

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

RIKU LOUNASVAARA

Päästölaskentatyökalu työmaan maanrakennuskoneille

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-
OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Lounasvaara, Riku: Päästölaskentatyökalu työmaan maanrakennuskoneille
Opinnäytetyö, AMK
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma
Marraskuu 2025
Sivumäärä: 28

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia Kuljetus Mäkivaara Oy:lle laskentapohja maanrakennustyömaan hiilijalanjälkilaskentaa varten sekä laskea valitun työmaan hiilijalanjälki maanrakennuskoneiden osalta. Tarkastelukohteena oli vuonna 2024 valmistunut RoRo-rampin takakentän laajennustyömaa Porin satamassa Mäntyluodossa. Laskenta rajattiin koskemaan työmaalla pääsääntöisesti toimineiden maansiirtokoneiden polttoaineenkulutuksesta ja polttoaineen toimituksesta aiheutuneita päästöjä.

Työssä sovellettiin kansainvälisiä standardeja, kuten ISO 14067-, ISO 14001- ja ISO 14090 -standardeja, sekä huomioitiin rakentamislain (751/2023) 38 § velvoitteet hiilijalanjäljen raportoinnista. Laskenta perustui CO2data.fi tietokannan infrarakentamisen päästötietoihin sekä työkoneiden todellisiin käyttötunteihin. Päästöt laskettiin scope 1 ja scope 2 -luokkien mukaisesti, kattaen suorat polttoainepäästöt ja polttoaineen hankinnan aiheuttamat epäsuorat päästöt.

Työn lopputuloksena syntynyt laskentapohja mahdollistaa yritykselle jatkossa hiilidioksidipäästöjen seurannan, vertailun ja raportoinnin luotettavasti sekä tukee päästövähennysten suunnittelua ja vastuullisen toiminnan kehittämistä.

Avainsanat: Hiilijalanjälki, hiilijalanjälkilaskenta, ilmastonmuutos, kasvihuonepäästöt, hiilidioksidiekvivalentti, rakentamislaki, päästölaskuri, maanrakennuskone, polttoaine.

ABSTRACT

Lounasvaara, Riku: Emission calculation tool for earthmoving machines on a construction site
Bachelor's thesis
Construction and municipal engineering
December 2025
Number of pages: 28

The purpose of this thesis was to develop a calculation template for Kuljetus Mäkivaara Oy to determine the carbon footprint of an earthworks construction site and to calculate the carbon footprint of a selected project in terms of earthmoving machinery. The case study focused on the RoRo ramp backfield extension project, completed in 2024, at the Port of Pori in Mäntyluoto. The assessment was limited to emissions resulting from the fuel consumption of the primary earthmoving machines and the transportation of fuel to the site.

The study was based on international standards, including ISO 14067, ISO 14001, and ISO 14090, and considered the requirements of Section 38 of the Finnish Construction Act (751/2023) regarding carbon footprint reporting. The calculations utilized emission data from the CO2data.fi database for infrastructure construction, combined with the actual operating hours of the machinery. Emissions were calculated in accordance with Scope 1 and Scope 2 categories, covering both direct fuel combustion emissions and indirect emissions associated with fuel procurement.

The developed calculation model enables the company to reliably monitor, compare, and report its carbon dioxide emissions, while supporting emission reduction planning and the development of sustainable and responsible business practices.

Keywords: Carbon footprint, carbon footprint calculation, climate change, greenhouse gas emissions, carbon dioxide equivalent, Construction Act, emissions calculator, earthmoving machine, fuel.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 HIILIJALANJÄLKILASKENTA	5
2.1 Hiilijalanjälki	6
2.2 Standardit ja ohjeistukset	6
2.3 Scope 1, Scope 2 ja Scope 3	7
2.4 Rakentamislaki	8
2.5 Kansallinen päästötietokanta CO2data	9
3 MAANRAKENTAMINEN JA SIITÄ AIHEUTUVAT PÄÄSTÖT	9
3.1 Päästöttömät työmaat green deal-sopimus	10
3.2 Työkoneiden päästöt	11
3.3 Polttoaineen hankinnasta aiheutuneet päästöt.....	11
4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	12
5 TYÖMAAN KUVAUS	14
5.1 Kuljetus Mäkivaara Oy, opinnäytetyön tilaaja ja RoRo-rampin pääurakoitsija.	15
5.2 Työmaalla käytetyt maansiirtokoneet	16
5.3 Hiilijalanjätkilaskennan toteutus	19
6 TAUSTAKENTTÄ TYÖMAAN HIILIJALANJÄLKILASKELMA	21
7 YHTEENVETO.....	23
LÄHTEET	25
LIITE 1: OPINNÄYTETYÖSSÄ LAADITTU PÄÄSTÖLASKURI	28

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on laatia työn tilaajalle laskentapohja maanrakennustyömaan hiilijalanjälkilaskentaa varten ja laskea sen avulla valitun työmaan hiilijalanjälki. Työssä tarkasteltavana on vuonna 2024 valmistunut laiturin laajennustyömaa Porin satamassa Mäntyluodossa. Aiheen laajuuden vuoksi työ rajataan käsittelemään vain työmaalla pääsääntöisesti työskenteleviä koneyksiköitä ja niiden polttoaineen kulutuksesta aiheutuneita päästöjä sekä polttoaineen toimituksesta työmaalle aiheutuneita päästöjä. Tilaajalle on tehty aikaisemmin opinnäytetyö, jossa käsitellään aihetta maa-aineskuljetuksien ja muiden maanrakentamiseen liittyvien kuljetuksien näkökulmasta. Nämä opinnäytetyöt tukevat toisiaan tulevaisuudessa, kun tarkastellaan kokonaisuutta.

