



Hiilidioksidipäästöjen muodostuminen maanrakennusmateriaalien kuljetuksessa

Jyri Lähde

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

LÄHDE, JYRI:

Hiilidioksidipäästöjen muodostuminen maanrakennusmateriaalien kuljetuksessa

Opinnäytetyö 71 sivua, joista liitteitä 28 sivua
Toukokuu 2022

Opinnäytetyössä laskettiin maa-ainesten kuljetuksesta syntyvät kasvihuonekaasupäästöt Kruunusillat-allianssin Hakaniemen osaprojektilta ja vertailtiin niiden tuloksia ilmoitetun polttoaineen kulutuksen mukaan laskettuihin päästöihin. Päästölaskennan lisäksi tavoitteena oli tarkentaa hankkeelle tehtyä elinkaariarviointia kuljetusten osalta sekä pyrkiä vastaamaan näihin liittyviin CEEQUAL-arviointimenetelmän kysymyksiin.

Laskenta toteutettiin VTT Oy:n LIPASTO-laskentajärjestelmää käyttäen sekä noudattaen standardia SFS-EN 16258:2012. Laskentajärjestelmän kaavojen ja päästökertoimien perusteella laadittiin Excel-pohjainen laskentatyökalu päästölaskennan tueksi. Vuonna 2021 syksyllä toteutuneista kuljetuksista laskettiin päästöt kuormakirjojen pohjalta aina kuukaudeksi kerrallaan. Jokainen yksittäinen kuljetussuorite laskettiin erikseen kuorman täyttöaste ja kuljetusmatka huomioiden, sekä kullekin ajoneuvolle sopivimpia päästökertoimia käyttäen. Laskentaan valittiin 6 ajoneuvoa, joilta laskettuja kuukausia oli yhteensä 11.

Kuljetuksien päästöiksi saatiin yhteensä 45,2 hiilidioksidiekvivalenttitonnia. Tulokset osoittivat, että teoreettisten laskentojen pohjalta saadut päästöt noudattivat selvästi tiettyä kaavaa. Ilmoitetun polttoaineen kulutuksen mukaan laskettujen kasvihuonekaasupäästöjen määrät sen sijaan vaihtelivat suuresti verrattuna teoreettisesta laskennasta saatuihin päästöihin. Ilmoitettujen polttoaineen kulutusten ja kuljetuskilometrien pohjalta lasketun keskikulutuksen perusteella selvisi, että vaikka lähtökohtaisesti laskentaan valitut ajoneuvot olivat samankokoisia, erosivat niiden keskikulutukset toisistaan huomattavasti. Alimmillaan keskikulutus oli jopa alle 13 l/100 km, jolloin päästöt olivat huomattavasti pienemmät kuin teoreettisilla kertoimilla lasketut päästöt. Sen sijaan keskikulutuksen ollessa suurikokoisille maansiirtoajoneuvoille realistisempi (noin 30–55 l/100 km), vertailtavien päästöjen määrät olivat lähempänä teoreettisia laskelmia.

Opinnäytetyössä kerättyjen tietojen ja tehtyjen laskentojen pohjalta pystytään jo tarkentamaan hankkeelle tehtyä elinkaariarviointia päivittämällä työssä tarkentuneet kuljetusetaisyydet ja keskimääräiset täyttöasteet elinkaarilaskentoihin. On kuitenkin huomioitava, että hankkeen rakennustyöt ovat olleet käynnissä vasta lyhyen ajan, minkä takia tietoa tulee kerätä vielä lisää luotettavampien tulosten takaamiseksi. Tästä johtuen mahdollinen jatkotutkimusaihe olisikin sopivan raportointimallin kehittäminen hanketta palvelevaksi.

Asiasanat: päästölaskenta, kuljetus, kasvihuonekaasupäästöt, hiilidioksidiekvivalentti

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

LÄHDE, JYRI:

Formation of Carbon Dioxide Emissions in Soil Transport

Bachelor's thesis 71 pages, appendices 28 pages
May 2022

In this thesis greenhouse gas emissions were calculated from soil transport in the alliance of Crown Bridges. The results were compared with emissions calculated according to the reported fuel consumption. In addition, the objective was to refine the life cycle assessment carried out for a project of Crown Bridges.

The calculation was carried out using LIPASTO-calculation system by VTT Ltd and in accordance with standard SFS-EN 16258:2012. An Excel based calculation tool was created to support the calculation. The emissions were calculated for one month at a time and considering the data of each individual transport operation. Information on completed transportation operations was obtained from load books.

The emission calculation resulted in a total of 45,2 tons of carbon dioxide equivalent. The results showed that theoretically calculated emissions followed a similar formula from one calculation to another. The emissions calculated according to the reported fuel consumption varied greatly compared to the emissions obtained in theoretical calculation. The average fuel consumption calculated based on the reported data showed that the reported information may not be reliable. Thus, attention should be drawn to it in the future.

Based on the thesis, it would be possible to refine the life cycle assessment by updating more accurate transport distances and filling rates to replace the default values. However, construction work on the project of Crown Bridges has only been underway for a short period. Therefore, information should be collected over a longer period for more reliable results. Due to this, developing a reporting model to serve the project is suitable for further research.

Key words: emission calculation, transport, greenhouse gas emissions, carbon dioxide equivalent

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TEORIA	7
	2.1 Ympäristötavoitteet	7
	2.2 Hiilijalanjälki	8
	2.3 Tieliikenteen päästöt	9
	2.3.1 Hiilidioksidi.....	10
	2.3.2 Hiukkaspäästöt.....	11
	2.3.3 Typen oksidit	11
	2.3.4 Hiilimonoksidi.....	12
	2.3.5 Fluoratut kasvihuonekaasut.....	12
	2.4 Elinkaariarviointi (LCA).....	12
	2.5 Standardit.....	15
3	CASE KRUUNUSILLAT–ALLIANSSI.....	17
4	CEEQUAL–ARVIOINTIMENETELMÄ	18
	4.1 Hiilidioksidipäästöjen hallinta ja vähentäminen	18
	4.2 Energian ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen toiminnassa.....	20
5	PÄÄSTÖLASKENTA.....	22
	5.1 Laskennan lähtökohdat	22
	5.2 Laskennan kuvaus	22
	5.3 Laskennan rajaus.....	23
	5.4 Laskennan syötteen ja kuljetusmatkat	24
	5.5 Käytetyt laskentamenetelmät ja päästökertoimet.....	25
	5.5.1 Laskentaesimerkki 1	28
	5.5.2 Laskentaesimerkki 2.....	30
	5.6 Päästöjen laskeminen polttoaineen kulutuksesta.....	31
6	TULOKSET	33
7	POHDINTA	37
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	44
	Liite 1. Ote päästölaskentatyökalusta	44
	Liite 2. Kuljetuksista kootut tiedot ja lasketut päästöt.....	46
	Liite 3. Yksikköpäästötaulukot (VTT 2017b).....	54

LYHENTEET JA TERMIT

CEEQUAL	Civil Engineering Environmental Quality Assessment, kestävän kehityksen arviointimenetelmä rakennetun ympäristön arviointiin
CH ₄	metaani, hiilidioksidin ohella yksi merkittävimmistä kasvihuonekaasuista
CO	hiilimonoksidia eli häkää muodostuu polttoaineen epäpuhtaassa palamisessa
CO ₂	hiilidioksidi, hiilestä ja hapesta koostuva kemiallinen yhdiste
CO ₂ -ekv tai CO ₂ -e	hiilidioksidiekvivalentti, kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta
EN 16258	eurooppalainen standardi kuljetuspalvelujen energiankulutuksen ja kasvihuonekaasupäästöjen laskenta- ja ilmoitusmenetelmistä tavara- ja henkilökuljetuksille
F-kaasut	fluoratut kasvihuonekaasut, käytetään yleensä korvaamaan otsonikerrosta heikentäviä aineita muun muassa kylmä- ja ilmastointilaitteissa. Näitä ovat fluorihilivedyt (HFC-yhdisteet), perfluorihilivedyt (PFC-yhdisteet) ja rikkiheksafluoridit (SF ₆)
GHG	greenhouse gas, kasvihuonekaasu on yhdiste, joka absorboi lämpöä ja palauttaa siitä osan takaisin maapallopelle ilmakehässä ollessaan
GWP	global warming potential, ilmaston lämpenemispotentialia
hiilijalanjälki	tuotteen tai toiminnan aiheuttama ilmastokuorma
LCA	life cycle assessment, elinkaariarviointi on menetelmä, jolla arvioidaan tuotteen, toiminnan tai palvelun ympäristövaikutuksia sen koko elinkaaren ajalta
N ₂ O	dityppioksidi eli typpioksiduuli tai ilokaasu
tkm	tonnikilometri, mittayksikkö tavaraliikenteen suoritteelle, jossa tonni tavaraa kuljetetaan yhden kilometrin matkan

1 JOHDANTO

Päästöjen vähentäminen, luonnonvarojen kestävä käyttö sekä ilmastonmuutoksen hillintä ovat entistäkin tärkeämpiä teemoja myös infra-alalla. Rakennettu ympäristö tuottaa Suomessa yli kolmanneksen kasvihuonekaasupäästöistä, joiden vähentäminen kuuluu olennaisesti Suomen tavoitteisiin hiilineutraaliudesta vuoteen 2035 mennessä (Kuitunen M. 2022).

Lopputyön lähtökohtana on laskea maa-ainesten kuljetuksesta muodostuvat hiilidioksidipäästöt Kruunusillat-allianssin Hakaniemen osaprojektilta. Teoreettisten kertoimien avulla toteutuneista kuljetuksista tehtyjen laskentojen tuloksia vertaillaan ilmoitettujen polttoaineen kulutusten mukaan laskettuihin hiilidioksidipäästöihin. Laskelmissa hyödynnetään Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ylläpitämää LIPASTO-laskentajärjestelmää ja muita internetistä löytyviä päästötietokantoja, kuten Tilastokeskuksen (2021a) Polttoaineluokitusta 2021. Laskenta toteutetaan työtä varten tehtyä Excel-laskentatyökalua hyödyntäen sekä SFS EN 16258:2012 standardia noudattaen.

Kruunusillat-allianssin työssä korostuu vastuullisuus, joka edellyttää valintojen taloudellisten, sosiaalisten ja ekologisten vaikutusten arviointia. Vähähiilisyys on myös hankkeelle tärkeä arvo, jonka takia hankkeessa suositellaan käytettäväksi mahdollisuuksien mukaan vähäpäästöisiä ratkaisuja. (Sitowise 2022.) Maanajoa tehdään hankkeella vielä useampi vuosi, minkä takia työn lopputulosta voidaan mahdollisesti hyödyntää hankkeen edetessä. Työllä pyritään myös tarkentamaan hankkeelle tehtyjä elinkaarilaskentoja kuljetusten osalta sekä hakemaan vastauksia tältä osin CEEQUAL- arviointijärjestelmän kysymyksiin.

Työ toteutettiin keväällä 2022 Sitowise Oy:n toimeksiannosta osana Tampereen ammattikorkeakoulun Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusta. Työn onnistumisen takasi Sitowise Oy:n ja Kruunusillat-allianssin laadukas ja vastuullinen tapa toimia ja haluanikin kiittää mukana olleita tuesta ja kannustuksesta.

2 TEORIA

2.1 Ympäristötavoitteet

Kotimaan liikenteestä syntyneet kasvihuonekaasut olivat noin 21 prosenttia kai-kista Suomen kasvihuonekaasuista vuonna 2019. EU-lainsäädännön mukaan taakanjakosektorilla Suomen tulee vähentää kasvihuonekaasupäästöjään vuo-desta 2005 yhteensä 39 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjään vuoteen 2030 mennessä ainakin 55 prosenttia verrattuna vuoden 1990 tasoon.

Taakanjakosektorin päästöistä suurin osuus (noin 40 %) syntyy liikenteestä, minkä takia liikenteen päästövähennyksillä on merkittävä rooli vuoden 2030 ta-voitteiden saavuttamiseksi. Taakanjakosektoriin kuuluvat liikenteen osalta tie-, vesi- ja raideliikenteen päästöt.

Vuoteen 2030 mennessä Suomi on kansallisella tasolla sitoutunut vähentämään taakanjakosektorille kuuluvia kotimaan liikenteen päästöjä ainakin 50 prosenttia. Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kotimaan liikenteen kasvihuonekaasu-päästöjen vähentämisestä toukokuussa 2021. Tavoitteena on puolittaa vuoteen 2030 mennessä kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöt sekä saada vii-meistään vuoteen 2045 mennessä liikenne nollapäästöiseksi. (Liikennefakta 2021.)

Kansalliseen energia- ja ilmastostrategiaan sisältyvät Suomen energia- ja ilmas-topoliitiikan keskeiset linjaukset. Suomen tavoitteena onkin kasvattaa 30 % bio-polttoaineiden energiasisällön osuutta jakelijan kulutukseen toimittamien mootto-ribensiinin, biopolttoaineiden ja dieselöljyn energiasisällön kokonaismäärästä vuoteen 2029 mennessä sekä pitää tämä taso siitä eteenpäin. (Eduskunta 2019.)

Helmikuussa 2022 Tilastokeskuksen (2022) julkaisemasta Excel-tiedostosta sel-viää, että sekoitevelvoitteen takia vuoden 2022 tiedoista alkaen oletettu biodie-selin osuus dieselin tilavuudesta on 26 prosenttia, kun Tilastokeskuksen (2021a) mukaan vielä vuonna 2021 oletusarvona käytettiin 12 prosenttia.

