



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Essi Keränen

TEIDEN KUNNOSSAPITO-
LIIKETOIMINNAN
HIILIJALANJÄLKILASKENTA

Tekniikka
2021

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Essi Keränen
Opinnäytetyön nimi	Teiden kunnossapitoliiketoiminnan hiilijalanjälkilaskenta
Vuosi	2021
Kieli	suomi
Sivumäärä	35
Ohjaaja	Asseri Laitinen

Opinnäytetyön keskeinen tavoite oli kehittää YIT Suomi Oy:n infrakunnossapidon yksikölle päästölaskentamalli, jonka avulla maanteiden kunnossapidon hiilijalanjälkeä pystyttäisiin laskemaan. Työn tavoitteena oli luoda laskentatapa, jolla päätöt pystyttäisiin selvittämään työlajeittain sekä tarkastella tuloksia niin, että tulevaisuudessa selkeitä päästövähennyskeinoja pystyttäisiin toteuttamaan. Lisäksi tavoitteena oli pohtia, miten kunnossapidon hiilijalanjälkilaskentaa voidaan tulevaisuudessa kehittää.

Työssä hyödynnettiin YIT Suomi Oy:llä vuonna 2020 Jyväskylän alueurakassa valmistunutta ns. ensimmäisen vaiheen polttoaineenkulutuksen seurantamenetelmää, jonka kautta saatiin keskimääräinen kulutus työkone ja -työlajikohtaisesti. Lisäksi toteutuneet kilometritiedot haettiin maanteiden kunnossapitourakoissa käytössä olevasta Autori-sovelluksesta. Tutkimusaineistona käytettiin Jyväskylän alueurakan vuosien 2017–2020 tietoja.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi kunnossapidon ensimmäinen hiilijalanjäljen laskentapilotti. Laskentapilotin avulla selvitettiin kokonaispäästömäärät kolmelle eri vuodelle ja tunnistettiin eniten päästöjä tuottaneet työlajit Jyväskylän alueurakassa vuosina 2017–2020.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Ympäristötekniologia

ABSTRACT

Author	Essi Keränen
Title	Carbon Footprint Calculation for Road Maintenance Business
Year	2021
Language	Finnish
Pages	35
Name of Supervisor	Asseri Laitinen

The main aim of the thesis was to develop an emission calculation model for the YIT Finland Ltd road maintenance which enables the calculation of the carbon footprint of road maintenance. The aim on the thesis was also to create a calculation method with which it is possible to determine emissions by type of work and to look at the results so that emission reduction measures can be implemented in the future. Another aim was to consider how the carbon footprint calculation of maintenance can be developed in the future.

A fuel consumption monitoring system was utilized in the thesis to obtain average consumption per machine and type of work. The actual kilometer data was retrieved from the Autori-application used in road maintenance contracts. Data from the Jyväskylä regional maintenance work for 2017-2020 were used as research material.

The result of the thesis is the first carbon footprint calculation pilot for the maintenance. With the help of the calculation, the total emission volumes for three different years were determined and the types of the work that produce most emissions were identified in the Jyväskylä regional maintenance work in 2017-2020.

Keywords	Carbon footprint, road maintenance, emission calculation model
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Opinnäytetyön taustaa ja tavoite	6
1.2	Tutkimusmenetelmän rajaus ja tutkimusmenetelmät	7
1.3	YIT Suomi Oy	8
2	HIILIJALANJÄLKI	10
2.1	Kasvihuoneilmiö.....	10
2.2	Hiilijalanjäljen määritelmä	11
2.3	GHG Protocol	11
3	MAANTEIDEN KUNNOSSAPITO SUOMESSA	14
3.1	Maanteiden talvihoito	15
3.1.1	Lumenpoisto.....	17
3.1.2	Pinnantasaus	17
3.1.3	Liukkaudentorjunta	17
3.2	Teiden kevät-, kesä- ja syyskunnossapito	19
4	KUNNOSSAPIDON HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA.....	20
4.1	Hiilijalanjäljen laskennan periaate.....	20
4.2	Laskenta	21
5	TULOKSET	23
5.1	Työlajikohtaiset kokonaispäästöt	23
5.2	Kilometrikohtaiset päästöt	29
5.3	Työkonekohtaiset päästöt	29
5.4	Tulosten tarkastelu	30
6	POHDINTA.....	32

LÄHTEET	34
---------------	----

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Elinkaari ja sen eri vaiheet.

Kuvio 2. Hiilijalanjäljen laskemisen eteneminen.

Kuvio 3. Kasvihuoneilmiö.

Kuvio 4. Päästöjen jakautuminen GHG-protokollan mukaisesti.

Kuvio 5. Urakoitsijoiden jakautuminen kartalla.

Kuvio 6. Laatuvaatimukset lumenpoistolle sään muuttuessa.

Kuvio 7. Kevät-, kesä- ja syyskunnossapitotöiden jakautuminen.

Kuvio 8. Päästöjen jakautuminen vuonna 2017–2018.

Kuvio 9. Päästöjen jakautuminen vuonna 2018–2019.

Kuvio 10. Päästöjen jakautuminen vuonna 2019–2020.

Taulukko 1. Päästöjen jakautuminen työlajikohtaisesti vuonna 2017–2018.

Taulukko 2. Päästöjen jakautuminen työlajikohtaisesti vuonna 2018–2019.

Taulukko 3. Päästöjen jakautuminen työlajikohtaisesti vuonna 2019–2020.

Taulukko 4. Kymmenen eniten päästöjä tuottanutta työlajia tarkasteltuna kgCO₂ekv/km vuosina 2017–2020.

1 JOHDANTO

Suomi on sitoutunut noudattamaan YK:n Pariisissa sopimaa ilmastopimusta, jonka keskeisin tavoite on pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahden asteen suhteessa esiteolliseen aikaan. Pyrkimys on rajoittaa keskilämpötilan nousu 1,5 celsiusasteeseen. Tähän pyrkimykseen päästäkseen osapuolet ovat sitoutuneet vähentämään päästöjä nopeasti. Tavoitteena on saada tämän vuosisadan loppupuolella ihmisen toiminnasta peräisin olevat kasvihuonepäästöt tasapainoon kasvihuonekaasunielujen kanssa. /1/

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali yhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteiden toteuttaminen vaatii mittavia muutoksia niin energian tuotannossa, teollisuuden prosesseissa, liikenteessä, jätehuollossa kuin myös maataloudessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen vaatii toimenpiteitä valtiolta, yrityksiltä, kunnilta ja yksittäisiltä ihmisiltä. /2/

Yritykset haluavat olla entistä avoimempia ympäristöasioistaan. Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on YIT Suomi Oy, joka on Suomen ja Pohjoismaiden merkittävimpiä rakennusyhtiöitä. Rakennushankkeiden lisäksi YIT Suomi Oy kunnossapitää valtion tieverkostoa. Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää YIT Suomi Oy Infran kunnossapitoliiketoiminnan päästölaskentamalli, jotta tulevaisuudessa tieinfrastruktuurin kunnossapidon ilmastovaikutukset hiilijalanjäljen osalta on mahdollista selvittää.

1.1 Opinnäytetyön taustaa ja tavoite

Tämän opinnäytetyön keskeisin tavoite on selvittää, miten kunnossapidon hiilijalanjälkeä kannattaa laskea.

Tutkimuksen keskeisiä kysymyksiä ovat:

Mistä hiilijalanjälki koostuu teiden kunnossapitourakassa?

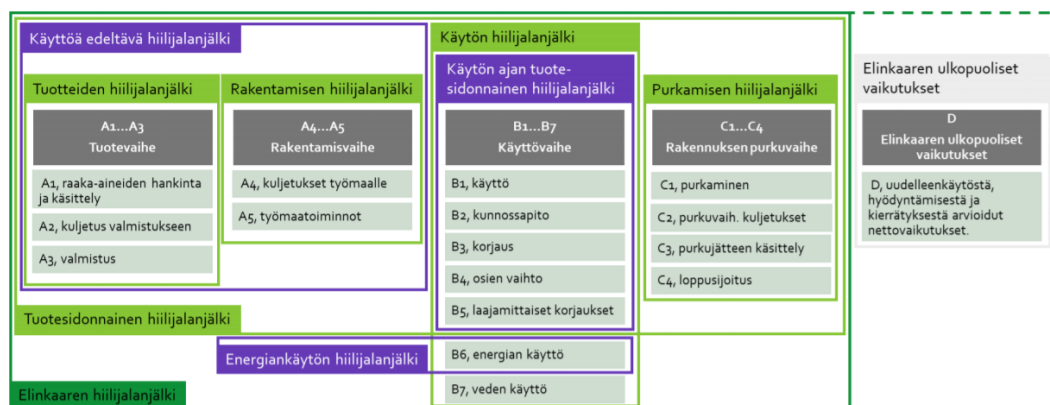
Miten teiden kunnossapitoliiketoiminnan hiilijalanjäljen arviointi kannattaa rajata?

