



LADEC OY:N HIILIJALANJÄLKI

Etätyön vaikutukset hiilijalanjälkeen toimistotyötä tekevässä yrityksessä

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Energiatekniikan kandidaatinohjelma: Kandidaatintyö

2022

Juho Vento

Tarkastajat: Apulaisprofessori

Ville Uusitalo

Tutkijatohtori

Anna Claudelin

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Energiajärjestelmät

Ympäristötekniikka

Juho Vento

LADEC Oy:n hiilijalanjälki – Etätyön vaikutukset hiilijalanjälkeen toimistotyötä tekevässä yrityksessä

Ympäristötekniikan kandidaatintyö

2022

43 sivua, 6 kuvaa, 19 taulukkoa ja 5 liitettä

Tarkastajat: Apulaisprofessori Ville Uusitalo, Tutkijatohtori Anna Claudelin

Avainsanat: Yrityksen hiilijalanjälki, COVID-19, hiilijalanjälki, etätyöskentely, etätyö.

Tässä kandidaatintyössä lasketaan yrityksen Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy vuotuinen hiilijalanjälki vuosina 2019 ja 2021. COVID-19-pandemia toi etätyösuositukset työpaikoille, ja kandidaatintyössä tarkastellaan etätyön vaikutusta hiilijalanjälkeen sekä päästövähennyksien mahdollisuuksia. Työ jakaantuu seitsemään tarkastelualueeseen: toimistotarvikkeet, yrityksen toimitilat, jätteet, työntekijöiden tuettu työruokailu ja liikkuminen toimistolle, työmatkat, toimistossa käytetyt laitteet ja siivouspalvelut. Kussakin alueessa käydään lyhyesti laskentamenetelmät ja lähtötiedot. Tämän jälkeen esitetään kokonaistulokset sekä hieman pohdintaa laskelmien ja lähteiden luotettavuudesta. Lopuksi esitetään muutama ehdotus päästövähennyskeinoista ja yksinkertaistettu hiilijalanjäljen laskennan yhtälö käytettäväksi muissa samantyyppisissä yrityksissä.

Lopputuloksessa ilmeni, että kokonaishiilijalanjälki vuonna 2019 oli 78 850 kgCO_{2e} ja vuonna 2021 24 951 kgCO_{2e} etätyön vaikutuksesta. Kokonaishiilijalanjälki on vuonna 2021 laskenut 68 % verrattuna vuoteen 2021. Suurimmat päästölähteet olivat työntekijöiden matkat työpaikalle, laitteet ja sähkönkulutus, sekä lentoliikenne. Töihin liikkumisen päästöjen pienentämiseksi ehdotetaan joukkoliikennettä ja liikuntaa tukevia toimenpiteitä työnantajalle. Lentomatkustaminen tulisi karsia minimiin ja loput päästöt kompensoida. Laitteiden ja niiden sähkönkulutukseen yleisenä neuvona on laitteiden sammuttaminen välittömän käytön loputtua.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

School of Energy Systems

Environmental Technology

Juho Vento

Carbon footprint of LADEC – Effects of remote work to carbon footprint

Bachelor's thesis

2022

43 pages, 6 figures, 19 tables and 5 appendices

Examiners: Associate Professor Ville Uusitalo, Post-Doctoral Researcher Anna Claudelin

Keywords: carbon footprint, company's carbon footprint, reduction methods, remote work, COVID-19

This bachelor's thesis calculates Lahti Region Development LADEC ltd.'s yearly carbon footprints for the years 2019 and 2021. COVID-19 pandemic has brought recommendations for remote work to all workplaces and in this thesis the focus is on the effects of remote work to carbon footprint and on the possibilities to reduce emissions further. The thesis inspects seven different areas of carbon footprint within LADEC. With each area calculation methods and sources for emission factors are covered shortly. In the end the total results are presented along with short analysis on the reliability of the sources and calculations made as well as a simplified model for carbon footprint calculations for this type of a company.

It was found that in 2019 company's total carbon footprint was 78 850 kgCO_{2e} and in 2021 24 951 kgCO_{2e}. Total carbon footprint decreased as much as 68 % in total between 2019 and 2021. The greatest sources of emissions were employee commute to work, devices used for work and their electricity consumption as well as air travel. For decreasing emissions in commuting to workplace it was recommended that the employer should further support the use of public transportation as well as other green ways of travel. Air travel should be cut to a minimum and necessary flights should be compensated. For electronic devices, general rules of shutting down the devices when not in use, is recommended.

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Alaindeksit

e hiilidioksidiekvivalentti

Lyhenteet

a vuosi

GHG kasvihuonekaasu (Greenhouse Gas)

GHG Protocol kasvihuonekaasujen laskemisen standarisointiohjeita tarjoava järjestö (Greenhouse Gas Protocol)

GWP kasvihuonekaasun ilmakehän lämmityspotentiaali suhteessa hiilidioksiidiin (Global Warming Potential)

kg kilogramma

kgCO₂e kilogramma hiilidioksidiekvivalenteja päästöjä

kWh kilowattitunti

km kilometri

l litra

m² neliometri

m³ kuutiometri

pkm passenger-kilometre, yhden matkustajan kulkema kilometrin matka joukkoliikenteessä

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Symboli- ja lyhenneluettelo

1	Johdanto.....	4
2	Menetelmät	6
2.2	Laskennan perusteet	7
3	Hiilijalanjäljen laskenta	9
3.1	Toimistotarvikkeet ja niiden valmistamisesta aiheutuva hiilijalanjälki	10
3.2	Yrityksen toimitilat	11
3.2.1	Sähkönkulutuksen päästöt.....	12
3.2.2	Lämmityksen energiankulutuksen hiilijalanjälki	13
3.2.3	Vedenkulutuksen hiilijalanjälki	14
3.3	Jätteistä aiheutuvat päästöt	15
3.4	Työntekijöiden työmatkat toimistolle, tuettu työpaikkaruokailu ja näiden päästöt 16	
3.4.1	Kyselyn toteutus	16
3.4.2	Kyselyn tulokset	18
3.5	Työmatkat yrityksessä ja niiden päästöt	20
3.5.1	Työmatkojen päästöjen laskenta	20
3.5.2	Työmatkojen päästölaskennan tulokset	22
3.6	Toimistossa käytettävät laitteet	23
3.6.1	Laitteiden päästöjen määrittely	24
3.6.2	Päästökertoimien laskenta.....	24
3.6.3	Laitteiden päästölaskennan tulokset	26
3.7	Siivouspalvelut	27
4	Kokonaishiilijalanjälki 2019 ja 2021	30
4.1	Tuloksien luotettavuus	32
5	Johtopäätökset	34
5.1	Työntekijöiden liikkuminen töihin ja työmatkat.....	34

5.2	Laitteet & sähkönkulutus	35
5.3	Yksinkertaistetun vuotuisen hiilijalanjäljen laskentakaava	36
	Lähteet	38

Liitteet

Liite 1. LADEC Oy Jätekirjanpito ja jätteistä aiheutuvat päästöt 1.1.2019 - 31.12.2019

Liite 2. LADEC Oy Jätekirjanpito ja jätteistä aiheutuvat päästöt 1.1.2021 - 31.12.2021

Liite 3. LADEC Oy Työntekijäkyselyn tulokset

Liite 3. Kysely LADEC:n työntekijöille (2019)

Liite 4. Kysely LADEC:n työntekijöille (2021)

Taulukkoluetelo

Taulukko 1: Esimerkkejä kaasujen lämmityspotentiaaleista.....	8
Taulukko 2. Maidon, kahvin ja kaurajuoman kulutuksen hiilijalanjälki 2019 & 2021.....	10
Taulukko 3. LADEC:n käytössä olevat tilat vuosina 2019 & 2021.....	11
Taulukko 4. Tiedepuiston veden- ja energiankulutukset 2019 & 2021, ja LADEC:n osuudet niistä.	12
Taulukko 5. LADEC:n sähkönkulutus ja sen päästöt vuosina 2019 & 2021.....	13
Taulukko 6. LADEC:n Lämpöenergian kulutus ja sen päästöt vuosina 2019 & 2021.....	13
Taulukko 7. LADEC:n vedenkulutuksen päästöt vuosina 2019 & 2021.....	14
Taulukko 8. Työntekijäkyselyn päästölaskennassa käytettyjä kertoimia.....	18
Taulukko 9. LADEC työntekijäkyselyn tulokset.....	19
Taulukko 10. Työmatkojen päästöjen laskennassa käytettyjä päästökertoimia.....	20
Taulukko 11. Kuljetut työmatkat kulkuvälineittäin ja niistä aiheutuneet päästöt 2019.....	22
Taulukko 12. Kuljetut työmatkat kulkuvälineittäin ja niistä aiheutuneet päästöt 2021.....	22
Taulukko 14. Omistettujen laitteiden päästöt 2019.....	25
Taulukko 15. Omistettujen laitteiden päästöt 2021.....	25
Taulukko 16. Leasing kannettavien päästöt 2021.....	26
Taulukko 17. Siivouksessa syntyvät päästöt 2019.....	26
Taulukko 18. Siivouksessa syntyvät päästöt 2021.....	27
Taulukko 19. LADEC:n kokonaishiilijalanjälki vuosina 2019 ja 2021.....	29

1 Johdanto

Euroopan Unioni pyrkii olemaan hiilineutraali vuoteen 2050 mennessä (Euroopan komissio 2019, 1) ja Suomen valtion pyrkii olemaan hiilineutraali vuonna 2035 (VN 2020, 14). Lahden kaupungin tavoitteena on olla sekä hiilineutraali vuoteen 2025 mennessä (Lahden KH 2020) että vähentää tuotantoperusteisia kokonaispäästöjä 80 prosenttia vuoden 1990 tasosta (Vento 2019). Päästövähennystavoitteiden toteutumisen kannalta on olennaista, että yhteisöjen päästölähteiden, esimerkiksi yritysten, päästömääriä voidaan arvioida ja vertailla. Näin toimenpiteitä voidaan kohdentaa ongelmakohtiin, tai huomata, missä on onnistuttu tekemään päästövähennyksiä.

Tässä kandidaatintyössä lasketaan Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n vuosittainen hiilijalanjälki vuosille 2019 ja 2021. LADEC on 35-henkinen yritysneuvontaan erikoistunut yritys. Hiilijalanjälki tarkoittaa ihmisen toiminnasta aiheutuvia kasvihuonepäästöjä. Hiilijalanjäljen avulla yritykset voivat vertailla oman toimintansa vaikutuksia ilmastoon ja samalla laskea tehtyjen toimenpiteiden ansiosta saavutettuja päästövähennyksiä. Kasvihuonekaasuja ovat esimerkiksi hiilidioksidi (CO_2), dityppioksidi (N_2O) ja metaani (CH_4). Nämä päästöt usein yhteismitallistetaan hiilidioksidiekvivalenttipäästöiksi (CO_2e) hiilijalanjälkilaskennassa (Sjöstedt 2016). Tässä työssä päästöjen ja laskennan yksikkönä on kgCO_2e , eli kilogramma hiilidioksidiekvivalenttia (vuodessa).

COVID-19-pandemia alkoi alkuvuodesta 2020 ja toi myöhemmin mukanaan etätyösuosituksen. Työnteko yrityksessä muuttui radikaalisti, kun ihmiset eivät enää samoissa määrin tehneet töitä varsinaisella työpaikalla. Etätyösuositus päättyi helmikuun lopussa 2022 (STM 2022). Viime vuodet vallinnut maailmantilanne antaa meille mahdollisuuden verrata yritysten hiilijalanjäljen muuttumista etätyön oltua tärkein työmuoto. Vertailuvuosiksi asetetaan 2019 (ennen pandemiaa) ja 2021 (pandemian vallitessa).