2.2 Hiilijalanjälki

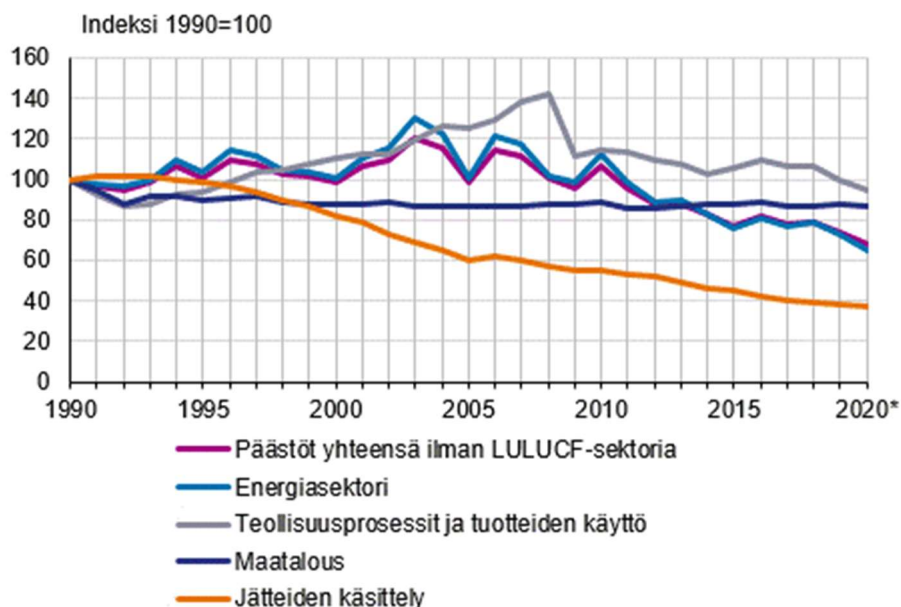
Hiilijalanjälki on termi, jota käytetään rakentamisen ympäristövaikutuksista aiheutuville hiilidioksidipäästöille. Se kuvaa esimerkiksi rakennusmateriaalin tai rakenteen elinkaaren aikana syntyvää hiilidioksidi- ja hiilidioksidiekvivalenttipäästö määrää. (Suomela 2019, 22.) Hiilijalanjälki on elinkaariarvioinnista yksinkertaistettu versio, jossa otetaan huomioon vain kasvihuonekaasupäästöt eli ilmastonmuutos-vaikutusluokka (GWP, global warming potential). Hiilijalanjäljen avulla pystytään ilmaisemaan tuotteen tai palvelun elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt. Yksikkönä hiilijalanjälkilaskelmissa käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂-ekv.). (Teittinen T., Dettenborn T., Pahkakangas S. 2020, 8.)

Hiilidioksidiekvivalentti on eri kasvihuonekaasujen yhteenlaskettu ilmastoja lämmittävä vaikutus, joka on suhteellinen hiilidioksidin aiheuttaman vastaavan vaikutuksen kanssa. Hiilidioksidin lisäksi yleisimpiä hiilijalanjälkilaskelmissa käytettyjä kasvihuonekaasuja ovat metaani (CH₄) sekä typpioksiduuli (N₂O). Jokaisella kasvihuonekaasulla on olemassa omat kertoimensa. Hiilidioksidiekvivalenttipäästö lasketaan kaavalla: $CO_{2-ekv} = 1 CO_2 + 25 CH_4 + 298 N_2O$. (Maunola 2019, 14.)

Rakennuksen tai rakenteen hiilijalanjälki koostuu rakennusmateriaalien valmistuksesta, kuljetuksesta, kunnossapidosta, korjauksesta, työmaatoiminnoista, veden ja energian käytöstä, materiaalien vaihdoista, rakenteiden purkamisesta ja materiaalien loppukäsittelystä. Laadultaan CO₂-päästöistä on rakennusmateriaalien osalta saatavilla vaihtelevaa tietoa useista eri lähteistä, jonka takia tiedon hallinnan kannalta on tärkeää, että tiedot noudattavat yhteistä standardia (EN 15804). (Bionova Oy 2017, 2.)

Tilastokeskuksen ennakkotietojen perusteella kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt vuonna 2020 olivat noin 48,1 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia (milj. t CO₂-ekv.), joka on 9 prosenttia vähemmän kuin vuonna 2019. Ilmastopimuksen raportointikäytännön mukaan LULUCF-sektorin eli maankäytön ja sen muutoksien sekä metsätalouden päästöjä ja poistumia ei ole mukana kokonaispäästöissä, ellei siitä ole erikseen mainittu. Vuonna 2020 LULUCF-sektorin nettolielu oli 17,2 miljoonaa hiilidioksidiekvivalenttitonnia eli edeltävää vuotta 27

prosenttia suurempi. Kun LULUCF-sektorin nettoielu otetaan huomioon kokonaispäästöt vuonna 2020 olivat 30,9 milj. t CO₂-ekv. Kuviossa 1 on esitetty Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys sektoreittain vuodesta 1990 vuoteen 2020. (Tilastokeskus 2021b.)



KUVIO 1. Suomen kasvihuonekaasupäästöjen kehitys sektoreittain (Tilastokeskus 2021b)

2.3 Tieliikenteen päästöt

Ajoneuvojen päästöjä ovat yleensä pakokaasupäästöt sekä hiilidioksidipäästöt, jotka syntyvät polttoaineen palamistuotteena. Hiilimonoksidi- (CO), typenoksidi- (NO_x), hiilivety- (HC) sekä pienhiukkaspäästöt (PM), ovat EU-lainsäädännöllä säänneltyjä pakokaasupäästöjä. (Autoalan tiedotuskeskus n.d.a..) Autoalan tiedotuskeskuksen mukaan niin sanottuihin säänneltyihin päästöihin eivät kuulu hiilidioksidipäästöt, sillä niille ei ole lainsäädännössä asetettu vastaavia raja-arvoja. Hiilidioksidipäästöjen määrää kuitenkin ohjaa autojen valmistajille asetetut keskipäästöt koskevat tavoitearvot. Pakokaasupäästöistä puhuttaessa on tärkeää erottaa hiilidioksidipäästöt ja säännellyt päästöt toisistaan. Lainsäädännössä on määritelty kaikkia EU-maissa ensirekisteröityjä uusia ajoneuvoja koskevat Euro-raja-arvot. Ne ovat enimmäisarvoja, jotka ajoneuvojen tulee alittaa läpäistäkseen tyyppihyvaksynnän. (Autoalan tiedotuskeskus n.d.b..)

Jokaiselle EURO-luokalle on määritetty omat päästömääränsä ja mitä alhaisempi EURO-luokka on kyseessä, sitä korkeammat päästömäärät ovat. Taulukossa 1 on esitetty EURO-luokituksen mukaiset päästörajat dieselkäyttöisille raskaille ajoneuvoille kuormittamattomana testattuna. Taulukkoa on yksinkertaistettu poistamalla eri variaatiot ja esittämällä vain korkeimmat sallitut päästörajat. Siinä on esitetty hiilimonoksidin, typen oksidien, hiukkasten ja hiilivety-yhdisteiden lisäksi myös hiukkasten lukumäärä (PN).

TAULUKKO 1. Euroluokat raskaille ajoneuvoille (Dieselnet 2021)

Luokka	CO	HC	No _x	PM	PN
	g/kWh				1/kWh
EURO I	4,5	1,1	8,0	0,612	-
EURO II	4,0	1,1	7,0	0,25	-
EURO III	2,1	0,66	5,0	0,10	-
EURO IV	1,5	0,46	3,5	0,02	-
EURO V	1,5	0,46	2,0	0,02	-
EURO VI	1,5	0,13	0,4	0,01	8,0*10 ¹¹

Nykyinen EURO 6 -standardi on koskenut uusien ajoneuvotyyppien tyyppihyväksyntää 1.9.2014 alkaen ja niiden ensirekisteröintiä ja myyntiä 1.9.2015 alkaen. EURO 6 -standardin myötä dieselkäyttöisten autojen typen oksidien määrään liittyvät rajoitukset tiukkenivat merkittävästi. EURO 5 -päästöluokassa NO_x-raja oli 180 mg/km, kun nykyinen raja on 80 mg/km. Typen oksidien lisäksi myös hiilivety-päästöjen rajaa tiukennettiin. Henkilöautoissa dieselmootoreilla ja bensiinimootoreilla on omat määräyksensä ja EURO 6 -standardi ei muuttanutkaan bensiinikäyttöisten autojen päästörajoja välittömästi, vaan kyseinen hiukkaspäästöraja tuli voimaan bensiinikäyttöisille autoille vasta vuonna 2017. (Motiva Oy. 2022.)

2.3.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidia (CO₂) syntyy polttoaineen täydellisestä palamisesta vesihöyryn ohella. Terveysvaikutuksia hiilidioksidilla ei ole, mutta se on kasvihuoneilmiötä aiheuttavista kaasuista merkittävin. Hiilidioksidin määrä on suoraan verrannollinen kulutetun polttoaineen määrään riippumatta ajo-olosuhteista. Käytettävissä

ei ole vielä tekniikkaa, jolla hiilidioksidia voitaisiin poistaa pakokaasusta kohtuulliseksi. Yhdestä litrasta fossiilista bensiiniä syntyy hiilidioksidia 2350 grammaa ja dieselöljylitrasta 2660 grammaa.

Biopolttoaineita käyttämällä pystytään alentamaan hiilidioksidipäästöjä, vaikka suurta eroa syntyvistä päästöistä kulutettua polttoainelitraa kohden ei synny. Laskennallisesti voidaan kuitenkin todeta päästöjen alentuneen, sillä tuotettaessa biopolttoaineen raaka-ainetta hiiltä sitoutuu uudelleen raaka-aineeseen. (VTT 2017a.)

2.3.2 Hiukkaspäästöt

Hiukkaset eli partikkelit syntyvät palotilassa. Ne ovat pieniä nestemäisiä tai kiinteitä hiukkasia, joista pienhiukkaset ovat terveysvaikutuksiltaan kaikista haitallisimpia. Katalysaattorit ovat vähentäneet hiukkaspäästöjä sekä muita säänneltyjä päästöjä bensiinikäyttöisissä autoissa huomattavasti. Dieselmootoreiden hiukkaspäästöjä on saatu vähennettyä kehittämällä moottoritekniikkaa ja polttoaineita, mutta myös pakokaasupäästöjä puhdistavien hiukkassuodattimien yleistyamisellä. (Autoalan tiedotuskeskus n.d.b..)

2.3.3 Typen oksidit

Typen oksideja (NO_x) syntyy, kun ilman typpi sitoutuu happeen moottorin palotilan lämpötilan ja paineen ollessa korkea. Typen oksidien kokonaispäästöjen määrästä noin 90 prosenttia on typpimonoksidia ja noin 10 prosenttia on typpioksidia, joka vaikuttaa hengityselinten toimintaan haitallisesti. Vaikka typpimonoksidin osuus on suurempi, ilmakehään vapautuessaan se kuitenkin reagoi hapen kanssa, jonka seurauksena ilmakehässä siitä muodostuu typpioksidia. Erityisesti dieselautoilla typen oksidipäästöt ovat ongelmallisia, minkä takia erilaisilla pelkistävillä katalysaattoreilla on pyritty vähennetty niiden määrää. (Autoalan tiedotuskeskus n.d.b..)

2.3.4 Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidia eli häkää muodostuu polttoaineen epäpuhtaassa palamisessa. Hiilimonoksidipäästöjen lähteenä ovat erityisesti vanhat bensiinikäyttöiset autot. Terveysriskit korostuvat erityisolosuhteissa, joissa häkä ei pääse nopeasti muuttamaan hiilidioksidiksi reagoimalla ilmakehässä olevan hapen kanssa. Tämänlaisia erityisolosuhteita ovat muun muassa tunnelit sekä pysäköintilaitokset. Koko Suomen hiilimonoksidipäästöistä noin puolet ovat liikenteestä peräisin sekä pääosa kaupunkien hiilimonoksidipäästöistä johtuvat liikenteen pakokaasupäästöistä. Myös CO-päästöjä pystytään vähentämään huomattavasti katalysaattoreiden avulla. (Autoalan tiedotuskeskus n.d.b..)

2.3.5 Fluoratut kasvihuonekaasut

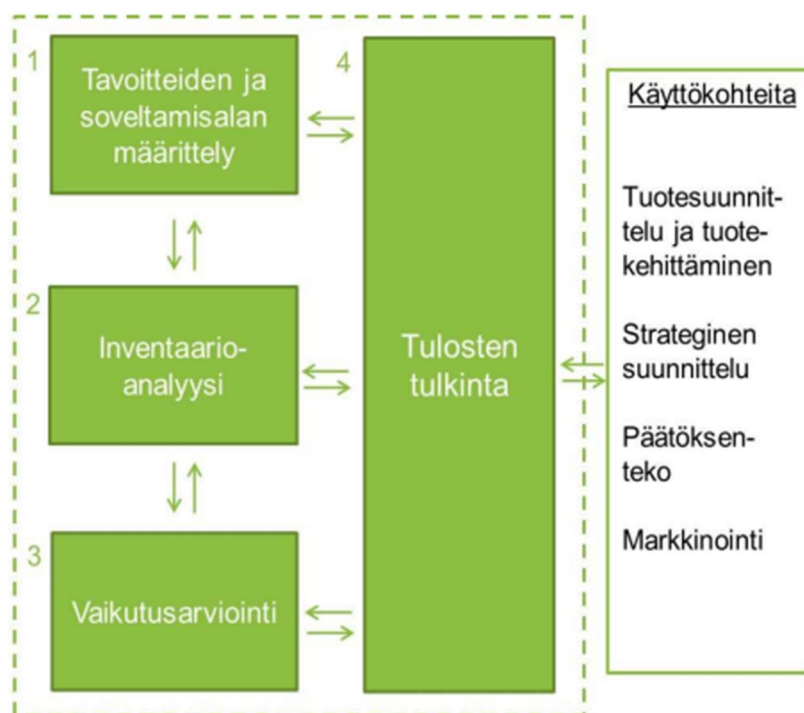
Toisin kuin useilla kasvihuonekaasuilla, fluoratut kaasut ovat peräisin ihmisten toiminnasta eikä niillä ole luonnollisia lähteitä. Näitä kaasuja vapautuu, kun niitä käytetään otsonikerrosta heikentävien aineiden korvikkeina. Useilla fluoraatuilla kaasulla on erittäin korkea ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP) verrattuna muihin kasvihuonekaasuihin, jonka takia pienet ilmakehän pitoisuudet voivat johtaa nopeampaan maapallon lämpenemiseen. Fluorattuihin kaasuihin kuuluu muun muassa fluorihilivedyt (HFC), perfluorihilivedyt (PFC), rikkiheksafluoridi (SF₆). Näiden yhdisteiden tärkein päästölähde on niiden käyttö kylmäaineina esimerkiksi ajoneuvojen ja rakennusten ilmastointijärjestelmissä. (EPA 2021.)

