

TUTKIMUSRAPORTTI

VTT-R-00166-26



Tavaraliikenteen päästö- ja kulutustiedot yritysten ja yhteiskunnan päätöksenteon tueksi

Kirjoittajat: Arttu Lauhkonen, Jenni Vestinen

Luottamuksellisuus: Julkinen

Versio: 30.03.2026



Raportin nimi	
Tavaraliikenteen päästö- ja kulutustiedot yritysten ja yhteiskunnan päätöksenteon tueksi	
Rahoittaja	
Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton (TT) -säätiö	
Projektin nimi	Projektin lyhytnimi
Tavaraliikenteen päästö- ja kulutustiedot yritysten ja yhteiskunnan päätöksenteon tueksi	TaKuPaaS
Raportin laatija(t)	Sivujen/liitesivujen lukumäärä
Arttu Lauhkonen, Jenni Vestinen	38/11
Avainsanat	Raportin numero
päästöraportointi, yksikköpäästö, yksikkökulutus, päästökerroin, tiekuljetus, tavaraliikenne, ISO-140830:2023	VTT-R-00166-26
Tiivistelmä	
Tavaraliikenteen päästö- ja kulutustiedot yritysten ja yhteiskunnan päätöksenteon tueksi (TaKuPaaS) -hankkeen tavoitteena oli tuottaa ajantasaiset, läpinäkyvät ja dokumentoidut arviot tiekuljetusten energian- ja polttoaineenkulutuksen sekä kasvihuonekaasupäästöjen yksikkökertoimista Suomen olosuhteissa. Työ vastaa kasvaviin kansallisiin ja EU-tason raportointivaatimuksiin, kuten CountEmissionsEU-asetukseen ja CSRD-raportointiin, joissa edellytetään entistä vertailukelpoisempaa ja elinkaariperusteista päästötietoa. Työn kannalta keskeisenä laskentakehyksenä oli ISO-140830:2023-standardi, jonka mukaisesti päästölaskennassa tulee huomioida energianlähteen käytön lisäksi sen tuotannosta ja jakelusta aiheutuvat päästöt. Hankkeessa tarkasteltiin tiekuljetusten päästölaskennan nykytilaa, tunnistettiin keskeisiä tiedon puutteita ja laskennan ongelmakohtia ja tuotettiin uusia polttoaine- ja ajoneuvokohtaisia päästökertoimia. Työssä määritettiin polttoainekohtaiset kasvihuonekaasupäästökertoimet Suomessa tiekuljetusten tarvitsemien yleisimpien polttoaineiden well-to-wheel-kokonaisuudelle (WTT, TTW ja WTW). Käytönaikaiset päästöt ja polttoaineiden ominaisuustiedot koottiin ensisijaisesti kotimaisista lähteistä ja täydennettiin kansainvälisillä aineistoilla. Biopolttoaineiden tuotannon päästökertoimet arvioitiin Energiaviraston raaka-ainetietojen pohjalta RED II -direktiivin laskentasääntöjä hyödyntäen. Tulokset osoittavat, että Suomessa myytävien biopolttoaineiden well-to-wheel-päästökertoimet ovat monin paikoin alhaisempia kuin yleiseurooppalaisiin oletuksiin perustuvissa kertoimissa, erityisesti biokaasujen osalta. Lisäksi hankkeessa laadittiin ajoneuvo- ja tonnikilometrikohdaiset polttoaineen kulutuskertoimet (yksikkökulutuskertoimet) dieselkäyttöisille N3-luokan kuorma-autoille ja ajoneuvoyhdistelmille painoluokittain. Yksikkökulutuskertoimet perustuvat kotimaisiin tutkimuksiin ja HBEFA-tietokannan Ruotsia koskeviin kertoiimiin, joita kalibroitiin Suomen olosuhteita vastaaviksi. Yksikkökulutuskertoimet mahdollistavat kuljetusten päästöjen arvioinnin tilanteissa, joissa primääridaata ei ole saatavilla, ja ne huomioivat valitun kuormitusasteen ja tyhjänä ajon osuuden. Hankkeessa tunnistettuja keskeisiä ongelmakohtia tiekuljetusten päästölaskennassa olivat polttoainejakelutietojen luotamuksellisuus, viive bio-osuuksien saatavuudessa, vaikeat ja epäselvät laskentatapaukset sekä kansainvälisten tietokantojen toistaiseksi rajallinen kyky huomioida kansallisia polttoainekoostumuksia. TaKuPaaS-hankkeen tulokset tukevat kuljetusyrityksiä, kuljetusten tilaajia, viranomaisia ja muita toimijoita päästöraportoinnissa, vaikutustenarvioinnissa ja päätöksenteossa sekä vahvistavat perustaa kotimaisten kuljetusten päästötietojen jatkokehittämiselle.	
Luottamuksellisuus	VTT Public
Espoo 30.3.2026	
Laatija	Tarkastaja
Arttu Lauhkonen	Eetu Pilli-Sihvola
Tutkija	Lead, Future Mobility and Cities
VTT:n yhteystiedot	
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, PL 1000, 02044 VTT	
Jakelu (asiakkaat ja VTT)	
Tilaaaja, VTT, hankkeen verkkosivut: https://cris.vtt.fi/en/projects/tavaraliikenteen-kulutus-ja-paastotiedot-yritysten-ja-yhteiskunna/	
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>	



Hyväksyminen

TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

Päivämäärä:

30 March 2026

Allekirjoitus:

Signed by:
Eetu Pilli-Sihvola
79DDA5964133429...

Nimi:

Eetu Pilli-Sihvola

Asema:

Tutkimusteeman vetäjä, tulevaisuuden liikenne



Alkusanat

Tämä on Tavaraliikenteen päästö- ja kulutustiedot yritysten ja yhteiskunnan päätöksenteon tueksi -hankkeen loppuraportti. Hankkeen tavoitteena oli selvittää tavaraliikenteen kuljetusvälineiden energian ja polttoaineen yksikkökulutukset sekä kasvihuonekaasujen yksikköpäästöt Suomen olosuhteissa. Tavoitteena oli laatia ajantasaiset ja dokumentoidut arviot energian- ja polttoaineenkulutuksista sekä päästöistä kestävyysraportoinnin vaatimista keskeisistä päästölajeista yleisimmille tieliikenteen kuljetusvälineille.

Hankkeen rahoitti Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton (TT) -säätiö ja sen toteutti Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. Hanke toteutettiin aikavälillä 10/2024–03/2026.

Kirjoittajien lisäksi hankkeeseen osallistui Emma Mulhern sekä Elina Aittoniemi. Hankkeella oli VTT:n sisäinen ohjausryhmä, joka kokoontui kolme kertaa hankkeen aikana. Ohjausryhmään kuuluivat Eetu Pilli-Sihvola, Fanny Malin ja Markku Mikkola.

Espoo 30.3.2026

Tekijät



Käsitteet

Käsite/lyhenne	Lyhyt kuvaus
Biopolttoaine	Biopolttoaineet ovat nestemäisiä tai kaasumaisia biomassasta tuotettuja polttoaineita. Liikennekäytössä näitä ovat mm. biodiesel ja nesteytetty tai paineistettu biometaan.
CountEmissionsEU	CountEmissionsEU on EU:n uusi asetusehdotus, jonka tarkoituksena on kehittää yhtenäinen tapa laskea ja raportoida kasvihuonekaasupäästöjä kaikissa kuljetusmuodoissa. Sen päämääränä on lisätä päästötietojen läpinäkyvyyttä, vertailtavuutta ja luotettavuutta.
EcoTransIT	EcoTransIT (EcoTransIT World) on laskentatyökalu ja menetelmä, jolla arvioidaan kuljetusten ympäristövaikutuksia, erityisesti kasvihuone-kaasupäästöjä (CO ₂ ekv.). Se mahdollistaa eri kuljetusmuotojen (maantie, rautatie, meri, lentoliikenne) päästöjen laskennan ja vertailun koko kuljetusketjussa. EcoTransIT perustuu standardoituihin päästökertoimiin ja elinkaariperiaatteisiin, ja sitä käytetään laajasti logistiikan päästölaskennassa ja raportoinnissa. Työkalun on kehittänyt Ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung).
ei-CO ₂ -khk-ekv.	Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt, jotka eivät ole hiilidioksidipäästöjä. Tämän raportin kontekstissa tällä tarkoitetaan metaani- (CH ₄), ja typpioksiduulipäästöjä (N ₂ O) GWP-kertoimilla korotettuna vastaamaan hiilidioksidin ilmastovaikutusta.
EU:n yritysten kestävän kehityksen raportointidirektiivi (CSRD)	Tammikuussa 2023 voimaan tullut CSRD-direktiivi velvoittaa EU:ssa suuret yritykset sekä listatut pk-yritykset raportoimaan toimintaansa liittyvistä ympäristö- ja sosiaalisista vaikutuksista. Direktiivin tavoitteena on lisätä sidosryhmien saatavilla olevaa, vertailukelpoista tietoa yritysten kestävän kehityksen suoriutumisesta Euroopan vihreän kehityksen ohjelman tavoitteiden mukaisesti.
GLEC Framework	GLEC Framework (Global Logistics Emissions Council Framework) on kansainvälinen viitekehys logistiikan kasvihuonekaasupäästöjen laskentaan ja raportointiin. GLEC tarjoaa yhtenäiset periaatteet ja menetelmät kuljetusten ja varastoinnin päästöjen (CO ₂ ekv.) laskemiseen eri kuljetusmuodoissa. Tavoitteena on tehdä logistiikan päästölaskennasta vertailukelpoista, läpinäkyvää ja luotettavaa yrityksille ja toimitusketjuille. Kehitystyötä koordinoi Smart Freight Centre.
HBEFA	HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport) on tietokantaohjelmisto, joka tarjoaa päästökertoimet tieliikenteen yleisimmille ajoneuvoluokille (henkilöautot, kevyet ja raskaat hyötyajoneuvot, kaupunkibussit, linja-autot ja moottoripyörät) useissa erilaisissa liikennetilanteissa. HBEFA kattaa sekä säännellyt että keskeiset sääntelemättömät epäpuhtaudet sekä polttoaineen ja energian kulutuksen ja CO ₂ -päästöt. Aineisto on kehitetty kuuden Euroopan maan rahoittajien ja asiantuntijoiden yhteistyönä ja sitä käytetään laajasti tutkimuksissa ja muissa sovelluksissa.
Hiilidioksidiekvivalentti (CO ₂ -ekv.)	Tarkoittaa mittayksikköä, jolla eri kasvihuonekaasujen ilmastovaikutus muutetaan vertailukelpoiseksi hiilidioksidin (CO ₂) kanssa.
ISO 14083:2023-standardi – Kuljetusketjujen kasvihuonekaasupäästöjen määrittäminen ja raportointi	ISO 14083:2023 tarjoaa standardoidun menetelmän khk-päästöjen laskemiseen ja raportointiin kuljetusketjun toiminnoista, kattaen kaikki liikennemuodot ja logistiikkakeskukset.
JRC	Joint Research Centre. Euroopan komission yhteinen tutkimuskeskus.
Kasvihuonekaasupäästökerroin (khk-päästökerroin)	Khk-päästökerroin liittyy toisiinsa kasvihuonekaasuja tuottavan toiminnan ja kasvihuonekaasupäästöt ja sen muoto on päästön määrä suhteutettuna päästöä tuottavaa suuretta kohti (esim. g CO ₂ -ekv./litra polttoainetta).
Kuljetussuorite (tkm)	Kuljetussuorite (tonnikilometri, tkm) kuvaa tavarankuljetustyön suuruutta, joka saadaan kuljetetun tavaramäärän (tonnia) ja kuljetusmatkan pituuden (km).



Lämmityspotentiaali (GWP)	Lämmityspotentiaali (engl. Global Warming Potential, GWP) ilmaisee kasvi-huonekaasun päästön suhteellisen lämmitysvaikutuksen tietyn ajan kuluessa verrattuna hiilidioksidiin.
Lämpöarvo	Lämpöarvo ilmaisee lämpöenergiamäärän, joka vapautuu aineen täydellisessä palamisessa. Lämpöarvolle on erilaisia määritelmiä ja kategorioita, joista osassa huomioidaan polttoaineen kosteus ja vedyn hapettuminen vedeksi polttoaineen palaessa.
NCV (net calorific value)	Tehollinen lämpöarvo (tässä kontekstissa myös alempi lämpöarvo). Käytetään myös lyhenteitä LHV (lower heating value) sekä LCV (lower calorific value). Lämpöarvo silloin kun palaminen tapahtuu vakiopaineessa ja palamistuotteena syntyvä vesihöyry ei tiivisty vedeksi.
PHEM	PHEM on Grazin teknillisen yliopiston (TU Graz) kehittämä ajoneuvojen fyysikkaan perustuva päästömalli, joka simuloi polttoaineenkulutusta ja päästöjä 1 Hz aikatasolla yksittäisille ajoneuvoille ja ajoneuvokannoille. Mallia käytetään HBEFA-päästökertoimien tuottamiseen. Mallilla pyritään tuottamaan realistisia kulutus- ja päästökertoimia ottamalla huomioon todelliset ajo-olosuhteet, kuten tien kaltevuuden ja ajoneuvon kuormituksen. Mallin kehityksessä on hyödynnetty sekä dynamometri- että PEMS-mittaustietoja.
Primääridata	Kuljetustoimintaan liittyvä määrällinen arvo, joka on saatu ja kirjattu suoraan toiminnasta tai suoriin mittauksiin perustuvasta laskennasta.
RED II ja RED III -direktiivit	RED II -direktiivi (Renewable Energy Directive II) on EU:n uusiutuvan energian direktiivi, joka tuli voimaan vuonna 2018, ja joka asettaa sitovat tavoitteet ja säännöt uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi vuoteen 2030 mennessä. RED II ohjeistaa laskemaan liikenteen biopolttoaineiden päästöt elinkaariperusteisesti. Uusiutuvan energian direktiivin viimeisin päivitys eli RED III tuli voimaan 2023. Direktiivissä korotettiin EU:ta koskevaa yleistavoitetta uusiutuvan energian käytölle ja se sisältää aiempaa tarkempaa sääntelyä mm. bioenergiaan, liikenteeseen ja uusiutuvan energian tuotantolaitosten lupamenettelyihin liittyen.
Sekundääridata	Kuljetustoimintaan liittyvä tietoaaineisto, joka ei täytä <i>primääridatan</i> vaatimuksia. Sekundääridataa voi olla monenlaista ja se voi sisältää mallinnettuja tietoja tai oletusarvoja.
Tank-to-wheel (TTW)	Tarkastelutaso ajoneuvon käytön aikaiselle energiankulutukselle ja khk-päästöille.
Well-to-tank (WTT)	Tarkastelutaso polttoaineen tai energian tuotannon, prosessoinnin ja jakelun energiankulutukselle tai khk-päästöille raaka-aineen lähteeltä siihen asti, kun energia on ajoneuvon käytettävissä.
Well-to-wheel (WTW)	Tarkastelutaso, joka yhdistää WTT- ja TTW-vaiheet ja kuvaa energiankulutuksen tai päästöjen summan raaka-aineen alkuperästä ajoneuvon käyttöön. $WTW = TTW + WTT$.
Yksikkökulutuskerroin	Yksikkökulutuskerroin ilmaisee polttoaineen tai muun energianlähteen energiankulutuksen suhteessa tiettyyn suoritteeseen, kuten ajomatkaan tai kuljetussuoritteeseen.
Yksikköpäästökerroin	Yksikköpäästökerroin ilmaisee päästön määrän (esim. CO ₂ e, NO _x , PM) suhteessa tiettyyn suoritteeseen, kuten ajomatkaan tai kuljetussuoritteeseen.



Sisällysluettelo

Alkusanat.....	3
Käsitteet.....	4
1. Johdanto.....	7
1.1 Tausta.....	7
2. Tutkimuksen menetelmät ja toteutus.....	9
2.1 Haastattelut.....	9
2.2 Polttoaineiden päästökertoimet.....	10
2.3 Ajoneuvokohtaiset yksikkökulutuskertoimet.....	10
2.4 Työpaja.....	10
3. Päästölaskennan nykytila.....	11
3.1 Toimintaympäristö.....	11
3.2 Päästöraportoinnin nykytila.....	12
4. Aihealueittainen tarkastelu ja havainnot.....	14
4.1 Polttoaineiden päästökertoimien määrittäminen.....	14
4.1.1 Polttoaineiden käytön aikaiset päästöt (TTW) ja ominaisuudet.....	14
4.1.2 Polttoaineiden tuotannon päästöt (WTT).....	17
4.1.3 Dieselseokset ja niiden bio-osuudet.....	18
4.2 Raskaan liikenteen polttoainekulutustietoja sisältävät tutkimukset.....	19
4.3 HBEFA-tietokanta.....	22
4.4 Yksikkökulutuskertoimien määrittäminen.....	23
4.5 Keskeiset ongelmakohdat.....	28
5. Tulosaineisto.....	30
6. Johtopäätökset.....	32
6.1 Suositukset.....	32
6.2 Jatkotutkimustarpeet.....	33
7. Lähdeviitteet.....	34
8. Liitteet.....	38
8.1 Polttoainekohtaiset päästökertoimet.....	38
8.2 Biopolttoaineiden well-to-tank-päästöjen arvioiminen.....	40
8.3 Tilastokatsaus kuljetuskalustoihin ja -suoritteisiin.....	44
8.4 Tiivis ohjeistus tietokannan käyttöön.....	48



1. Johdanto

1.1 Tausta

Logistiikka ja kuljetukset muodostavat noin 16 % maailman hiilidioksidipäästöistä, ja nykykehityksellä logistiikan päästöjen ennustetaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2050 mennessä (Richie 2020). Haasteina ovat toimitusketjujen koordinaation puute ja päästöjen heikko läpinäkyvyys. Yritykset näkevät päästövähennykset usein lisäkustannuksena, ja vaikuttaminen on vaikeaa hajautuneiden toimijoiden vuoksi. Kasvavat vaatimukset, kuten CountEmissionEU -asetus sekä yritysten kestävyysraportointia koskeva direktiivi (CSRD), edellyttävät kuitenkin yhä kattavampaa ja laajempaa päästöraportointia, joka huomioi koko toimitusketjun Scope 3 -päästöt ja lisäksi kuljetukseen tarvittavan energian tuotantoketjun päästöt.

Tiekuljetusyritysten näkökulmasta kasvihuonekaasupäästöjen (khk-päästöjen) seurannassa ja rajoittamisessa ei ole kyse ainoastaan raportointivaatimusten vaatimasta lisärasitteesta. Khk-päästöt ovat vahvasti sidoksissa kuljetusten energiankulutukseen ja siten kulutetun energian kustannuksiin. Polttoainekustannusten osuus tiekuljetusyritysten kuluista on merkittävä, vaihdellen yleensä kolmanneksen tai neljänneksen välillä koko kustannusrakenteesta; Suomessa tammikuun 2024 tilanteessa polttoainekustannukset olivat noin 24 % tiekuljetusyritysten kulujakaumasta (Solakivi & Ojala, 2024; SKAL 2025b). Siten polttoaineenkulutuksen jatkuva seuranta ja optimointipyrkimykset voivat palvella myös yritysten liiketoimintaa.

Tutkimusten mukaan täsmällinen päästötieto lisää halukkuutta investoida päästöjä vähentäviin toimenpiteisiin (Kalesnik et al. 2022), mutta tiedon tuottaminen koetaan alalla hankalaksi. Keskeisiä kotimaisissa aiemmissa hankkeissa tunnistettuja ongelmaosa-alueita ovatkin juuri luotettavien päästökertoimien puute sekä päästötietojen vaikea saatavuus. (Auvinen ym. 2014, Kallionpää ym. 2024, Liimatainen 2010).

Kesällä 2024 päättyneessä Logistiikkaan liiketoiminta- ja päästövähennyspotentiaalia päästöraportoinnilla (LOLIPOP) -hankkeessa suositeltiin kansallisen ohjeistuksen ja päästötietokannan kehittämistä ISO 14083:2023-standardin mukaiseen päästölaskentaan. Standardin laskentamenetelmästä tulisi laatia selkeä ja yksinkertainen tiivistetty ohjeistus, sillä pelkkä suomenkielinen standardi ei vielä takaa ymmärrettävyyttä. Suositeltiin myös tuottamaan aiheesta videomuotoista koulutusmateriaalia erityisesti pienille toimijoille. Tässä viranomaistahojen rooli todettiin keskeiseksi. Päätehtävänä voisi olla valvoa ja hallita kokonaisuutta sekä tarjota ajantasaista tietoa yrityksille esimerkiksi verkkosivujen kautta. Päästölaskennan ja -raportoinnin osaamisen laajentamiseen ja käytännön jalkauttamiseen tarvitaan myös jatkuvaa tiedottamista ja koulutusta. (Kallionpää ym. 2024)

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom julkaisikin keväällä 2025 uuden tiekuljetuksia koskevan päästölaskentaohjeen (Traficom 2025), joka on suunnattu erityisesti pienille ja keskisuurille kuljetusyrityksille tueksi. Ohje auttaa kuljetusyrityksiä vastaamaan asiakasorganisaatioidensa kasvaviin vaatimuksiin kuljetusten ilmastovaikutusten arvioimisessa ja raportoinnissa. Ohjeistuksessa monet suosituspäästökertoimet perustuvat kansainväliseen GLEC-viitekehykseen (Smart Freight Centre, 2025).

