttöalalla. (Ilmastonmuutos: Miten me pit haluavat sisällyttää metsät ilmastotalkoisiin 2020.)

Hiili-intensiivisten polttoaineiden käytön vähentäminen sekä energiatehokkuuden paraneminen saivat päästövähennykset onnistumaan odotettua paremmin. Koronaviruspandemian alkuun saakka tieliikenteen päästöt kuitenkin kasvoivat vuosi vuodelta. Vuodelle 2020 asetetut kansalliset päästövähennystavoitteet vaihtelivat verrattuna vuoden 2005 tasoon köyhimpien ja rikkaimpien maiden välillä. Köyhimmillä mailla oli 20 %:n päästökasvukatto ja rikkaimmilla mailla 20 %:n päästöjen vähennystavoite. (Kehitys kohti EU:n vuoden 2020 ilmastotavoitteita (infografiikka) 2022.)

2.3 Polttoaineet

2.3.1 Maantieliikenne

Yksikköpäästö on mahdollista rajata koskemaan useaa eri yksikköä kohden, esimerkiksi kohdistuvan konttiin, kohdistuvan tonnikipometreihin, kohdistuvan kuormalavaan, kohdistuvan tavaratilan kaistametriin, kohdistuvan kuljetettavan tavaran kuutioon ja kohdistuvan autonkuljetusajoneuvon kuljettamaan autoyksikköön. Edellä mainituista kaikkein selkein ja yksinkertaisin on tonnikipometri. Yksikköpäästösivujen tiedoilla on mahdollista selvittää hyödyllinen päästötieto kuljetusketjun vertailukelpoisuudessa, trailerin eli puoliperävaunun puoliperävaunuyhdistelmästä ja päästön konttia kohden. Tämä tieto on hyödyllistä vertailtaessa juna- ja laivakuljetuksia maantiekuljetuksiin. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Tyypikohtaisten ajoneuvojen yksikköpäästöjen peruseriaatteena on, että energiankäyttö ja päästömäärä on ilmaistu tonni- ja henkilökilometriä ja ajoneuvokilometriä kohti. Tämä mahdollistaa laskennan standardien mukaisesti. Käyttäjän on mahdollista lukujen perusteella valita lasti sekä ajoneuvo erikseen. Esitys päästöistä täydelle ja tyhjälle ajoneuvolle mahdollistaa halutulle lastimäärälle päästötietojen saannin, koska tulokset näiden kahden välillä ovat riittävän lineaarisia. Päästöjen tiedoissa on otettu myös päästötaso eli Euroluokka mukaan, jolloin käyttäjällä on mahdollisuus valita kaluston iän mukaan haluamansa laskettu tulos tai jos kaluston ikä ei ole tiedossa, niin käyttää sille määritettyä keskimääräistä arvoa. Katu- ja maantieajolle erikseen määritellyt tiedot mahdollistavat huomioimaan myös ajo-olosuhteet. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

2.3.2 Biopolttoaineet

Biopolttoaineita voidaan sekoittaa fossiilisiin polttoaineisiin tai käyttää sellaisenaan. Yleisesti on sovittu, että käytettäessä biopolttoaineita hiilidioksidipäästöt ovat nolla. Tosin hiilidioksidipäästöjä tulee poltettaessa biopolttoaineita esimerkiksi kuorma-auton moottorissa, mutta raaka-aineesta polttoaineelle, joka on tuotettu eloperäisestä aineesta, katsotaan hiilidioksidipäästöjen osalta liittyvän takaisin eloperäiseen aineeseen. Tätä kutsutaan hiilikierroksi. Hiilidioksidipäästöjä syntyy biopolttoaineiden tuotannossa, mutta niitä ei lasketa erillisiksi päästöiksi, vaan sen sektorin päästöiksi, mikä raaka-aineen on tuottanut. Jos päästöt bioraaka-aineista liitetään osaksi päästölaskentaa liittyen polttoaineisiin, on kyseessä elinkaaripäästöt. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Tuotteen ominaisuuksien, valmistusprosessin ja raaka-aineiden mukaisesti luokitellaan biopolttoaineet sukupolvittain. Elintarviketuotantoon soveltuvia raaka-aineita käytetään tavallisesti biopolttoaineissa, jotka kuuluvat ensimmäiseen sukupolveen. Niin sanottujen kehittyneiden biopolttoaineiden valmistus eli toinen ja kolmas sukupolvi ei käytä valmistuksessa raaka-aineita, jotka soveltuvat ruuaksi eli se ei kilpaile rehun tai ruoan tuotannon kanssa. Tähteet ja jätteet sekä puu- ja kasvipohjaiset selluloosat ovat toisen sukupolven raaka-aineita biopolttonesteissä. Näitä syntyy esimerkiksi teollisuuden tuotannosta. Levistä valmistetaan kokonaan uusiutuvia raaka-aineita kolmannen sukupolven biopolttonesteisiin, mutta niitä ei vielä valmisteta kaupalliseen tuotantoon. Kotimaisesti raaka-aineista Suomella on hyvät mahdollisuudet tuottaa kehittyneitä uusiutuvia biopolttonesteitä. Hiilidioksidipäästöjen vähentämistä ajatellen kustannustehokkain tapa on sekoittaa fossiilisten polttoaineiden sekaan biopolttoaineita. Kuorma- ja pakettiautoliikenteessä on suurin potentiaali biopolttoaineilla, koska energialähteeksi sähkö soveltuu vain rajoitetussa määrin. Bussi- ja jakeluliikenteeseen raskaille ajoneuvoilla sähkö soveltuu ensisijaisesti energialähteeksi. (Nestemäiset biopolttoaineet n.d.)

Yleisimmät käytössä olevat biopolttoaineet ovat vetykäsitelty kasviöljy eli uusiutuva diesel ja etanoli. Bensiiniin etanolia lisättäessä on olemassa teknisiä rajoitteita. 98E5 bensiinissä saa olla etanolia tilavuusprosentteina enintään 5 % ja 95E10 bensiinissä tilavuusprosentteina enintään 10 %. E85 korkeaseosetanolipolttonesteessä etanolia saa olla enintään 85 % ja jotta sitä saa käyttää ajoneuvoissa, käytössä täytyy olla flex-fuel tekniikalla oleva lisävaruste. Fossiilista dieseliä ja uusiutuvalla menetelmällä valmistettua dieseliä voi käyttää sellaisenaan kaikissa ajoneuvoissa,

joissa on käytössä dieselmoottori. Biobensiini on myös muu käytössä oleva polttoaine. Ominaisuuksiltaan se on samankaltainen kuin ED95 eli etanolidiesel ja uusiutuva diesel. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

2.3.3 Jakelu- ja sekoitevelvoite

Jakeluvelvoitteen tavoitteena on edistää uusiutuvia ja kestäviä polttoaineita korvaamaan liikenteessä maakaasun, dieselöljyn ja moottoribensiinin käyttöä (Jakeluvelvoite n.d). EU:n asettama sekoitevelvoite uusiutuvalla energialle liikenteessä vuodelle 2020 on lämpöarvosta 10 %. Suomessa tavoitteeksi on asennettu tiukempi velvoite eli 20 %. Vaikka CO₂-päästöt bio-osuuden käyttövaiheessa on nolla, niin päästövähennykset eivät ole 20 %, koska käytössä on olemassa niin sanottu tuplalaskentamenetelmä prosenttiosuuden määrittelyssä. Käytännössä sillä tarkoitetaan sitä, että jos puusta tai jätteestä tuotettua biopolttoainetta käytetään, velvoiteprosentin täyttymistä laskettaessa sen osuus voidaan laskea kaksinkertaisena. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Lämpöarvosta eli energiasta prosentteina on määritetty sekoitevelvoite. Sekoitevelvoitteen täyttämistä on säädelty laki, jossa määritellään kansallisesti liikennepolttoaineiden jakelijoille vähimmäisosuus biopolttoaineista vuosittaiselle kulutukselle (Biopolttoaineiden jakeluvelvoite 2020). Prosentit litroista määritettynä ja sekoiteprosentti lämpöarvosta määritettynä poikkeavat toisistaan. Bio-osuusvelvoite vuodelle 2013 nestemäisissä polttoaineissa oli 6 %. Osuudella tarkoitetaan lämpöarvon osaa. Esimerkiksi 6 % lämpöarvosta bensiinissä litramääräiseksi muutettuna tarkoittaa 8,9 % tilavuutena etanolilla toteutettuna. Eroavaisuus johtuu alhaisemmasta lämpöarvosta etanolilla. Fossiilisen bensiinin arvo on 32 megajoulea litraa kohden ja etanolilla 21 megajoulea litraa kohden. Fossiilisen dieselin ja uusiutuvan dieselin lämpöarvo on hyvin lähellä toisiaan eli litramääräinen sekä lämpöarvoinen prosenttiosuus on hyvin lähellä toisiaan. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Polttoainetoimittajille on polttoainelaadut yhteen laskien määritetty biosekoitevelvoite, mikä tulee täyttyä. Polttoainetoimittaja saa itse omalla toiminnallaan määrittää, miten sekoittaa bio-osuudet eri polttoaineiden välillä eli eri polttoainetyypeille ei ole asetettu tiettyä määrää erikseen bio-osuuden osalta. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.) Energian osuuden peräisin uusiutuvista lähteistä liikenteen energian loppukulutuksesta on määritelty nostettavaksi 14 % EU:ssa vuoteen

2030 mennessä. Jakeluvuote on kansallisesti säädetty liikennepolttoaineiden jakelijoille, mikä velvoittaa jakelijoita nostamaan uusiutuvien polttoaineiden vähimmäisosuutta vuosittain siten, että sen osuus on 18 % vuonna 2021 ja se nousee 30 % vuoteen 2029 mennessä säilyen siitä eteenpäin ennallaan. (Jakeluvuote n.d.) Tästä johtuen kahden peräkkäisen vuoden bio-osuudet voivat vaihdella suurestikin. Nykyään olevien teknisten rajoitusten vuoksi bensiiniin ei voida lisätä enempää bio-osuutta, joten bio-osuutta pyritään kasvattamaan diesel polttoaineissa. Useammalle vuodelle jakautuva sekoitevelvoite bio-osuuden kannalta yksikköpäästöissä ilmoitettuna on eräänlainen ongelma. Jos jokaisena vuonna käytettäisiin sekoitussuhteita, jotka olisivat todellisia yksikköpäästöissä, hiilidioksidipäästöt olisivat seuraavana vuonna huomattavasti korkeammat kuin edellisenä vuotena, vaikka polttoainetta käytettäisiin esimerkiksi peräkkäisinä vuosina tismalleen sama määrä päästömääriä laskevassa yrityksessä. Tästä johtuen käytetään laskennallista uusiutuvan dieselin määräprosenttia hiilidioksidin yksikköpäästöjen kertoimissa, mikä perustuu sekoitevelvoiteprosenttiin laissa jokaiselle vuodelle määritellyn mukaisesti. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Litramääräisiä bio-osuuksia, jotka alentavat päästöjä, käytetään todellisina arvoina päästölaskennassa. Lasketut tulokset lämpöarvosta eivät kelpaa. Päästöjä alentava vaikutusmäärä vuonna 2020 katsotaan Suomessa todellisten arvojen perusteella olevan 13,5 %. Perusteena tälle luvulle toimii ILUC-direktiivin määrittelemä biopolttoaineen ensimmäisen sukupolven maksimimäärä eli 7 % ja tuplalaskettavien eli toisen ja kolmannen sukupolvien biopolttoaineiden määrä eli 6,5 %. Kun luvut lasketaan yhteen eli $6,5+7$, niin saadaan tulokseksi 13,5 %. Laskennallista osuutta ajatellen 20 % saadaan tulokseksi kertomalla prosenttiluku 6,5 kahdella ja lisäämällä tulokseen 7 eli $6,5 \times 2 + 7$. (Menetelmäkuvaus tieliikenne n.d.)

Biopolttoaineita käyttämällä kasvihuonepäästöjä dieselajoneuvoissa voidaan vähentää merkittävästi. Sekoitusraja on seitsemän tilavuusprosenttia perinteisille diesel-esterityypisille eli Fatty Acid Methyl Ester (FAME) biokomponenteille. Rypsiöljystä valmistetaan esimerkiksi FAME-komponentteja, jotka sisältävät happea. Biodieselillä EU:n lainsäädännössä viitataan FAME-tyyppiseen polttoaineeseen. (Dieselmoottori on energiatehokas ja taloudellinen n.d.)

Fossiilisen dieselin kaltaista hapetonta ja alkuperältään biologista parafiinista dieselpoltonestettä kutsutaan uusiutuvaksi dieseliksi. Komponenteilla XTL viitataan parafiiniseen dieseliin, jota

valmistetaan kaasuttamalla tai vetykäsittelyllä myös muista kuin raaka-aineista, jotka ovat fossiilisia. Maakaasusta on mahdollista valmistaa XTL-dieseliä. Esimerkiksi BTL-, GTL- ja HVO-dieselit ovat raaka-aineiltaan ja valmistustavaltaan erilaisia dieselitä, joista voidaan käyttää nimikettä XTL-diesel. HVO-dieseliä, joka on vetykäsittely, on esimerkiksi Nesteen valmistava MY uusiutuva diesel. Sitä valmistetaan eläinrasvoista, kasviöljystä tai muista eloperäisistä rasvoista. Puubiomassasta tai muista kasvipohjaisesti biomassista on mahdollista valmistaa uusiutuvaa dieseliä kaasuttamalla. Dieselille, joka on uusiutuvaa, ei ole FAME tyylistä sekoitusrajaa, joten dieselmoottorissa sitä voi yleisesti ottaen käyttää polttoaineena sellaisenaan. (Dieselmoottori on energiatehokas ja taloudellinen n.d.)

Biopolttoaineita, jotka ovat tuotettu kotimaassa tai maailmanmarkkinoilla on mahdollista hyödyntää, kun käytön määrää biopolttoaineiden osalta lisätään. Biovelvoitteisiin biopolttoaineet ovat mahdollista laskea mukaan, jos se täyttää kasvihuonepäästöjen ja kestävyyskriteerien osalta tiukat vähentämistavoitteiden asetukset, jotka on EU:ssa määritelty. Biopolttoainetta ei saa pääsääntönä valmistaa monimuotoiselta luonnon alueelta, esimerkiksi aarniometsä- tai suoalueelta eikä sellaisesta maasta, joka on sitonut paljon hiiltä, esimerkiksi kosteikot, hiiltä paljon sitoneet metsät ja suot. Kasvihuonepäästöjen vähenemä pitää olla riittävän suuri biopolttoaineita käytettäessä. Fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna biopolttoaineella on saatava päästövähennyksi vähintään 50 %. Perinteisten ensimmäisen sukupolven biopolttoaineiden käyttöä rajoitetaan EU:n alueella lainsäädännöllä, koska se kilpailee ruoantuotannon ja siihen liittyvien raaka-aineiden kanssa. Biopolttoaineidentuotannossa tavoitteena on pyrkiä lisäämään raaka-aineiden, jotka tulevat ruokaketjun ulkopuolelta sekä tähde- ja jättepohjaisten raaka-aineiden käyttöä EU:n alueella. Tyypillisimmille biopolttoaineille on laskettu elinkaarenaikaiset päästöt ja päästövähennyksi direktiivissä, joka liittyy uusiutuvaan energiaan. 50 %:n päästövähennyksi saadaan aikaan esimerkiksi brasilialaisella sokeriruokaetanolilla verrattuna fossiiliseen bensiiniin, kun jakelun ja kuljetuksen sekä raaka-aineiden tuotannosta ja viljelystä aiheutuneet tuotantoketjun päästöt otetaan huomioon. Fossiiliseen bensiiniin verrattuna etanolin valmistuksen ja käytön päästövähennyksi kotimaisista tähde- ja raaka-aineista on jopa 80–90 %, kun otetaan huomioon koko elinkaarenaikaiset päästöt. Suomen energiaomavaraisuutta on mahdollista edistää kotimaisella biopolttoaineiden tuotannolla ja samalla vähentää riippuvuutta fossiilisiin polttoaineisiin ja parantaa huoltovarmuutta. (Dieselmoottori on energiatehokas ja taloudellinen n.d.)

