

**YRITYKSEN HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖJEN MÄÄRITTÄMINEN JA
LASKENTATYÖKALUN KÄYTTÖÖNOTTO**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2023

Mira Hellman

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

Tekijä Mira Hellman

Työn nimi Yrityksen ympäristöpäästöjen määrittäminen

Ohjaajat Jenni Ypyä (HAMK), Nina Lindström (RTA-yhtiöt)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja ottaa yrityksen käyttöön päästöjenlaskentatyökalu ja kirjoittaa lopputuloksesta prosessikuvaus. Kahta eri laskentatyökalua verrattiin toisiinsa, INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n yhdessä kehittämää laskentatyökalua ja yrityksen käytössä olevan kalustonhallintajärjestelmän päästöjenlaskentaa. Laskentatyökaluista valittiin yrityksen käyttöön se, kumpi oli helpompi ja nopeampi käyttää, ja kumpi soveltui paremmin yrityksen käyttöön. Päästöjen laskenta rajautui työkoneisiin, ajoneuvoihin ja pienkoneisiin. Etenkin yrityksen hiilidioksidipäästöihin kiinnitettiin huomiota. Toinen laskureista otti hiilidioksidin lisäksi huomioon muita palamisesta syntyviä päästöjä, muun muassa hiilimonoksidin ja typen. Tämä koettiin vain hyvänä lisänä, mikäli laskuri valittaisiin käyttöön, mutta tämä ei poissulkenut toista laskuria. Toinen laskentatapa huomioi vain hiilidioksidipäästöt. Opinnäytetyön tilaaja oli RTA-yhtiöt oy.

Merkittävin ihmisten tuottama kasvihuonekaasu on hiilidioksidi. Sitä syntyy muun muassa liikenteestä, energiantuotannosta sekä teollisuudesta. INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n laskentatyökalulla pystyy laskemaan työkoneiden ja ajoneuvojen polttoainekulutuksen sekä yrityksen ostaman energian. Tätä työkalua on ajateltu käytettävän vuotuisesti, mutta se soveltuu myös kuukausittaiseen päästölaskentaan. Yrityksen käytössä olevalla kalustonhallintajärjestelmällä saa selville yksittäisen kaluston päästöt.

Kalustonhallintajärjestelmän laskenta perustuu kilometreihin tai vaihtoehtoisesti käyttötunteihin, kun taas INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n laskentatyökalulla kaluston päästöt lasketaan polttoainelitrojen tai kilometrien perusteella. Yritykselle paremmin soveltui INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n laskentatyökalu.

Yrityksen päästölaskennasta luotiin opinnäytetyön yhteydessä prosessikuvaus, jossa esitettiin yrityksen ilmastopolitiikka sekä toimintatapa laskea ympäristöpäästöjä. Prosessikuvauksesta saadaan selville, miten yrityksen päästöt lasketaan, mitä informaatioita siihen tarvitaan ja kuka on vastuussa mistäkin osasta päästöjen laskennassa. Prosessikuvaus jäi yrityksen käyttöön ja sitä tullaan päivittämään toimintatapojen muuttuessa.

Avainsanat Ilmastonmuutos, kasvihuonekaasut, ympäristövaikutukset

Sivut 26 sivua

The goal of this thesis was to decide, which tool to use in RTA-yhtiöt oy, to calculate their emissions. Two different tools that calculated emissions were compared; the other was made by INFRA ry and Confederation of Finnish Construction Industries RT ry, and the other was in a program that the company already used for other purposes. The criteria for choosing the emission calculation tool were user-friendliness and suitability for the company. I only observed work machines, vehicles and smaller machines. Carbon dioxide especially was an emission that was taken into account. In addition to carbon dioxide, one of the calculation tools also calculated other emissions such as carbon monoxide and nitrogen. This was seen as a benefit should this tool be chosen but it did not exclude the other tool that only calculated carbon dioxide emissions. The thesis was commissioned by RTA-yhtiöt oy.

The most significant emission produced by humans is carbon dioxide. It is released from traffic and factories, for example. The emission calculator from INFRA ry and Confederation of Finnish Construction Industries RT ry calculates emissions from work machines, vehicles, fuel and bought energy. The program that was already in use in the company calculates emissions from each machine separately. The program uses kilometers or workhours to calculate emissions, while the other tool uses kilometers or liters. The calculation tool that better worked for RTA-yhtiöt was the one by INFRA ry and Confederation of Finnish Construction Industries RT ry.

A description for the process was also made for RTA-yhtiöt company. The description contains a policy for calculating the company's emissions in the future. It shows how the emissions are to be calculated, what information is needed and who is responsible for which part of the calculation. The description stayed in the company's use and it will be updated when necessary.

Keywords Climate change, environmental effect, greenhouse gasses

Pages 26 pages

Sisälllys

Käsitteistö	
1 Johdanto	1
2 Pohjatietoa ilmastonmuutoksesta	2
2.1 Ilmastonmuutos	3
2.2 Sopimukset ilmastonmuutoksen torjumiseksi.....	6
2.3 Suomea koskevat, ilmastonmuutokseen liittyvät lait.....	8
2.4 Ilmastonmuutoksen ja rakennusalan vaikutukset toisiinsa	9
3 Työn tarkoitus ja tavoitteet	11
4 Päästöjen laskenta eri työkalujen avulla	12
4.1 Päästöjen laskenta polttoainekulutuksesta	14
4.2 Päästöjen laskenta kilometreistä	15
4.3 INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n tekemän työkalun ajantasaisuuden tarkastus	16
4.4 Päästöjen laskenta yrityksen kalustonhallintajärjestelmän avulla	18
5 RTA-yhtiöiden päästöjen laskenta	19
5.1 Eri laskentatyökalujen vertailu lasketuilla päästöillä	20
5.2 Päästöjen laskentatyökalun käyttöönotto	22
6 Prosessikuvaus päästölaskennasta	22
7 Yhteenveto	23
Lähteet.....	26

Käsitteistö

Hiilidioksidiekvivalentti	kasvihuonekaasupäästöjen yhteismitta, jonka avulla voidaan laskea yhteen eri kasvihuonekaasujen päästöjen vaikutus kasvihuoneilmion voimistumiseen (Tieteen termipankki, 2022-a). Opinnäytetyössä käytetään myös lyhennettä CO ₂ e.
Hiilijalanjälki	tuotteen tai palvelun elinkaarensa aikana tuottamien kasvihuonekaasujen määrästä (massana); myös henkilön, yrityksen tai yhteisön kulutuksellaan aiheuttamasta vastaavasta rasituksesta (Kielitoimiston sanakirja, 2022-a).
Hiilineutraali	ilmakehään pääsevän ja ilmakehästä sitoutuvan hiilen määrän suhteen tasapainoinen (Kielitoimiston sanakirja, 2022-b).
Hiilinielu	ekosysteemi tai sen osa, jossa tapahtuvat prosessit sitovat ilmakehän hiilidioksidia orgaanisten aineiden muodostamaksi hiilivarastoksi (Tieteen termipankki, 2022-b).
Infran laskentatyökalu	opinnäytetyössäni tarkoitan INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n yhdessä tekemää työkalua.
Kasvihuoneilmiö	ilmakehän alimpien osien lämpenemistä hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen (vesihöyry, metaani) johdosta (Tieteen termipankki, 2022-c).
Kasvihuonekaasut	kasvihuoneilmiöön ja sen voimistumiseen vaikuttavat kaasut: vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, dityppioksidi, alailmakehän otsoni, monet halogenoidut hiilivedyt, rikkiheksafluoridi ynnä muut (Tieteen termipankki, 2022-d).
Päästö	opinnäytetyössäni puhuessani päästöistä, tarkoitan kasvihuonekaasupäästöjä.

Päästöarvo	ajoneuvojen ympäristöä kuormittavien päästöjen perusteella laskettava arvo (Kielitoimiston sanakirja, 2022-c). Päästöarvon yksikkö on g/km tai g/l.
Päästökerroin	päästön määrä suhteessa tarkastelun kohteena olevaan asiaan tai ilmiöön (Sanastokeskus, 2020, s.8)

1 Johdanto

Maailmalla ollaan yhä enemmän kiinnostuneita ympäristöstä. Ilmastonmuutoksen ehkäisemiseksi on tehty ylikansallisia sopimuksia, kuten Pariisin ja Kioton ilmastopöytäkirjat. Ilmastonmuutosta tulee hillitä, sillä maapallon lämpeneminen vaikuttaa negatiivisesti kaikkien elinolosuhteisiin. (Ilmasto-opas, 2022)

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan kaikkien päästöistä syntyneiden kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua määrää, mutta toisinaan sitä käytetään kuvastamaan vain hiilidioksidipäästöjä (NASA, 2022). Yrityksillä on monia syitä laskea hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjäljen laskeminen voi toimia myyntivalttina, sillä se osoittaa yrityksen olevan kiinnostunut ympäristöstään ja vastuullinen omassa toiminnassaan. Rakennusala on alettu painottaa päästöjen laskemista yhä enemmän. Päästöjä laskemalla yritys voi arvioida omaa hiilijalanjälkeään ja näin pystyä kehittymään ja muuttamaan toimintatapojaan parempaan suuntaan. Koska kasvihuonekaasupäästöt pystytään ilmaisemaan yhdellä yksiköllä eli hiilidioksidiekvivalentilla, on yrityksen aiempia tuloksia helppo verrata nykyisiin. (Heinilä, n.d.) CO₂e, toisin sanoen hiilidioksidiekvivalentti, pitää sisällään kaikki kasvihuonekaasupäästöt. Kasvihuonekaasut on suhteutettu hiilidioksidiin kullekin sopivalla kertoimella. Esimerkiksi metaani kerrotaan luvulla 25, jotta metaanin vaikutus ilmastoon olisi suhteessa hiilidioksidiin. Toisin sanoen metaanilla on 25 kertaa suurempi vaikutus ilmastoon kuin hiilidioksidilla. (Lipasto, n.d.)

Opinnäytetyön aihe tuli työnantajaltani RTA-yhtiöt oy:ltä. RTA-yhtiöt on vuonna 1968 perustettu perheyritys, jonka pääkonttori sijaitsee Hyvinkäällä. Yhtiön alkuperäinen nimi Maanrakennusliike Raimo T.A. Virtanen oy vaihdettiin RTA-yhtiöksi vuonna 1988. Yritys tekee infra- ja teollisuusrakentamista tarjoten myös kunnossapito-, kone- ja kuljetuspalveluita sekä maa-ainesmyyntiä. Vuoden 2022 helmikuussa yritys työllisti noin sata henkilöä ja liikevaihto oli 44,5 miljoonaa euroa.