Mitä haasteita kunnossapidon hiilijalanjäljen laskennassa on?

Miten laskentaa voitaisiin jatkossa kehittää siten, että saataisiin tarkempia ja vertailukelpoisempia tuloksia laskentaan käytettävän ajan pysyessä kohtuullisena?

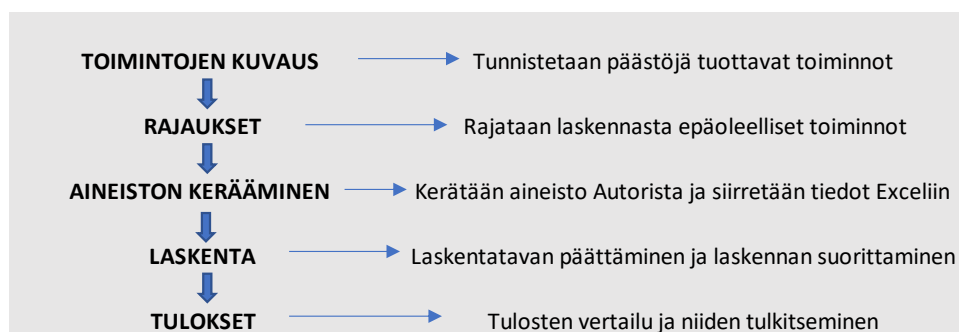
1.2 Tutkimusmenetelmän rajaus ja tutkimusmenetelmät

Tässä vaiheessa tutkimus on rajattu koskemaan vain yhtä YIT Suomi Oy:n alueurakkaa. Laskennan ulkopuolelle rajataan elinkaariajattelun osalta tien rakentaminen ja siihen käytetyt materiaalit-, tien käyttö ja korjaukset-, elinkaaren loppuvaihe sekä elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset. Näin ollen tässä tutkimuksessa keskitytään ainoastaan alueurakkaan sisältyvien teiden ja niiden pätkien elinkaaren kunnossapitovaiheeseen (Kuvio 1). Tässä tutkimuksessa tarkastellaan ainoastaan YIT Infran teiden kunnossapitoyksikön liiketoimintaa, joten rajaus elinkaaren osalta on tarpeen. Lisäksi kukin kunnossapitoliiketoiminnan alueurakka kattaa useita teitä ja niiden pätkiä, minkä vuoksi tutkimuksessa ei myöskään keskitytä vain yhden tien elinkaareen.



Kuvio 1. Elinkaari ja sen eri vaiheet. /3/

Tutkimukseen on valittu alueurakka, joka on kestänyt kolme vuotta. Vuositasolla tapahtuvien sääolosuhteiden vaikutus on pyritty tasaamaan laskemalla hiilijalanjälki useammalle kuin yhdelle vuodelle. Näin pystytään arvioimaan sääolosuhteiden vaikutusta hiilijalanjäljen arvioinnin tuloksiin. Tutkimusmenetelmänä käytetään tiedon hakemisen osalta Autori-sovellusta. Autori-sovellus on tietopalveluja ja sovelluksia kunnossapito infrastruktuuriin tarjoava palvelu, jonka avulla tiedon kerääminen teiden ja katujen kunnossapidon alueurakoissa on mahdollista. Tarvittavat tiedot haettiin Autorista manuaalisesti, jonka jälkeen toteutuneet kilometrit työlajeittain laskettiin yhteen Excelissä. Kuvio 2 havainnollistaa laskennan etenemisen. Päästökertoimia haettiin VTT Lipaston sivuilta.



Kuvio 2. Hiilijalanjäljen laskemisen eteneminen.

1.3 YIT Suomi Oy

Ruotsalainen Ab Allmänna Ingeniörsbyrån perusti Suomen suurruhtinaskuntaan Helsinkiin vuonna 1912 sivutoimipisteen, tavoitteenaan laajentaa toimintaansa Venäjän markkinoille. Ensimmäisen maailmansodan syttyminen vuonna 1914 aiheutti toiminnan lopettamisen. Yritys sai kuitenkin jatkoa, kun suomalaiset liikemiehet perustivat vuonna 1920 Ab Allmänna Ingeniörsbyrånin – Yleinen Insinööri-toimisto YIT Oy:n. /4/

Nykyisen YIT:n pohjana ovat Yleisen Insinööritoimisto Oy:n lisäksi Pellonraivaus Oy (myöhemmin Perusyhtymä Oy) sekä Insinööritoimisto Vesto Oy. Laajan rakennusviennin seurauksena Neuvostoliittoon vuosina 1977–1982-, yritysten toiminta siirrettiin samaan yhtiöön. YIT-Yhtymä kirjautui Helsingin pörssiin vuonna 1995 ja laajojen yritysostojen ansiosta YIT kasvoi 2000-luvulla kansainväliseksi konserniksi. Nykyään YIT Oy on suurin suomalainen rakennusyhtiö sekä toimii merkittävänä tekijänä koko Pohjois-Euroopassa. Yhtiöllä on viisi raportoitavaa toimialaa; Asuminen Suomi ja CEE, Asuminen Venäjä, Infra, Toimitilat sekä Kiinteistöt. Tällä hetkellä YIT työllistää 10 eri maassa lähes 8 000 työntekijää. /4/

YIT Suomi Oy:n Infra -toimiala kunnossapitää myös valtion ja kuntien tie- sekä ka-
tuverkkoa. Tällä hetkellä YIT Oy:llä on 27 ELY-keskuksen kilpailuttamaa alueurak-
kaa. /5/

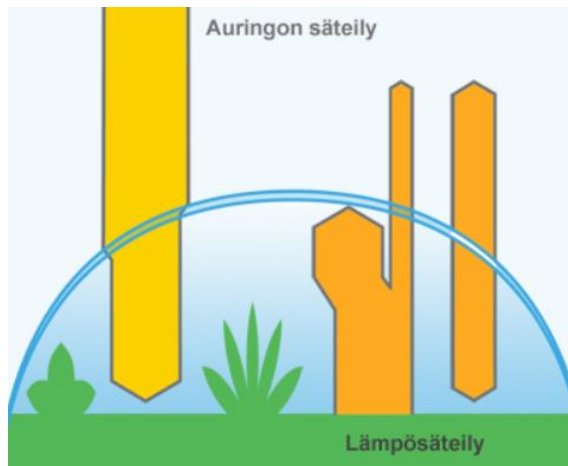
2 HIILIJALANJÄLKI

2.1 Kasvihuoneilmiö

Ilmakehä on kaasuseos, jonka ansiosta elämä Maan pinnalla on mahdollista. Ilmakehässä on tuhansia erilaisia kaasuja. Ilmakehästä suurin osa on typpeä (N_2) ja happea (O_2). Näiden lisäksi ilmakehä koostuu jalokaasuista ja hivenkaasuista. Ilmakehän luonnostaan esiintyviä kasvihuonekaasuja ovat hiilidioksidi (CO_2), vesihöyry (H_2O), metaani (CH_4), dityppioksidi (N_2O) ja otsoni (O_3). Kaasujen lisäksi ilmakehässä on myös pilviä ja erilaisia ilmassa leijailevia pienhiukkasia. Vesihöyry ja hivenkaasut yhdessä saavat aikaan ilmakehän kasvihuoneilmiön, jonka ansiosta maapallolla on elämiselle suotuisa lämpötila. Ilman luonnollista kasvihuoneilmiötä maapallon keskilämpötila olisi noin -18 celsiusastetta. /6/