Suomessa joka viides kilometri ajetaan uusiutuvalla polttoaineella vuonna 2022. Vuoteen 2030 mennessä kolmannes maantiellä ajetuista kilometreistä ajetaan uusiutuvalla polttoaineella jakeluelvoitteen nostamisen seurauksena 30 %:in. Fossiilittoman liikenteen tiekartassa tämän lisäksi yhtenä linjauksena mainitaan mahdollinen jakeluelvoitteen nosto 34 %:in, kun mukaan lisätään sähköpolttoaineet ja biokaasu. (Vuonna 2030 joka kolmas kilometri ajetaan uusiutuvilla polttoaineilla – näin jakeluelvoite vaikuttaa n.d.)

Neste My uusiutuvan dieselin käyttäminen vähentää hiilijalanjälkeä, mikä autoilijan omasta käytöstä syntyy, mutta Suomen kasvihuonepäästöjä se ei vähennä. Suomessa uusiutuvan dieselin ainut öljynjalostaja on käytännössä Neste. Erikoinen päästöilmiö johtuu 20 %:n sekoitusvelvoitteesta, joka liittyy jakelupakkoon biopolttoaineiden osalta. Tämän seurauksena diesel myydään ulkomaille, esimerkiksi Kaliforniaan tai muualle, kun 20 %:n velvoite on täytetty, jolloin siitä saadaan parempi hinta kuin Suomessa. Autoilijat häviävät erikoisdieselin tankkaamisessa, koska siitä joutuu maksamaan lisähintaa vain siksi, että Suomen päästöihin kuvitellaan sillä olevan vaikutusta. (Lempinen 2020.) Edellä oleva esimerkki kertoo hyvin, että kaikki ei välttämättä ole aina niin mustavalkoista. Päästöjen näennäinen vähentäminen tietyllä alueella ei välttämättä tarkoita sitä, että päästövähennyksiä syntyisi myös muilla alueilla. Loppujen lopuksi kokonaiskuva on se, joka ratkaisee ja jolloin tavoiteltuihin päästövähennystavoitteisiin on mahdollista päästä ja toteuttaa ne.

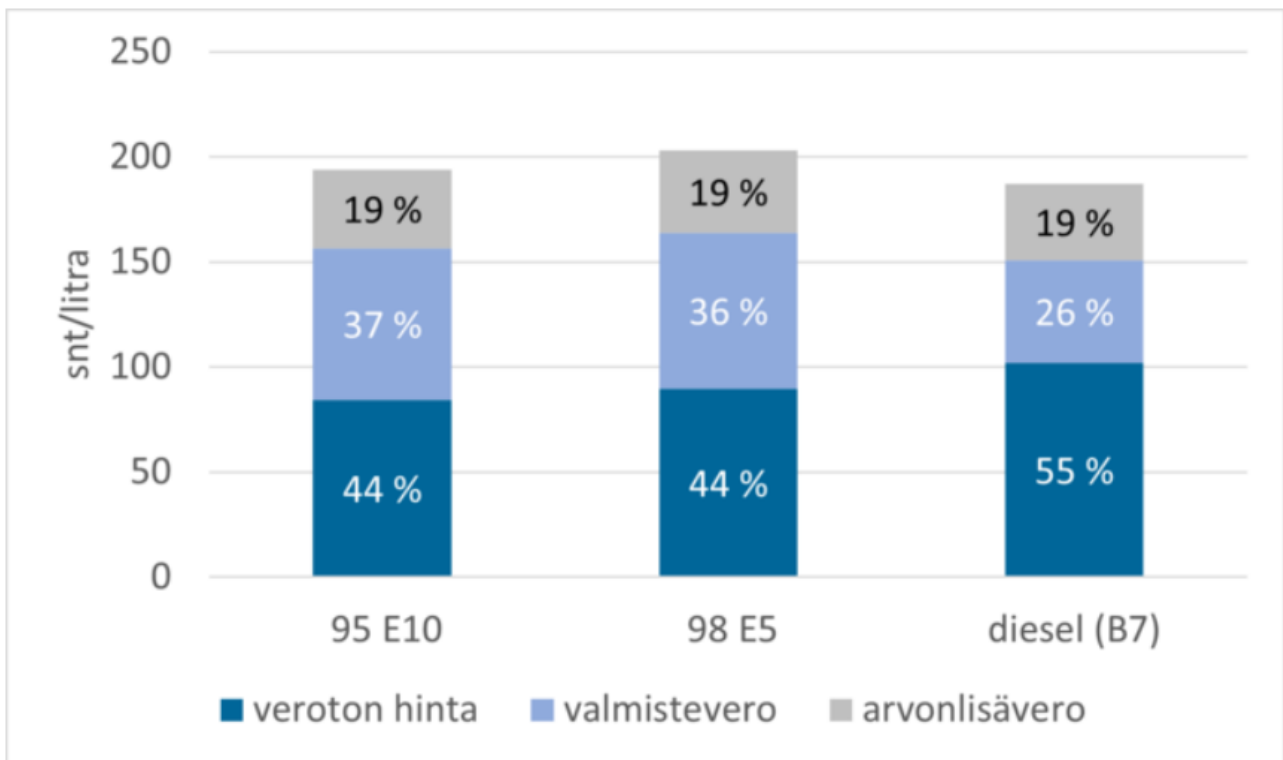
2.3.4 Polttoaineiden verotus

Dieselöljyn ja bensiinin verotus koostuu arvonlisäverosta ja polttoaineeverosta eli valmisteverosta. Suomessa liikennepolttoaineiden verotus on korkea kansainvälisesti vertaillen. Esimerkiksi 60 % kuluttajahinnasta muodostui erilaisista veroista tammikuussa vuonna 2022. Polttoaineeverotus on ympäristöperusteista nestemäisissä liikennepolttoaineissa. Se perustuu hiilidioksidipäästöihin ja energiasisältöön tuotteessa. Verotason vaikuttavat myös lähipäästöt. Kiinteitä veroja polttoainekohtaisesti ovat valmisteverotasot. Polttoainevero rakentuu hiilidioksidiverosta, huoltovarmuusmaksusta sekä energiasisältöverosta. Valmisteverolainsäädännössä polttoaineen veron määrä määritellään kilo- tai tuotelittraa kohti. Polttoaineissa sen määrä ei ole riippuvainen hinnasta. Huoltovarmuusrahastoon maksettava huoltovarmuusmaksu on veroluonteinen lakisääteinen maksu. (Liikennepolttoaineiden verotus n.d.)

Eri komponenteille polttonesteissä polttoaineveron määrä vaihtelee. Tästä johtuen kulutukseen myytävän polttonesteen eri komponenttien osuuksista määräytyy veron suuruus. Kuluttajalle myytävästä diesel- tai bensiinipolttoaineesta veroa tulee litrakohteisesti sen mukaan, että mitä kaikkia eri biokomponentteja siinä on käytetty. Valmisteveron suuruus dieselpolttonesteissä voi vaihdella suurestikin sen mukaan, että miten paljon siihen on uusiutuvaa dieselpolttonestettä sekoitettu. Verokanta uusiutuvassa dieselpolttonesteessä on paljon fossiilista dieseliä pienempi. Bensiinissä puolestaan valmisteverotaso pysyy melko vakaana, koska sekoitusrajat uusiutuville komponenteille on pienempiä. (Liikennepolttoaineiden verotus n.d.)

Valmisteveroa polttonesteissä on korotettu elokuussa vuonna 2020 viimeksi. Tämän lisäksi parafiinisten dieselpolttonesteiden veroa on korotettu yhdellä sentillä vuoden 2021 ja kahdella sentillä vuoden 2022 alussa. Tämä johtuu siitä, että parafiinisen dieselin alennettu verokanta, joka oli 5 senttiä, päätettiin poistaa vuonna 2020. Parafiinisen dieselin vero tulee nousemaan vielä vuoden 2023 alussa kahdella sentillä litraa kohden. Biokaasu on poikkeus energiaverotuksessa, sillä se on vapautettu valmisteverosta kokonaan. Tästä johtuen bensiinin kuluttajahintaa ei voi verrata suoraan biokaasun kuluttajahintaan, koska bensiini sisältää valmisteveron. Polttoaineverosta sekä koko polttoaineenhinnasta maksetaan arvonlisävero. (Liikennepolttoaineiden verotus n.d.)

Polttonesteiden hinnat muodostuivat Suomessa helmikuussa 2022 alla esiintyvän kuvion mukaisesti (ks. kuvio 3) (Liikennepolttoaineiden verotus n.d.).

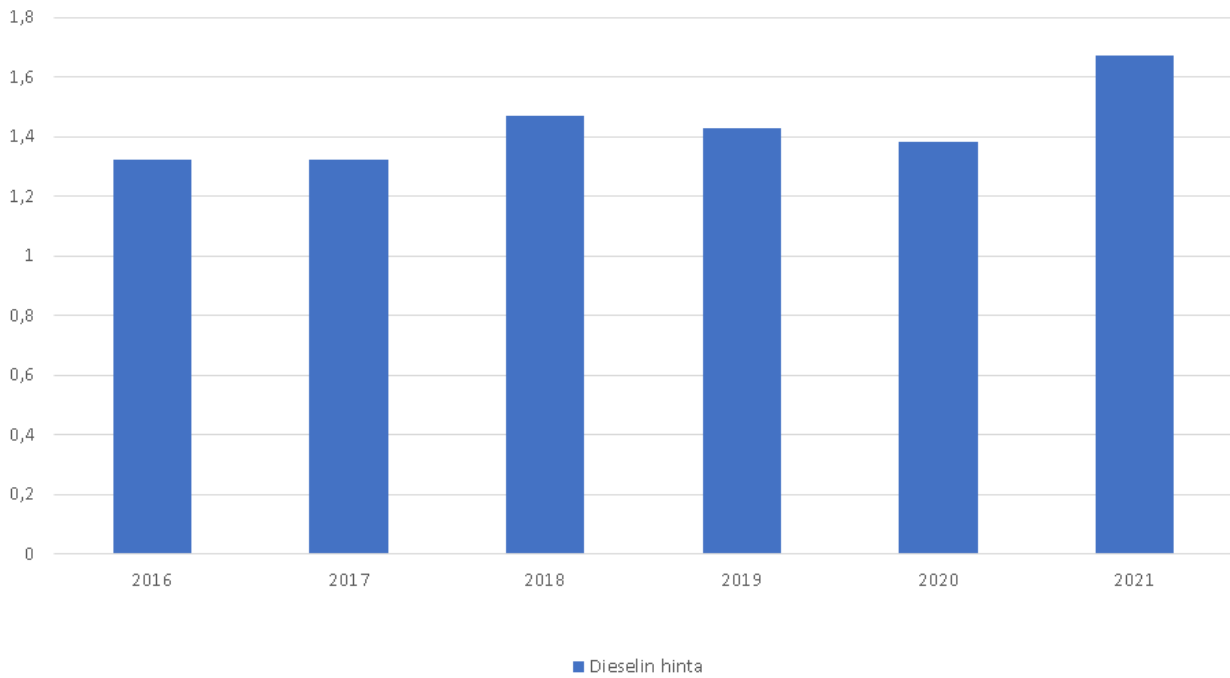


Kuvio 3. Helmikuussa 2022 polttonesteiden hinnanmuodostuminen Suomessa (Liikennepolttoaineiden verotus n.d).

2.3.5 Dieselpolttoaineen hinta tulevaisuudessa sekä ehdotus ammattidieselistä

Joulukuun lopussa 2021 Euroopan komission julkaiseman tilaston mukaan on Suomessa Euroopan toiseksi kalleinta dieselpolttoainetta. Hinta on siis Euroopan mittapuussa mitattuna ennätyskallista Suomessa ja pitkien välimatkojen Suomessa kustannustaso on kohtuuton. Kuukausikohtaisia liikennepolttoaineiden keskihintoja seuraa tilastokeskus ja se on osa kuluttajahintaindeksiä. (Kujala 2022.)

Tilastokeskuksen kuukausikohtaiset keskihinnat osana kuluttajahintaindeksiä dieselpolttoaineen osalta joulukuusin vuosien 2016–2021 välillä on muuttunut alla esiintyvän kuvion mukaisesti (ks. kuvio 4) (Kujala 2022).

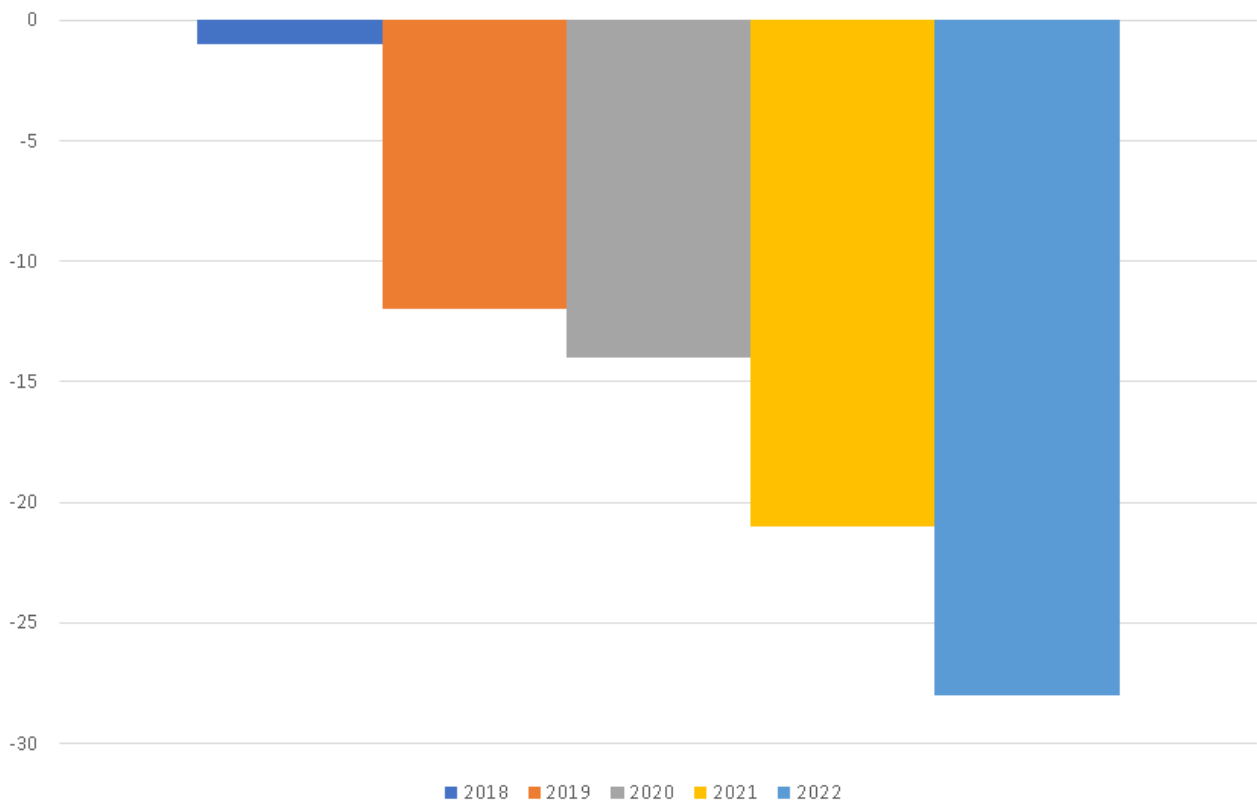


Kuvio 4. Diesel polttoaineen keskihinta joulukuisin vuosien 2016-2021 välillä (Kujala 2022).