2.4 Elinkaariarviointi (LCA)

Elinkaariarviointi (life cycle assessment) on menetelmä minkä tahansa tuotteen tai palvelun vaatimien resurssien ja ympäristövaikutuksien analysointiin ja arviointiin. Täydellisen elinkaariarvioinnin tekeminen on varsin työlästä ja aikaa vievää, koska tuotteen elinkaari sisältää materiaalien ja raaka-aineiden ottamisen luonnosta, niiden prosessoinnin, kuljetuksen, itse tuotteen valmistuksen, jakelun, käytön, huollon, uudelleenkäytön, kierrätyksen sekä hylkäämisen. Elinkaariarviointi toteutetaan usein kevyemmässä muodossa. Tällöin voidaan rajata arviointi johonkin pienempään osaan tuotantoprosessista tai tuotejärjestelmästä ja

tarkastella vain jotain tiettyä päästöä (esimerkiksi hiilidioksidipäästöt) tai ympäristövaikutusta. Yleensä elinkaariarviointi suoritetaan kullekin alalle kehitettyjen ohjelmistojen avulla.

Elinkaariarvioinnissa käytetään kansainvälisiä ISO-standardeja (SFS-EN ISO 14040 ja 144040), jotka ohjaavat arviointia. Arviointiin kuuluu neljä standardien mukaista vaihetta, jotka on esitetty kuviossa 2. (Suomen ympäristökeskus 2017, 2–3.)



KUVIO 2. Elinkaariarvioinnin vaiheet ja käyttökohteita ISO 144040:2006 mukaan (Suomen ympäristökeskus 2017, 3)

Vaiheessa 1 päätetään arvioinnin tavoitteet ja soveltumisala, jotka sisältävät muun muassa arvioinnin syyt, tarkoituksen, yksityiskohdat, tarkastelun ajanjakson, tuloksien hyödyntäjät, rajoittavat tekijät sekä vaatimukset raportoinnissa. Hyvin suoritettu määrittelyvaihe antaa selkeän ja tehokkaan pohjan arvioinnille.

Inventaarioanalyysin aikana kerätään tarvittavat tiedot koko tuotantojärjestelmästä, jota yhdistävät erilaiset energia- ja materiaalivirrat. Nämä tiedot käsittävät tuotteen koko elinkaaren. Arvioinnin soveltumisala ja tavoitteet määrittävät tiedon tarpeen sekä niiden yksityiskohtaisuuden. Useimmiten tulee huomioida ainakin keskeisimmät yksikköprosessit. Usein käytetään myös rajaussääntöjä, jolloin

päätetään esimerkiksi, että arviointiin on liitettävä vähintään 95 prosenttia vaikutuksista. (Suomen ympäristökeskus 2017, 3.)

Vaihe 3 on vaikutusarviointi, jonka tavoitteena on tarkastella haitallisten toimenpiteiden tai päästöjen potentiaaliset vaikutukset niin sanotuille ”suojeltaville kohteille”. Suojeltavia kohteita voivat olla esimerkiksi ympäristö ja luonnonvarat sekä ihmisten terveys, joita yleisesti kutsutaan vaikutusarvioinnin loppupisteiksi, kun taas potentiaaliset ympäristövaikutukset mielletään useimmiten vaikutusarvioinnin keskipisteiksi tai niin sanotuiksi vaikutusluokkaindikaattoreiksi. Vaikutusarviointivaihe suoritetaan yleensä jonkin LCA-ohjelmiston avulla, käyttäen inventaarioanalyysin aikana koottuja tietoja.

Vaikutusarviointi toteutetaan käytännössä luokittelemalla inventaarioanalyysin tiedot yhteen tai useampaan vaikutusluokkaan. Lisäksi tietojen yksiköt muunnetaan yhdenmukaisiksi karakterisointikertoimilla ja saadut tulokset yhdistetään kunkin vaikutusluokan sisällä. Näin ollen laskennan tulokseksi saadaan yksittäinen lukuarvo, joka kuvastaa koko vaikutusluokan indikaattoritulosta.

Vaikutusarvioinnissa voidaan käyttää myös erilaisia toimenpiteitä kuten normalisointi, ryhmittely ja painotus. Normalisoinnilla tarkoitetaan tulosten esittämistä suhteessa valittuun vertailuarvoon, joka voi liittyä esimerkiksi arvioitavan kohteen alueellisiin tietoihin. Tuloksia suhteuttamalla helpotetaan tulosten ymmärtämistä. Ryhmittelyllä voidaan luokitella vaikutusluokkia eri ryhmiin esimerkiksi tärkeysjärjestyksen mukaan. Painotuksessa sen sijaan muokataan vaikutusluokkien indikaattorituloksia painotustekijöitä käyttäen. Ryhmittelyssä ja painotuksessa tuloksiin vaikuttavat arvovalinnat, joilla useimmiten ei ole tieteellistä perustaa. Tämän vuoksi niitä kannattaa käyttää harkiten sekä hyvin perustellen ja dokumentoiden.

Viimeinen eli neljäs vaihe on tulosten tulkinta, jossa tehdään johtopäätökset ja toimenpidesuoritukset saatujen tulosten pohjalta. Tässä vaiheessa tulee myös tunnistaa tuloksiin vaikuttavat tekijät, tulosten johdonmukaisuus ja niiden täydellisyys sekä herkkyydet. Valittujen menetelmien, rajoitusten ja lähtötietojen laadun vaikutukset sekä epävarmuuksien analysointi täydentävät tulosten tulkintaa. (Suomen ympäristökeskus 2017, 4.)

2.5 Standardit

Standardit ovat asiakirjoja, jotka sisältävät ohjeita, suosituksia tai vaatimuksia esimerkiksi tuotteiden ominaisuuksille ja niiden valmistukselle tai testaukselle sekä palveluille tai järjestelmille. Standardit voivat olla kansallisia, eurooppalaisia tai kansainvälisiä eli maailmanlaajuisia. (SFS ry n.d..)

Jokaisella standardilla on oma tunnus, josta tulee ilmi monta asiaa. Kuviossa 3 on esitetty tunnuksen eri osat sekä kerrottu mitä ne tarkoittavat. Jos tunnuksesta on useampia kirjainyhdistelmiä kuten kuviossa 3, tarkoittaa tämä sitä, että kyseinen standardi on voimassa kaikilla kyseisillä alueilla. SFS tarkoittaa, että standardi on vahvistettu suomessa. Jos jokin standardi olisi esimerkiksi Ruotsissa vahvistettu, olisi SFS:n tilalla SS. (SFS ry n.d..)



KUVIO 3. Standardin tunnuksen rakenne (SFS ry n.d.)

SFS-EN 16258:2012 Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)

SFS-EN 16258:2012 on eurooppalainen standardi, jossa esitellään yleiset laskenta- ja ilmoitusmenetelmät kuljetuspalveluista (tavara- ja henkilökuljetuksista) aiheutuville energiankulutuksille sekä kasvihuonekaasupäästöille. Siinä määritellään yleiset periaatteet, laskentamenetelmät, rajaukset, jakosäännöt ja aineistoa koskevat suositukset. Tavoitteena on viedä eteenpäin standardisoitujen tarkkojen, uskottavien ja todennettavissa olevien selostusten laatimista kuljetusten energiankulutuksen ja kasvihuonepäästöjen osalta. (SFS-EN 16258:2012, 6.)

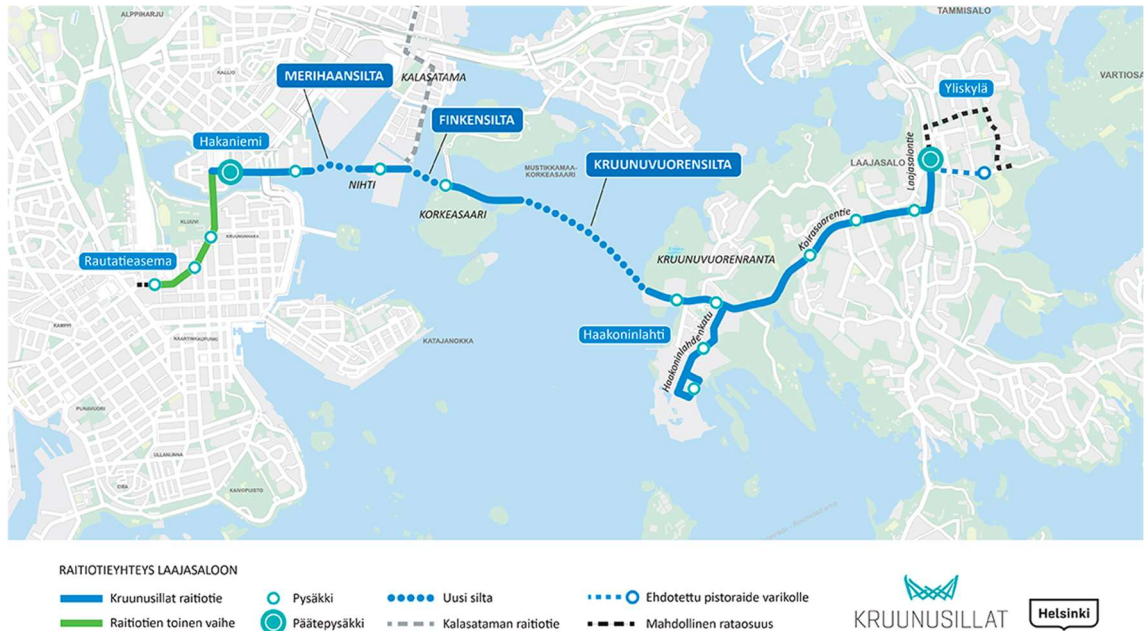
Standardissa on määritetty kasvihuonekaasupäästöjen laskennassa käytettäväksi kuutta kaasua: hiilidioksidia (CO₂), metaania (CH₄), dityppioksidia (N₂O), fluorihiihivetyjä (HFC), perfluorihiihivetyjä (PFC) sekä rikkiheksafluoridia (SF₆). Kasvihuonekaasupäästöjen määrät ilmoitetaan massoina, kuten hiilidioksidiekvivalentin (CO₂-e) grammoina (g), kilogrammoina (kg) tai tonneina (t). (SFS-EN 16258:2012, 11–13.)

Laskennoissa käytettävien ajoneuvojen toiminnallisia ominaisuuksia ovat muun muassa: matkan pituus, polttoaineenkulutus tietyllä matkalla, lasti, kuormituskerroin, ajoneuvon kapasiteetti sekä tyhjänä ajetun matkan pituus. Standardissa kerrotaan myös selvästi mitä lähtöarvoja laskennoissa tulee käyttää. Suositeltavuusjärjestys arvoille on: (1) mitatut ominaisarvot, (2) liikenteenharjoittajakohtaiset arvot, (3) liikenteenharjoittajan kalustokohtaiset arvot ja (4) oletusarvot. Oletusarvoja käytettäessä arvot tulisi olla otettu uusimmista mahdollisista julkaistuista kirjallisista lähteistä. (SFS-EN 16258:2012, 14–15.)

Tavarankuljetuksessa kuljetussuorite tulisi laskea kertomalla tavarán määrä kuljetusmatkan pituudella. Kuljetettavan tavarán määrán mittayksikkönä tulee olla sen massa ja matkan yksikkönä kilometrit. Kuljetussuoritteen yksiköksi saadaan tällöin tonnikilometri (tkm). (SFS-EN 16258:2012, 18.)

3 CASE KRUUNUSILLAT–ALLIANSSI

Tapaustutkimuksen kohteena toimii Kruunusillat-raitiotie, joka sijaitsee Helsingissä. Raitiotie yhdistää Laajasalon, Korkeasaaren sekä Kalasataman Helsingin keskustaan. Lisäksi se luo uuden reitin jalankulkijoille ja pyöräilijöille merellisellä näköalalla. (Kruunusillat 2022.) Tulevan raitiotien reitti on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1. Tulevan raitiotien reitti (Kruunusillat 2022)

Allianssi aloitti työnsä marraskuussa 2019 ja allianssiorganisaatioon kuuluu Helsingin kaupunki, Sitowise Oy, YIT Suomi Oy, NRC Group Finland Oy, Sweco Infra & Rail Oy sekä Ramboll Finland Oy.

Kruunusillat-raitiotien tarkoituksena on luoda kaupunkikuvallisesti ja teknisesti korkeatasoinen siltayhteys osana merellistä Helsinkiä. Turvallinen, sujuva ja luotettava kävelyn, pyöräilyn ja raitioliikenteen yhteys tehostaa liikennejärjestelmää osana verkostomaista kaupunkirakennetta. Se edistää kestävän liikkumisen kulkumuotoja sekä kytkee kasvavan Laajasalon osaksi kantakaupunkia. (Erkkilä, L. & Hänninen, L. 2022.)