2 HIILIJALANJÄLKILASKENTA

Yhtenä maailman suurimmista haasteista pidetään ihmisen toiminnasta aiheutuvaa ilmastonmuutosta, josta aiheutuu seurauksia ihmisiin ja luontoon. Sillä voi olla suuria vaikutuksia resurssien saatavuuteen, ihmisten hyvinvointiin ja taloudelliseen toimintaan. Ilmastonmuutoksen aiheuttamalle uhalle tarvitaan toimiva ratkaisu, joka perustuu saatavilla olevaan parhaaseen tieteelliseen tietoon. Ilmastonmuutoksen pysäyttäminen vaatii kasvihuonekaasujen vähentämistä ja tämä on mahdollista vain selkeiden, johdonmukaisten ja vertailukelpoisten hiilijalanjälkilaskentojen ja raportoinnin avulla. (SFS-EN ISO 14067:2018, s. 5)

2.1 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki kuvaa tuotteen tai tapahtuman aiheuttamaa kasvihuonepäästöjen määrää ja se ilmentää toiminnan ekologista vaikutusta. Ilmastonmuutoksen kiihtyminen on tehnyt hiilijalanjäljestä arvokkaan mittarin yrityksille ja yksilöille. Yrityksen toiminnan hiilijalanjäljen selvittäminen antaa kattavan kuvan ympäristövaikutuksista ja auttaa tunnistamaan mahdollisuudet vähentää päästöjä. (Green Building Council Finland, 2020.)

Hiilijalanjäljen mittayksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂e) ja yleensä se ilmoitetaan kasvihuonepäästöjen yhteenlaskettuna summana. Kilogramma hiilidioksidiekvivalenttia (kg CO₂e) on yleisimmin käytetty mittayksikkö. Suuremmissa päästömäärissä käytetään yksikköä tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (t CO₂e) ja pienemmissä päästömäärissä yksikköä gramma hiilidioksidiekvivalenttia (g CO₂e). (Termipankki, 2025.)

Yritykset ja yksilöt voivat edistää toimintansa kestävästä kehitystä hiilijalanjälkilaskennan avulla, jolloin ympäristövaikutukset tiedostetaan paremmin ja pystytään tunnistamaan kestävä kehityksen mahdollisuuksia.

Kuluttajat ja sijoittajat vaativat yhä useammin vastuullisia tuotteita ja palveluita. Ennen sijoituspäätöstään sijoittavat arvioivat yrityksen ympäristösuoritusta. Kun yrityksen toiminta on läpinäkyvää myös päästöjen osalta voi se parantaa yrityksen mainetta ja houkutella uusia asiakkaita ja sijoittajia. Hiilijalanjälkeä laskevat yritykset ottavat vastuullisuuden tosissaan mikä erottaa heidät muista tekijöistä. (Green Building Council Finland, 2020.)

2.2 Standardit ja ohjeistukset

Standardien käytöllä varmistetaan, että hiilijalanjälkilaskelmat pohjautuvat oikeaan tietoon ja laskelmat ovat vertailukelpoisia keskenään. Ilman standardien käyttöä tulokset eivät välttämättä ole luotettavia ja voivat pahimmillaan johtaa

siihen, että johtopäätökset ja toimenpiteet eivät auta ilmastonmuutoksen torjunnassa.

ISO 14067 – standardi kertoo ohjeet tarkasti, miten hiilijalanjälki lasketaan tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ajalta. Standardi auttaa ymmärtämään mitä laskelmissa pitää ottaa huomioon, miten rajataan, miten päästöt osoitetaan eri toiminnoille ja millainen on hiilijalanjäljen selvitysraportti.

ISO 14001 – standardi on ympäristöstandardien peruspilari ja sen periaatteisiin kuuluu, että organisaation on arvioitava toimintaympäristöään ja niiden aiheuttamia ympäristöriskejä ja -mahdollisuuksia. Kun riskit ja mahdollisuudet ovat tunnistettu, pystytään määrittämään tavoitteet, toimenpideohjelma sekä etenemisen seuranta.

ISO 14090 – standardi ohjeistaa miten varautuminen ilmastonmuutokseen kannattaa sisällyttää organisaation suunnitteluun, päätöksentekoon ja toimenpiteisiin. Standardi auttaa osoittamaan kumppaneille, vakuutusyhtiölle ja sijoittajille, että ne ovat ajan tasalla ja valmiita mukauttamaan toimintaansa. (sfs, 2025.)

2.3 Scope 1, Scope 2 ja Scope 3

Päästöt jaotellaan kolmeen eri luokkaan sen perusteella, mistä ne syntyvät ja kuinka suoraan niihin voidaan vaikuttaa.

Scope 1 tarkoittaa suoria päästöjä. Alueellisen päästölaskennan yhteydessä tällä viitataan päästöihin, jotka syntyvät tarkasteltavan alueen sisällä. Organisaatioiden kohdalla kyse on päästöistä, joihin ne voivat suoraan vaikuttaa ja joita ne voivat parhaiten hallita. Näihin kuuluvat esimerkiksi organisaation omistamien tai hallinnoimien laitosten ja ajoneuvojen polttoaineen käytöstä syntyvät päästöt. (Ympäristöministeriö, 2023, s. 44)

Scope 2 kattaa epäsuorat päästöt, jotka aiheutuvat ostoenergian, kuten sähkön ja lämmön käytöstä. Alueellisessa tarkastelussa tämä tarkoittaa alueen ulkopuolella tuotetun energian päästöjä, ja organisaatioiden tapauksessa ostoenergian tuotannon aiheuttamia päästöjä. (Ympäristöministeriö, 2023, s. 44)

Scope 3 sisältää muut epäsuorat päästöt, jotka syntyvät esimerkiksi kulutettujen tuotteiden ja palveluiden tuotannosta, energian tuotantoketjuista kuten hiilen louhinnasta tai öljynjalostuksesta sekä sähkön siirtohäviöistä. Organisaatioiden osalta tähän luokkaan sisältyvät lisäksi myytyjen tuotteiden käytöstä ja elinkaaren loppupäästä aiheutuvat päästöt. (Ympäristöministeriö, 2023, s. 44)

2.4 Rakentamislaki

Uusi rakentamislaki ohjaa rakentamista entistä vähähiilisempään suuntaan. Sen tavoitteena on, että rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan koko elinkaaren aikaiset ilmastovaikutukset – sekä haitat että mahdolliset hyödyt. Käytännössä lain toteutus perustuu asetuksiin, jotka koskevat muun muassa rakennuksen ilmastoselvitystä, rakennustuoteluetteloja ja hiilijalanjäljen raja-arvoja. Nämä asetukset sisällytetään osaksi Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. (Ympäristöministeriö, 2023)