Vuoden 2021 joulukuun loppuun mennessä dieselin hinta on noussut 29 senttiä litraa kohti vuoden 2016 tasoon eli yhteensä peräti 21 %. Kuorma-autoliikenteen kustannusten nousuun dieselin hinnan kasvaminen on vaikuttanut nousevasti 4,3 % vuotta kohden ja perävaunuyhdistelmien osalta 5,1 % vuotta kohden. Vuoden 2022 vaihteessa kiristynyt jakeluvelvoite nosti hintaa 1,5 % liikennepolttoaineiden osalta. Tämä korotus vaikuttaa erityisesti dieselöljyn hintaan, koska teknisistä syistä johtuen bio-osuus bensiinillä toimivissa moottoreissa voi olla enintään 10 %. Polttoainevero parafiinisessa dieselöljyssä nousi litraa kohden 2 senttiä vuoden 2022 alussa. Dieselöljy, jota vuonna 2020 käytettiin, oli yli 70 prosenttisesti parafiinista laadultaan. (Kujala 2022.)

Viimeisen vuoden aikana kuljetusyrittäjän näkökulmasta polttoaineen hinta on litraa kohden voinut nousta 40 senttiä tai jopa enemmän. Viimeisimmät dieselin hinnannousut ovat voineet nostaa kuljetusyrittäjien kuluja kymmenillä tuhansilla euroilla vuositasolla yksittäistä ajoneuvoyhdistelmää kohden. Logistiikkakustannukset ovat nousseet Suomessa sekä kuljetusyrittäjien talous heikentynyt hinnankorotuksien myötä. (Kujala 2022.)

Kannattavuusodotukset kuljetusbarometrien perusteella yrityksen näkökulmasta on muuttunut vuosien 2018–2022 välillä alla esiintyvän kuvion mukaisesti (ks. kuvio 5) (Kujala 2022).



Kuvio 5. Kannattavuusodotukset kuljetusbarometrien perusteella alkaen vuodesta 2018 (Kujala 2022).

Raskaat ajoneuvoyhdistelmät kuluttavat kaksi kolmasosaa energiasta, mitä käytetään tavaraliikenteessä. Tällä hetkellä nestemäiselle dieselille ei löydy realistista korvaajaa raskaissa kuljetuksissa, jolloin toisiin kuljetusmuotoihin tai erilaisiin käyttövoimiin ei polttoaineen hinnankorotuksilla ole ohjaavaa vaikutusta. Kun fossiiliseen dieseliin lisätään kalliimpia bioraaka-aineita yhä enemmän jakeluvuorituksen kasvaessa, se saattaa heikentää Suomen kilpailukykyä lisäkustannuksista johtuen. (Kujala 2022.)

Dieselpolttoainetta kuluu Suomessa tavaraliikenteessä maanteillä yhteensä vuosittain noin 1,3 miljardia litraa. Lisäkustannuksia kuljetusalalle kokonaisuudessaan aiheutuu sentin polttoaineenhinnankorotuksesta noin 13 miljoonaa euroa. Kuljetuskustannukset ovat nousseet viimeisen vuoden aikana Suomessa noin 380 miljoonaa euroa johtuen dieselin 29 sentin

hinnannoususta litraa kohden. Hinnan voimakas nouseminen on heikentänyt Suomen kilpailukykyä ja toimintamahdollisuuksia kuljetusyritysten näkökulmasta. 2022 vuoden alussa tullut 1,5 %:n jakeluelvoitteen kiristäminen on nostanut kuljetusalan kustannusvaikutukset verrattuna vuoden 2020 joulukuuhun verrattuna 500 miljoonaa euroa. (Kujala 2022.)

Viimeisen vuoden aikana maailmanmarkkinahinta uusiutuvan dieselin osalta on noussut runsaasti. Tämä nostaa arvioita enemmän kustannusvaikutuksia jakeluelvoitteen osalta. Vuonna 2021 joulukuussa julkistettiin raportti, joka on nimeltään ”Liikenteen jakeluelvoitteen nosto – uusiutuvien polttoaineiden riittävyys ja vaikutusarvioinnit”. Raportti on toteutettu syksyn 2021 aikana suoritetusta ympäristöministeriön (YM), liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) ja elinkeinoministeriön (YM) toimeksiannosta. Kustannusvaikutuksia jakeluelvoitteiden osalta raportissa arvioitiin seuraavasti: ”Nykyisen jakeluelvoitetason (30 %) arvioidaan nostavan dieselin pumppuhintaa 12-22 senttiä/litra vuoteen 2030 mennessä. Yhteensä dieselin hinnan on mallinnettu nousevan samalla aikavälillä 30-40 senttiä/litra”. (Liikenteen jakeluelvoitteen nosto 2021). Jakeluelvoitteen nostolla 19,5 %:in vuoden 2022 alussa kustannusvaikutukset perustuen nykytietoihin lähes toteutuivat. Kujalan (2022) mukaan jakeluelvoiteosuuden nostaminen 34 %:in 30 %:n sijaan olisi syytä luopua jo nyt nähtyjen hintavaikutusten johdosta.

Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry esittävät, että valmistelut ammattidieseljärjestelmää ajatellen hallituksen pitäisi aloittaa välittömästi. Polttoaineen hinta nousee bio-osuuden lisäämisen seurauksena voimakkaasti paljon arvioita enemmän, jolloin Suomen kilpailukyky alkaa kärsimään ja kustannukset nousemaan kohtuuttomasti (Kujala 2022). Hallitusohjelman kirjauksista löytyy seuraavanlainen toteamus: ”Jos liikenteen ja erityisesti dieselin verotusta uudistetaan, ammattibiodieselin käyttöönoton mahdollisuuksia selvitetään”. (Liikenneverkon kehittäminen 2019). Jakeluelvoitteen vaikutukset ovat rinnastettavissa veronkorotuksiin, vaikka se ei ole varsinainen vero. Kyseessä on lisävaatimus kansallisesti, joka heikentää kilpailukykyä ja kohdistuu toimijoihin Suomessa. Hinta yrityksille polttoaineveron kanssa on kasvamassa liian suureksi jakeluelvoitteen noston seurauksena, vaikkakin se tekee puhtaampaa liikenteestä raskasajoneuvojen osalta. Helpottaakseen tilannetta kuljetusala odottaa toimenpiteitä hintojen hillitsemiseksi. (Kujala 2022.)

Kujalan (2022) mukaan ammattidiesel tulisi ottaa Suomessa käyttöön energiaverodirektiivissä Euroopan Unionissa määritellyn 2003/96/EY systeemin mukaisesti. Direktiivi pitää sisällään tiivistettynä sen, että verotusjärjestelmä moottoripolttoaineiden, useimpien lämmityspolttoaineiden ja sähkön osalta olisivat kaikille EU-maille tasapuolinen, jolloin ei pääsisi syntymään kilpailu- tai kauppaetua vain tietyille maille ja siirtymistä ympäristöystävällisempiin energialähteisiin edistettäisiin ja lopulta saavutettaisiin (Energiatuotteiden ja sähkön verotusta koskevat EU:n säännöt 2016). Tämän seurauksena linja- ja kuorma-autoja verotettaisiin dieselin osalta kevyemmin. Yhdeksässä EU- maassa kyseinen järjestelmä on jo käytössä. (Kujala 2022.)

Sama dieselöljy olisi yhä käytössä Suomessa kuin tällä hetkellä kuorma-, linja, paketti- ja henkilöajoneuvoja varten. Luokan M2-/M3 linja-autoihin sekä kokonaispainoltaan vähintään 7,5 tonnin kuorma-autoihin olisi mahdollista hakea maksamistaan polttoaineveroista palautusta dieselöljyn tankkauksesta. Ammattidiesel olisi mekanismin nimi, jolla palautuksia suoritettaisiin. Sähköisen järjestelmän kautta ajoneuvon haltijan olisi mahdollista hakea palautuksia ilmoittamalla tankattujen diesellitrojen määrä, mitä ajoneuvoihin on mennyt ja jotka kuuluvat soveltamisalaan. Arvonlisäverovähennykset kohdistuisivat myös ammattidieseliin niissä tapauksissa, jotka ovat valvonnan kohteena verotuksen osalta. Tällöin väärinkäytökset eivät järjestelmän kautta onnistuisi. Kulutuksen ja teollisuuden verokannat sähköä myydessä on pystytty verojen osalta erottelamaan toisistaan. (Kujala 2022.)

3 Kirjallisuuskatsauksen tarkoitus ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö on systemaattinen kirjallisuuskatsaus, minkä tarkoituksena oli etsiä laaja-alaisesti tietoa hiilidioksidi- ja päästökauppalaskureista internetistä ja pyrkiä luomaan selkeää vertailua niiden välillä hyödyntämällä samoja arvoja, mitkä syötetään laskureihin. Edellä esitetyn tietoperustan tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää, mitä kaikkea hiilidioksidipäästöihin ja niiden vähentämiseen liittyy. Päästöjen vähennystavoitteet on rajattu koskemaan EU-aluetta. Fossiilisten- ja biopolttoaineiden vaikutus on otettu kirjallisuuskatsauksessa huomioon, koska ne ovat merkittävä tekijä hiilidioksidipäästöjen vähentämistä ajatellen nyt ja tulevaisuudessa. Kustannusvaikutukset jakeluvaiheen nostamisesta polttoaineissa on otettu myös huomioon ja toimiin, joilla liiallista kustannustennousua voitaisiin ehkäistä.

Tutkimuskysymyksenä opinnäytetyössä oli selvittää, että millaisia hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskureita maantiekuljetuksia varten on nykyisin olemassa ja vertailla niitä keskenään eri kokonaisuuksina. Hiilidioksidipäästöt ja niiden vähentäminen liittyy vahvasti laskureihin, koska niiden avulla päästöjen määrää on mahdollista seurata ja ostaa tarvittaessa päästökompensatioita, jos omalla toiminnallaan hiilijalanjälkeä ei saada yrityksen tavoitteisiin nähden pienennettyä riittävästi. Päästölaskureiden avulla saadaan kokonaiskuva yrityksen tuottamista hiilidioksidiekvivalenttipäästöistä. Laskureita vertailtaessa otettiin huomioon seuraavat asiat:

- Onko laskuri jo yrityksillä käytössä?
- Onko laskuri yleisesti hyväksytty?
- Mistä laskuri on peräisin?
- Millaisen tuloksen laskuri antaa syötetyille arvoille?
- Onko laskurilla mahdollista laskea päästöarvo raskaankaluston kuljetuksille?

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan välillisesti tai suoraan kokonaismäärällisesti syntyneitä kasvihuonepäästöjä ilmaistuna yksikössä CO₂e. Jalanjälki kattaa organisaation näkökulmasta laajalti eri päästölähteitä välillisesti aina polttoaineiden suoraan kuluttamiseen saakka, esimerkiksi muut toimitusketjusta aiheutuneet päästöt ja työntekijöiden matkustamisesta aiheutuvat päästöt. Kasvihuonepäästöt luokitellaan yleisesti kolmeen eri pääryhmään niiden hallinnan tason mukaan. (What is a Carbon Footprint n.d.) Pääryhmät on myös mahdollista ilmoittaa nimikkeillä Scope 1 eli suorat päästöt, Scope 2 eli sähkön käytöstä aiheutuvat päästöt ja Scope 3 eli epäsuorat päästöt (Mikä ihmeen Scope 1,2,3 n.d). Ensimmäinen päätyyppi ovat suorat päästöt, jotka syntyvät toiminnoista, joita organisaatio johtaa. Esimerkiksi ajoneuvokannan käyttö, valmistuksesta syntyvät päästöt ja polttoaineiden polttaminen kuuluvat ensimmäiseen päätyyppiin. Toinen päätyyppi ovat sähkön käytöstä aiheutuvat päästöt. Virransyöttö laitteisiin, valaisimien käyttö ja lämmitys sähköllä kuuluvat tähän kategoriaan. Vaikka sähkön tuotannosta syntyneitä päästöjä organisaatio ei pysty hallitsemaan, on se välillisesti vastuussa CO₂-päästöistä, joita sähkön kuluttamisesta aiheutuu. Kolmas pääryhmä ovat epäsuorat päästöt palveluista ja tuotteista, joita ei suoraan voi organisaation näkökulmasta hallita. Esimerkiksi tuotteita valmistava yritys on välillisesti vastuussa kuljetuksista ja raaka-aineiden valmistuksesta syntyneistä päästöistä. (What is a Carbon Footprint n.d.)

Hiilidioksidipäästölaskut maantiekuljetusten osalta menee pääryhmään yksi eli ne ovat Scope 1 - tason päästöjä. Kuljettamisessa käytetään dieselpolttoainetta, jolloin syntyy suoria päästöjä kuljetuksen aikana. Tässä tapauksessa laskennassa ei oteta huomioon muita päästöjä kuin kuljetuksesta aiheutuvat päästöt.

Termi Tank-to-Wheel (TTW) kuvaa kuljetuksesta aiheutuneita ja polttoaineen käytöstä syntyneitä päästöjä, kun taas Well-to-Tank (WTT) kuvaa puolestaan polttoaineen tai energialähteen valmistamisesta syntyneitä ja kuljetuksesta aiheutuneita päästöjä (T is for Tank-to-Wheel (TTW) n.d). Työssä tarkastellaan hiilidioksidipäästöarvoja laskurien osalta TTW:n näkökulmasta eli kuljetuksesta aiheutuneita päästöjä. Käyttövoimana toimii diesel, joten suorat päästöt ovat työssä tarkkailun kohteena. Jos käyttövoimana toimisi esimerkiksi sähkö, niin silloin kokonaispäästöt eli WTT olisi parempi menetelmä, koska se huomioisi esimerkiksi sähkön tuotannosta aiheutuneet päästöt, vaikka suoria päästöjä ei sähköllä ajettaessa synny.

Offsetilla eli hiilikompensaatiolla tarkoitetaan laaja-alaisesti ottaen kasvihuonekaasupäästöjen määrän pienentämistä tai hiilidioksidipäästöjen varastoinnin lisäämistä esimerkiksi istuttamalla uusia puita kaadettujen tilalle tai maan kunnostamisella, mikä sitoisi päästöjä ilmakehästä. Toimilla, jotka edistävät päästöjen sitomista, on mahdollista kompensoida muualta eri toiminnoista syntyneitä päästöjä. Hiilidioksidipäästöistä maksettavat hyvitykset ovat riippumattomien sertifiointiyritysten tai hallituksen luoma järjestelmä, jossa he ovat sertifioineet kasvihuonepäästöjen koskemaan määrää, joka on yksiköltään metritonni. Keskeisenä hiilikompensaatiohyvityksissä on se, että sen avulla on mahdollista välittää ja hyvittää yhteisöltä toiselle nettoilmastohyötyä. Maailmanlaajuisesti ajateltuna kasvihuonekaasut sekoittuvat keskenään ilmakehässä, joten päästön lähtöpaikalla ei ole merkitystä eikä sillä, että missä päästöt tarkalleen ottaen vähenevät. Organisaation vaikutukset ilmastonmuutokseen ovat samat, jos päästöjä vähentävää toimintaa edistetään jossain päin maailmaa saman verran, kuin päästöjä syntyy tai jos päästöjä aiheuttava toiminta lopetetaan kokonaan. Organisaatiolle hiilidioksidipäästöjen kompensoinnilla on tavoitteena tehdä kustannustehokkaammaksi ja helpommaksi ensimmäisen vaihtoehdon valitseminen. (What is a Carbon Offset n.d.)