4 CEEQUAL-ARVIOINTIMENETELMÄ

Kruunusillat-allianssissa käytössä oleva kansainvälinen CEEQUAL on näyttöön perustuva kestävän kehityksen arviointi-, luokitus- ja palkintojärjestelmä infra-, maa- ja vesirakentamisen, maisemoinnin sekä julkisten alueiden projekteille. CEEQUAL:in pyrkimys on toimittaa paranneltuja maa- ja vesirakennustöiden projektispesifikaatioita, suunnittelua ja rakentamista.

CEEQUAL on itsearviointiprosessi, jonka suorittaa koulutettu CEEQUAL-arvioija. CEEQUAL-käsikirjan ja verkkopohjaisen arviointialustan avulla arvioija suorittaa kestävän kehityksen arviointia, kirjaa syntyneet pisteet ja niistä saadut todisteet. Kolmannen osapuolen tarkastuksen projekteille tekee CEEQUAL:in nimeämä todentaja. Arvioinnin tuloksena syntyy ratifioidut CEEQUAL-pisteet ja -luokitus, jotka myönnetään jokaiselle hankekumppanille.

Järjestelmällä palkitaan projekti- ja sopimustiimejä, joissa asiakkaat, suunnittelijat ja urakoitsijat ylittävät oikeudelliset, ympäristölliset ja sosiaaliset minimiit saavuttaakseen erottuvan ympäristöllisen ja sosiaalisen suorituskyvyn työssään. CEEQUAL rohkaisee pohtimaan kestävyyskysymyksiä projektin kaikissa vaiheissa, kannustaa korkeampiin kestävän kehityksen standardeihin ja palkitsee tämän saavuttaneita työryhmiä. (Bre Global Ltd n.d..)

CEEQUAL sisältää useita kategorioita ja kysymyksiä, mutta tätä opinnäytetyötä ajatellen eniten koskettavat kysymykset ovat esitetty kappaleissa 4.1 ja 4.2. Pääasiassa opinnäytetyön laskentaa koskeva kysymys on elinkaarilaskennassa määritettyjen hiilidioksidipäästöjen sekä energian kulutuksen vähentämistä hankkeen toteutuksen aikana.

4.1 Hiilidioksidipäästöjen hallinta ja vähentäminen

CEEQUAL:in teknisen käsikirjan (BRE Global Ltd. 2020) kohdan ”7.2 Reducing whole life carbon emissions” tavoitteena on ohjata koko elinkaaren hiilidioksidipäästöjen arviointia, raportointia ja vähentämistä koko projektin ajan. Tähän sisältyy muun muassa suunnittelu, toteutus, luovutus sekä tulevaisuuden hallinta.

”7.2.1 Carbon management” eli hiilidioksidin hallinta on yksi hiilidioksidipäästöjen vähentämisen arviointikriteereistä. Sillä mitataan, ollaanko hankkeen suunnittelun tai rakentamisen aikana omaksuttu hiilidioksidin hallintaa koskeva lähestymistapa, joka on täysin tai osittain PAS 2080 -standardin mukainen. PAS 2080 standardin mukaisen arvioinnin osat ovat esitetty taulukossa 2. (BRE Global Ltd. 2020, 130.)

TAULUKKO 2. PAS 2080 -standardin mukainen lähestymistapa (BRE Global Ltd 2020, 130)

	Parts of PAS 2080 conformed with					Credits (per stage)
	Clause 7 Quantification of GHG emissions	Clause 8 Target setting, baseline setting and monitoring	Clause 9 Reporting	Clause 10 Continual improvement	All other clauses	
(a)	✓	✗	✗	✗	✓	4
(b)	✓	✓	✗	✗	✓	8
(c)	✓	✓	✓	✗	✓	12
(d)	✓	✓	✓	✓	✓	18

PAS 2080 sovellettavissa kaikille infra-hankkeen toimijoille, kuten omistajat/johdajat, suunnittelijat, rakentajat sekä tuotteiden ja materiaalien toimittajat. Sen vaatimusten noudattaminen auttaa kaikkia arvoketjun jäseniä ymmärtämään ja hallitsemaan hiilidioksidin liittyviä asioita infra-hankkeen alusta aina sen loppuun asti. PAS 2080 koskee myös yhtä lailla yksittäisiä resursseja tai ohjelmia. Arvoketjun asiaankuuluvien jäsenten tulee olla mukana hiilidioksidin hallintaprosessissa projektin jokaisessa vaiheessa. Jos PAS 2080:n kanssa haetaan vain osittaista yhdenmukaisuutta, tulee rakennushankkeen strategisessa vaiheessa olla mukana vähintään asiakas, suunnitteluvaiheessa suunnittelua tekevät organisaatiot ja rakennusvaiheessa pääurakoitsija. (BRE Global Ltd. 2020, 131.)

Kohdassa 7.2.3 Hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteiden saavuttamisella (Achieving carbon reduction targets) mitataan sitä, kuinka hanke on saavuttanut hiilidioksidipäästöjen vähentämistavoitteensa, jotka määritettiin hiilidioksidin hallintaprosessissa 7.2.1. Hanke voi saada tästä täydet pisteet, kun asetetut tavoitteet on saavutettu tai ylitetty. Vaikka tavoitteita ei saavutettaisi, voi pisteitä kertyä,

kun pystytään todistamaan julkisesti, että tilanteesta on opittu ja siitä on dokumentoitu asian mukaisesti. Hiilidioksidipäästävähennyksille ei ole asetettu kiinteää vaatimustasoa, koska päästöt tulee laskea ja arvioida suhteessa kunkin hankkeen erityispiirteisiin. Tämä kuitenkin edellyttää, että hankkeelle on määritetty päästöjen määrä, asetettu vankka päästöjen vähennystavoite ja osoitettu, että asianmukaiset toimet ovat johtaneet hiilidioksidipäästöjen vähenemiseen. (BRE Global Ltd. 2020, 131–132.)

4.2 Energian ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen toiminnassa

CEEQUAL:in teknisen käsikirjan kohdan ”7.7 Energian käyttö” tarkoituksena on vähentää energian tarvetta ja lisätä energiatehokkuutta suunnittelun toimituksen ja käytön aikana sekä minimoida hiilidioksidipäästöt ja muut energiankulutukseen liittyvät vaikutukset. (BRE Global Ltd. 2020, 160.)

7.7.1 Energian ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen toiminnassa tarkoittaa, että suunnittelun aikana on pohdittu vaihtoehtoja hankkeen energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi käytön aikana, mukaan lukien mahdollisuus minimoida energiaa kuluttavien laitteiden tarve sekä kunnossapidon energiatarve.

Kohta 7.7.2 Energian ja hiilidioksidipäästöjen vähentämisen toteuttaminen toiminnassa tarkoittaa sitä, että suunnitteluun on sisällytetty asianmukaiset toimenpiteet energiankulutuksen ja käytön hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Pisteitä kertyy hankkeelle, kun tietty prosenttiosuus suositellusta energiankulutuksen vähennyksestä on onnistuttu säästämään. Pistemäärät kunkin prosenttiosuuden mukaan on esitetty taulukossa 3. (BRE Global Ltd. 2020, 161.)

TAULUKKO 3. Pisteiden muodostuminen energiankulutuksen tai hiilidioksidipäästöjen vähennyksestä (BRE Global Ltd. 2020, 161)

	Outcome	Credits
(a)	10% or more	14
(b)	20% or more	28
(c)	40% or more	42
(d)	60% or more	56
(e)	80% or more	70

Toiminnallisen energiankulutuksen ja toiminnallisten hiilidioksidipäästöjen vähentämistä tulisi huomioida koko elinkaaren ajalta. Toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ja vastaavat hiilidioksidiekvivalenttipäästöt voidaan raportoida käyttämällä yksikkönä hiilidioksidiekvivalenttitonni vuodessa (tCO₂-e/vuosi). Tämä voidaan laskea jakamalla vuosittainen tCO₂-e vähennys, tietyn toiminnon alun perin arvioidulla tCO₂-e määrällä ja kertomalla niiden osamäärä sadalla. Jos täydellinen elinkaariarviointi on tehty, voidaan tässä yhteydessä katsoa sopivaksi käyttää jonkin toimenpiteen mittarina jo tehtyä elinkaariarviointia, eikä välttämättä alhaisinta energiaratkaisua. Toimenpiteiden täytäntöönpanon osoittamisessa on pystyttävä osoittamaan, että alkuperäinen lähtötilanne oli nykyisten projektien normien mukainen eikä sisällä tarpeettoman paljon energiaa kuluttavia laitteita tai toimintoja. (BRE Global Ltd. 2020, 163.)

5 PÄÄSTÖLASKENTA

5.1 Laskennan lähtökohdat

Kruunusillat-hankkeen Hakaniemen osaprojektilla vuonna 2021 syksyllä ajettujen maa- ja kiviainesten kuljetusten hiilidioksidiekvivalenttipäästöjen laskenta perustui VTT:n LIPASTO yksikkötietokantaan ja sen mukaiseen laskentamenetelmään, sekä standardiin SFS-EN 16258:2012 (Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)). Laskennan lähtökohdaksi toimi Hakaniemen osaprojektilla toimineen kuljetusyrityksen täyttämät kuormakirjat sekä hankkeella toimineen henkilön ylläpitämät Excel-tiedostot, joiden perusteella saatiin laskentaan tarvittavat tiedot toteutuneiden kuljetusten osalta.

Kuljetusmatkat työmaalta eri toimipisteille, kuten välivarastointi-, jätteidenkäsittelyalueille sekä maankaatopaikoille saatiin hankkeella ylläpidetyistä tarjousvertailuun ja vähähiilisen työmaan seurantaan liittyvistä Excel-tiedostoista. Kuljetusmatkojen pituudet tarkastettiin luotettavuuden varmistamiseksi Googlen karttapalvelun avulla, kun tiedettiin työmaan sekä eri toimipisteiden osoitteet.

Päästölaskennassa käytetyt päästökertoimet eri osakuormille ja ajoneuvoille valittiin luotettavimmiksi ja parhaiten laskentaan sopiviksi arvioiduista lähteistä. Käytetyt päästökertoimet, tietolähteet ja muut laskentaan liittyvät tiedot on eritelty kohdissa 5.4.–5.5.

5.2 Laskennan kuvaus

Päästölaskennassa laskettiin päästöjä toteutuneiden kuljetusmatkojen, kuljetettujen tonnimäärien sekä teoreettisten yksikköpäästökertoimien perusteella yhteensä kuudelle eri maansiirtoajoneuvolle. Realististen yksikköpäästökertoimien valitsemiseksi laskennassa otettiin huomioon kunkin ajoneuvon koko, euroluokka sekä muut päästöihin vaikuttavat ominaisuudet. Virheiden minimoimiseksi laskenta suoritettiin itse tehtyä Excel-pohjaista laskentatyökalua käyttäen (liite 1),

joka perustui VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmään ja siinä esitettyihin kaavoihin.

Hankkeella toiminut kuljetusyritys on toimittanut kuormakirjojen lisäksi jokaisen ajoneuvon toteutuneiden ajokilometrien sekä kulutetun polttoaineen määrän erikseen jokaiselta kuukaudelta, jonka vuoksi myös päästölaskenta suoritettiin kullekin ajoneuvolle aina koko kuukauden ajalta. Näin pystyttiin vertailemaan ilmoitetun polttoaineen kulutuksen määrällä laskettuja päästöjä, teoreettisilla kertoimilla sekä toteutuneiden kuljetusten avulla laskettuihin päästöihin.

5.3 Laskennan rajaus

Laskenta rajattiin Kruunusillat-hankkeen Hakaniemen osaprojektille, koska kyseiseltä osaprojektilta oli ehtinyt kertyä jo runsaasti tietoa kuljetuksista yli puolen vuoden ajalta. Hankkeen koon ja työn luonteen kannalta onnistunut rajaus oli erittäin tärkeässä roolissa työn onnistumisen kannalta, minkä takia koko hankkeen laajuutta ei otettu työssä huomioon.

Yhden päästölaskennan ajanjakso oli yksi kuukausi, josta laskettiin kyseisen ajoneuvon kaikki kuukauden aikana ajettut matkat. Laskentaan valittiin sellaisia ajoneuvoja, joilla oli tiedossa kuljetettujen materiaalien tonnimäärät jokaiselle kuukauden ajolle. Syksyllä 2021 Sipooseen ajettuja massoja ei otettu laskennassa huomioon, sillä näistä kaikista kuljetuksista puuttuivat kuljetettujen materiaalien tonnimäärät vaa'an puuttumisen takia. Tämä vaikutti osaltaan siihen mitä ajoneuvoja laskentaan valittiin.

Laskenta rajattiin puhtaasti maa-, kivi- ja kaivuumassojen kuljetuksesta syntyviin päästöihin, eikä esimerkiksi kuormaa täyttävien työkoneiden päästöihin otettu kantaa. Päästölaskennassa otettiin huomioon ainoastaan suorat päästöt, jotka tarkoittavat tässä kuljetussuoritteiden aikana palavasta polttoaineesta syntyviä päästöjä. Työssä ei myöskään huomioitu välivarastoiden sekä maanvastaanotto- paikkojen täyttymistä tai niiden optimointia.