Laki vahvistaa myös kiertotalouden periaatteita rakentamisessa. Rakennusten on jatkossa oltava pitkäikäisiä ja helposti muunneltavia, jotta niiden käyttöikä pitenee ja materiaalien hyödyntäminen tehostuu. Lisäksi uusista ja purettavista rakennuksista on laadittava selvitys käytetyistä ja vapautuvista materiaaleista, rakennuspaikalta poistettavasta maa- ja kiviaineksesta sekä syntyvistä vaarallisista jätteistä. (Ympäristöministeriö, 2023)

Vuoden 2025 alusta voimaan tulevan rakentamislain (751/2023) 38 §:n mukaan uuden rakennuksen tai rakentamislupaa edellyttävän laajamittaisesti korjattavan rakennuksen hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki on raportoitava rakentamislupaa varten tehtävässä ilmastoselvityksessä. Arvioinnissa on käytettävä rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmää

sekä kansallisen päästötietokannan tietoja tai muita arviointimenetelmän mukaisia ympäristöominaisuustietoja. (Rakentamislaki 751/2023, 38 §)

Maanrakennustyöt ovat ratkaisevassa roolissa koska ne luovat kestävä ja vakaan perustan kaikille rakennushankkeille. Huolellisesti tehdyt maanrakennustyöt ehkäisevät rakenteellisia ongelmia kuten painumia ja kosteusvaurioita, varmistaen rakennuksen kestävyuden ja turvallisuuden pitkällä aikavälillä. Maanrakennustöiden aiheuttamat päästöt ovat myös osa koko rakennuksen hiilijalanjälkeä ja siksi niiden aiheuttamiin päästöihin kiinnitetään jatkossa enemmän huomiota.

2.5 Kansallinen päästötietokanta CO2data

Kansallinen päästötietokanta on avoin ja riippumaton tietolähde, joka kokoaa tietoa Suomessa käytettävien rakennustuotteiden, rakentamisen prosessien ja järjestelmien ilmastovaikutuksista. Sen avulla voidaan arvioida rakennusten ja infrastruktuurihankkeiden elinkaaren aikaisia päästöjä yhtenäisellä ja vertailukelpoisella tavalla. (CO2data.fi, 2025)

Kansallinen päästötietokanta sisältää myös infrarakentamisen päästötietokannan. Palvelu tarjoaa tietoa siitä, millaisia keskimääräisiä päästöjä Suomessa käytettävät materiaalit, tuotteet, kuljetukset ja työmaatoiminnot aiheuttavat. Sen tavoitteena on yhtenäistää infrarakentamisen hiilijalanjälkilaskentaa ja mahdollistaa tulosten vertailu luotettavien ja yhdenmukaisten tietojen perusteella. (CO2data.fi, 2025)

3 MAANRAKENTAMINEN JA SIITÄ AIHEUTUVAT PÄÄSTÖT

Maanrakennus viittaa erilaisiin toimiin ja prosesseihin, joissa maanpintaa tai maaperää muokataan rakentamista tai muuta tarkoitusta varten. Se on keskeinen osa infrastruktuurin rakentamista, kuten teiden, siltojen, rakennusten,

vesiväylien ja patojen perustusten sekä ympäristön valmistelua. Maanrakennus on usein ensimmäinen vaihe kaikissa rakennusprojekteissa, ja se on tärkeä vaihe, joka varmistaa, että rakenteet ovat vakaita ja turvallisia. (LM Infra Oy, 2025).

3.1 Päästöttömät työmaat green deal-sopimus

Green deal -sopimukset ovat vapaaehtoisia, määräaikaisia yhteistyösopimuksia, joilla etsitään käytännön ratkaisuja ilmasto- ja ympäristöhaasteisiin. Niillä voidaan täydentää tai vauhdittaa lainsäädäntöä ja asettaa jopa sitä kunnianhimoisempia tavoitteita joustavalla tavalla. (Valtioneuvosto, 2024)

Sopimukset kokoavat yhteen toimijat, joilla on tärkeä rooli muutoksen tekemisessä. Osapuolet sitoutuvat vähentämään ympäristövaikutuksia ja edistämään kestävästä kehitystä nopeasti toteutettavilla toimilla. Green deal -sopimuksia tehdään valtion, yritysten ja myös kuntien ja virastojen kanssa. (Valtioneuvosto, 2024)

Päästöttömät työmaat -sopimuksen väliarvioinnin mukaan välitavoitteet on saavutettu lähes kokonaan. Työkoneiden sähköistyminen nähdään keskeisenä keinona vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä työmailla. Arvioinnissa 93 % kyselyyn vastanneista katsoi, että tavoitteet toteutuvat täysin tai osittain. Päästötön työmaa -konsepti on käytössä kaikilla sopimuksen toimijoilla, ja seurantajärjestelmät ovat toiminnassa. Arviointi osoittaa myös, että puolet työmaista on osittain fossiilivapaita. (Valtioneuvosto, 2024)

Sähköisten koneiden käyttö on avain sopimuksen lopullisten tavoitteiden saavuttamiseen, mutta niiden kehitys ja saatavuus haastavat tavoitteiden toteutumista. Sähköistymistä voidaan vauhdittaa ottamalla uusia toimijoita mukaan, mikä tuo lisää kunnianhimoa ja uusia keinoja päästöjen vähentämiseen. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää myös konkreettisia toimia ja tulosten jatkuvaa seuranta. (Valtioneuvosto, 2024)

Sopimuksen mukaan työmaiden tulee olla fossiilivapaita vuoteen 2026 mennessä ja vuoteen 2030 mennessä 50 % työmailla käytettävistä koneista ja kuljetuksista tulee toimia sähköllä, biokaasulla tai vedyllä. Sopimus kannustaa vähähiilisempään rakentamiseen ja tukee yhteistyötä tutkimuslaitosten ja yritysten kanssa. (Valtioneuvosto, 2024)

Sopimus solmittiin vuonna 2020 ympäristöministeriön, Senaatti-kiinteistöjen ja Espoon, Helsingin, Turun sekä Vantaan kesken, ja myöhemmin mukaan ovat liittyneet HSY, Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy ja Helen Oy. Motiva KEINO -verkoston kautta tukee sopimuksen toimeenpanoa, ja ympäristöministeriö seuraa väliarvioinneilla tavoitteiden toteutumista ja vaikutuksia. (Valtioneuvosto, 2024)

3.2 Työkoneiden päästöt

Voimanlähteenä työkoneissa on edelleen lähes poikkeuksetta polttomoottori. Dieselin tai kevyen polttoöljyn osuus työkonepolttoaineissa on lähes 90 %. Bensiinikäyttöiset työkoneet ovat usein kevyitä työkoneita. Suomessa työkoneiden ikä vaihtelee huomattavasti ja käytössä on paljon vanhaa kalustoa. Kuitenkin korkean käyttöasteen työkoneet ovat selvästi uudempia kuin työkoneet, joiden käyttöaste on matalampi. (Ympäristöministeriö, 2022, s. 76).