Tämän työn tavoitteena oli selvittää:

- Yksikköpäästötietoja tieliikenteen tavarakuljetuksille valituin parametrein
- Polttoaineiden ominaisuuksien tiedot Suomessa

Yksikköpäästötietojen osalta tavoitteena oli selvittää teillä liikkuvan raskaan tavaraliikenteen kuljetusvälineiden energian ja polttoaineen yksikkökulutukset sekä kasvihuonekaasujen yksikköpäästöt



Suomen olosuhteissa painottaen uusimpia tutkimustuloksia. Polttoaineiden ominaisuuksien osalta tavoitteena oli selvittää keskimääräiset Suomea koskevat polttoainekohtaiset päästökertoimet yleisimmille polttoaineille huomioiden sekä käytön aikaiset päästöt että polttoaineiden tuotannosta aiheutuvat päästöarviot eli tarkastelussa oli koko well-to-wheel-ketju.

Aiemmin Suomessa kuljetusten päästölaskennassa on hyödynnetty laajasti VTT:llä kehitettyä ja ylläpidettyä LIPASTO-yksikköpäästötietokantaa. Tietokanta sisältää eri kuljetusvälineiden käytön aikaisia kulutus- ja päästökertoimia kuljetettua yksikköä kohti (mm. ajoneuvokilometri ja tonnikilometri). Tietokanta kattoi noin 40 000 yksikköpäästölukua tie-, rautatie-, vesi- ja ilmalienteestä sekä työkoneista. Tietokannan ylläpito on päättynyt vuonna 2017, minkä vuoksi sisältö ei ole ajan tasalla ja sen julkaisu on lopetettu. Tietokannalle on kuitenkin ollut runsaasti käyttäjiä ja varsinkin em. raportointivaatimusten lisääntyessä tarvetta ajantasaisille kansallisille yksikköpäästötiedoille on myös jatkossa, koska Suomen erityispiirteet jäävät usein keskiarvoistavissa eurooppalaisissa tietokannoissa vähäiselle huomiolle. TaKuPaaS -hankkeen tulokset eivät korvaa LIPASTO-tietokantaa, mutta tuottavat vastaavia tietoja Suomessa yleisesti käytössä olevien kuorma-autojen ja yhdistelmien energian- ja polttoaineenkulutuksista. Lisäksi tuotettiin yleisimpien tavaraliikenteessä käytettävien polttoaineiden koko elinkaaren (well-to-wheel) kattavat khk-päästökertoimet huomioiden Suomessa myytävien polttoaineiden ominaisuudet.



2. Tutkimuksen menetelmät ja toteutus

Tutkimuksen menetelmiä ovat kirjallisuuskatsaus, teemahaastattelut sekä työpaja. Lisäksi kartoitettiin laajasti erilaisia aineistoja, kuten tilastoja, tietokantoja, päästölaskentaohjeistuksia ja tutkimusten mittaustuloksia sekä standardeja ja säädöksiä. Hanke jakautui seuraaviin kokonaisuuksiin:

Menetelmä (ajankohta)	Vastaajien/ osallistujien lkm	Aihe/tarkoitus (kohderyhmä)
Kirjallisuuskatsaus		Päästölaskennan nykytila Suomessa
Teams-haastattelut (kevät -syksy 2025)	8	Nykytila, haasteet ja tarpeet (kuljetusalan ja päästölaskennan asiantuntijat)
Aineiston kartoitus ja kerrointen määrittäminen (2025 ja 2026 alkuvuosi)		Polttoaineita koskevien päästökerrointietojen tuottaminen Kuljetusajoneuvoja koskevien yksikkökulutuskertoimien tuottaminen.
Työpaja (11.2.2026)	14	Tulosluonnosten validointi ja työn ohjaaminen sekä jatkotutkimusten suuntaaminen (kuljetusalan ja päästölaskennan asiantuntijat)

2.1 Haastattelut

Projektissa tehtiin vuoden 2025 kevään ja alkusyksyn aikana haastatteluja, joiden tavoitteena oli saada kuva suomalaisten kuljetusyritysten tyypillisimmistä päästölaskennan tarpeista ja toteutuksesta tällä hetkellä. Lisäksi pyrittiin saamaan tietoa siitä, mitkä ovat suomalaisten yritysten kuljetusten erityispiirteet, jotka tulisi huomioida päästölaskennassa ja sen ohjeistuksissa.

Haastatteluja oli 8 ja haastateltavat edustivat kuljetusalan eri toimijoita, kuten yrityksiä, järjestöjä ja viranomaisia. Haastattelut olivat puolistrukturoituja teemahaastatteluja ja ne toteutettiin Teams-yhteyden välityksellä.

Haastattelukysymykset käsittelivät kuljetusyritysten päästölaskennan nykytilaa, käytössä olevia menetelmiä ja lähtötietoja sekä päästölaskennan roolia yritysten toiminnassa. Haastatteluissa selvitettiin, miten polttoaineenkulutusta ja kuljetussuoritteita seurataan, millaisia järjestelmiä ja ohjelmistoja hyödynnetään sekä kenelle ja millä aikajänteillä päästötietoa raportoidaan. Lisäksi kartoitettiin päästölaskentaan ja raportointiin liittyviä käytännön haasteita, erityisesti lähtötietojen saatavuuden ja laadun näkökulmasta.

Haastatteluissa tarkasteltiin myös kuljetusyritysten tarpeita laskennalliselle päästötiedolle, kuten yksikköpäästöille, ajoneuvo- ja kuormakohtaisille kertomille sekä muille kuin khk-päästöihin liittyville päästötiedoille. Erityistä huomiota kiinnitettiin suomalaisiin kuljetusolosuhteisiin ja niihin mahdollisiin erityispiirteisiin, joilla on merkitystä päästölaskennassa. Lisäksi keskusteltiin sääntelyn, erityisesti CountEmissionsEU-asetuksen tunnistetuista vaikutuksista kuljetusyrityksiin.

Haastateltavilta kysyttiin myös tuotettavan yksikköpäästötiedon hyödynnettävyydestä, riittävydestä ja jatkokehitystarpeista sekä päästölaskennan ongelmakohdista. Tavoitteena oli tunnistaa, mitä tietoa ja työkaluja tarvitaan, jotta standardinmukainen ja sujuva päästöraportointi olisi mahdollista myös pienille kuljetusyrityksille.



2.2 Polttoaineiden päästökertoimet

Hankkeessa kartoitettiin ja koottiin saatavilla olevat kotimaiset polttoaineiden ominaisuustiedot koko well-to-wheel-tarkastelutason kaikille osille ja täydennettiin puuttuvia tietoja kansainvälisistä lähteistä valituilla tiedoilla. Dieselsekoitteiden komponenttien osuudet valittiin uusimman saatavilla olevan tiedon perusteella. Kotimaisia tuotannon (WTT) päästökertoimia ei ollut saatavilla. Suomessa myytävien biopolttoaineiden raaka-ainetietojen pohjalta arvioitiin kyseisten polttoaineiden WTT-päästökertoimet nojaten RED II -direktiivin laskentasääntöihin ja fossiilisen dieselin osalta kansainvälisiin lähteisiin.

Tavoitteena oli tuoda kattavuutta kotimaisiin päästökerrointietoihin tarjoten kokonaisuutena polttoaineittain koko well-to-wheel-kokonaisuuden osatekijät. Polttoaineiden päästökertoimien määrittästä käsitellään tarkemmin kappaleessa 4.1 ja liitteessä 8.2.

2.3 Ajoneuvokohtaiset yksikkökulutuskertoimet

Työssä laadittiin keskimääräiset yksikkökulutuskertoimet yleisimmille kuorma-autoille ja ajoneuvoyhdistelmille kokonaispainoluokittain. Yhdistämällä yksikkökulutuskertoimet polttoainekohtaisiin päästökertoimiin voidaan kuljetusten päästöt laskea suoraviivaisesti tilanteissa, joissa ajoneuvoa, kuljettavaa rahtia ja kuljetusmatkaa koskevat tiedot ovat saatavilla, mutta todellinen polttoaineenkulutustieto puuttuu.

Kertoimet pohjautuvat pääosin kotimaisiin 2000-luvulla tehtyihin tutkimuksiin, joista on saatavilla ajoneuvokilometrikohdaisia raskaan liikenteen polttoaineenkulutustietoja eri olosuhteissa. Tutkimuksista poimittiin työn kannalta keskeiset keskkulutustiedot ja niitä vastaavat kalustoa ja ajotilannetta koskevat tiedot, joita edelleen hyödynnettiin vertailukohtana yksikkökulutuskertoimien laadinnassa. Kertoimien määrittämisessä hyödynnettiin HBEFA 4.2 -tietokantaohjelmiston Ruotsia koskevia aineistoja. Tutkimukset ovat vuosilta 1999–2023 ja ne esitetään taulukossa 3.

Kulutuskertoimien (kulutus g, MJ ja litraa per km tai tkm) määrittäminen perustui kunkin ajoneuvon tai yhdistelmän painoluokan tyhjänä ajon ja täytenä ajon kulutuksiin, joiden pohjalta voidaan arvioida eri osakuormien kulutukset sekä kulutukset per tonnikilometri eri tyhjänä ajon osuuksilla. Tätä kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.4 ja liitteessä 8.3.

2.4 Työpaja

Hankkeessa järjestettiin 11.2.2026 työpaja. Työpajassa esiteltiin siihen mennessä syntyneitä tuloksia ja keskeisiä havaintoja ja osallistujille esitettiin päästö- ja kulutuskertoimien ongelmakohtiin ja määrittämiseen liittyviä kysymyksiä. Lisäksi keskusteltiin mm. siitä, millä tavoin tulokset olisivat tarkoituksenmukaista esittää, jotta ne olisivat mahdollisimman helposti ja laajasti hyödynnettävissä. Lisäksi kysyttiin, mitkä koettiin tärkeimmiksi seuraavaksi tarkasteltaviksi aiheiksi. Tilaisuuteen osallistui tieliikenteen parissa toimivia yritysten, järjestöjen ja viranomaisten edustajia.



3. Päästölaskennan nykytila

Logistiikan päästölaskennan ja -raportoinnin nykytilaa ja haasteita kartoitettiin aiempien tutkimusten ja aineiston sekä tämän hankkeen haastatteluiden ja työpajan pohjalta. Lisäksi kartoitettiin niihin vaikuttavaa toimintaympäristö, sisältäen lainsäädäntöä, standardeja ja viitekehyksiä.

3.1 Toimintaympäristö

Nykyisellään useat lait ja standardit ohjaavat kuljetusyritysten päästölaskentaa ja -raportointia. Näistä keskeisimpiä ovat CountEmissionsEU, EN ISO 14083:2023-standardi ja Global Logistics Emissions Council (GLEC) Framework.

CountEmissionsEU on EU:n uusi asetusehdotus, joka pyrkii luomaan yhtenäisen menetelmän khk-päästöjen laskentaan ja raportointiin kaikissa kuljetusmuodoissa. Sen tavoitteena on parantaa läpinäkyvyyttä, vertailtavuutta ja luotettavuutta päästötiedoissa. (Euroopan Komissio 2025)

Esityksestä on päästy sopuun ja neuvottelut siltä osin ovat päättyneet. Asetus koskee kaikkia henkilö- ja tavaraliikenteen palveluntarjoajia sekä datavälittäjiä, kun nämä raportoivat eriteltyjä päästötietoja kolmansille osapuolille kaupallisiin tai sääntelytarkoituksiin. Keskeisiä keskustelua herättäneitä kysymyksiä ovat olleet primääridatan käyttö, ISO-standardin saatavuus, elinkaaripäästöjen laskentamahdollisuus, laskentatyökalu erityisesti pk-yrityksille ja soveltamisaikataulu. (Euroopan Komissio 2025; Laitinen 2025)

CountEmissionsEU -asetuksen laskentatapa perustuu EN ISO 14083:2023-standardiin. Päästöjen määrittelyssä tulisi etusijalle asettaa ensisijainen tieto eli suoriin mittauksiin perustuvat arvot. Myös toissijaisia tietoja voidaan käyttää tarvittaessa. Päästöjen laskennassa saa hyödyntää kolmansien osapuolten kehittämiä laskentatyökaluja, jos ne ovat läpäisseet vaaditun sertifiointin. (Euroopan Komissio 2025; Laitinen 2025)

Kun poliittinen sopu on saavutettu, parlamentti ja neuvosto hyväksyvät asetuksen muodollisesti. Se tulee voimaan 20 päivää julkaisemisen jälkeen. Tämän jälkeen komissio ryhtyy EEA:n kanssa valmistelemaan tietokantoja ja pk-yrityksille suunnattua maksutonta laskentatyökalua. Komissio antaa myös erilliset säädökset, joilla tarkennetaan teknisiä vaatimuksia sekä sertifiointi- ja todentamiskäytäntöjä. Asetusta aletaan soveltaa neljän vuoden kuluttua sen voimaantulosta. (Euroopan Komissio 2025)

ISO 14083:2023 – Kasvihuonekaasut. Kuljetusketjujen kasvihuonekaasupäästöjen määrittäminen ja raportointi on kansainvälinen standardi, joka määrittelee kuljetusten ja logistiikkaketjujen khk-päästöjen (CO₂-ekv.) laskennan ja raportoinnin periaatteet sekä vaatimukset. Standardi toimii keskeisenä, yhtenäisenä laskentamenetelmänä CountEmissionsEU-lainsäädännön mukaisessa liikenteen ja logistiikan päästölaskennassa. Standardi ohjeistaa, miten kuljetusketjujen päästöt lasketaan ja raportoidaan well-to-wheel-tarkastelutasolla mahdollistaen vertailukelpoiset ja läpinäkyvät tulokset. ISO 14083:2023 tarjoaa yhteisen teknisen lähtökohdan pyrkimyksille yhdenmukaistaa päästölaskentaa koko EU:n alueella.

Standardin käyttöönottoaminen alalla on meneillään, mutta sen soveltaminen sellaisenaan on todettu osittain hankalaksi. Standardin teksti koetaan raskaaksi ja sen joihinkin yksityiskohtiin liittyy tulkinta-epäselvyyksiä. Näitä havaintoja on noussut esiin sekä tämän hankkeen haastattelujen ja työpajan yhteydessä että aiemmissa hankkeissa (Kallionpää ym. 2024). Keskeisenä haasteena työpajassa nostettiin voiman ulosottoon (esim. puutavara-autot) liittyvän kulutuksen sisällyttäminen kuljetuksen päästöihin; tämä koettiin käytännössä vaikeasti toteutettavaksi ja standardin ohje osin ristiriitaiseksi kansallisen ohjeistuksen kanssa.



Standardin laskentaa on kuvattu laajemmin mm. Traficomin päästölaskentaohjeessa (Ojala ym. 2025), GLEC-viitekehysessä (Smart Freight Centre 2025) sekä IBA 3 -hankkeessa (Mikkola ym. 2025). Tässä työssä tarkasteltiin standardin polttoainekohtaisia päästökertoimia sekä sitä, miten koko well-to-wheel-ketju tulee standardin mukaan huomioida.

Liikenne- ja viestintävirasto **Traficom** julkaisi keväällä 2025 uuden tiekuljetuksia koskevan **päästölaskentaohjeen**, joka on suunnattu erityisesti pienille ja keskisuurille kuljetusyrityksille tueksi. Ohje auttaa kuljetusyrityksiä vastaamaan asiakasorganisaatioidensa kasvaviin vaatimuksiin kuljetusten ilmastovaikutusten arvioimisessa ja raportoinnissa. Ohjeistuksessa monet suosituspäästökertoimet perustuivat kansainväliseen GLEC-viitekehyseseen (SFC 2025). Ohje sisältää sekä polttoainekohtaisia päästökertoimia että ajoneuvokohtaisia päästökertoimia sekundääriseen dataan pohjautuvaa päästölaskentaa varten.

GLEC-viitekehys (Global Logistics Emissions Council Framework) on Smart Freight Centren kehittämä kansainvälinen viitekehys kuljetus- ja logistiikkaketjujen khk-päästöjen laskentaan ja raportointiin. Sen tarkoituksena on yhdenmukaistaa eri kuljetusmuotojen ja logistiikkakeskittymien päästölaskenta siten, että tulokset ovat vertailukelpoisia toimijoiden, maiden ja kuljetusketjujen välillä. Laskenta kattaa kuljetusketjut well-to-wheel-näkökulmasta. GLEC-viitekehys on laajasti käytössä kansainvälisessä logistiikkasektorissa ja se on saamassa de facto -aseman alalla. Keskeistä asemaa vahvistaa se, että GLEC toimii käytännön soveltamisohjeena standardille. (SFC 2025)

GLEC-viitekehystä päivitetään säännöllisesti ja päivityksissä tarkennetaan muun muassa päästökertoimia, polttoainekohtaisia oletuksia ja metodologisia yksityiskohtia. GLEC-viitekehysten päästökertoimet perustuvat kansainvälisiin tietolähteisiin ja elinkaaritietokantoihin, kuten EcoTransIT -ohjelmiston taustatietoihin (Anthes ym. 2025) ja ecoinvent -tietokantaan (ecoinvent 2026), sekä muihin laajasti käytettyihin tutkimus- ja viranomaislähteisiin.

GLEC-viitekehysten rajoitteena on, että se ei lähtökohtaisesti huomioi kansallisia erityispiirteitä, kuten biopolttoaineiden tarkempaa osuutta tieliikenteessä tai tieliikenteelle myytyjen biopolttoaineiden raaka-ainekokonaisuutta. Raaka-aineilla ja niiden osuuksilla lopullisten biopolttoaineiden energiasisällöstä voi olla merkittävä vaikutus erityisesti WTT-päästöihin. Ilman kansallisten tai jakelijoilta saatavien päästökertoimien käyttöä GLEC-pohjainen laskenta voi siten yliarvioida biopolttoaineiden ja biokomponentteja sisältävien seoksien päästöjä Suomessa.

Meneillään olevassa **CLEVER**-nimisessä EU-hankkeessa pyritään kehittämään standardoituja, tarkkoja ja tulevaisuuden tarpeisiin soveltuvia päästökertoimia sekä menetelmiä liikenne- ja logistiikkalalle. Hanke pyrkii kehittämään kattavan ja yhdenmukaisen khk-päästöjen laskentakehysten kaikille liikennemuodoille. Tavoitteena on edistää raportoinnin yhtenäisyyttä, päätöksenteon pohjautumista luotettavaan tietoon ja kestävien toimintatapojen käyttöönottoa. CLEVER-hanke päättyy kesällä 2027 ja vielä ei tiedetä tarkkaan, mitä päästökerrointietoja hankkeen tuloksena syntyy ja miten ne huomioivat Suomen olosuhteet. CLEVER-hankkeen tuloksia tullaan hyödyntämään GLEC-viitekehysten päivitystyössä. (CLEVER consortium 2026) CLEVER-hankkeen tietoon on tuotu TaKu-PaaS-hankkeen tuloksia, millä pyrittiin edistämään maantieteellisten eroavaisuuksien huomiointia eurooppalaisissa tietokannoissa.

3.2 Päästöraportoinnin nykytila

Yrityksillä on erilaiset lähtökohdat ja tarpeet päästöjen raportointiin. **Päästölaskentaa tehdään asiakkaiden tai heidän asiakkaiden tarpeesta.** Kansainvälisessä kaupassa mukana olevilla kuljetusyrityksillä päästöt on raportoitu jo pidempään. Päästöraportointi nähdään myös kilpailukykytekijänä ja sen nähdään vaikuttavan myös positiivisesti imagoon vastuullisena toimijana. Yrityksen koko ja toimiala voivat vaikuttaa siihen kuinka sujuvaa päästöraportointi on käytännössä. Esimerkiksi pienellä yrityksellä ei välttämättä ole resursseja ja osaamista raportointiin, ja pienten yritysten valmiudet



raportointiin vaihtelevat. Yrityksen kokoa merkittävämpi tekijä voi olla toimialla, jolla kuljetusyritys toimii. Täydellä kuormalla kuljetuksia paikasta A paikkaan B on huomattavasti yksinkertaisempaa raportoida, kuin jakelukierroksia, jolloin päästöjen allokointi kuormakohtaisesti voi olla monimutkaista. Lisäksi yritykset, jotka hyödyntävät alihankkijoita, saattavat joutua raportoimaan päästöjä puutteellisin tiedoin, esimerkiksi ajettujen kilometritietojen pohjalta. Paluureitti ei aina näy rahtikirjassa, ja vakiintuneilla reiteillä ei välttämättä edes käytetä rahtikirjaa.

Kuljetusyritysten **päästölaskenta perustuu yleensä kulutettuun polttoaineeseen**. Tällöin käyttövoimakohtaiset päästökertoimet ovat laskennan edellytys. Sekundääristä laskentaa tehdään tilanteissa, joissa tiedetään vain ajatut kilometrit (alihankkijat) tai jakelukierroksilla, joilla kuorma kevenee reitillä. Puutteet polttoainetiedoissa tai kuljetustiedoissa ovatkin keskeinen haaste päästölaskennassa. Kuljetustiedon puutteet voivat liittyä esimerkiksi paluureitin tiedon puutteeseen rahtikirjassa, kuorman todellisen painon tietoon (tiedetään vain rahdituspaino) ja eroihin asiakkaan datan ja todellisen kuljetussuorituksen välillä. Polttoaineiden osalta käytetyn polttoaineen ominaisuustiedoissa ja kertoimissa on usein puutteita. WTW-lukuja voidaan saada suoraan polttoaineiden toimittajilta, mutta ei TTW-lukuja. Päästökertoimet myös vaihtelevat vuosittain sähkön ja polttoaineiden osalta, koska uusiutuvien polttoaineiden prosenttiosuus vaihtelee. Lisäksi on arvioitu, että Suomessa käytettävät biopolttoaineiden raaka-aineet ovat päästöjen näkökulmasta parempia, kuin esim. GLEC:in kertomien taustalla olevien oletusraaka-aineiden. Keskeisiä laskennan ongelmakohtia ovat myös kuljetuseräkohtaiset laskennat, jakelukierrokset ja kuorman allokointi, sekä tyhjänä ajo. Lisäksi terminaalitoiminnoissa aiheutuneiden päästöjen laskenta nähdään vaikeaksi.