Laskennan pohjana ovat laajasti käytetyt Greenhouse Gas Protocol (myöhemmin GHG Protocol) -järjestön standardi A Corporate Accounting and Reporting Standard: Revised Edition

(2001) ja sitä täydentävä Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard (2011). Standardit jakavat yrityksen päästöt kolmeen kategoriaan: Scope 1 käsittelee yrityksen esimerkiksi tuotteiden valmistuksesta syntyviä päästöjä, Scope 2 ostoenergian päästövaikutuksia ja Scope 3 muita epäsuoria päästölähteitä.

LADEC:n päätoimintaa on neuvoa toisia yrityksiä. Näin ollen yrityksen päästöt ovat pääasiassa epäsuoria, eli Scope 2–3 alle kuuluvia lähteitä. Yrityksen epäsuorien päästöjen selvittäminen on tärkeää, koska ne voivat muodostaa suuren osan yrityksen hiilijalanjäljestä. Usein yksi merkittävimmästä epäsuorista päästölähteistä on ostosähkö (GHG Protocol 2001, 27.)

Työn tavoitteena on laskea LADEC Oy:n kokonaishiilijalanjälki vuosille 2019 ja 2021 ja vertailla niitä keskenään. Työn lopussa pohditaan keinoja vähentää päästöjä ja kehitetään yksinkertaistettu laskentamalli yrityksen oman hiilijalanjäljen karkeaan arviointiin.

2 Menetelmät

Tässä luvussa käsitellään hiilijalanjäljen laskennan menetelmiä, perusteita, sekä laskennan rajausta yleisellä tasolla. Luvun lopussa käsitellään myös lyhyesti kasvihuoneepäästöjen yhteismitallistamista.

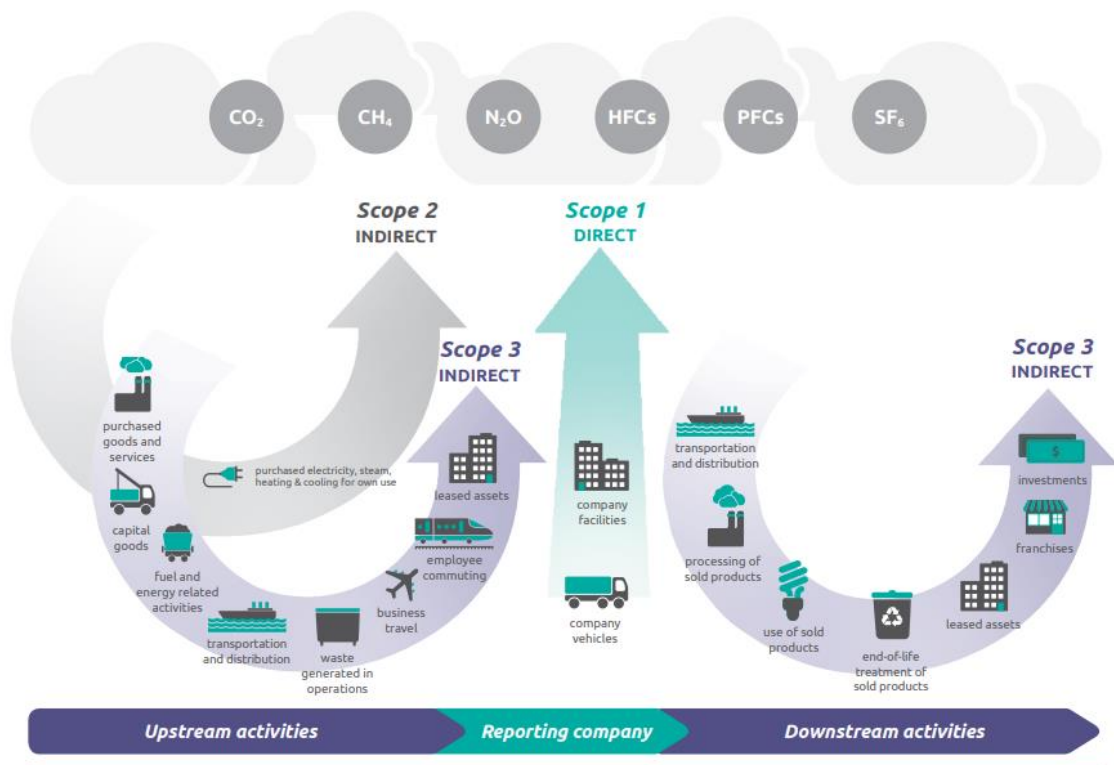
2.1 Laskennan rajaus

Hiilijalanjäljen määrittämiseksi on tärkeää rajata, mitä päästöjä lasketaan ja huomioidaan, ja mitkä rajataan tarkastelun ulkopuolelle. Yleisesti voidaan todeta, että mitä laajempi rajaus on, sen paremmin laskenta vastaa yrityksen todellista hiilijalanjälkeä. Yrityksillä yleisesti käytetty Greenhouse Gas Protocol: Corporate standard ohjeistaa, miten Kioton pöytäkirjan mukaisia kasvihuonekaasupäästöjä tulisi laskea, rajata ja raportoida. Tätä standardia tukee myös saman organisaation Corporate Value Chain (Scope 3) Standard, joka käsittelee erityisesti epäsuorien päästöjen mittausta. Standardit jakavat päästöt ja niiden lähteet kolmeen kategoriaan: Scope 1–3 (kuva 1).

Scope 1 käsittelee suoria päästölähteitä, kuten teollisen tuotannon päästöjä. LADEC:n tapauksessa näitä suoria päästöjä ei kuitenkaan juuri synny, joten syntyvät päästöt ovat lähinnä epäsuoria päästöjä, Scope 2 ja 3 alle kuuluvia. (GHG Protocol 2001, 27–33)

Scope 2 epäsuorat päästövaikutukset syntyvät yrityksen käyttämästä sähköstä ja lämmöstä. On siis olennaista tietää, keneltä sähköä ja lämpöä ostetaan, ja millaisella sopimuksella. Sähköyhtiöt voivat tarjota esimerkiksi sopimuksia, joissa käytetään vain uusiutuvaa energiaa, osittain uusiutuvaa, hiilineutraalia tai fossiilisia energianlähteitä. Monille yrityksille ostosähkön päästöt voivat olla hyvinkin merkittäviä (GHG Protocol 2001, 27), todennäköisesti myös tietotekniikkaa käyttävälle, palvelua tarjoavalle yritykselle. Suomessa kaupunkialueilla yleisesti käytetyn kaukolämmön (Motiva 2022b) merkittävin hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä on lämmöntuotannon energialähde.

Scope 3 on melko laaja päästökategoria. Palveluita tuottavan yrityksen kohdalla Scope 3 alle voidaan ottaa esimerkiksi ostetut palvelut, työntekijöiden työmatkaliikkuminen ja jätehuolto.



Kuva 1. Hiilijalanjäljen jakautuminen kategorioihin yrityksessä. (GHG Protocol 2011, 5)

2.2 Laskennan perusteet

Yrityksen hiilijalanjäljen laskeminen on yksinkertaisimmillaan jaottelua päästölähteisiin yrityksen toimintojen perusteella. Kasvihuonekaasujen lämmitysvaikutukset eli lämmityspotentialit poikkeavat toisistaan kuitenkin melko paljon, joten päästölähteiden suora vertailu voi olla vaikeaa. Kasvihuonekaasujen lämmityspotentiaaleja voidaan yhteismitallistaa GWP (Global Warming Potential) -kertoimilla, jossa eri kasvihuonekaasujen lämmitysvaiikutuksia verrataan hiilidioksidiin. (Cleveland 2014, 261) (taulukko 1).

Taulukko 1. Esimerkkejä kaasujen lämmityspotentiaaleista. (Myhre, G et al. 2013, 73)

Kaasu	GWP-kerroin (GWP-100)	Tyypillinen päästölähde
Hiilidioksidi CO ₂	1	palamisprosessit
Metaani CH ₄	28	maatalous
Dityppioksidi N ₂ O	265	lannoitteiden valmistus
HFC-23 CHF ₃	12 400	puolijohteiden valmistus

Hiilijalanjalan laskennan kannalta on olennaista, millä perusteella päästölähdettä arvioidaan. Perusteena voi olla oma mittaus, esimerkiksi auton päästöjä voitaisiin laskea pakokaasumittauksen ja kulutuksen perusteella. Toinen tapa on käyttää yleisesti saatavia lähteitä, esimerkiksi tapauksessa voisi sopiva lähde olla Euroopan komission JEC Well-to-Wheels report v5 (Prussi et al. 2020). Tässä työssä pyritään laskemaan hiilijalanjälki kirjallisen tiedon, julkisten lähteiden ja yritykseltä kerätyn tiedon avulla.

Laskennan perusyhtälö on

$$\text{hiilijalanjälki} = \text{toiminnan määrä} \times \text{toiminnan päästökerroin} \times \text{GWP} \quad (1)$$

(GHG Protocol 2011, 70)

GWP-kerroin on jokaiselle kaasulle eri suuruinen, esimerkiksi metaanille 28 (taulukko 1). Itse hiilijalanjälki on eri kaasujen summa yhteismitallistamisen jälkeen. Jos päästökerroin on ilmoitettu hiilidioksidiekivivalentteina, on GWP = 1 ja se supistuu pois yhtälöstä.

3 Hiilijalanjäljen laskenta

Tässä luvussa käydään läpi hiilijalanjäljen laskenta osa-alueittain; määritellään tarkemmat rajaukset, oletukset sekä lähtötiedot. Jokaisen osa-alueen lopuksi on taulukoitu tulokset.

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy (käytetään jatkossa LADEC) kehittää Lahden seudun elinkeinoelämän kasvun edellytyksiä ja kilpailukykyä yhdessä kuntien kanssa sekä markkinoi seutua vetovoimaisena yritysympäristönä. LADEC auttaa Asikkalassa, Hartolassa, Hollolassa, Iitissä, Lahdessa, Orimattilassa ja Padasjoella toimivia yrittäjiä ja yrityksiä kaikissa yrityksen perustamiseen, yrittäjyyteen, kasvuun, kehittämiseen ja kansainvälistymiseen sekä seudulle sijoittumiseen liittyvissä asioissa tarjoten maksutonta neuvontapalvelua. Asiantuntijaorganisaatiossa on 35 työntekijää. Sen päivittäinen toiminta tapahtuu pääasiassa toimistolla Lahden Tiedepuistossa, Niemenkatu 73:ssa. LADEC ei valmista tuotteita, vaan tarjoaa palveluita. Näin ollen suurin osa yrityksen päästöistä ovat epäsuoria, Scope 2 ja 3-kategoriaan kuuluvia. Tyypillisiä päästölähteitä ovat esimerkiksi sähkönkulutus, ja matkustaminen.