Polttoaineen päästökerroin kuvaa, kuinka paljon esimerkiksi moottoripolttoöljyn poltosta aiheutuu päästöjä. Kun polttoaineen sisältämä hiili yhtyy palamisen yhteydessä happeen, syntyy hiilidioksidipäästöjä. Fossiilisten polttoaineiden poltosta syntyy suurin osa globaaleista kasviuonepäästöistä. (OpenCO2.net, 2024). Moottoripolttoöljyn päästökerroin on 68,9 t/TJ (Tilastokeskus, 2024.)

3.3 Polttoaineen hankinnasta aiheutuneet päästöt

Polttoaineen hankintaa ja siihen liittyviä päästöjä on kuvattu JRC JEC v.5 -raportissa, joka tarkastelee niin sanottua "kaivosta tankkiin" -vaihetta

(englanniksi well-to-tank). Raportissa selvitetään, miten eri polttoaineet tuotetaan, jalostetaan, kuljetetaan ja jaellaan, ja millaisia päästöjä näissä vaiheissa syntyy. (CO2data.fi, 2022)

Jalostamossa valmiiksi tuotetut polttoaineet kuljetetaan joko suoraan säiliöautoilla huoltoasemille tai useimmiten ensin varastoihin. Varastoihin polttoaineet siirretään esimerkiksi putkilinjojen, junien tai proomujen avulla. Laskelmissa on otettu huomioon eri kuljetustapojen osuudet niin, että ne vastaavat todellisia kuljetusmääriä Euroopassa. (CO2data.fi, 2022)

JEC v.5 -raportin tiedot on yhdistetty VTT LIPASTO-tietokannan polttoainekohtaisiin päästökertoimiin. Näin saadaan tarkempi kuva siitä, millaisia päästöjä polttoaineen hankinta ja kuljetus aiheuttavat todellisuudessa. LIPASTO oli avoin suomalainen liikenteen päästötietokanta, jonka ylläpito päättyi vuonna 2022. (CO2data.fi, 2022)

JEC v.5 -tietojen perusteella polttoaineen hankintavaiheen päästöt lisätään eri ajoneuvotyyppien kokonaispäästöihin. Esimerkiksi puoliperävaunujen laskelmissa käytetään dieselin hankintapäästöjä, ja laivojen kohdalla sovelletaan raskaan polttoöljyn päästökertoimia. (CO2data.fi, 2022) Kuvassa 1 on esiteltyä polttoaineen hankinnasta aiheutuneet päästöt keskimäärin litraa kohden.

Diesel hankinta, well-to-tank JEC WTT v5 yksikkömuunnos:

Dieselin yksikkömuunnos [t/TJ to CO₂ (g/l)]:

- $[43,1 \text{ (MJ/l)} * 0,832 \text{ (tiheys)} * 18,857 \text{ (hankinta WTT (g CO}_2\text{/MJ))}] = 676,19295 \text{ g CO}_2\text{/l}$

Kuva 1. Polttoaineen hankinnan päästökerroin (CO2data.fi, 2022)

4 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Kasvihuonepäästöt joihin hiilidioksidipäästöt kuuluvat ovat kasvava ongelma maapallolla ja päästöjä pyritään pienentämään kaikilla mahdollisilla keinoilla.

Tämän työn tavoitteena on laatia tilaajalle laskentamenetelmä, joka mahdollistaa yrityksen toiminnan hiilidioksidipäästöjen seuraamisen mahdollisimman tarkkaan ja luotettavasti, joka puolestaan mahdollistaa ongelmakohtiin puuttumisen ja sitä kautta päästöjen vähentämisen. Opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa yritystä laskemaan omasta toiminnastaan aiheutuvat päästöt tarkemmin sekä helpottamaan päästöjen raportointia niitä vaativille tahoille.

Jotta laskentamenetelmä voidaan luoda mahdollisimman luotettavaksi, on selvitettävä mistä päästöjä aiheutuu. Mitkä toiminnot ja päästölähteet sisällytetään laskentaan, miten varmistutaan, että kerätty tieto on tarkkaa ja luotettavaa ja kuinka pitkältä ajalta päästöt lasketaan. Päästöjen laskennassa on myös huomioitava käytetyn kaluston ikä, miten se vaikuttaa päästöihin ja miten selvittää kulutustiedot tarkkaan, jos automaattista kulutuksenseurantaa ei ole.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää maansiirtokoneiden hiilijalanjälki vastaamalla seuraaviin kysymyksiin: Kuinka paljon tietty koneyksikkö aiheuttaa päästöjä? Kuinka paljon yhdestä työmaasta aiheutuu päästöjä työkoneiden osalta yhteensä ja miten työmaan päästöt pystytään laskemaan tarkkaan ja luotettavasti?

Tämä on toiminnallinen opinnäytetyö, joka perustuu konkreettiseen tehtävään, johon etsitään ratkaisua opinnäytetyön avulla. Tämän tyyppinen opinnäytetyö on käytännönläheinen ja sen tavoitteena on kehittää, ohjeistaa, järjestää tai tehostaa käytännön toimintaa. Opinnäytetyön lopputuloksena voi syntyä erilaisia tuotteita, kuten käytännön ohjeita, palveluja, alakohtaisia suunnitelmia, konsepteja tai malleja. Usein toiminnallisella opinnäytetyöllä on myös ulkopuolinen toimeksiantaja. (Satakunnan ammattikorkeakoulu, 2025)

5 TYÖMAAN KUVAUS

Hiilijalanjätkilaskennan kohteena oleva työmaa on Mäntyluodon satamaan vuonna 2024 rakennetun RoRo-rampin takakenttä, jonka tilaajana toimi Porin Satama Oy. Urakan tavoitteena oli varmistaa takakentän kantavuus. Saneerattavan alueen koko oli noin 17 000 m². Urakan tavoitteena oli mahdollistaa uusi kuljetusmuoto Mäntyluodon satamaan.