Maantiekuljetuksille on mahdollista ostaa päästökompensaatiota samalla tavalla kuin muillekin toimialoille, missä hiilidioksidipäästöjä syntyy. Päästöjen lähteellä ei ole merkitystä eikä sillä, että

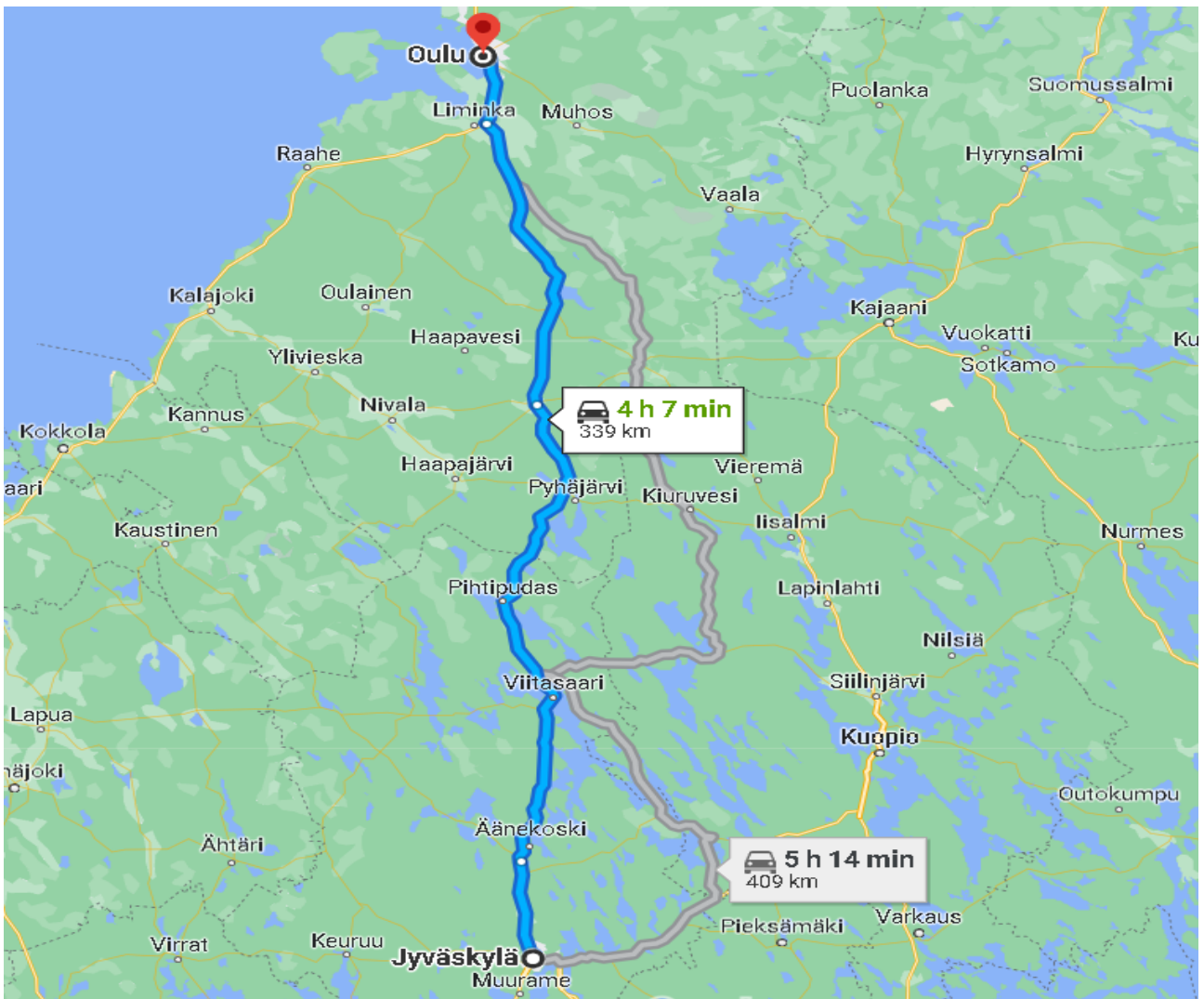
missä päin maailmaa päästökompensaatioita tehdään. Päästöt sekoittuvat ilmakehässä keskenään paikasta riippumatta, joten kokonaisvaikutus on sama sijainnista riippumatta.

4 Toteutus

Työ toteutettiin käymällä laaja-alaisesti läpi internetistä löytyviä hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskureita ja laittamalla ne taulukoihin vertailun mahdollistamiseksi. Hiilidioksidipäästö- ja päästökauppalaskurit vertailtiin erikseen. Työssä vertailtavat laskurit ovat kaikkien käytettävissä ja ilmaisia. Maksullisia laskureita ei opinnäytetyöhön otettu mukaan. Laskurin on oltava rakenteeltaan sellainen, että sillä pystyy laskemaan hiilidioksidipäästö- tai päästökaupan kompensaation arvon syöttämällä tiedossa olevat arvot suoraan laskuriin ja laskennan päätteeksi antaen tavoitellun tuloksen. Jotta laskutulokset ovat luotettavia, kaikissa laskutoimituksissa käytettiin samaa case-esimerkkiä. Kuljetettava matka ja massa olivat samansuuruiset jokaisessa suoritettussa laskutoimenpiteessä.

4.1 Menetelmä

Case-esimerkissä reitiksi määriteltiin Jyväskylä-Oulu-välinen yhdensuuntainen matka. Matkan pituus on 339 kilometriä, ja henkilöautolla sen ajamiseen menee noin neljä tuntia ja seitsemän minuuttia. Raskaalla kalustolla ajomatkaan menee aikaa hieman enemmän johtuen nopeusrajoituksesta, joka on määrätty olemaan maksimissaan 80 kilometriä tunnissa raskaankaluston osalta. Reitti kulkee Äänekosken, Viitasaaren, Pihtiputaan, Pyhäjärven ja Limingan kautta (ks. kuvio 6). (Google maps 2022.)



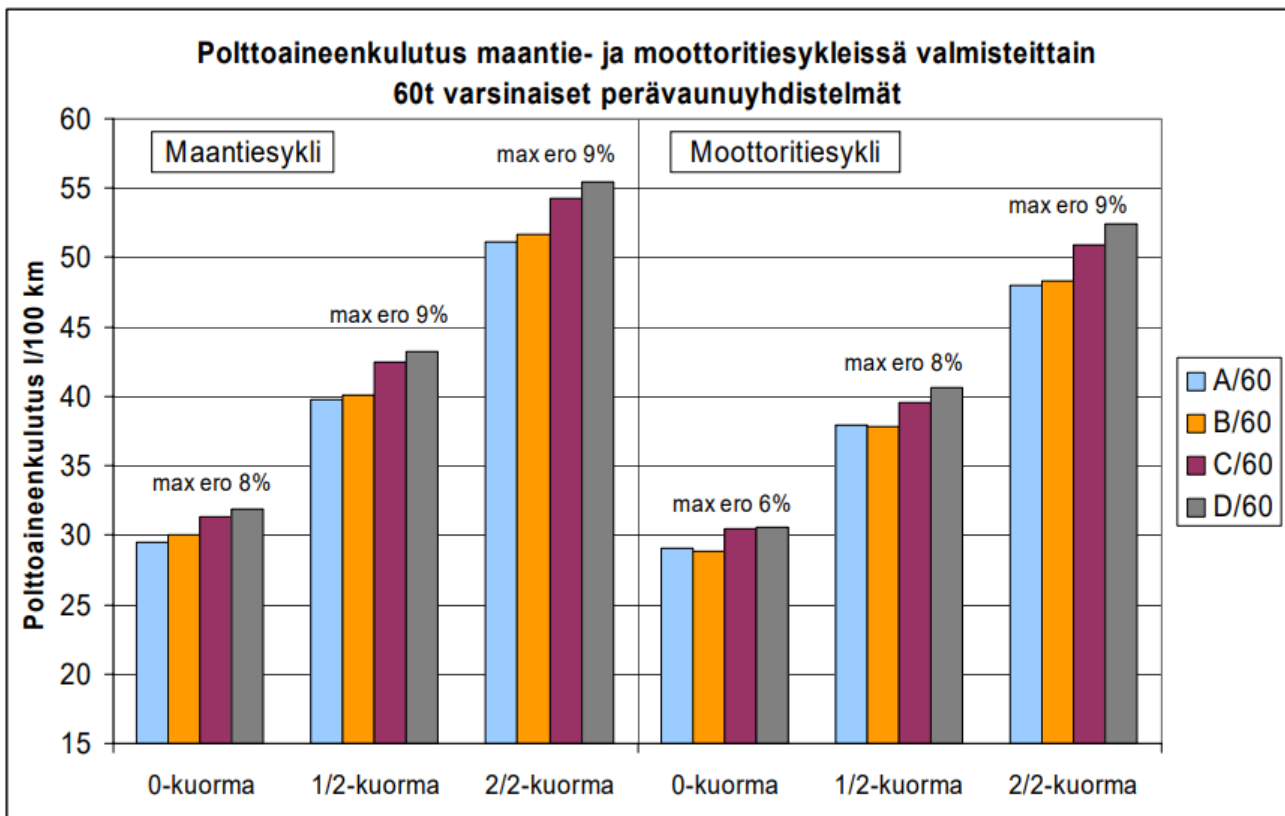
Kuvio 6. Ajomatka ja -reitti päästölaskureiden vertailua varten (Google maps 2022).

Tulosten vertailtavuuden mahdollistamiseksi myös ajoneuvon massa huomioitiin. Nettomassaksi ajoneuvolle valikoitui 40 t. Jos ajoneuvon tyhjäpaino on 20 t, niin ajoneuvoyhdistelmän kokonaismassaksi saadaan 60 t. Tämä vastaa ajoneuvoyhdistelmää, jossa vetävässä ajoneuvossa on 3 akselia ja varsinaisessa perävaunussa 4 akselia (Mitat, painot ja yhdistelmätyypit n.d).

Laskennassa käytettiin kahta laskukaavaa apuna. Ensimmäisenä oli tonnakilometrit, mikä laskettiin seuraavalla tavalla: kuljetettava matka kilometreinä kertaa kuljetettavan tavarain paino tonneina. Case-esimerkin arvoilla tulos on seuraava: $339 \text{ km} \times 40 \text{ t} = 13560 \text{ tkm}$. Tätä tulosta tarvitsee hyödyntää sellaisissa laskureissa, joissa tarvitsee tietää tonnakilometrit tuloksen saavuttamiseksi.

Toinen laskukaava, jota laskennassa hyödynnettiin, oli polttoaineen keskikulutus. Polttoaineen keskikulutus voi vaihdella 100 kilometrillä 30–75 litran välillä 60 tonnin painoisessa yhdistelmäajoneuvossa (Kuorma-auton polttoainekuluissa säästäminen 2021). Maantieajossa polttoaineen kulutuserot vaihtelivat välillä 30–75 litraa 100 kilometrillä. Suuret erot kulutuksissa johtuivat maantieajossa pääosin perävaunujen ja kuorma-autojen ilmanvastuskertoimien suurista eroista. (Ajoneuvon polttoaineenkulutus 2014).

Moottoritie- ja maantieajossa polttoaineen kulutus vaihteli tutkimuksessa 42 t ja 60 t yhdistelmän painosta riippuen 22–53 litran välillä 100 kilometrillä. Ajoneuvojen kulutukset tutkimuksesta on ilmaistu pylväsdiaگرامmeilla neljän eri ajoneuvon välillä, joiden tunnuksat ovat A, B, C ja D (ks. kuvio 7). (Eri ajoneuvotyyppien ominaiskulutukset 2004.)



Kuvio 7. Kulutusarvoja 60 t varsinaisista perävaunuyhdistelmistä (Eri ajoneuvotyyppien ominaiskulutukset 2004).

Taulukko 1. Yhteenveto polttoaineen keskilutuksista eri lähteistä.

Sivuston nimi	Kulutusarvio l/100km
SuvantoTrucks	30-75
Ammattilehti	30-75
RakeTruck tutkimus	22-53

Ajoneuvoyhdistelmän kulutukseksi arvioitiin 50 litraa dieselpolttoainetta sadalla kilometrillä taulukon 1 arvoihin ja kerättyyn tietoon perustuen, koska 50 litraa on mahdollista sisällyttää kaikkien työhön kerättyjen sivustojen arvioihin ja täydellä kuormalla tutkimuksen kulutukset ovat olleet hyvin lähellä 50 litran rajapyykkiä sekä moottoritie- että maantieolosuhteissa (ks. kuvio 7). Kulutus kyseisellä matkalla arvioon perustuen on seuraava: 339 km jaettuna 100 km kertaa 50 l = $(339 \text{ km} / 100 \text{ km}) \times 50 \text{ l} = 3,9 \times 50 \text{ l} = 169,5 \text{ l}$ diesel polttoainetta. Tätä laskukaavaa tarvitsee sellaisissa laskureissa, joissa dieselin kulutuksen avulla on mahdollista laskea hiilidioksidipäästöjen määrä kuljetuksen aikana. Jos laskurissa ei vaadittu muita arvoja kuin matka ja massa, niin ne olivat 339 km ja kuljetettava massa 40 t.

Hiilidioksidipäästölaskureiden laskennallista vertailua ajatellen rajauksena käytettiin mahdollisuutta laskea päästöarvo luodulle case-esimerkille raskaan kaluston näkökulmasta. Myös laskureiden hyväksynnät eri tahoilta ja organisaatioilta olivat rajausperuste. Laskureita vertailtaessa tarkastelussa ovat olleet samalla yritykset, joilla kyseinen laskuri on jo käytössään. Jos laskuria käyttää entuudestaan jokin suuri ja tunnettu organisaatio tai yritys, se lisää laskurin luotettavuutta siinä mielessä, että yritys on todennäköisesti tehnyt taustatutkimusta siitä, että minkä laskurin he käyttöönottaisivat omassa toiminnassaan. Liian vähäpätöisillä hyväksynnöillä olevaa laskuria ei suurikokoinen yritys tai organisaatio mieluusti käyttöönotta, koska tieto on kaikkien nähtävillä ja asiakkaat voisivat kiinnittää asiaan huomiota, jolloin yrityksen mahdollinen vihreä maine tai imago saattaisi kärsiä. Hyväksyntöjen avulla on mahdollista varmistua siitä, että laskurit täyttävät vaadittavat ehdot, jotta niitä yrityslaskennassa voitaisiin hyödyntää. Laskurin tuloksesta tulee sitä luotettavampi, mitä vahvemmat hyväksynnät sillä on ja voi varmistua siitä, että laskurin taustat ovat kunnossa ja tulos, jonka laskuri antaa ei ole vain sattumanvarainen ilman minkäänlaisia perusteluja.

Osassa laskureissa ei ollut mahdollista laskea päästöarvoa kuin esimerkiksi henkilöautolle, moottoripyörälle, linja-autolle, lentomatkalle tai pakettiautolle. Kyseisiä laskureita oli mukaan luettu työhön, sillä periaatteella, että ne ovat yleiseltä käytettävyydeltään hyviä, niitä voi hyödyntää muussa laskennassa (esimerkiksi laskettaessa henkilöautolle päästöarvoa tietylle matkalle tai kulutuksen mukaan) ja dataa saadaan kerättyä enemmän opinnäytetyöhön.