Projektin haastatteluissa ja työpajassa on noussut esiin **tarve tarkemmille polttoainekohtaisille (WTW, well-to-wheel) päästökertoimille**, jotka huomioivat kansallisten polttoaineiden koostumus- ja muut ominaisuustiedot. Alalla toivotaan, että olisi yksi selkeä tietolähde, jossa olisi eriteltynä käytön aikainen ja tuotannon päästö. Hyvänä esimerkkinä on Alankomaiden viranomaisen rahoittama STREAM-niminen tietokanta, joka sisältää WTT, TTW ja WTW-päästökertoimia vuosille 2020, 2021, 2022 ja 2030 eri polttoaineille (CE Delft 2026).

Hankkeessa tehtiinkin tietopyyntö Energiavirastolle tarkemmista biopolttoainetiedoista ja lähdettiin selvittämään, miten tiedoista voisi arvioida polttoaineiden tuotannon päästökertoimia. Laskentaa kuvataan paremmin liitteessä 8.2. Suomessa myytävien biopolttoainetietojen hyödyntämistä rajaa niiden määrä- ja raaka-ainetietoihin sekä tuotantoprosesseihin liittyvien tietojen luottamuksellisuus.

Bio-osuuksiin ja erillisjakeluun liittyvä tiedon puute on myös tunnistettu keskeiseksi ongelmaksi päästölaskennassa. Tilastokeskuksen (2026a) julkaisemat toteutuneet bio-osuudet perustuvat arvioihin, joita voidaan tarkentaa vasta usean vuoden viiveellä, eikä julkisissa tilastoissa ole eroteltavissa sekoitteiden bio-osuuksia ilman erillisjaeltujen biopolttoaineiden määriä. Erillisjakelun huomioimattomuus voi johtaa tilanteeseen, jossa keskimääräiseen dieselin kokonaiskoostumukseen perustuvat päästökertoimet aliarvioivat niiden toimijoiden todellisia päästöjä, jotka eivät osta erillisjaeltuja biopolttoaineita.

IBA 3 -hankkeessa arvioitiin päästölaskentaa ohjaavia säädöksiä (CSRD, CountEmissionsEU, ISO 14083:2023) ja niiden vaikutuksia kuljetusyrityksiin. Lisäksi tarkasteltiin sähköisten rahtikirjojen käyttöä multimodaalisissa kuljetuksissa ja niiden hyödyntämistä päästölaskennassa ja -raportoinnissa, painottuen maantiekuljetuksiin. Hankkeessa kehitettiin myös eFTI-asetukseen perustuva rahtikirjojen tiedonsiirtokonsepti sekä ISO 14083:2023-standardiin pohjautuva päästölaskennan toimintamalli ja ohjeistus erityisesti maantiekuljetuksille. Hankkeen tuloksena nousi esiin tarvetta alan toimijoiden parempaan ohjeistukseen vastuullisuuteen liittyvissä asioissa sekä tukea päästölaskentastandardien käytännön soveltamista alalla. (Mikkola ym. 2025).

LOLIPOP-hankkeessa (Kallionpää ym. 2024) havaittiin, että kiinnostus päästöraportointia kohtaan on kasvanut, vaikka se edelleen jakaa toimijoita. Etenkin pienet yritykset kokivat vähäistä tarvetta päästöraportointiin ja eivät siten nähneet tarvetta siihen panostamiseen. Yritykset ovat käyttäneet mm. erilaisia nettipohjaisia laskureita sekä omia raportointijärjestelmiä.



LOLIPOP-hanke tunnisti haasteiksi vaihtelevat raportointimenetelmät ja päästötiedon jalostamisen. Esimerkiksi datan ja tiedon vertailtavuus sekä osaamisen ja resurssien puute koettiin merkittäviksi haasteiksi. ISO-standardin tukimateriaalin lisäksi hankkeessa tunnistettiin tarve selvittää kansallisen laskentatyökalun tarve ja sen konkreettiset hyödyt ja lisäksi ehdotettiin kansallisen yksikköpäästö-tietokannan kehittämistä mahdollisesti tulevan EU:n yhteisen tietokannan rinnalle, jotta voidaan ottaa riittävällä tasolla huomioon Suomen erityispiirteet, kuten Suomessa myytävät biopolttoaineet ja suuret ajoneuvoyhdistelmät.

4. Aihealueittainen tarkastelu ja havainnot

4.1 Polttoaineiden päästökertoimien määrittäminen

Polttoaineiden päästökertoimien määrittämisessä tavoitteena oli tuottaa uusimpaan tutkimustietoon, ja tilastoihin perustuvat tiekuljetusten yleisimpiä Suomessa myytäviä polttoaineita koskevat päästökertoimet. Tarkastelussa olivat seuraavat polttoaineet:

- **Diesel B0** eli sataprosenttinen fossiilinen dieselöljy ilman biokomponenttia.
- **Diesel B7**. EN 590 -standardin mukainen dieselsekoite, jossa saa olla enintään 7 tilavuusprosenttia FAME-polttoainetta. B7-sekoite voi sisältää myös HVO:ta.
- **Biodiesel (FAME, B100)**. Rasvahapon metyyliestereistä (Fatty Acid Methyl Ester) koostuva sataprosenttinen biodiesel. FAME:a myydään Suomessa dieselsekoitteissa.
- **Biodiesel (HVO100)**. Vetykäsitellyistä kasviöljyistä koostuva biodiesel. HVO:ta myydään Suomessa sekä dieselsekoitteissa, että erillisjaeltuna sataprosenttisena HVO:na. HVO:sta käytetään myös nimitystä uusiutuva diesel ja vihreä diesel. Tässä raportissa HVO luokitellaan biodieseliksi; tätä luokittelunimitystä käyttää myös Energiavirasto (2025).
- **Paineistettu biometaani (CBG)**.
- **Nesteytetty biometaani (LBG)**.
- **Etanolidiesel** eli ED95-polttoaineen pääkomponentti.

Lisäksi **sähkön** osalta selvitettiin uusin kotimainen tieto tuotannon päästökertoimelle.

4.1.1 Polttoaineiden käytönaikaiset päästöt (TTW) ja ominaisuudet

Käytönaikaisia (TTW) kertoimia koottiin eri lähteistä priorisoiden kotimaan tilastotietoja (Tilastokeskus 2026a) ja tämän jälkeen virallisia julkisesti saatavilla olevia lähteitä¹ kuten EEA:n, IEA:n, IPCC:n ja EU-komission raportit. Pyrkimyksenä oli koota ja täydentää muunnoslaskuilla mahdollisimman kattavasti seuraavassa taulukossa 1 esitettävät tiedot.

¹ EEA 2025, IPCC 2021, Prussi ym. 2020a & 2020b, Röck ym. 2020, Söderena ym. 2021



Taulukko 1. Kuvaus hankkeessa selvitettyjen polttoaineiden ominaisuuksien ja käytönaikaisten (TTW) päästökertoimien tietosisällöstä.

Muuttuja	Yksikkö (nimittä- jässä polttoaineen määrä)	Huomiot
Tehollinen lämpöarvo, NCV	MJ/kg	Tarvitaan yksikkömuunnoksiin
Tiheys (yksikkö kg/l nesteille)	kg/l	
Bioperäinen CO2	g/MJ, g/kg, g/litra	Ei sisälly ISO 14083:2023:n mukaiseen las- kentaan, mutta voi kiinnostaa esim. kuljetus- ten tilaajia
Fossiilinen CO2	g/MJ, g/kg, g/litra	Sisältyy laskentaan
CH4 (bio tai foss)	g/MJ, g/kg, g/litra	Ilman GWP-kerrointa
N2O (bio tai foss)	g/MJ, g/kg, g/litra	Ilman GWP-kerrointa
ei-CO2 khk-ekv. (GWP)	g CO2-ekv. /MJ, g CO2-ekv. /kg, g CO2-ekv. /litra	Sekä fossiilinen, että bioperäinen CH4 ja N2O sis. laskentaan GWP-kertoimilla korotettuna.
TTW CO2-ekv. yhteensä	g CO2-ekv. /MJ, g CO2-ekv. /kg, g CO2-ekv. /litra	Fossiilinen CO2-päästö + ei-CO2-ekvivalenttipäästöt

Valinnat CO2-päästöille, tiheyksille ja lämpöarvoille

Biopolttoaineiden käytönaikaisten CO2-päästöjen, lämpöarvon ja tiheyden (nestemäiset polttoai-
neet) osalta luvut olivat pääosin saatavilla julkisesti Tilastokeskuksen polttoaineluokituksesta (Tilas-
tokeskus 2026a). Suomessa myydyssä fossiilisessa dieselissä on EU-keskiarvoa korkeampi parafii-
nisen dieselin osuus, joka myös vaihtelee vuosittain. Fossiilisen dieselin päästö-, tiheys- ja lämpö-
arvoina käytettiin päästöinventariolaskennan taustalla olevia keskiarviolukuja vuosilta 2019–2023
(Tilastokeskus 2024). Metaanin (CH4) ja typpioksiduulin (N2O) osalta tuli käyttää muita lähteitä,
koska tilastoissa näille ei esitetä kertoimia.

Valinnat CH4- ja N2O -päästöille

Käytönaikaiset ei-CO2-khk-päästöt eli metaani- (CH4) ja typpioksiduulipäästöt (N2O) eivät ole suo-
raan riippuvaisia vain polttoaineesta ja sen palamisesta, vaan vaihtelevat mm. ajoneuvo- ja mootto-
rityypin, ajo-olosuhteiden sekä pakokaasun jälkikäsitteilyjärjestelmien mukaan. Työssä tehtiin yleis-
tys, jossa CH4- ja N2O-päästöt sisällytettiin polttoainekohtaisiin khk-päästökertoimiin eikä ajosuorit-
teeseen perustuviin kertoimiin. Ratkaisu perustuu ensisijaisesti käytännöllisyyteen ja laskennan yh-
denmukaisuuteen. Lähestymistapa on ISO 14083:2023-standardin mukainen, sillä standardi edellyt-
tää, että muiden kasvihuonekaasujen (esimerkiksi N2O ja CH4) päästöt operatiivisessa vaiheessa
tulee sisällyttää biopolttoaineiden khk-päästökertoimeen. Näin myös päästökertoimet ovat samat
riippumatta siitä, käyttääkö polttoaineenkulutustietona todellista polttoainekulutusta (primääridata)
vai mallinnettuun dataan (sekundäärinen data) perustuvaa laskettua polttoaineen kulutusta.

Edustavien polttoaineenkulutukseen pohjautuvien CH4- ja N2O -päästökertoimien määrittäminen eri
polttoaineille osoittautunut vaikeaksi, ja saatavilla olevissa kirjallisuuslähteissä esiintyi huomattavaa
vaihtelua. EU:n viranomaisten julkaisemissa raporteissa esiintyvät päästökertoimet ovat yleensä
kontekstisidonnaisia ja osin tämän seurauksena vaihtelevat merkittävästi. Esimerkiksi EEA:n inven-
taariolaskentaohjeen (Guidebook 2023, päivitetty 2025) maksimipäästökerroin N2O-päästöille die-
selikäyttöisille raskaan liikenteen ajoneuvoille Tier 1 -laskentatasolla on 0,23 g/kg polttoainetta (EEA



2025, s.21). Toisaalta EU-komission tutkimuslaitos JRC:n vuonna 2020 julkaistussa raportissa (Prussi ym. 2020b) kuumana-ajon päästökerroin dieselpolttoaineelle on 0,09 g/kWh, joka on muunnettuna noin 1,1 g/kg fossiilista dieselpolttoainetta, mikä viittaisi yli nelinkertaiseen typpioksiduulipäästöön EEA:n kertoimeen verrattuna. Toisaalta em. JRC:n raportissa käytetään metaanipäästöille kertoimena nollaa, mutta EEA:n Suomea koskeva yleistävä kulutus pohjainen kerroin on 0,18 g/kg polttoainetta (EEA 2025, s. 139).

Kertoimien vaihtelua kuvaa hyvin myös etanolin TTW CO₂-ekvivalenttipäästöjen erot eri lähteissä. Päästökerroin on 18 g/MJ vuoden 2006 IPCC:n amerikkalaisia etanolikuorma-autoja koskevien oletusarvojen perusteella. Vastaava arvo uudemmassa EcoTransIT-mallissa oli noin 0,14 g/MJ (Anthes ym. 2025) ja tähän verrattuna vanha IPCC:n luku on yli satakertainen.

Kertoimien suuren vaihtelun lisäksi monissa tietolähteissä viittaukset perustuvat lähdeketjuihin, joissa taustalähteet eivät ole avoimesti saatavilla. Esimerkiksi CH₄- ja N₂O-päästöjen osalta GLEC-viitekehys (v.3.2) nojaa EcoTransIT-malliin (Anthes ym. 2025), joka puolestaan olettaa biopolttoainesten CH₄- ja N₂O-päästöt samoiksi kuin fossiilisilla polttoaineilla. Tämä oletus perustuu edelleen tavanomaisen dieselin päästötietoihin ecoinvent-tietokannassa (2026), joka on maksullinen eikä siten kaikilta osin avoimesti tarkasteltavissa. Tällainen viittausketju vaikeuttaa päästökertoimien läpinäkyvää arviointia.

Laajasti hyväksyttyjä ja kattavia lähteitä polttoainekohtaisille ja kulutus pohjaisille CH₄- ja N₂O-päästökertoimille ei ollut saatavilla yksittäisiä tutkimusraportteja lukuun ottamatta. Työssä päädyttiin käyttämään EEA:n Tier 1 -tason päästökertoimia kaikille dieselpolttoaineille. Kyseessä on virallinen ja julkisesti saatavilla oleva lähde, mikä tukee valinnan läpinäkyvyyttä ja perusteltavuutta. N₂O-päästöihin liittyy eri lähteissä suurta vaihtelua, minkä vuoksi käytettiin esitettyä enimmäisarvoa (0,23 g/kg polttoainetta) keskiarvon sijaan.

Kaasukäyttöisille kuorma-autoille EEA:n Guidebook ei tarjoa vastaavia kertoimia. Paineistetulle ja nesteytetulle biometaanille sekä etanolille käytettiin IEA:n julkaisussa esiintyviä Suomessa tehtyjen alustadynamometrimittausten CNG:tä, LNG:tä ja ED95:tä koskevia keskiarvoja. Mittaukset tehtiin 30-tonniselle kuorma-autolle Heavy Duty Vehicle Performance Evaluation -projektissa (Söderena ym. 2021). Mittaukset sisältävät mahdolliset metaanivuodot (methane slip), jotka tulevat näin huomioiduksi standardin vaatimusten mukaisesti.

Yhteenveto TTW-tietojen lähteistä

Päästökertoimet eri yksiköille laskettiin muunnoslaskuilla tiheyden tai energiasisällön perusteella. Seoksia koskevat käytönaikaiset päästöt laskettiin muunnoslaskuilla käyttämällä oletettuja biosuuksia. Metaanin ja typpioksiduulin lämmityspotentiaali (global warming potential) laskettiin IPCC:n (2021) kuudennen arviointiraportin GWP-kertoimien avulla. Lähteet polttoaineiden ominaisuuksille ja TTW-päästöille kuvataan seuraavassa taulukossa 2.



Taulukko 2: Polttoaineiden ominaisuuksien ja käytönaikaisten (TTW) päästökertoimien lähteet.

Polttoainetyyppi	Lämpöarvo, NCV, MJ/kg	Tiheys (yksikkö kg/l nesteille)	Bioperäinen CO ₂ (ei sisälly standardin-mukaiseen raportointiin)			Fossiilinen CO ₂			Metaani (CH ₄)			Typpioksi-duuli (N ₂ O)			TTW CO ₂ -ekv. yhteensä		
			g/MJ	g/kg	g/litra	g/MJ	g/kg	g/litra	g/MJ	g/kg	g/litra	g/MJ	g/kg	g/litra	g/MJ	g/kg	g/litra
Dieselin keskiarvo																	
Fossiilinen diesel B0																	
Diesel B7 (7 til-% FAME:a)																	
Biodiesel (FAME, B100)																	
Biodiesel (HVO100)																	
Paineistettu biometaani (CBG)																	
Nesteytetty biometaani (LBG)																	
Etanolidiesel																	

Lähteet							
Tilastokeskuksen polttoaineluokitus 2026	Tilastokeskuksen khk-inventaariotiedot vuodelle 2023 (2024)	EEA Guidebook 2023 (upd. 2025)	IEA: Söderena ym. 2021	Laskennat muiden arvojen perusteella. GWP: IPCC 2021 (AR6)	Arvo = 0	Ei arvoa	

4.1.2 Polttoaineiden tuotannon päästöt (WTT)

Suomessa myytävistä tieliikenteen käyttämiä polttoaineista on virallista julkaistua tietoa mm. Tilastokeskuksella (2026a), mutta tiedot eivät kata polttoaineiden tuotantoa. Well-to-wheel-kokonaisuuden sisältäviä päästökertoimia on saatavilla Eurooppaa koskevista lähteistä¹, mutta ne eivät huomioi Suomessa tieliikenteelle myytävien biopolttoaineiden raaka-aineosuuksia. Myös fossiilisen dieselin osalta kotimaiset tiedot eroavat keskimääräisistä eurooppalaisista luvuista käytönaikaisten päästöjen osalta (Tilastokeskus 2024; Prussi ym. 2020b.)

Polttoaineiden tuotannon päästökertoimet määritettiin biopolttoaineille polttoainekohtaisen raaka-ainekoostumuksen pohjalta. Biopolttoaineiden WTT-päästökertoimet voivat vaihdella merkittävästi etenkin raaka-ainekoostumuksen perusteella. Tietyissä tapauksissa päästökertoimet voivat olla hyvin matalat tai jopa negatiiviset. Työssä laskettiin polttoainekohtaisesti usean vuoden keskiarvot,

¹ SFC 2025; Prussi ym. 2020a, Prussi ym. 2020b, Röck ym. 2020



jotka perustuivat vuositasolla polttoaineen tuotannossa käytettyihin raaka-aineisiin ja niiden osuuk-
siin polttoaineen energiasisällöstä. Laskenta kuvataan tarkemmin liitteessä 8.2.

Fossiilisen dieselöljyn tuotannon (WTT) päästöille ei löydetty kotimaisia lukuja, vaan tämän osalta
nojattiin JRC:n lukuun. (Prussi ym. 2020a, s.110). Tarkastelluista polttoaineista etanolidieselille ei
kyetty määrittämään tuotannon päästökerrointa saatavilla olevien tietojen perusteella.

Sähkön osalta projektin työpajassa nostettiin esiin tarve päästökertoimelle. Erityistä päästökerrointa
liikennesähkölle ei ollut hankkeen aikana saatavilla, mutta päivitettyjä tietoja sähköntuotannon pääs-
töille on. Traficomien päästölaskentaohjeistuksessa (2025, s.77) suositellaan käytettävän Tilastokes-
kuksen julkaisemaa sähköntuotannon elinkaari- ja päästökerrointa. Kyseinen tieto on tämän raportin kir-
joitushetkellä saatavilla vuodelle 2024 ja esitetään muiden tulosten yhteydessä.

4.1.3 Dieselseokset ja niiden bio-osuudet

Tilastokeskuksen polttoaineluokituksesta (2026a) on saatavilla dieselöljyn bio-osuus, mutta kyseiset
luvut ovat kansallisen keskiarvon mukaisesti arvioituja bio-osuusoletuksia eivätkä todellisia osuuk-
sia. Toteutuneen polttoainejakelun bio-osuudet päivittyvät salauksen takia viiveellä virallisiin tilastoi-
hin siten, että vuoden 2024 tilastototeuma on salattu joulukuuhun 2026 asti. Lisäksi toteutunut bio-
osuus vaihtelee jakeluvaihteluun nähdenkin vuosittain, sillä jakelijat voivat lain mukaan hyödyn-
tää mahdollista ylitäyttöä aiemmalta vuodelta, jota seuraavana vuonna bioperäisiä tuotteita on saa-
tettu myydä enemmän muille markkinoille. (Tilastokeskus 2026b)

Dieselsekoitteiden päästökertoimen määrittämisessä tulisi todellisen bio-osuuden lisäksi tietää myös,
kuinka paljon biopolttoaineita on myyty erillisjakeluna, ja erottaa tämä sekoitteita koskevista päästö-
kertoimista. Erillisjakelun määristä tai osuuksista kokonaisjakelusta ei ollut saatavilla tilastotietoa tai
arviota. Myöskään myytyjen sekoitteiden toteutuneista bio-osuuksista ei saatu tietoja hankkeen käyt-
töön. Tiedon vaikeaan saatavuuteen on syynä luottamuksellisuus ja polttoainejakelijoiden pieni
määrä.