Nopeasti voimistuva kasvihuoneilmiö on ihmiskunnan tuottamien kasvihuonekaasujen seurausta. Erityisesti hiilidioksidipäästöt, joita fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyy, ovat ilmakehässä haitallisia. Ilmakehän hiilidioksidin määrää on voitu seurata mittauksilla 1950-luvulta lähtien. Tutkimukset osoittavat, että hiilidioksidin pitoisuus on noussut jopa 35 % teollistumista edeltävältä ajalta. /6/

Kuvio 3 esittää kasvihuoneilmiön perustan. Ilmakehä päästää auringon säteilyn läpi mutta samalla pidättää ulospäin pyrkivän lämpösäteilyn. Lämpösäteilyä pääsee karkaamaan suoraan avaruuteen ja imeytymään ilmakehään. /7/



Kuvio 3. Kasvihuoneilmiö. /7/

2.2 Hiilijalanjäljen määritelmä

Tällä hetkellä ihmiskunnan vakavimpana uhkana voidaan pitää ilmastonmuutosta. Hiilidioksidipäästöjen rajoittaminen on olennainen toimi ilmaston muutoksen vastaisessa työssä, koska hiilidioksidi on kaasu, joka poistuu hitaasti ilmastojärjestelmästä. Fossiilisten polttoaineiden (kivihiili, öljy, maakaasu) käyttö on suurin syy hiilidioksidipäästöillemme. Tarvitsemme näitä polttoaineita ajoneuvoissa, tehtaissa, rakennuksissa ja erilaisissa voimalaitoksissa. /6,7/

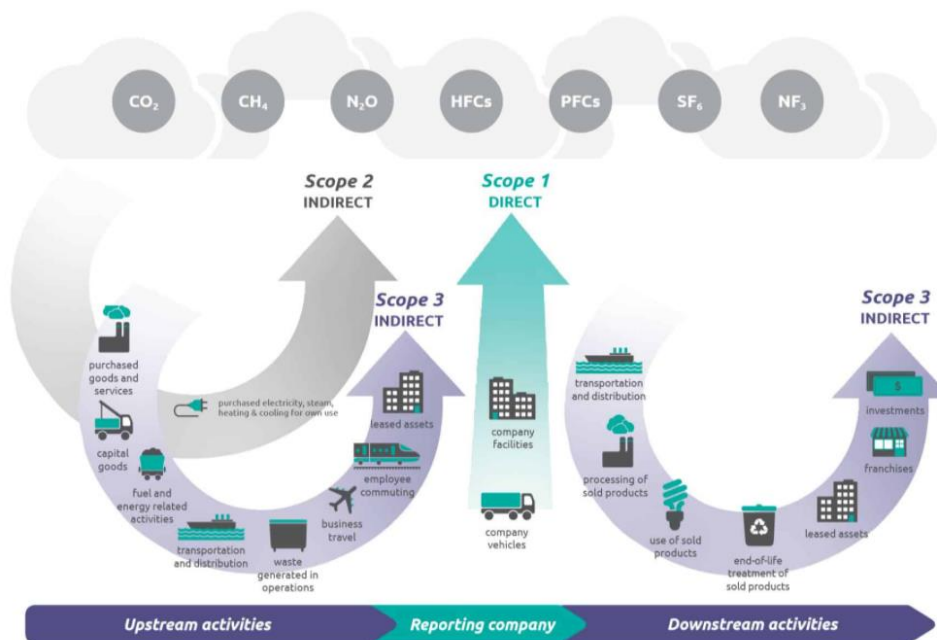
Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan ihmisen toiminnan tai tuotteen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä. Sitä voidaan käyttää suorien ja epäsuorien hiilidioksidipäästöjen mittarina ja sillä voidaan mitata niin yksilön, yrityksen, valtion tai teollisuuden sektorin aiheuttamia päästöjä. Hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂e) käytetään yleisesti raportoimaan kasvihuonekaasupäästöjä. Hiilidioksidiekvivalentti huomio hiilidioksidin lisäksi myös metaanin (CH₄) ja dityppioksidin (N₂O). /8/

2.3 GHG Protocol

Suuryrityksiä, joissa työskentelee yli 500 työntekijää, velvoittaa EU-direktiivi NFR (non-financial reporting) raportoimaan kaikista seikoista koskien ympäristöä,

työntekijöitä, ihmisoikeuksia, korruptiota ja lahjontaa. Yritys on siis velvollinen tekemään vastuuraportointia, jossa käytetään kansainvälisesti hyväksytyjä standardeja. /9/

GHG-protocol (GreenhouseGas Protocol) on yksi käytetyin standardi ympäristövaikutusten laskemiseen. Se on kasvihuonekaasuprotokolla, jolla yksityinen ja julkinen sektori voi mitata ja hallita toiminnastaan aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä. GHG-protokolla on maailmanlaajuisesti standardoitu ja sen on luonut yhteistyössä World Resources Institute (WRI) ja World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Tarkoituksena on mahdollistaa kasvihuonekaasujen kirjanpitostandardeja lähes kaikille yrityksille maailmassa. GHG-protokollan historia ulottuu vuoteen 1998, kun tunnistettiin tarve yhtenäistää yritysten kasvihuonekaasujenlaskenta. Kuvio 4 havainnollistaa, miten päästöt jakautuvat GHG-protokollan mukaisesti. /10/



Kuvio 4. Päästöjen jakautuminen GHG-protokollan mukaisesti. /10/

GHG-protokollan mukaisesti päästöt jaetaan kolmeen eri vaikutusalueeseen kuvion 4 mukaisesti. Scope 1 -luokka määrittää kaikki organisaation suorat päästöt. Suorat kasviuonekaasupäästöt syntyvät yrityksen omistamista tai määräysvallassa olevista lähteistä. Esimerkiksi yrityksen omistamien uunien tai ajoneuvojen polttoaineiden päästöt, jotka syntyvät poltosta ovat suoria päästöjä. /11/

Scope 2 -luokkaan kuuluvat päästöt ovat epäsuoria päästöjä, jotka syntyvät yrityksen hankkimasta tai ostetusta sähköstä, höyrystä, lämmöstä ja jäähdytyksestä. Päästöt raportoidaan organisaation toimintana, mutta ovat todellisuudessa toisen yrityksen tai organisaation tuotantoa. /12/

Scope 3 -luokka tarkastelee yrityksen kaikkia välillisiä päästöjä. Scope 3 -luokan laskennassa otetaan huomioon yrityksen tuottamien tuotteiden tai palveluiden hankinnasta syntyviä päästöjä. Tällaisia päästöjä ovat jätehuolto, vesihuolto, logistiikka ja materiaalien hankinta. /11/

Tässä työssä tarkasteltavat päästöt kuuluvat pääasiassa scope 1 -luokkaan, sillä kyseessä on organisaation liiketoiminnasta suoraan tulevat päästöt. Tässä tapauksessa päästöjä tarkastellaan ajoneuvojen ja koneiden osalta.