Päästökauppalaskurien vertailemiseksi suoritettiin laaja-alaista etsintää internetistä ja syötettiin päästökauppalaskureihin sama arvo. Luku, joka laskureihin syötettiin, on pyöristettynä 784 kg CO₂ekv. Kyseessä on keskiarvoluku, mikä saatiin hiilidioksidipäästölaskureiden vertailun seurauksena. Keskiarvoluvussa on huomioitu kaikki laskurit, joilla oli mahdollista laskea luodulle kuljetustapahtumalle päästöarvo raskaankaluston kuljetustapahtumasta. Syy miksi laskenta on suoritettu keskiarvolukemalla, johtuu siitä, että siinä tulee otanta useasta eri hiilidioksidipäästölaskurista eikä vain yhdestä, jolloin tulosta voidaan pitää luotettavampana. Tonneina kyseinen luku on 0,784 t CO₂ekv.

Laskurit rajattiin työhön periaatteella, että niillä oli mahdollista laskea ja ostaa päästöjen kompensointi kuljetukselle, joka case-esimerkissä oli luotu. Eri tahojen ja organisaatioiden hyväksynyt päästökauppalaskureihin liittyen olivat rajausperuste, jotta laskuria voidaan pitää luotettavana ja eettisesti hyväksyttävänä. Vertailua tehdessä tarkastelussa olivat myös yritykset, jotka tekevät jo yhteistyötä päästökompensaatioita tarjoavan yrityksen tai organisaation kanssa. Tämä tarjoaa tietoa siitä, että mitkä yritykset jo työskentelevät yhteistyössä hiilipäästökompensaatioita tarjoavien yritysten kanssa.

4.2 Aineiston keruu ja analyysi

Hiilidioksidipäästölaskureiden etsinnässä hyödynnettiin internetiä. Hakusanoina käytettiin esimerkiksi Hiilidioksidipäästölaskuri, Hiilijalanjälkilaskuri, CO₂ Calculator for Transport ja Carbon Footprint Calculator. Laskureita otettiin mukaan työhön yhteensä 14 kappaletta (ks. taulukko 2) ja kahdeksassa niissä on mahdollisuus laskea päästöarvo raskaankaluston kuljetuksille (ks. taulukko 3).

Taulukko 2. Kaikki hiilidioksidipäästölaskurit, jotka työhön valikoituivat.

Verkkosivun linkki	Laskuri	Onko raskaankaluston laskentamahdollisuutta
https://www.ilmastolaskuri.fi/	WWF Green Office	Ei ole
https://www.openco2.net/fi/co2-muunnin	OpenCO2	Ei ole
https://blogs.helsinki.fi/hiilifiksu/laskuri/	Hiilifiksu järjestö	Ei ole
https://www.xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/kohti-vahahiilista-matkailua-etela-savossa/	VÄHIMAT - Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa	Kyllä on
https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx	Carbonfootprint	Ei ole
https://ghgprotocol.org/calculation-tools	Greenhouse Gas Protocol	Kyllä on
http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tielii-kenne/kavp60tie.htm	Lipasto Yksikköpäästöt	Löytyy keskimääräiset päästökertoimet perustuen vuoteen 2017
https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari	Y-hiilari	Kyllä on
https://www.fleetnews.co.uk/costs/carbon-footprint-calculator/	Fleet News	Ei ole
https://www.carboncare.org/en/co2-emissions-calculator.html	Carbon Care	Kyllä on
https://www.logward.com/co2-calculator	Logward	Kyllä on
https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/	EcotransIT	Kyllä on
https://www.worldlandtrust.org/carbon-calculator/individual/transport/transport-calculator/	World Land Trust	Ei ole
https://dhl-carboncalculator.com/#/scenarios	DHL Carbon Calculator	Kyllä on

Taulukosta 2 on nähtävillä verkkosivun linkki, laskurin nimi ja löytyykö laskurista raskaankaluston laskentamahdollisuutta.

Taulukko 3. Hiilidioksidipäästölaskurit, joissa on raskaankaluston laskentamahdollisuus.

Verkkosivun linkki	Laskuri
https://www.xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/kohti-vahahiilista-matkailua-etela-savossa/	VÄHIMAT - Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa
https://ghgprotocol.org/calculation-tools	Greenhouse Gas Protocol
http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kavp60tie.htm	Lipasto Yksikköpäästöt
https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari	Y-hiilari
https://www.carboncare.org/en/co2-emissions-calculator.html	Carbon Care
https://www.logward.com/co2-calculator	Logward
https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/	EcotransIT
https://dhl-carboncalculator.com/#/scenarios	DHL Carbon Calculator

Taulukosta 3 on esitetty verkkosivun linkki ja laskurien nimet, joista raskaankaluston laskentamahdollisuus löytyy.

Viidestä laskurista löytyy hyväksyntöjä eri tahoilta, jolloin laskennan tulosta voidaan hyödyntää virallisesti yrityksen hiilidioksidipäästöjen seurannassa esimerkiksi vuositasolla, jos hyväksynnät sen sallivat. Laskureiden luoneilta yrityksiltä on mahdollista ostaa palveluita, jolloin he seuraavat hiilijalanjälkeä itse ja ostamalla palvelun päästöjen seurantamahdollisuudet myös monipuolistuvat ja seurannasta tulee entistä helpompaa (ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Hiilidioksidipäästölaskurien hyväksynät.

Laskuri	Hyväksynät
Greenhouse Gas Protocol	World resources instituten ja wbcasd:n hyväksymä.
Carbon Care	On hyväksytty EU standardin EN16258 mukaan.
Logward	Löytyy serfitikaatti ISO 9001 ja ISO 14001.
EcotransIT	EN 16258 lupa ja GLEC framework.
DHL Carbon Calculator	SGS hyväksytty.

Taulukosta 4 on esitetty laskurin nimi ja mitä hyväksyntöjä niihin liittyy.

Neljää eri laskuria yritykset hyödyntävät jo laskennoissaan eli tekevät yhteistyötä laskuria tarjoavan organisaation kanssa (ks. taulukko 5).

Taulukko 5. Yrityksiä, joilla hiilidioksidipäästölaskuri on jo käytössä.

Laskuri	Yrityksiä, jotka käyttävät laskuria
Carbon Care	On käytössä monella suurella organisaatiolla, esimerkiksi SWISS World Cargo, MBS Logistics ja danser.
Logward	On usealla yrityksellä käytössään, esimerkiksi Polyplastics, ARLANXEO ja EVONIK.
EcotransIT	Suurilla organisaatioilla käytössään, esimerkiksi Michelin, DB Schenker ja DSV.
DHL Carbon Calculator	DHL hyödyntää omassa laskennassaan.

Taulukosta 5 on esitetty laskurin nimi ja esimerkkirytyksiä, jotka hyödyntävät laskuria jo omassa toiminnassaan.

Päästökauppalaskureita etsinnässä hyödynnettiin internetiä. Hakusanoina käytettiin esimerkiksi Carbon Offset Calculator, Päästökauppalaskuri ja Carbon Offset Price. Laskureita otettiin työhön mukaan yhteensä viisi kappaletta, joista neljässä on mahdollisuus ostaa päästökompensaatio luodulle kuljetustapahtumalle (ks. taulukko 6).

Taulukko 6. Kaikki päästökauppalaskurit, jotka työhön valikoituivat.

Verkkosivun linkki	Laskuri	Onko mahdollisuus ostaa päästökompensaatio
https://www.climatecare.org/calculator/	ClimateCare	Kyllä on
https://co2.myclimate.org/en/contribution_calculators/new?localized_currency=EUR	MyClimate	Kyllä on
https://www.bp.com/en_gb/target-neutral/home/calculate-and-offset-travel-emissions.html#/	BP Target Neutral	Kyllä on
https://www.conservation.org/retire-carbon-credits	Conservation	Kyllä on
https://www.openco2.net/fi/co2-muunnin	OpenCO2	Ei ole

Taulukosta 6 on nähtävillä verkkosivun linkki, laskurin nimi ja onko kyseisellä laskurilla mahdollista ostaa päästökompensaatio luodulle kuljetustapahtumalle.

OpenCO2 laskurilla ei ole mahdollista ostaa päästökompensaatiota. Kyseinen laskuri sisällytettiin työhön mukaan, koska sivustolta on mahdollista löytää kattavasti tietoa hiilidioksidipäästöihin liittyen ja laskea tämänhetkinen päästökauppa-arvo EU:n päästökaupassa. Laskenta suoritettiin 26.4.2022 (ks. taulukko 7).

Taulukko 7. Päästökompensaation arvo EU:n päästökaupassa OpenCO2 laskurin mukaan.

Laskuri	Päästökompensaatio kuljetustapahtumalle (syötetty arvo 0,784 t)	Päästökompensaatio per tonni CO2ekv
OpenCO2	Hiilidioksidipäästöjen arvo 70,1 € Euroopan Unionin päästökaupassa	Hiilidioksidipäästöjen arvo 89,9 € Euroopan Unionin päästökaupassa

Taulukosta 7 löytyvät laskurin nimi, päästökompensaation arvo luodulle kuljetustapahtumalle ja päästökompensaation arvo per tonni hiilidioksidiekvivalenttia.

Neljästä laskurista löytyi hyväksyntöjä eri tahoilta ja organisaatioilta sekä tietoa yhteistyökumppaneista (ks. taulukko 8).

Taulukko 8. Päästökauppalaskurien hyväksynnät ja yhteistyökumppanit.

Laskuri	Hyväksynnät	Yhteistyökumppanit
ClimateCare	Löytyy esimerkiksi CDP, B corporation ja ICROA hyväksyntä.	Yhteistyökumppaneita esimerkiksi Relief International, Burn ja Aqua Clara International.
MyClimate	UNFCCC tunnusti kaksi heidän ilmastohanketta vuosina 2012 ja 2015.	Yhteistyökumppanina esimerkiksi Energiapro, Dyson ja Mobility Car Sharing
BP Target Neutral	Löytyy hyväksyntä ISO 14064 ja ISO 14040 kasvihuonekaasujen GHG protokollan mukaan.	Tekee yhteistyötä esimerkiksi Castrolin ja Hyundaiin kanssa.
Conservation	Ovat saaneet tunnustusta Charity Navigator ja Charity Watch organisaatioilta vastuullisesta läpinäkyvästä ja taloudellisesta toiminnasta.	Työskentelee yhteistyössä esimerkiksi yhteisö- ja luonnonsuojelukeskusten kanssa.

Taulukosta 8 on mahdollista havaita laskurin nimi, hyväksyntöjä laskureihin liittyen ja yhteistyökumppaneita, jotka työskentelevät päästökompensaatioita tarjoavan yrityksen kanssa.

Yrityksen näkökulmasta kriittisyyttä kannattaa käyttää laskureita vertailtaessa ja niitä käytettäessä. Laskureiden tausta on hyvä tarkistaa ennen kuin kyseisen laskurin ottaa käyttöön ja alkaa yhteistyöhön organisaation kanssa, mikä tarjoaa hiilidioksidipäästölaskentaa tai myy päästökauppaoikeuksia. Laskureita vertailtaessa kannattaa ottaa huomioon, millainen laskuri soveltuu parhaiten omaan käyttötarkoitukseen ja millaisia laskettavia päästökohhteita yrityksellä on käytössään. Monissa hiilidioksidipäästölaskureissa on mahdollista laskea esimerkiksi teollisuudesta syntyneitä päästöjä samalla, kun suorittaa kuljetuksesta aiheutuneen päästölaskennan.

5 Tulokset

5.1 Hiilidioksidipäästölaskurit

Tuloksia tarkastellaan taulukosta 9.

Taulukko 9. Hiilidioksidipäästölaskurien laskentatulokset.

Laskuri	Hiilidioksidipäästöarvo Jyväskylä-Oulu (kg CO ₂ ekv) / etäisyys (km)	Päästöarvo kilometriä kohden (kg CO ₂ ekv)	Hyväksynnät	Yrityksiä, joilla laskuri on jo käytössä
VÄHIMAT - Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa	461,04 / 339km	1,36	Virallista hyväksyntää ei ole.	Yrityksillä vapaasti käytettävissä.
Greenhouse Gas Protocol	2766 / 339km	8,16	World resources instituten ja wbcscd:n hyväksymä.	Yritykset voivat käyttää laskuria omissa laskennoissaan.
Lipasto Yksikköpäästöt	408,495 / 339km	1,205	Virallista hyväksyntää ei ole.	Yrityksillä vapaasti käytettävissä, voi hyödyntää laskennassa.
Y-hiilari	408,495 / 339km	1,205	Perustuu LIPASTO sivuston arvoihin, ei virallista hyväksyntää.	Yrityksillä vapaasti käytettävissä, voi hyödyntää laskennassa.
Carbon Care	635,03 (TTW) / 308,27km	2,06	On hyväksytty EU standardin EN16258 mukaan.	On käytössä monella suurella organisaatiolla, esimerkiksi SWISS World Cargo, MBS Logistics ja danser.
Logward	263,2 / 85,131km	3,09	Löytyy sertifikaatti ISO 9001 ja ISO 14001.	On usealla yrityksellä käytössään, esimerkiksi Polyplastics, ARLANXEO ja EVONIK.
EcotransIT	720 (TTW) / 339,61km	2,12	EN 16258 lupa ja GLEC framework.	Suurilla organisaatioilla käytössään, esimerkiksi Michelin, DB Schenker ja DSV.
DHL Carbon Calculator	614,61 (TTW) / 340km	1,81	SGS hyväksytty.	DHL hyödyntää omassa laskennassaan.

Taulukosta 9 esitetään laskurin nimi, hiilidioksidipäästöarvo luodulle kuljetustapahtumalle Jyväskylä-Oulu välille kilogrammoina hiilidioksidiekvivalenttia ja etäisyys kilometreinä, päästöarvo kilometriä kohden kilogrammoina hiilidioksidiekvivalenttia, hyväksynnät ja esimerkkiyrityksiä, joilla laskuri on jo käytössään.

Tulokset vaihtelivat välillä 263–2766 kg CO₂ekv kuljetustapahtumaa kohti ja 1,205–8,16 kg CO₂ekv kilometriä kohden kaikkien vertailuun valikoituneiden laskurien osalta ja joilla oli mahdollista laskea päästöarvo kuljetustapahtumalle. Päästöarvo kilometriä kohden on laskettu jakamalla kuljetuscase-esimerkkilaskennan tulos kilometreillä, mikä on ilmaistu jokaisen laskimen kohdalla. Keskiarvoksi saatiin 784 kilogrammaa hiilidioksidiekvivalenttia, mitä arvoa hyödynnetään päästökauppalaskurien laskennassa.

Laskurit, jotka työhön valikoituivat ovat VÄHIMAT – Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa, Greenhouse Gas Protocol, Lipasto Yksikköpäästöt, Y-hiilari, Carbon Care, Logward, EcoTransIT ja DHL Carbon Calculator.

VÄHIMAT – Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 461,04 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 1,36 kg CO₂ekv. Etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille on määritelty 339 km.

Greenhouse Gas Protocol antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 2,766 metritonnia CO₂ekv eli 2766 kg CO₂ekv, päästöarvoksi kilometriä kohden 8,16 kg CO₂ekv. Etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille on määritelty 339 km.

Lipasto Yksikköpäästöt ja Y-hiilari antoivat tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 408,495 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 1,205 kg CO₂ekv. Etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille on määritelty 339 km.

Carbon Care antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 635,03 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 2,06 kg CO₂ekv. Päästöarvoksi on määritelty TTW eli kuljetuksesta aiheutuneet päästöt. Laskuri määritteli etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille 308,27 km.