RTA-yhtiöt haluaa lähteä määrittämään yrityksen hiilidioksidipäästöjä säännöllisesti, joten ympäristöön liittyvä opinnäytetyö tulee tarpeeseen ja on ajankohtainen. Halu päästöjen laskemiseen on syntynyt yrityksen omasta tahdosta olla vastuullinen ja näyttää se omille

asiakkailleen ja sidosryhmilleen. Päästöjen laskentaa voidaan hyödyntää myös tiettyjen sertifikaattien hakemisessa. RTA-yhtiöt tulee hakemaan Rakentamisen laatu RALA ry:n ympäristösertifikaattia, jossa opinnäytetyön lopputuotoksena käyttöön otettu päästöjen laskentatyökalu voi toimia todisteena siitä, että yritys on vastuullinen, seuraa päästöjään ja pyrkii vähentämään niitä. RALA:sta voi hakea sertifiointia laadunhallintaan, ympäristöjärjestelmään ja turvallisuusjärjestelmään. RALA-pätevyys on puolueettoman tahon antama todiste siitä, että yrityksen rakentamisen laatu sekä ympäristö- ja turvallisuusjärjestelmät ovat kunnossa. (RALA, 2022) RALA ei varsinaisesti vaadi päästöjen laskentaa tai seurantaa, mutta heille pitää pystyä perustelemaan, miksi yritys ansaitsisi ympäristösertifikaatin, missä taas päästöjen laskeminen voi toimia yhtenä perusteena. Sertifikaatin tarkoitus on näyttää, että yrityksen ympäristöosaaminen on riittävän korkealla tasolla ja yritys kehittää itseään siltä osin yhä enemmän. Jatkuva kehitys osaamisessa on yksi edellytys sertifikaatin ansaitsemiseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on ottaa käyttöön helppokäyttöinen ja yksinkertainen päästölaskentatyökalu, jolla voidaan laskea yrityksen hiilidioksidipäästöjä. Päästöjen laskentaan yrityksellä ei vielä ole ollut vakiintunutta menetelmää. Opinnäytetyössä selvitetään tapaa määrittää hiilidioksidipäästöt helpoiten vertaamalla INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n yhdessä kehittämää laskentatyökalua ja yrityksen käytössä olevaa kalustonhallintajärjestelmää keskenään. Rakennusteollisuus RT ry on liittoyhteisö, johon kuuluu muutamia toimialoja, mukaan lukien INFRA ry. INFRA ry sisältää maa- ja vesirakennusalan sekä asfalttialan.

Opinnäytetyön fyysinen tuotos on prosessikuvaus, jossa näkyvät kaikki vaiheet, joita tarvitaan ympäristöpäästöjen laskentaan. Siinä esitetään yrityksen toimintatapa laskea päästöt tulevaisuudessa. Prosessikuvaus jää yrityksen sisäiseen käyttöön ja sen avulla voidaan esitellä yrityksen päästöjen laskennan toimintatapa.

2 Pohjatietoa ilmastonmuutoksesta

Ilmastonmuutosta ja sen syitä on tutkittu jo vuosikymmeniä ja sen hidastamiseksi tehdään jatkuvasti töitä joka puolella maailmaa. Jotta päästöjä voidaan tutkitusti vähentää, pitää niitä

myös mitata. Internetistä löytyy useita erilaisia päästömittareita yksityiseen käyttöön ja markkinoilla on palveluja, joissa tarjotaan yrityksille päästöjen laskentaa.

Maanrakennusyritykset voivat myös itse määrittää omia päästöjään esimerkiksi alan järjestöjen kehittämän laskentatyökalun avulla.

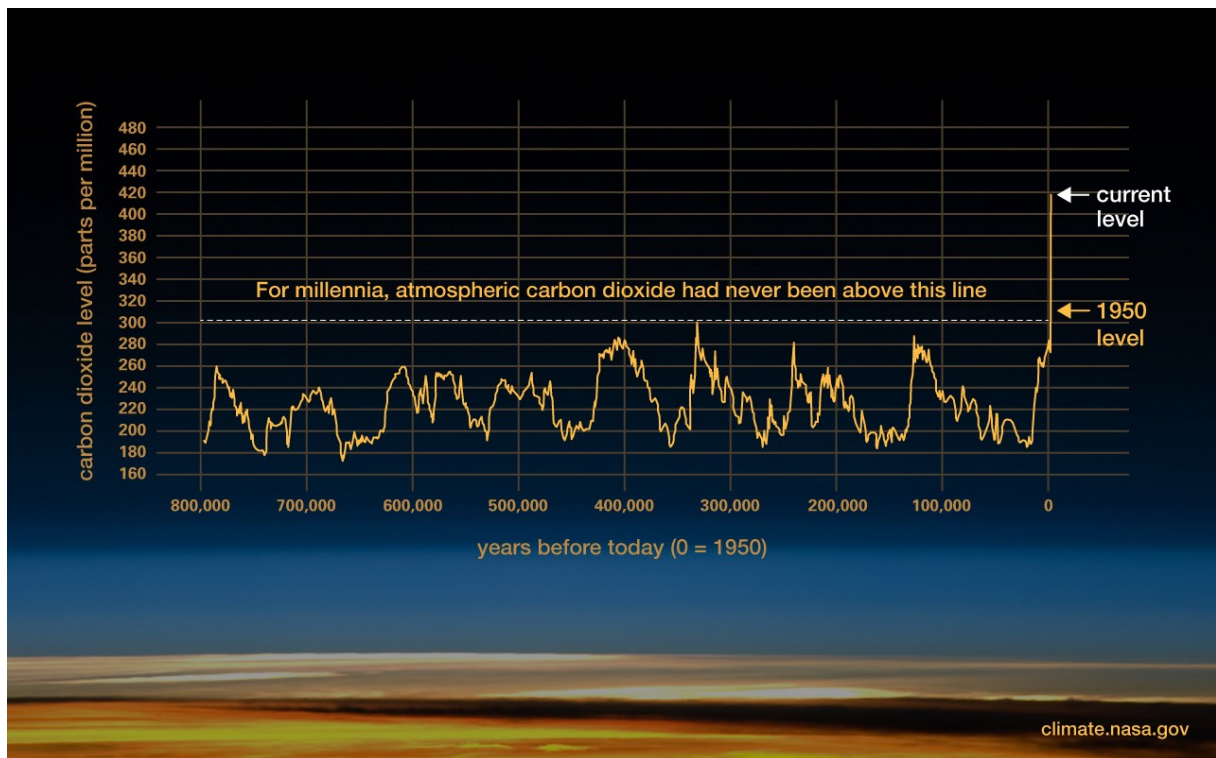
2.1 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutos johtuu kasvihuoneilmiöstä, mikä tarkoittaa yksinkertaistettuna ilmaston lämpenemistä. Ilmaston lämpenemiseen vaikuttaa useita tekijöitä yhdessä. Ilman kasvihuoneilmiötä nykyisen kaltainen elämä maapallolla ei edes olisi mahdollista, joten luonnollisina määrinä kasvihuonekaasut eivät ole haitallisia. (NASA, 2022)

Kasvihuoneilmiössä on kyse siitä, että osa auringosta maahan tulevasta lämmöstä heijastuu avaruuteen, mutta osa imeytyy maahan ja heijastuu ilmakehään lämpönä. Suurin osa lämmöstä kiinnittyy ilmakehässä oleviin kasvihuonekaasuihin ja ajan myötä irtoaa leviten joka puolelle ilmakehää. Osa lämmöstä vapautuu avaruuteen, mutta osa jää ilmakehään lämmittämään maapalloa entisestään. Mitä enemmän kasvihuonekaasuja ilmakehässä on, sitä enemmän lämpöä jää vapautumasta avaruuteen. (NASA, 2022)

Maapallon lämpötilan kohoamisesta juuri ihmisten toiminnan takia on todisteita. Fossiilisten polttoaineiden palaminen lisää hiilidioksidin määrää ilmakehässä ja niitä käytetään edelleen teollisuudessa. Kuvassa 1 on esitetty, kuinka hiilidioksidipitoisuus on kasvanut voimakkaasti 1950-luvun jälkeen. Tästä on päätelty, että ilmaston lämpeneminen ei johdu pelkästään auringon säteilystä. Kuvaaja perustuu jäänäytteisiin, joita tutkimalla on voitu päätellä, millainen ilmasto on ollut kauan sitten. (NASA, 2022)

Kuva 1. Jääkairanäytteistä saatujen todisteiden vertaus uudempiin mittauksiin ilmakehästä todistaa ilmaston hiilidioksidipitoisuuden lisääntyneen teollisen vallankumouksen jälkeen (Luthi ym., 2018/2010).

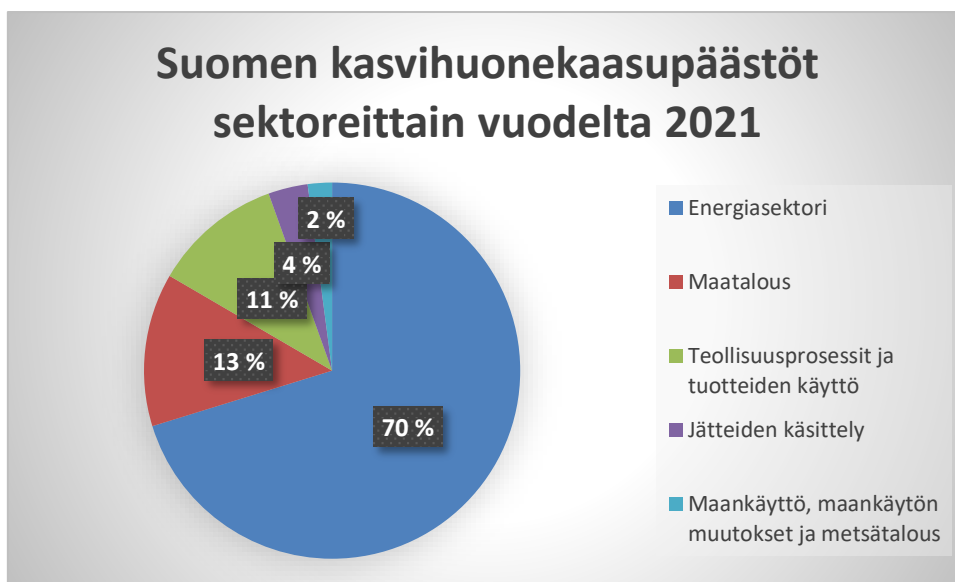


Jäänäytteen kerrokset eroavat toisistaan kemiallisesti ja rakenteellisesti. Uudemman lumen puristaessa aiempia kerroksia kätkeytyy kerroksien sisälle ilmaa silloin olleita kemikaaleja. Ilmakuplien lisäksi jään paksuus kertoo aikaisemmista sääolosuhteista. Kun tiedetään, miten ilmasto on muuttunut menneisyudessa, voidaan tiedon avulla ennustaa helpommin myös tulevaisuuden muutokset. (National Science Foundation, n.d.)