Valtakunnallisen dieselin keskimääräisen koostumuksen (myöhemmin raportissa diesel-mix) bio-
osuutena käytettiin tuoreinta saatavilla olevaa toteumaan perustuvaa lukua, joka oli khk-inventaari-
ossa käytetty vuotta 2023 koskeva dieselin bio-osuus eli 18,6% kaiken tieliikenteelle myydyin dieselin
energiasisällöstä. Fossiilisen dieselin tiheys ja lämpöarvo laskettiin dieselin ominaisuuksien vaihte-
lun vuoksi viiden vuoden keskiarvona vuosilta 2019–2023: Tiheytenä käytettiin arvoa 0,808 kg/litra
ja energiasisältönä tehollista (alempaa) lämpöarvoa (NCV) arvoa 42,8 MJ/kg. (Tilastokeskus 2024)

Erillisjakelutietojen ja tarkempien julkisten biopolttoainekohtaisten määrätietojen puuttuessa biodie-
selien (HVO ja FAME) suhteille tehtiin oletus, että valtakunnallisessa diesel-mixissä FAME:n osuus
on 7 tilavuusprosenttia ja HVO:n osuus loput bio-osasta energiasisällön perusteella. FAME:n oletus-
osuus perustuu siihen, että EN590 -standardin mukaisessa B7-dieselissä saa FAME:a olla enintään
7 tilavuusprosenttia.

B7-dieselille oletettiin FAME:n osuudeksi samoin 7 tilavuusprosenttia. B7-dieselsekoitteissa voi olla
todellisuudessa myös HVO:ta ilman rajoitteita, kunhan lopullinen seos täyttää standardin EN 590
vaatimukset. HVO:n osuus oletettiin kuitenkin nolaksi B7-dieselien päästökertoimessa.



4.2 Raskaan liikenteen polttoainekulutustietoja sisältävät tutkimukset

Tutkimukset, joista valittiin vertailukulutuksia yksikkökulutuskertoimien laatimiseen, esitetään seuraavassa taulukossa 3.

Taulukko 3: Yhteenvedo tutkimuksista, joiden polttoaineenkulutuskemia hyödynnettiin hankkeessa.

Tutkimus	Tiivistelmä	Vertailuun valittujen kulutustietojen lkm. ja taustamuuttajat lyhyesti
IEA AMF Annex 57: Heavy-Duty Vehicle Performance Evaluation - Finnish subproject Söderena & Nylund (2021)	Kansainvälinen hanke, jossa VTT:n keskeinen panos oli simulointityö, joka keskittyi HCT-ajoneuvoyhdistelmien arviointiin. Simuloinneissa tarkasteltiin eri kokonaismassoja (GVW) ja akselikokoonpanoja niiden suorituskyvyn ja energiatehokkuuden arvioimiseksi. Suomessa tehtiin myös ajoneuvotestausta ja -mittauksia sekä tien päällä, että laboratorioissa.	14 kulutuslukemaa. 1 ajoneuvoyhdistelmä, jonka paino tyhjänä 37 t ja täytenä 88t. Kuormitusasteina 2%–80%. Kokonaiskuormitukset (ajoneuvo+kuorma) välillä 38t–78t. Ajot pääosin maantiejäoa valtateilla väliä Helsinki-Oulu.
Raskas ajoneuvokalusto: turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka "RASTU" Yhteenvedoraportti 2006-2008 Kytö ym. (2009)	VTT:n koordinoima vuosina 2006–2008 toteutettu tutkimushanke, jonka tavoitteena oli parantaa raskaiden ajoneuvojen energiatehokkuutta, vähentää päästöjä ja lisätä liikenneturvallisuutta. Hankkeessa tutkittiin erityisesti uusien Euro IV, Euro V ja EEV -luokan kuorma-autojen ja linja-autojen todellista suorituskkyä käytännön ajotilanteissa.	90 kulutuslukemaa. 18t, 26t, 42t sekä 60t ajoneuvot. Euro 3–Euro5. Kuormitusasteita 0%, 50% ja 100%. Kokonaiskuormitukset välillä 8t–62t. Liikennetilanteina jakelusykli, maantiesykli ja moottoritieajo.
Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo – HDENIQ - Vuosiraportti 2010 Erkkilä ym. 2010	VTT:n koordinoima tutkimushanke, joka jatkaa HDENIQ- ja RASTU-projektien työtä. Sen tavoitteena oli parantaa raskaiden ajoneuvojen energiatehokkuutta, vähentää päästöjä ja hyödyntää älykkäitä IT-ratkaisuja erityisesti Suomen olosuhteissa. Vuoden 2010 raportti esittelee hankkeen keskeiset tutkimustulokset.	16 kulutuslukemaa, joissa 18 t tai 60t ajoneuvot. 0, 50% ja 100% kuormitukset. Euro 4 & Euro 5. Kokonaiskuormitus välillä 10–41t. Liikennetilanteet: moottoritiesykli, kaupunkijakelu, maantiesykli (freeway cycle).
Effect of vehicle properties and driving environment on fuel consumption and CO2 emissions of timber trucking based on data from fleet management system (2022). Anttila ym. 2022	Tutkimuksessa arvioitiin polttoaineenkulutusta ja CO ₂ -päästöjä 13 tyypillisellä puutavara-autolla todellisissa käyttöolosuhteissa Suomessa. Analyysissa tarkasteltiin vuodenaikojen, kuljetusmatkan, ajoneuvon massan, ajoneuvo- ja tieominaisuuksien sekä sääolosuhteiden vaikutusta ajonaikaiseen polttoaineenkulutukseen.	Keskiarvokulutukset 68t ja 76t puutavarayhdistelmälle. Merkittävä osuus ajokilometreistä maanteilla.
The effect of road characteristics on timber truck driving speed and fuel consumption based on visual interpretation of road database and data from fleet management system (2023). Anttila ym. 2023	Tutkimuksessa selvitettiin, miten teiden ominaisuudet vaikuttavat puutavara-auton ajonopeuteen ja polttoaineenkulutukseen. Tutkimus perustui puutavara-autojen kalustonhallintajärjestelmän (fleet management system) aineistoon ja visuaaliseen tie- ja päällyste-luokitukseen kansallisesta tietokannasta.	Keskiarvokulutukset 68t ja 76t puutavarayhdistelmälle. 75% ajetuista matkoista ylipien tieluokkien päällystetyillä teillä.
HCT- ja normaaliajoneuvojen energiankäyttö, hiilidioksidipäästöt ja tiekuormitus Sauna-aho ym. 2018	Raportissa tarkastellaan HCT-ajoneuvojen ja tavanomaisten kuorma-auto- ja yhdistelmäajoneuvojen energiankäyttöä, hiilidioksidipäästöjä ja tiekuormitusta Suomen olosuhteissa. Tarkastelu perustuu ajomittauksiin ja ajoneuvosimulointiin, ja se kattaa useita ajoneuvotyyppäjä sekä kuormaus- ja reittivaihtoehtoja.	Keskiarvokulutukset 0%, 50% ja 100% kuormitusasteilla 64t ja 68t umpikoriyhdistelmille ja 76t puutavarayhdistelmälle. Luvut ovat simulointituloksia, joiden tarkkuutta tarkistettiin mittauksiin perustuen.
Energy in transport of goods. Nordic Examples. Andersen ym. 1999	Hankkeessa analysoitiin tavaraliikenteen energiankulutusta ja kehitystä Pohjoismaissa keskittyen erityisesti tiekuljetuksiin. Historiallinen tarkastelu (1970–1995) ja ennusteet vuoteen 2020 osoittivat, että tiekuljetusten määrä ja energiankulutus ovat kasvaneet voimakkaasti kaikissa kolmessa maassa, selkeimmin Norjassa ja Suomessa.	5 kulutuslukemaa, 14t ja 24t ka:t ja 40t ja 60t yhdistelmät. Euro 0, 1 ja 2 -luokat. Lähteenä NTM (Swedish Network for transport and the environment), joka on saanut tiedot jäsenyrityksiltään.

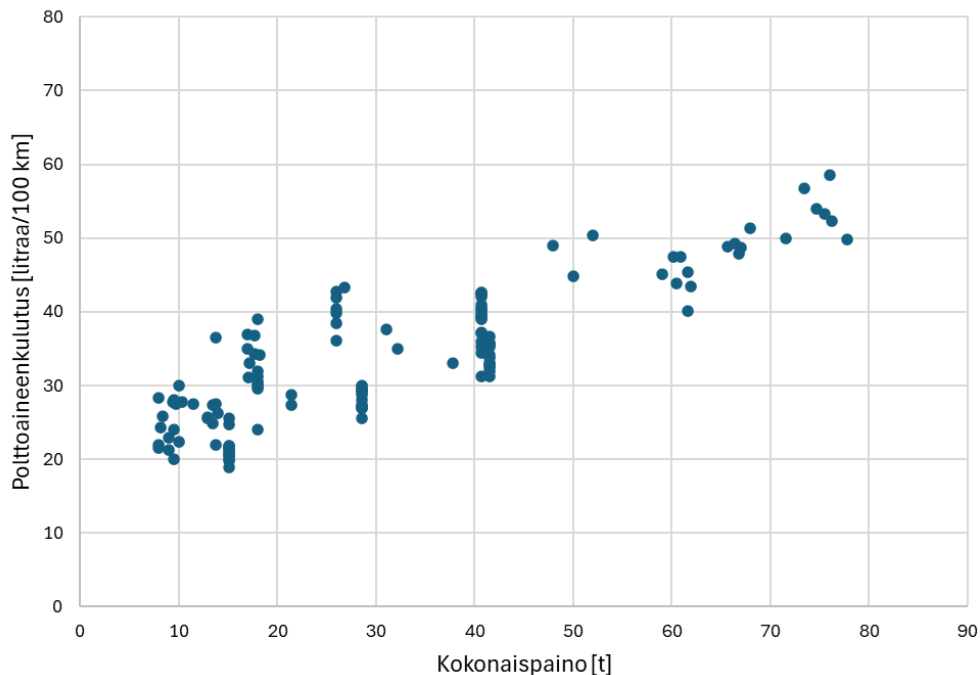


Kaikki vertailuun kootut luvut koskivat dieselkäyttöisiä ajoneuvoja. Raporteista pyrittiin selvittämään erityisesti seuraavat tiedot:

- Ajoneuvon suurin sallittu kokonaispaino [t]
- Kaluston omapaino [t]
- Täyttöaste [%]
- Kuorma [t] ja kuormitus yhteensä (ajoneuvo+ kuorma) [t]
- Euroluokka
- Liikennenympäristö (maantieajo, kaupunkiajo, moottoritieajo jne.)
- Vuodenaika
- Polttoainekulutus [l/100 km]

Kattavimmin tietoa saatiin kerättyä polttoainekulutuksen lisäksi kokonaispainoista, Euroluokasta sekä liikennenympäristöstä. Kaluston omapaino oli tiedossa osassa raporteista, mutta tietoja täydennettiin päättelämällä ajoneuvon mallin perusteella. Liikennetilanne ja sen luokittelu vaihteli raporteissa, mutta pystyttiin yleistämään maantieajoon, katuajoon ja vaihtelevaan ajoon, joka koski erityisesti puutavarakuljetuksia. Katuajodataan sisällytettiin sekä raporteissa esiintyviä aluejakelu- että keskustajakelumittauksia suuremman otoksen kerryttämiseksi.

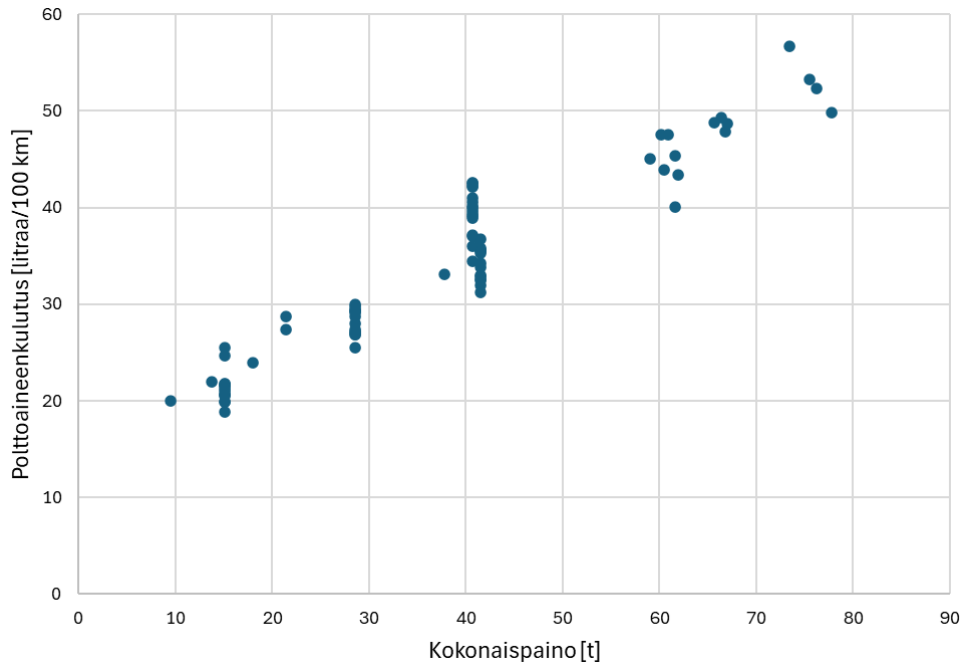
Tutkimuksista poimitut keskikulutukset kokonaispainon mukaan esitetään seuraavassa kuvassa 1:



Kuva 1: Tutkimuksista kootut polttoainekulutukset kokonaispainon mukaan (kuorma + ajoneuvo). N=135.

Kuvassa 1 esiintyvissä luvuissa on mukana useita eri euroluokkia, eri täyttöasteita ja erilaisia ajo-olosuhteita edustavia keskikulutustuloksia.

Alemmassa kuvassa 2 esitetään vastaavia lukuja rajattuna siten, että luvut ovat kotimaisia tuloksia maantiekuljetussykleistä tai kuljetuksista, joissa suurin osa ajosta tapahtui maanteillä.



Kuva 2. Tutkimuksista kootut kotimaista maantieajoa koskevat polttoainekulutukset kokonaispainon mukaan (kuorma + ajoneuvo). N=79.

Kootun aineiston kokonaispainojen ja Euroluokkien tilastollista merkitsevyyttä polttoainekulutukseen tarkasteltiin SPSS:ssä yksimuuttujaisella lineaarisella mallilla. Tarkastelu rajattiin koskemaan vain kotimaan maantieajoa (kuva 2). Polttoainekulutukseen vaikutti enemmän ajoneuvon kokonaispaino ($\eta^2_p = 0,828$)¹ ja Euro-luokalla oli verrattain vähäistä vaikutusta ($\eta^2_p = 0,056$).

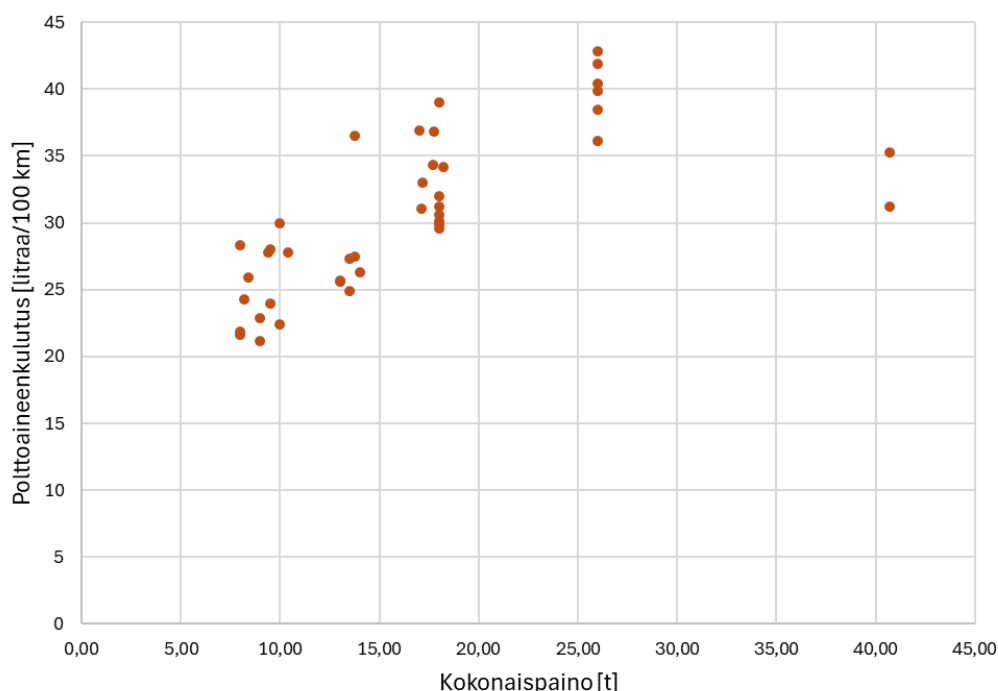
Mallissa euroluokan pysyessä vakiona kulutus kasvaa jokseenkin lineaarisesti ajoneuvon kokonaismassan myötä: noin 0,55 l/100 km yhtä lisätonnia kohden. Mallin R^2 -luku² oli 0,91 ja 95% varmuudella lisätonni toi kulutusta lisää 0,49–0,61 l/100 km.

Tuloksia tarkasteltiin myös lineaarisella regressiomallilla, jossa euroluokka määritettiin jatkuvaksi muuttujaksi. Regressiomallissa euroluokalla ei ollut enää tilastollista merkitsevyyttä ($p = 0,170$) eli aineiston perusteella ei voitu arvioida euroluokan muutoksen johtavan tiettyyn muutokseen kulutuksessa, vaikka euroluokalla muuten vaikutusta olikin.

Katuajon vastaavat luvut esitetään kuvassa 3.

¹ η^2_p (partial eta squared) on efektiin mitta yksimuuttujaisessa lineaarisessa mallissa (GLM Univariate). Se kertoo, kuinka suuri osa selitettävän muuttujan vaihtelusta voidaan liittää tiettyyn tekijään, kun muiden mallin tekijöiden vaikutus on kontrolloitu.

² R^2 -luku on regressiomallin selitysaste. Se kertoo kuinka suuren osuuden (%) selitettävän muuttujan vaihtelusta regressionanalyysin muut (selittävät) muuttujat kykenevät selittämään.



Kuva 3. Tutkimuksista kootut kotimaista katuajoa koskevat polttoainekulutukset kokonaispainon mukaan (kuorma + ajoneuvo). $N=41$.

Katuajossa ajoneuvon kokonaispaino oli edelleen euroluokkaa vaikuttavampi tekijä ($\eta^2p = 0,446$), mutta euroluokan suhteellinen merkitys kasvoi $\eta^2p = 0,193$. R^2 -luku oli kuitenkin vain 0,577 eli kokonaispainon ja euroluokan voitiin katsoa selittävän n. 58%:a polttoaineenkulutuksien vaihtelusta. Mallissa euroluokan ollessa vakio, kulutus kasvoi noin 0,46l/100km lisätonnia kohden. 95% varmuudella lisätonni kasvatti kulutusta 0,29–0,63 litraa/100km.

Katuajon kulutuksissa on huomattavasti suurempi hajonta maantieajoon verrattuna. Tätä voi selittää useat tekijät, joista yhtenä on jo aiemmin sivuttu seikka katuajon luokituksessa. Esimerkiksi runsaasti pysähdyksiä, hidastuksia ja kiihdytyksiä sisältävä kaupunkimainen jakelu ympäristö voi nostaa kulutuksia merkittävästikin verrattuna harvemmassa taajamassa tapahtuvaan tasaisempaan jakeluajoon.

4.3 HBEFA-tietokanta

HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport) on eurooppalainen tieliikenteen päästö- ja energiankulutustietokanta sekä laskentaohjelmisto, jota käytetään laajasti liikennesektorin päästöinventaarioissa, mallinnuksessa ja politiikkatoimien arvioinnissa. HBEFA:n pääkehittäjä on sveitsiläinen INFRAS, ja sen rahoitukseen osallistuvat useiden Euroopan maiden ympäristö- ja liikenneviranomaiset. Järjestelmä sisältää ajoneuvotyyppi-, käyttö- ja nopeusriippuvaliset päästö- ja energiankulutuskertoimet, jotka kattavat henkilöautot, paketti- ja kuorma-autot, linja-autot ja erikoisajoneuvot. Mallissa huomioidaan lukuisia muuttujia, kuten Euro-päästöluokka, ajoneuvon kuormitusaste, topografia sekä ajo-olosuhteet (kaupunki, maantie, moottoritie) ja nopeusrajoitusalueet ja niillä ajettavat ajoneuvoluokkakohdaiset keskinopeudet. (HBEFA 2025)

HBEFA perustuu laajoihin ajoneuvomittauksiin ja fysikaaliseen päästömallinnukseen, jonka ytimessä toimii PHEM-malli (Passenger Car and Heavy Duty Emission Model). PHEM simuloi ajoneuvon pitkäikäisydynamiikkaa, moottorin kuormitusta, polttoaineenkulutusta ja pakokaasujen muodostumista tarkalla aikatasolla.



Viime vuosina HBEFA:n Ruotsia koskevaa tietokantaa päivitettiin laajassa kehityshankkeessa vuosina 2019–2021, jolloin erityisesti raskaan liikenteen päästö- ja kulutuskertoimia tarkennettiin uusien PEMS-mittausten (Portable Emissions Measurement Systems) perusteella. Tien päällä tehdyt mitaukset paransivat mallin tarkkuutta erityisesti huomioitaessa eri kuormituksia, ajoradan mäkisyys ja kaupunkiajoa. (Jerksjö ym. 2022).