Logward antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 263,2 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 3,09 kg CO₂ekv. Laskuri määritteli etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille 85,131 km.

EcoTransIT antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 720 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 2,12 kg CO₂ekv. Päästöarvoksi on määritelty TTW eli kuljetuksesta aiheutuneet päästöt. Laskuri määritteli etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille 339,61 km.

DHL Carbon Calculator antoi tulokseksi case-esimerkkikuljetukselle 614,61 kg CO₂ekv ja päästöarvoksi kilometriä kohden 1,81 kg CO₂ekv. Päästöarvoksi on määritelty TTW eli kuljetuksesta aiheutuneet päästöt. Laskuri määritteli etäisyydeksi Jyväskylä-Oulu välille 340 km.

Laskenta laskureissa suoritettiin 26.4.2022. Y-hiilari ja Lipasto Yksikköpäästö -laskureista saadaan laskennallisesti sama tulos, koska Y-hiilari hyödyntää laskennassa Lipasto Yksikköpäästöt -sivuston keskiarvoja vuodelta 2017, eli ne ovat käytännössä laskenta-arvoiltaan samanlaisia laskureita.

Greenhouse Gas Protocol, Y-hiilari ja VÄHIMAT laskurit ovat Excel-tiedostoja, jotka voi ladata internetistä maksutta laskentaa varten. Lipasto Yksikköpäästöt -sivustolta löytyvät päästökertoimet vuodelta 2017, ja näiden avulla voi laskea päästöarvotuloksen. Carbon Care, Logward, EcoTransIT ja DHL Carbon Calculator -laskurit löytyvät yritysten omilta internetsivustoilta, ja arvot on mahdollista syöttää suoraan määriteltyihin hakukenttiin. VÄHIMAT, Y-hiilari ja Lipasto Yksikköpäästöt eivät ole saaneet virallista hyväksyntää, mutta niitä voi hyödyntää omassa laskennassaan ja saada vertailukelpoisia laskentatuloksia.

World Resource Institute ja World Business Council For Sustainable Development (WBCSD) ovat antaneet hyväksynyt Greenhouse Gas Protocolille. World Resource Institute on maailmanlaajuinen tutkimusorganisaatio tehden yhteistyötä yritysten, hallitusten, kansalaisyhteiskunnan ryhmien ja monenvälisen instituutioiden kanssa. He kehittävät käytännön ratkaisuja edistäen kestävästä kehitystä. (World Resource Institute 2022.) WBCSD on globaali yritys, jossa on mukana yli 200 maailman johtavaa kestävästä kehityksen yritystä, jotka työskentelevät järjestelmämuutoksia nopeuttaakseen yhdessä ja luovat oikeudenmukaisempaa tulevaisuutta ja luontoposiitiivisuutta (WBCSD 2022).

Carbon Care ja EcoTransIT on hyväksytty EU standardin EN16258 mukaan. EN16258 on EU:n määrittelemä standardi, joka määrittelee yhteisen menetelmän kasvihuonepäästöjen ja energiakulutuksen ilmoittamiseen ja laskemiseen, jotka liittyvät kuljetuspalveluun. Siinä määritellään laskentamenetelmät, tietosuositukset, jakosäännöt eli allokatiot, järjestelmäraajat, määritelmät ja yleiset periaatteet, joiden tavoitteena on edistää uskottavia, tarkkoja, todennettavissa olevia ja standardisoituja ilmoituksia minkä tahansa kuljetuspalvelun kasvihuonepäästöistä ja energiakulutuksesta. (European Standards 2012.)

EcoTransIT:llä on lisäksi käytössään Global Logistics Emissions Councilin kehittämä GLEC Framework -menetelmä, joka on ainoa maailmanlaajuisesti tunnustettu menetelmä logistiikan kasvihuonekaasujen jalanjäljen harmonisoituun raportointiin ja laskemiseen multimodaalisessa

toimitusketjussa. Sen voivat toteuttaa logistiikkapalvelujen tarjoajat, lähettäjät ja rahdinkuljettajat. Menetelmä on suunniteltu ohjaamaan toimia päästöjen vähentämiseksi ja tiedottamaan liiketoiminnallisista päätöksistä. (What is the GLEC Framework n.d.)

Logwardilla on sertifikaatit ISO 9001 ja ISO 14001. ISO 9001 on kansainvälinen standardi, joka asettaa organisaation laadunhallintajärjestelmälle vaatimukset ja on työkalu, joka on maailman tunnetuin kehittämiseen ja rakentamiseen laadunhallintajärjestelmien osalta. Se sopii perustaksi johtamisjärjestelmille ja huomioi toimintaympäristön. ISO 9001 on nivottu strategiaan ja organisaatiolle johdon tukema laadunhallintajärjestelmä tuo monia hyötyjä, jotka mahdollistavat pitkän ja lyhyen aikavälin optimoinnin päätösten seurauksien sekä organisaation resurssien käytön seurannassa. (ISO 9001 Laadunhallinta n.d.) ISO 14001 on tunnustetuin ympäristöjärjestelmien kansainvälinen standardi. Sitä sovelletaan kaikkiin toimintoihin ja toimialoihin maailmanlaajuisesti. Sen avulla voidaan parantaa ympäristönsuojelun tasoa organisaatioissa ympäristöpolitiikan sitoumusten mukaisesti ja se on suunniteltu sopimaan yhdenmukaistetuksi ja yhteensopivaksi esimerkiksi ISO 9001 kanssa. ISO 14001 soveltuu integroitavaksi olemassa oleviin johtamisprosesseihin ja -järjestelmiin. (ISO 14001 – Ympäristöasioiden hallinta n.d.)

DHL Carbon Calculatorilla on SGS hyväksyntä. SGS on maailman johtava sertifiointi-, verifiointi-, testaus- ja tarkastusyritys. Heidän toimintansa tunnetaan maailmassa luotettavuudestaan ja laadustaan. Heidän toimintansa voidaan jakaa neljään eri luokkaan, jotka ovat: sertifiointi, verifiointi, testaus ja tarkastus. (SGS lyhyesti n.d.)

VÄHIMAT – Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa, Greenhouse Gas Protocol, Lipasto Yksikköpäästöt ja Y-hiilari -laskureita voivat yritykset käyttää vapaasti omissa laskennoissaan ja hyödyntää laskentatuloksia yritystoiminnassaan. Carbon Care on käytössä esimerkiksi SWISS World Cargolla, MBS Logisticsilla, ARLANXEOLla ja EVONIKilla. EcoTransIT on käytössä esimerkiksi Michelinillä, DB Schenkerillä ja DSV:llä. DHL Carbon Calculator on käytössä DHL:än omissa laskennoissaan.

5.2 Päästökauppalaskurit

Tuloksia tarkastellaan taulukosta 10.

Taulukko 10. Päästökauppalaskurien laskentatulokset.

Laskuri	Päästökompensaation arvo kuljetustapahtumalle (syötetty luku 0,784 t)	Päästökompensaation arvo per tonni CO ₂ ekv	Hyväksynät	Yhteistyökumppanit
ClimateCare	14,62 €	14,62 €	Löytyy esimerkiksi CDP, B corboration ja ICROA hyväksyntä.	Yhteistyökumppaneita esimerkiksi Relief International, Burn ja Aqua Clara International.
MyClimate	21,00 €	27,00 €	UNFCCC tunnusti kaksi heidän ilmastohanketta vuosina 2012 ja 2015.	Yhteistyökumppanina esimerkiksi Energiapro, Dyson ja Mobility Car Sharing
BP Target Neutral	4,62 €	6,24 €	Löytyy hyväksyntä ISO 14064 ja ISO 14040 kasviuonekaasujen GHG protokollan mukaan.	Tekee yhteistyötä esimerkiksi Castrolin ja Hyundain kanssa.
Conservation	14,43 USD = 13,68 €	18,50 USD = 17,54 €	Ovat saaneet tunnustusta Charity Navigator ja Charity Watch organisaatioilta vastuullisesta läpinäkyvästä ja taloudellisesta toiminnasta.	Työskentelee yhteistyössä esimerkiksi yhteisö- ja luonnonsuojelukeskusten kanssa.

Taulukosta 10 on mahdollista havaita laskurin nimi, päästökompensaation arvo kuljetustapahtumalle, päästökompensaation arvo per tonni CO₂ekv, hyväksynät ja yhteistyökumppanit laskureihin liittyen.

Kustannustulokset päästökompensaatioille vaihtelivat välillä 4,62–21,00 euroa kuljetustapahtumaa kohti ja 6,24–27 euroa per tonni hiilidioksidiekvivalenttia niiden laskurien osalta, jotka vertailuun valikoituivat ja joilla oli mahdollista laskea päästökompensaatiolle kustannusarvo. Päästökompensaation arvo per tonni CO₂ekv on laskettu syöttämällä arvo 1 t laskureihin.

Laskurit, jotka työhön valikoituivat ovat ClimateCare, MyClimate, BP Target Neutral ja Conservation.

ClimateCare antoi tulokseksi 14,62 euroa kuljetustapahtumalle ja per tonni CO₂ekv 14,62 euroa. Laskuri pyöristää annetun 0,784 t arvon suoraan 1 t, jolloin tulos on molemmissa tapauksissa

sama. MyClimate antoi kuljetustapahtumalle arvoksi 21,00 euroa ja per tonni CO₂ekv 27,00 euroa. BP Target Neutral antoi kuljetustapahtumalle arvoksi 4,62 euroa ja per tonni CO₂ekv 6,24 euroa. Conservation antoi kuljetustapahtumalle arvoksi 13,68 euroa (USD 14,43 \$) ja per tonni CO₂ekv 17,54 euroa (USD 18,50 \$). Laskenta on suoritettu 7.5.2022 eli arvot ovat siltä päivältä.

ClimateCarella on esimerkiksi CDP, B Corporation ja ICROA -hyväksynät. CDP on hyväntekeväisyysjärjestö, joka on voittoa tavoittelematon ja ylläpitää maailmanlaajuisia tiedonantojärjestelmää osavaltioille, alueille, yrityksille ja kaupungeille ympäristövaikutustensa hallitsemiseksi. Maailman talous pitää CDP:tä ympäristöraportoinnin kultaisena standardina, jolla on kattavin ja runsain tietoaaineisto kaupunkien ja yritysten toiminnasta. Toiminnallaan he haluavat kukoistavan talouden, joka pitkällä aikavälillä toimii hyväksi planeetalle ja ihmisille. (Who We Are n.d.)

B corporation eli sertifikoituihin B-yritykset ovat maailmanlaajuisia ihmisliikkeiden johtajia, jotka käyttävät hyväntekeväisyyteen liiketoimintansa voitot eli ovat voittoa tavoittelemattomia yrityksiä. Niiden täytyy täyttää tiukat ympäristöllisen ja sosiaalisen avoimuuden, suorituskyvyn ja vastuullisuuden standardit. B-yrityksiin kuuluu nykyisin yli 1700 yritystä 42 eri maasta ja yli 130 eri toimialalta. (About Certified B Corporations 2020.)

ICROA tarjoaa vapaaehtoisilla hiilimarkkinoilla opastusta ja laadunvarmistamista laadukkaisiin kompensatioihin ja päästöjen vähentämiseen. Heitä ohjaa tarve saavuttaa hiilidioksidipäästöjen nollassa vuoteen 2050 mennessä ilmastonmuutostieteen avulla. ICROA tarjoaa puitteet vastuullisista ilmastotoimista yrityksille hiilihyvitysten käytön rehellisyyden, tavoitteen ja laadun tarjonnan suhteen. (ICROA n.d.)

MyClimate on saanut kaksi tunnustusta United Nations Framework Convention on Climate Changelta (UNFCCC) vuosina 2012 ja 2015. UNFCCC on Yhdistyneiden Kansakuntien yksikkö, jonka tehtävänä on tukea toimia maailmanlaajuisesti ilmastonmuutoksen uhkaa vastaan. Pää tavoitteena heillä on pitää maapallon keskilämpötilan nousu mahdollisimman lähellä 1,5 celsiusastetta tällä vuosisadalla verrattuna esiteolliseen aikaan Pariisin perussopimuksen mukaisesti. UNFCCC alaisen sopimuksen perimmäisenä tavoitteena on vakauttaa ilmakehässä esiintyvät kasvihuonekaasupitoisuudet tasolle, joka estää ihmisen ilmastoon aiheuttaman vaarallisen häiriön

ajassa, joka mahdollistaa ekosysteemin kestäväen kehityksen ja luonnollisen sopeutumisen. (About the Secretariat n.d.)

BP Target Neutral:lta löytyy ISO 14064 ja ISO 14040 hyväksynät kasvihuonekaasujen GHG protokollan mukaan. ISO 14064 on standardi, joka koostuu kolmesta osasta. Osassa yksi määrittellään vaatimukset yksikön tai organisaation kasvihuonekaasuinventaarioiden kehittämislle ja suunnittelulle. Osassa kaksi ovat vaatimukset päästövähennysten raportoinnille, mittaamiselle ja valvonnalle. Osa kolme sisältää ohjeet ja vaatimukset kasvihuonekaasujen tietojen verifiointiin ja validointiin. (ISO 14064 – Kasvihuonekaasuja koskeva kirjanpito ja verifiointi n.d.) ISO 14040 on standardi, joka kuvaa LCA eli elinkaariarvioinnin puitteet ja periaatteet mukaan lukien LCA:n laajuuden ja tavoitteiden määrittelyn, LCIA eli syklin tulkintavaiheen ja elinkaari vaikutusten arviointivaiheen, LCA:n rajoitukset, LCI eli elinkaari-inventaarianalyysivaiheen, LCA vaiheiden välisen suhteen, LCA:n kriittisen tarkastelun ja raportoinnin sekä valinnaisten elementtien ja arvovalintojen käyttöehdot. ISO 14040 kattaa LCI:n eli elinkaari-inventaaritutkimukset ja LCA:n eli elinkaariarviointitutkimukset, mutta se ei määrittele menetelmiä LCA:n yksittäisille vaiheille eikä kuvaa LCA-tekniikkaa yksityiskohtaisesti. (ISO 14040:2006 2006.)

Conservation on saanut tunnustusta Charity Navigator ja Charity Watch organisaatioilta vastuullisesta läpinäkyvästä ja taloudellisesta toiminnasta. Charity Navigator tarjoaa käyttäjille palvelua, jonka avulla he voivat tehdä lahjoituksia ja saavat käyttöönsä ilmaiseksi resursseja, tietoja ja työkaluja ohjaamaan päätöksenteossa hyväntekeväisyyttä varten. Charity Navigatorin luokituksen ansiosta voittoa tavoittelemattomat järjestöt on varustettu sektorin tärkeimmällä luottamusindikaattorilla ja tehokkaalla alustalla varojen ja tietoisuuden lisäämiseen. Organisaatiot, jotka Charity Navigatoriin kuuluvat, hyödyntävät lahjoitukset tehokkaasti ja ovat toiminnaltaan läpinäkyviä ja vastuullisia. (Your Guide to Intelligent Giving n.d.) Charity Watch on Yhdysvalloissa toimiva voittoa tavoittelematon hyväntekeväisyysjärjestö, jonka tehtävänä on tarjota lahjoittajille kattavaa tietoa organisaatioista, jotka siihen kuuluvat helpottamaan päätöksentekoa lahjoituksissa. Charity Watch tekee perusteellisia analyysseja ja tutkimuksia organisaatioista, jotta he pystyvät tarjoamaan asiakkaille eli lahjoittajille tietoa lahjoituspäätöksiä varten. Heidän tehtävänä on maksimoida jokaisen lahjoitetun rahasumman tehokkuus tarjoamalla kattavaa tietoa asiakkaille. (Missions & Goals n.d.)