Merkittävin kasvihuonekaasu on vesihöyry, mutta suurimmaksi osaksi luonnon tuottamana se ei ole perimmäinen syy ilmaston lämpenemiseen. Vesihöyry reagoi jo käynnissä olevaan ilmaston lämpenemiseen esimerkiksi nostamalla lämpenevistä meristä lisää vesihöyryä ilmakehään. Ihmisen tuottamista kasvihuonekaasuista merkittävin on hiilidioksidi ja sen nopea lisääntyminen ilmakehässä aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Muita merkittäviä ihmisen tuottamat kasvihuonekaasuja ovat metaani (CH_4), dityppioksidi (N_2O) ja kloorifluorihilivedyt (CFC). Etenkin fossiilisten polttoaineiden käyttö, mutta myös maan raivaaminen maatalouskäyttöön ja teollisuuden lisääntyminen, ovat lisänneet hiilidioksidin

määrää ilmakehässä. (NASA, 2022). Infra-alan suurimmat päästöt syntyvät polttoaineen palamisesta, jolloin merkittävimmät kasvihuonekaasut ovat hiilidioksidi, typpi, hiilimonoksidi ja hiilivedyt. Lisäksi pienempinä osuuksina vapautuu pienhiukkasia, hiilivetyä, typpioksiduulia ja rikkidioksidia. Kuvassa 2 näkyy Suomen suhteelliset kasvihuonekaasupäästöt eri sektoreilla. Energiasektorin osuus oli 70 %, mikä on huomattavasti muita suurempi. Esimerkiksi teollisuus ja rakentaminen sisältyvät tähän. Teollisuuden osuus oli 11 %, maatalouden 13 %, jätteiden käsittely 4 % ja maankäyttö 2 %. (Tilastokeskus, n.d.-b)

Kuva 2 Vuoden 2021 Suomen kasvihuonekaasupäästöt sektoreittain. (Tilastokeskus, n.d.-b)



Ilmaston lämpeneminen johtuu ihmisten toiminnasta, joten omalla toiminnalla pystytään vaikuttamaan ilmastonmuutoksen etenemiseen. Lämpeneminen aiheuttaa muun muassa sään ääri-ilmiöiden yleistymistä. Esimerkiksi rankkasateet yleistyvät, kun toisaalla kuivuus lisääntyy. Talvista tulee vähälumisempia ja kylmyys vähenee. Eläinlajien elinalueet muuttuvat ja osa lajeista voi myös kuolla sukupuuttoon sen vuoksi. Viimeistään merenpinnan nousu pakottaa ihmisiäkin muuttamaan vesistöjen läheltä kauemmas. (Amanatidis, 2021)

Ilmaston keskimääräinen lämpeneminen jo puolellatoista celsiusasteella esiteolliseen aikaan verrattuna aiheuttaa peruuttamattomia muutoksia ympäristössämme (Amanatidis, 2021). Pariisin ilmastopimuksen tavoitteena on pitää maapallon lämpeneminen reilusti alle 2

asteen, pyrkien 1,5 asteeseen. Lämpötilan jäädessä alle 1,5 asteen ilmastonmuutoksen seuraukset olisivat pienemmät. (European Commission, n.d.-a) Viimeinen vuosikymmen on ollut noin 1,1 astetta lämpimämpi kuin esiteollisella ajalla. 1,5 asteen lämpeneminen ylitetään näillä näkymin 2030-luvulla. (Ympäristöministeriö, 2021)

2.2 Sopimukset ilmastonmuutoksen torjumiseksi

YK:n ilmastonmuutosta koskeva puitesopimus solmittiin yli 150 valtion kesken vuonna 1992 ja se astui voimaan 1994. Voimaanastumisvuonna myös Suomi hyväksyi sopimuksen. Puitesopimuksessa tavoitteena on hillitä kasvihuonekaasupitoisuuksia tinkimättä kestävästä taloudellisesta kehityksestä. (Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimus, 61/1994)

Vuoden 1997 ilmastokokouksessa laadittiin Kioton pöytäkirja, jonka Suomi allekirjoitti vuoden kuluttua. Kioton pöytäkirja velvoitti sopimuksen osapuolia noudattamaan sopimuksessa mainittuja määräyksiä. Kioton sopimus astui voimaan 2005. (Tasavallan presidentin asetus ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimuksen Kioton pöytäkirjan voimaansaattamisesta sekä pöytäkirjan lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta annetun lain voimaantulosta 13/2005) Kioton pöytäkirja ei ole ollut voimassa vuoden 2020 jälkeen. Sen sijaan Pariisin sopimus koskee Kioton pöytäkirjan jälkeistä aikaa, eli vuodesta 2020 eteenpäin. (Ilmasto-opas, 2022)

Pariisin ilmastosopimuksessa pyritään pitämään ilmaston lämpeneminen alle 2 celsiusasteen esiteolliseen aikaan nähden, tähdäten 1,5 celsiusasteeseen. Tavoitteena on lisäksi tukea maiden toimia vähentää päästöjä ja auttaa sopeutumaan ilmastonmuutokseen. Pariisin sopimus on ensimmäinen maailmanlaajuinen, oikeudellisesti sitova ilmastosopimus ja se tuli voimaan 2016. Lähes 190 maata on allekirjoittanut Pariisin ilmastosopimuksen, mukaan lukien EU-maat. Ilmastosopimuksen toteutumista seurataan viiden vuoden välein, jolloin myös asetetaan seuraaville vuosille uudet tavoitteet. Ideana olisi saada sopimuksen osapuolet kommunikoimaan keskenään, millä keinoin he aikovat päästä ilmastotavoitteisiinsa. Pariisin sopimus on keskeinen väline hiilineutraaliuden saavuttamiseksi vuosisadan jälkipuoliskolla. (European Commission, n.d.-a) Hiilineutraalius

tarkoittaa sitä, että kasvihuonekaasupäästöt ovat yhtä suuret tai pienemmät kuin hiilinielut. Hiilinielulla tarkoitetaan asiaa tai toimintaa, joka sitoo itseensä kasvihuonekaasuja, kuten esimerkiksi metsät ja meret. (Euroopan parlamentti, 2022)

Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tarkoitus on päästä hiilineutraaliuteen muun muassa sijoittamalla ympäristöystävälliseen teknologiaan, tukemalla uusia ilmastonmuutosta torjuvia keksintöjä, auttamalla vähentämään eri alojen hiilipäästöjä ja lisäämällä rakennusten energiatehokkuutta. Hiilineutraaliustavoite asetettiin vuonna 2019 EU:n johdon toimesta. Euroopan unionissa hiilineutraaliuteen pyritään pääsemään vuonna 2050. (European Council, 2021) Hiilineutraaliutta ei voida saavuttaa pelkällä päästöjen vähentämisellä, joten jäljelle jäävät päästöt kompensoidaan niin, että syntyvät päästöt sidotaan esimerkiksi hiilinielujen avulla. Hiilineutraaliustavoite tukee Pariisin sopimusta pitää ilmaston lämpeneminen alle 1,5 celsiusasteessa. (European Commission, n.d.-b)

Päästökaupalla pyritään antamaan teollisuuden aloille mahdollisuus päästä EU:n tavoitteiden mukaiseen päästörajaan. EU-maat voivat käydä päästökauppaa keskenään. Minkä tahansa maan yritys voi myydä päästöoikeuksia, jos omat päästövähennykset ylittävät asetetun tavoitteen. Päästökaupan tarkoitus on kuitenkin olla viimeinen vaihtoehto päästöjen vähentämiselle etenkin, jos päästöjä pystytään vähentämään halvemmalla kuin mitä päästöoikeudet tulisivat maksamaan. (Työ- ja elinkeinoministeriö, n.d.)

Eurooppalainen ilmastolaki on asetettu ohjaamaan kehitystä hiilineutraaliin suuntaan Euroopan vihreän kehityksen ohjelman mukaisesti. Vuosien 2030 ja 2050 ilmastotavoitteet ovat ilmastolain mukaan sitovia. (Ympäristöministeriö, n.d.) Vuoden 2020 ympäristötavoitteet olivat kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, uusiutuvien energiamuotojen käytön lisääminen ja energiatehokkuuden lisääminen 20 %. Tämä EU:n ympäristötavoite hyväksyttiin 2009. (European Commission, n.d.-c) Euroopassa vuoden 2020 päästövähennystavoite ylitettiin kahdella prosentilla jo vuonna 2017 (henkilökohtainen tiedonanto, Keränen S., oppimateriaali kurssilta Ilmastonmuutoksen perusteet, 2022). Euroopan unionin vuoden 2030 tavoite on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 55 % verrattuna 1990-lukuun. (Ympäristöministeriö, n.d.)

EU:n sopeutumisstrategia on yhtä lailla tärkeä osa EU:n ilmastopolitiikkaa.

Sopeutumisstrategia astui voimaan 2021 ja sen päätavoitteet ovat parempi ja nopeampi sopeutuminen ilmastonmuutokseen sekä EU:n sisällä että kansainvälisesti. (European Commission, n.d. -d)

2.3 Suomea koskevat, ilmastonmuutokseen liittyvät lait

Suomi on asettanut useita tavoitteita toimille ilmastonmuutoksen torjumiseen. Vuoteen 2030 mennessä tavoitteena on vähentää päästöjä 60 % vuoden 1990 tasoon verrattuna. Hiilineutraalius pyritään saavuttamaan 2035. Vuonna 2040 kasvihuonekaasuja tulisi vähentää 80 % vuoden 1990 tasoon verrattuna. Vuonna 2050 tavoite on 90 % pyrkien 95 % päästöjen vähennykseen. (Ilmastolaki 423/2022)

Ilmastolainsäädännössä selitetään Suomen ympäristötavoitteet, kuten hiilineutraalius. Laissa ei kuitenkaan määrätä keinoja saavuttaa tavoitteet. Ilmastolaki velvoittaa vain viranomaisia. Valtioneuvos hyväksyy kerran vuodessa keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelman. (Ilmastolaki 423/2022)

Ympäristönsuojelulaki 527/2014 on tullut voimaan vuonna 2014 ja se kumosi vuoden 2000 ympäristönsuojelulain. Nykyisen ympäristönsuojelulain tarkoituksena on vähentää ympäristövahinkoja, torjua ilmastonmuutosta ja edistää luonnon kestävyttä. (Ympäristönsuojelulaki 527/2014)

Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma, lyhennettynä KAISU, valmistellaan ja hyväksytään valtioneuvoston ja ympäristöministeriön toimesta kerran vaalikaudessa. Suunnitelman laatiminen vaalikausittain on määrätty ilmastolaissa. KAISUlla vaikutetaan päästökaupan ulkopuolisen sektorin toimenpiteisiin, kuten liikenteeseen, rakennusten erillislämmitykseen, työkoneisiin ja jätehuoltoon. KAISUn avulla halutaan siis vähentää päästökaupan ulkopuolisten sektoreiden päästöihin. KAISUssa on nimetty tehtävät toimenpiteet, jotta Suomen 2030 päästötavoite ja 2035 hiilineutraaliustavoite saavutetaan. (Valtioneuvosto, 2022) Tällä edistetään myös Pariisin sopimuksen täyttymistä (Ilmastolaki 423/2022).