5.4 Laskennan syötteet ja kuljetusmatkat

Päästölaskennassa huomioitujen kuljetusmatkojen pituudet ja kuljetettujen massojen määrät koottiin kuormakirjoista sekä Excel-tiedostoista. Tarkasteltuja kuormakirjoja oli 24 viikon ajalta yhteensä noin 370 kpl, joista jotkut sisälsivät parhaimmillaan jopa 20 kuljetusta. Laskentaan valittiin kuusi sopivinta ajoneuvoa, joille laskettiin yhteensä 11 kuukauden ajot vuoden 2021 elo- joulukuun väliseltä ajalta. Kuormakirjojen sisällön vaihtelun sekä tietojen puutteiden takia laskentaa ei voitu suorittaa miltä vain ajoneuvolta, sillä muun muassa kuljetettujen tonnimäärien puuttuminen olisi vaikuttanut laskennan tuloksen luotettavuuteen merkittävästi. Esimerkki hyvin täytetyn kuormakirjan sisällöstä on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Esimerkki kuormakirjan sisällöstä

Asiakas		Liikennöistäjä				Auton rekisteritunnus				
Yrityksen / hankkeen nimi		Kuljetusyrityksen nimi				xxx-xxx				
Laskutusosoite						Auto				
Laskutusosoitteen tiedot						<input type="checkbox"/> 3 akselinen <input type="checkbox"/> 4 akselinen <input type="checkbox"/> 5 akselinen <input type="checkbox"/> puoliperävaunu <input type="checkbox"/> 7 kasetti <input type="checkbox"/> 8 kasetti <input checked="" type="checkbox"/> 9 kasetti				
Työmaa / nro			Kuljettaja							
Siltavuorenranta			Kuljettajan nimi							
Ajo-osoite				Kuormakoko						
Siltavuorenranta - Mäntsälä				30 m ³ / 46 tn						
Siltavuorenranta - Kouvola										
Pvm	Aines	Lähtöpaikka	Lastausaika	tn / m ³	Purkuaika	Purkupaikka	Matka	Työ alkoi	Työ Loppui	
25.loka	Kantava moreeni	Siltavuorenranta	11:30 - 13:00	48,08	13:50 - 14:15	Saharintie 91, Mäntsälä	54	11:00	16:00	
28.loka	Pima	Siltavuorenranta	7:30 - 9:05	45,88	11:05 - 11:40	Ekoväylä 20, Kouvola	163	7:00		
	Pima	Siltavuorenranta	14:50 - 15:45	46,18	17:55 - 18:38	Ekoväylä 20, Kouvola	163		22:00	
29.loka	Pima	Siltavuorenranta	7:30 - 7:30	46,5	11:15 - 11:45	Ekoväylä 20, Kouvola	163	7:00	15:30	
Poikkeamat (odotustunnit, syy odotukseen)										
Takaperin kasetointi										
Päivämäärä	Kuljettajan allekirjoitus				Päivämäärä	Työmaan / tilaajan allekirjoitus				
29.10.2021	Kuljettajan allekirjoitus				-	-				

Kuormakirjat olivat kuljettajan käsin täytettäviä taulukoita. Useimmiten matkan pituus puuttui kuormakirjasta, minkä takia laskennassa jouduttiin turvautumaan kuljetusmatkojen osalta hankkeella ennalta optimoituihin työmaan ja eri maanvastaanottoapaikkojen välisiin ajoetäisyyksiin. Kuljetusmatkojen pituudet työmaan ja eri toimipisteiden välillä on esitetty taulukossa 5. Jokaiselle kuljetusmatkalle on määriteltävä maantieajon ja katuajon osuudet sekä myös arvio kuljetusmatkasta vastaanottoapaikan sisällä. Työmaan ja vastaanottoapaikkojen alueella ajatut kilometrit on luettu päästölaskennassa yhteen katuajon osuuden kanssa.

TAULUKKO 5. Kuljetusmatkojen pituudet työmaalta toimipisteille

Vastaanottoaika	Etäisyys työmaalta km	Etäisyys työmaalta yht. km
Läntinen teollisuuskatu 30, 02920 Espoo	20+7+1	28
Hausjärven teollisuusjätekeskus, Kuulojankatu, 12210 Hausjärvi	77+6+1	84
Kouvolan teollisuusjätekeskus, Ekoväylä 20, 46860 Kouvola	160+1+2	163
Salon teollisuusjätekeskus, Helsingintie 541, 24100 Salo	110+10+2	122
Valkeakosken teollisuusjätekeskus, Marjosaarentie, 37600 Valkeakoski	145+4+2	151
Karanojan jätteidenkäsittelyalue, Karanojantie 145, 13430 Hämeenlinna	100+2+2	104
Heinsuon käsittelykeskus, Heinsuontie 200, 48400 Kotka	123+1+2	126
Varpukalliontie 7-9, 01760 Vantaa	23+2+1	26
Metsä-Tuomelan jäteasema, livarin metsätie, 01900 Nurmijärvi	42+2+2	46
Kujalan jätekeskus, Sapelinkatu 7, 15160 Lahti	107+2+2	111
Munkkaan jätekeskus, Munkkaanmäki 51, 08500 Lohja	60+3+2	65
Domargårdin jätekeskus, Ritämäentie 20, 06200 Porvoo	54+2+1	57
Kiimassuontie 127, 30420 Forssa	118+2	120
Ohkolan toimipiste, Saharintie 91, 04480 Haarajoki (Mäntsälä)	51+3	54
Mömöksen, Sipoo	37+1	38

Kuormakirjoista ja hankkeen Excel-tiedostoista koottiin kaikki laskentoja varten olennainen aineisto yhteen tiedostoon (liite 2), jossa on esitetty myös jokaiselle kuljetussuoritteelle lasketut päästöt ja polttoaineen kulutukset. Mahdollisimman luotettavien tuloksien takaamiseksi, laskennassa otettiin huomioon myös kirjattujen kuljetusten välissä tapahtuneet mahdolliset siirtymät tyhjällä kuormalla eri toimipisteiden välillä. Tällaisia tapauksia olivat esimerkiksi ne, kun maa-ainesta kuljettanut ajoneuvo vei massoja työmaalta toimipisteelle B, mutta ei palannutkaan suoraan takaisin työmaalle, vaan ajoi toimipisteelle C hakemaan paluukuorman työmaalle.

5.5 Käytetyt laskentamenetelmät ja päästökertoimet

Kuljetusten päästölaskennassa käytettiin hyödyksi VTT:n LIPASTO yksikkötietokantaa ja sen mukaista laskentamenetelmää, joka sisältää hiilipäästötietoa erilaisille kuljetussuoritteille. Laskentamenetelmän ja sen kaavojen perusteella tehtiin Excel-pohjainen laskentatyökalu, johon arvoja syöttämällä saatiin päästöt sekä polttoaineen kulutus jokaiselle kuljetussuoritteelle. Yksikköpäästötietokanta on uudistettu perusteellisesti heinäkuussa 2017, jolloin sivustolle on julkaistu päivitettyt päästökertoimet, menetelmäkuvaukset sekä laskentaohjeet esimerkkeineen. Sivusto sisältää myös ohjeistuksen päästölaskentaan standardin SFS-EN 16258:2012 mukaisesti. (VTT 2017b.)

LIPASTO:n yksikköpäästöt sivuilta löytyy yksikköpäästökerrointaulukkoita, jotka sisältävät päästökertoimia tyhjille sekä täysille ajoneuvoille. Kertoimet ovat ladattavissa sivustolta myös Excel-tiedostona, jotka sisältävät kertoimien tarkat arvot eli alkuperäisen desimaalimäärän. Luvuilla on pyritty kuvaamaan Suomen olosuhteissa tapahtuvaa liikennettä mahdollisimman todenmukaisesti ottaen huomioon muun muassa Suomessa käytetyn kuljetusvälinekannan sekä toteutuneet matkustaja- ja tavaraliikennemäärät. Yksikköpäästöt tarkoittavat tässä kulkuneuvojen käytönaikaisia päästömääriä kuljetettua massa- tai henkilöyksikköä ja kilometrin matkaa kohden. Tarkkaa laskentaa tehdessä tulee huomioida todellisen kuorman määrä. Ajoneuvon täyttöaste selvitetään jakamalla kuorman paino ajoneuvon kantavuudella. Esimerkiksi, jos kuljetuksessa kuljetetaan 30 tonnin painoinen kuorma täysperävaunuyhdistelmällä, jonka kantavuus on 40 tonnia, on täyttöaste tällöin 75 % (30 t/40 t).

Mille osakuormalle tahansa voidaan määritellä yksikköpäästökerroin (g/tkm) tarkasti kaavalla 1. Kaava pohjautuu siihen, että päästöjen määrä on riittävällä tarkkuudella lineaarisesti riippuvainen ajoneuvon sekä tämän kuorman massasta. (VTT 2017b.)

$$e_x = \frac{e_a + \left(\frac{e_b - e_a}{l_c} * l_x\right)}{l_x} \quad (1)$$

jossa

e_x = Päästö tonnikilometriä kohden kuormalla x [g/tkm]

e_b = Täyden ajoneuvon päästö ajettua kilometriä kohden [g/km]

e_a = Tyhjän ajoneuvon päästö ajettua kilometriä kohden [g/km]

l_c = Auton kantavuus [t]

l_x = Kuorma x [t]

Kaavan 1 avulla voidaan tarvittaessa laskea myös polttoaineen kulutus jollekin kuljetussuoritteelle, kun korvataan yksikköpäästökertoimet e_b ja e_a kulutuksen yksikkökertoimilla g/km. Tällöin täytyy kuitenkin huomioida, että kulutuksen yksiköksi saadaan massoja eikä litroja. Kun tiedetään kulutuksen määrä kiloina, se saadaan muunnettua litroiksi jakamalla se polttoaineen oletustiheydellä, jonka yksikkö on kg/dm³ (kaasulla kg/m³). Tilastokeskuksen polttoaineluokituksen 2021

mukaan dieselöljyn oletustiheys on $0,806 \text{ kg/dm}^3$, kun dieselöljyn oletetaan sisältävän 12 % bio-osuuden polttoaineen tilavuudesta (Tilastokeskus 2021a).

Kuljetussuorite voidaan laskea joko henkilökuljetukselle tai tavarankuljetukselle. Suorite saadaan laskettua kertomalla keskenään kuljetettujen henkilöiden tai tavaratonniin määrä kuljetusmatkan pituudella. (VTT 2017b.) Tavarankuljetuksen suoritteen laskenta on esitetty kaavassa 2, jossa suoritteen yksiköksi saadaan tonnikilometri (tkm), joka tarkoittaa nettolastitonniin kulkemaa kilometrin matkaa. Jos kuljetussuorite laskettaisiin kuljetettujen henkilöiden määrällä, tulisi yksiköksi henkilökilometri (hkm).

$$\text{Tonnikilometri (tkm)} = \text{nettolasti (t)} * \text{kuljetusmatka (km)} \quad (2)$$

VTT:n yksikköpäästötaulukot sisältävät vain joitakin autotyyppejä ja kokoluokkia. Muiden kuin taulukoissa esitettyjen ajoneuvojen päästöjen likiarvot ajoneuvokilometriä kohden voidaan selvittää kaavalla 3, sillä tavaraa kuljettavien autojen päästöt ovat riittävällä tarkkuudella riippuvaisia auton massasta. Laskentaa varten on valittava kaksi ajoneuvotyyppiä, joiden kokonaismassat m_b ja m_a ovat molemmilla puolilla tavoiteltavaa auton kokoluokkaa m_x . Päästöt lasketaan lineaarisella suhteella ($m_b > m_x > m_a$). Kokonaismassalla tarkoitetaan auton omamassan sekä lastikapasiteetin yhteenlaskettua painoa. (VTT 2017b.)

$$e_x = e_a + \left(\frac{e_b - e_a}{m_b - m_a} \right) * (m_x - m_a) \quad (3)$$

jossa

e_x = Päästö ajettua kilometriä kohden ajoneuvolla, jonka kokonaismassa on x [g/km]

e_b = Päästö ajoneuvolla, jonka kokonaismassa on b [g/km]

e_a = Päästö ajoneuvolla, jonka kokonaismassa on a [g/km]

m_x = Ajoneuvon x kokonaismassa [t]

m_b = Ajoneuvon b kokonaismassa [t]

m_a = Ajoneuvon a kokonaismassa [t]

5.5.1 Laskentaesimerkki 1

Elokuussa 3.8.2021 on kuljetettu pilaantunutta maa-ainesta Hakaniemenrannasta Hämeenlinnaan. Tässä esimerkissä lasketaan maantiekuljetuksen CO₂-ekv. -päästöt toimipisteiden väliseltä edestakaiselta matkalta. Kyseinen kuorma oli 48,15 tonnin painoinen ja se kuljetettiin ajoneuvoyhdistelmällä (EURO VI), jonka kokonaisuudessa on 76 tonnia. Matka Hakaniemenrannasta Hämeenlinnan toimipisteelle on 104 km, josta 3,85 % on katuajoa. Paluumatka suoritettiin tyhjänä.

Aluksi selvitetään kyseisen ajoneuvotyypin maantie- ja katuajon CO₂-ekv. -päästöjen yksikköpäästöarvot LIPASTO:n yksikköpäästöt sivulta. Taulukossa 6 on esitetty tässä laskentaesimerkissä käytetyn ajoneuvotyypin yksikköpäästökertoimet ja kokonaisuudessaan työssä käytetyt yksikköpäästötaulukot ovat esitetty liitteessä 3. Tyhjällä kuormalla ajettaessa CO₂-ekv. (g/km) on maantieajossa 872 g/km ja katuajossa 1361 g/km sekä täydellä kuormalla maantieajossa 1432 g/km ja katuajossa 2552 g/km.

TAULUKKO 6. Yksikköpäästökertoimet (VTT 2017b)

Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä Kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia CO₂-ekv. [g/km]			
Päästötaso		tyhjä	täysi kuorma (51 t)
EURO VI (2015 -->	Taajama, katuajo	1361	2552
EURO VI (2015 -->	Maantieajo	872	1432

Ajoneuvon täyttöaste selvitetään seuraavaksi jakamalla kuorman paino ajoneuvon kantavuudella. Kyseisen kaluston kantavuus on 51 tonnia, joten tässä tapauksessa täyttöasteeksi saadaan 94,4 % (48,15 t / 51 t). Kaavalla 1 määritetään juuri tälle täyttöasteelle ja tarkasteltavalle osakuormalle ominaiset yksikköpäästökertoimet.