HBEFA:n versiota 4.2 hyödynnettiin maantie- ja katuajolle ja tyhjänä ajon ja täytenä ajon yksikkökulutuskertoimien määrittämisessä. Mallin tulosten tasoa kalibroitiin kotimaisten tutkimusten keskilukujen perusteella.

4.4 Yksikkökulutuskertoimien määrittäminen

Ajoneuvojen luokat (myöhemmin raportissa 'painoluokat') määritettiin Tieliikennelaissa (729/2018) esiintyvien suurimpien sallittujen massojen pohjalta. Tieliikennelaissa suurimmat sallitut massat määräytyvät akselien lukumäärän, akselityyppien, jousituksen, yhdistelmätyypin ja kuorman jakautumisen perusteella. Ajoneuvojen enimmäiskokonaispainoja ja -kuormia voivat rajoittaa myös muut kalustokohtaiset tekniset tekijät. Näitä ovat erityisesti ajoneuvon ja/tai perävaunun rekisteriin merkityt suurimmat sallitut massat, valmistajan sallima yhdistelmämassa, akseli- ja telirakenne sekä akselivälit, vetolaitteiden kapasiteetti sekä ajoneuvon hyväksyntä- ja muutosehdot. Tällaisissa tapauksissa sallittu kokonaismassa voi olla alhaisempi kuin tieliikenteessä yleisesti sallittu enimmäismassa.

Yksikkökulutuserointiedot on suunniteltu siten, että em. tapauksissa täytenä ajon kulutuskertoimet voidaan määrittää tieliikennelain painoluokkien lukujen pohjalta osakuormia koskevilla laskukaavoilla. Esimerkiksi enimmäispainoltaan 42-tonnisen yhdistelmän täytenä ajon kulutuskertoimet voidaan arvioida 44-tonnisen yhdistelmän lukujen avulla. Tyhjänä ajon osalta tulee käyttää lähimmän painoluokan kertoimia eli enimmäispainoltaan 42-tonnisen ja 44-tonnisen yhdistelmän tyhjänä ajon kulutukset oletetaan samoiksi. Asiaa on kuvattu tarkemmin ohjeistuksessa (liite 8.4).

Käyttäen Tieliikennelaissa esiintyviä painoluokkia luokitusten perustana vältettiin uusien painoluokkien esittäminen jo valmiiksi monipuoliseen ja laajaan aihepiiriin. Kulutuskertoimille valitut kokonaispainoluokat valittiin saatavilla olevien lähtötietojen perusteella. Ilman erillisiä kertoimia jäivät 42-tonninen kuorma-auto, 50-tonninen auton ja keskiakseliperävaunun yhdistelmä sekä 64-tonninen, 69-tonninen ja 74-tonninen yhdistelmä. Myös näiden painoluokkien kertoimet voidaan arvioida muiden luokkien kertoimien perusteella käyttäen osakuormia koskevia laskukaavoja. Työssä valitut kuorma-auto- ja yhdistelmäluokat esitetään taulukossa 4.



Taulukko 4: Yksikkökulutuskertoimille määritetyt ajoneuvo- ja yhdistelmäluokat (muokattu lähteestä Tieliikennelaki 729/2018).

Kuorma-autot	Suurin sallittu kokonais- massa kulutustietokannassa (tonnia)
2-akselinen kuorma-auto	18
3-akselinen kuorma-auto	28
4-akselinen kuorma-auto	35
Auton ja puoliperävaunun, auton ja varsinaisen perävaunun tai auton ja useamman perävaunun yhdistelmä	
neliakselisena	36
viisiakselisena	44
kuusiakselisena	53
seitsemänakselisena	60
kahdeksanakselisena, jos vähintään 65 prosenttia perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu aksleille, jotka on varustettu paripyörin	68
vähintään 11-akselisena tai vähintään yhdeksänakselisena, jos vähintään 65 prosenttia perävaunun massasta tai perävaunujen massasta yhteensä kohdistuu aksleille, jotka on varustettu paripyörin	76

Työssä tehtiin katsaus kotimaisiin kuljetus- ja kalustotilastoihin, millä pyrittiin varmistamaan, että yksikkökulutuskertoimet kattavat yleisimmät käyttötapaukset. Lisäksi tilastotietoa tarvittiin kunkin painoluokan kaluston keskimääräisten omapainojen arviontiin. Omapainoja tarvittiin osakuormien kulutusten ja tonnikipometrikohtaisten kulutusten määrittämiseen. Tilastokatsaus on liitteenä 8.3.

Ajoneuvokilometrikohtaisten kulutuskertoimien määrittäminen

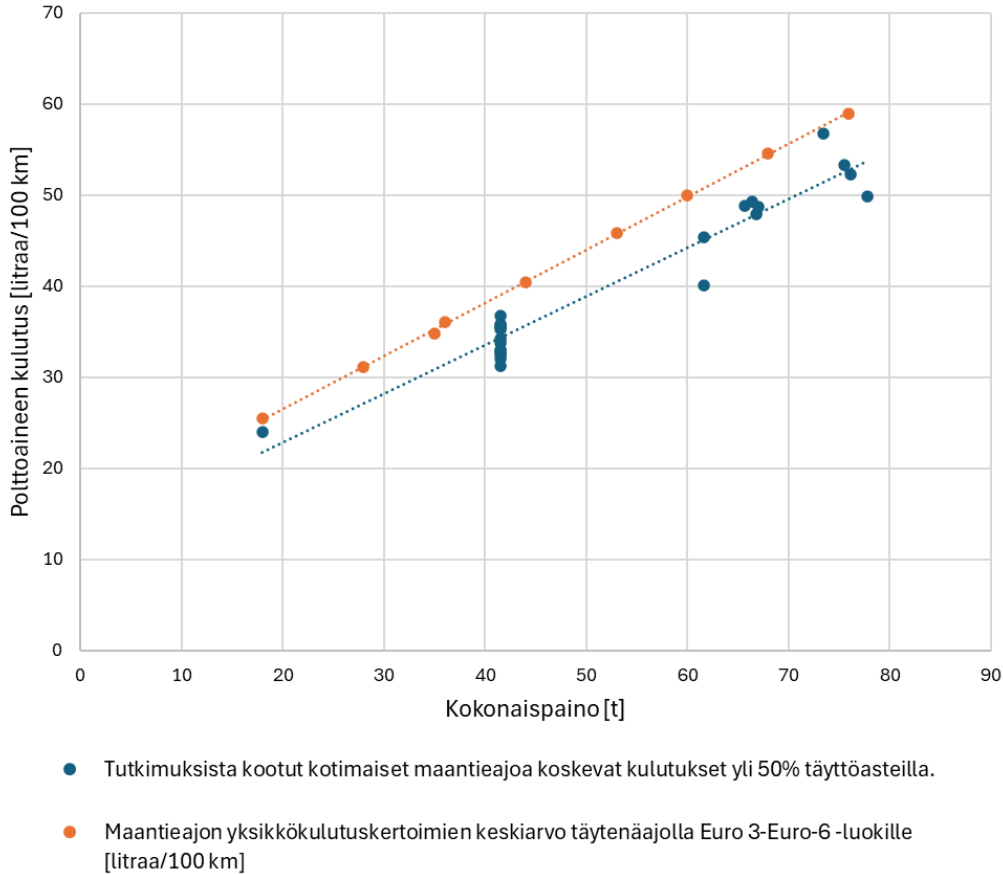
Liikennetilanne jaettiin maantieajoon ja katuajoon mukailen LIPASTO-yksikköpäästötietokantaa. HBEFA:ssa liikennetilannetta koskeville muuttujille otettiin soveltuvin osin lähtökohdaksi LIPASTO:n taustalla käytetyt valinnat. Valinnat koskevat mm. tien keskimääräistä kaltevuutta, liikenneympäristön tyyppiä (kaupunki, maaseutu jne.), liikenteen sujuvuutta ja nopeusrajoitusalueita. Kerrointen laadinta pohjautuu kunkin painoluokan maksimikuormalla tai tyhjänä ajamisen kulutukseen.

Osakuormien kulutuskertoimet on määritetty perustuen oletukseen, että kulutus kasvaa tyhjänä ajon ja täytenä ajon kulutuslukemien välillä suoraan verrannollisesti kuorman kasvuun nähden. Osakuormien kulutukset lasketaan tietokannassa kaavoilla ja massapohjainen kuormitusaste on käyttäjän valittavissa väliltä 0–100 %. Tilastojen pohjalta lukujen yhteyteen on lisätty oletusarvot tilanteisiin, joissa tarkempaa tietoa ei ole. Tyhjänä ajon osuudet ovat samaan tapaan käyttäjän valittavissa (0–99%) ja oletusarvona on 50% tarkemman tilastotiedon puuttuessa. 50% tarkoittaa tietokannassa sitä, että tyhjänä ajettiin täsmälleen sama matka kuin kuormattuna.

Kertoimien määrittämisessä huomioitiin ISO 140830:2023-standardin mukainen yleisperiaate laskennassa käytettävien tietojen konservatiivisuudesta (kohta 4.7, s.20). Määritetyt yksikkökulutustilastot ovat siis hieman tutkimuksissa esitettyjen kulutusten muodostamaa kokonaiskuvaa korkeampia, jotta lukujen käyttäminen johtaisi mahdollisimman harvoin polttoaineenkulutusten tai päästöjen aliarviointiin. Tämä myös kannustaa toimijoita hyödyntämään mitattua polttoainekulutustietoa, jos selailaista on saatavilla.

Luvut pyrkivät kuvaamaan koko vuotta koskevaa tyypillisen maantieajon tai katuajon keskikulutusta. Tutkimuksissa, joiden lukuihin kertoimia verrattiin, on mukana talvitestejä sekä eri vuodenaikoina tehtyjä mittauksia. HBEFA:sta valittiin koko vuoden keskimääräistä lämpötilaa ja sääolosuhdetta ku-

vaavat luvut. HBEFA:n kulutuskertoimia verrattiin kotimaisten tutkimusten kulutuksiin ja niiden perusteella tasoa kalibroitiin. Kuvassa 4 verrataan hankkeessa määritettyjen maantieajoa koskevien täyden auton kulutuskertoimien keskiarvoja tutkimuksista valittuihin maantieajoa koskeviin yli 50% täyttöasteen keskilukuihin.



Kuva 4: Hankkeessa määritettyjen täytenä ajon maantiekulutuskertoimien vertailua tutkimustuloksiin.

Tonnikilometrikohtaisten kulutuskertoimien määrittäminen

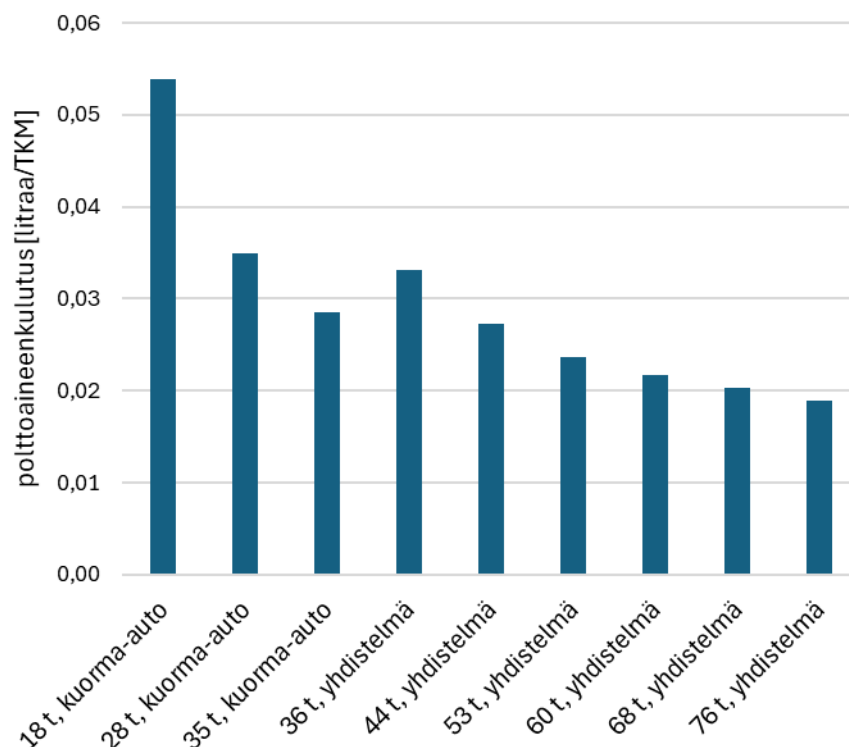
Tonnikilometrikohtaiset kertoimet ovat herkkiä kuorman, omapainon ja tyhjänä ajon kulutuksen muutoksille. Tarkastelluissa tutkimuksissa tyhjänä ajon kulutusdataa ei ollut kattavasti saatavilla ja lisäksi HBEFA-tietokanta ei sisällä oletuspainoja eri painoluokille. Nämä seikat vaikeuttivat kullekin luokalle edustavien tyhjänä ajon kulutusten ja omapainojen määrittämistä.

Tonnikilometrejä koskevat yksikkökulutuskertoimet määritettiin seuraavin reunaehdoin ja oletuksin:

- maksimikuorma (=kantavuus) = enimmäiskokonaispaino - omapaino
- Tyhjänä ajon osuus on käyttäjän valittavissa välillä 0–99%. Oletusvalinta 50% tarkoittaa kertoimissa sitä, että tyhjänä ajetaan täsmälleen sama matka kuin kuormattuna.
- Osakuorma on käyttäjän valittavissa välillä 0–100%. Suositusvalinnat perustuvat kyselytietoihin.
- Ajoneuvojen omapainot eivät ole muutettavissa vaan pyrkivät kuvaamaan valtakunnallisia keskiarvoja yhdistäen tietoja eri lähteistä (liite 8.3).
- Tyhjänä ajon ja täytenä ajon kulutukset ovat kullekin luokalle vakiot ja osakuormakulutukset perustuvat näihin oletuksella lineaarisesta kasvusta tyhjän ja täyden auton kulutusten välillä.



Kuvassa 5 esitetään maantieajoa koskevat Euro 5- ja Euro 6-luokkien keskimääräiset kulutukset tonnikilometriä kohden tilanteessa, jossa täyttöaste on 100% ja tyhjänä ajon osuus 50%.



Kuva 5: Maantieajon keskimääräiset Euro 5- ja Euro 6-luokkien kulutukset painoluokittain tonnikilometriä kohden (täyttöaste 100%, tyhjänä ajon osuus 50%)

Kuvan vertailussa 35 tonnin kuorma-auton ja 36 tonnin yhdistelmän välillä havaittavaa tonnikilometrikokohtaisen kulutuksen kasvua selittää se, että yhdistelmällä on kuorma-autoa selvästi suurempi tyhjänä ajon keskikulutus ja oletusomapaino (taulukko 14) sekä näin ollen myös pienempi maksimikuormakoko massassa mitattuna. Kun kuljetustapahtuman kuorma pienenee, mutta polttoainekulutus kasvaa, madaltuu tonnikilometrikokohtaisena kulutuksena mitattava polttoainetehokkuus. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että em. kuorma-auto olisi polttoainekulutuksen kannalta aina tehokkaampi valinta, sillä määräävinä tekijöinä voivat olla myös esimerkiksi kuljetettavan tavaran mitat ja tilavuus. Polttoainetehokkuus voidaan saada joissain tapauksissa 36 tonnisella yhdistelmällä suuremmaksi, jos mitataan esimerkiksi kulutusta per tietty matka kuljetettuja kuutiometrejä. Tässä hankkeessa ei kuitenkaan laadittu tilavuuteen perustuvia kulutuskertoimia.



Yksikkökulutuskertoimien tietosisältö ja rajaus

Yksikkökulutustietokannan sisältö kuvataan seuraavassa taulukossa 5 ja itse tietokanta on julkaisun liitteenä Excel-tiedostona.

Taulukko 5: Yksikkökulutustietokannan tietosisältö

Ajoneuvot	Kertoimet ja muut luvut	Luvut yksiköissä	Polttoainetiedot yksikkömuunnoksille
2-akselinen kuorma-auto, max 18 tonnia	Kulutuskertoimet täytenä ja tyhjänä ajolle	g/km	Energiankulutus on kulutusten perusyksikkö
3-akselinen kuorma-auto, max 28 t	Kaavaan perustuva kerroin osakuorien kulutuksille, jossa käyttäjä syöttää täyttöasteen (oletuksena 100%)	litraa/100 km	Muunnokset litroihin ja grammoihin tehty keskimääräisen dieselin tiheys ja lämpöarvoilla
4-akselinen kuorma-auto, max 35 t		MJ/km	
Yhdistelmä neliakselisena, max 36 t	Kaavaan perustuva kerroin kulutuksille per tonnikipometri, jossa käyttäjä syöttää lisäksi tyhjänä ajon osuuden (oletuksena 50%)	g/tkm	Lähtöluvut Tilastokeskuksen polttoaineluokituksesta (2026) ja niitä voi käyttäjä muuttaa.
Yhdistelmä viisiakselisena, max 44 t		litraa/tkm	
Yhdistelmä kuusiakselisena, max 53 t	Ajoneuvon/yhdistelmän oletuspaino tyhjänä (vakio)	MJ/tkm	
Yhdistelmä 7-akselisena, max 60 t		Täyttöaste: 0–100%	
Yhdistelmä 8-akselisena, max 68 t	Ajoneuvon/yhdistelmän oletuspaino täytenä (vakio)	Tyhjänä ajon osuus: 0–99%	
Yhdistelmä vähintään 11-akselisena, max 76 t			
	Kuorma: Määritetään täyttöasteen kautta		
	Kuorma = täyttöaste * (max kokonaispaino – omapaino)		

Päästökertoimia ei yhdistetty kulutuskerrointietokantaan ja tiedot eivät siis sisällä esimerkiksi lukuja yksikössä CO₂ ekv./ajoneuvokm. tai CO₂-ekv./tkm. Päästöt voidaan laskea energiankulutuksesta tai polttoaineenkulutuksesta kertomalla kulutus sitä vastaavalla päästökertoimella. Näin tulee samalla tarkistetuksi, käyttääkö oikeaa ja ajantasaista päästökerrointa.

Pakettiautoille, N2-luokan kuorma-autoille (kokonaismassaltaan enintään 12 tonnia) sekä muita kuin dieselkäyttöisiä käyttövoimia edustaville, kuten kaasu-, sähkö-, vety- ja dual fuel -kuljetusajoneuvoille löytyi vain rajallisesti vertailukelpoisia julkaisuja, minkä vuoksi niille ei muodostettu erillisiä yksikkökulutuskertoimia.

Lisäksi 68- ja 76-tonnisten ajoneuvoyhdistelmien energiankulutus arvioitiin extrapoloimalla kevyempien yhdistelmien kertoimien pohjalta tutkimusten kulutustietojen perusteella. Eri tavaralajeille tai korityypeille (esim. säiliöautot, maansiirtoautot, konttikuljetukset) ei laadittu omia yksikkökulutuskertoimia. Sellaisille dieselkäyttöisille kuorma-autoille ja yhdistelmille, jotka jäävät tietokannan ulkopuolelle on laadittu tiivis ohjeistus, jossa kerrotaan miten lukuja voi arvioida.



4.5 Keskeiset ongelmakohdat

Hankkeessa tunnistettuja keskeisimpiä ongelmakohtia tiekuljetusten päästölaskennan kannalta olivat seuraavat:

Polttoainetilastojen luottamuksellisuus

- Biopolttoaineiden erillisjakelun määräistä tai osuuksista kokonaisjakelusta ei ollut saatavilla tilastotietoa tai arvioita. Myöskään myytyjen sekoitteiden toteutuneista bio-osuuksista ei saatu tietoja hankkeen käyttöön.
- Haastetta lisää toteutuneiden bio-osuuksien päivittyminen viiveellä virallisiin tilastoihin.
- Ongelmat ovat merkittäviä dieselsekoitteita koskevien päästökertoimien määrittämisen kannalta.
- Biopolttoaineiden WTT-päästöt on arvioitu RED II -direktiivin oletusarvoihin ja kirjallisuuslähteisiin perustuen. Tarkempiin analyysihin tarvittaisiin raaka-aine-kohtaista tietoa tuotanto- ja jakeluprosesseista.
- Polttoainejakelijoilla on tietoa ja niiden tekemää WTT-päästölaskentaa auditoidaan. Toistaiseksi luottamuksellisuus estää tarkemman tiedon hyödyntämisen kansallisen keskiarvon laskemiseen ja julkaisemiseen.

Julkisten polttoaineiden päästö- ja ominaisuustietojen pirstaleisuus

- Well-to-wheel-kertoimia koskevia kattavia tietolähteitä, joissa on eriteltynä TTW ja WTT ja mukana polttoaineiden tiheys- ja lämpöarvotiedot, on harvassa. GLEC-viitekehys lukeutui tässä suhteessa parhaimpiin julkaisuihin, mutta sen biopolttoainekertoimet perustuvat yleiseurooppalaisiin konservatiivisiin raaka-ainekoostumuksiin, jotka nostavat erityisesti WTT-päästöt verrattain korkeiksi.
- Erityisesti CH₄- ja N₂O-päästöille oli vaikeaa määrittää kattavat päästökertoimet ja luvut vaihtelivat merkittävästi eri lähteiden välillä.
- Monet lähdetiedot johtivat viittausketjuihin ja alkuperäinen lähde ei ollut aina saatavilla.