ClimateCare tekee yhteistyötä esimerkiksi Relief Internationalin, Burnin ja Aqua Clara Internationalin kanssa. MyClimate tekee yhteistyötä esimerkiksi Energiapron, Dysonin ja Mobility Car Sharingin kanssa. BP Target Neutral tekee yhteistyötä esimerkiksi Castrolin ja Hyundain kanssa. Conservation tekee yhteistyötä esimerkiksi yhteisö- ja luonnonsuojelukeskusten kanssa.

6 Johtopäätökset

6.1 Laskurit

Hiilidioksidipäästölaskureiden osalta johtopäätöksenä voi sanoa, että niitä löytyy internetistä todella paljon ja niitä luodaan koko ajan lisää. Hiilidioksidipäästölaskurin voi periaatteessa kuka tahansa luoda niin halutessaan, joka selittää osaltaan niiden runsaan lukumäärään. Nykypäivänä monille yrityksille on tärkeää seurata omia hiilidioksidipäästöjä, joita tuotannosta, kuljetuksista ja välillisesti syntyy. Myös päästöjen vähentäminen ja vähennystavoitteet ovat nykyisin osa yrityksen arkea, koska ilmastonmuutosta tulisi hillitä kaikilla mahdollisilla keinoilla ja asiakkaat arvostavat yhä enemmän vihreitä arvoja yrityksistä vertailtaessa.

Laskurit havainnollistivat hyvin sen, minkä verran omasta toiminnasta päästöjä syntyy, kun muistaa tarkistaa laskurin toimintaperiaatteen, alkuperän ja hyväksynnät, jotta tulosta voidaan pitää luotettavana. Yksi syy siihen, miksi tuloksien hajonta oli niin suurta, johtuu laskurien tavasta ottaa huomioon eri keskimääräiset päästöarvot kilometriä kohden ja polttoaineen keskikulutuksen, jolloin tulos muuttuu merkittävästi. Myös kuljetettavan massan suuruus vaikutti tulokseen. Jos ajatellaan vanhempia kuorma-autoja, niiden päästöarvot ja keskikulutus ovat olleet keskimäärin suurempia verrattuna nykyisiin kuorma-autoihin. Tulokseen vaikutti myös se, että minkä pituiseksi laskuri määrittelee kuljetettavan reitin etäisyyden Jyväskylän ja Oulun välille.

Logward-laskurin tulos oli hyvin kyseenalainen etäisyyksien suhteen. Matkaksi Jyväskylä-Oulu välille laskuri määritteli 85,131 km, mikä on aivan liian vähän eikä voi pitää paikkaansa. Laskuri määrittää etäisyyden koordinaattipisteiden avulla. Vertailun vuoksi kokeiltiin laittaa Atlantin Valtamerelle kaksi koordinaattipistettä eri kohtiin hyvin kauaksi toisistaan, jolloin laskuri ilmoitti välietäisyydeksi 150 kilometriä. Opinnäytetyössä olleeseen case-esimerkkiin ja edellä mainittuun perustuen tulokset viittaavat vahvasti siihen, että laskurissa on ilmeisesti jokin vika etäisyyksien määrittämiseen liittyen.

Hyväksyntöjen perusteella Carbon Care ja EcoTransIT hiilidioksidipäästölaskurit ovat kaikkein virallisimpia työhön valikoituneista laskureista, koska niistä molemmista löytyy EN16258 lupa. Molemmilla laskureilla on mahdollisuus laskea erikseen kuljetuksesta aiheutuneet ja polttoaineen käytöstä syntyneet päästöt (TTW) tai polttoaineen tai energian valmistamisesta syntyneitä ja kuljetuksesta aiheutuneita päästöjä (WTT). EcoTransIT laskuri arvioi matkan pituudeksi kuljetus case-esimerkkitapaukselle 339,61 km, joka on käytännössä sama kuin Google mapsin arvioima matka. Carbon Care arvioi matkaksi 308,27 km, joka poikkeaa 30,73 kilometriä Google mapsin arviosta. Päästöarvoksi kilometriä kohden Carbon Care antaa 2,06 kg CO₂ekv ja EcoTransIT 2,12 kg CO₂ekv, eli tulokset ovat hyvin lähellä toisiaan.

Päästökauppalaskurit ja niiden palvelujen tarjoajat ovat nykyisin suosittuja menetelmiä yritystoiminnan päästöjen vähentämiseksi. Hyödyntämällä heidän palveluitaan, voi omalta osaltaan hillitä ilmastonmuutoksen edistymistä ja samalla parantaa yrityksen imagoa vihreämpään suuntaan. Nykyisin monet ihmiset arvostavat yritysten eettistä toimintaa, jolloin tilanteesta hyötyvät sekä asiakas että yrityksen toimijat. Liiketoimintaa on mahdollista kasvattaa, kun asiakas tietää, että yrityksen toimintamallit ovat mahdollisimman ympäristöystävällisiä ja niitä pyritään kehittämään koko ajan vihreämpään suuntaan sekä omalla toiminnallaan että tekemällä päästökompensatioita.

Hajonta päästökauppalaskurien tulosten osalta on melko suuri. Tulokset saattavat vaihdella päiväkohtaisesti tuntuvasti, joten ajankohtaisen kustannusarvon saamiseksi kannattaa laskentaa toistaa mahdollisimman usein. Valinnanvaraa yrityksen näkökulmasta ei päästökauppalaskureissa ole yhtä paljon kuin hiilidioksidipäästölaskureissa, mutta tuntuja säästöjä yrityksen on mahdollista tehdä valitsemalla itselle parhaiten soveltuva yhteistyökumppani päästökauppajärjestelmästä.

Monet päästökauppoja myyvät organisaatiot tekevät yhteistyötä esimerkiksi luonnonsuojelu- ja yhteisökeskusten kanssa, jolloin päästökompensatioita on mahdollista toteuttaa.

Kompensaatiokeinoina käytetään esimerkiksi uusien puiden istuttamista kaadettujen tilalle tai istuttamalla puita alueille, joissa niitä ei ennestään ole, esimerkiksi vanhoille suopohjille, jolloin uudet puut sitovat kasvaessaan ilmakehästä hiilidioksidipäästöjä itseensä ja puhdistavat tällöin ilmakehää (Usein kysyttyä n.d).

ClimateCare ja MyClimate ovat hyväksyntöjen valossa työhön valikoituneista päästökauppalaskureista kaikkein pätevimpiä. ClimateCarelta löytyy monia eri hyväksyntöjä ja MyClimate on saanut kaksi tunnustusta UNFCCC:ltä. Niillä on molemmilla suuria organisaatioita yhteistyökumppaneinaan. Molempien laskurien sivustot ovat kattavilla tiedoilla varustettuja ja toiminnasta, joilla ne päästökompensaatioita suorittavat, on löydettävissä laaja-alaisesti tietoa.

6.2 Päästöjen hinta

Pienimmän hiilidioksidipäästöarvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi Logward-laskuri, jonka tulos oli 263,2 kg CO₂ekv ja etäisyydeksi laskuri arvioi Jyväskylä-Oulu välille 85,131 km. Pienimmän päästökauppalaskuri arvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi BP Target Neutral, jonka tulos oli 4,62 €. Jos Logward-laskurin tulos syötetään BP Target Neutral -laskuriin, niin tulokseksi saadaan 1,16 €. BP Target Neutral laskee tuloksen etäisyyden ja keskilukuluksen mukaan, joten syötetyt arvot ovat 85,131 km ja 50 l/100 km. Halvimmillaan on siis mahdollista ostaa päästökompensaatio luodulle kuljetustapahtumalle hintaan 1,16 € työhön valikoituneista laskureista. Tulosta ei kuitenkaan voida pitää luotettavana, koska Logward-laskuri määrittää etäisyyden Jyväskylä-Oulu välille virheellisesti. Tässä on hyvä esimerkki siitä, että väärällä menetelmällä toimivia laskureita käytettäessä tulee vääriä tuloksia (laskenta on suoritettu 9.5.2022).

Pienimmän virallisella EU:n standardin EN16258 hyväksynnällä varustetun hiilidioksidipäästöarvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi Carbon Care -laskuri, jonka tulos oli 635,03 kg CO₂ekv kuljetuksesta aiheutuneita päästöjä ja etäisyydeksi laskuri arvioi Jyväskylä-Oulu-välille 308,27 km. Pienimmän päästökauppalaskuri arvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi BP Target Neutral, jonka tulos oli 4,62 €. Jos Carbon Caren laskurin tulos syötetään BP Target Neutral -laskuriin, niin tulokseksi saadaan 4,20 €. BP Target Neutral -laskuriin syötetyt arvot ovat 308,27 km ja 50 l/100 km. Halvimmillaan virallisesti hyväksytyyn laskurin arvoilla luodulle kuljetustapahtumalle on mahdollista ostaa päästökompensaatio hintaan 4,20 € työhön valikoituneista laskureista (laskenta on suoritettu 10.5.2022).

Suurimman hiilidioksidipäästöarvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi Greenhouse Gas Protocol, jonka tulos oli 2766 kg CO₂ekv ja etäisyydeksi määritettiin 339 km. Suurimman päästökauppalaskuri arvon luodulle kuljetustapahtumalle antoi MyClimate, jonka tulos oli 21,00 €. Jos Greenhouse Gas Protocolin tulos syötetään MyClimate-laskuriin, niin tulokseksi saadaan 75,00

€. Kalleimmillaan on siis mahdollista ostaa päästökompensaatio luodulle kuljetustapahtumalle hintaan 75,00 € työhön valikoituneista laskureista (laskenta on suoritettu 9.5.2022).

Pienimmän ja suurimman päästökompensaation välinen hintaero hyväksynnöillä varustettujen laskurien osalta on 70,80 €, mitä voidaan pitää suurena. Tämä osoittaa sen, että laskurien välillä on suuria eroja, joten vertailemalla eri laskureita keskenään on yrityksiä mahdollista saada tuntuja säästöjä syntymään päästökompensatioita ostaessaan.

7 Pohdinta

7.1 Tulosten arviointi ja hyödynnettävyys

Työn tarkoituksena ja tavoitteena oli etsiä ja löytää hiilidioksidi- ja päästökauppalaskureita sekä laskentamenetelmiä, jotka ovat yleisesti hyväksytyjä ja joiden tuloksia Jyväskylän ammattikorkeakoulu voi esitellä omille opiskelijoille ja yritysmaailman edustajille. Laskureiden vertailussa tarkoituksena oli löytää tutkittuja, hyväksi havaittuja ja luotettavia laskureita, joita yritykset voisivat omassa toiminnassaan hyödyntää ja saada lisätietoa laskureihin liittyen.

Tuloksia pystyy hyödyntämään yritystoiminnassa ja niistä saa näkemystä, että minkälaisia arvoja eri laskurit antavat ja millaisia hyväksyntöjä niistä löytyy. Laskureiden välillä on kannattavaa tehdä vertailua, jolloin on helpompaa hahmottaa kokonaiskuva hiilidioksidipäästö ja -päästökauppalaskureista. Tulokset on pyritty kokoamaan tasapuolisesti hyödyntäen samaa case-esimerkkiä, jotta arvojen ja tulosten vertaileminen on mahdollista. Hiilidioksidipäästöt per kilometri ja päästökauppakustannukset per tonni luovat yleisen tiedon, minkä perusteella tulosten tarkasteleminen olisi helpompaa ja havainnollistavampaa.

Kaikkia mahdollisia laskureita internetistä ei työhön otettu mukaan, koska niiden määrä on runsas. Osasta puuttui oleellisia tietoja, kuten esimerkiksi niissä ei ollut mahdollisuutta laskea raskaalle kalustolle päästöarvoa tai niistä ei ollut mahdollista havaita mahdollisia hyväksyntöjä tai millä yrityksillä laskuri olisi jo entuudestaan käytössä. Opinnäytetyöhön sisällytetyt laskurit valikoituivat mukaan sillä periaatteella, että ne ovat selkeitä, yleiseltä käytettävyydeltään hyviä ja ilmaisia, joita kaikki voivat omassa päivittäisessä toiminnassaan hyödyntää niin halutessaan.

Tuloksiin perustuen Logward-laskuri tuotti vääriä tuloksia. Tuloksia ja dataa tullaan lähettämään Logwardille, jotta he voivat havaita ja mahdollisesti korjata virheensä. Työtä voidaan hyödyntää konkreettisesti tarjoamalla tuloksia ja dataa Logwardille, jolloin heillä on mahdollisuus puuttua havaittuun virheeseen. Tällöin opinnäytetyön hyödynnettävyys ei rajoitu pelkästään Jyväskylän ammattikorkeakoulun ja oman tiedon kartoittamiseen.

7.2 Luotettavuus

Luotettavuuden varmistamiseksi tietoa on etsitty laaja-alaisesti internetiä hyödyntäen ja lopuksi ilmaistu sekä hiilidioksidipäästö- että päästökauppalaskureista kaksi vaihtoehtoa, jotka tutkimuskysymyksiin perustuen soveltuvat yrityslaskentaan. Lisäksi opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää Sustainability and Responsibility -opintojaksolle täydentämään jo olemassa olevaa tietoa. Systemaattista etsintää on hyödynnetty menetelmänä laskureiden etsinnässä käyttämällä paljon aikaa ja tutkimalla erilaisia laskureita ja niiden taustoja mahdollisimman kattavasti luotettavien tuloksien aikaansaamiseksi.

Tulosten luotettavuus on pyritty varmistamaan sillä, että syötetyt luvut ovat olleet jokaiseen laskuriin samat sekä hiilidioksidipäästölaskureissa että päästökauppalaskureissa, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia. Jokaisen laskurin pystyy löytämään internetistä hakemalla sitä laskurin nimellä tai hyödyntämällä verkkolinkkiä, joka jokaisen laskurin osalta löytyy. Tulokset on kirjattu ylös taulukoihin, jolloin jokainen pystyy niitä tarkastelemaan ja halutessaan toistamaan tuloksen sillä edellytyksellä, että hiilidioksidipäästölaskuri ei ole päivittynyt tai päästökauppojen arvo muuttunut laskentahetkestä. Kaikkia laskureita on vertailtu tasapuolisesti keskenään luotettavan tuloksen aikaansaamiseksi.

Tulevaisuudessa vastaavantyyppistä tutkimusta kannattaa toistaa, jotta on mahdollista saada ajankohtaista tietoa. Vaikka systemaattista etsintää on työtä tehdessä suoritettu, se ei välttämättä tarkoita sitä, että kaikki mahdolliset internetistä löytyvät riittävillä hyväksynnöillä varustetut laskurit olisivat löytyneet ja tulleet valikoiduksi opinnäytetyöhön mukaan. Internetistä löytyvien laskurien hyvin runsas määrä luo haasteita löytää kaikki virallisesti hyväksytyt laskurit kerralla mukaan samaan työhön. Työ on mahdollista toistaa tarvittaessa samoilla arvoilla, jos halutaan saada ajankohtaisia sen hetken tuloksia laskureista, mikä lisää opinnäytetyön tutkimusasetelman toistettavuutta.

Lähteet

About Certified B Corporations. 2022. Artikkele B Impact Assessment www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://kb.bimpactassessment.net/support/solutions/articles/43000015905-about-certified-b-corporations>.

Ajoneuvon polttoaineenkulutus. 2014. Artikkele Ammattilehti www-sivustolla. Viitattu 6.5.2022. <https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=3561>.