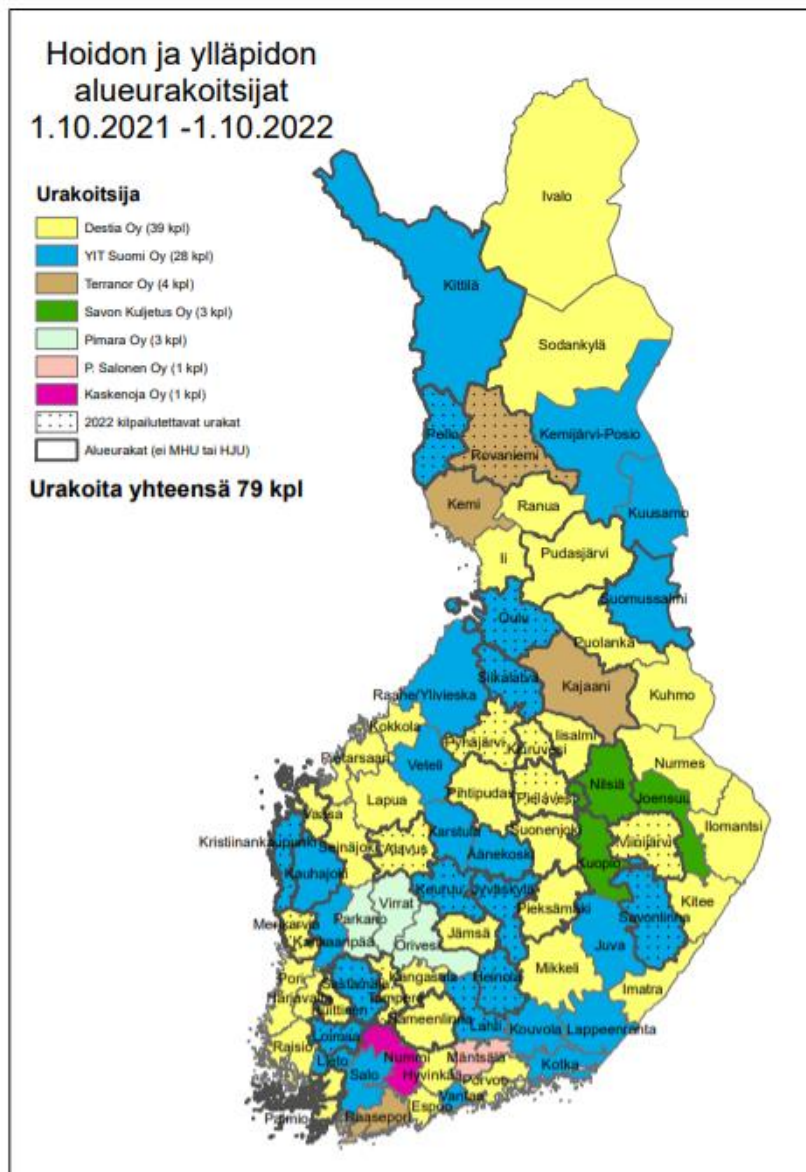
GHG-päästöjen laskentaa ohjaavaa EU-lainsäädäntö on tällä hetkellä hyvin suppeaa eikä päästökertoimia ole vielä standardoitu. Tämä aiheuttaa haasteita päästölaskentaan, sillä tulosten vaihtelevuus on riippuvaista muun muassa käytetyistä päästökertoimista. Muun muassa näistä syistä päästölaskennalla ei päästä absoluuttiseen totuuteen vaan hiilijalanjäljen suuruuden selvittämisessä pyritään mahdollisimman tarkkaan arvioon. Myös päästökertoimien valinnassa erityisesti materiaalihankintojen osalta valitaan parhaiten soveltuva kerroin, mikäli täsmällistä päästökerrointa ei ole saatavilla. /11/

3 MAANTEIDEN KUNNOSSAPITO SUOMESSA

Suomen maanteiden kunnossapidon historia ulottuu vuoteen 1799, jolloin kuningas Kustaa IV Adolf perusti kuninkaallisen Suomen koskenperkausjohtokunnan. Tämän seuraajana voidaan pitää tie- ja vesirakennuslaitosta sekä myöhemmin tielaitosta. Vuoden 1918 tielakiuudistuksen myötä yleisten teiden kunnossapito siirtyi valtiolle. /13/

Valtion tienpitäjänä toimii maantieverkon osalta Väylävirasto. Alueellisesti elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset vastaavat tienpidosta Väyläviraston ohjeiden mukaisesti. Maanteiden kunnossapidon ELY-keskus teettää yrityksillä, jotka palveluja tuottavat. /14/

ELY-keskuksilla on vastuullaan noin 78 000 kilometriä maanteitä. Eduskunta myöntää vuosittain perustienpidolle rahoitusta, jolla rahoitetaan teiden hoito ja ylläpito. Teiden hoitoon ja ylläpitoon kuuluu teiden talvihoitoa, päällystämistä, siltojen korjauksia, sorateiden hoitoa, tienvarsien niittoa, tiemerkkien tekoa sekä pysäkkikatosten ja liikennemerkkien kunnossapitoa. Maanteiden hoito kilpailutetaan urakoitsijoilla, jotka vastaavat maanteistä, sekä niihin liittyvistä alueista ja laitteista. Koko maassa urakka-alueita on tällä hetkellä 79. Urakat kestävät yleensä viisi tai seitsemän vuotta. Kuviossa 5 esitetään hoidon ja urakoitsijoiden sijoittuminen kartalla sekä urakka-alueet vuosina 2021–2022. /15/



Kuvio 5. Urakoitsijoiden jakautuminen kartalla. /16/

3.1 Maanteiden talvihoito

Maanteiden talvihoitoon kuuluvaksi määritellään lumenpoisto, pinnantasaus ja liukkauden torjunta. Lisäksi talvihoitoon kuuluvia toimenpiteitä on liikennemerk-

kien ja opasteiden puhdistus, lumivallien madallus, lumen poiskuljetus, sulamisvesihaittojen torjunta sekä aurausviitoitus. Näillä toimilla on tarkoitus varmistaa liikenteen turvallisuus ja sujuvuus talviolosuhteissa. Liikennevirasto on määritellyt talvihoidolle toimivuusvaatimukset, jotta talvihoidon laatuvaatimukset täyttyvät. /17/

Suomessa yleiset tiet on jaettu kuuteen talvihoitoluokkaan. Nämä luokat ovat korkeimmasta luokasta matalimpaan: Ise, Is, Ib, Ic, II ja III. Päätietyt ovat yleensä korkeimmassa luokassa ja matalimpaan luokkaan kuuluu vähäliikenteiset tiet. Lisäksi kävely- ja pyöräväylät on luokiteltu luokkiin K1 ja K2. /17/

Hoidettaville kohteille on määritetty myös toimivuusvaatimus, joka kuvaa kohteiden hoidon toteutusta määrittelemättä niiden teknisiä ratkaisuja. Laatuvaatimusten tarkoitus on tarkentaa hoidettavien kohteiden laatua. Kuviossa 6 on esitetty laatuvaatimukset lumenpoistolle. /17/

Talvihoito- luokka	Maksimilumisyyvyys sateen aikana (cm)		Toimenpideaika (h)	
	Irtolumi	Sohjo	Irtolumi	Sohjo
Ise	4	2	2,5	2
Is	4	2	2,5	2
Ib	4	2	3	2,5
Ic	4	2	3	3
II	8	4	4	4
III	10	5	5	5

Kuvio 6. Laatuvaatimukset lumenpoistolle sään muuttuessa. /17/

Maanteiden talvihoidossa käytettävää peruskalustoa ovat kuorma-autot, traktorit ja pyöräkuormaajat. Muita yleisesti käytettäviä laitteita ovat kaivinkone, tiehöylä sekä kevyet ajoneuvot, kuten pakettiautot. Lisäksi käytössä on lisälaitteita, kuten erilaisia auroja, teriä ja polannejyrsimiä. /17/

3.1.1 Lumenpoisto

Lumen- ja sohjonpoistolla on tarkoitus mahdollistaa turvallinen tienkäyttö myös talvella. Urakassa aurasreitit on jaettu auraajien kesken. Aurasreitit mitoitetaan niin, että laatuvaatimukset täyttyvät toimenpideajassa. Lisäkalustoa voidaan käyttää esimerkiksi poikkeuksellisen lumimyrskyn aikana sopimusasiakirjojen mukaisesti. Aurasreitillä voi olla useita eri talvihoitoluokkiin kuuluvia teitä. Työmenetelmät, peruskoneet, aurat ja lisälaitteet määritetään aurasreittisuunnitelmassa. /17/

3.1.2 Pinnantasaus

Polanteen poikki- ja pituussuuntaisille epätasauksille on määritetty vaatimukset maanteiden talvihoidon laatuvaatimuksissa. Liikenteelle erityisen vaarallisia ovat urat, jotka ovat jyrkkäreunaisia tai jyrkissä kaarteissa. Ongelmakohtat ovat usein aktiivista seuranta vaativia ja polanteen tasaisuuteen heijastuu myös tien päällysteen kunto. Liikenteen keskittyminen samoihin paikkoihin aiheuttaa sen, että sisäkaarteet ovat muuta tietä uraisempia. /17/

Vaurioita tien päällysteeseen tai rakenteeseen ei pinnantasauksesta saa tulla. Eri-tyisesti siltojen liikuntasaumalaitteet, ajoratamerkinnot ja reunatuet ovat varovaisuutta vaativia kohtia. Pinnantasauksessa ajoradalle ja pientareelle syntyvät polannekarheet aurataan pois. /17/