Tarkempi rajaus tehtiin käytännön rajoitteiden nojalla, suurimpana haasteena tiedon rajallisuus. Tietolähteinä toimi pääasiassa työnantajan omat tiedot ja työntekijöille toteutettu verkkokysely. Rajauksessa päädyttiin seitsemään osa-alueeseen:

1. Toimistotarvikkeet, lähinnä kahvi & kahvimaito (Scope 3)
2. Sähkön, lämmityksen ja veden energiankulutus (Scope 2)
3. Jätteistä aiheutuva hiilijalanjälki (Scope 3)
4. Työntekijöiden matkat töihin ja tuettu ruokailu lounassetelillä (Scope 3)
5. Työmatkat (Scope 3)
6. Laitteet, eli puhelimet ja kannettavat (Scope 3)
7. Siivouspalvelut (Scope 3)

3.1 Toimistotarvikkeet ja niiden valmistamisesta aiheutuva hiilijalanjälki

Nykyaikaisessa toimistossa suurin osa tiedosta liikkuu sähköisesti, ja joitain tietoja tulee tarvittaessa tulostaa paperille. Keskusteluissa LADEC:n kanssa ilmeni, että suurimmat kulutustarvikkeet olivat kahvitarpeet (maito, kaurajuoma ja kahvi) ja kopiopaperi. Tämän vuoksi toimistotarvikkeiden valmistuksen hiilijalanjäljen laskenta rajattiin kahvitarpeisiin. Kopiopaperin valmistuksen päästöjä ei tässä laskelmassa huomioida ja paperi huomioidaan vain jätteenkäsittelyn osalta luvussa 3.3. Hiilijalanjälki on laskettu yhtälön 1 mukaisesti eli

toimistotarpeiden hiilijalanjälki = tuotteen määrä kilogrammoissa × päästökerroin

Taulukko 2. Maidon, kahvin ja kaurajuoman kulutuksen hiilijalanjälki 2019 & 2021.

	2019	2019	2021	2021		
	Määrä [kg]	Päästöt [kgCO ₂ e]	Määrä [kg]	Päästöt [kgCO ₂ e]	Kertoimet [kgCO ₂ e/kg]	Lähteet
Maito	288	273,6	72	68,4	0,95	Latva-Hakuni 2020, Liite 1
Kaurajuoma	74	24,42	12	3,96	0,33	Carbon-Cloud 2021, 12
Kahvi	66	382,8	24	139,2	5,8	Latva-Hakuni 2020, Liite 1
Yhteensä		681		212		

Etätyösuositusten vallitessa on nähtävissä, että kulutus toimistossa on laskenut merkittävästi. Hiilijalanjälki vuonna 2022 on pienentynyt vuoteen 2019 nähden 69 %. Voitaneen olettaa, että myös muiden toimistotarpeiden kulutuksen hiilijalanjälki on pienentynyt myös merkittävästi.

3.2 Yrityksen toimitilat

LADEC:n käytössä Lahden Tiedepuistossa on itse toimistotilojen lisäksi erillisiä tiloja ”Ruori”, ”Ankkuri”, ”Aula”, ”Käki, Tikka” ja 2021 lisäksi ”IsoDee”. Näiden tilojen osalta on arvioitu LADEC:n kulutustietoja Tiedepuiston kokonaiskulutusten (sekä LADEC:n lattiapinta-alan ja Tiedepuiston kokonaispinta-alojen suhteista. Laskennassa on oletettu, että edellä mainitut tilat ovat vain LADEC:n käytössä. Todellisuudessa erillistilojen hiilijalanjäljestä kohdistuisi pienempi osuus, koska muutkin kuin LADEC käyttävät näitä tiloja. Arvioinnin piiriin kuuluu sähkön-, veden- ja lämmönkulutus. 2021 kulutustietoja arvioidaan vuoden 2020 päästökertoimilla lämmöntuotannon osalta, koska 2021 tietoja ei ollut käytettävissä. Pinta-alat (taulukko 3) perustuvat LADEC:n tietoihin.

Taulukko 3. LADEC:n käytössä olevat tilat vuosina 2019 & 2021.

Tilan nimi	Pinta-ala 2019 [m ²]	Pinta-ala 2021 [m ²]
Toimisto	343	343
Ruori, Ankkuri, Aula	25	25
Käki ja Tikka	31	31
IsoDee		56
Yhteensä	400	457

LADEC:n osuus kokonaiskulutustiedoista on laskettu seuraavalla tavalla:

$$\text{LADEC:n osuus kokonaiskulutuksesta} = \frac{\text{LADEC:n tilojen pinta-ala}}{\text{Tiedepuiston kokonaispinta-ala}}$$

Vuoden 2019 osuus

$$\text{LADEC osuus 2019} = \frac{400,1 \text{ m}^2}{24\,162 \text{ m}^2} \approx 0,166$$

Vuoden 2021 osuus (huomioiden ”IsoDee”)

$$\text{LADEC osuus 2021} = \frac{456,6 \text{ m}^2}{24\,162 \text{ m}^2} \approx 0,189$$

Lasketut LADEC:n osuudet perustuvat koko rakennuksen kulutustietoihin (taulukko 4). Näiden perusteella LADEC:n sähkönkulutus vuonna 2019 (25 188 kWh) on 17 % koko Tiedepuiston sähkönkulutuksesta 2019 (1 521 086 kWh). Vuodelle 2021 ei ole saatavilla Tiedepuiston kulutustietoja, joten arvioidaan 2020 tietojen perusteella. Vuonna 2021 LADEC:n sähkönkulutus oli 19 % (24 526 kWh) koko Tiedepuiston kulutuksesta (1 297 867 kWh).

Taulukko 4. Tiedepuiston veden- ja energiankulutukset 2019 & 2021, ja LADEC:n osuudet niistä.

Kulutustyyppi	2019 Tiedepuisto	2019 LADEC	2021 Tiedepuisto	2021 LADEC
Sähkö [kWh]	1 521 086	25 188	1 297 867	24 526
Lämmitys [kWh]	2 412 000	39 940	2 081 000	39 326
Vesi [m ³]	7 200	119	6 200	117

3.2.1 Sähkönkulutuksen päästöt

Sähkönkulutuksen päästöt on laskettu vuodelle 2019 Lahti Energia Oy:n tiedoilla päästökerroimien osalta. Vuoden 2021 kohdalla on käytetty Oomi Energian (2020) tietoja, jolle sähkön vähittäismyynti siirtyi Lahti Energialta. Päästöt on laskettu yhtälön 1 mukaan, eli

Sähkön aiheuttamat päästöt = kulutettu sähkö [kWh] × sähkön kokonaismyyntin ominaispäästöt [kgCO_{2e}/kWh]

Taulukko 5. LADEC:n sähkönkulutus ja sen aiheuttama hiilijalanjälki vuosina 2019 & 2021

2019	2019	2019	2021	2021	2021
Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]	Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]
25 188	0,212	5 340	24 526	0,16878	4 140

Taulukosta 5 nähdään, että sähkönkulutus ja sen päästöt ovat laskeneet noin 22 %, mutta vähemmän kuin voisi olettaa päästökertoimien perusteella. Tämä johtunee lisätilojen käyttöönotosta, joka nostaa kulutuksen osuutta koko Tiedepuiston sähkönkulutuksesta.

3.2.2 Lämmityksen energiankulutuksen hiilijalanjälki

Lämmityksen energiankulutuksen päästöt molemmille vuosille 2019 ja 2021 ovat niin ikään Lahti Energian Oy:n tiedoista. Lämmitystapana on kaukolämpö. Hiilijalanjälki on laskettu yhtälön 1 mukaan, eli

Kulutetun lämpöenergian päästöt = käytetty lämpöenergia [kWh] × Kaukolämmön päästökerroin [kgCO₂e/kWh]

Taulukko 6. LADEC:n Lämpöenergian kulutus ja sen päästöt vuosina 2019 & 2021

2019	2019	2019	2021	2021	2021
Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]	Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]
39 940	0,133	5 312	39 326	0,057	2 242

Lahti Energian käyttämä kaukolämpö on melko vähäpäästöistä (Lahti Energia 2020, 18), mikä näkyy pieninä päästökertoimina. Lämmityksen päästökerroin on laskenut merkittävästi 2019–2020, sen seurauksena, että Lahti Energia luopui kivihiilen käytöstä kaukolämmön tuotannossa. Lämmityksen energiankulutus on pysynyt samankaltaisena 2019–2021. Lämmityksen päästöt laskivat 58 % vuodesta 2019.

3.2.3 Vedenkulutuksen hiilijalanjälki

Vedenkulutuksen hiilijalanjälkeen vaikuttaa veden siirtämiseen ja puhdistamiseen kuluva sähköenergia. Lahti Aqua (2018, 13) ilmoittaa vedentuotannon energiankulutukseksi 0,68 kWh/m³. Näin esimerkiksi 2019 vastaavan vesimäärän 119 m³ aiheuttama sähkönkulutus [kWh] on

$$\text{veden sähkönkulutus} = \text{energiankulutus per m}^3 \text{ vettä} \times \text{vesimäärä} \quad (2)$$

$$\text{veden sähkönkulutus (2019)} = 0,68 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \times 119 \text{ m}^3 = 80,9 \text{ kWh}$$

sekä

$$\text{veden sähkönkulutus (2021)} = 0,68 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \times 117 \text{ m}^3 = 79,6 \text{ kWh}$$

Näillä sähkönkulutuksilla voidaan laskea kaavan 1 avulla vedenkulutuksen päästöt, eli

Kulutetun veden hiilijalanjälki = Veden sähkönkulutus [kWh] × Sähkön kokonaismyynnin ominaispäästöt [kgCO_{2e}/kWh]

Taulukko 7. LADEC:n vedenkulutuksen hiilijalanjälki vuosina 2019 & 2021

2019	2019	2019	2021	2021	2021
Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]	Kulutus [kWh]	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kWh]	Päästöt [kgCO ₂ e]
80,9	0,212	17,2	79,6	0,16878	13,4

Taulukosta 6 näemme, että vaikka vedenkulutus ei ole olennaisesti pienentynyt, on kuitenkin sähkön pienempi hiilijalanjälki laskenut myös kulutetun veden hiilijalanjälkeä. Hiilijalanjälki on laskenut 22 %, miltei identtisesti sähkönkulutuksen päästöjen kanssa.

3.3 Jätteistä aiheutuvat päästöt

Jätteiden määrät saatiin LADEC:n omasta jätekirjanpidosta. Vastaavana jäteyhtiönä vuosina 2019 ja 2021 toimi Lassila & Tikanoja (L&T). Tietoa oli tarjolla neljästä eri jätelajista:

1. Sekalainen keräyspaperi
2. Ruskea pahvi ja kartonki
3. Sekajäte
4. Energiajäte

Jätteiden määriä ja niiden hiilijalanjälkiä on taulukoitu liitteisiin 1 ja 2. Jätteiden käsittelyn päästökertoimien pohjana käytettiin WWF:n (2021) ilmastolaskurin tietoja. Hiilijalanjälki lasketaan yhtälöstä 1, jossa

Jätteistä aiheutuvat päästöt = Vuosittainen jätemäärä [kg] ×
jätetyypin päästökerroin [kgCO₂e/kg]

Esimerkiksi vuoden 2019 sekajätteestä aiheutuvat päästöt ovat

Sekajätteen päästöt = sekajätteen määrä × sekajätteen päästökerroin

$$\text{Sekajätteen päästöt} = 234 \text{ kg} \times 0,41 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{kg}} = 94,5 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Vuoden 2019 jätteistä aiheutuva hiilijalanjälki oli 1 285, 7 kgCO₂e ja vuodelle 2021 690 kgCO₂e. Päästöt vähenivät 46 % etätöiden vaikutuksesta.