Suomessa on vahvistettu ensimmäinen kansainvälinen ilmastonmuutokseen sopeutumista koskeva standardi SFS-EN ISO 14090:2019. Standardit auttavat suunnittelijoita tekemään muuttuvan ilmaston huomioivia ratkaisuja. (SFS, 2019) ISO 14000 -standardisarja sisällyttää esimerkiksi elinkaariarvioinnin, tuotteiden hiilijalanjäljen ja kasvihuonekaasupäästöjen hallinnan (SFS, n.d.).

2.4 Ilmastonmuutoksen ja rakennusalan vaikutukset toisiinsa

Ilmastonmuutoksesta johtuvat sääilmiöiden muutokset vaikuttavat rakennusalaan merkittävästi. Kovien tuulien yleistyminen tulee vaikuttamaan nostotöihin. Rankkasateet koettelevat julkisivuja ja vesikattoja entistä enemmän. Myös muut rakenteet, kuten perustukset ja tiet voivat vaurioitua herkemmin. Sateet voivat tehdä sortumia kaivantoihin. Kaivantojen ja muutenkin työmaan sääsuojaus tulee entistä tärkeämmäksi ilmaston muuttuessa. Sateet vaikuttavat myös kaupunkiympäristöön, sillä nykyinen hulevesiverkosto ei ole mitoitettu lisääntyneelle sademäärälle. (Rakennuslehti, 2008)

Toisaalta ilmaston lämmitessä Suomen pakkasjaksot lyhentyvät, tosin vetistyvät entisestään. Rakennusosalle se tarkoittaa lämmitystarpeiden laskua. Myös roudan syvyys pienenee, mistä voidaan päätellä, ettei putkiakaan tarvitsisi kaivaa yhtä syväälle roudan takia. (Rakennuslehti, 2008)

Rakennusteollisuus RT on tehnyt vähähiilisyyden tiekartan, missä on esitetty keinoja päästä Suomen hiilineutraaliustavoitteeseen vuoteen 2035 mennessä. Tiekarttaa varten selvitettiin nykyinen rakentamisen hiilijalanjälki, mistä se muodostuu sekä mahdolliset hiilijalanjäljen pienentämiseen vaikuttavat ongelmat. Tuotokseksi tuli kahden eri skenaarion pohjalta tehdyt mallit siitä, miten hiilijalanjälki voisi muuttua. (Rakennusteollisuus RT, n.d.)

Merkittävä osa rakennusalan energiankulutuksesta johtuu rakennuksista niiden käytön aikana, joten rakennusten energiatehokkuuden parantaminen ja energiankulutuksen pienentäminen ovat avainasemassa pyrittäessä kohti hiilineutraaliutta. Rakentamisessa tulee kiinnittää huomioita käyttöiän pidentämiseen, esimerkiksi monikäyttöisten tilojen avulla tai entistä paremmalla materiaalien kierrättämisellä (Randell, 2020). Suomessa rakennetun

ympäristön päästöt pystytään perusuraskenaarion mukaan laskea 66 %:iin vuoteen 2035 mennessä, ja 80 %:iin vuoteen 2050 mennessä vuoden 2017 tasosta. Perusuraskenario kuvaa tulevaa kehitystä, jos sääntely pysyy ennallaan, jolloin päästöt vähenisivät tasaisesti. Innovatiiviset ratkaisut -skenaarion avulla voitaisiin päästä jopa 80 % päästövähennykseen jo vuonna 2035, ja 95 %:n vuonna 2050. Toisin sanoen rakennetun ympäristön päästöt voivat olla lähes neutraalit vuonna 2050, jos on pystytty keksimään hyviä ratkaisuja päästöjen vähentämiseen. (Rakennusteollisuus RT, 2020-a)

Etenkin betonin sisältämän sementin valmistuksesta syntyy paljon hiilidioksidipäästöjä. Sementin osuutta on kokeiltu vähentää lisäämällä muiden seosaineiden määrää. Jo toimivia tapoja vähentää betonista syntyviä päästöjä on käyttää uusiutuvia energiamuotoja ja parantamalla energiatehokkuutta. (Tähtinen & Tähkänen, 2021, s. 24) Purettavat betonit voidaan uusiokäyttää infrarakentamisessa rakennekerroksissa. Myös teräksestä syntyy jonkin verran ympäristöpäästöjä, tosin terästä kierrätetään ja uusiokäytetään jo nyt todella hyvin. (Tähtinen & Tähkänen, 2021, ss. 23–27)

Ilmastopaneelin mukaan vuonna 2018 Suomen kasvihuonekaasupäästöt olivat 56,5 Mt CO₂e, ja vuoteen 2035 tämä luku tulisi tiputtaa 21 Mt CO₂e. Kivihiilen käytön kieltämisellä ja siten lopettamisella päästöt vähenisi 6,6 Mt, liikenteestä voidaan vähentää 3,1 Mt, energiatehokkuuden lisäämisellä päästöistä voidaan saada 4,6 Mt pois ja muulla KAISUn toiminnalla voidaan saada 1,65 Mt pois. Edellä mainituista toimista on jo sovittu ja ne ovat toteutuksessa. Vielä ei ole suunnitelmaa, miltä sektorilta 12 Mt vähennetään, kun liikenteestä suunnitellaan vähennettävän vielä 2,6 Mt, turpeen käytöstä 4 Mt ja jätehuollosta 0,6 Mt. (Randell, 2020)

Suurempia työkoneita tarkastellessa päästöjen nopein vähentäminen tapahtuu polttoaineiden vaihtamisella vähäpäästöisempiin vaihtoehtoihin. Uusiutuvan dieselin tai biodieselin käyttö on hyvä vaihtoehto, sillä niiden päästöt ovat pienemmät kuin fossiilisella dieselillä. Tosin biodieselin suuriluokkainen tuottaminen voisi olla pois ruuantuotannosta, etenkin jos käytetään ensimmäisen sukupolven biopolttoainetta, mikä on jo maailmanlaajuisesti käytössä. Ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet tehdään sokeri-, tärkkelys- ja öljypitoisista kasveista, kun toisen ja kolmannen sukupolven biopolttoaineet

valmistetaan kasvi- ja puupohjaisista tuotteista sekä jätteistä ja tähteistä. Kysynnän kasvaessa voidaan joutua käyttämään peltoalaa, mitä muuten käytettäisiin ruuantuotannossa, polttoainetuotantoa varten. Toisaalta biopolttoaineiden lisääntyminen voi hidastaa sähköistymistä, sillä ne pidentävät koneiden käyttöaika, jolloin koneita voi päivittää harvemmin. Työkoneiden sähköistyminen auttaisi työmaiden päästöjen vähentämisessä, mutta tällä hetkellä teknologia ei vielä ole tarpeeksi kehittyntä suurempien työkoneiden sähköistämiseen. Pienkoneiden sähköistyminen voi sen sijaan yleistyä jo 2030-luvulla. Pidemmällä tähtäimellä vanhojen työkoneiden vaihtaminen uudempiin ja siten vähäpäästöisempiin on ilmastonmuutoksen kannalta toivottavaa. (Tähtinen & Tähkänen, 2022, ss. 17–19)

3 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena on olla yritykselle apuväline, jolla laskea heidän kalustonsa päästöt. Laskentatyökalun tulee olla yksinkertainen käyttää ja sen täyttämiseen ei saisi kuluva kohtuuttomasti aikaa, sillä päästöjä on suunniteltu seurattavaksi kuukausittain. Eri kuukausien välisiä eroja ei suoraan pystytä keskenään vertaamaan, sillä työmaat ovat aina erilaisia, mutta ajan mittaan niistä näkee päästöjen kehityksen. RTA-yhtiöillä on yli 60 työkonetta ja sen lisäksi yli 50 pakettiautoa. Kalustosta aiheutuvat hiilidioksidipäästöt ovat yrityksessä kaikkein suurimmat verrattuna materiaaleista tai sähkönkulutuksesta ja lämmityksestä syntyviin päästöihin. Työssä verrataan yrityksen käytössä olevaa kalustonhallintajärjestelmän päästöjenlaskentatoimintoa INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n tekemään laskentatyökaluun ja selvitetään, kumpi on yrityksen tarpeita paremmin vastaava. Päästöjen laskennassa keskitytään etenkin hiilidioksidipäästöihin, sillä toinen ehdolla olevista päästölaskentatyökaluista laskee vain hiilidioksidipäästöt toisen huomioidessa kaikki kasvihuonekaasupäästöt. Pelkkä hiilidioksidipäästöjen määrittäminen riittäisi tässä vaiheessa yritykselle, sillä kalustosta syntyvistä pakokaasupäästöistä suurin vaikutus on hiilidioksidilla. Eli se, antaako laskentatyökalu vastauksen päästöistä hiilidioksidipäästöinä vai hiilidioksidiekvivalentteina, ei vaikuta valintaan poissulkevasti.

Päästöjen laskennasta tehdään yritykselle prosessikuvaus, mikä tulee olemaan varsinainen tuotos. Prosessikuvaus jää yrityksen sisäiseen käyttöön, eli sitä ei julkaista opinnäytetyön

yhteydessä. Prosessikuvauksessa käyn läpi koko toimenpideketjun. Siitä selviää kunkin vaiheen vastuuhenkilö, jotta saadaan yrityksen päästöt laskettua. Yksinkertaistettuna se siis toimii ohjeena päästöjen laskemiseen käytännössä.

4 Päästöjen laskenta eri työkalujen avulla

Koneiden päästöjen laskenta perustuu etupäässä koneen päästöarvoon ja kulutettuun polttoaineeseen tai tehonkäyttöön. Mitä enemmän polttoainetta kuluu tai energiaa käytetään, sitä suuremmat päästöt ovat. Koneen paino ja ajotien kunto vaikuttavat myös kulutukseen ja sitä myötä päästöihin. Koska RTA-yhtiöissä saadaan kulutetut polttoainelitrat ostolaskuista tai polttoainetoimittajien raporteilta, ei esimerkiksi kuorma-autojen kuormien suuruutta tarvitse tässä huomioida.

Euroopan unionissa on alettu säännellä koneiden päästöjä vuodesta 1992 asti. Tällä hetkellä uusien koneiden tulee olla Euro 6 -päästöluokassa (Autotuoajat ja -teollisuus, n.d.). Valmistajien tulee pystyä todistamaan, että uusien koneiden päästöt ovat voimassa olevan euroluokan mukaisia (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 595/2009). Meidän seurannassamme olevat Volvon kuorma-autot ovat Euro 6 -päästöluokan mukaisia.