Maantieajo CO₂-ekv:

$$e_{48,15} = \frac{872 \frac{g}{km} + \left(\frac{1432 \frac{g}{km} - 872 \frac{g}{km}}{51 t} * 48,15 t \right)}{48,15 t} = 29,09 \text{ g/tkm}$$

Katuajo CO₂-ekv:

$$e_{48,15} = \frac{1361 \frac{g}{km} + \left(\frac{2552 \frac{g}{km} - 1361 \frac{g}{km}}{51 t} * 48,15 t \right)}{48,15 t} = 51,62 \text{ g/tkm}$$

Kuljetusmatkasta 100 km ajetaan maantiellä, josta syntyy kuljetussuoritetta kaavan 2 mukaisesti laskettuna 4815 tkm (48,15 t * 100 km = 4815 tkm) ja katuajoa on 4 km, josta kuljetussuoritetta muodostuu 192,6 tkm (48,15 t * 4 km = 192,6 tkm). Tyhjänä ajosta kertyy kilometrejä, jolloin tyhjänä ajoa on maantiellä 100 km ja katuajoa 4 km.

Päästöt määritetään kertomalla maantieajolle laskettu kuljetussuorite maantieajon 94,4 % täyttöasteen yksikköpäästökertoimella ja vastaavasti katuajossa muodostuneelle kuljetussuoritteelle. Maantieajo CO₂-ekv: 29,09 g/tkm * 4815 tkm = 140,07 kg ja katuajo CO₂-ekv: 51,62 g/tkm * 192,6 tkm = 9,94 kg.

Tyhjänä ajatun matkan päästöt selvitetään kertomalla maantieajo tyhjänä ajon yksikköpäästökertoimella ja vastaavasti katuajon osalta. Maantieajon CO₂-ekv: 872 g/km * 100 km = 87,2 kg ja katuajon CO₂-ekv: 1361 g/km * 4 km = 5,44 kg.

Lopulta edestakaiselta matkalta syntyneet CO₂-ekv. -päästöt saadaan laskemalla yhteen kuormalla ajatun ja tyhjänä ajatun osuuden päästöt yhteen, jolloin edestakaisen matkan CO₂-ekv. -päästöt ovat yhteensä noin 242,65 kgCO₂-ekv. (meno 150,01 kg + paluu 92,64 kg = 242,65 kg)

5.5.2 Laskentaesimerkki 2

Tässä laskentaesimerkissä noudatetaan samoja periaatteita ja lähtöarvoja kuin esimerkissä 1. Ainoana erona on se, että päästöjen sijasta lasketaan kyseiselle kuljetussuoritteelle teoreettinen polttoaineen kulutus. Tämä tehtiin, jotta vertailtava aineisto ei rajautuisi vain CO₂-ekvivalenttipäästöihin vaan myös polttoaineen kulutukseen. Tällä pyrittiin lisäämään laskennan tulosten luotettavuutta.

Kuten esimerkissä 1, ensin selvitetään kyseisen ajoneuvotyypin maantie- ja katuajon kertoimet LIPASTO:n yksikköpäästöt sivulta. Taulukossa 7 on esitetty polttoaineen kulutuksen (g/km) kertoimet, jossa tyhjällä kuormalla ajettaessa kulutus (g/km) on maantieajossa 302 g/km ja katuajossa 474 g/km sekä täydellä kuormalla maantieajossa 499 g/km ja katuajossa 894 g/km.

TAULUKKO 7. Kertoimet polttoaineen kulutukselle (VTT 2017b)

Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä Kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia Polttoaineen kulutus [g/km]			
Päästötaso		tyhjä	täysi kuorma (51 t)
EURO VI (2015 -->	Taajama, katuajo	474	894
EURO VI (2015 -->	Maantieajo	302	499

Lähtötietojen ollessa samat, kuin esimerkissä 1, polttoaineen kulutus tonnikiometriä kohden määritetään kaavan 1 mukaisesti, kun e_b on täyden ajoneuvon kulutus ajettua kilometriä kohden (g/km) ja e_a on tyhjän ajoneuvon kulutus ajettua kilometriä kohden (g/km).

Kulutus maantieajossa:

$$e_{48,15} = \frac{302 \frac{g}{km} + \left(\frac{499 \frac{g}{km} - 302 \frac{g}{km}}{51 t} * 48,15 t \right)}{48,15 t} = 10,13 g/tkm$$

Kulutus katuajossa:

$$e_{48,15} = \frac{474 \frac{g}{km} + \left(\frac{894 \frac{g}{km} - 474 \frac{g}{km}}{51 t} * 48,15 t \right)}{48,15 t} = 18,08 g/tkm$$

Polttoaineen kulutus määritetään kertomalla maantieajolle laskettu kuljetussuorite maantieajon 94,4 % täyttöasteen mukaisella kertoimella ja vastaavasti katuajossa muodostuneelle kuljetussuoritteelle. Kulutus maantieajossa: 10,13 g/tkm * 4815 tkm = 48,78 kg ja kulutus katuajossa: 18,08 g/tkm * 192,6 tkm = 3,48 kg.

Tyhjänä ajatun matkan kulutus selvitetään kertomalla maantieajo tyhjänä ajon kertoimella (g/km) ja vastaavasti katuajon osalta. Kulutus yhteensä maantieajossa: 302 g/km * 100 km = 30,2 kg ja katuajossa: 474 g/km * 4 km = 1,90 kg.

Summaamalla yhteen kulutetut polttoainemäärät, saadaan edestakaisen matkan kulutukseksi yhteensä noin 84,36 kilogrammaa. Tämä voidaan muuttaa litroiksi jakamalla kulutetun polttoaineen määrä dieselöljyn oletustiheydellä 0,806 kg/l, jossa bio-osuuden oletetaan olevan 12 % tiheydestä (Tilastokeskus 2021a). Näin ollen kulutukseksi saadaan noin 104,66 litraa.

5.6 Päästöjen laskeminen polttoaineen kulutuksesta

Teoreettisten päästölaskentojen tuloksia verrattiin kuljetusyrittäjien kullakin kuukaudelta ilmoittamiin polttoaineen kulutuksiin ja niiden pohjalta laskettuihin päästöihin. Tarkin tapa laskea tieliikenteen päästöjä on käyttää mitattuja ominaisarvoja. Kun tiedetään todellinen kulutetun polttoaineen määrä, voidaan siitä aiheutuneet päästöt laskea yksinkertaisesti kertoimia käyttäen. Hankkeella toiminut kuljetusyrittäjä on pitänyt kirjaa polttoaineen kulutuksesta ja ajokilometrien määrästä, jotka on toimitettu kullakin ajoneuvolta kuukaudeksi kerrallaan. Työssä laskettujen kuukausien polttoaineen kulutus (l) ja ajokilometrit (km) ovat esitetty taulukossa 8. Keskimääräinen polttoaineen kulutus (l/100 km) on näistä laskettu kaavalla 100 x litrat jaettuna ajetuilla kilometreillä.

TAULUKKO 8. Kuljetusyrietyksen ilmoittamat tiedot ja näistä laskettu keskikulutus

Ajoneuvo, vuosimalli ja euroluokka	Kuukausi	Ilmoitettu Polttoaineen kulutus (l)	Ilmoitetut kilometrit (km)	Laskettu polttoaineen kulutus (l/100km)
Mercedes-Benz Actros, 2013 (EURO V)	Marraskuu	709,48	1973,80	35,94
Scania R 650 (A), 2018 (EURO VI)	Elokuu	374,45	2942,10	12,73
Scania R 650 (B), 2018 (EURO VI)	Syyskuu	2516,06	5576,60	45,12
Volvo FH 540, 2018 (EURO VI)	Marraskuu	3029,08	5787,30	52,34
	Elokuu	1692,02	7444,80	22,73
	Syyskuu	316,00	2140,40	14,76
Volvo FH, 2018 (EURO VI)	Lokakuu	1175,00	6168,60	19,05
	Marraskuu	1506,00	2712,50	55,52
	Joulukuu	600,00	1506,00	39,84
Volvo FH 540 10x4, 2021 (EURO VI)	Elokuu	170,00	1271,80	13,37
	Syyskuu	2173,20	5597,60	38,82

Standardin SFS-EN 16258:2012 mukaan dieselin käytön aikainen kasvihuonekaasupäästökerroin on 2,67 hiilidioksidiekvivalenttikilogrammaa kulutettua polttoainelitraa kohden (kgCO₂-ekv/l) ja biodieselin 0 kgCO₂-ekv/l. Biopolttoainesekoitusten kasvihuonekaasupäästökertoimet on laskettava käyttäen sekoitettujen polttoaineiden kertoimia, kun otetaan huomioon niiden suhteellinen osuus sekoituksessa polttoaineen tilavuuden perusteella. (SFS-EN 16258:2012, 24.)

Sekoitevelvoitteen vuoksi Suomessa vuodesta 2021 eteenpäin dieselin bio-osuuden on oletettu olevan 12 % tilavuudesta (Tilastokeskus 2021a). Tästä johtuen tämän työn päästölaskennoissa käytetty dieselin kasvihuonekaasukerroin on 2,3496 kg CO₂-ekv/l (2,67 kg CO₂-ekv/l * 0,88 + 0 kg CO₂-ekv/l * 0,12). Tämä kerroin sisältää ainoastaan polttoaineen käytönaikaiset päästöt eli suorat päästöt. Polttoaineen koko elinkaaren aikaisia päästöjä laskettaessa tulee lisäksi ottaa huomioon epäsuorat päästöt kuten valmistuksesta ja hankinnasta syntyvät päästöt.

Dieselöljyn bio-osuuden ollessa 12 prosenttia, saadaan polttoaineen kulutuksen avulla todelliset CO₂-ekvivalenttipäästöt, kun kerrotaan kulutetun polttoaineen määrä kasvihuonekaasupäästökertoimella 2,3496 kg CO₂-ekv/l.

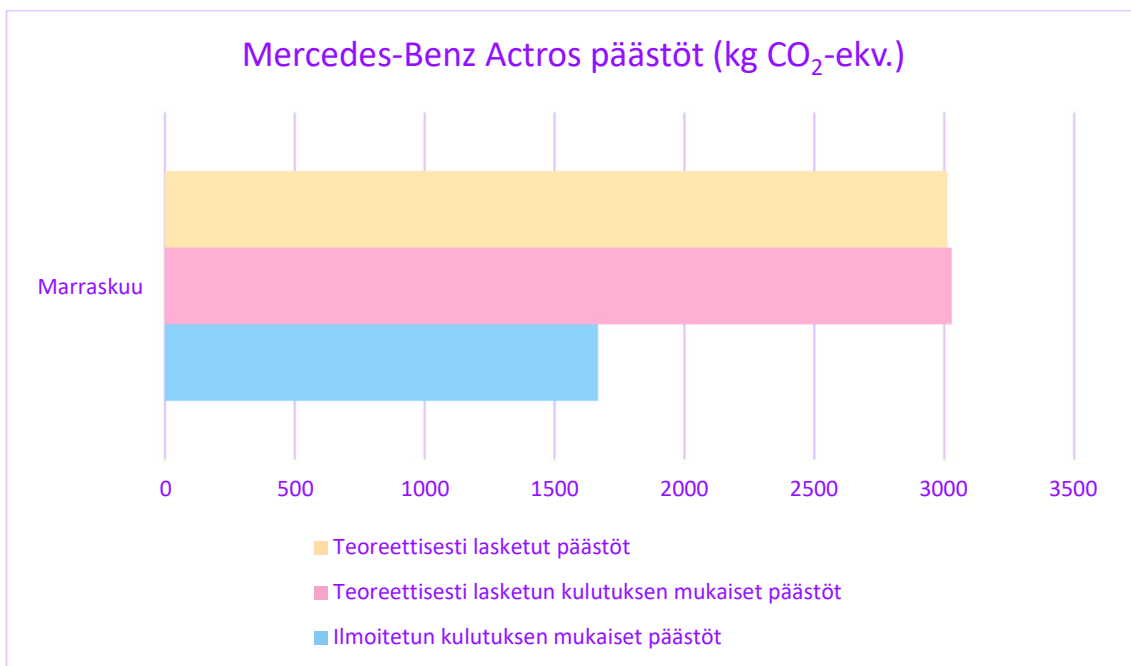
6 TULOKSET

Laskennan tuloksena saatiin kerättyä tietoa kuuden eri ajoneuvon päästöistä yhteensä yhdeltätoista kuukaudelta. Kaikkien Kruunusillat-hankkeelta tehtyjen laskentojen tulokset on koottu taulukkoon 9, joka sisältää VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmän kaavoilla laskettujen teoreettisten päästöjen, teoreettisen kulutuksen mukaan laskettujen päästöjen ja ilmoitetun kulutuksen mukaan laskettujen päästöjen määrät kuukausittain. Taulukossa on myös ilmoitetut polttoaineen kulutukset sekä teoreettisesti laskettu polttoaineen kulutus.