3.4 Työntekijöiden työmatkat toimistolle, tuettu työpaikkaruokailu ja näiden päästöt

LADEC:n työntekijöiden hiilijalanjäljen lähtötietoja selvitettiin työntekijöille tehdyssä anonyymissä verkkokyselyssä, joissa kysyttiin tietoja vuodelta 2019 (ennen COVID-19-pandemiaa) ja vuodelta 2021 (COVID-19-pandemian ajalta). Molemmilta vuosilta kysyttiin samoja kysymyksiä. Työ rajattiin käsittelemään lounassetelin käyttöön liittyvään ruokailuun sekä työmatkoista toimistolle, koska nämä voidaan tulkita kuuluvan Scope 3:n päästöihin.

3.4.1 Kyselyn toteutus

Kysely toteutettiin sähköisenä Wepropol-kyselynä (kuva 2), joka lähetettiin LADEC:n työntekijöille työnantajan puolesta. Kysely oli lähettämispäivästä viikon eteenpäin auki, jolloin vastausaika päättyi. Kysymyksiä oli neljä (4) kummallekin vuodelle. Kyselyn rakenne on esitetty tarkemmin liitteissä 4 ja 5.



LADEC hiilijalanjälki - työntekijäkysely

Tämän kysely on osa LUT-yliopiston kandidaattityötä LADEC:n hiilijalanjäljestä. Kyselyssä on kaksi sarjaa, vuosille 2019 (ennen koronaa) ja 2021 (koronan vaikutusaikana). Molemmissa on samat kysymykset työmatkaliikumisesta, ruokailusta ja lopuksi valinnainen lisätietokysely. Kysymyksiä on yhteensä neljä, ja täyttämiseen kuluu noin 5 min. Kysely on anonymi, eikä siinä kerätä henkilötietoja. Kyselyn voi täyttää vain kerran.

Täytä kysely niin, että muistele kummankin vuoden tyypillistä (5 pv) työviikkoa ja valitse vaihtoehdot sen mukaan. Mikäli kysely jättää mielestäsi jotain huomiomatta, voi siitä kirjoittaa "Lisätietoja" kysymyksen alle.

Seuraava

Kuva 2. Työntekijäkyselyn kansisivu.

Kyselyn vastauksien perusteella laskettiin jokaiselle anonymille vastaajalle oma, erillinen hiilijalanjälki työmatkaliikummisen osalta kummallekin vuodelle. Lopuksi kaikki työntekijöiden hiilijalanjälki laskettiin yhteen, ja skaalattiin vastausprosentin perusteella koko yrityksen mittaluokkaan. Autojen ja muiden kulkuvälineiden päästökertoimien lähteenä toimi LIPASTO-tietokanta (VTT 2017). Ajoneuvojen osalta ei huomioida ajoneuvon tai polttoaineen valmistusta, pelkästään kulutuksen päästöt. Tästä poikkeuksena biokaasu, jossa huomioitiin myös valmistuksen päästöt. Ohessa taulukoituna muutamia muita laskennassa käytettyjä päästökertoimia.

Taulukko 8. Työntekijäkyselyn päästölaskennassa käytettyjä kertoimia

Päästölähde	Päästökerroin	Yksikkö	Lähde
Aterian keskipäästö	2,055	[kgCO ₂ e/ateria]	Claudelin et al. 2022, 21.
Lihaa vähentävän aterian keskipäästö	1,705	[kgCO ₂ e/ateria]	Claudelin et al. 2022, 21.
Polkupyörä	0,016	[kgCO ₂ e/km]	ECF 2011, 11.
Auto, keskiarvo	0,152	[kgCO ₂ e/km]	VTT LIPASTO 2017
Auto, kimppekyyti	0,089	[kgCO ₂ e/km]	VTT LIPASTO 2017
Auto, bensiini	0,159	[kgCO ₂ e/km]	VTT LIPASTO 2017
Auto, diesel	0,141	[kgCO ₂ e/km]	VTT LIPASTO 2017
Auto, biokaasu	0,028	[kgCO ₂ e/km]	Lyng et al. 2019, 4.

3.4.2 Kyselyn tulokset

Vastauksia tuli yhteensä kuudeltatoista (16) työntekijältä, vastausprosentin ollen noin 46 %. Kaikkien LADEC:n työntekijöiden hiilijalanjälkeä voidaan karkeasti arvioida kertomalla tulokset kahdella. Taulukossa 9 työntekijöiden hiilijalanjäljet summattuna yhteen, tarkempi erittely liitteessä 3.

Taulukko 9. LADEC työntekijäkyselyn tulokset.

Työntekijä	Hiilijalanjälki 2019 [kgCO ₂ e]	Hiilijalanjälki 2021 [kgCO ₂ e]
1	3951	0
2	342	0
3	1930	87
4	422	143
5	569	95
6	380	74
7	1084	137
8	452	354
9	284	131
10	637	230
11	552	596
12	184	37
13	286	21
14	378	174
15	4545	1602
16	2341	1534
Yhteensä	18 336	5 213
Keskiarvo	1146	326
Mediaani	502	134

Tuloksista nähdään, että työntekijöiden hiilijalanjälki laski 72 % ja mediaanipäästöt jopa 73 %. Suhteuttamalla työntekijöiden kokonaismäärää vastaajamäärään (16/35) saadaan vuoden 2019 kaikkien työntekijöiden hiilijalanjäljeksi 40 111 kgCO₂e ja vuodelle 2021 11 403 kgCO₂e. Yksittäisten henkilöiden hiilijalanjälkeen vaikutti merkittävämmiin työmatkojen pituus ja niillä käytetty kulkuväline, kuin ruokailutottumukset (liite 3). Työpaikkaruokailu ja matkat toimistolle ovat vähentyneet merkittävästi 2019–2021, mutta ruokailun osalta ihmisten hiilijalanjälki on vain siirtynyt muualle, tämän työn rajauksen ulkopuolelle.

3.5 Työmatkat yrityksessä ja niiden päästöt

Tässä luvussa käsitellään työaikana, tai työn puolesta tehtyjä matkoja esimerkiksi edustustilaisuuksiin ja konferensseihin. Työmatkat rajattiin neljään kulkuneuvoon: matkat henkilöautoilla (taksit), bussimatkat, junamatkat ulkomailla sekä lennot. Kotimaan junamatkat jätettiin tarkastelusta pois, koska VR:n tietojen mukaan junien käyttövoimana on pääsääntöisesti erittäin vähäpäästöinen vesivoima (VR 2021, 32).

3.5.1 Työmatkojen päästöjen laskenta

Alla taulukossa 10 on laskennassa käytettyjä päästökertoimia. Yksikkönä on käytetty joko kgCO₂e/pkm (pkm = passenger-kilometre, yhden henkilön siirtämiseen kilometrin verran aiheuttamat päästöt) tai kgCO₂e/km. Lentojen päästöihin on käytetty lentolaskuri.fi:n (Ekokumppanit Oy 2019) laskuria.

Taulukko 10. Työmatkojen päästöjen laskennassa käytettyjä päästökertoimia.

Ajoneuvo	Päästökerroin [kgCO ₂ e/pkm]	Lähde
Juna (Kiina)	0,048	Lin et al. (2019, 875).
Juna (Kanada)*	0,162	Katz-Rosene (2021, 146).
Juna (Japani)	0,019	Eco-Mo Found. (2020, 11).
Juna (Tanska)	0,028	EEA (2017).
Bussit (ulkomaat)	0,053	VTT LIPASTO (2017).
Henkilöauto (Taksi)**	0,152	VTT LIPASTO (2017).

* Kanadalaisen Premium-luokan alempi päästöarvio. Jaettu matkan päästöt kilometreillä,

$$\frac{0,218 \text{ kgCO}_2\text{e}}{1\,346 \text{ km}} = 0,162 \text{ kgCO}_2\text{e/km}$$

**Yksikkönä kgCO₂e/km

Päästökertoimissa ei ole mukana ajoneuvon valmistuksen päästöjä. Matkojen pituuksia arviotiin parhaan mukaan matkakorvausten kirjanpidon perusteella. Osassa matkoissa oli merkitty selkeästi alku- ja lähtöpiste, kulkuväline sekä matkustajamäärä kuluselitteeseen. Näillä matkoilla etäisyyksiä arvioitiin Google Maps-verkkopalvelun avulla. Niitä matkoja, joissa tarkkoja tietoja ei ollut, arvioitiin käytetyn kulkuneuvon, tunnettujen matkojen €/km -korvauksien sekä korvauksien suuruusluokkien perusteella.

Lentolaskuri.fi:n hiilijalanjätkilaskenta on melko monimutkainen, ja perustuu useampaan ehtoon. Jos matka on alle 500 km, siihen lisätään 9 % pituutta, ja yli 5 500 km lentoihin lisätään 125 km. Välillä 550–5500 lisätään pituudesta lineaarisesti riippuen 50–125 km. Päästökertoimena kerosiinille on käytetty 3,15 kgCO₂e/kg (Ekokumppanit Oy 2019, 12–13). Polttoaineenkulutuksen laskennan yhtälönä on

$$\text{kulutus} = a \times \text{lennon pituus}^2 + b \times \text{lennon pituus} + c \quad (3)$$

jossa a,b ja c ovat lennon pituuden perusteella määrittyviä parametrejä. (Ekokumppanit Oy 2019, 14). Parametrien arvoja on eritelty kuvassa 3.

Kuva 3. Lentolaskuri.fi:n laskentatietoja. (Ekokumppanit Oy 2019, 17).

Lentolaskuri: Tietoa laskurin toiminnasta

LASKURI: PÄÄSTÖLASKENTAPARAMETRIEN LUKUARVOT

	Alle 1500 km	Yli 2 500 km	Parametrin lähde
Polttoainekulutuksen a-kerroin	0	0,00010	myclimate (2019)
Polttoainekulutuksen b-kerroin	2,71	7,104	myclimate (2019)
Polttoainekulutuksen c-vakio	1166,52	5044,93	myclimate (2019)
Matkustajapaikkojen määrä	153,51	280,21	myclimate (2019)
Matkustajapaikkojen täyttöaste	0,82	0,82	myclimate (2019)
Matkustusluokka (Economy)	0,96	0,80	myclimate (2019)
Rahdin osuus	0,07	0,26	myclimate (2019)
Polttoaineen ominaispäästöt	3,15		IPCC (2000)
Säteilypakotekerroin	2		Jungbluth ja Meili (2018)

Välillä 1 500–2 500 km päästölaskentakertoimet ja -vakiot määrittyvät lennon pituuden mukaan lineaarisesti alle 1 500 km:n ja yli 2 500 km:n parametrien perusteella.

3.5.2 Työmatkojen päästölaskennan tulokset

Alla taulukoituna työmatkojen matkat ajoneuvoittain, sekä niistä syntyvät päästöt. Lentojen kohdalla kokonaismatkoja ei määritelty. Vuodelle 2021 ei ollut bussimatkoja.

Taulukko 11. Kuljetut työmatkat kulkuvälineittäin ja niistä aiheutuneet päästöt 2019.

Matkan tyyppi	Kuljetut matkat yhteensä [pkm]	Päästöt yhteensä [kgCO ₂ e]
Junamatkat	1 607	48
Bussimatkat	1 800	95
Henkilöautomatkat*	2 875	437
Lentomatkat**		22 277
Yhteensä		22 858

*yksikössä kgCO₂e/km

**Lentomatkojen päästöt suoraan lentolaskuri.fi:stä

Taulukko 12. Kuljetut työmatkat kulkuvälineittäin ja niistä aiheutuneet päästöt 2021.