Päätimme yhdessä RTA-yhtiöiden resurssipäällikön kanssa ottaa seurantaan kolme samanlaista kuorma-autoa ja selvittää niiden avulla, miten yrityksen käytössä oleva kalustonhallintajärjestelmä ja Infran laskentatyökalu toimivat. Kuorma-autot olivat kaikki Volvolta, mutta autot toimivat erilaisissa tehtävissä. Yksi autoista ajaa lyhyttä ajoa, toinen sekä lyhyttä että pitkää ja kolmas enimmäkseen pitkää ajoa. Tarkasteluajanjaksoksi valitsimme vuoden 2022 tammikuusta syyskuun loppuun.

Infran laskentatyökalu perustuu Greenhouse Gas Protocol -standardiin. Standardi on maailmanlaajuinen ja sen avulla yritykset, kaupungit ja jopa valtiot voivat määritellä omia päästöjään. Greenhouse Gas Protocol -standardi jakaa päästöt kolmeen ryhmään: suoriin päästöihin, kuten polttoaineisiin, epäsuoriin päästöihin, kuten ostettuun energiaan ja muihin epäsuoriin päästöihin, kuten jätteisiin. Nämä luokat on nimetty virallisemmin scope 1, 2 ja 3. Scope 1 sisältää suoria päästöjä, scope 2 epäsuoria päästöjä ja scope 3 muita epäsuoria

päästöjä (Greenhouse Gas Protocol, n.d.) Infran laskentatyökalulla lasketaan vain suorat ja epäsuorat päästöt, eli scope 1 ja 2 luokkien päästöt. Scope 3, eli muut epäsuorat päästöt, jäävät laskurin ulkopuolelle. Suorat päästöt ovat omasta toiminnasta syntyviä päästöjä, kun taas epäsuorat päästöt sisältävät ostetun energian, esimerkiksi lämmityksen ja sähkön tuottamisesta syntyneet päästöt. Muita epäsuoria päästöjä ovat muun muassa työmatkaliikenteestä sekä ostettujen palvelujen ja tuotteiden, kuten polttoaineen tuottamisesta syntyneet päästöt. (Heinilä, n.d.) Kuvassa 3 on havainnollistettu päästöjen jakautumista scope 1, 2 ja 3 välillä.

Kuva 3 Greenhouse Gas Protocol -standardin mukaiset päästöloukat (Ecoreal, 2023).



Työkalulla pystyy siis laskemaan työkoneiden päästöt kulutetun polttoaineen mukaan, ajoneuvon päästöt kilometrien mukaan, polttoaineiden ja kylmäaineiden päästöt määrien mukaan sekä ostetusta energiasta syntyvät päästöt. Infran laskentatyökalu on Excel-pohjainen ja se on jaossa Rakennusteollisuuden jäsenyrityksille.

Yrityksen käytössä on kalustonhallintajärjestelmä, mitä käytetään etupäässä kalustonhallinta- ja työajanseurantaohjelmalla, mutta sillä pystyy myös laskemaan päästöjä. Järjestelmällä nähdään yrityksen kaluston sijainti ja käyttöaika seurantalaitteen avulla. Tämä

helpottaa resurssisuunnittelua, kun tiedetään, missä päin mikäkin kone on. Järjestelmään kirjataan myös koneiden huoltojen ajankohdat ja mitä huollot ovat sisältäneet.

4.1 Päästöjen laskenta polttoainekulutuksesta

Infran laskentatyökalun työkone -kohta huomioi koneelle annetun päästöarvon, polttoainelitrat ja koneiden lukumäärän. Otetaan esimerkiksi tela-alustainen kaivinkone. Sen päästöarvon saa Teknologian tutkimuskeskuksen ylläpitämästä Lipasto yksikköpäästötietokannasta, joka tosin poistui käytöstä 1.8.2022. Todellinen arvo voi siis olla toisenlainen, mutta laskurissa on käytetty Lipaston yksikköpäästötietokannassa olevaa arvoa, koska laskurin julkaistaessa tiedot vielä olivat ajankohtaisia. Lipaston yksikköpäästötietokannasta annetaan tela-alustaiselle kaivinkoneelle päästöarvoksi 2672,19 grammaa/polttoainelitra CO_{2e}. Tähän arvoon on laskettu mukaan kaikki kasvihuonekaasupäästöt. Polttoainelitrat ja koneiden lukumäärä tulee kirjata itse. Otetaan esimerkiksi 12345 polttoainelitraa polttoainetta ja 6 kappaletta työkoneita. Päästöarvo, polttoainelitrat ja koneiden lukumäärä kerrotaan kaikki keskenään. Koska laskuri antaa tuloksen tonneina ja tulolla saadaan vasta grammoja, joudutaan saatu tulo jakamaan miljoonalla. Toinen vaihtoehto olisi muuttaa grammat heti kilogrammoiksi ja polttoainelitrat kilolitroiksi ja kertoa ne yhteen lukumäärän kanssa, jotta saataisiin suoraan tonneja vastaukseksi. Kaavassa 1 käsin laskettuna tämä esimerkkitapaus. Kaava on päätelty Infran laskentatyökalun pohjalta. Kuvassa 4 on kuvakaappaus Infran laskentatyökalusta samasta esimerkkitapauksesta. Siitä näkee, että tulokseksi on saatu sama luku, eli päätelty kaava toimii.

Kaava 1. Litroiin perustuva päästöjen laskenta. (Lipasto, n.d.)

$$\left(2672,19 \frac{g}{l} CO_{2e} * 12345 l * 6 lkm\right) : 1\,000\,000 = 197,93 t CO_{2e}$$

Kuva 4. Kuvakaappaus Infran laskentatyökalusta esimerkkitapauksen tiedoilla.

TYÖKONE	POLTTOAINEEN MÄÄRÄ VUODESSA/TYÖKONE [l/a]	TYÖKONEIDEN LKM	PÄÄSTÖT CO ₂ -ekv [t/a]
Kaivukoneet, tela-alustaiset	12345	6	197,93

Tutkiessani vuoden 2022 päästökertoimia halusin selvittää, minkä vuoden päästökertoimia Infran laskentatyökalu käyttää ja löysin samat päästökertoimet tilastokeskuksen vuoden 2020 polttoaineluokituksista. Eli oletan työkalun tehdyksi vuonna 2020. Silloin dieselöljyn päästöiksi saatiin noin 2,20 kg/l CO₂e, jolloin 1000 litran dieselöljyn päästöt olivat 2,20 tonnia CO₂e.

Dieselin, kuten muidenkin polttoaineiden päästökerroin saadaan laskettua lämpöarvon GJ/t, oletustiheyden t/m³ ja hiilidioksidin oletuspäästökertoimen t/TJ avulla. Nämä arvot saa haettua Tilastokeskuksen polttoaineluokitus -sivulta. Vuoden 2022 polttoaineluokituksen mukaan dieselöljyn päästökerroin on 1,87 kg/l, kuten kaavassa 2 on laskettu. Vuoden 2022 polttoaineluokituksen mukaan 1000 litran dieselöljyn päästöt ovat siis 1,87 tonnia CO₂e. Kaava on otettu Infran laskentatyökalusta välilehdeltä ”päästökertoimet”, jossa on kirjoitettu auki työkalussa käytetyt päästökertoimet.

Kaava 2. Infran laskentatyökalusta otettu kaava päästökertoimen laskemiseen.

$$\left(42,7 \frac{GJ}{t} : \left(1 : 0,804 \frac{t}{m^3}\right) : 1000\right) * 54,6 \frac{t}{TJ} = 1,87 \text{ kg/l}$$

4.2 Päästöjen laskenta kilometreistä

Infran laskentatyökalu laskee ajoneuvojen matkat puolitäysillä kuormilla, eli puolet matkasta täydellä kuormalla ja puolet tyhjällä. Järkevää olisi olla kulkematta yhtään matkaa tyhjällä kuormalla. Tällöin päästöjen laskemiseen tarvittaisiin tarkkoja reittitietoja ja niiden mukaan laskeminen kestäisi kauan RTA-yhtiöiden kaluston määrän huomioon ottaen, sillä enää ei voitaisikaan hyödyntää Infran laskentatyökalua.

Kuten luvussa 4.1 esitetyt työkonien polttoaineen mukaiset päästöarvot, myös ajoneuvojen kilometriperusteiset päästöarvot on hankittu Lipaston sivuilta. Päästöt on merkitty yksikössä g/km. Esimerkiksi taajamassa ajavan maansiirtoauton päästöt ovat tyhjän kuorman kanssa 838 g/km CO₂e ja täydellä kuormalla 1384 g/km CO₂e. Jos määritetään esimerkkimatkan pituudeksi yhteensä 15 000 km, niin matkasta syntyvät päästöt ovat 16,67 t CO₂e, kuten kaavalla 3 on saatu. Kaava on päätelty Infran laskentatyökalun avulla.

Miljoonalla jakamiseen on sama syy kuin polttoainekulutuksen esimerkissä oli, eli vastaukseksi saadun arvon muuttaminen tonneiksi. Kuvassa 5 on kuvakaappaus Infran laskentatyökalusta päästöjen laskennasta kilometreihin perustuen. Tästä taas näkee, että käsin laskettuna vastaus on sama Infran laskentatyökalun tuloksen kanssa.

Kaava 3. Kilometreihin perustuva päästöjen laskenta (Lipasto, n.d.).

$$\left(838 \frac{g}{km} + 1384 \frac{g}{km} \right) / 2 * 15\,000 \text{ km} / 1\,000\,000 = 16,67 \text{ t CO}_2e$$

Kuva 5. Kuvakaappaus Infran laskentatyökalusta.