Urakkaan sisältyi massanvaihto, sadevesiviemärointi, vesijohdot ja sähköputkitukset sekä pintarakennekerrokset ja asfaltointi. Asfaltointia ei tässä työssä huomioida koska sen suoritti urakkana eri yritys. Lisätyönä urakassa oli urakka-alueelle tulevien valomastoperustuksien asennus (Matti Pitkälä Oy, 2024).

RoRo lyhennys tulee sanoista roll on roll off ja RoRo-rampilla mahdollistetaan kumipyöräliikenne, joten esimerkiksi rekat voivat ajaa laivaan ja laivasta pois. RoRo-alus on laiva, jonka lastaus tapahtuu aluksen perästä, keulasta tai sivusta eikä lastauksessa tarvita nosturia. (SV24.fi, 2024) Kuvassa 2 näkyy valmistunut RoRo-ramppi ja sen takakenttä.



Kuva 2. RoRo-ramppi ja takakenttä, (Port of Pori, 2025)

5.1 Kuljetus Mäkivaara Oy, opinnäytetyön tilaaja ja RoRo-rampin pääurakoitsija.

Kuljetus Mäkivaara Oy on opinnäytetyön tilaaja, ja yritys on toiminut jo seitsemällä vuosikymmenellä vuodesta 1963 lähtien. Yritys toteuttaa monenlaisia maanrakennustöitä aina laajoista infrarakennushankkeista pienempiin rakennuskohteisiin sekä niihin liittyviä kuljetuksia monipuolisella kalustolla. Kuljetus Mäkivaara Oy tuottaa myös omat maa- ja kiviainekset Ahlaisissa ja Kankaanpäässä. (Kuljetus Mäkivaara, 2025)

Yrityksen toiminta perustuu nykyaikaisiin koneisiin, laitteisiin ja sertifiointeihin työtapoihin. Kiviainekset ovat CE-tyyppihyväksytyjä ja tarkastuslaitosten hyväksymiä. Henkilöstöllä on tarvittava koulutus ja pätevydet alan sekä ammattipätevyysdirektiivin vaatimusten mukaisesti. Kuljetusten ympäristövaikutuksia pyritään vähentämään käyttämällä vähäpäästöistä, nykyaikaista kalustoa, joka täyttää lainsäädännön ja kuljetustehtävien asettamat vaatimukset. Lisäksi kuljettajia koulutetaan taloudelliseen ja ympäristöystävälliseen ajotapaan. (Kuljetusmakivaara, 2025)

5.2 Työmaalla käytetyt maansiirtokoneet

Työmaan eri tehtäviin käytettiin niihin parhaiten soveltuvia työkoneita, niin voitiin varmistua kustannustehokkuudesta ja pysymistä aikataulussa. Raskaimmat työtehtävät esimerkiksi massanvaihto toteutettiin suuremmilla kaivinkoneilla, kun taas esimerkiksi sähkösuojaputkien asennuksiin ja niiden peittelyyn soveltui pienempi kaivinkone. Eri työtehtäviä toteutettiin usein myös samankaltaisesti, jolloin käytetty kalusto määräytyi silloin parhaiten saatavilla oleviin koneisiin. Alla on esiteltynä työkoneet, joita työmaalla pääsääntöisesti käytettiin.

Volvo ECR235E – kaivinkone, työpaino n. 25 000kg, on lyhytperäinen ja sen kompakti rakenne mahdollistaa lyhyen kääntösäteen ja soveltuu työskentelemään ahtaissa paikoissa suorituskyvystä tinkimättä. Kaivinkoneessa on Stage V-moottori ja hydraulikka toimii tasaisesti mikä parantaa tuottavuutta (Volvo Construction Equipment, 2025). Volvo ECR235E on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Volvo ECR235E, (Volvo Construction Equipment, 2025)

Volvo EC250E Hybrid – kaivinkone jonka työpaino on n. 28 000kg on varustettu hybriditeknologialla, joka parantaa polttonestetehokkuutta jopa 17 %:lla. Kaivinkoneeseen asennettu paineakku latautuu puomin laskuliikkeen aikana

ja varastoidun energian avulla apumoottori syöttää tehoa moottorijärjestelmään (Volvo Construction Equipment, 2025). Volvo EC250E Hybrid on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Volvo EC250E Hybrid, (Volvo Construction Equipment, 2025)

Volvo EC350EL – kaivinkone, jonka työpaino on noin 35 000kg. Se on suunniteltu tarjoamaan erinomaista mukavuutta, monipuolisuutta, tehokkuutta ja tuottavuutta (Volvo Construction Equipment, 2025). Volvo EC350EL on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Volvo EC350EL, (Volvo Construction Equipment, 2025)

Volvo A25G – dumperi jonka hyötykuorma on 28 tonnia. Dumperissa on edistyksellinen teknologia ja tehokas Volvon moottori, joka täyttää määräykset ja on hyvä yhdistelmä tehokkuutta ja alhaista polttoaineenkulutusta (Volvo Construction Equipment, 2025). Volvo A25G on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Volvo A25G, (Volvo Construction Equipment, 2025)

Volvo SD135 – jyrä, työpaino n. 13 000kg, joka on suunniteltu tiivistämään maa-aineksia erinomaisesti ja lyhyessä ajassa. SD135:ssä on älykäs tehotila, joka alentaa polttoaineenkulutusta jopa 30%:lla sekä moottorin melutasoa ja päästöjä (Volvo Construction Equipment, 2025). Volvo SD135 on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Volvo SD135, (Volvo Construction Equipment, 2025)

5.3 Hiilijalanjätkilaskennan toteutus

Hiilijalanjätkilaskenta suoritettiin edellä mainittujen työkoneiden osalta ja laskennassa huomioitiin scope 1 eli suorat polttoainepäästöt sekä scope 2 eli osatoenergian aiheuttamat päästöt niiltä osin mitä polttoaineen hankinnasta työmaalle aiheutuu päästöjä. Huolloista ja koneiden siirroista aiheutuneita päästöjä ei huomioitu.