3.1.3 Liukkaudentorjunta

Liukkaudentorjunnalla tarkoitetaan liukkauden synnyn estämistä tai tienpinnan kitkan kemiallista tai mekaanista parantamista. Oikea-aikaisuus ja toimivat laitteet

ovat perusedellytyksiä onnistuneelle liukkaudentorjunnalle. Lisäksi ammattitaitoinen henkilöstö, jolla on riittävän laaja tietämys alueesta, on merkittävässä asemassa onnistuneessa liukkaudentorjunnassa. /17/

Hiekka ja suolat ovat liukkaudentorjunnan materiaaleja, joita voidaan käyttää yhdessä tai erikseen. Suola voi olla liuosta tai kiinteää. Yleensä käytettävä suola on natriumkloridia (NaCl). Suolan paakkuuntumisen estoaineena saa olla kalium- tai natriumferrosyanidia, kuitenkin enintään 150 ppm (0,015 %). Natriumkloridia voidaan käyttää liuksena, suolaliuksella kostutettuna tai kuivana suolana. /17/

Kalsiumkloridi (CaCl₂) on toinen liukkaudentorjunnassa käytetty suola. Kalsiumkloridi on suola, joka sitoo kosteutta. Kalsiumkloridiliuosta on saataville 32-prosenttisenä ja 21-prosenttisenä. Yleisemmin kalsiumkloridiliuksena käytetään 32-prosenttista. /17/

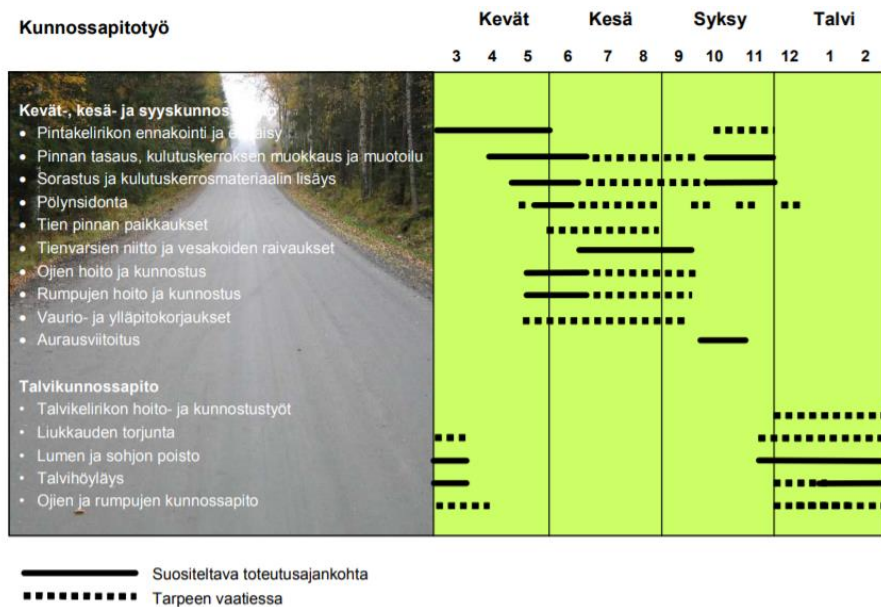
Murske tai hiekka ovat käytetyt hiekoitusmateriaalit. Hiekoitusmateriaalin reakoko on rajattu päteille ja kevyen liikenteen väylille 6 millimetriin. Muilla teillä maksimiraekoko on 8 millimetriä. /17/

Liukkaudentorjunnassa teiden talvihoitoluokilla on suuri merkitys. Talvihoitoluokissa Ise, Is ja I lähtökohtana on pitää tie ympäri vuoden täysin paljaana. Näillä talvihoitoluokan teillä käytetään pääsääntöisesti natriumkloridia tai kalsiumkloridia liuossuolauksena ja natriumkloridia kostutettuna suolauksena. Talvihoitoluokissa II ja III hiekoitus ja polanteen karhentaminen ovat pääasiallisia liukkaudentorjuntamenetelmiä. Lisäksi kaikkien liukkaudentorjuntamenetelmien käyttö on mahdollista talvihoitoluokissa Ib ja Tib. /17/

3.2 Teiden kevät-, kesä- ja syyskunnossapito

Teiden kevät-, kesä- ja syyskunnossapidolla pyritään talvihoidon tavoin takaamaan turvallisuus liikenteessä. Kuvio 7 osoittaa sorateille kohdistuvien kunnossapitotöiden suositellut ajankohdat. Kesällä työt sijoittuvat useammin ajoradan ulkopuolelle, jotta talveksi varmistuu hyvät kunnossapito- ja ajo-olosuhteet. /18/

Päästöjä tuottavat kesätyöt ovat muun muassa katujen harjaukset, maanteiden ja reuna-alueiden siistiminen, viherhoito, niitto ojien kaivaminen sekä rumpujen vaihto. /18/



Kuvio 7. Kevät-, kesä- ja syyskunnossapitotöiden jakautuminen. /18/

4 KUNNOSSAPIDON HIILIJALANJÄLJEN LASKENTA

4.1 Hiilijalanjäljen laskennan periaate

Hiilijalanjäljen laskeminen alkaa päästöjä tuottavien aktiviteettien määrittelyllä. Tämän lisäksi kerätään tilanteeseen ja tapaukseen soveltuvat luotettavat päästökertoimet. Yksinkertaisuudessaan hiilijalanjälki määritellään kertomalla aktiviteettien määrä päästökertoimella. Teiden kunnossapidon hiilijalanjälkeä on tässä opinnäytetyössä lähdetty selvittämään kunnossapitokoneiden keskimääräisen polttoainekulutuksen kautta.

Jotta hiilijalanjälki voidaan selvittää, kerrotaan esimerkiksi polttoaineen tai energian kulutus tai ajoneuvon kulkemat kilometrit sekä kyseisen kulutuksen tai liikuttamisen päästökerroin tässä tapauksessa:

Polttoaineen päästöt (kgCO₂ekv.)

=polttoaineen kulutus (l/km) * kuljettu matka (km) * polttoaineen päästökerroin (kgCO₂ekv/l).

Tässä työssä aktiviteettien määränä pidetään käytettyjen työkoneiden ajettuja kilometrejä. Materiaalien aiheuttamia päästöjä, kuten hiekan ja suolan kulutusta, rumpuja, liikennemerkkejä sekä aurasviittoja ei ole otettu tämän työn päästölaskennassa huomioon. Liikennemerkit, aurasviitat sekä rummut rajattiin pois, koska niiden arvioitiin olevan kokonaispäästöjen synnyn kannalta vähäpäästöisiä, eikä niiden käyttöön liittyen ole oleellisia päästövähennysmahdollisuuksia. Lisäksi tästä työstä on rajattu pois scope 2 -luokkaan kuuluvat päästöt esimerkiksi toimistojen lämmitys, koska niiden päästöjä ei voitu yksiselitteisesti osoittaa kuuluvan pelkästään laskentaan valitulle alueurakalle.

Kilometritiedot on haettu teiden kunnossapidossa yleisesti käytössä olevasta Autori-sovelluksesta, jonka avulla toimenpiteet ovat tallentuneet. Dieselin päästökerroin 2,339 kg/CO₂/ekv on haettu VTT Lipaston tietokannasta/19/.

Työn tapausesimerkiksi valikoitui Jyväskylän alueurakka ja tarkasteltavaksi ajankaksoksi lokakuu 2017 – syyskuu 2020 (3 täyttä vuotta). Jyväskylän alueurakka luokitellaan tiepitoisuuden, tiestön hoitoluokituksen sekä taajamien määrän perusteella vaativaksi urakaksi. Tapausesimerkiksi valikoitui vaativa urakka, koska siihen liittyi eniten erilaisia toimenpiteitä, joiden vaikutusta tarkastella.

4.2 Laskenta

Kunnossapitoliiketoiminnan hiilijalanjäljen selvittäminen aloitettiin tekemällä selviä rajoituksia toimintojen suhteen. Rajaus tehtiin urakan valinnassa, sillä tässä työssä laskettiin vain yhden urakan päästöt kolmelta eri vuodelta. Yksinkertaisuuden vuoksi työhön valittiin vain yksi urakka, koska päätavoitteena oli selvittää sopeva laskentatapa, eikä varsinaisesti selvittää koko kunnossapitoliiketoiminnan päästöjä. Suoriksi päästöiksi luokiteltiin kaikki toiminnot, jotka tulivat suoraan liiketoiminnan suorittamisesta.