Matkan tyyppi	Kuljetut matkat yhteensä [pkm]	Päästöt yhteensä [kgCO ₂ e]
Junamatkat	334	9
Henkilöautomatkat*	821	125
Lentomatkat**		2 595
Yhteensä		2 729

*yksikössä kgCO₂e/km

**Lentomatkojen päästöt suoraan lentolaskuri.fi:stä

Työmatkat LADEC:ssa ovat vähentyneet pandemian vaikutuksesta merkittävästi, mikä näkyy myös päästöissä. Päästöt laskivat vuonna 2021 verrattuna vuoteen 2019 88 %. Työmatkojen päästöistä suurin osuus syntyy lentämisessä, vuodelle 2019 työmatkojen lentämisen osuus päästöistä on 97 % ja vastaavasti vuodelle 2021 95 %.

3.6 Toimistossa käytettävät laitteet

Toimiston käytössä olevat laitteet rajattiin työpuhelimiin ja kannettaviin tietokoneisiin, koska niitä on yrityksellä yleisessä käytössä. Puhelimet ja osa kannettavista ovat yrityksen omistamia, ja osa leasing-koneita. Laitteiden elinkaarta arvioidessa puhelimen elinkaareksi asetetaan 4,5 vuotta (Cordella et al. 2021, 678). Kannettavilla tietokoneilla elinkaareksi arvioitiin kolme vuotta (Partanen 2020, 8.) pois lukien leasing-koneet, joille oletetaan pidempi, viiden vuoden elinkaari. LADEC käyttää myös leasing-koneita kolme vuotta.

3.6.1 Laitteiden päästöjen määrittely

Laitteiden osalta tarkastelu rajattiin puhelimiin ja kannettaviin tietokoneisiin. Laskennassa huomioitiin vain valmistuksen ja kokoonpanon päästöt. Laitteiden sähkönkulutus rajattiin pois kaksoislaskennan välttämiseksi, sillä ne on laskettu mukaan toimistorakennuksen sähkönkulutukseen. Tarkastelu ei huomio laitteen käyttöä muualla kuin työpaikalla. Myöskään tietoyhteysien käyttöä ei huomioida, sillä niiden päästökertoimien määrittely on liian laaja tehtävä tämän kandidaatintyön puitteissa. Todellisuudessa tietoyhteysien käytön vaikutus hiilijalanjälkeen on merkittävä, esimerkiksi Cordella et al. (2019, 456) tutkimuksen tietojen perusteella puhelimen kokonaishiilijalanjäljestä jopa 61 % muodostuu tietoliikenteen päästöistä. Tätä tulosta on kuitenkin vaikea asettaa mukaan laskentaan, sillä tietoliikenteen hiilijalanjäljen määrittely on monimutkaista ja vaihtelee maiden välillä.

Ongelmaksi laskelmissa muodostui, että käytettyjen laitteiden osalta tiedettiin vain aktiivisten laitteiden määrät, eikä esimerkiksi milloin laite on hankittu. Jos lasketaan kaikkien käytössä olevien laitteiden hiilijalanjälki tarkasteluvuonna, myös kaikkien laitteiden valmistuksen hiilijalanjälki allokoituu tarkasteluvuodelle riippumatta hankintojen ajankohdasta, ja hiilijalanjälki on suhteettoman suuri. Voimme arvioida laitteiden valmistamisen ja käytön kuormaa ympäristölle jakamalla esimerkiksi valmistuksen hiilijalanjälki laitteen käyttövuosilla yrityksessä.

3.6.2 Päästökertoimien laskenta

Kannettavien tietokoneiden valmistamisen päästöiksi esimerkiksi Kiinassa Liu et al. (2016,) tietojen perusteella saadaan 189 kgCO_{2e} per kannettava tietokone. Yhdelle vuodelle allokoituu kolmen vuoden elinkaarella

$$\text{Omistetun kannettavan hiilijalanjälki} = \frac{\text{Valmistuksen päästöt}}{\text{Kannettavan elinkaari}} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{Omistetun kannettavan hiilijalanjälki} &= \frac{189 \text{ kgCO}_2\text{e per tietokone}}{3 \text{ vuotta}} \\ &= 63 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{a}} \text{ per tietokone} \end{aligned}$$

Leasing-koneille oletetaan olevan käyttöä vielä kolmen vuoden sopimuksen jälkeen. Viiden vuoden elinkaarella LADEC:n osuus kannettavan hiilijalanjäljestä per vuosi on

$$\text{Kannettavan hiilijalanjälki} = \frac{\text{Valmistuksen päästöt}}{\text{Kannettavan elinkaari leasing – käytössä}}$$

$$\text{Kannettavan tietokoneen hiilijalanjälki} = \frac{189 \text{ kgCO}_2\text{e per tietokone}}{5 \text{ vuotta}}$$

$$\text{Kannettavan tietokoneen hiilijalanjälki} = 37,8 \frac{\text{kgCO}_2\text{e}}{\text{a}} \text{ per tietokone}$$

Leasing-koneen hiilijalanjälki LADEC:n kannalta on siis 40 % pienempi kuin omistetun kannettavan.

Puhelimilla elinkaari arvioitiin olevan 4,5 vuotta. Puhelimien osien raaka-aineiden jalostamisesta ja osien tuottamisesta muodostuu päästöjä 48 kgCO₂e per puhelin ja kokoonpanosta 12 kgCO₂e per puhelin (Cordella et al. 2021, 678). Hiilijalanjälki voidaan laskea yhtälöllä:

$$\text{Puhelimen hiilijalanjälki per vuosi} = \frac{\text{Raaka – aineet ja osat + kokoonpano}}{\text{puhelimen elinkaari}} \quad (5)$$

$$\text{Puhelimen hiilijalanjälki} = \frac{48 \text{ kgCO}_2\text{e per puhelin} + 12 \text{ kgCO}_2\text{e per puhelin}}{4,5 \text{ a}}$$

$$\text{Puhelimen hiilijalanjälki} = \frac{60 \text{ kgCO}_2\text{e per puhelin}}{4,5 \text{ a}} = 13,3 \text{ kgCO}_2\text{e per vuosi}$$

Tämän jälkeen kunkin laitetyypin päästöt voidaan laskea yhtälön 1 mukaisesti

Laitteiden päästöt = laitteiden määrä × laitteen päästökerroin

3.6.3 Laitteiden päästölaskennan tulokset

Alla taulukoissa 14, 15 ja 16 puhelimien ja kannettavien tietokoneiden, sekä leasing-koneiden päästöt. Vuoden 2021 (taulukko 15) omistettujen kannettavien tietokoneiden määrästä on vähennetty leasing-koneet (taulukko 16).

Taulukko 14. Omistettujen laitteiden päästöt 2019.

	Laitteiden määrät [kpl]	Päästökertoimet [kgCO ₂ e/a×laite]	Päästöt [kgCO ₂ e/a]
Kannettavat	35	63	2 205
Puhelimet	29	13,3	387
Yhteensä	64		2 592

Taulukko 15. Omistettujen laitteiden päästöt 2021.

	Laitteiden määrät [kpl]	Päästökertoimet [kgCO ₂ e/a×laite]	Päästöt [kgCO ₂ e/a]
Kannettavat	24	63	1 512
Puhelimet	31	13,3	413
Yhteensä	55		2 379

Taulukko 16. Leasing kannettavien päästöt 2021.

Laitteiden määrät [kpl]	Päästökertoimet [kgCO ₂ e/a×laite]	Päästöt [kgCO ₂ e]
12	37,8	454

Vuonna 2019 puhelimien ja kannettavien hiilijalanjälki oli yhteensä 2 592 kgCO₂e ja vuonna 2021 leasing-koneet mukaanluettuna vastaava oli 2 883 kgCO₂e. Laitteiden hiilijalanjälki kasvoi 9 %, mikä todennäköisesti johtuu laitteiden kasvaneesta määrästä.

3.7 Siivouspalvelut

Siivouspalvelujen osalta tiedoissa olivat itse siivoustyön kustannukset sekä siivoustarpeiden kustannukset. Työn kustannuksia ei huomioida, koska siivoojien toimipiste sijaitsee samassa rakennuksessa kuin LADEC:n toimisto, eivätkä esimerkiksi siirtymät ole tarpeellisia. Siivoustarpeille oli haastavaa löytää sopivaa päästökerrointa, mutta niiden päästöjä voidaan arvioida esimerkiksi jakamalla 50 % kustannuksista siivousvälineisiin ja loput 50 % itse pesuaineisiin ja vastaaviin. Martta järjestön ja Takuusäätiön (2022) hiilijalanjälkilaskuri, joka perustuu Helsingin yliopiston Kuluttajatutkimuskeskuksen tekemien kohtuullisen minimin budjetteihin, joista voidaan arvioida elämisen hiilijalanjälkeä. Kestohyödykkeille, kuten siivousvälineille, laskuri antaa 1 €/kk kulutuksen hiilijalanjäljeksi 0,47 kgCO₂e/kk. Vastaavasti lyhytkestoisille hyödykkeille, kuten pesuaineille, 1 €/kk kulutuksen hiilijalanjälki on 0,44 kgCO₂e/kk. Näiden tietojen perusteella on voitu karkeasti laskea siivouksesta aiheutuvat ilmastopäästöt, jotka on esitetty taulukoissa 17 ja 18.

Taulukko 17. Siivouksessa syntyvät päästöt 2019.

	Aiheutuvat päästöt [kgCO ₂ e]
Siivousvälineet	338
Pesuaineet	317
Yhteensä	655

COVID-19 pandemian aikana desinfiointin ja puhtauden merkitys on korostunut koronan leviämisen estämisessä. Vuonna 2021 LADEC:n siivoustarvikkeiden kustannukset nousivat vuoteen 2019 nähden 83 %. Tämän vaikutusta päästöihin arvioidaan niin, että siivouksen muut päästöt pysyvät samana, mutta esimerkinomaisesti lasketaan lisääntyneiden kustannusten kuluneen desinfiointiaineisiin. Hiloidhari et al. (2018, 7) kertoo, että sokeriruo'osta valmistetun etanolin hiilijalanjälki voi vaihdella välillä 0,25-1,26 kgCO₂e/l. Työnantajan tietojen mukaan siivouspalvelu on pyrkinyt ympäristöystävällisiin valintoihin, joten oletetaan päästökertoimen olevan pienin mahdollinen, 0,25 kgCO₂e/l. Satunnaisesti valitun desinfiointiaineen Desinfektol P 5 L hinnan perusteella (29,90 €, 5,98 €/L, 6.4.2022) ja 70 % etanolikonsentraatiosta voidaan arvioida, että desinfiointiaineen kuluvan rahan päästökerroin on

(5)

$$\text{Des. inf. päästökerroin} = \frac{\text{etanolin päästökerroin}}{\frac{\text{Des. inf aineen litrahinta}}{\text{Des. inf aineen konsentraatio}}}$$

$$\text{Des. inf. päästökerroin} = \frac{0,25 \text{ kgCO}_2\text{e/litra}}{\frac{5,98 \text{ €/litra}}{0,7}} = 0,029 \text{ kgCO}_2\text{e/litra}$$

Oletetaan, että muut kulut ja päästöt eivät muutu. Desinfiointiaineen päästökertoimella voidaan nyt arvioida pandemian aiheuttamaa hiilijalanjäljen kasvua siivouspalvelun osalta:

Taulukko 18. Siivouksessa syntyvät päästöt 2021.