Tässä työssä käytettiin infrarakentamisen päästötietokantaa ja sieltä saatavien työkoneiden keskimääräisiä päästötietoja. Infrarakentamisen päästötietokanta on kaikille avoin ja maksuton tietokanta, josta voidaan selvittää Suomessa käytössä olevien eri tuotteiden, materiaalien, kuljetusten ja työmaatoimintojen aiheuttamia päästötietoja (CO2data.fi, 2025).

Näiden tietojen avulla voitiin laskea pääsääntöisten työkoneiden polttoaineen kulutuksesta aiheutuneet päästöt taustakenttä työmaalta. Laskenta suoritettiin käyttämällä kaavaa:

$$\text{Kokonaispäästöt (KgCO}_2\text{)} = \text{Käyttötunnit (h)} \times \text{päästöt tunnissa (CO}_2\text{e/h)}$$

Polttoaineen toimituksesta työmaalle aiheutuu päästöjä litraa kohden n. 0,67 Kg CO₂/l. Tässä on huomioitu polttoaineesta aiheutuneet päästöt aina jalostuksesta työmaalle. (CO2data, 2022)

Hiilijalanjälki muodostuu kaikkien päästöjen yhteenlasketusta summasta, joten hiilijalanjälki on tässä tapauksessa työkoneiden aiheuttamien päästöjen ja polttoaineen toimituksesta aiheutuneiden päästöjen yhteenlaskettu summa. Kuvasessa 8 on opinnäytetyössä laaditun päästölaskurin esimerkkilaskelma kuvitteelliselta työmaalta, jossa työskentelee 2 kaivinkonetta yhteensä 100h ajan ja työmaalle on toimitettu 1000l polttoöljyä.

Polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt (KgCO ₂)	Toimitettu määrä (l)	Toimituksen päästöt / l (KgCO ₂ /l)	Toimituksen kokonaispäästöt
	1000	0,68	676,2
Työkone	Päästökerroin CO ₂ data (CO ₂ e/h)	Käyttötunnit (h)	Kokonaispäästöt (KgCO ₂)
Volvo ECR235E	40	50	2000
Volvo EC250E Hybrid	47	50	2350
Volvo EC350EL	0	0	0
Volvo SD135 Jyrä	0	0	0
Volvo A25G Dumpperi	0	0	0
Kone 1	0	0	0
Kone 2	0	0	0
Kone 3	0	0	0
Päästöt yhteensä (KgCO₂)			4350
Hiilijalanjälki (KgCO₂e)			5026,2

Kuva 8. Päästölaskurin esimerkkilaskelma

Päästölaskurin tuloksista saadaan selville, että työkoneiden aiheuttamat päästöt ovat yhteensä 4450 Kg CO₂ ja polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt ovat 676,2 Kg CO₂, joten hiilijalanjäljeksi tässä tapauksessa muodostuu 5026,2 Kg CO₂e. Opinnäytetyössä laadittu päästölaskuri on esitetty liitteessä 1.

6 TAUSTAKENTTÄ TYÖMAAN HIILIJALANJÄLKILASKELMA

Varsinaisen laskelman eli taustakenttä työmaan hiilijalanjälkilaskema aloitettiin tutustumalla tarkemmin päästötietokannan informaatioon työkoneiden päästöistä ja etsimällä sieltä vastaavien työkoneiden päästötietoja mitä työmaalla käytettiin. Kansallisesta päästötietokannasta selviää seuraavat päästötiedot:

- KKH 25, kaivinkone, tela-alustainen 40 kg CO₂e/h
- KKH 30, kaivinkone, tela-alustainen 47 CO₂e/h
- KKH 35, kaivinkone, tela-alustainen 55 CO₂e/h
- Jyrä 7-15 tn 28 CO₂e/h

Volvo A25G – dumperista ei päästötietokannasta löytynyt vastaavan työkonen päästötietoja niin tämän työkonen osalta hyödynnettiin työkonen keskikulutustietoja RoRo-rampin taustakentän työmaan ajalta. Keskikulutus työmaan aikana oli 13l/h ja hiilidioksidipäästöjä siitä aiheutui 33,8 CO₂e/h. Kuvassa 9 on päästölaskurilla laskettu päästökerroin työkonen keskikulutuksen mukaan.

Päästökerroinlaskuri todellisen kulutuksen mukaan	Keskikulutus (l/h)	Polttoöljyn päästöt / 1l (KgCO ₂)	Päästökerroin (CO ₂ e/h)
	13	2,6	33,8

Kuva 9. Päästölaskurilla laskettu päästökerroin keskikulutuksen mukaan

Tämän jälkeen tarvittiin tiedot koneiden käyttötunneista työmaalla. Kuljetus Mäkivaara Oy:n tietokannasta saatiin selville koneiden käyttötunnit työmaalta ja tunnit olivat seuraavat:

- Volvo ECR235E, työtunteja 69h
- Volvo EC250E Hybrid, työtunteja 575h
- Volvo EC350EL, työtunteja 59h
- Volvo A25G, työtunteja 292h
- Volvo SD135, työtunteja 94h

Polttoainetta tilattiin työmaalle yhteensä noin 15 000 litraa. Polttoainetta toimitettiin työmaalle useampaan kertaan koko työmaan keston ajan. Kuvassa 10 on päästölaskurilla laskettu polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt.

Polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt (KgCO ₂)	Toimitettu määrä (l)	Toimituksen päästöt / l (KgCO ₂ /l)	Toimituksen kokonaispäästöt (KgCO ₂)
	15000	0,68	10142,9

Kuva 10. Päästölaskurin tulos polttoaineen toimituksesta aiheutuneista päästöistä.

Kun nämä kaikki tarvittavat tiedot olivat selvillä, voitiin tiedot syöttää laskuriin. Laskuriin syötettiin työkoneiden päästökertoimet, käyttötunnit sekä työmaalle tilatun polttoaineen määrä. Kuvassa 11 on päästölaskurilla suoritettu hiilijalanjälkilaskelma taustakenttä työmaasta. Päästölaskuri on toteutettu excelillä.