AJONEUVO	KILOMETRIT VUODESSA/AJONEUVO [km/a]	AJONEUVOJEN LKM	PÄÄSTÖ CO2-ekv [t/a]
Maansiirtoauto ilman perävaunua, taajama	15000	1	16,67

4.3 INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n tekemän työkalun ajantasaisuuden tarkastus

Sain RTA-yhtiöiltä vuoden 2021 kokonaispäästöraportin, mistä näkyi polttoaineiden määrä ja sähkön ja kaukolämmön kulutus. Idea siinä on ollut sama kuin INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n yhdessä tekemässä päästölaskentatyökalussa. RTA-yhtiöt olivat tehneet raportin itse INFRA ry:n ohjeiden mukaan kokoamalla tiedot yhteen kerralla. Siirsinkin raportista saadut polttoainelitrat Infran laskentatyökaluun, jotta päästöjä voitiin vertailla. Tarkistin vielä, mitä polttoainepäästöjä tulisi, jos laskisin ne käsin vuoden 2021 päästökertoimien perusteella. Toisin sanoen vertasin, mitä sama litramäärä tuottaisi päästöjä vuoden 2021 päästöarvoilla laskiessa, kuin mitä päästöjä RTA-yhtiöt laskivat vuonna 2021 ja mitä päästöjä Infran laskentatyökalu antaisi. Vuoden 2021 päästöarvot laskin kaavan 2 avulla. Dieselin päästöarvoksi sain 2,23 kg/l, moottoribensiinin päästöarvoksi 2,07 kg/l ja kevyelle polttoöljylle 2,55 kg/l. Käytin päästöjen laskennassa RTA-yhtiöiden vuoden 2021 polttoainelitroja, jotta tulokset olisivat keskenään vertailukelpoiset, siispä vain päästökerroin on muuttunut alla olevassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Vertailussa RTA-yhtiöiden vuoden 2021 päästöt, vuoden 2021 päästöarvolla lasketut päästöt ja Infran laskentatyökalulla lasketut päästöt samoilla litroilla.

polttoaine	Diesel	Moottoribensiini	Kevyt polttoöljy	Yhteensä
Vuoden 2021 päästökertoimilla lasketut päästöt vuoden 2021 litroista	919,77 t CO ₂ e	11,09 t CO ₂ e	572,38 t CO ₂ e	1503,24 t CO ₂ e
Infran laskentatyökalusta saadut päästöt vuoden 2021 litroista	908,39 t CO ₂ e	11,16 t CO ₂ e	590,14 t CO ₂ e	1509,70 t CO ₂ e
RTA-yhtiöiden vuoden 2021 päästöt	999,37 t CO ₂ e	11,97 t CO ₂ e	575,84 t CO ₂ e	1587,17 t CO ₂ e

Kappaleessa 4.1. todettiin, että Infran laskentatyökalu on käyttänyt vuoden 2020 päästöluokitusta. Siispä taulukosta näkee, että vuoden 2020 ja 2021 polttoaineiden päästöluokituksissa ei ole suurta eroa. RTA-yhtiöt tosin olivat määritelleet päästönsä noin 80 tonnia suuremmiksi, eli oletettavasti silloin on huomioitu pelkän polttoainekulutuksen lisäksi jotain muuta. Suurin päästöero eri laskentamallien välillä oli dieselissä. Vaikka Infran laskentatyökalu käyttää vuoden 2020 päästökertoimia, voidaan sitä edelleen hyödyntää, vaikka vuoden 2022 päästökertoimet ovat vielä hieman matalammat kuin vuonna 2021. Se, miksi päästökertoimet ovat nyt pienemmät kuin pari vuotta sitten johtuu siitä, että polttoaineiden päästökertoimissa on nyt huomioitu bio-osuus aikaisempaa paremmin (Tilastokeskus, n.d.-a).

4.4 Päästöjen laskenta yrityksen kalustonhallintajärjestelmän avulla

Sain selville kalustonhallintajärjestelmän yhteyshenkilöltä, että järjestelmän kautta pystyy tällä hetkellä laskemaan sekä kilometreihin että käyttöaikaan perustuvia päästöjä.

Järjestelmä vaatii, että koneille lisätään valmistajan antama päästöarvo, jotta se laskee päästöt itse keräämiensä tietojen pohjalta. Se ei laske päästöjä kulutetun polttoaineen avulla vaan kilometri- tai tuntiperusteisesti. Päästöarvoksi järjestelmään merkittiin kuorma-autolle 1,16 kg/km. Satunnaisella päivällä kuorma-auto on ajanut 36 km, jolloin järjestelmän mukaan päästöiksi on saatu 41,76 kg CO₂. Järjestelmä laskee päästöt päästöarvon ja kilometrit kertomalla. Aikaisemmin määritellyllä kaavalla 3 kyseisen matkan päästöt ovat samat mitä järjestelmästä saatiin.

Kaava 3 uusilla arvoilla. Kilometreihin perustuva päästöjen laskenta.

$$1160 \frac{g}{km} * 36 km / 1000 = 41,7 kg CO_2$$

1160 g/km on järkevä päästöarvo kuorma-autolle, sillä Lipaston tietokannasta saatu kuorma-auton päästöarvo on 1111 g/km. Samoilla koneilla tulisikin olla samansuuruiset päästöarvot. Lipastosta sai vain täyden ja tyhjän kuorman päästöarvon kuorma-autolle, joten laskin keskiarvon summaamalla tyhjän kuorman päästöarvon 838 g/km CO_{2e} ja täyden kuorman päästöarvon 1384 g/km CO_{2e} yhteen ja jakamalla tuloksen kahdella.

Yrityksen kalustonhallintajärjestelmästä saa otettua raportin, johon voi määrittää, mitä tietoja raportissa näkyy. Raportissa näkyvän ajanjakson pystyy itse määrittämään, mutta raportin saa otettua vain konekohtaisesti. Järjestelmä ei siis tee yhteenvetoa kaikista siinä olevien koneiden päästöistä. Jos halutaan koko kaluston päästöt, kuten opinnäytetyössäni on tavoitteena, tulisi jokaisen koneen raportti ottaa erikseen ja yhdistää tulokset jossain muualla, vaikka Excelissä. Koska RTA-yhtiöillä on reilu sata ajoneuvoa ja työkonetta, näiden yhdistäminen käsin kerran kuukaudessa olisi aivan liian hidasta ja työlästä.

5 RTA-yhtiöiden päästöjen laskenta

Aloitin päästöjen laskennan keräämällä kilometrejä ja tankattuja litroja kolmesta valitusta kuorma-autosta kuukausittain. Kilometrit sai sekä yrityksen kalustonhallintajärjestelmästä että Volvon omasta ohjelmasta, Volvo Connectista. Yrityksen järjestelmästä sain kilometrimääräksi näiltä kolmelta koneelta yhteensä reilu 163000 kilometriä ja Volvo Connectista vajaat 168000 kilometriä, eli Volvon mukaan ajokilometrejä tuli yhdeksässä kuussa reilu 4000 kilometriä enemmän.

Volvo Connectista sai myös kulutetut polttoainelitrat ja arviot CO₂-päästöistä.

Polttoainelitrat löytyivät lisäksi ostolaskuilta tuotannonhallinnasta tai polttoainetoimittajan sivuilta. Ostolaskuista tai polttoainetoimittajan sivuilta saadut litrat ovat kuitenkin lähempänä oikeaa kuin Volvo Connectista saadut, sillä ne tulevat polttoainetoimittajilta. Itse koin helpoimmaksi etsiä polttoaineet laskuilta kuorma-autojen numeron perusteella, jotta sain kaikki näille ajoneuvoille tehdyt tankkaukset. Kaikki polttoainelitrat on helppoa saada polttoainetoimittajien sivuilta ja näin tämä tullaan jatkossakin hoitamaan, kun ei tarvitse valikoida vain tiettyjä koneita. Polttoainetoimittajien sivuilta saa valittua aikavälin, jota halutaan tarkastella ja halutessaan sieltä saa Excel-pohjaisen raportin. Volvo Connectista ja ostolaskuista saadut litrat erosivat toisistaan koko ajanjaksolla vain parilla sadalla litralla, tosin yhtenä kuukautena eroa oli lähes 3000 litraa. Syytä suureen eroon en löytänyt. Koska polttoainelitrat olivat kuitenkin niin lähellä toisiaan, koin että tällä ei ollut suurta merkitystä.

Pienkoneiden tankkaukset jäävät yrityksen nykyisen kalustonhallintajärjestelmän ulkopuolelle. Työmailla yrityksellä on usein isompi tankki, joka on kohdennettu tietyille koneelle. Tankista voidaan kuitenkin tankata koko työmaan kalustoa, eikä tankkauksia yksilöidä työkoneiden välillä, joten kohdennuksen tarkkuus kärsii tässä vaiheessa.

Polttoaineen jakauma kuitenkin tasaantuu pidemmällä aikavälillä, kun muiltakin työmaiden tankeilta tankataan useammalle koneelle. Tankin jakaminen työmaan kesken vaikuttaisi negatiivisesti, jos haluttaisiin seurata yksittäisen koneen päästöjä. Yrityksen kokonaispäästöjen laskentaan tämä ei kuitenkaan vaikuta, sillä ostetut polttoainelitrat tulee joka tapauksessa jollain koneella käyttöön.

5.1 Eri laskentatyökalujen vertailu lasketuilla päästöillä

Vertailin, minkä suuruisia päästöjä yrityksen kalustonhallintajärjestelmä, Volvo Connect sekä Infran laskentatyökalu antoivat. Volvon ohjelmasta sain kokonaispäästöiksi näille kolmelle koneelle vajaat 250 tonnia CO₂. Infran laskentatyökalulla polttoaineet laskemalla sai reilut 220 tonnia CO₂e. Kalustonhallintajärjestelmästä sain kuorma-autoille päästöiksi yhteensä noin 190 tonnia CO₂. Taulukossa 2 on koottu kunkin ohjelman antamat päästöt eriteltyinä kuorma-autoille.

Taulukko 2. Kuorma-autojen päästöt ohjelmittain vuoden 2022 tammikuusta syyskuuhun.

Ohjelma	Kuorma-auto 1 (pitkiä matkoja, noin 7900 km)	Kuorma-auto 2 (keskipitkiä matkoja, noin 6400 km)	Kuorma-auto 3 (lyhyitä matkoja, noin 4400 km)	Kokonaispäästöt ohjelmittain
Volvo Connect	111 t CO ₂	83 t CO ₂	53 t CO ₂	247 t CO ₂
Kalustonhallintajärjestelmä	81 t CO ₂	61 t CO ₂	47 t CO ₂	189 t CO ₂
Infran laskentatyökalu	99 t CO ₂ e	76 t CO ₂ e	48 t CO ₂ e	223 t CO ₂ e

Taulukosta huomataan, että Volvo Connect työkalulla on saatu suuremmat päästöt kuin kahdella muulla laskentatyökalulla, vaikka Infran laskentatyökalu ilmoittaa päästöt hiilidioksidiekvivalentteina. Volvo Connect laskee päästöt polttoainekulutuksen mukaan, kun kalustonhallintajärjestelmä laskee kilometrien perusteella. Infran laskentatyökaluun kirjataan itse polttoainelitrat tai kilometrit. Kalustonhallintajärjestelmän kilometriperusteinen vastaus ei välttämättä ole yhtä tarkka kuin Volvo Connectin

kulutukseen perustuva, sillä järjestelmään ei ole merkitty kuorman painoa, mikä vaikuttaa kilometrien mukaan laskettaviin päästöihin. Järjestelmä on ilmeisesti arvioinut jatkuvan kuorman olevan hieman alle puolillaan, vaikka todellisuudessa kuorma-auto on voinut ajaa suurimmaksi osaksi melko täysillä kuormilla, eli ottanut viereiseltä työmaalta kuorman seuraavaan paikkaan.