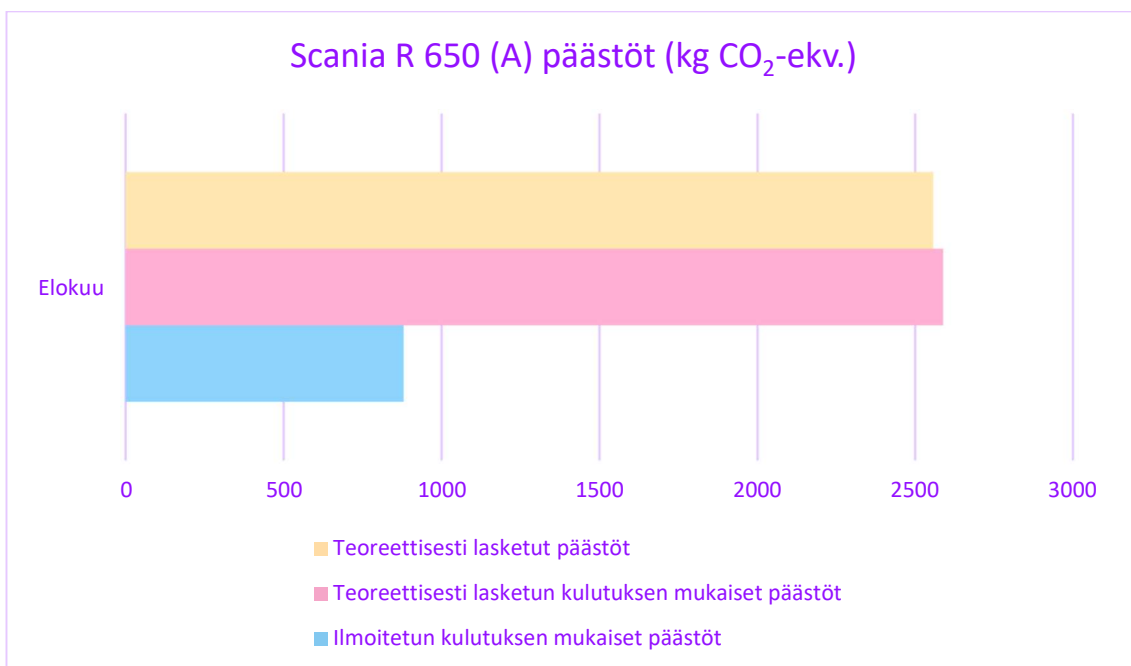
TAULUKKO 9. Päästölaskennan tulokset kootusti

Ajoneuvo, vuosimalli ja euroluokka	Kuukausi	Polttoaineen kulutus (l)		Päästöt (kg CO ₂ -ekv.)		
		Teoreettisesti laskettu	Ilmoitettu	Teoreettisesti lasketut	Teoreettisesti lasketun kulutuksen mukaiset	Ilmoitetun kulutuksen mukaiset
Mercedes-Benz Actros, 2013 (EURO V)	Marraskuu	1289,135	709,480	3012,210	3028,952	1666,994
Scania R 650 (A), 2018 (EURO VI)	Elokuu	1101,859	374,450	2557,236	2588,928	879,808
Scania R 650 (B), 2018 (EURO VI)	Syyskuu	2537,536	2516,060	5882,808	5962,195	5911,735
Volvo FH 540, 2018 (EURO VI)	Marraskuu	2868,832	3029,080	6652,859	6740,608	7117,126
Volvo FH, 2018 (EURO VI)	Elokuu	2841,224	1692,020	6591,028	6675,740	3975,570
	Syyskuu	920,558	316,000	2134,690	2162,943	742,474
	Lokakuu	3048,607	1175,000	7068,448	7163,007	2760,780
	Marraskuu	1291,353	1506,000	2994,517	3034,163	3538,498
Volvo FH 540 10x4, 2021 (EURO VI)	Joulukuu	546,792	600,000	1268,389	1284,742	1409,760
	Lokakuu	374,653	170,000	868,366	880,285	399,432
	Syyskuu	2524,69	2173,200	5856,426	5932,012	5106,151

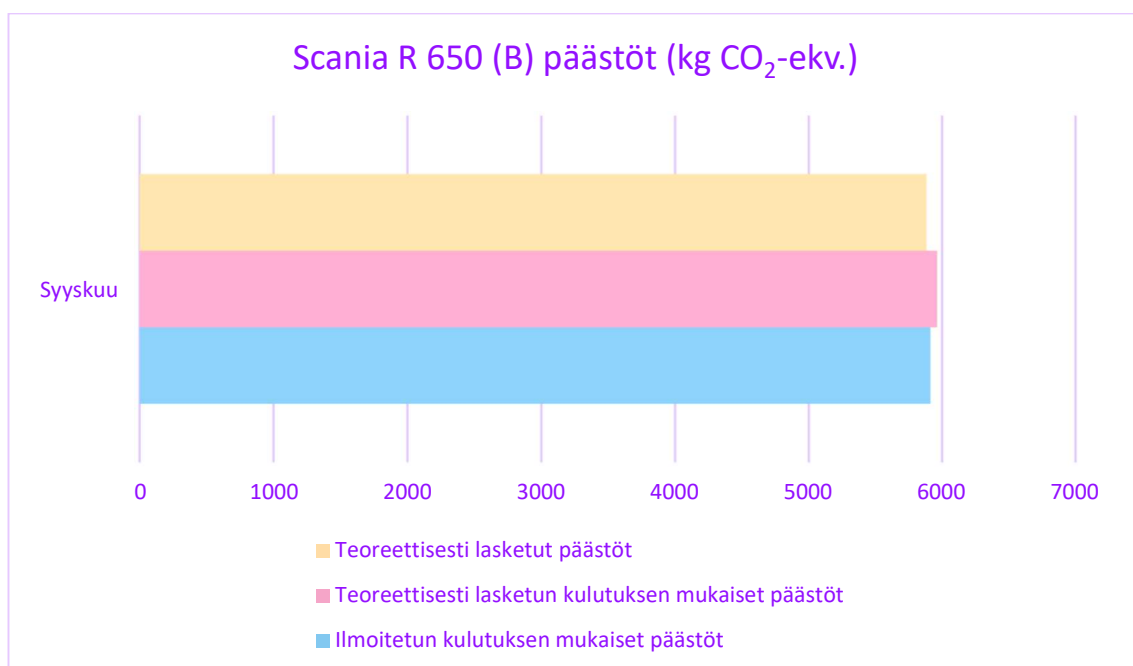
Yllä esitettyjen päästölaskentojen tulokset on eritelty jokaiselle ajoneuvolle erikseen kuvioissa 4–9. Kaavioissa vertaillaan kullekin kuukaudelle laskettuja teoreettisia päästöjä ilmoitetun kulutuksen mukaan laskettuihin päästöihin. Kummallakin tavalla laskettujen teoreettisten päästöjen määrät ovat keskenään vertailukelpoisia ja ne noudattavat selvästi samaa kaavaa jokaisella kuukaudella. On kuitenkin muistettava, että teoreettisilla kertoimilla lasketut päästöt sisältävät ainoastaan maa-ainesten kuljetuksen aikaiset suorat päästöt. Päästöt ovat esitetty yksikössä kg CO₂-ekv.



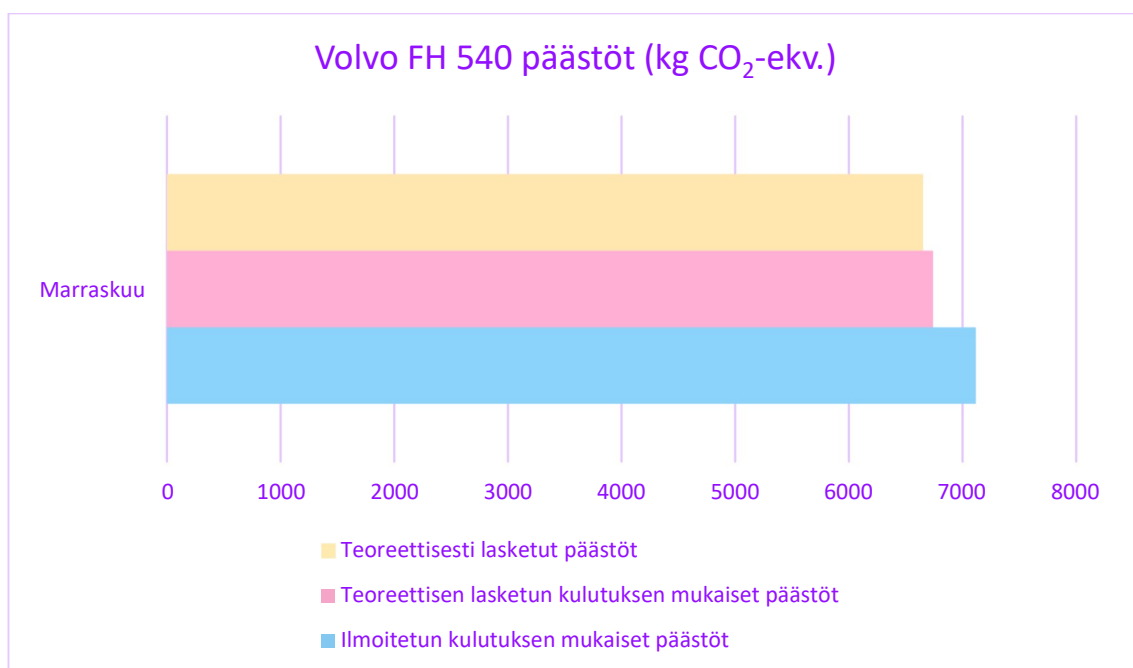
KUVIO 4. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Mercedes-Benz Actros



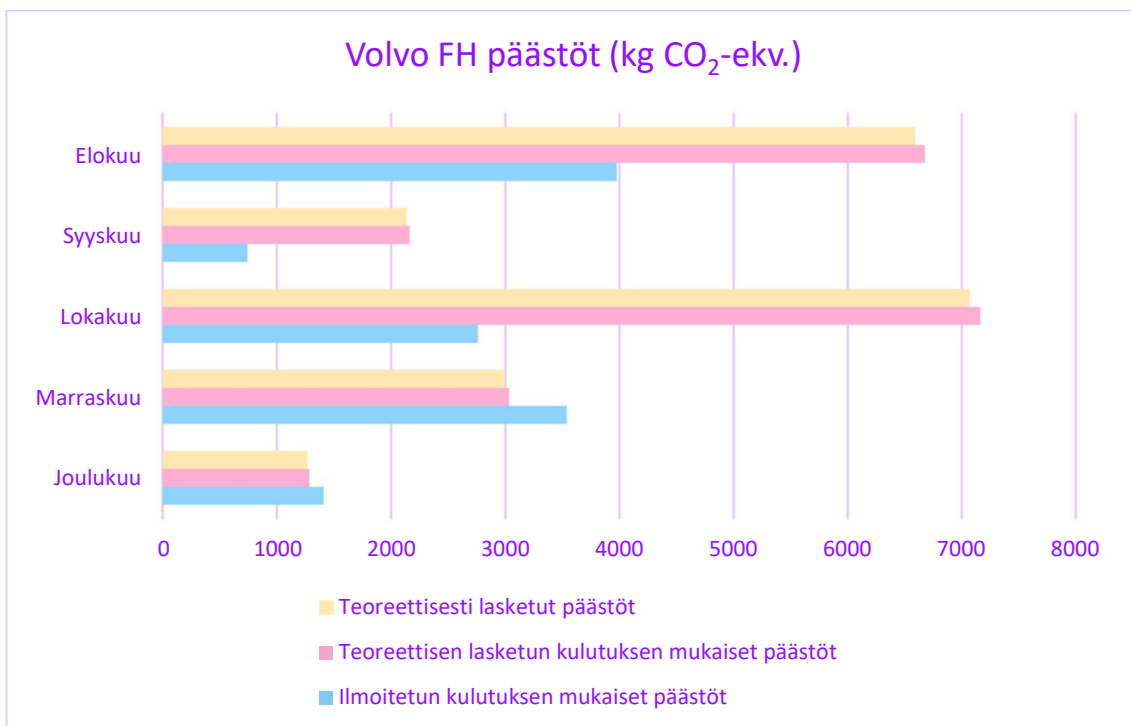
KUVIO 5. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Scania R 650 (A)



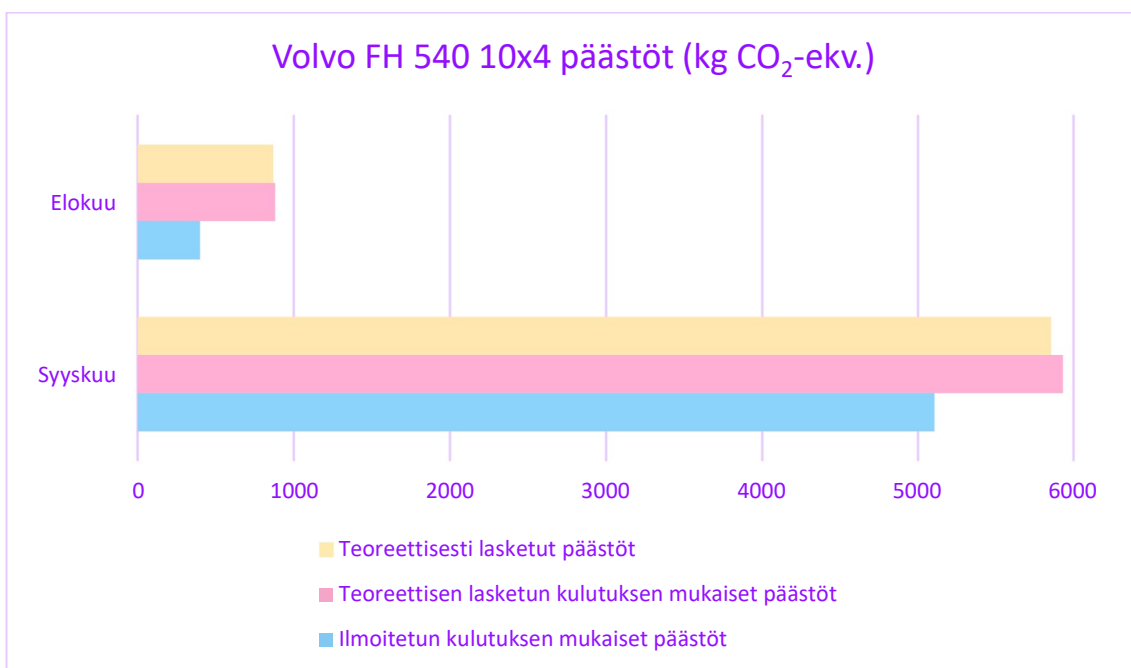
KUVIO 6. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Scania R 650 (B)



KUVIO 7. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Volvo FH 540



KUVIO 8. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Volvo FH



KUVIO 9. Hiilidioksidiekvivalenttipäästöt autolle: Volvo FH 540 10x4

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laskea case Kruunusillat-allianssilla vuonna 2021 toteutuneista maa-ainesten kuljetuksista syntyneet hiilidioksidipäästöt teoreettisilla kertoimilla ja vertailla niiden tuloksia hankkeella toimineen kuljetusyrityksen ilmoittamien polttoaineen kulutusten perusteella laskettuihin päästöihin. Laskenta toteutettiin VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmää käyttäen, jonka perusteella laadittiin myös Excel-laskentatyökalu päästölaskennan tueksi. Laskennassa otettiin huomioon ainoastaan polttoaineen kulutuksesta syntyvät suorat päästöt, eikä näin ollen esimerkiksi polttoaineen valmistuksessa syntyviä päästöjä otettu huomioon. Laskentamenetelmän valintaan ja laskennan rajaukseen vaikuttivat saatavilla olleiden tietojen määrä ja laatu. Laskennassa pyrittiin käyttämään saatavilla olleita tietoja standardin SFS-EN 16258:2012 suositeltavuusjärjestyksen mukaisesti. Tietojen ja arvojen suositeltavuusjärjestys oli standardissa: mitatut oletusarvot, liikenteenharjoittajakohtaiset arvot, liikenteenharjoittajan kalustokohtaiset arvot ja oletusarvot.