Kuljetus Mäkivaara Oy Päästölaskuri			
Päiväys	29.10.2025	Urakka	Taustakenttä
Tilaaaja	Porin Satama Oy	Laatija	Riku Lounasvaara
Päästökerroinlaskuri todellisen kulutuksen mukaan	Keskikulutus (l/h)	Polttoöljyn päästöt / 1l (KgCO₂)	Päästökerroin (CO₂e/h)
	13	2,6	33,8
Polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt (KgCO₂)	Toimitettu määrä (l)	Toimituksen päästöt / l (KgCO₂/l)	Toimituksen kokonaispäästöt (KgCO₂)
	15000	0,68	10142,9
Työkone	Päästökerroin CO₂data (CO₂e/h)	Käyttötunnit (h)	Kokonaispäästöt (KgCO₂)
Volvo ECR235E	40	69	2760
Volvo EC250E Hybrid	47	575	27025
Volvo EC350EL	55	59	3245
Volvo SD135 Jyrä	28	94	2632
Volvo A25G Dumpperi	35	292	10220
Kone 1	0	0	0
Kone 2	0	0	0
Kone 3	0	0	0
Työkoneiden päästöt yhteensä (KgCO₂)			45882
Hiilijalanjälki (KgCO₂e)			56024,9

Kuva 11. Päästölaskurilla tehty hiilijalanjälkilaskelma taustakenttä työmaasta.

Laskurin tuloksista selviää että polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt olivat 10 142,9 KgCO₂ ja työkoneiden aiheuttamat päästöt olivat yhteensä 45

882,0 KgCO₂. Hiilijalanjälki on tässä tapauksessa näiden päästölähteiden yhteenlaskettu summa, joten hiilijalanjäljeksi muodostui 56 024,9 KgCO₂e. Laskelmien ajanjakso on helmikuusta 2024 saman vuoden joulukuuhun eli koko työmaan keston ajalta.

Päästömäärän suuruusluokkaa voidaan havainnollistaa vertaamalla sitä henkilöautoilun aiheuttamiin päästöihin. Keskimääräisen henkilöauton hiilidioksidipäästö on noin 0,14 kg CO₂/km (OpenCO2net, 2025). Tällöin työmaan kokonaispäästöjä vastaava määrä syntyisi noin 400 000 ajokilometrin aikana. Tämä vastaa yhden henkilön noin 27 vuoden yksityisautoilua, jos vuotuinen ajosuorite on 15 000 kilometriä.

Vertailun perusteella voidaan todeta, että maanrakennustyömaan hiilijalanjälki on merkittävä, sillä se vastaa neljän suomalaisen keskimääräisiä vuotuisia kokonaispäästöjä. Tällainen tarkastelu auttaa hahmottamaan työmaan ympäristövaikutusten mittakaavaa suhteessa arkisiin päästölähteisiin, kuten liikenteeseen.

7 YHTEENVETO

Työmaan hiilijalanjälki muodostui työkoneiden käytöstä sekä polttoaineen toimituksesta aiheutuneista päästöistä. Työkoneiden osuus kokonaispäästöistä oli merkittävä, yhteensä 45 882 kg CO₂e, mikä osoittaa, että suorat päästöt työmaalla hallitsevat hiilijalanjälkeä. Suurimmat yksittäiset päästöt syntyivät Volvo EC250E Hybrid -kaivinkoneesta, joka oli työmaalla eniten käytetty kone. Tämä korostaa, että työkoneiden käyttöaste ja energiatehokkuus ovat keskeisiä tekijöitä päästöjen hallinnassa.

Polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt olivat 10 142,9 KgCO₂e, eli noin 18 prosenttia kokonaispäästöistä. Vaikka osuus on työkoneiden päästöjä

pienempi, se on silti merkittävä, ja tulos osoittaa, että logistiikan ja polttoaineketjun optimoinnilla voidaan vähentää hiilijalanjälkeä merkittävästi.

Työmaan koko hiilijalanjälki oli näin ollen 56 024,9 KgCO₂e. Kun tämä suhteutetaan työmaan pinta-alaan joka oli noin 17 000 m², päästöt ovat noin 3,3 kg CO₂e per neliometri, mikä tarjoaa konkreettisen vertailukohtan muiden työmaiden hiilijalanjälkeen.

Laskentaprosessi perustui pääsääntöisesti infrarakentamisen päästötietokannan tietoihin sekä todellisiin kulutustietoihin, mikä varmistaa tulosten oikeellisuuden. Menetelmä on toistettavissa myös muilla työmailla ja soveltuu siten sekä raportointiin että lainsäädännön vaatimuksiin, kuten rakentamislakiin.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että hiilijalanjäljen merkittävin osa syntyy työkoneiden käytöstä. Päästöjen vähentämisessä kannattaa ensisijaisesti keskittyä koneiden polttoainetehokkuuden parantamiseen, käyttöajan optimointiin ja turhien työtuntien välttämiseen. Polttoaineen toimituksen päästöjä voidaan puolestaan vähentää logistiikan tehostamisella ja paikallisten energialähteiden hyödyntämisellä. Kehitetty laskentapohja tarjoaa yritykselle käytännöllisen työkalun hiilijalanjäljen seurantaan, raportointiin ja päästövähennystoimenpiteiden suunnitteluun.

Opinnäytetyön tekemisen aikana olen oppinut paljon hiilijalanjälkilaskennasta, työmaiden päästöistä ja käytännön laskentamenetelmistä. Samalla olen huomannut, että olisin voinut olla tarkempi tietojen keräämisessä ja dokumentoinnissa, jotta kaikki lähtötiedot olisivat olleet helposti jäljitettävissä.

Eryteisesti havaitsin, että päästölähteiden huomioimisessa olisi voinut olla laajempi näkökulma. Työssä keskityin pääosin työkoneiden polttoainekulutukseen ja polttoaineen toimitukseen, mutta muita päästölähteitä, kuten huoltoja, koneiden siirtoja tai muita työmaan toimintoja, olisi voinut ottaa tarkemmin huomioon. Tämä havainto saa minut ymmärtämään paremmin hiilijalanjälkilaskennan kokonaisuuden ja sen merkityksen työmaan ympäristövaikutusten arvioinnissa.