Maankäytön muutokset WTT-päästökertoimissa

- Maankäytön muutosten (LUC) arvioiminen on erittäin vaikea ja monimutkainen kokonaisuus ja vaatisi yksityiskohtaista tietoa viljeltyjen raaka-aineiden alkuperästä ja maankäytöstä.
- LUC-päästölisät sisältyvät standardinmukaiseen laskentaan, mutta luvut eivät sisälly hankkeen selvittelyn perusteella standardin liitetaulukoihin eivätkä mm. GLEC:in tai EcoTransIT:in lukuihin. Menetelmistä on alalla asiantuntijakonsensuksen puutetta (SFS 2025).

Tietoaukot kalusto- ja kulutustiedoissa

- Suomen liikenteessä olevien kuorma-autojen ja yhdistelmien kokoluokkakohtaisista polttoainekulutuksista ja ominaisuuksista oli vähän tilastotietoa. Kulutusten osalta hyödynnettiin tutkimusraportteja ja edustavia omapainoja tuli arvioida yhdistelemällä tietoja eri lähteistä.
- N1- ja N2-luokan ajoneuvojen sekä muiden käyttövoimien osalta N3-luokan ajoneuvojen keskimääräisistä energiankulutuksista oli hyvin vähän saatavilla ja edustavia kertoimia ei kyetty tässä työssä luotettavasti arvioimaan.



Standardin raskaus ja tulkinta

- ISO-14083:2023 koetaan alalla osittain vaikeaselkoiseksi ja raskaslukaiseksi ja sen ja kotimaisten ohjeistusten välillä on havaittu tulkintaepäselvyyksiä mm. voiman ulosottoon liittyen.

Haastavat käyttötapaukset

- Kuormakohtainen päästöjen allokointi: Laskenta- ja allokointiongelmia aiheuttavat erityisesti jakelukierrokset ja matkan aikana muuttuva kuorma.
- Kuljetustietojen puutteet:
 - Yritykset, jotka hyödyntävät alihankkijoita, saattavat joutua raportoimaan päästöjä puutteellisin tiedoin.
 - Mm. paluureitti tai kuorman todellinen paino ei ole aina pääteltävissä rahtikirjatiedoista ja aina rahtikirjaa ei ole edes saatavilla.
 - Asiakkaan datan ja todellisen kuljetussuorituksen välillä on monesti eroja.
 - Tyhjänä ajon määrää ei aina tiedetä.
- Terminaalipäästöjen laskenta sisältyy standardinmukaiseen laskentaan, mutta on katsottu vaikeasti toteutettavaksi.



5. Tulosaineisto

Hankkeessa määritettiin uusimman saatavilla olevan tiedon pohjalta käytönaikaiset ja tuotannon päästökertoimet yleisimmille tiekuljetuksissa käytettäville polttoaineille sekä yksikkökulutuskertoimet N3-luokan dieselkäyttöisille kuorma-autoille ja yhdistelmille. Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi yritysten päästöraportoinnissa tai erilaisten toimenpiteiden vaikutustenarviointiin päätöksenteon tueksi tai lähtötietoina laajemmille päästötietokannoille ja laskentaohjeistuskokonaisuuksille. Selvityksen tulokset hyödyntävät yrityksiä (erityisesti kuljetusyritykset), konsultteja, kuntia, tutkijoita ja oppilaitoksia.

Polttoaineiden päästökertoimet

Polttoaineiden ominaisuudet ja käytönaikaiset päästökertoimet pohjautuvat Tilastokeskuksen (2024, 2026a) tietoihin, joita on täydennetty EEA:n ja IEA:n julkaisujen luvuilla sekä muunnoslaskuilla (taulukko 2). Tuotannon päästökertoimet määritettiin biopolttoaineille Energiavirastolta saatujen raaka-ainetietojen perusteella käyttäen RED II-direktiivin oletusarvoja sekä kirjallisuudessa esiintyviä arvioita. Fossiilisen dieselin tuotannon päästöinä käytetään JRC:n lukua (Prussi ym. 2020a). Keskimääräisten dieselseoksien bio-osuuksien ja biodieseliä keskinäisten suhteiden määrittäminen vaikeutti tiedon puute ja oletusvalintoja seoksia koskien kuvattiin kappaleessa 4.1.3.

Lopputulokset ovat liitteessä 8.1.

Well-to-wheel-päästökertoimien suuruutta verrattiin GLEC-viitekehyksen (3.2) arvoihin. Erot esitetään prosentteina seuraavassa taulukossa 6. Negatiivinen arvo tarkoittaa, että TaKuPaaS-hankkeen arvo on pienempi kuin GLEC-viitekehysessä.

Taulukko 6: TaKuPaaS-hankkeen WTW-päästökertoimien erot GLEC-viitekehyksen (versio 3.2.) Eurooppaa koskeviin vastaaviin arvoihin verrattuna.

	g/MJ	g/kg	g/litra
Fossiilinen diesel b0 vs. GLEC diesel	-4 %	-4 %	-7 %
Biodiesel (FAME, B100) vs. GLEC Biodiesel	-29 %	-28 %	-29 %
Biodiesel (HVO100) vs. GLEC HVO/HEFA(SAF)	-25 %	-26 %	-25 %
Paineistettu biometaani (CBG) vs. GLEC Bio-CNG	-54 %	-68 %	
Nesteytetty biometaani (LBG) vs. GLEC Bio-LNG	-78 %	-78 %	

Suuria eroja biopolttoaineiden osalta selittää pitkälti se, että GLEC-viitekehyksen päästökertoimet perustuvat yleiseurooppalaisiin konservatiivisiin raaka-ainekoostumuksiin, jotka nostavat erityisesti WTT-päästöt verrattain korkeiksi.



Kuljetusajoneuvojen polttoainekulutuskertoimet

Hankkeessa laadittiin yksikkökulutustietokanta tiekuljetusajoneuvojen polttoaineenkulutuksen arviointiin tilanteissa, joissa toteutunutta primääridataa ei ole saatavilla. Kulutuskertoimet perustuivat pääasiassa kotimaisiin 2000-luvun tutkimuksiin sekä HBEFA-tietokannan (2025) Ruotsia koskevaan dataan. Kulutuskertoimet määritettiin painoluokittain tyhjänä ja täytenä ajon kulutusten perusteella, mahdollistaen osakuormien sekä tonnikipometrikohtaisten kulutusten arvioinnin eri tyhjänä ajon osuuksilla. Yksikkökulutustietokannassa on kaksi käyttäjän määritettävissä olevaa muuttujaa: täytöaste ja tyhjänä ajon osuus kuljetuksesta. Muilta osin tietokanta on yksinkertainen suomenkielinen Excel -taulukko ja se on julkaistu hankkeen sivustolla liitteenä:

<https://cris.vtt.fi/en/projects/tavaraliikenteen-kulutus-ja-päästötiedot-yritysten-ja-yhteiskunna/>

Tiivis ohjeistus lukujen käyttöön on tietokannan ohjesivulla sekä liitteenä 8.4.



6. Johtopäätökset

Yleisesti päästölaskentaa ja -raportointia edistävinä tekijöinä nähtiin yritysten neuvonta ja ilmainen tieto sekä helpot laskentatyökalut. Suomen olosuhteet huomioivat tiedot koettiin erittäin tarpeellisina. Tämä voi liittyä biopolttoaineiden raaka-aineisiin ja ominaisuuksiin sekä tavallista pidempiin ja ras-kaampiin ajoneuvoihin (High Capacity Transport, HCT), talviolosuhteisiin, kuten loskassa ajamiseen, ja pitkiin etäisyyksiin, mikä poikkeaa esimerkiksi Keski-Euroopan tavallisista matkapituuksista.

6.1 Suositukset

Suomessa tulisi kehittää toimintamalli polttoaineiden well-to-wheel-päästökertoimien säännölliseen päivittämiseen, sillä kuljetusalalle on tulossa raportointivelvollisuuksia, joissa päästölaskennan edel-lytetään perustuvan ensisijaisesti primääridataan. Tämän tueksi kansallisten polttoainejakelutietojen hyödyntämistä on edistettävä. Suomessa myytävien polttoaineiden toteutuneet bio-osuudet päivitty-vät tilastoihin viiveellä, eikä erillisjakelun määristä ole saatavilla riittävän tarkkaa tietoa keskimää-räisten dieselsekoitteiden todellisten päästökertoimien määrittämiseksi.

Päästökertoimille tulisi päivityksessä määrittää ja kerrointen yhteyteen merkitä niiden voimassaolo-aika (ns. parasta ennen pvm.). Polttoaineiden jakelusuhteet vaihtelevat jakeluvelvoitelain ja muiden lainsäädäntömuutosten mukana ja lisäksi etenkin biopolttoaineiden raaka-ainekoostumus vaihtelee vuosittain. Tästä syystä nyt määritetyistä päästökertoimista erityisesti käytönaikaiset sekoitteiden päästökertoimet ja tuotannonaikaiset biopolttoaineita sisältävät päästökertoimet ovat jo muutamassa vuodessa vanhaa tietoa. Hankkeessa ei voitu tässä mielessä määrittää kertoimille tarkkaa takarajaa, mutta asia kuuluisi säännöllisen päivitysprosessin yhteyteen.

Hyvä kansainvälinen vertailukohta on Alankomaissa julkaistava polttoaineiden well-to-wheel-pääs-tökertoimia sisältävä STREAM-tietokanta (CE Delft 2026). Se sisältää koko WTW-tarkastelutasoa koskevia lukuja lähes kaikille yleisimmille polttoaineille, joita myös Suomessa myydään. Hankkeessa havaittiin, että julkisen polttoainetiedon saatavuus vaihtelee EU-maissa: esimerkiksi Ruotsissa eril-lisjakelun määrät ovat osin julkisia (Drivkraft Sverige, 2025), vaikka Suomessa tietoja ei ollut saata-villa.

Kotimainen tarkastelu osoitti, että biopolttoaineiden tuotannon päästökertoimet ovat selvästi alhai-sempia kuin GLEC-viitekehyksessä, ja erot olivat suurimmillaan biokaasujen osalta. Jatkossa raaka-aineita ja tuotantoprosesseja koskevan tiedon avoimempaa hyödyntämistä tulisi selvittää, jotta WTT-päästökertoimet voidaan määrittää ja julkaista säännöllisesti. Tekeillä on EU-tasoisia päästökerrointietokantoja ja osana muuta EU-vaikuttamista, tulisi Suomen viestiä ja ylläpitää kes-kustelua maantieteellisten piirteiden huomioinnin tärkeydestä.

Hankkeessa nousi esiin alan haasteet standardin käytössä ja erityisesti siihen liittyvät tulkintaepäsel-vyydet. Valtakunnallisiin ohjeistuksiin tulisi tällaisten ongelmakohtien osalta päivittää tulkintaohjeita ja täydentää niitä helposti ymmärrettävien esimerkkien avulla.

Vaikka päästölaskenta perustuu enenevissä määrin primääridataan, on tilanteita, joissa edelleen tarvitaan ja tullaan tarvitsemaan sekundääristä dataa mm. yksikköpäästö- tai kulutuskertoimien muo-dossa. Tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi kuljetusyritysten alihankkijoiden kuljetusten päästö-jen laskeminen tai päästölaskenta puutteellisilla energiankulutuksia koskevilla lähtötiedoilla. Tämän takia myös ajoneuvokohtaisia kulutuskertoimia tulisi sekä laajentaa jatkossa koskemaan puuttuvia ajoneuvoja ja käyttövoimia että päivittää säännöllisin väliajoin uusimman tutkimustiedon pohjalta.



6.2 Jatkotutkimustarpeet

Hankkeessa tunnistettiin keskeisimmiksi seuraavat jatkotutkimustarpeet:

- Tavaraliikenteen osalta työssä ei laadittu kulutuskertoimia N2- luokan kuorma-autoille eikä pakettiautoille eikä dieselin lisäksi muille käyttövoimille. Tutkimus- ja tilastonäyttö kyseisten ajoneuvojen todellisille polttoaineen keskikulutuksille valtakunnan tasolla on vähäistä. Kulutuskertoimia puuttuville ajoneuvotyypeille ja -luokille tulisi kuitenkin jatkossa määrittää olemassa olevan tiedon pohjalta.
- Polttoaineiden päästökertoimien osalta tarkastelua tulisi laajentaa seuraavaksi vetyyn, bensiinipolttoaineisiin ja etanoliin.
- Sähkön osalta Tilastokeskus julkaisee sähköntuotannon elinkaarta koskevia päästökertoimia. Seuraava tarkkuuden tason nosto olisi se, että selvitetäisiin erikseen liikennesähkön päästökerroin.
- Tavaraliikenteen kulutus- ja päästökertoimia tarvitaan myös rautatie-, vesi- ja ilmakuljetuksille, joille tulisi tehdä vastaavanlaiset selvitykset.
- Terminaalien ja muiden logistiikkakeskittymien (ns. hubien) päästölaskenta sisältyy standardinmukaiseen laskentaan, mutta koetaan alalla vaikeaksi. Tulisi selvittää, miten hubien päästölaskentaa voisi tukea ohjeistuksilla, kertoimilla tai muilla työkaluilla ja tarjota niitä täydennyksinä kotimaisiin ohjeistuksiin.
- Työssä ei tehty päästökertoimia muille kuin khk-päästöille. Osa ilmansaastepäästölajeista on ollut aiemmin osana mm. LIPASTO-tietokantaa ja niitä koskevillekin tiedoille olisi tarpeita ja käyttäjiä, joten myös muiden päästöjen osalta tulisi kotimaisia päästökertoimia määrittää.



7. Lähdeviitteet

- Andersen, Otto & Uusitalo, Outi & Ahlvik, Peter & Hjortsberg, Hans & Groven, Kyrre & Brendehaug, Eivind. 1999. Energy in transport of goods. Nordic examples. Report from phase 1 of the European Commission SAVE-project "Energy saving in transport of goods - a pilot project in rural natural resource based industries". [\(PDF\) Energy in transport of goods. Nordic examples. Report from phase 1 of the European Commission SAVE-project "Energy saving in transport of goods - a pilot project in rural natural resource based industries"](#)
- Anthes, R., Borschel, M., Schmidt, A., Schuller, K., Biemann, K., Spathelf, F., Knörr, W., Heidt, C., Notter, B., Walther, U., Dobers, K. & Jarmer, J-P. 2025. *EcoTransIT World – Environmental Methodology and Data Update 2025, ISO 14083 Version 4.0*. IVE mbH, ifeu Institute, INFRAS AG & Fraunhofer IML. https://www.ecotransit.org/wp-content/uploads/EcoTransIT_World_Methodology_Report_Version_4_ISO14083.pdf
Viitattu 17.2.2026.
- Anttila, P., Ojala, J., Palander, T. & Väättäin, K. 2023. The effect of road characteristics on timber truck driving speed and fuel consumption based on visual interpretation of road database and data from fleet management system. *Silva Fennica*, 56(4), artikkeli 10798, 19 s. <https://doi.org/10.14214/sf.10798>
- Anttila, P., Nummelin, T., Väättäin, K., Laitila, J., Ala-Ilomäki, J. & Kilpeläinen, A. 2022. Effect of vehicle properties and driving environment on fuel consumption and CO₂ emissions of timber trucking based on data from fleet management system. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 15, artikkeli 100671, 15 s. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100671>
- Auvinen, H., Clausen, U., Davydenko, I., Diekmann, D., Ehrler, V. & Lewis, A. 2014. Calculating emissions along supply chains — Towards the global methodological harmonisation. *Research in Transportation Business & Management*, 12 (41-46). <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.06.008>
- CE Delft (2026). STREAM -tietokannan päästökertoimet (WTT, TTW, WTW). Laadittu Alankomaiden infrastruktuuri- ja vesitalousministeriön (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat) toimeksiannosta. Päivitetty helmikuussa 2026. Saatavilla: <https://tools.ce.nl/stream/brandstofkentallen/> (viitattu 23.2.2026).
- CLEVER consortium. 2026. *CLEVER – Creating Legitimate Emission Factors for Verified GHG Emission Reductions in Transport*. EU Horizon Europe -hanke. Saatavissa: <https://emissionfactors.eu/> (viitattu 24.2.2026).
- Drivkraft Sverige (2025). *Medvind för HVO100 – försäljning och antal pumpar ökar kraftigt*. Lehdistöiedote 12.6.2025. Saatavilla: <https://drivkraftsverige.se/nyheter/press-medvind-for-hvo100-forsaljning-och-antal-pumpar-okar-kraftigt/> (viitattu 10.3.2026). [\[drivkraftsverige.se\]](https://drivkraftsverige.se)
- ecoinvent. 2024. Ecoinvent association. *Ecoinvent database*, version 3.10. <https://ecoinvent.org/database/>
Viitattu 17.2.2026.
- EEA. 2025. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 – Update 2025. European Environment Agency. Viitattu 18.2. Saatavissa: <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2023>



Energiavirasto. 2025. Erillistoimituksena saadut biopolttoaineiden raaka-aineita koskevat tiedot vuosilta 2020–2024.

Energiavirasto. 2026. *Jakeluvelvoite*. Saatavilla: <https://energiavirasto.fi/jakeluvelvoite> (Viitattu 24.2.2026).

Erkkilä, K., Laine, P., Ahtiainen, M., Nylund, N.-O., Silvonen, P., Murtonen, T., Lappi, M., Juhala, M., Laamanen, M., Kankare, J., Naskali, T., Noponen, K., Partala, J., Liimatainen, H. & Wahlsten, R. 2011. *Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo – HDENIQ. Vuosiraportti 2010*. VTT Tutkimusraportti VTT-R-04847-11. VTT, Espoo.
Saatavilla: <https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2011/VTT-R-04847-11.pdf>

Euroopan komissio. 2025. Commission welcomes political agreement on new rules to harmonise transport emissions calculations in the EU. Uutinen, 6.11.2025. Euroopan komissio, Liikenne ja liikkuvuus (DG MOVE). Viitattu 16.2.2026. Saatavilla: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/commission-welcomes-political-agreement-new-rules-harmonise-transport-emissions-calculations-eu-2025-11-06_en

HBEFA. 2025. The Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA). Versio 4.2. INFRAS. Sveitsi. Saatavilla: <https://www.hbefa.net/>

ifeu, infras & Fraunhofer IML. 2022: ifeu, infras, Fraunhofer IML. EcoTransIT World- Environmental Methodology and Data. 2022

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp.
doi:10.1017/9781009157896. Saatavissa: ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf

ISCC. 2025. *ISCC EU 205: Greenhouse Gas Emissions*. ISCC System GmbH. Versio 4.2.
Saatavissa: https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2025/04/ISCC_EU_205_Greenhouse_Gas_Emissions_v4.2.pdf (viitattu 24.2.2026).

ISO 14083:2023. Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations. International Organization for Standardization, Geneva.

Jerksjö, M., Hult, C., Wisell, T., Berdica, K., Ericsson, E. & Persson, A. 2022. HBEFA Fol: Development work 2019–2021 for improving Swedish HBEFA. Trafikverket. Research report. Saatavissa: https://cdn.prod.website-files.com/6207922a2acc01004530a67e/64f9ccc2ee62e1b099be4308_hbefa-foi-slutrapport-2019-2021.pdf (viitattu 24.2.2026).

Kalesnik, V., Wilkens, M. & Zink, J. (2022). Do Corporate Carbon Emissions Data Enable Investors to Mitigate Climate Change? The Journal of Portfolio Management Novel Risks. <https://doi.org/10.3905/jpm.2022.1.410>

Kallionpää, E., Viri, R., Liimatainen, H. & Nykänen, L. (2024). Logistiikkaan liiketoiminta- ja päästövähennyspotentiaalia päästöraportoinnilla. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 2024:21. Valtioneuvoston kanslia, Helsinki. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165656/VNTEAS_2024_21.pdf



- Kytö, M., Erkkilä, K. & Nylund, N.-O. (toim.) 2009 a.
Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka (RASTU).
Yhteenvetoraportti 2006–2008.
VTT Projektiraportti VTT-R-04084-09. VTT, Espoo.
Saatavilla: <https://publications.vtt.fi/julkaisut/muut/2009/VTT-R-04084-09.pdf>
- Kytö, Erkkilä & Nylund. 2009 b. VTT. Heavy-duty vehicles: safety, environmental impacts and new technology "RASTU". Summary report 2006–2008.
https://www.researchgate.net/publication/237759065_HEAVY-DUTY_VEHICLES_SAFETY_ENVIRONMENTAL_IMPACTS_AND_NEW_TECHNOLOGY_RASTU_Summary_report_2006-2008
- Laitinen, P. 2025. Kohti yhdenmukaista kuljetuspäästölaskentaa – mitä CountEmissions EU tarkoittaa yrityksille? Blogikirjoitus 17.12.2025. Suomen Huolinta- ja Logistiikkaliitto ry.
Saatavilla: <https://www.huolintaliitto.fi/ajankohtaista/blogit/2025/kohti-yhdenmukaista-kuljetuspaastolaskentaa-mita-countemissions-eu-tarkoittaa-yrityksille.html>
- Liimatainen, H. (2010). Kuljetusalan energiatehokkuuden raportointi ja tehostamistoimenpiteiden vaikutusten arviointi. Tampereen teknillinen yliopisto, tiedonhallinnan ja logistiikan laitos, tutkimusraportti 77. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/128219/kuljetusalan_energiatehokkuuden.pdf?sequence=1
- Mikkola, M., Nykänen, L., Backer Johnsen, H., Vestinen, J., Lauhkonen, A. & Lankinen, M. 2025. Vihreän siirtymän ja digitalisaation edistäminen Itämeren alueen kuljetuskäytävällä: Sähköiset rahtikirjat päästölaskennassa. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 3/2025. Helsinki: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Saatavilla: <https://cris.vtt.fi/en/projects/vihreän-siirtymän-ja-digitalisaation-edistäminen-itämeren-alueen/> (viitattu 23.2.2026)
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M. ja Edwards, R. 2020a. JEC Well-To-Wheels report v5, EUR 30284 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-20109-0, doi:10.2760/100379, JRC121213.
- Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards, R. ja Lonza, L. 2020b. JEC Well-to-Tank report v5, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
<https://data.europa.eu/doi/10.2760/959137> , JRC119036.
- Ritchie, H. 2020. Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from? Verkkosivu. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- Röck, M., Martin, R. ja Hausberger, S. 2020. JEC Tank-to-Wheels Report v5: Heavy duty vehicles, Hanarp, P., Bersia, C., Colombano, M., Gräser, H., Gomes Marques, G., Mikaelsson, H., De Prada, L., Prussi, M., Lonza, L., Yugo, M. and Hamje, H. editor(s), EUR 30271 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-19928-1, doi:10.2760/541016, JRC117564.
- Sauna-aho, O., Tapio, P., Jääskeläinen, S., Nippala, E. & Ranta, J. 2018. HCT- ja normaaliajoneuvojen energiankäyttö, hiilidioksidipäästöt ja tiekuormitus. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 51/2018. Liikennevirasto, Helsinki.
Saatavilla: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/163959/Its_2018-51_978-952-317-616-4.pdf
- SKAL. 2025a. Kuorma-autot ja perävaunut sekä tavarankuljetusmäärät Suomessa 2025. Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry. Julkaistu 30.9.2025.