Volvo Connectista saa vain Volvojen päästöt, eli koko kaluston päästöjä sillä ei voida laskea. Halusin silti ottaa sen näkyviin taulukkoon, sillä suuremmalla otannalla pystytään tarkemmin arvioimaan päästöjen suuruusluokka. Volvo Connectin ja Infran laskentatyökalun päästöt ovat likimain samansuuruiset. Lipaston tietokannasta katsottuna taajamassa täydellä kuormalla ajavan kuorma-auton keskimääräiset hiilidioksidipäästöt ovat 1374 g/km ja hiilidioksidiekvivalenttipäästöt puolestaan 1384 g/km, eli muiden kuin hiilidioksidin osuus on alle 1 % hiilidioksidiekvivalenttipäästöistä. Tämän takia näitä laskentaohjelmia voidaan vielä verrata keskenään, vaikka Infran laskentatyökalu huomioi hiilidioksidin lisäksi muita kasvihuonekaasuja, toisin kuin yrityksen kalustonhallintajärjestelmä.

Infran laskentatyökalussa hyvää on sen helppous ja yksinkertaisuus. Excel -pohjaisena sen voi täyttää kuka vain, kunhan oikeat tiedot ovat saatavilla. Laskentatyökalussa on vain kaksi välilehteä, joihin voidaan kirjata tietoja, jolloin laskenta tulee olemaan myös nopeaa. Päästölaskentatyökalusta saa sitä tarkemmat tiedot, mitä eritellymmin ne sinne kirjaa, sillä koneilla ja polttoaineilla on eri päästökertoimia. Valitettavasti tiedon erittely eri konetyypeille on aikaa vievää, jolloin osaa työkalusta ei pääse kunnolla hyödyntämään, ellei halua lähteä arvioimaan suuruuksia. Mahdollista on myös kerätä pelkästään polttoainemäärät ja katsoa päästöt vain niiden mukaan. Infran laskentatyökalussa käytetyt päästökertoimet ovat vuodelta 2020, eli ne ovat käytännössä jo vanhoja. Päästökertoimet on kerätty tilastokeskukselta ja VTT:n Lipasto-tietokannasta. Työkalua voi silti hyvin käyttää, onhan se vielä jaossa Rakennusteollisuuden jäsenyrityksille.

Hyvää kalustonhallintajärjestelmässä on sen helppous; se kerää itse loput tiedot päästölaskentaan, kun on itse ensin kirjannut päästöarvon. Toiseksi se on jo yrityksessä käytössä, eikä siis tarvitsisi ottaa uutta ohjelmaa tai tiedostoa käyttöön. Huono puoli järjestelmässä on se, ettei päästöjä saa koko kalustosta yhteen raporttiin, vaan raportit

täytyy ottaa jokaiselta koneelta erikseen ja yhdistää itse. Järjestelmä antaa käyttäjälle suuren vastuun merkitä oikea päästöarvo koneille, sillä sen avulla ne päästöt lasketaan. Käyttäjän siis pitää itse tietää, mikä on kyseisen koneen päästöarvo tai mistä sen tiedon saa. Koneen valmistaja määrittelee päästöarvon omalle koneelle, eli valmistajan sivuilta saadaan tietää koneen päästöarvo.

5.2 Päästöjen laskentatyökalun käyttöönotto

Päädymme ottamaan INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n tekemän laskentatyökalun yrityksen käyttöön, koska sillä saa päästöistä suoraan yhteenvedon. Yrityksen kalustonhallintajärjestelmästä sen sijaan saa vain konekohtaiset raportit, jotka pitäisi itse yhdistää saadakseen kokonaispäästöt. Opinnäytetyössäni haluttiin seurata nimenomaan kokonaispäästöjä, sillä RTA-yhtiöt haluavat seurata koko kaluston päästöjä kuukausittain tästä eteenpäin. Jos pääpaino olisi ollut päästöjen vähentäminen, olisi koneittain eriteltyt päästöt olleet tärkeämpiä tietää. Tällöin olisi voitu vertailla koneita keskenään ryhmittäin, ja siten pystytty löytämään suurimmat päästölähteet. Lisäksi Infran laskentatyökalua on helppo ja nopea käyttää, kun tietää tarvittavat lähtöarvot, sillä täytettäviä kohtia ei ole paljon. Jos kalustonhallintajärjestelmästä olisi saanut koko kaluston päästöt laskettua, olisi se voinut olla parempi käyttää kaluston päästöjen laskennassa, sillä ohjelma on jo muuten yrityksen käytössä, eikä sinne päästöarvon jälkeen tarvitse merkitä mitään muuta. Infran laskentatyökalulla voi lisäksi halutessaan laskea ostetun energian päästöt, eli sähkön ja lämmityksen tuottamisesta syntyneet päästöt, mitä ei kalustonhallintajärjestelmällä olisi pystynyt tekemään. RTA-yhtiöillä ostoenergian osuus päästöistä on hyvin pieni; viime vuonna osuus oli noin 4 %. Tänä vuonna tammikuusta syyskuuhun ostoenergian osuus on ollut vajaat 5 %. Loput tähän huomioidut päästöt syntyvät polttoainekulutuksesta. Toki myös materiaaleista tulee päästöjä, mutta se jätettiin päästölaskennan ulkopuolelle, sillä kokonaispäästöjä laskiessa olisi pitänyt huomioida kaikkien työmaiden materiaalit.

6 Prosessikuvaus päästölaskennasta

Prosessikuvauksen tein PowerPoint-pohjaan, sillä muutkin yrityksen prosessit on tehty niin. Prosessikuvauksen tarkoitus on olla ohje, jota noudatetaan RTA-yhtiöissä. Alkuun kirjoitin,

että päästölaskennassa käytetään avuksi Infran laskentatyökalua, eikä prosessissa käydä läpi menetelmiä vähentää päästöjä, vaan pääpaino on nimenomaan päästöjen laskennassa. Sen jälkeen kerroin, mistä kaikki laskentaan tarvittava tieto löytyy ja kuka tai ketkä on mistäkin vaiheesta vastuussa. Eli polttoainelitrat saadaan helpoiten polttoainetuottajien sivuilta, minkä kerääminen yhteen on taloushallinnon vastuulla. Taloushallinnon on myös helpoin lisätä polttoainemäärät suoraan taulukkoon, sillä siinä täytyy vain valita oikea polttoainelaatu ja kirjata polttoainemäärä oikeaan kohtaan. Prosessiesitykseen kirjoitin, että yrityksen käyttämät polttoaineet löytyvät laskentatyökalusta nimillä dieselöljy, moottoribensiini ja kevyt polttoöljy. Ostoenergian kulutukset tulevat näkyviin energiantuottajien sivuille ja muun muassa talousjohtajalla on pääsy sinne. Sähkön ja kaukolämmön kulutus lisätään laskentatyökaluun "scope 2" -välilehdelle. Laskurista saa yhteenvedon saman nimiseltä välilehdeltä. Prosessiesitykseen laitoin vielä kuvan polttoaineen laskennasta ja yhteenvetosivun alusta. Prosessikuvaus tulee löytymään yrityksen Sharepointista, josta sitä voidaan käydä katsomassa ja tarpeen mukaan muokkaamassa, kun tulevaisuudessa menetelmät muuttuvat. Prosessiesitys jää yrityksen sisäiseen käyttöön.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyöni tavoite oli ottaa käyttöön RTA-yhtiöille sopiva päästöjenlaskentatyökalu, määrittää päästöjenlaskentaprosessi yrityksen sisällä ja tehdä prosessista esitys, joka tulee toimimaan ohjeena yritykselle. Opinnäytetyössä sain tutustua ilmastonmuutoksen syntyyn ja sen hidastamiseksi tehtäviin toimenpiteisiin rakennusalalla. Pääsin myös tutustumaan erilaisiin päästöjenlaskentatyökaluihin ja tutkimaan, miten päästöjä lasketaan. Saimme yhdessä valittua kahdesta vaihtoehdosta sen työkalun, jota RTA-yhtiöt alkavat käyttää apuna päästöjenlaskennassa. Tähän valikoitui INFRA ry:n ja Rakennusteollisuus RT ry:n yhdessä tekemä laskentatyökalu. Kuukausittaiseen kokonaispäästöjen laskentaan työkalu on riittävän tarkka, helppo ja yksinkertainen käyttää ja se otetaan ainakin toistaiseksi yrityksen käyttöön. Tulevaisuudessa työkalu voi toki vaihtua. Yrityksen kalustonhallintajärjestelmä on todella kätevä yksittäisten ajoneuvojen päästöjen tutkimiseen, ja siten sen avulla on helpompi myös lähteä vertaamaan päästöjä kalustoluokittain, mutta kokonaispäästöjä se ei vielä kerää, mikä oli valinnan pääkriteeri. Lisäksi järjestelmä laskee vain hiilidioksidipäästöt, kun

valitsemamme Infran laskentatyökalu laskee päästöt hiilidioksidiekvivalentteina, eli kaikki kasvihuonekaasut huomioiden. Tulokset näiden kahden työkalun välillä poikkesivat noin 12 tonnia hiilidioksidipäästöjä vuoden 2022 tammikuusta syyskuuhun rajattuna ajanjaksona. Kuukautta kohden ero on 1,3 tonnia hiilidioksidipäästöjä, mikä vastaisi puolitäyden kuorma-auton 950 km mittaista matkaa. Koska kyse on infra-alan yrityksestä, tuo eroavaisuus ei ole merkittävä. Suurin huolenaihe työkalun käytössä lienee tarkkuus. Saako työkalulla tarpeeksi tarkan arvion yrityksen päästöistä pelkistä polttoainelitroista? Olisiko suositeltavaa jollain tavalla eritellä päästöt konetyypeille, eli paljonko polttoainetta erityyppiset kaivinkoneet tai pakettiautot ovat käyttäneet? Toisaalta pelkkien polttoainelitrojen mukaan laskettunakaan vastaus ei eronnut liian paljoa kalustonhallintajärjestelmästä saatuihin lukuihin, eli en usko sen vaikuttavan merkittävästi. Rajasin sen tutkimisen lopulta opinnäytetyöni ulkopuolelle, koska päätavoite oli saada suurpiirteinen arvio kokonaispäästöistä ja se onnistui ilman tämän asian tutkimista. Sain kirjoitettua prosessin auki PowerPoint-esitykseen, jota voidaan nyt hyödyntää päästölaskennan ohjeena yrityksessä. Prosessiesitystä tulee päivittää sitä mukaan, kun yrityksen toimintatavat muuttuvat.