LÄHTEET

CO2data. Infrarakentamisen päästötietokanta. Haettu 18.10.2025 osoitteesta https://co2data.fi/infra/#fi_id7100000845

Green Building Council Finland. (18.9.2021). Viherpesun ja kauniiden puheiden aika on ohi. Haettu 16.3.2025 osoitteesta <https://figbc.fi/viherpesun-ja-kauniiden-puheiden-aika-on-ohi-joukko-kiinteisto-ja-rakennusalan-johtajia-vaatiikoko-alalta-nopeita-muutoksia-ja-tarjoaa-siihen-myos-ohjeet>

Green Building Council Finland. (2020). Vähähiilisuuden sanakirja. <https://figbc.fi/hiilineutraali-rakennettu-ymparisto#hyodyllisia-linkkeja>

ISO 14067:2018. (2018). Oikeita ilmastopäätöksiä standardien pohjalta. Haettu 16.3.2025 osoitteesta <https://sfs.fi/oikeita-ilmastopaatoksiastandardien-pohjalta/>

Kuljetusmakivaara. (2025). Monipuolinen maanrakennus- ja kuljetusalan ammattilainen. Haettu 20.10.2025 osoitteesta <https://kuljetusmakivaara.fi/?cn-reloaded=1>

LM Infra Oy. (2025). Maanrakennus luo kestävän perustan rakentamiselle. Haettu 14.3.2025 osoitteesta <https://lminfra.fi/maanrakennus-kestava-perustarakentamiselle>

OpenCO2. (2024). Kevyt polttoöljy, rikitön. Haettu 14.3.2025 osoitteesta [https://www.openco2.net/fi/paastokertoimet/polttoaine/kevyt-polttoljy-rikiton-moottoripolttoljy/1107](https://www.openco2.net/fi/paastokertoimet/polttoaine/kevyt-polttooljy-rikiton-moottoripolttoljy/1107)

OpenCO2net. (2025). Suomen henkilöautot keskimäärin (NEDC), Suomi. Haettu 1.11.2025 osoitteesta <https://www.openco2.net/fi/emission-factor/3507/>

Port of Pori. (2024). Kallonlahden RoRo-ramppi valmis. Haettu 1.10.2025 osoitteesta <https://portofpori.fi/fi/elinvoima/rororamppi/>

Rakentamislaki 751/2023. <https://ym.fi/rakentamislaki>

Satakunnan ammattikorkeakoulu. (2025). Kirjallisten töiden ja opinnäytetyön ohjeet. Haettu 13.3.2025 osoitteesta <https://www.samk.fi/opiskelijalle/kirjallisten-toiden-ja-opinnaytetyon-ohjeet/>

SV24. (2.1.2024). Porin satamaan uusi RoRo-ramppi täyttää Puolustusvoimien kantavuusvaatimukset – hanke kilpailutusvaiheessa. Uutiset. <https://www.sv24.fi/uutiset/porin-sataman-uusi-rororamppi-tayttaa-puolustusvoimien-kantavuusvaatimuksethanke-kilpailutusvaiheessa-6.139.136534.9e275164f3>

TEPA-termipankki – sanastokeskus. (2025). Hiilidioksidiekvivalentti. Haettu 16.3.2025 osoitteesta <https://termipankki.fi/tepa/fi/haku/hiilidioksidiekvivalentti>

Tilastokeskus. (2024). Polttoaineluokitus 2024. Haettu 14.3.2025 osoitteesta https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Työselostus. Insinööritoimisto Matti Pitkälä Oy. Raskas lastausramppi kenttä, työselostus.

Uudenmaan Infrakonsultit. (7.1.2025). Miten infrarakentamisen kestävyyttä voidaan parantaa? Haettu 13.3.2025 osoitteesta <https://www.infrakonsultit.fi/miten-infrarakentamisen-kestavytta-voidaan-parantaa/>

Valtioneuvosto. (2024). Päästöttömät työmaat green deal – sopimus vauhdittaa fossiilisista polttoaineista irtautumista. Haettu 31.10.2025 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/paastottomat-tyomaat-green-deal-sopimus-vauhdittaa-fossiilisista-polttoaineista-irtautumista>

Volvo Construction Equipment. Haettu 8.10.2025 osoitteesta <https://www.volvoce.com/suomi/fi-fi/>

Ympäristöministeriö. (2022). Keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelma. Haettu 14.3.2025 osoitteesta <https://ym.fi/keskipitkan-aikavalin-ilmastopolitiikan-suunnitelma>

Ympäristöministeriö. (2023). Kansallisen kasvihuonekaasujen päästölaskennan tietojen hyödyntäminen ilmastotyön tukena. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165148/YM_2023_34.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LIITE 1: OPINNÄYTETYÖSSÄ LAADITTU PÄÄSTÖLASKURI

Kuljetus Mäkivaara Oy Päästölaskuri

Päiväys Tilaaja	29.10.2025 Porin Satama Oy	Urakka Laatija	Taustakenittä Riku Lounasvaara
Päästökerroinlaskuri todellisen kulutuksen mukaan	Keskikulutus (l/h)	Polttoöljyn päästöt / 1l (KgCO₂)	Päästökerroin (CO₂e/h)
	13	2,6	33,8
Polttoaineen toimituksesta aiheutuneet päästöt (KgCO₂)	Toimitettu määrä (l)	Toimituksen päästöt / l (KgCO₂/l)	Toimituksen kokonaispäästöt (KgCO₂)
	15000	0,68	10142,9
Työkone	Päästökerroin CO₂data (CO₂e/h)	Käyttötunnit (h)	Kokonaispäästöt (KgCO₂)
Volvo ECR235E	40	69	2760
Volvo EC250 E Hybrid	47	575	27025
Volvo EC350 EL	55	59	3245
Volvo SD135 Jyrä	28	94	2632
Volvo A25 G Dumpperi	35	292	10220
Kone1	0	0	0
Kone2	0	0	0
Kone3	0	0	0
Työkoneiden päästöt yhteensä (KgCO₂)			45882
Hilijalanjälki (KgCO₂e)			56024,9