- SKAL. 2025b. Liikenteen verotus ja Suomen kilpailukyky. Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry. Julkaistu 7.6.2025. https://skal.fi/wp-content/uploads/2025/06/skal_liikenneveropoliittinen_ohjelma_2025_web_lr.pdf
- Smart Freight Centre (SFC). 2025. Global Logistics Emissions Council (GLEC) Framework v.3.2. Smart Freight Centre, Amsterdam. ISBN 978-90-833629-0-8. Saatavilla: <https://www.smartfreightcentre.org/en/our-programs/emissions-accounting/global-logistics-emissions-council/calculate-report-glec-framework/>
- Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Töyli, J., Toivonen, N. & Metsäaho, V. 2023. Logistiikkaselvitys 2023. Turun yliopisto, Turun kauppakorkeakoulu. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja, Sarja E, 5/2023. Saatavissa: https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/176199/Logistiikkaselvitys_2023_TuKKK_E-5_2023_FINAL.pdf (viitattu 24.2.2026)
- Solakivi, T. & Ojala, L. (2024). *Environmental and economic potential of high-capacity trucks*. Case Studies on Transport Policy, 12(2). <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2024.101004>
- Suomen virallinen tilasto (SVT): Tieliikenteen tavarankuljetukset [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-2995. Helsinki: Tilastokeskus [Viitattu: 26.2.2026]. Saatavilla: <https://stat.fi/fi/tilasto/kttav>
- Söderena, P. (coord.), Takada, Y., Nylund, N.-O., Kobayashi, M., Rosenblatt, D., Stokes, J., Lama, N., Cádiz, A., Lee, C.-B. & Lindgren, M. 2021. *Heavy-Duty Vehicle Performance Evaluation*. IEA Advanced Motor Fuels Technology Collaboration Programme (AMF TCP), Annex 57 report. Paris: International Energy Agency. Saatavissa: https://www.iea-amf.org/app/webroot/files/file/Annex%20Reports/AMF_Annex_57.pdf (viitattu 26.2.2026).
- Tilastokeskus. 2024. Liikenteen kasvihuonekaasuinventaario. Khk-inventaariolaskennassa käytetyt polttoaineiden keskimääräiset ominaisuustiedot 2010–2023. Saatu erillistoimituksena 17.10.2024.
- Tilastokeskus. 2026a. Polttoaineluokitus. Kasvihuonekaasuinventaario. Saatavilla: <https://stat.fi/fi/tilastot/tietoa-teemoittain/kasvihuonekaasuinventaario/polttoaineluokitus>
- Tilastokeskus. 2026b. Energia 2025 -taulukkopalvelu. Liikenteen energiankulutus -taulukot. https://pxhopea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2025/html/suom0004.htm
- Traficom. 2021. *Uusi tieliikennelaki ja rekkojen käytösäännöt*. Traficomin julkaisuja 10/2021. Kirjoittaja: Otto Lahti. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Saatavissa: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Uusi_tieliikennelaki_ja_rekkojen_kayttosaaennot.pdf
- Traficom. 2025. Päästölaskentaohjeistus tieliikenteen kuljetusten päästöjen arvioimiseksi Suomessa. Osa 2: Ohjeraportti. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Traficomin julkaisuja 13/2025. Kirjoittajat: Ojala, K., Rantala, J., Kärkinen, T., Korkeamaa, A. & Soivio, T. 2025. Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Osa2_Ohjeraportti_1.pdf
- Venäläinen & Poikela. 2024. Puutavara- ja hakeajoneuvojen massojen noston vaikutukset. Metsätehon raportti 270 (aiheen 4. väliraportti) 30.10.2024. <https://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Raportti-270-Puutavara-ja-Hakeajoneuvojen-Massojen.pdf>



8. Liitteet

8.1 Polttoainekohtaiset päästökertoimet

Taulukko 7: Hankkeessa määritetyt energianlähteen käytönaikaiset (tank-to-wheel) päästöt ja ominaisuudet*.

Polttoainetyyppi	TTW CO ₂ -ekv. yhteensä						Bioperäinen CO ₂			Fossiilinen CO ₂		
	g/MJ	g/kg	g/litra	g/litra	g/kg	g/MJ	g/MJ	g/kg	g/litra	g/MJ	g/kg	g/litra
Diesel-mix ¹	61,29	2605	2109	42,5	0,810	13,53	575	466	59,68	2537	2054	
Fossiilinen diesel B0 ¹	74,89	3207	2591	42,8	0,808	0	0	0	73,30	3139	2536	
Diesel B7 ²	70,00	2969	2414	42,4	0,813	5,02	213	173,3	68,39	2901	2359	
Biodiesel (FAME, B100)	1,8	68	60	37,5	0,880	75,00	2813	2475	0	0	0	
Biodiesel (HVO100)	1,6	68	53	43,6	0,780	71,60	3122	2435	0	0	0	
Paineistettu biometaani (CBG)	1,1	40	-	35,1	-	54,6	1916	-	0	0	0	
Nesteytetty biometaani (LBG)	2,38	117	-	49,3	-	54,6	2692	-	0	0	0	
Etanolidiesel	0,30	8,0	6,3	26,6	0,790	72,00	1915	1513	0	0	0	
Sähkö	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Polttoaineiden ominaisuuksien ja käytönaikaisten (TTW) päästötietojen lähteet on koottu raportin taulukkoon 2 ja kuvataan tarkemmin kappaleessa 4.1.1.

¹ Suomen keskimääräisen dieselkoostumuksen bio-osuus ja fossiilisen osan ominaisuudet perustuvat vuotta 2023 koskeviin Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaariotietoihin, joissa bio-osuus on 18,6 % sekoitteen energiasisällöstä. Fossiilisen dieselin tiheys- ja lämpöarvo on laskettu vuosien 2019–2023 keskiarvona. Bio-osassa on hankkeessa tehtyjen oletusten perusteella 7-tilavuusprosenttia FAME:a ja loppuosa energiasisällöstä HVO:ta. Luvut sisältävät erillisjaellun biopolttoaineen.

²Diesel B7:n bio-osan oletetaan olevan 7-tilavuusprosenttia FAME:a ja 0% HVO:ta.



Taulukko 8: Hankkeessa määritetyt energianlähteen tuotannon (well-to-tank) päästökertoimet*.

WTT CO₂-ekv. yhteensä

Polttoainetyyppi	g/MJ	g/kg	g/litra	g/kWh
Diesel-mix ¹	19,4	825	668	
Fossiilinen diesel B0 ¹	18,9	809	654	
Diesel B7 ²	19,2	814	662	
Biodiesel (FAME, B100)	23,3	873	769	
Biodiesel (HVO100)	20,7	901	703	
Paineistettu biometaan (CBG)	10,7	376		
Nesteytetty biometaan (LBG)	4,2	206		
Etanolidiesel	-	-	-	
Sähkö	10,4			37,5

Taulukko 9: Hankkeessa määritetyt kokonaispäästökertoimet (WTW).

WTW CO₂-ekv. yhteensä

Polttoainetyyppi	g/MJ	g/kg	g/litra	g/kWh
Diesel-mix	80,7	3430	2780	
Fossiilinen diesel B0	93,8	4020	3250	
Diesel B7	89,2	3780	3080	
Biodiesel (FAME, B100)	25,1	941	828	
Biodiesel (HVO100)	22,2	968	755	
Paineistettu biometaan (CBG)	11,8	416		
Nesteytetty biometaan (LBG)	6,6	323		
Sähkö	10,4			37,5

¹ Suomen keskimääräisen dieselkoostumuksen bio-osuus ja fossiilisen osan ominaisuudet perustuvat vuotta 2023 koskeviin Tilastokeskuksen kasvihuonekaasuinventaariotietoihin, joissa bio-osuus on 18,6 % sekoitteen energiasisällöstä. Fossiilisen dieselin tiheys- ja lämpöarvo on laskettu vuosien 2019–2023 keskiarvona. Bio-osassa on hankkeessa tehtyjen oletusten perusteella 7-tilavuusprosenttia FAME:a ja loppuosa energiasisällöstä HVO:ta. Luvut sisältävät erillisjaellun biopolttoaineen.

²Diesel B7:n bio-osan oletetaan olevan 7-tilavuusprosenttia FAME:a ja 0% HVO:ta.

* Biopolttoaineiden tuotantoa (WTT) koskevat päästökertoimet on määritetty usean vuoden keskiarvona Energiavirastolta saatujen tietojen pohjalta ja asia kuvataan raportin liitteessä 8.2. Luvut eivät huomioi mahdollisia maankäytön muutoksia (LUC). Fossiilisen dieselin WTT-kertoimet ovat JRC:n raportista ja sähkön päästökertoimen Tilastokeskuksen tiedoista (kappale 4.1.2).



8.2 Biopolttoaineiden well-to-tank-päästöjen arvioiminen

Laskennan tarkoituksena oli arvioida polttoainetyyppikohtaisesti polttoaineen tuotannon ja jakelun päästökerroin, jotta voidaan määrittää polttoaineen käytön sekä tuotantoketjun huomioiva ja ISO 140830:20203: mukainen Well-to-wheel-päästökerroin. Lähtökohtana oli Suomessa tieliikenteeseen myytyjen biopolttoaineiden raaka-ainetiedot (Energiavirasto 2025), ISO 14083:2023-standardi sekä RED II -direktiivin eli direktiivin (EU) 2018/2001¹ oletusarvot.

RED II (Renewable Energy Directive II) eli direktiivi (EU) 2018/2001 on EU:n uusiutuvan energian direktiivin uudistettu versio. Se määrittelee tavoitteet ja säännöt uusiutuvan energian käytön lisäämiseksi vuoteen 2030 mennessä. Direktiivi asettaa vaatimuksia erityisesti liikenteen biopolttoaineille, mukaan lukien kestävyyskriteerit sekä khk-päästöjen laskentasäännöt. Voimaan on tullut myös RED III -direktiivi, eli direktiivi (EU) 2023/2413², joka nosti tavoitteita vuodelle 2030, mutta ei sisällä muutoksia hankkeessa tarkasteltuihin oletusarvoihin ja laskentasääntöihin.

Oletusarvoilla (eng. default value) tarkoitetaan uusiutuvan energian direktiivien (RED I ja RED II) liitteissä V ja VI esitettyä, raaka-aine-, polttoaine- ja tuotantopolkukohtaisia khk-päästöarvoja, joita talouden toimija saa käyttää ilman toimijakohtaista laskentaa edellyttäen, että tuotantopolku vastaa direktiivissä määriteltäviä oletuksia. Oletusarvot ovat konservatiivisia EU-tason oletuksiin perustuvia arvioita ja ne kuvaavat standardoituja biopolttoaineiden, bionesteiden ja biomassapolttoaineiden toimitusketjuja ja prosesseja. (ISCC 2025). Alla olevassa kuvassa esitetään ote RED II -direktiivin taulukosta yhden etanolia koskevan tuotantotapauksen osalta:

Taulukko 10: Ote RED II -direktiivin viljelyä, jalostusta, kuljetusta ja jakelua koskevista tuotannon päästökerrointen tyypillisistä ja oletusarvoista (muokattu lähteestä: (EU) 2018/2001, suomenkielinen versio direktiivistä, s. 84).

Viljely, jalostus, kuljetus ja jakelu yhteensä		
Biopolttoaineiden ja bionesteiden tuotantoketju	Kasvihuonekaasujen päästöt – tyypillinen arvo (gCO ₂ ekv/MJ)	Kasvihuonekaasujen päästöt – oletusarvo (gCO ₂ ekv/MJ)
etanoli sokerijuurikkaasta (ei biokaasua rankista, maakaasu prosessipolttoaineena tavanomaisessa kattilassa)	30,7	38,2

Polttoaineiden jakelijoiden on raportoitava Energiavirastolle vuosittain, kuinka paljon polttoaineita on luovutettu kulutukseen, mitä raaka-aineita on biopolttoaineissa käytetty ja mikä on raaka-aineiden alkuperämaa. Raportointia säätelevät mm. kestävyyslaki (393/2013), jakeluvetoilaki (446/2007) ja EU-direktiivit RED II ja RED III. Energiavirasto julkaisee vuosittain polttoainejakelijakohtaiset tiedot liikenteen biopolttoaineiden, biokaasun ja bionesteiden raaka-aineista sekä alkuperästä (Energiavirasto 2026). Tiedot perustuvat jakelijoiden kestävyyskriteeriselvityksiin ja julkaisuvelvoite pohjautuu RED II -direktiiviin sekä kansalliseen kestävyyslakiin (393/2013).

Kyseisistä tiedoista ei voi kuitenkaan päätellä mitään raaka-aineiden määristä tai osuuksista lopullisen polttoaineen energiasisällöstä eikä tiedoissa ole mukana päästökertoimia. Raaka-aineiden määrät tai muut niitä koskevat tarkemmat tiedot eivät ole julkisia. Luottamuksellisten raaka-ainetietojen saatavuudesta keskusteltiin Energiaviraston kanssa ja raaka-aineiden osuuksia polttoaineiden energiasisällöstä hankittiin tietopyynnöllä. Tietoja (Energiavirasto 2025) oli saatavilla vuosilta 2020–2024, ja niitä voitiin käyttää ainoastaan päästökertoimen arviointiin. Tulokset tuli julkaista pyöristettynä ja usean vuoden keskiarvoina. Tiedot saatiin biodieselille, nesteytetyille ja paineistetulle biometaanille

¹ RED II -direktiivi: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32018L2001>

² RED III -direktiivi: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2023/2413/oj/eng>



sekä etanolidieselille. Tarkkoja tietoja uusiutuvalle HVO-dieselille ei ollut saatavilla, mutta tiedoissa oli mukana Energiaviraston tekemät jakelijoiden ilmoitustietoihin perustuvat arviot HVO:n osuuksista kaikesta biodieselistä.

RED II -direktiivin mukaisesti liikenteen biopolttoaineiden tuotannosta ja käytöstä aiheutuvat kasvi-huonekaasupäästöt lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr}$$

jossa E = polttoaineen käytöstä aiheutuvat kokonaispäästöt (well-to-wheel, WTW);

- e_{ec} = raaka-aineiden tuotannosta tai viljelystä aiheutuvat päästöt;
- e_l = maankäytön muutoksista johtuvista hiilivarantojen muutoksista aiheutuvat annualisoidut päästöt;
- e_p = jalostuksesta aiheutuvat päästöt;
- e_{td} = kuljetuksesta ja jakelusta aiheutuvat päästöt;
- e_u = käytössä olevasta polttoaineesta aiheutuvat päästöt;
- e_{sca} = paremmista maatalouskäytännöistä johtuvasta maaperän hiilikertymästä saatavat vähennykset päästöissä;
- e_{ccs} = hiilidioksidin talteenotosta ja geologisesta varastoinnista saatavat vähennykset päästöissä; ja
- e_{ccr} = hiilidioksidin talteenotosta ja korvaamisesta saatavat vähennykset päästöissä. Koneiden ja laitteiden valmistuksesta aiheutuvia päästöjä ei oteta huomioon.

Tässä yhteydessä kaikki edellä mainitut päästöt ovat yksikössä g CO-ekv./MJ.

Standardin mukaisesti biopolttoaineiden käytön aikaiset CO₂-päästöt ovat nolla, mutta muiden kasvihuonekaasujen (esim. CH₄ ja N₂O) päästöt on sisällytettävä biopolttoaineiden käytön aikaisiin khk-päästöihin (tässä e_u). Tarkasteltaessa WTT-päästöjä, e_u eli käytön aikaiset päästöt (Tank-to-Wheel, TTW) eivät sisälly laskentaan. TTW-päästöjen arvioinnissa käytettiin julkisia lähteitä polttoainetyypeittäin ja tämä esitetään kappaleessa 4.1.1.

ISO-14083:2023 tarkastelee tuotannon päästöjen laskentaa huomattavasti RED II -direktiiviä yleisemmällä tasolla, mutta on yhtenäinen direktiivin kanssa siten, että direktiivin mukainen laskenta täyttää standardin vaateet. Standardin mukaisesti biopolttoaineiden khk-päästökertoimien (WTT) on sisällettävä päästöt:

- raaka-aineiden viljelystä tai louhinnasta
- vuosittaisina päästöinä (20 vuoden näkökulma), jotka aiheutuvat maankäytön muutoksen aiheuttamista hiilivaraston muutokset
- prosessoinnista
- kuljetuksesta ja jakelusta

e_{sca} eli paremmista maatalouskäytännöistä johtuvasta maaperän hiilikertymästä saatavat vähennykset päästöissä voidaan RED II:n mukaan huomioida vain, jos esitetään todennettavissa olevaa ja vahvaa näyttöä maaperän hiilikertymän kasvamisesta huomioiden myös mahdolliset lisääntyneen lannoitteiden ja torjunta-aineiden käytön aiheuttamat lisäpäästöt. (RED II) Tässä työssä näiden vähennysten tarkastelu ei ollut mahdollista.

Myös hiilidioksidin talteenotosta, varastoinnista ja korvaamisesta saatavat päästövähennykset e_{ccs} sekä e_{ccr} katsottiin saaduilla tiedoilla erittäin vaikeasti arvioitaviksi ja kokonaisuuden kannalta epäolennaisiksi, minkä vuoksi ne jätettiin pois tarkastelusta.

Maankäytön muutoksista johtuvista hiilivarantojen muutoksista aiheutuvat annualisoidut päästöt (e_l ; LUC-päästöt) ovat monimutkainen kokonaisuus. Maankäytön muutoksista (Land Use Change,



LUC) aiheutuvien khk-päästövaikutusten luotettava huomiointi edellyttäisi käytettävissä olevaa yksityiskohtaisempaa tietoa biopolttoaineiden raaka-aineiden tuotannosta ja alkuperästä. Erityisesti arviointi vaatisi tietoja seuraavista tekijöistä:

- Raaka-aineen maantieteellinen alkuperä, mukaan lukien tuotantoalue
- Aikaisempi maankäyttö, kuten se, onko viljelyalaa raivattu metsästä tai muusta hiilirikkaasta ekosysteemistä (negatiivinen vaikutus), tai onko viljelykäyttöön otettu aiemmin viljelemätöntä tai heikkotuottoista niin sanottua joutomaata (mahdollinen positiivinen vaikutus hiilitaseeseen).
- Viljelysmaan pinta-ala, jolla kyseistä raaka-ainetta on tuotettu.
- Viljelykasvin tuottavuus, mukaan lukien satotasot ja niiden kehitys.
- Muut viljelyyn ja maankäyttöön liittyvät tekijät, jotka voivat vaikuttaa hiilivarastoihin ja päästöihin.

Käytettävissä olevien tietojen perusteella edellä mainittuja tekijöitä ei kuitenkaan voida määrittää riittävällä tarkkuudella eikä luotettavia raaka-aine- ja polttoainekohtaisia keskimääräisiä oletusarvoja tähän tarkoitukseen ole olemassa. Näin ollen maankäytön muutoksista aiheutuvia (LUC) päästöjä ei ollut mahdollista arvioida ja jätettiin kerroinarvioiden ulkopuolelle. Tämä on linjassa tämänhetkisten yleiseurooppalaisten päästökertoimien kanssa sillä mm. ISO-140830:2023:n liitetaulukon kertoimet sekä GLEC-viitekehysten 3.2-version kertoimet (s. 87) jättävät LUC:n huomiotta.

Tässä hankkeessa raportissa polttoaineen tuotannosta aiheutuvat WTT (Well-to-tank) -päästöt E_{WTT} lasketaan siis kaavalla:

$$E_{WTT} = e_{ec} + e_p + e_{td}$$

, johon sisältyy raaka-aineiden tuotannosta, jalostuksesta, kuljetuksesta ja jakelusta sekä mahdollisesta viljelystä aiheutuvat päästöt.