Päästölähde	Aiheutuvat päästöt [kgCO ₂ e]
Siivousvälineet	338
Pesuaineet	317
Desinfointiaineet	35,11
Yhteensä	690

Hiilijalanjälki kasvoi vuonna 2021 vuoteen 2019 nähden 5 %. Hiilijalanjäljen kasvu on kulujen kasvuun nähden melko vähäistä, koska on oletettu, että kasvu liittyy pääasiassa puhdistusaineen käytön kasvuun ja käytetyllä puhdistusaineella (etanolilla) on melko matala hiilijalanjälki.

4 Kokonaishiilijalanjälki 2019 ja 2021

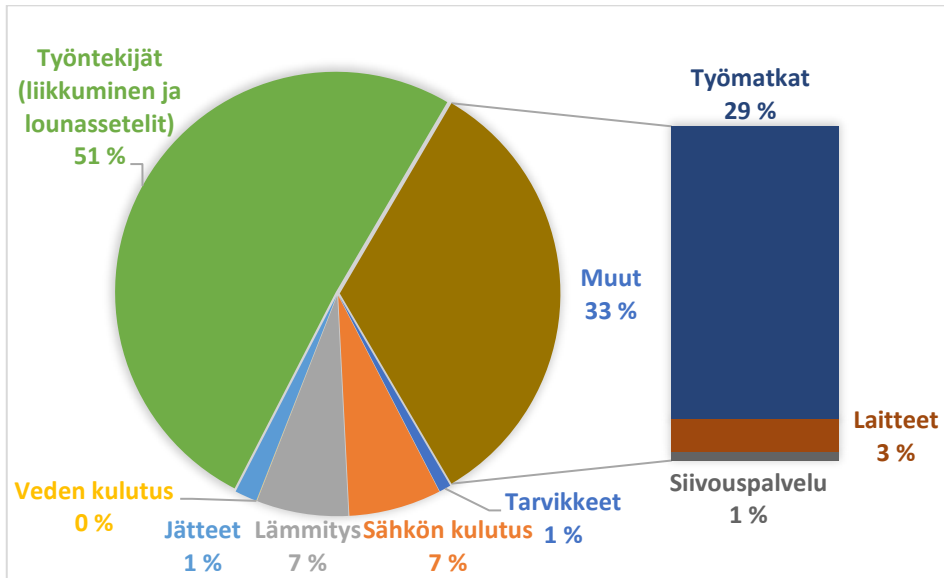
Taulukossa 19 on esitetty LADEC:n hiilijalanjälki osa-alueittain vuosina 2019 ja 2021, ja niiden välinen muutos. Eri osa-alueiden osuutta kokonaishiilijalanjäljestä on havainnollistettu kuvissa 4 ja 5.

Taulukko 19. LADEC:n kokonaishiilijalanjälki vuosina 2019 ja 2021.

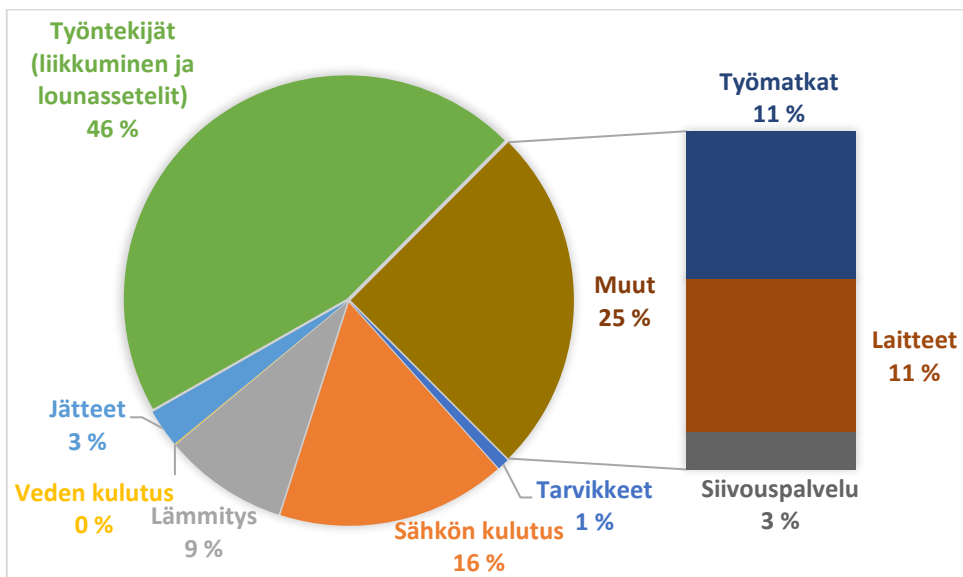
	2019 [kgCO ₂ e]	2021 [kgCO ₂ e]	Muutos	Osa-alue
Tarvikkeet	681	212	-69 %	Scope 3
Sähkön kulutus	5 340	4 140	-22 %	Scope 2
Lämmitys	5 312	2 242	-58 %	Scope 2
Veden kulutus	17	13	-22 %	Scope 3
Jätteet	1 285	690	-46 %	Scope 3
Työntekijät (liikkuminen ja lounassetelit)	40 111	11 403	-72 %	Scope 3
Työmatkat	22 858	2 729	-88 %	Scope 3
Laitteet	2 592	2 883	-25 %	Scope 3
Siivouspalvelu	655	690	+5 %	Scope 3
Yhteensä	78 850	24 951	-68 %	

Taulukosta 19 huomataan, että yksi merkittävimmistä päästölähteistä on työntekijöiden osuus, ja tarkemmin liikkuminen työpaikalle (liite 3). Tämä muodosti molempina vuosina miltei 50 % hiilijalanjäljestä. Liikkumisen osuutta nostivat tapaukset, jossa jouduttiin kulkemaan pitkiä matkoja toimistolle bensiini- tai dieselkäyttöisellä autolla. Muita suuria päästölähteitä ovat työmatkat (lentäminen), lämmitys ja sähkönkulutus. Pandemian vaikutus vertailuvuosien välillä näkyy selkeästi (kuva 6), sillä päästöt ovat pienentyneet 68 %.

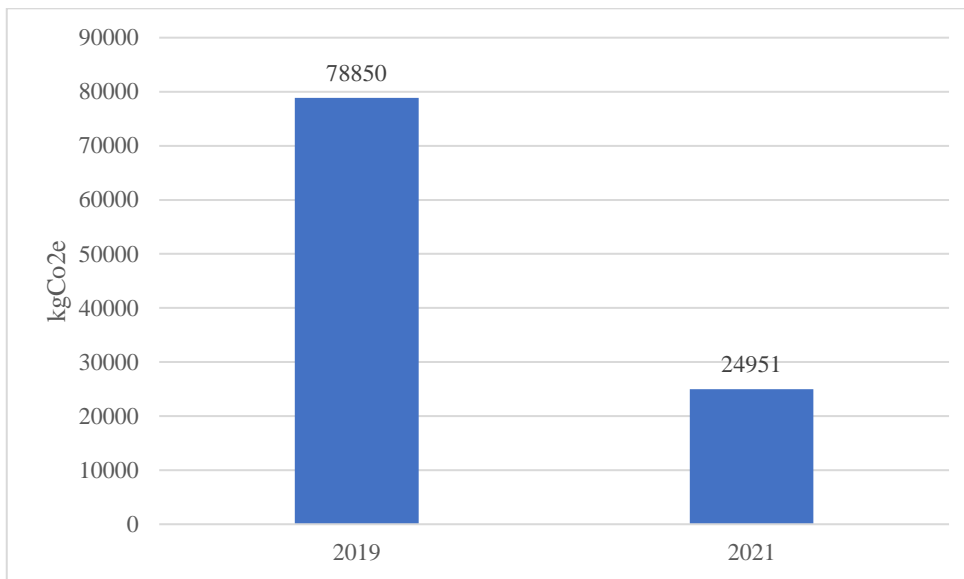
Kuva 4. Vuoden 2019 kokonaishiilijalanjälki ympyrädiagrammina.



Kuva 5. Vuoden 2021 kokonaishiilijalanjälki ympyrädiagrammina.



Kuva 6. Kokonaishiilijalanjälki pylväsdiagrammina vuosina 2019 ja 2021



4.1 Tuloksien luotettavuus

Hiilijalanjäljen laskemiseen sisältyy paljon epävarmuutta. Pelkästään Grenhouse Gas Protocol:n (2001 & 2011) raameissa toimiessa laskennan tuloksiin vaikuttaa olennaisesti rajaus, eli mitä lasketaan mukaan päästöihin tai mitä rajataan laskennan ulkopuolelle. Laitteiden osuus olisi ollut varmasti merkittävämpi, mikäli tietoliikenteen päästöt olisi huomioitu (Cordella et al. 2019, 456). Myös päästökertoimien lähteet tuovat paljon epävarmuutta: esimerkiksi kaikkia kansainvälisten tutkimusten tietoja ei voi pitää Suomen oloissa kuin korkeintaan suuntaa antavina. Vastaavasti itse kirjanpidon tulkintaan sisältyy myös epävarmuustekijöitä, joten esimerkiksi työmatkailun kilometrit todennäköisesti poikkeavat todellisuudesta.

Luotettavimpana laskelmana voidaan pitää rakennuksen kulutustietojen perusteella tehtyä laskentaa sähkön-, lämmön- ja vedenkulutukselle, sekä liikkumisen laskelmia työmatkailussa ja työntekijöiden liikkumista itse toimistolle, koska näiden osalta oli tarjolla melko tarkkaa tietoa kertoimista ja suoritteiden määristä. Nämä myös ovat suurimpia päästölähteitä, joten kokonaisuudessaan hiilijalanjäljen määrittelyä voidaan pitää melko onnistuneena. Epävarmimpana on siivouspalvelun hiilijalanjälki, koska siivoustarvikkeiden

päästökertoimista ei tietoa ollut saatavilla. Yksittäisenä ja melko pienenä päästöjen osa-alueena se ei kuitenkaan vaikutta luotettavuuteen merkittävästi. Laskennassa ei myöskään luotettavasti voida arvioida hiilijalanjälkeä, joka etätyön myötä siirtyy tämän työn rajauksen ulkopuolelle työntekijöiden koteihin. Esimerkiksi datansiirron, laitteiden käytön ja lämmityksen hiilijalanjälki siirtyy muualle, ja nämä voivat muodostaa melko suurenkin siivun todellisesta kokonaishiilijalanjäljestä.

5 Johtopäätökset

Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy:n kokonaishiilijalanjälki oli vuonna 2019 78 850 kgCO₂e ja vuonna 2021 24 951 kgCO₂e. Verrattuna keskivertosuomalaisen hiilijalanjälkeen 10 300 kgCO₂e/vuosi (Sitra 2018), toimivat LADEC ja sen työntekijät jo nyt melko vähäpäästöisillä tavoilla. Etätyötä hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan ja työntekijät liikkuvat pääsääntöisesti esimerkiksi julkisilla liikennevälineillä, kävellen tai polkupyörällä. Päästöt ovat pienentyneet suurelta osin COVID-19 pandemian ja etätyön vaikutuksesta, mutta myös Lahden seudun energia- ja lämmöntuotannon päästöjen pienentyessä. Lisäksi työntekijäkyselyssä ilmeni, että osa työntekijöistä on etätyön alettua muuttanut liikkumistaan vähäpäästöisempään suuntaan. LADEC:n yrityksenä tulisi keskittyä eniten liikkumisen ja energian päästöihin, sillä ne ovat melko yksinkertaisia mitata ja niiden vaikutus hiilijalanjäljen pienentämiseen on suurin. Tässä kappaleessa käsitellään LADEC:n suurimpia päästölähteitä ja tapoja vähentää näitä päästöjä.