Hiilijalanjälki määritettiin vain koneiden työkilometrien osalta. Laskennan keskeinen osuus oli tietojen hakeminen Autori-sovelluksesta.

Harkittuja laskentamenetelmiä työn laskennan toteuttamiseksi oli kaksi. Ensimmäinen laskentatapa olisi ollut suorittaa laskenta työkoneiden ja -laitteiden tunti-kohtaisten päästökertoimien sekä työtuntimäärien avulla. Toinen laskentatapa perustui polttoaineiden arvioituun keskimääräiseen työkonekohtaiseen kulutukseen ja polttoaineiden päästökertoimia hyödyntävään laskentatapaan. Tähän työhön menetelmäksi valittiin jälkimmäinen, koska sen katsottiin tuottavan tarkempi lopputulos. Polttoaineen kulutukseen perustuva laskentatapa huomioi paremmin

muun muassa ajotavan, ajo-olosuhteet sekä ajoneuvon painon. Lisäksi ensimmäiseksi mainittu laskentatapa olisi vaatinut jokseenkin laajan kartoituksen käytävissä olevista työkoneista ja oletuksia oikeiden päästökertoimien valinnaksi.

Käytetyssä laskentamenetelmässä käytettiin arviota työkoneiden keskimääräisestä kulutuksesta kutakin työlajia kohden. Nämä tiedot saatiin Jyväskylän alueurakassa vuonna 2020 valmistuneesta lopputyöstä /20/. Arvio keskimääräisestä kulutuksesta (l/km) kerrottiin työkoneen toteutuneilla kilometreillä. Tällä kaavalla (l/km*km) saadusta polttoaineen kulutuksen litratiedoilla kerrottiin dieselin päästökerroin. Dieselin päästökerroin esitettiin muodossa kg/CO₂ekv/l. Dieselin päästökertoimena käytettiin Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n kerrointa 2339 g/CO₂/l. Näin ollen laskennassa päästöt esitetään muodossa kg/CO₂/ekv sekä tn/CO₂/ekv. Salassapitovelvollisuudesta johtuen yksityiskohtaisia päästölaskelmia ei julkaista.

Lisäksi työssä tarkastellaan päästöjä kilometriä kohden, jotta saadaan tarkka tieto eri työlajien ilmastoa kuormittavasta vaikutuksesta ilman, että tehty työmäärä vaikuttaa tulokseen. Päästöintensiivisyys yhdelle kilometrille laskettiin jakamalla kokonaispäästö määrä kgCO₂/ekv tehdyillä kilometreillä. Tällä laskentatavalla selvitettiin päästöt kgCO₂ekv/km.

5 TULOKSET

5.1 Työlajikohtaiset kokonaispäästöt

Kuvio 8 esittää vuoden 2017–2018 päästöjen jakautumisen työlajikohtaisesti suhteessa kokonaispäästö määrään. Vuonna 2017–2018 viisi eniten päästöjä tuottanutta työlajia olivat auras ja sohjonpoisto, suolaus, pinnan tasaus, pölynsidonta sekä kelintarkastus. Taulukko 1 esittää prosentteina kaikki vuoden 2017–2018 eri työlajien päästöt prosentteina kokonaispäästö määrästä.

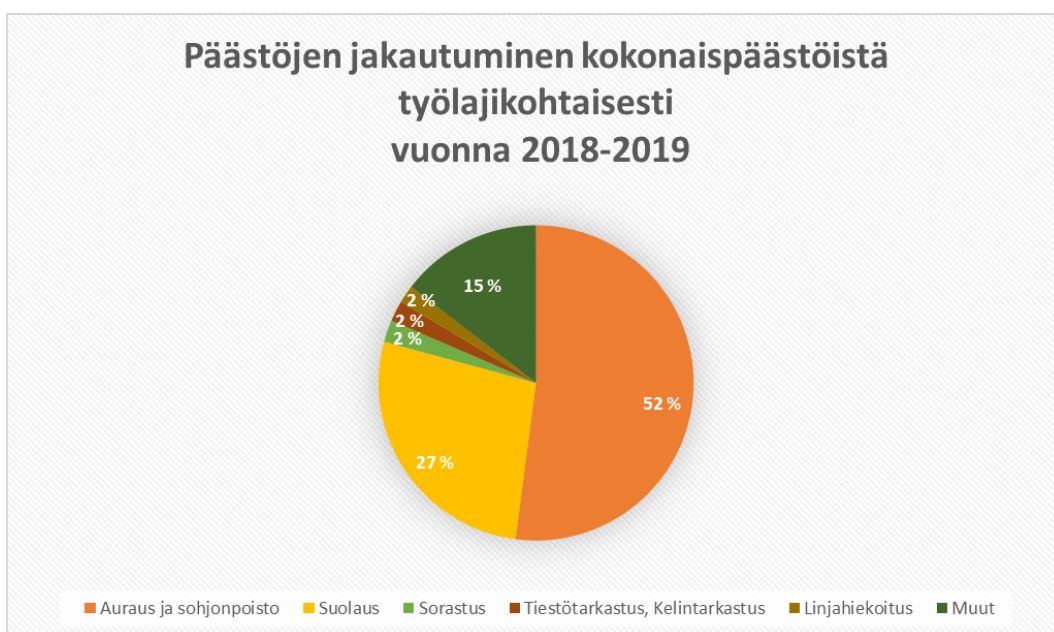


Kuvio 8. Päästöjen jakautuminen vuonna 2017–2018.

Taulukko 1. Vuoden 2017–2018 kaikkien tehtyjen työlajien päästöt prosentteina kokonaispäästömäärästä.

TYÖLAJI	PÄÄSTÖT %
Auraus ja sohjonpoisto	57,85
Suolaus	17,09
Pinnan tasaus	2,46
Pölynsidonta	2,26
Kelintarkastus	2,26
Pistehiekoitus	2,03
Harjaus	1,94
Tiestötarkastus, Kelintarkastus	1,91
Soratien tasaus	1,62
Tiestötarkastus	1,39
Niitto	1,36
Linjahiekoitus	0,96
Äkillinen hoitotyö	0,83
Lumivallien madaltaminen	0,76
Siirtoajo	0,62
Pintakelirikko	0,51
Paikkaus kylmäpäällyste	0,51
Pysäkkikatosten hoito	0,50
Liikennemerkkityö	0,45
Kuljetus	0,40
Sorastus	0,31
Viherhoito	0,24
Sulamisveden haittojen torjunta	0,23
Liuosuolaus	0,19
Sorateiden muokkaushöyläys	0,19
Vesakonraivaus	0,19
Aurausviitoitus ja kinostimet	0,18
Lisätyö	0,15
Pesu	0,13
Jätehuolto	0,11
Rakenteiden hoito	0,09
Ojitus	0,05
Liikenteen ohjaus	0,04
Hiekkalaatikoiden täyttö	0,03
L- ja P-alueiden puhdistus	0,02
Reunapaalujen hoito	0,02
Roskankeräys	0,02
KT-valu	0,02
Hiekoitus (sirotinlaite)	0,02
Viimeistely ja trimmaus	0,01
Paannejään poisto	0,01
Liikennemerkkien puhdistus	0,01
Runkokelirikko	0,01
Rummun vaihto	0,01
Päällysteiden juotostyö	0,00
	100,00

Kuvio 9 esittää vuoden 2018–2019 päästöjen jakautumisen työlajikohtaisesti suhteessa kokonaispäästö määrään. Vuonna 2018–2019 viisi eniten päästöjä tuottanutta työlajia olivat auras ja sohjonpoisto, suolaus, sorastus, tiestötarkastus, kelintarkastus ja linjahiekoitus. Taulukko 2 esittää prosentteina kaikki vuoden 2018–2019 eri työlajien päästöt kokonaispäästö määrästä.



Kuvio 9. Päästöjen jakautuminen vuonna 2018–2019.

Taulukko 2. Vuoden 2018–2019 kaikkien tehtyjen työlaajien päästöt kokonaispäästömäärästä.