Biopolttoaineita tehdään monista eri raaka-aineista, joiden vaikutus tuotantoketjuun ja sen päästöihin vaihtelee raaka-aineittain. Saadusta datasta selvitettiin polttoainetyypeittäin, mistä raaka-aineista ne on tuotettu ja mitkä ovat eri raaka-aineiden osuudet vuosittain myydyin koko polttoainemäärän energiasisällöstä. Näin voidaan laskea raaka-aineosuuksilla painottamalla polttoaineelle A WTT-päästökerroin $E_{WTT,A}$ kaavalla:

$$\sum_{r=1}^N E_{WTT,A} = f_r * (e_{ec,r} + e_{p,r} + e_{td,r})$$

, jossa r on raaka-aine ja f kunkin raaka-aineen prosenttiosuus valmiin biopolttoaineen A energiasisällöstä.

Työssä käytiin läpi yli 150 erilaista biopolttoaine-raaka-aineparia. Koskien viljelyä, jalostusta, kuljetusta ja jakelua, uusiutuvan energian direktiivissä on raaka-aine-polttoainetyyppi-kohtaisia oletusarvoja osalle raaka-aineista. Jos oletusarvoja ei ollut, valittiin arvo raaka-aineen samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi elintarviketuotantolaitosten rasvalukoista peräisin olevalle ruskealle rasvalle käytettiin samaa oletusarvoa kuin direktiivissä määritellylle käytetylle ruokaöljylle. Tällä menetelmällä kyettiin arvioimaan merkittävä osuus polttoaineiden kokonaisenergisällöstä.

Sikäli kun raaka-aineen samankaltaisuuden perusteella ei kyetty valitsemaan oletusarvoa, tehtiin konservatiivinen arvio eri kirjallisuuslähteissä, kuten LCA-tutkimuksissa, esiintyviin lukuihin perustuen ja varmistettiin, että arvio vastaa suuruusluokaltaan direktiivissä esiintyviä samantyyppisiä tuotantotapauksia. Tarkempien analyysien laatiminen edellyttäisi raaka-aine-eräkohtaista tietoa tuotantoprosesseista. Etanolidieselin osalta arvioita ei kyetty arvioimaan päästökerrointa sillä raaka-aineet olivat sellaisia, joille ei ollut oletusarvoja tai riittävästi muita luotettavia tietoja.



Näin määritetyistä vuosikohtaisista keskiarvoista laskettiin vielä usean vuoden keskiarvot kullekin polttoaineelle vuosikohtaisilla polttoainemäärillä painottaen. Muunnoslaskut eli päästökertoimet yksiköihin CO₂-ekv. per kg ja litra polttoainetta laskettiin edellä kuvatuista tuloksista (yksikössä g CO₂-ekv./MJ) julkisilla polttoainekohtaisilla energiasisältö- ja tiheystiedoilla. (Tilastokeskus 2026a)

Lukujen mahdollisen tulevan päivittämisen keskeisenä haasteena on riittävän yksityiskohtaisten tietojen saatavuus polttoaineiden tuotantoprosesseista, kuten tuotantolaitoskohtaisista ominaisuuksista, viljelyyn liittyvästä maankäytöstä sekä todellisista kuljetusmatkoista.

Lopulliset WTT-päästökertoimet polttoaineittain esitetään liitteessä 8.1.

Maankäytön muutokset standardissa ja muissa lähteissä

Standardissa vaaditaan, että biopolttoaineiden khk-päästöissä tulee huomioida maankäytön muutoksista (land use change eli LUC) johtuvat hiilivarastojen muutokset 20 vuoden aikajänteellä. Käytännössä tämä vaatimuksen toteutuminen ontuu vielä alalla, ja standardin omissa päästökerrointaulukoissa LUC-päästöt eivät näy eriteltyinä.

Sekä standardin kerrointaulukoissa että GLEC:issä viitataan EcoTransIT:iin vuosilta 2022 ja 2025 (ifeu, infras & Fraunhofer IML. 2022; Anthes ym. 2025). GLEC Framework 3.2 rajaa LUC-päästölisät pois kertoimista metodologisten epävarmuuksien ja asiantuntijakonsensuksen puutteen vuoksi (SFS 2025, s. 87). Koska standardi viittaa vanhempaan versioon EcoTransIT:ista (2022), voidaan olettaa, että sen kerrointaulukot eivät LUC:ia huomioit. Tätä ei kyetty kuitenkaan varmistamaan, sillä standardissa viitattu EcoTransIT 2022 ei ole enää saatavilla.

Näin syntyy ristiriita vaatimusten ja oletuskäytäntöjen välillä: vaikka standardi edellyttää LUC-päästöjen huomiointia, sen oletuspäästökertoimissa niitä ei ole. RED II:n mukainen LUC-laskentaa on menetelmänä erittäin monimutkainen ja vaatii runsaasti tietoa mm. maankäytön historiasta ja hiilivarastoista. Vaikka tämä selittää osin LUC-päästölisien huomiotta jättämisen päästökertoimissa, läpinäkyvyyttä LUC-päästöjen huomioonottamisesta tai ottamatta jättämisestä tulisi lisätä.

8.3 Tilastokatsaus kuljetuskalustoihin ja -suoritteisiin

Katsauksella tilastoihin kuljetuskalustosta ja kuljetussuoritteista pyrittiin varmistamaan, että yksikkökulutuskertoimet kattavat yleisimmät käyttötapaukset. Lisäksi tietoa tarvittiin tonnikilometrikohtaisten kulutuskertoimien määrittämiseen. Jokaiselle painoluokalle oli määritettävä jokin oletusajoneuvo tai oletusyhdistelmä, jotta kyseisen luokan omapainot ja edelleen mahdollisimman edustavat massapohjaiset maksimikuormat kyettiin määrittämään.

Oletusomapainojen ja edelleen maksimikuormien määrittystä varten kullekin painoluokalle tuli valita mahdollisimman edustava oletusyhdistelmä. Asia ei ole kovin yksiselitteinen ja yleistäen voidaan todeta, että mitä suurempi on painoluokka, sitä enemmän on akseleita ja suurempi on myös erilaisien yhdistelmävaihtoehtojen lukumäärä. Traficomien vuoden 2021 julkaisussa *Uusi tieliikennelaki ja rekkojen käytösäännöt* tätä asiaa kuvataan hyvin (kuva 6).

Example: Long combinations in Finland 2019 (Proven by test)

Truck and:

1. Semitrailer
2. CAT
3. Full trailer
4. Dolly + semitrailer
5. Link + semitrailer
6. Semitrailer + CAT
7. Semitrailer + full trailer
8. Semitrailer + dolly + semitrailer (DUO-trailer)
9. Dolly + link + semitrailer (ETT)
10. Fulltrailer + semitrailer
11. link + link + link/semitrailer.



Kuva 6: Esimerkkejä pitkistä ajoneuvoyhdistelmistä Suomessa. (Traficom 2021, ss. 34–35)

Käytännön syistä oletusyhdistelmät määritettiin mahdollisimman yksinkertaisiksi kotimaan kuljetus- ja ajosuoritejakaumien pohjalta. Suomessa vuonna 2024 Tavaramäärästä 60 %, kuljetussuoritteesta 73% ja liikennesuoritteesta 45% kuljetettiin täysperävaunuyhdistelmillä (Taulukko 11). Vuoden 2025 kolmannella neljänneksellä Tavaramäärästä 57 % kuljetettiin täysperävaunuyhdistelmillä, 14 % puoliperävaunuyhdistelmillä ja 29 % kuorma-autoilla ilman perävaunua (SVT 2026). Lisäksi vuonna 2025 liikennekäytössä olevista perävaunun vetoon tarkoitetuista kuorma-autoista yli kolme neljäsosaa (76%, 22 600 kpl) oli varsinaisen tai keskiakseliperävaunun vetoautoja (SKAL 2025a). Kokonaispainoluokittaista tietoa em. jakaumista ei ollut saatavilla, joten lähtökohdaksi yhdistelmien painoluokille omapainojen arviointia varten valittiin täysperävaunuyhdistelmä.



Taulukko 11: Kotimaan kuorma-autoliikenteen suoritteet ajoneuvotyypin mukaan neljänneksittäin (muokattu lähteestä SVT 2025).

	Tavaramäärä [1000 t]	Osuus	Kuljetussuorite [milj. tkm]	Osuus	Liikennesuorite [milj. km]	Osuus
Kuorma-auto ilman perävaunua	57 292	25 %	2 509	10 %	710	40 %
Puoliperävaunuyhdistelmä	35 522	15 %	4 454	17 %	268	15 %
Täysperävaunuyhdistelmä	136 870	60 %	18 921	73 %	803	45 %
Yhteensä	229 684		25 883		1 781	

Kuormatyypeittäin tarkasteltuna kuljetukset jakautuivat vuonna 2024 seuraavan taulukon 12 mukaisesti.

Taulukko 12: Kotimaan kuorma-autoliikenteen suoritteet kuormatyyppin mukaan (muokattu lähteestä SVT 2025).

	Tavaramäärä, 1000 t	Osuus	Kuljetussuorite, milj. tkm	Osuus	Liikennesuorite, milj. km	Osuus
Nestemäinen bulkki	18 218	7,9 %	3 608	13,9 %	119	6,7 %
Kiinteä bulkki	86 517	37,7 %	4 648	18,0 %	165	9,3 %
Suuret kontit (yli 6 metriä tai 20 jal- kaa)	6 781	3,0 %	758	2,9 %	35	2,0 %
Muut kontit	5 508	2,4 %	639	2,5 %	50	2,8 %
Lavoitettu tavara	29 012	12,6 %	6 082	23,5 %	386	21,7 %
Sidotut tavarat	2 460	1,1 %	432	1,7 %	18	1,0 %
Omalla voimalla liikkuvat yksiköt	6 214	2,7 %	643	2,5 %	44	2,5 %
Muut liikkuvat yksiköt	2 923	1,3 %	670	2,6 %	85	4,8 %
Muut kuormatyytit	72 051	31,4 %	8 402	32,5 %	518	29,1 %
Ei kuormaa	0	0,0 %	0	0,0 %	362	20,3 %
Yhteensä	229 684		25 884		1 781	

Kun jäännösluokka 'Muut kuormatyytit' jätetään huomiotta, kiinteä bulkkitavarakuljetus ja lavoitettu tavara ovat selvästi yleisimpiä kuormatyyppiejä sekä tavaramäärien, kuljetussuoritteiden ja liikennesuoritteiden osalta. Nestemäinen bulkki on kuormatyyppinä neljän yleisimmän joukossa sekä tavaramäärillä, kuljetussuoritteella ja liikennesuoritteella mitattuna.

Vuoden 2024 tavarankuljetussuoritteiden jakautuminen ajoneuvon kokonaismassan mukaan, osoittaa, että merkittävä osa kuljetuksista tehdään Suomessa kaikkein suurimmilla ajoneuvoyhdistelmillä (Taulukko 13).



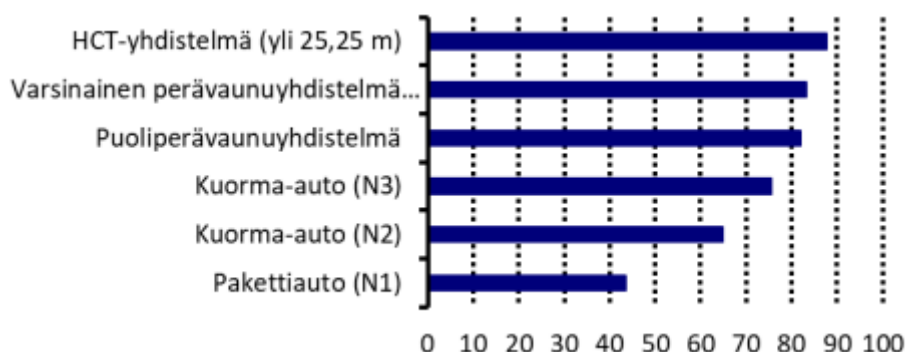
Taulukko 13: Kotimaan kuorma-autoliikenteen kuljetussuoritteet kokonaispainoluokan mukaan vuonna 2024 (SVT 2026).

Ajoneuvon kokonaismassa	Tavaramäärä [1000 t]	Osuus	Kuljetussuorite [milj. tkm]	Osuus	Liikennesuorite [milj. km]	Osuus
3 501–6 000 kg	714	0,31 %	111	0,43 %	223	12,52 %
6 001–11 500 kg	444	0,19 %	21	0,08 %	19	1,07 %
11 501–18 000 kg	3443	1,50 %	279	1,08 %	112	6,29 %
18 001–26 000 kg	7795	3,39 %	473	1,83 %	110	6,18 %
26 001–35 000 kg	36538	15,91 %	1588	6,14 %	244	13,70 %
35 001–42 000 kg	14550	6,33 %	875	3,38 %	72	4,04 %
42 001–48 000 kg	8916	3,88 %	1119	4,32 %	76	4,27 %
48 001–54 000 kg	13260	5,77 %	1464	5,66 %	96	5,39 %
54 001–60 000 kg	10298	4,48 %	1397	5,40 %	90	5,05 %
60 001–64 000 kg	6538	2,85 %	1512	5,84 %	82	4,60 %
64 001–68 000 kg	31812	13,85 %	5269	20,36 %	232	13,03 %
Yli 68 000 kg	95377	41,53 %	11775	45,49 %	425	23,86 %
Yhteensä	229 684		25 884		1 781	

Lähes puolet (45,5%) tonnikilometreistä kuljetettiin kokonaismassaltaan yli 68 tonnilla yhdistelmillä ja toiseksi eniten (20,4%) 60–64 tonnilla yhdistelmillä. Tavaramäärästä eniten 41,5% kuljetettiin yli 68 tonnilla, mutta toiseksi eniten 26–35 tonnilla ajoneuvoilla, joiden osuus oli jopa 15,9%. Liikennesuorite eli ajoneuvokilometrien osalta yli 68 tonnin oli edelleen yleisin ajoneuvoluokka, mutta suoriteosuuksissa on huomattavasti enemmän hajontaa verrattuna tavaramäärästä ja kuljetussuoritteista laskettuihin jakaumiin; lähes samansuuruisissa prosenttiosuuksissa ovat 64–68-tonninen ajoneuvo (13,0%), 26–35-tonninen (13,7%) ja 3,5–6-tonninen (12,5%) ajoneuvo. Pienempien ajoneuvojen yleisyyttä selittää mm. N2-luokan kuorma-autoilla ja pakettiautoilla suoritettavan jakeluliikenteen kevyemmät tavarat ja matalammat täyttöasteet (Solakivi ym. 2023, s.89). (SVT 2026)

Yli 64-tonnisten ajoneuvojen merkittävän suuret osuudet em. vertailuissa korostavat tarvetta hyödyntää kotimaisia keskikulutuslukuja kertoimien arvioinnissa, sillä esimerkiksi HBEFA-tietokannan (2025) suurin ja viimeinen ajoneuvoyhdistelmäluokka on yli 60-tonniset yhdistelmät.

Vuoden 2023 Logistiikkaselvityksessä (Solakivi ym. 2023) esitetään kyselyihin perustuvia täyttöasteita (kuvio 60, s.89). Täyttöasteet ovat lähellä 90%:a HCT-yhdistelmillä, yli 80% täysperävaunu- ja puoliperävaunuyhdistelmillä ja noin 75% N3-luokan kuorma-autoilla. Pienemmillä N2-luokan ajoneuvoilla arviot putoavat 65%:iin ja pakettiautoilla alle 45%:iin. Täyttöasteet esitetään kuvassa 7.



Kuva 7: Kuljetusten täyttöaste ajoneuvotyypeittäin kyselyvastausten perusteella. (Solakivi ym. 2023).

Tämän perusteella yksikkökulutuskantaan valittiin suositustäyttöasteet laskentatilanteisiin, joissa tarkempaa tietoa ei ole tai luotettavaa arviota ei ole mahdollista tehdä. Suositustäyttöasteet ovat:

- 68- ja 76-tonniset yhdistelmät: 85%
- 36t–60t yhdistelmät: 80%
- Kuorma-autot: 75%

Oletusomapainot pelkille kuorma-autoille, vetoajoneuvoille ja perävaunuille arvioitiin tutkimuksissa esiintyvien omapainojen sekä vuoden 2007 selvityksen perusteella (Ikonen ym. 2007). Painoluokkien kasvaessa akselimäärä voi jakautua eri tavoilla vetoajoneuvon ja perävaunun välillä ja oletusakselimäärät ajoneuville ja perävaunulle arvioitiin SKAL:in (2025) julkaisun pohjalta.

Kunkin painoluokan maksimikuorma määräytyy ajoneuvon enimmäiskokonaispainon ja omapainon erotuksena ja kuorman suuruus määritetään täyttöastetta muuttamalla. Yksikkökulutustietoja määrittäessä on tehty yleistys, jossa kunkin painoluokan maksimikuorma on yhtä suuri kuin maksimikantavuus; todellisuudessa maksimikantavuuteen vaikuttavat myös monet kalustokohtaiset tekijät. Valitut oletusomapainot painoluokittain esitetään taulukossa 14.

Taulukko 14: Yksikkökulutustietokannan oletusomapainot painoluokittain.

	Oletusomapainot (tonnia)
2-akselinen kuorma-auto, max 18 tonnia	9,5
3-akselinen kuorma-auto, max 28 t	13
4-akselinen kuorma-auto, max 35 t	15
Yhdistelmä neliakselisena, max 36 t	18
Yhdistelmä viisiakselisena, max 44 t	20
Yhdistelmä kuusiakselisena, max 53 t	22
Yhdistelmä 7-akselisena, max 60 t	23,5
Yhdistelmä 8-akselisena, max 68 t	25
Yhdistelmä vähintään 11-akselisena, max 76 t	26,5



8.4 Tiivis ohjeistus tietokannan käyttöön

Tämä ohje löytyy myös Excel-tietokannan etusivulta.

1. Selvitä kuljetusajoneuvon enimmäispainoluokka tai arvioi mihin luokkaan se kuuluu kokonsa puolesta.
2. Selvitä kuormitusaste tai kokonaiskuorma. Jos kokonaiskuorma on tiedossa, muuta kuormitusastetta siten, että laskentaa koskevassa painoluokassa kokonaiskuorma toteutuu.
3. Jos kuormitusaste tai kuorma ei ole tiedossa, käytä kokoluokkaa koskevaa oletuskuormitusastetta.
4. Selvitä, kuinka suuri osuus koko kuljetustapahtumasta on ajettu tyhjänä. Huomioi, että tyhjänä paluu tai muu kuljetustapahtumaan liittyvä tyhjänä ajo tulee sisällyttää ISO-14083:2023:n mukaiseen laskentaan.
5. Jos tietoa tai luotettavaa arviota tyhjänä ajon osuudesta ei ole, käytä oletusvalintaa 50%, joka tarkoittaa, että tyhjänä ajoa on ajomatassa mitattuna sama määrä kuin kuormattuna ajoa.
6. Selvitä ajoneuvon euroluokka. Jos tietoa ei ole, käytä oletusajoneuvona Euro 5 -luokan ajoneuvoa.

Voit käyttää kertoimia joko ajoneuvokilometreihin tai tonnikilometreihin perustuvaan laskentaan. Luvut eivät sisällä mitään korjauskertoimia. Selvitä, käytätkö laskennassa todellista matkan pituutta vai etäisyyskorjattua (DAF) matkan pituutta (Traficomin päästölaskentaohjeistus, s. 36)¹.

Muut kuin taulukoissa esitetyt auton kokoluokat²

Yksikkökulutustaulukoissa on vain osa tavaraliikenteen painoluokista ja ajoneuvotyypeistä. Koska tavara-autojen kulutukset ovat riittävällä tarkkuudella riippuvaiset auton massasta, voidaan kulutusten likiarvot ajoneuvokilometriä kohden laskea myös muun kokoisten kuin taulukossa olevien autojen kulutuksille oheisella kaavalla. Valitaan kaksi autotyyppiä, joiden kokonaismassat m_b ja m_a ovat molemmiin puolin tavoiteltavaa auton kokoluokkaa m_x ($m_b > m_x > m_a$) ja lasketaan kulutukset lineaarisella suhteella:

$$e_x = e_a + ((e_b - e_a) / (m_b - m_a)) \times (m_x - m_a),$$

jossa

e_x = Kulutus ajoneuvokilometriä kohden autolla, jonka kokonaismassa on x [g/km]

e_b = Kulutus autolla, jonka kokonaismassa on b [g/km]

e_a = Kulutus autolla, jonka kokonaismassa on a [g/km]

m_x = Auton x kokonaismassa [t]

m_b = Auton b kokonaismassa [t]

m_a = Auton a kokonaismassa [t]

Em. kaava on sisäänrakennettu kaavoin yksikkökulutustietokantaan. Jos haluat arvioida esimerkiksi kokonaismassaltaan 26-tonnisen ajoneuvon kulutuksen, voit käyttää 28-tonnisen ajoneuvon osakuormia koskevia lukuja muuttamalla täyttöastetta siten, että kuorma tai kokonaispaino vastaa tapautasi.

¹ Traficom. 2025. Päästölaskentaohjeistus tieliikenteen kuljetusten päästöjen arvioimiseksi Suomessa. Osa 2: Ohjeraportti. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Traficomien julkaisuja 13/2025. Kirjoittajat: Ojala, K., Rantala, J., Kärkinen, T., Korkeamaa, A. & Soivio, T. 2025.
Saatavilla: https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Osa2_Ohjeraportti_1.pdf

² Muokattu lähteestä LIPASTO-yksikköpäästötietokanta, VTT