Seuraava asia, mitä yrityksessä voisi tutkia opinnäytetyöhöni liittyen, on yrityksen suurimmat päästöt kalustotyypeittäin ja konekohtaisesti. Eli kuinka suuri osuus yrityksen päästöistä syntyy pakettiautoista verraten kuorma-autoihin tai muihin työkoneisiin ja onko joitain tiettyjä pakettiautoja, joiden päästöt ovat muita pakettiautoja huomattavasti suuremmat. Kun suurimmat päästölähteet saadaan kohdistettua tietylle koneelle, on helppoa lähteä uusimaan sitä konetta tai tekemään muutoksia juuri sen koneen päästöjen vähentämiseksi. Infran laskentatyökalulla ei pystytä tarkentamaan, mistä koneesta syntyy suhteessa suurimmat päästöt, minkä takia myös päästöjen vähentämiseen ei voida sen tuottamalla tiedoilla vaikuttaa. Toinen opinnäytetyöhöni liittyvä asia, mitä voisi tulevaisuudessa lähteä tutkimaan, olisi kalustonhallintajärjestelmän parempi hyödyntäminen päästöjen suhteen. Ollaanko järjestelmälle jo tekemässä päästöjä kokoavaa raporttia ja pystyisikö sellaisen luomaan yhteistyön avulla, jos sitä ei vielä olla suunnittelemassa?

Jos halutaan vaikuttaa yrityksen päästöihin laskevasti, voidaan esimerkiksi vaihtaa vanhemmat koneet uudempiin, vähäpäästöisempiin malleihin. Myös kuljettajien ajotavalla ja reittien tarkalla suunnittelulla on merkitystä nimenomaan polttoainekulutuksen

vähentämiseksi. Yleensä pidemmät matkat ajetaan maantiellä, jolloin pysähdyksiä on vähemmän, mikä myös vaikuttaa kulutukseen. Taajamassa tulee enemmän pysähdyksiä, jolloin polttoainettakin kuluu enemmän. Tyhjien kuormien viemistä tulisi välttää. Näin saadaan kilometrejä ja sitä mukaan päästöjä vähennettyä. Eli viedessä kuormaa paikasta toiseen, tulisi miettiä, voiko samasta tai muusta lähellä olevasta paikasta viedä jotain pois.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset ovat jo käynnissä, enää tehtävissä on vain hidastaa ja sopeutua ilmastonmuutokseen. Vaikka päästöt saataisiin todella alas nopeasti, jää jo ilmakehään päästetty hiilidioksidi sinne vielä sadoiksi vuosiksi. Aina tulee olemaan jonkun verran päästöjä. Kuitenkin se merkitsee paljon, kuinka hyvin hiilinielujen avulla voidaan hyvittää päästöistä syntyvien kasvihuonekaasujen vaikutuksia ympäristöön. Suurilla ponnisteluilla saataisiin kuitenkin vaikutukset minimoitua. Mitä nopeammin aletaan toimia, sitä enemmän on tehtävissä ilmastonmuutoksen eteen ja sitä vähemmän joudutaan sopeutua muutokseen.

Lähteet

Amanatidis, G. (2021). *Ilmastonmuutoksen torjuminen*.

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fi/sheet/72/ilmastonmuutoksen-torjuminen>

Autotuoajat ja -teollisuus (n.d.). *Pakokaasupäästöjä koskevat normit EU:ssa*.

https://www.autotuoajat.fi/uutishuone/autoalan_termistoa/euro-paastoluokat

Ecoreal (2023). *Yrityksen hiilijalanjäljen laskenta* [kuva]. [https://www.ecoreal.fi/ymparisto-](https://www.ecoreal.fi/ymparisto-ja-vastuullisuuspalvelut/hiilijalanjalki/)

[ja-vastuullisuuspalvelut/hiilijalanjalki/](https://www.ecoreal.fi/ymparisto-ja-vastuullisuuspalvelut/hiilijalanjalki/)

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 595/2009. [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/eli/legal-content/summary/emissions-from-heavy-duty-vehicles-euro-vi-certification-rules.html)

[lex.europa.eu/eli/legal-content/summary/emissions-from-heavy-duty-vehicles-euro-vi-certification-rules.html](https://eur-lex.europa.eu/eli/legal-content/summary/emissions-from-heavy-duty-vehicles-euro-vi-certification-rules.html)

Euroopan parlamentti (2022). *Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä?*

<https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarκοittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>

European Commission (n.d.-a). *Paris Agreement*. [https://ec.europa.eu/clima/eu-](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en)

[action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_en)

European Commission (n.d.-b). *2050 long-term strategy*. [https://ec.europa.eu/clima/eu-](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en)

[action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en)

European Commission (n.d.-c). *2020 climate & energy package*.

https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2020-climate-energy-package_en

European Commission (n.d.-d). *EU Adaptation Strategy*. [https://ec.europa.eu/clima/eu-](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en)

[action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en)

European Council (2021). *5 facts about the EU's goal of climate neutrality*.

https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/?utm_source=promo&utm_medium=email&utm_campaign=2020-10-23-climate-neutrality-scrollstory

Greenhouse Gas Protocol (n.d.). *About us*. <https://ghgprotocol.org/about-us>

Heinilä, V. (n.d.). *Yrityksen hiilijalanjälki – Ympäristöjohtamisen paras ystävä, vastuuviestinnän oiva apuri*. <https://ekokompassi.fi/yrityksen-hiilijalanjalki/>

Ilmastolaki 423/2022. https://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2022/?_offset=9

Ilmastonmuutosta koskeva Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimus 61/1994.

<https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsviite/1994/19940061>

Ilmasto-opas (2022). *Sopimukset ohjaavat kansainvälistä ilmastopolitiikkaa*.

<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/sopimukset-ohjaavat-kansainvalista-ilmastopolitiikkaa>

Kielitoimiston sanakirja (2022-a). *Hiilijalanjälki*.

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/hiilijalanj%C3%A4lki?searchMode=all>

Kielitoimiston sanakirja (2022-b). *Hiilineutraali*.

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/hiilineutraali?searchMode=all>

Kielitoimiston sanakirja (2022-c). *Päästöarvo*.

<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/p%C3%A4st%C3%A4st%C3%B6arvo?searchMode=all>

Lipasto (n.d.). *Hiilidioksidiekvivalentti CO₂ekv*.

<http://lipasto.vtt.fi/liisa/co2ekvs.htm#:~:text=Kasvihuonekaasut%20ilmaistaan%20hiilidioksidiekvivalentteina,%20%20kerrottuna%20luvulla%20298.>

Lipasto (n.d.). *Yksikköpäästötietokanta*. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>

Luthi, D., ym. (2008) Etheridge, D.M., ym. (2010) Petit, J.R. ym., NOAA Mauna Loa. *This graph, based on the comparison of atmospheric samples contained in ice cores and more recent direct measurements, provides evidence that atmospheric CO₂ has increased since the Industrial Revolution* [kuva]. <https://climate.nasa.gov/evidence/>

Manninen, M. (2022). *Maanrakentamisen hiilidioksidipäästöjen laskennallinen arviointi*. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202205067665>

NASA (2022). *The Causes of Climate Change*. <https://climate.nasa.gov/causes/>

National Science Foundation (n.d.). *About ice cores*. <https://icecores.org/about-ice-cores>

Rakennuslehti (7.2.2008). *Rakennusalalle ilmastonmuutos tuo enemmän mahdollisuuksia kuin uhkia*. <https://www.rakennuslehti.fi/2008/02/rakennusalalle-ilmastonmuutos-tuo-enemman-mahdollisuuksia-kuin-uhkia/>

Rakennusteollisuus RT (2020-a). *Rakennetun ympäristön hiilijalanjälkeä voidaan huomattavasti kutistaa nopeilla toimilla*. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankohtaista/Tiedotteet1/2020/rakennetun-ympariston-hiilijalanjalkea-voidaan-huomattavasti-kutistaa-nopeilla-toimilla2/>

Rakennusteollisuus RT (n.d.). *Vähähiilisyden tiekartta*. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/vahahiilisyden-tiekartta/>

Randell, A. (webinaarin puheenjohtaja) (3.6.2020). *Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035 - päätösseminaari* [webinaari]. YouTube. <https://youtu.be/LdStBSFcfHc>

RALA (2022). *RALA-sertifioinnilla kehität ja osoitat yrityksesi toiminnan laatua*. <https://www.rala.fi/tuotteet/sertifiointi/>

Sanastokeskus TSK (2020). *Energiaan ja päästöihin liittyviä tilastokäsitteitä.*

[https://sanastokeskus.fi/tiedostot/pdf/Energiaan ja paastoihin liittyvia tilastokasitteita 2018-12-20.pdf?file=pdf/Energiaan ja paastoihin liittyvia tilastokasitteita 2018-12-20.pdf](https://sanastokeskus.fi/tiedostot/pdf/Energiaan_ja_paastoihin_liittyvia_tilastokasitteita_2018-12-20.pdf?file=pdf/Energiaan_ja_paastoihin_liittyvia_tilastokasitteita_2018-12-20.pdf)

Tasavallan presidentin asetus ilmastonmuutosta koskevan Yhdistyneiden Kansakuntien puitesopimuksen Kioton pöytäkirjan voimaansaattamisesta sekä pöytäkirjan lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta annetun lain voimaantulosta 13/2005.

<https://www.finlex.fi/fi/sopimukset/sopsteksti/2005/20050013>

Tieteen termipankki (2022-a). *Hiilidioksidiekvivalentti.*

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:hiilidioksidiekvivalentti>

Tieteen termipankki (2022-b). *Hiilinielu.* <https://tieteentermipankki.fi/wiki/Biologia:hiilinielu>

Tieteen termipankki (2022-c). *Kasvihuoneilmiö.*

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Geofysiikka:kasvihuoneilmi%C3%B6>

Tieteen termipankki (2022-d). *Kasvihuonekaasut.*

<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tieteet:kasvihuonekaasut>

Tilastokeskus (n.d.-a). *Polttoaineluokitus 2022.*

https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus (n.d.-b). *Tilastokeskuksen maksuttomat tilastotietokannat.*

https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_khki/statfin_khki_pxt_138v.px/table/tableViewLayout1/

Työ- ja elinkeinoministeriö (n.d.). *Päästökauppa.* <https://tem.fi/paastokauppa>

Tähtinen, M. & Tähkänen, L. (2022). *Hiilineutraalin rakennetun ympäristön toimintaohjelma.* Green Building Council Finland.

Tähtinen, M. & Tähkänen, L. (2021). *Katsaus kiinteistö- ja rakennusalan ilmastokestävyyden nykytilaan*. Green Building Council Finland.

Valtioneuvosto (2022). *Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma: Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa 2035*. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-262-4>

Ympäristöministeriö (2021). *IPCC:n raportti: Ihmisten toiminta on aiheuttanut ennennäkemättömän laajoja ja nopeita muutoksia ilmastossamme*. <https://ym.fi/-/ipcc-n-raportti-ihmisten-toiminta-on-aiheuttanut-ennennakemattoman-laajoja-ja-nopeita-muutoksia-ilmastossamme>

Ympäristöministeriö (n.d.). *Euroopan unionin ilmastopolitiikka*. <https://ym.fi/euroopan-unionin-ilmastopolitiikka>

Ympäristönsuojelulaki 527/2014. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>