TYÖLAJI	PÄÄSTÖT %
Auraus ja sohjonpoisto	52,09
Suolaus	27,14
Sorastus	2,25
Tiestötarkastus, Kelintarkastus	2,13
Linjahiekoitus	1,83
Pistehiekoitus	1,51
Pölynsidonta	1,45
Siirtoajo	1,38
Tiestötarkastus	1,12
Soratien tasaus	0,75
Kuljetus	0,70
Pinnan tasaus	0,66
Pysäkkikatosten hoito	0,66
Lisätyö	0,66
Harjaus	0,62
Äkillinen hoitotyö	0,60
Paikkaus kylmäpäällyste	0,58
Niitto	0,55
Kelintarkastus	0,44
Reunantäyttö	0,42
Lumivallien madaltaminen	0,36
Liuossuolaus	0,31
Sorateiden muokkaushöyläys	0,27
Liikennemerkkityö	0,27
Liikennemerkkien puhdistus	0,23
Aurausviitoitus ja kinostimet	0,13
Vesakonraivaus	0,13
Hiekoitus (sirotinlaite)	0,11
Roskankeräys	0,09
Liikenteen ohjaus	0,08
Jätehuolto	0,08
Lumensiirto	0,06
Reunapaalujen hoito	0,05
Sulamisveden haittojen torjunta	0,05
Viherhoito	0,04
Pesu	0,03
Ojitus	0,03
Pintakelirikko	0,03
L- ja P-alueiden puhdistus	0,02
KT-valu	0,02
Paannejään poisto	0,01
Muu	0,01
Rikkakasvien torjunta	0,01
Viimeistely ja trimmaus	0,01
Paikkaus kuumapäällyste	0,01
Pannejään poisto	0,00
Nurmikon leikkaus	0,00
Päällysteiden juotostyö	0,00
Reunapalteen poisto	0,00
Siltojen puhdistus	0,00
Rakenteiden hoito	0,00
	100,00

Kuvio 10 esittää vuoden 2019-2020 päästöjen jakautumisen työlajikohtaisesti suhteessa kokonaispäästö määrään. Vuoden 2019-2020 eniten päästöjä tuottanutta työlajia olivat suolaus, auraus ja sohjonpoisto, sorastus, linjahiekoitus ja kuljetus. Taulukko 3 esittää prosentteina kaikki vuoden 2019–2020 eri työlajien päästöt kokonaispäästö määrästä.



Kuvio 10. Päästöjen jakautuminen vuonna 2019–2020.

Taulukko 3. Vuoden 2018–2019 kaikkien tehtyjen työlajien päästöt kokonaispäästömäärästä.

TYÖLAJI	PÄÄSTÖT %
Suolaus	36,77
Auraus ja sohjonpoisto	36,31
Sorastus	5,07
Linjahiekoitus	2,42
Kuljetus	2,22
Tiestötarkastus	1,79
Pintakelirikko	1,33
Pinnan tasaus	1,21
Pölynsidonta	1,16
Niitto	1,09
Paikkaus kylmäpäällyste	1,05
Tuntityö	0,92
Siirtoajo	0,85
Pistehiekoitus	0,73
Lisätyö	0,73
Kelintarkastus, Tiestötarkastus	0,71
Kelintarkastus	0,62
Reunapalteen poisto	0,61
Tiestötarkastus, Kelintarkastus	0,60
Harjaus	0,59
Soratien tasaus	0,54
Äkillinen hoitotyö	0,47
Sorateiden muokkaushöyläys	0,40
Liikennemerkkityö	0,37
Pysäkkikatosten hoito	0,27
Aurausviitoitus ja kinostimet	0,19
Vesakonraivaus	0,18
Ojitus	0,12
Roskan keräys	0,10
Viimeistely ja trimmaus	0,10
Liuossuolaus	0,09
Jätehuolto	0,08
Viherhoito	0,04
Hiekoitus (sirotinlaite)	0,04
KT-valu	0,03
Reunan täyttö	0,03
Siltojen puhdistus	0,03
Lumivallien madaltaminen	0,02
Liikenteen ohjaus	0,02
Rakenteiden hoito	0,02
Liikennemerkkien puhdistus	0,02
Hiekoitus, Suolaus	0,02
Rummun vaihto	0,01
Sulamisveden haittojen torjunta	0,00
Reunapaalujen hoito	0,00
Pesu	0,00
Runkokelirikko	0,00
Pannejään poisto	0,00
Päällysteiden juotostyö	0,00
L- ja P-alueiden puhdistus	0,00
	100,00

5.2 Kilometrikohtaiset päästöt

Taulukko 4 esittää kymmenen eniten päästöjä kilometriä kohti tuottanutta työlajia (kgCO₂ekv/km) tarkasteltuna vuosina 2017–2020 niin, että ensimmäisenä esitetään päästöintensiivisin työlaji.

Taulukko 4. Kymmenen eniten päästöjä tuottanutta työlajia tarkasteltuna kgCO₂ekv/km vuosina 2017–2020.

	2017–2018	2018–2019	2019–2020
1	Pintakelirikko	Sorastus	Pinnan tasaus
2	Sorastus	Pintakelirikko	Sorastus
3	Auraus ja sohjonpoisto	Auraus ja sohjonpoisto	Pintakelirikko
4	Soratien tasaus	Hiekoitus (sirotinlaite)	Auraus ja sohjonpoisto
5	Hiekkalaatikoiden täyttö	Kuljetus	Hiekoitus (sirotinlaite)
6	Hiekoitus (sirotinlaite)	Reunapalteen poisto	Pesu
7	Liuossuolaus	Suolaus	Reunan täyttö
8	Suolaus	Pölynsidonta	Liuossuolaus
9	Pölynsidonta	Reunantäyttö	Suolaus
10	Pesu	Liuossuolaus	Siltojen puhdistus

5.3 Työkonekohtaiset päästöt

Työkonekohtainen tarkastelu tehtiin pelkästään auraukselle ja sohjonpoistolle sekä suolaukselle, koska kokonaispäästöistä nämä työlajit tuottivat eniten päästöjä. Työkoneiden tuottamia päästöjä kilometrille tarkasteltiin myös kaavalla kokonaispäästöt kgCO₂ekv jaettuna tehdyillä kilometreillä. Näin selvitettiin työkoneiden päästöintensiivisyys työlajissa. Aurauksessa ja sohjonpoistossa päästöintensiivisin kone oli järjestyksessä kuorma-auto (päästöintensiivisin), tiehöylä, työkone ja huoltoauto (vähiten päästöintensiivinen). Suolausta tehtiin pelkästään kuorma-autolla.

5.4 Tulosten tarkastelu

Kunnossapidon hiilijalanjäljen laskennassa ilmenneinä haasteina voidaan pitää luotettavien päästökertoimien löytymistä, mikäli laskenta tehdään koneiden päästökertoimia hyödyntäen. Jos laskenta tehtäisiin koneiden päästökertoimia hyödyntäen, tulisi laskijan käydä läpi koko liiketoiminnassa käytetty koneisto ja arvioida, mitkä saatavilla olevista päästökertoimista lähimmin vastaavat näitä lukuisia konetyyppejä. Tällaisessa laskentatavassa ei huomioda lainkaan esimerkiksi ajotapaa tai ajoneuvon muuttunutta painoa (esimerkiksi jos kyydissä on lastia) tai ajoolosuhteita.

Eri vuosien väliset erot merkittävimmissä päästölähteissä kokonaispäästöjen osalta voidaan arvioida johtuvan sääolosuhteista. Vuonna 2019–2020 suolaus nousi aurauksen ja sohjonpoiston ohi vuoden kokonaispäästöjen osalta merkittävimmäksi päästölähteeksi. Lisäksi tuloksista käy ilmi, että talvikunnossapidon työlajit aurauksen ja sohjonpoiston sekä suolaus on selvästi suurimmat päästölähteet. Muiden tehtyjen työlajien merkitys kokonaisuudessa on hyvin vähäinen.