Autojen hiilidioksidipäästöt: Tietoa ja tilastoja. 2019. Artikkele Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 27.2.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190313STO31218/autojen-hiilidioksidipaastot-tietoa-ja-tilastoja>.

Biopolttoaineiden jakeluvuote. 2020. Artikkele Vero www-sivustolla. Viitattu 20.4.2022. <https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/ohje-hakusivu/56210/biopolttoaineiden-jakeluvuote2/>.

BP Target Neutral. Calculate and offset travel emissions. N.d. Laskuri BP www-sivustolla. Viitattu 15.4.2022. https://www.bp.com/en_gb/target-neutral/home/calculate-and-offset-travel-emissions.html#/.

Bruce, M. 2015. Fossil Fuel Emissions Control Technologies: Stationary Heat and Power Systems. Penn State University. Viitattu 11.4.2022. <https://janet.finna.fi>, ProQuest E-book Central.

Carbon Care. CO2 Emissions Calculator. N.d. Laskuri Carbon Care.org www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.carboncare.org/en/co2-emissions-calculator.html>.

Carbon Footprint. Carbon Calculator. N.d. Laskuri Carbon Footprint www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>.

Carlson, D., Lingl, P. & Suzuki, D. 2010. Doing business in a new climate: a guide to measuring, reducing and offsetting greenhouse gas emissions. Earthscan. Viitattu 12.4.2022. <https://janet.finna.fi>, ProQuest E-book Central.

ClimateCare. Carbon Calculator. N.d. Laskuri ClimateCare.org www-sivustolla. Viitattu 15.4.2022. <https://www.climatecare.org/calculator/>.

Conservation. Retire Carbon Credits. N.d. Laskuri Conservation.org www-sivustolla. Viitattu 15.4.2022. <https://www.conservation.org/retire-carbon-credits>.

DHL Carbon Calculator. Scenarios. N.d. Laskuri DHL Carbon Calculator www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://dhl-carboncalculator.com/#/scenarios>.

Dieselmoottori on energiatehokas ja taloudellinen. N.d. Artikkele Autoalan Tiedotuskeskuksen www-sivustolla. Viitattu 10.3.2022. https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/diesel.

EcoTransIT. Emissions calculator for greenhouse gases and exhaust emissions. N.d. Laskuri EcoTransIT.org www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.ecotransit.org/en/emissioncalculator/>.

Energiatuotteiden ja sähkön verotusta koskevat EU:n säännöt. 2016. Tiivistelmä EUR-Lex www-sivustolla. Viitattu 18.3.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/LSU/?uri=CELEX:32003L0096>.

Eri ajoneuvotyyppien ominaiskulutukset. 2004. Tutkimus PDF-tiedosto Motivan www-sivustolla. RakeTruck. Viitattu 6.5.2022. https://www.motiva.fi/files/1037/HD-energia_ominaiskulutus-tutkimuksen_yhteenveto.pdf.

EU ehdottaa tietyille tuontituotteille hiilitulleja hiilivuodon estämiseksi. N.d. Artikkelit KPMG www-sivustolla. Viitattu 4.5.2022. <https://home.kpmg/fi/fi/home/Pinnalla/2022/10/eu-ehdottaa-tietyille-tuontituotteille-hiilitulleja-hiilivuodon-estamiseksi.html>.

EU:n päästökauppajärjestelmä ja sen uudistaminen. 2021. Artikkelit Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 27.2.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20170213STO62208/eu-n-paastokauppajarjestelma>.

European Standards. CSN EN 16258. 2012. Standardi European Standards www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.en-standard.eu/csn-en-16258-methodology-for-calculation-and-declaration-of-energy-consumption-and-ghg-emissions-of-transport-services-freight-and-passengers/>.

Fleet News. Carbon Footprint Calculator. N.d. Laskuri Fleet News.co.uk www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.fleetnews.co.uk/costs/carbon-footprint-calculator/>.

Glossary: Carbon Dioxide Equivalent. 2017. Artikkelit Eurostat Statistics Explained www-sivustolla. Viitattu 12.4.2022. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent.

Google maps. 2022. Karttakuva Googlen www-sivustolla. Viitattu 29.3.2022. <https://www.google.fi/maps/dir/Jyv%C3%A4skyl%C3%A4/Oulu/@63.7102588,24.4833258,7z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x46857415d1a93119:0xba57697d6790a2d7!2m2!1d25.7472567!2d62.2426034!1m5!1m1!1s0x468032a8c02185c1:0x8bb02d322b12e97d!2m2!1d25.4650772!2d65.0120888!3e0>.

Greenhouse Gas Protocol. GHG Emissions from Transport or Mobile Sources. 2015. Laskuri ghgprotocol.org www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://ghgprotocol.org/calculation-tools>.

Hiilidioksidipäästöjä vähentämässä: EU:n tavoitteet ja toimet. 2021. Artikkelit Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 24.2.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180305STO99003/hiilidioksidipaas-toja-vahentamassa-eu-n-tavoitteet-ja-toimet>.

Hiilivuodot: Miten EU voi estää yrityksiä välttelemästä päästörajoituksia. 2021. Artikkelin Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 25.2.2022.

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/priorities/ilmastonmuutos/20210303STO99110/hiilivuodot-miten-eu-voi-estaa-yrityksia-valttelema-paastorajoituksia>.

Husgafvel, R. 2021. Exploring Social Sustainability Handprint—Part 1: Handprint and Life Cycle Thinking and Approaches. Aalto University. Viitattu 11.4.2022. <https://janet.finna.fi>, ProQuest.

Ian, J. 2011. Engineering Strategies For Greenhouse Gas Mitigation. University of Sydney. Viitattu 11.4.2022. <https://janet.finna.fi>, Knovel.

ICROA. About. N.d. Artikkelin International Carbon Reduction & Offset Alliance www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://www.icroa.org/about>.

Ilmastonmuutos: Miten meidän haluavat sisällyttää metsät ilmastotalkoisiin. 2020. Artikkelin Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 27.2.2022.

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/priorities/ilmastonmuutos/20170711STO79506/ilmastonmuutos-miten-mepit-haluavat-sisallyttaa-metsat-ilmastotalkoisiin>.

ISO 14001 – Ympäristöasioiden hallinta. N.d. Artikkelin DNV www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://www.dnv.fi/services/iso-14001-ymparistoasioiden-hallinta-3360>.

ISO 14040:2006. Abstract. 2006. Standardi ISO.org www-sivustolla. Viitattu 18.4.2022. <https://www.iso.org/standard/37456.html>.

ISO 14064 - Kasvihuonekaasuja koskeva kirjanpito ja verifiointi. N.d. Artikkelin SGS www-sivustolla. Viitattu 18.4.2022. <https://www.sgs.fi/fi-fi/sustainability/environment/carbon-services/greenhouse-gas-emissions-and-lifecycle-assessment/iso-14064-greenhouse-gas-accounting-and-verification>.

Jakeluvuote. N.d. Artikkelin Energiaviraston www-sivustolla. Viitattu 4.5.2022. <https://energiavirasto.fi/jakeluvuote>.

Kehitys kohti EU:n vuoden 2020 ilmastotavoitteita (infografiikka). 2022. Artikkelin Euroopan parlamentin www-sivustolla. Viitattu 25.2.2022.

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180706STO07407/kehitys-kohti-eu-n-vuoden-2020-ilmastotavoitteita-infografiikka>.

Kujala, A. 2022. Esitys ammattidieselin käyttöön otosta Suomessa. Lausunto valtiovarainministeri Annika Saarikolle sekä kansliapäällikkö Juha Majaselle. Tiedoksianto liikenne- ja viestintäministeri Timo Harakalle sekä elinkeinoministeri Mika Lintilälle. Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry. Viitattu 15.3.2022. <https://www.skal.fi/fi/julkaisut/esitys-ammattidieselin-kayttoonotosta-suomessa>.

Kuorma-auton polttoainekuluissa säästäminen. 2021. Artikkelin SuvantoTrucks www-sivustolla. Viitattu 6.5.2022. <https://suvantotrucks.com/nain-saastat-kuorma-auton-polttoainekuluissa/>.

Lempinen, T. 2020. Kallis uusiutuva diesel ei vähennäkään liikenteen päästöjä – HS: ”Tankkaaja voi tuntea itsensä huijatuksi”. Artikkelin Ilta-Sanomien www-sivustolla. Viitattu 8.4.2022. <https://www.is.fi/autot/art-2000006379938.html>.

Liikennepolttoaineiden verotus. N.d. Artikkelin Autoalan Tiedotuskeskus www-sivustolla. Viitattu 9.3.2022. https://www.aut.fi/tieliikenne/liikenteen_verotus/polttonesteiden_verotus.

Liikenneverkon kehittäminen. 2019. Artikkelin Valtioneuvoston www-sivustolla. Viitattu 18.3.2022. <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/liikenneverkon-kehittaminen>.

Lipasto Yksikköpäästöt. 2017. Taulukko Lipasto VTT www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tavaraliikenne/tieliikenne/kavp60tie.htm>.

Logward. CO2 Calculator. N.d. Laskuri Logwardin www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.logward.com/co2-calculator>.

Menetelmäkuvaus tieliikenne. N.d. Artikkelin LIPASTO Yksikköpäästöt www-sivustolla. Viitattu 22.2.2022. http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/info_tie.htm.

Mikä ihmeen scope 1,2,3. N.d. Artikkelin Green Carbon www-sivustolla. Viitattu 31.3.2022. <https://greencarbon.fi/mika-ihmeen-scope-1-2-3/>.

Missions & Goals. N.d. Artikkelin Charity Watch.org www-sivustolla. Viitattu 19.4.2022. <https://www.charitywatch.org/about-charitywatch/mission-goals>.

Mitat, painot ja yhdistelmätyypit. N.d. Artikkelin Logistiikan Maailman www-sivustolla. Viitattu 29.3.2022. <https://www.logistiikanmaailma.fi/kuljetus/maantiekuljetus/mitat-ja-painot/>.

MyClimate. Donate for climate protection. N.d. Laskuri CO2 MyClimate.org www-sivustolla. Viitattu 15.4.2022. https://co2.myclimate.org/en/contribution_calculators/new?localized_currency=EUR.

Nestemäiset biopolttoaineet. N.d. Artikkelin Autoalan Tiedotuskeskuksen www-sivustolla. Viitattu 10.3.2022. https://www.aut.fi/tieliikenne/polttoaineet_ja_kayttovoimat/biopolttoaineet.

OpenCO2. Suhteuta päästöjäsi helposti ymmärrettäviin arkisiin asioihin CO2-muuntimella. N.d. Laskuri OpenCO2.net www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.openco2.net/fi/co2-muunnin>.

Päästöoikeuksien huutokauppa. N.d. Artikkelin Energiaviraston www-sivustolla. Viitattu 4.5.2022. <https://energiavirasto.fi/huutokauppa>.

Rabo, O. 2020. What is CO2e and How it is Calculated. Blogiteksti Cooler Future www-sivustolla. Viitattu 12.4.2022. <https://www.coolerfuture.com/blog/co2e>.

SGS lyhyesti. N.d. Artikkelin SGS www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://www.sgs.fi/fi-fi/our-company/about-sgs/sgs-in-brief>.

Share of Transport Greenhouse Gas Emissions. 2019. Tilastoja European Environment Agency www-sivustolla. Viitattu 22.2.2022. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/share-of-transport-ghg-emissions-2/#tab-dashboard-01>.

Sipilä, E., Poikolainen, H., Lilja, A., Rautio, T. & Nylund, N. 2021. Liikenteen jakeluvelvoitteen nosto. Selvitys työ- ja elinkeinoministeriölle, liikenne- ja viestintäministeriölle sekä ympäristöministeriölle. AFRY Management Consulting. Viitattu 18.3.2022. https://tem.fi/documents/1410877/53440649/AFRY_jakeluvelvoite_selvitys_joulukuu2021.pdf/2409f3ce-89d2-5178-7cb7-6a5ad3931ca1/AFRY_jakeluvelvoite_selvitys_joulukuu2021.pdf?t=1638529141014.

Stuart, S. 2009. The Carbon Footprint Wars: What Might Happen If We Retreat From Globalization. Edinburgh University Press. Viitattu 11.4.2022. <https://janet.finna.fi>, ProQuest E-book Central.

Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry. ISO 9001 Laadunhallinta. N.d. Artikkelit SFS www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-9001-laadunhallinta/>.

T is for Tank-to-wheel. N.d. Artikkelit Volkswagen Newsroom www-sivustolla. Viitattu 26.4.2022. <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/t-is-for-tank-to-wheel-ttw-4865>.

Taustaa. N.d. Artikkelit OpenCO2.net www-sivustolla. Viitattu 21.2.2022. <https://www.openco2.net/fi/taustaa>.

UNFCCC. About the Secretariat. N.d. Artikkelit United Nations Framework Convention on Climate Change www-sivustolla. Viitattu 18.4.2022. <https://unfccc.int/about-us/about-the-secretariat>.

Usein kysyttyä. N.d. Artikkelit istutapuita.fi www-sivustolla. Viitattu 21.4.2022. <https://istutapuita.fi/usein-kysyttya/>.

Vuonna 2030 joka kolmas kilometri ajetaan uusiutuville polttoaineilla - Näin jakeluvelvoite vaikuttaa. N.d. Artikkelit Neste www-sivustolla. Viitattu 9.3.2022. <https://www.neste.fi/yrittajasiakkaat/vastuulliset-ratkaisut/tuotteet/uusiutuvat-polttoaineet/neste-my-uusiutuva-diesel/jakeluvelvoite>.

VÄHIMAT – Kohti vähähiilistä matkailua Etelä-Savossa. 2016. Laskuri Xamk www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/kohti-vahahiilista-matkailua-etela-savossa/>.

WBCSD. How We Drive Sustainable Development. 2022. Artikkelit World Business Council For Sustainable Development www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.wbcsd.org/>.

What is a Carbon Footprint. N.d. Artikkelit Carbon Trust www-sivustolla. Viitattu 31.3.2022. <https://web.archive.org/web/20090511102744/http://www.carbontrust.co.uk/solutions/CarbonFootprinting/what-is-a-carbon-footprint.htm>.

What is a Carbon Offset. N.d. Artikkele Carbon Offset Guide www-sivustolla. Viitattu 31.3.2022. <https://www.offsetguide.org/understanding-carbon-offsets/what-is-a-carbon-offset/>.

What is the GLEC Framework. N.d. Artikkele Smart Freight Centre www-sivustolla. Viitattu 16.4.2022. <https://www.smartfreightcentre.org/en/how-to-implement-items/what-is-glec-framework/58/>.

Who we are. N.d. Artikkele CDP www-systolic. Viitattu 16.4.2022. <https://www.cdp.net/en/info/about-us>.

World Land Trust. Transport – Calculate your CO2 emissions. N.d. Laskuri World Land Trust.org www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.worldlandtrust.org/carbon-calculator/individual/transport/transport-calculator/>.

WRI. What We Do. 2022. Artikkele World Resource Institute www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.wri.org/>.

WWF Green Office. Ilmastolaskurilla mitataan työpaikkasi hiilijalanjäljen. N.d. Laskuri ilmastolaskurin www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. <https://www.ilmastolaskuri.fi/>.

Y-hiilari. 2020. Laskuri Suomen ympäristökeskuksen www-sivustolla. Viitattu 14.4.2022. https://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus_kehittaminen/Kulutus_ja_tuotanto/Laskurit/YHiilari.

Your Guide to Intelligent Giving. N.d. Artikkele Charity Navigator.org www-sivustolla. Viitattu 19.4.2022. <https://www.charitynavigator.org/index.cfm?bay=content.view&cpid=8658>