5.1 Työntekijöiden liikkuminen töihin ja työmatkat

Työntekijöiden liikkuminen toimistolle oli vuosina 2019 & 2021 suurin yksittäinen päästölähte. Työmatkaliikkumisen vähentäminen toimistolle onkin suurin potentiaalinen päästövähennyskeino. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ja Liikkuva aikuinen -ohjelman rahoittama, Motivan (2022a) koordinoima Fiksusti töihin -hanke esittelee useita keinoja työnantajalle vaikuttaa työmatkaliikkumiseen, joista muutama esimerkki ovat:

1. **Joukkoliikenteen työsuhdematkalippu**, työnantajan tarjoama luontoisetu, joka tukee joukkoliikenteen käyttöä (Motiva 2022a).
2. **Liikkumissuunnitelma**, jossa tunnistetaan mahdollisuudet edistää kestäviä liikkumismuotoja, parannetaan liikkumisen turvallisuutta tunnistetuilla toimenpiteillä ja kerätään tietoa kiinteistön tiloista, jotka tukevat kestäväää liikkumista. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi auto- ja pyöräparkit sekä sosiaalitulat (Motiva 2022a). Suunnittelun

apuna voi käyttää esimerkiksi Viisaan liikkumisen työpaikka (Viksu) -työkalua (UKK-instituutti 2020).

3. **Infokampanjat**, joissa kestävän työmatkaliikkumisen eduista ja vaikutuksista tiedotetaan työntekijöille, sekä mahdollisesti haastetaan työntekijöitä liikkumaan enemmän leikkimielisen kisan muodossa. (Motiva 2022a)
4. **Lisää latauspisteitä sähköautoille**. Kaikille pelkän joukkoliikenteen käyttö ja pyöräily eivät ole realistisia vaihtoehtoja. Työnantajan tulisikin tukea ympäristöystävällisimpien autojen, esimerkiksi sähköauton, käyttöä. Mikäli työntekijällä on mahdollisuus ladata autoa työpäivän aikana, sähköauton haittapuolena olevat pitkien lataus-aikojen ja lyhyemmän kantaman vaikutukset minimoituvat. (Motiva 2022a). Tiedepuistossa latauspisteitä on jo muutama, mutta useampi latauspiste varmistaisi, että auton saa työpäivän ajaksi lataukseen.

Työmatkojen osalta pätevät samat neuvot joukkoliikenteen suosimiseksi. Tarkempi seuranta esimerkiksi kulukorvauksissa helpottaa päästövaikutusten arviointia. Lentomatkojen päästöjä ja niiden vaikutuksia on mahdollista karsia lentoja vähentämällä ja niiden korvaamista etätapaamisilla, sekä mahdollisuuksien mukaan päästökompensaatioiden ostamisella. Päästökompensaatiot tuovat kuitenkin omat ongelmansa, esimerkiksi kompensointikohteiden laatu voi vaihdella ja markkinat ovat vasta alkutaipaleen sekavuudessa (Lahti, 2019). Näin ollen ”nyrkkisääntönä” on parempi välttää lentämistä ja kompensoida välttämättömät lennot.

5.2 Laitteet & sähkönkulutus

Laitteiden osalta puhelimien ja kannettavien tietokoneiden hiilijalanjäljessä suurimmat päästöt syntyvät valmistuksessa, laitteiston sähkönkulutuksessa, sekä tietoliikenteestä (Cordella et al. 2019, 456). Leasing-sopimus, jossa oletetaan myös elinkaaren jatkuminen sopimuksen päätyttyä, laskee laitekohtaisia päästöjä. Motiva (2021) antaa neuvoja viihde-elektroniikan sähkönkulutuksen pienentämiseksi. Soveltaen samat neuvot sopivat myös työkäyttöön tarkoitettujen laitteiden kohdalle:

1. Laitehankinnoissa tulee suosia tarkoituksenmukaisia, mahdollisimman vähän kuluttavia laitteita.
2. Sammuta virta aina, kun et käytä laitetta.
3. Puhelimen paikannuspalvelut ja sovellukset tulisi sulkea, kun niitä ei aktiivisesti käytetä.
4. Kiinteä verkko (Ethernet) on tehokkaampi datan siirtäjä kuin langaton verkko.
5. Kierrätä laitteet asianmukaisesti. Nykyaikainen elektroniikka sisältää harvinaisia metalleja, joiden louhiminen voi olla ympäristön kannalta erittäin haitallista. On parempi saattaa ne uudelleen kiertoon.

Sähkökulutuksen päästökertoimeen LADEC ei suoraan voi vaikuttaa, sillä se ei solmi sähkönsopimustaan itse. Täysin uusiutuvista energianlähteistä tuotettu sähkö kuitenkin vähentäisi päästöjä merkittävästi. Tietoliikenteen päästökertoimesta Suomessa on hyvin vähän tietoa saatavilla, ja tämä onkin otollinen tutkimuskohde. Päästökertoimen laskemista kuitenkin mutkistaa datan liikkeiden tarkka selvittäminen. (Motiva 2021).

5.3 Yksinkertaistetun vuotuisen hiilijalanjäljen laskentakaava

Molempina tarkasteluvuotena huomataan, että noin puolet hiilijalanjäljestä muodostuu työntekijöiden liikkumisesta työpaikalle. Yhdessä energiankulutuksen (sähkö ja lämpö) ja työmatkojen kanssa on osuus jo yli 90 prosentin. Voidaan approksimoida, että yrityksen kokonaishiilijalanjälki on kaksinkertainen työmatkaliikkumisen hiilijalanjälkeen nähden. Vuonna 2019 työntekijöiden ruokailun ja työmatkaliikkumisen hiilijalanjälki oli 40 111 kgCO₂e ja vuodelle 2021 11 403 (taulukko 9). Keskiarvo 35 työntekijälle 2019 oli 1 146 kgCO₂e/työntekijä ja vuonna 2021 326 kgCO₂e/työntekijä. Kahden vuoden otannalla on mahdotonta ennustaa tulevaa luotettavasti, mutta jos arvioidaan ihmisten liikkumisen kehittyvän vähäpäästöisempään suuntaan toimistolle palaamisesta huolimatta, on yksittäisen työntekijän ruokailun ja liikkumisen hiilijalanjälki noin 900 kgCO₂e/työntekijä, eli noin 22 % pienempi kuin vuoden 2019 keskiarvo. Jos oletetaan, että kokonaan etätyössä olevien hiilijalanjälki on nolla

ja vähennetään nämä työntekijät kokonaismäärästä, voimme approksimoida LADEC:n vuotuista kokonaishiilijalanjälkeä yhtälöllä:

$$\text{Vuotuinen kokonaishiilijalanjälki} = 2 \times (K - E) \times 900 \text{ kgCO}_2\text{e} \quad (6)$$

jossa K on työntekijöiden kokonaismäärä

ja E etätyössä olevien työntekijöiden määrä

Laskelmasta saa tarkemman vähentämällä etätyöläisten lisäksi ne, jotka kulkevat polkupyörällä, kävellen tai julkisilla. Esimerkkisijoituksella, jossa kymmenen työntekijää on etätöissä eli $K = 35$ ja $E = 10$, saadaan tulokseksi

$$202X \text{ kokonaishiilijalanjälki} = 2 \times (35 - 10) \times 900 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

$$202X \text{ kokonaishiilijalanjälki} = 45\,000 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Approksimaatio on yksinkertainen, mutta jättää paljon muuttujia huomioimatta. Se ei ota kantaa esimerkiksi energiantuotannon päästövähennyksiin, eikä yksilön tai työnantajan tekemiin ympäristötoimiin. Sitä voi helposti muuttaa korjaamalla työntekijän keskihiilijalanjälkeä, mikäli tulevaisuuden päästövähennysten merkityksestä on hyvä kokonaiskuva.

LADEC:n kaltaisten toimistotyötä tekevien yritysten tulisi keskittyä pienentämään energiankulutuksen ja liikkumisen hiilijalanjälkeä. Näiden osa-alueiden päästöt ovat melko tarkasti laskettavissa, ja niiden pienentämisellä on suuri merkitys. Tällä tavalla pienilläkin resursseilla saadaan karkea arvio kokonaishiilijalanjäljen suuruusluokasta ja mahdollisuus kohdistaa toimia päästövähennyksien saavuttamiseksi.

Lähteet

Euroopan Komissio. 2019. Komission tiedonanto, Euroopan vihreän kehityksen ohjelma. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 11.12.2019. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>

CarbonCloud AB. 2021. The climate footprint of Barista oat drink, SWE/FIN Oatly. 14 sivua. [verkkomateriaali]. Julkaistu 9.9.2021. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://a.storyblok.com/f/107921/x/d3e35308bb/04-barista-finland-1.pdf>

Claudelin, A. Kareinen, K. Efe, M. Uusitalo, V. Callahan, S. Hakan, M. 2022. The carbon footprint calculation model for the CAMPAIGNers app. Deliverable 2.1 of the CAMPAIGNers project funded under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, GA No: 101003815. [julkaisematon]. [viitattu 7.4.2022].

Cleveland, C. J., & Morris, C. G. (Eds.). 2014. Dictionary of Energy. Elsevier, Oxford. Julkaistu (second edition): 2014. [viitattu 17.2.2022]. Saatavissa (vaatii LUT/LAB-tilin): <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.saimia.fi/lib/lab-ebooks/detail.action?docID=1821967>

European Cyclist Federation ECF 2011. Cycle more often 2 cool down the planet – Quantifying CO2-savings of Cycling. [verkkomateriaali]. Julkaistu 11/2011. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: https://ecf.com/system/files/Cycle_More_Often_2_Cool_Down_the_Planet.pdf

European Environment Agency EEA. (2017). Specific CO2 emissions per passenger-km and per mode of transport in Europe. [verkkosivu]. Julkaistu 4.1.2017. [päivitetty 2.5.2019]. Saatavissa: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/specific-co2-emissions-per-passenger-3#tab-chart_1

Ekokumppanit Oy. 2019. Lentolaskuri: Tietoa laskurin toiminnasta. 27 sivua. [verkkomateriaali]. Julkaistu 8.11.2019. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa: https://lentolaskuri.fi/wp-content/uploads/ekokumppanit_lentolaskuri_taustaa.pdf

Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation (Eco-Mo Foundation). 2020. Transport and Environment in Japan. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT). [verkkomateriaali]. Julkaistu 3/2020. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa: <http://www.ecomo.or.jp/english/pdf/tej2020.pdf>

Greenhouse Gas Protocol. 2001. Corporate Accounting and Reporting standard. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 2001. Päivitetty: 2015. [viitattu 30.1.2022]. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

Greenhouse Gas Protocol. 2011. Corporate Value Chain (Scope 3) Standard. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 2011. [viitattu 30.1.2022]. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>

Katz-Rosene, R.M. (2021), A not-so-green choice? The high carbon footprint of long-distance passenger rail travel in Canada. *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, 65: 141–151. Julkaistu 2.8.2020. [päivitetty 2021]. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa (vaatii LUT/LAB-tilin): <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1111/cag.12649>