Tässä työssä laskenta tehtiin käyttäen keskimääräistä polttoaineen kulutusta, joten merkittävimmin epävarmuustekijänä voidaan pitää arviota keskimääräisestä polttoaineen kulutuksesta. Tarkat tiedot polttoainetiedot tukisivat laskennan tarkkuutta. Lisäksi polttoaineen kulutukseen perustuvassa laskennassa epävarmuustekijänä voidaan pitää oletus käytetyn polttoaineen (tässä tapauksessa diesel) päästökertoimesta, joka on oletettu samaksi kaikkien työkoneiden ja vuosien osalta. Tässä työssä oletetaan siis kaikissa tapauksissa käytetyn polttoaineen kasvihuonekaasupäästöt ovat suhteessa samat, eli ilmakehään päätyvät kaikki polttoaineen käytöstä aiheutuvat päästöt. Oletus on siis, ettei käytetyissä työkoneissa ja ajoneuvoissa ole käytössä tekniikkaa, joka pienentäisi kasvihuonekaasupäästöjä.

Rajausten tekeminen aiheutti epävarmuustekijöitä kokonaispäästöihin. Oletetusti tässä työssä tehtyjen rajausten vaikutus kokonaispäästö määrään on vähäinen,

koska ulos rajattujen toimintojen ja materiaalien päästöt oletetaan kokonaiskuvassa pieneksi. Sen sijaan laskennasta pois rajatut scope 2 -luokkaan kuuluvat päästöt esimerkiksi toimistojen lämmitys voivat olla vuosittain huomattavat. Niiden rajaaminen työstä perusteltiin vaikeudella kohdistaa päästöt juuri tällä alueurakalle. Jatkossa voitaisiin miettiä, halutaanko toimistojen lämmityksestä aiheutuvat päästöt raportoida erikseen kuuluvaksi kunnossapitoon.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten teiden kunnossapitourakan hiilijalanjälki voitaisiin laskea. Työssä lähdettiin kartoittamaan päästöjä tuottavia toimenpiteitä. Kunnossapitotoimenpiteet käytiin läpi työlaji- sekä työkonekohtaisesti. Tässä työssä lopputulokset esitetään lajiteltuna työlajin mukaan ja keskimääräinen kulutus on arvioitu oman kaluston sekä tehtyjen töiden mukaan. Virhemarginaaliksi kesätöiden osalta on arvioitu 10 % ja talvitöiden osalta 10–20 %. Nämä tiedot perustuivat polttoaineen kulutuksen virhearvioihin Jyväskylän alueurakkaan vuonna 2020 toteutetussa lopputyössä. /20/

Lisäksi datan keruussa mahdolliset inhimilliset virheet tai tekniset häiriöt Autori-sovelluksen käytössä lisäävät tuloksien epävarmuutta. Työn edetessä ilmeni Autori-sovelluksen ominaisuus, jossa tehdyn työlajin kohdalle on merkitty useampi työlaji. Tällaisissa tapauksissa laskentaan on valittu mukaan ensiksi mainittu. Vaikutus tuloksiin arvioidaan kuitenkin vähäiseksi, koska kokonaisuutta silmällä pitäen tällaisia tapauksia on suhteellisen vähän.

Haastavinta tässä työssä oli esimerkkitapauksien puuttuminen. Varsinaista hiilijalanjäljen määrittämistä pelkästään maanteiden kunnossapitoliiketoimintaan ei kirjallisuuden perusteella ole aiemmin tehty. Maanteiden kunnossapitotoiminta on hyvin omalaatuinen liiketoiminta, sillä toiminta perustuu työtoimintoihin, joita on pakko tehdä. Logistisilla ratkaisuilla voidaan vaikuttaa tehtyyn työ- ja ajomäärään, mutta vain rajallisesti. Päästövähennyskeinoja onkin jatkossa pohdittava monipuolisesti. Laskentaa voisi toteuttaa myös vaihtamalla päästökertoimia esimerkiksi biopolttoaineiden päästökertoimiin, mikäli tällainen polttoaineiden muutos tulevaisuudessa tapahtuu. Jatkossa olisi mielenkiintoista toteuttaa laskentaa käyttäen laskentamenetelmänä päästökertoimiin perustuvaa laskentaa. Näin tuloksia voitaisiin vartaila keskenään ja pohtia miten paljon tulokset eroavat toisistaan sekä

mistä erot johtuvat. Laskentatapoja vertailemalla saataisiin myös tarkempaa selkeyttä siitä, mikä tapa on tulevaisuudessa kaikkein varmin selvittämään maanteiden kunnossapitoliiketoiminnasta aiheutuvia päästöjä.

LÄHTEET

- /1/ Hallituksen esitys. 200/2016. Helsinki. Viitattu 1.2.2021. <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2016/20160200#idp446049760>
- /2/ Ympäristöministeriö. Hallituksen ilmastopolitiikka: kohti hiilineutraalia Suomea 2035. Viitattu 1.2.2021 <https://ym.fi/hiilineutraalisuomi2035>
- /3/ Green Building Council Finland. 2020. Vähähiilisyden sanakirja -vähähiilisen rakentamisen ja kiinteistöliiketoiminnan terminologia. Viitattu 14.4.2021. <https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2020/05/GBC-V%C3%A4h%C3%A4hiilisyysdeen-sanakirja-27.5.2020.pdf>
- /4/ Tietoa YIT:stä; Historia. Viitattu 1.2.2021 <https://www.yitgroup.com/fi/tietoa-yitsta/historia>
- /5/ YIT.fi Infra. Teiden kunnossapito on ympärivuotista palvelua. Viitattu 26.4.2021 <https://www.yit.fi/infrapalvelut/kunnossapito>
- /6/ Nevanlinna, H. 2008. Muutamme ilmastoa. Porvoo. WS Bookwell Oy. Viitattu 5.2.2021.
- /7/ Ilmatieteen laitos. Ilmasto-opas.fi: Ilmakehän aiheuttama luonnollinen kasvihuoneilmio. Viitattu 22.3.2021 <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/ilmio-/artikkeli/420c4ca3-a128-4ae7-882e-3d06e1ea24f5/kasvihuoneilmio-ja-ilmakehan-koostumus.html>
- /8/ Sjöstedt, T. 2018. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Sitra. Viitattu 4.3.2021 <https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>
- /9/ European Comission. Non-financial reporting. Viitattu 22.3.2021 https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/company-reporting-and-auditing/company-reporting/non-financial-reporting_en
- /10/ About us. The greenhouse gas protocol. Viitattu 8.2.2021 <https://ghgprotocol.org/about-us>
- /11/ Green Garbon. Mikä ihmeen scope 1,2,3? Viitattu 22.3.2021 <https://greencarbon.fi/mika-ihmeen-scope-1-2-3/>
- /12/ GHG Protocol Scope 2 Guidance 2011. An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard. Viitattu 22.3.2021 [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope%20%20Guidance Final Sept26.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope%20%20Guidance%20Final%20Sept26.pdf)

/13/ Masonen, J. 1994. Tielaitoksen museotoiminta. Tiemuseon raportteja 1/1994. Viitattu 1.2.2021. <https://core.ac.uk/download/pdf/323461198.pdf>

/14/ Mannola, M. 2019. Ilmastonmuutos ja kestävä kehitys Väyläviraston toiminnassa. Väyläviraston julkaisuja 49/2019. Viitattu 1.2.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-49_ilmastonmuutos_kestava_web.pdf

/15/ Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2020. Kunnossapito. Viitattu 22.3.2021 <https://www.ely-keskus.fi/kunnossapito2>

/16/ Väylävirasto. Maanteiden hoidon kilpailutus. Maanteiden hoidon urakoitsijat kartalla 1.10.2021-1.10.2022. Viitattu 22.3.2021 https://vayla.fi/documents/25230764/65887716/alueurakat21_v3.pdf/50c8553f-67d8-3205-3ab9-cb98b26a4b62/alueurakat21_v3.pdf?t=1616074099725

/17/ Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 33/2018. Maanteiden talvihoito. Laatuvaatimukset. Viitattu 8.2.2021 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2018-33_maanteiden_talvihoito_web.pdf

/18/ Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 1/2014. Sorateiden kunnossapito. Viitattu 15.4.2021 https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf

/19/ Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 2017. LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta. Viitattu 26.4.2021 <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/tunnusluvut/tunnusluvuttie.htm>

/20/ Kujala T. 2020. Maanteiden kunnossapidon kaluston polttoaineenkulutuksen seuranta ja energiatehokkuus. Viitattu 16.4.2021 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/339996/Opinnaytetyo_Tomi-Kujala.pdf?sequence=2&isAllowed=y