Lahden kaupunginhallitus. 2020. Lahden hiilinielu- ja kompensatiosuunnitelma: Tavoitteena hiilineutraalius 2025. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 27.1.2020. [viitattu 7.2.2022]. Saatavissa: <https://www.lahti.fi/tiedostot/lahden-hiilinielu-ja-kompensatiosuunnitelma/>

Lahti Aqua. (2018). Vuosikertomus 2018: 13 Tunnusluvut. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 2018. [viitattu 4.4.2022]. Saatavissa: <https://lahtiaquavk.fi/2018/#13>

Lahti Energia Oy. 2020. Vastuullisuusraportti 2020. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 2020. [viitattu 4.4.2022]. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/vastuullisuusraportti/>

Lahti, Vesa-Matti. 2019. Lentoliikenteen suuret aikeet päästöjen hyvittämisestä. Sitra. [verkkokoartikkeli]. Julkaistu: 15.1.2019. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/lentoliikenteen-suuret-aikeet-paastojen-hyvittamisesta/>

Latva-Hakuni, E. 2020. Opiskelija- ja työpaikkaravintoloiden ilmastovaikutukset ja toimenpiteet niiden vähentämiseksi: Case Semma Oy. [Pro gradu -tutkielma]. Julkaistu 2.12.2020. Jyväskylän yliopisto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/73602/1/URN%3ANBN%3Afi%3Aaju-202101141080.pdf>

Lin, J., Li, H., Huang, W., Xu, W., Cheng, S. 2018. A Carbon Footprint of High-Speed Railways in China: A Case Study of the Beijing-Shanghai Line. *Journal of Industrial Ecology*, 23: 869–878. Julkaistu 7.11.2018. [päivitetty 2019]. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa (vaatii LUT/LAB-tilin): <https://doi-org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1111/jiec.12824>

Lyng K-A ja Brekke A. 2019. Environmental Life Cycle Assessment of Biogas as a Fuel for Transport Compared with Alternative Fuels. Julkaistu: 26.1.2019. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <http://dx.doi.org/10.3390/en12030532>

Motiva. 2021. Viihde ja elektroniikkalaitteet. [verkkosivu]. [päivitetty 12.11.2021]. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/viihde_ja_elektroniikkalaitteet

Motiva. 2022, ”a”. Fiksusti töihin – Vinkkejä työnantajalle. [verkkosivu]. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: https://www.fiksustitoihin.fi/vinkkeja_tyonantajille

Motiva. 2022, ”b”. Kaukolämpö. [verkkosivu]. [päivitetty 13.4.2022]. [viitattu 15.4.2022]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestel-man_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestvedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang. 2013. Chapter 8: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC. Julkaistu: 2013. [päivitetty 2/2018]. [viitattu 17.2.2022]. Saatavissa: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards, R. 2020. JEC Well-To-Wheels report v5. Publications Office of the European Union. Julkaistu: 2020. [viitattu 17.2.2022]. Saatavissa: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121213>

Takuusäätiö. 2022. Laske oma hiilijalanjälkesi. [verkkosivu]. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://www.takuusaatio.fi/hallitserahojasi/laske-oma-hiilijalanjalkesi/>

UKK-instituutti. 2020. Viisaan liikkumisen työpaikka – Viksu-työkalu. [verkkosivu]. [päivitetty 19.11.2020]. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://ukkinstituutti.fi/elintapaohjaus/arkiliikkumisen-edistaminen/viksu-tyokalu/2>

Sitra. 2018. Keskivertosuomalaisen hiilijalanjälki. [verkkosivu]. julkaistu: 15.02.2018. [päivitetty 30.12.2019]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskivertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2022. Etä- ja läsnätyön yhdistäminen. [verkkoartikkeli]. [päivitetty 2.3.2022]. [viitattu 7.4.2022]. Saatavissa: <https://stm.fi/etatyot-koronavirustilanteessa>

Sjöstedt T. 2016. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. [verkkoartikkeli] Julkaistu: 29.6.2016. Päivitetty 20.6.2019. [viitattu 30.1.2022]. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>

Valtioneuvosto. 2020. Hallituksen vuosikertomus 2019. Julkaistu 20.5.2020. [viitattu 7.2.2022]. Saatavissa: https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162244/VN_2020_2.pdf

Vento, M. 2019. Lahti aikoo olla hiilineutraali vuonna 2025. Kuntatekniikka. [uutisartikkeli]. Julkaistu: 11.6.2019. [viitattu 7.2.2022]. Saatavissa: <https://kuntatekniikka.fi/2019/06/11/lahti-aikoo-olla-hiilineutraali-vuonna-2025/>

VR Group. 2021. Vastuullisuusraportti 2020. [verkkomateriaali]. Julkaistu: 1.4.2021. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa: https://vrgroup.studio.crasman.fi/file/dl/a/PPEulg/GKXm1z5SH_anyAXcB49wHA/VR_Group_Vastuullisuusraportti_2020.pdf

VTT 2017. LIPASTO-yksikköpäästötietokanta. VTT Oy. (huom. yksikköpäästötietokanta poistuu käytöstä 1.8.2022 tietojen vanhentumisen vuoksi). [verkkomateriaali]. [päivitetty 1.7.2017]. [viitattu 6.4.2022]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>

Liu, J. Yang, D, Lu, B. Zhang, J. 2016. Carbon footprint of laptops for export from China: empirical results and policy implications, *Journal of Cleaner Production*, Volume 113. 674–680. ISSN 0959-6526. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.026>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615016558>)

Liite 1. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy Jätekirjanpito ja jätteistä aiheutuvat päästöt
1.1.2019 - 31.12.2019

Tyyppi	Määrä [kg]	Vastaanottaja	Käsittely	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kg]	Päästöt [kgCO ₂ e/kg]
Sekalainen keräyspa- peri, irto	1 008	L&T	Kierrätys	1,05	1058,4
Ruskea pahvi ja kartonki, irto	240	L&T	Kierrätys	0,06	14,4
Sekajäte	234	Päijät-Hämeen JH	Muu uudelleen- käyttö	0,506	118,4
Energiajäte	230	Päijät-Hämeen JH	Poltto jätevoima- lassa	0,41	94,5
Yhteensä	1 712				1 286

Liite 2. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy Jätekirjanpito ja jätteistä aiheutuvat päästöt
1.1.2021 - 31.12.2021

Tyyppi	Määrä [kg]	Vastaanot- taja	Käsittely	Päästökerroin [kgCO ₂ e/kg]	Päästöt [kgCO ₂ e/kg]
Sekalainen keräyspa- peri, irto	576	L&T	Kierrätys	1,05	604,8
Ruskea pahvi ja kartonki, irto	115	L&T	Kierrätys	0,06	6,9
Sekajäte	96	Päijät-Hä- meen JH	Muu uudelleen- käyttö	0,506	48,6
Energiajäte	72	Päijät-Hä- meen JH	Poltto jätevoima- lassa	0,41	29,5
Yhteensä	860				690

Liite 3. Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy Työntekijäkyselyn tulokset.

Työntekijä	Ruokailu 2019 [kgCO ₂ e]	Liikkuminen 2019 [kgCO ₂ e]	Työntekijän hiilijalanjälki yhteensä 2019 [kgCO ₂ e]	Ruokailu 2021 [kgCO ₂ e]	Liikkuminen 2021 [kgCO ₂ e]	Työntekijän hiilijalanjälki yhteensä 2021 [kgCO ₂ e]
1	174	3 777	3 951	0	0	0
2	218	124	342	0	0	0
3	218	1 712	1 930	87	0	87
4	174	248	422	44	99	143
5	87	472	569	22	74	95
6	174	206	380	0	74	74
7	174	909	1 084	131	6	137
8	218	234	452	218	136	354
9	218	67	284	131	0	131
10	44	593	637	0	230	230
11	0	552	552	44	552	596
12	181	8	184	36	0	37
13	218	69	286	0	21	21
14	218	161	378	174	0	174
15	131	4 414	4 545	131	1 471	1 602
16	0	2 341	2 341	0	1 534	1 534
Yhteensä	2 443	15 887	18 336	1 015	4 198	5 213
Keskiarvo	153	993	1 146	63	262	326
Mediaani	174	360	502	40	47	134

Liite 4. Kysely LADEC:n työntekijöille (2019)

LADEC hiilijalanjälki - työntekijäkysely

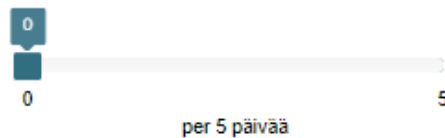
Tämä kysymyssarja käsittelee aikaa ennen koronaa (2019)

1. Kuinka monena päivänä käytit näitä kulkuvälineitä työviikkosi aikana, ennen koronaa vuonna 2019? Jos et käynyt viikon aikana toimistolla, merkitse kaikkiin "0". Jos käytit autoa tai kimppekyytiä, kerro myös sen voimanlähde (esim. bensiini, diesel, sähkö). Lisäksi kimppekyytien osalta kerro, kuinka monta ihmistä autossa oli kyydissä. *

	0 pv	1 pv	2 pv	3 pv	4 pv	5 pv	Lisätiedot
Kävellen tai polkupyörällä	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Autolla (yksin) <input type="text"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Julkisilla (bussi, juna)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Muu kulkuväline (tarkenna alle) <input type="text"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Autolla (kimppekyydillä) <input type="text"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

2. Kuinka pitkä on edestakainen (km) työmatkasi toimistolle vuonna 2019? *

3. Kuinka usein käytät työnantajan lounasetua (2019)? Vedä kytkin valittavaan kohtaan. Jos vastaat "0", pitää liukukytkintä ensin hieman siirtää. *



4. Lisätietoja. Tänne voit kertoa esimerkiksi ruokavaliostasi lounaalla tai työmatkaliikumisestasi (2019)

Edellinen

Seuraava

Liite 5. Kysely LADEC:n työntekijöille (2021)

LADEC hiilijalanjälki - työntekijäkysely

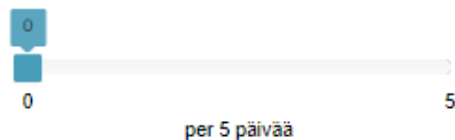
Tämä kysymyssarja käsittelee korona-aikaa (2021)

5. Kuinka monena päivänä käytit näitä kulkuvälineitä työviikkosi aikana, korona-aikaan vuonna 2021? Jos et käynyt viikon aikana toimistolla, merkitse kaikkiin "0". Jos käytit autoa tai kimppekyytiä, kerro myös sen voimanlähde (esim. bensiini, diesel, sähkö). Lisäksi kimppekyytien osalta kerro, kuinka monta ihmistä autossa oli kyydissä *

	0 pv	1 pv	2 pv	3 pv	4 pv	5 pv
Kävellen tai polkupyörällä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autolla <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Julkisilla (bussi, juna)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muu kulkuväline (tarkenna alle) <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autolla (kimppekyydillä) <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Kuinka pitkä on edestakainen työmatkasi toimistolle vuonna 2021? *

7. Kuinka usein käytät työnantajan lounasetua (2021)? Vedä kytkin valittavaan kohtaan. Jos vastaat "0", pitää liukukytintä ensin hieman siirtää. *



8. Lisätietoja. Tähän voit kertoa esimerkiksi ruokavaliostasi lounaalla tai työmatkaliikkumisestasi (2021)

Edellinen

Lähetä