Tämän opinnäytetyön päästölaskennassa käytettiin menetelmää, jossa laskettiin jokaisen kuormakirjoissa esitetyn kuljetussuoritteiden päästöt erikseen. Mahdollisimman luotettavien tuloksien takaamiseksi, laskennassa otettiin huomioon myös kirjattujen kuljetusten välissä tapahtuneet mahdolliset siirtymät tyhjällä kuormalla eri toimipisteiden välillä. Kaiken kaikkiaan laskettuja kuljetussuoritteita oli noin 280 kappaletta, joista valtaosa sisälsi kuorman kuljetuksen lisäksi paluun tyhjällä kuormalla.

Työn tulosten perusteella voidaan arvioida, että kahdella teoreettisessa laskennassa käytetyllä menetelmällä ei ole tämän kokoisessa laskennassa toisiinsa nähden suurta vaikutusta kasvihuonekaasupäästöjen määrään. Lasketut päästöt noudattivat samanlaista kaavaa ja jokaisessa laskennassa teoreettisesti lasketun polttoaineen kulutuksen mukaan lasketut päästöt olivat hieman korkeammat kuin päästöt, jotka laskettiin suoraan päästökertoimilla. Ilmoitettujen toteutuneiden polttoaineen kulutusten mukaan laskettujen kasvihuonekaasupäästöjen tulokset vaihtelivat sen sijaan huomattavasti. Ilmoitettujen polttoaineen kulutusten ja kuljetuskilometrien pohjalta lasketun keskikulutuksen perusteella selvisi, että vaikka

lähtökohtaisesti laskentaan valitut ajoneuvot olivat samankokoisia (kokonaispaino 76 tonnia), erosivat niiden keskipäätökset toisistaan huomattavasti. Vertaillen alhaisen keskipäätökseen omaavilla kuukausilla, ilmoitetun polttoaineen mukaan lasketut päästöt olivat huomattavasti pienemmät kuin teoreettisilla ker-toimilla lasketut päästöt. Sen sijaan niillä kuukausilla, joilla keskipäätökset oli korkeampi (noin 35–55 l/100 km), päästöjen määrät olivat lähempänä teoreettisilla ker-toimilla laskettuja päästöjä. Joidenkin kuukausien perusteella voidaan todeta, että osa keskipäätöksistä ovat aivan liian alhaisia ottaen huomioon ajoneuvojen koot ja työn luonteen.

Lähtökohtaisesti lähes kaikki ajoneuvot olivat 9-akselisia, lukuun ottamatta 5-akselista Mercedes Benz Actrosia. Myös Scania R 650:lla (A) noin puolet ajoista elokuussa oli ajettu ilman kasettia 5-akselisena ja puolet kasetin kanssa. Vertailun vuoksi Scanian (2019) internetsivujen mukaan Green Truck 2019 -palkinnon voittanut Scania R 450, joka oli polttoainetestin voittaja kulutuksella 23,25 litraa dieseliä 100 kilometriä kohden. Kilpailussa mukana olleet ajoneuvot olivat kokonaispainoltaan hieman alle 32 tonnin painoisia puoliperävaunuyhdistelmiä. (Scania 2019.)

Suurimmaksi haasteeksi laskennassa osoittautui lähtötietojen käsittely ja sen koaminen itse laskentaa varten, sillä tiedon määrä oli valtava ja tietojen yhdistelyä piti tehdä useammasta eri lähteestä. Lähtötietojen harmonisointi kuluttikin huomattavasti enemmän aikaa kuin itse päästölaskenta. Mikäli tällaiselle laskennalle on tulevaisuudessa tarvetta, olisi laskennan kannalta suositeltavaa, että kuljettajat käyttäisivät sähköisiä kuormakirjoja. Käsini täytettyjen kuormakirjojen läpikäynti on paljon aikaa vievää, manuaalista työtä ja vaikka kuormakirjojen kaikki kuljetussuoritteet löytyivät myös erillisistä Excel-tiedostoista, ei niistä voinut päätellä missä järjestyksessä kuljettaja oli nämä kuljetussuoritteet ajanut. Kuormakirjoista pystyi myös toteamaan, että niiden täyttämässä oli kuljettajakohtaisia eroavaisuuksia. Nykyisellä järjestelmällä jopa tämän tasoinen päästölaskenta vaatii huomattavasti resursseja, mutta jos kuormakirjat täytettäisiin välittömästi sähköiseen järjestelmään, helpottaisi se päästölaskentaan ryhtymistä huomattavasti, minkä lisäksi vähentäisi samalla virheiden mahdollisuuksia päästölaskennassa sekä mahdollisesti kuormakirjojen täytössäkin. Jos tämän rinnalle otetaan käyttöön ajoneuvoteknisiä laitteita, joilla pystytään automatisoimaan polttoaineen

kulutuksen, kuljettujen kilometrien tai jopa ajon aikana muodostuvien päästöjen mittausta, lisäisi tämä luotettavuutta entisestään. Tällöin tulee kuitenkin varmistua, että mittalaitteet ovat asianmukaisesti testattuja sekä riittävän tarkkoja, jotta laitteiden antamiin tuloksiin voidaan luottaa.

Sitouttamalla allianssin eri toimijat ja yritykset tuottamaan tarvittavaa tietoa kootusti päästölaskentaa palvelevaksi, voitaisiin säästää huomattavasti resursseja ja aikaa verrattuna siihen, että jokin taho pyrkisi selvittämään laskentaan tarvittavia tietoja itse. Kuitenkin on otettava huomioon, että tällaisen yhteistyön ja järjestelmän kehittäminen vaatisi panostusta Kruunusillat-allianssin luonteisessa suuressa hankkeessa yrityksille tiedottamiseen ja opastamiseen lyhyellä aikavälillä, mutta sillä saataisiin tuotettua jatkossa helpommin käsiteltävää ja tarkempaa aineistoa.

Yhtenä pyrkimyksenä opinnäytetyössä oli tarkentaa hankkeelle tehtyjä elinkaari-laskentoja. Elinkaariarvioinnissa on kuljetusten osalta käytetty One Click LCA laskentaohjelman antamia päästökertoimia sekä hankkeelle tehdyistä kustannuslaskennoista saatuja oletusarvoja kuljetusmatkojen pituuksille. (Seppälä 2022.) Opinnäytetyössä tehdyt päästölaskennat eroavat elinkaariarvioinnissa tehdyistä laskennoista siten, että oletusarvojen sijaan tässä työssä käytettiin toteutuneita kuljetusmatkoja ja kuljetussuoritteita. Ympäristövaikutusten ja vastuullisuuden asiantuntijan Seppälän (2022) mukaan opinnäytetyöhön kerätyillä tiedoilla ja laskennoilla pystyttäisiin tarkentamaan jo tehtyjen elinkaariarviointien päästömääriä päivittämällä oletusarvojen tilalle selvitettyt keskimääräiset kuljetusetäisyydet ja täyttöasteet kullekin toimipisteille tehdyistä kuljetussuoritteista. Kuitenkin on huomioitava, että mikäli tarkennukset tehtäisiin tässä vaiheessa, ei välttämättä luotettavia johtopäätöksiä pystyttäisi vetämään, sillä tietoja hankkeen kuljetuksista on kertynyt vasta suhteellisen lyhyeltä ajalta. (Seppälä 2022.)

Opinnäytetyö tehtiin Kruunusillat-hankkeen rakennusurakan ollessa vielä aluillaan, minkä takia aineistoa oli ehtinyt kertyä vasta noin puolen vuoden ajalta. Jos tämän tyyppistä päästölaskentaa aiotaan jalkauttaa Hakaniemen lisäksi muillekin osaprojekteille, on silloin syytä selvittää kullekin osaprojektille ominaiset muuttujat ja käytännöt mahdollisimman luotettavien tulosten takaamiseksi. Jatkoa ajatellen päästölaskennassa on myös hyvä ottaa huomioon, että päästökertoimet

muuttuvat teknologian ja maailman kehityksen mukana. Tämän työn laskennassa käytetyt teoreettiset kertoimet poistuvat käytöstä VTT:n (2017a) mukaan 1.8.2022 tietojen vanhentumisen vuoksi, minkä takia tulevaisuudessa tehtävissä päästölaskennoissa onkin erittäin suositeltavaa käyttää aina ajantasaisia päästö-kertoimia.

Opinnäytetyön päästölaskenta sisälsi ainoastaan kuljetuksen aikaiset suorat päästöt, eikä näin anna täyttä kuvaa aiheesta. Päästölaskennan käsite on varsin laaja ja tässä työssä käytetyn laskentamenetelmän lisäksi olemassa on varmasti monia muita tapoja ja työkaluja laskea päästöjä. Näiden kehityksen seuraaminen ja hyödyntäminen on tärkeää, jotta yritykset pystyvät tuottamaan ajantasaista ja realistista tietoa päästöistä myös tulevaisuudessa. Aiheeseen liittyviä mahdollisia jatkotutkimusaiheita voisivatkin olla erilaisten olevassa olevien tai kehitteillä olevien työkalujen ja laskentamenetelmien vertailu, tässä työssä käytetyn laskentamenetelmän kehittäminen sekä päästölaskennan raportointimallin määrittely hankkeelle sopivaksi.

Kuljetusten osalta päästölaskentojen aikana tehtyjen havaintojen pohjalta voidaan todeta, että ajoneuvojen euroluokka on hyvä ottaa huomioon tarjouskilpailuissa ja kuljetuksia suunniteltaessa, sillä teoriassa mitä vanhempi ajoneuvo on kyseessä, sitä korkeammat päästöt se lähtökohtaisesti aiheuttaa. Vähähiilisyyspyrityksessä on siis huomioitava, että jos uudemmilla ajoneuvoilla pystytään säästämään eri kasvihuonekaasujen päästöissä jo yksittäisillä ajokerroilla useampia kiloja, voidaan vuosien rakennusurakan aikana välttyä valtavilta kasvihuonekaasupäästöiltä. Työssä ei otettu kantaa eri polttoaineiden ja voimanlähteiden vaikutuksiin päästöissä, mutta tämä on myös asia, johon kannattaa tulevaisuudessa kiinnittää huomiota.

Päädyin kyseiseen opinnäytetyön aiheeseen, sillä se on hyvin ajankohtainen ja jokainen rakennusalan tekijä tulee varmasti törmäämään tulevaisuudessa hiilijalanjäljen huomioimiseen rakennetussa ympäristössä. Tietoisuuden lisääminen aiheesta on erittäin tärkeää, sillä rakennusalalla ollaan menossa kovaa vauhtia kohti hiilineutraalia rakentamista ilmaston lämpenemisen hidastamiseksi.

Työn teki haastavaksi se, että aihe oli ennalta täysin vieras, eikä se koskettanut suoraan insinööriopintojen tai työn aikana opittuja tietoja ja taitoja. Työssä oli myös päästölaskennan lisäksi monta haastavaa vaihetta, kuten aineiston käsittely, laskentamenetelmän ja sen kaavojen opiskelu sekä laskentatyökalun tekeminen. Tämän lisäksi päästöt ja niiden laskenta on aiheena erittäin laaja, minkä takia työn rajaus ja aikatauluttaminen osoittautui haastavaksi. Tästä huolimatta työn rajaus sekä toteutus onnistui loistavasti aikataulussa hyvän suunnittelun ja pohjatyön ansiosta.

LÄHTEET

Autoalan tiedotuskeskus. n.d.a. Ympäristö. Autojen päästöt ja niiden mittaus. Viitattu 19.2.2022. Saatavilla: https://www.aut.fi/ymparisto/autojen_paastot_ja_niiden_mittaus

Autoalan tiedotuskeskus. n.d.b. Ympäristö. Autojen päästöt ja niiden mittaus. Pakokaasupäästöt. Viitattu 19.2.2022. Saatavilla: https://www.aut.fi/ymparisto/autojen_paastot_ja_niiden_mittaus/pakokaasupaastot

Bionova Oy. 2017. Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. Viitattu 28.1.2022. Saatavilla: <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>

BRE Global Ltd. 2020. CEEQUAL Version 6 Technical Manual. Viitattu 5.4.2022. Saatavilla: <https://www.breeam.com/sd/ceequal-international-projects-version-6/Default.htm#resources/pdf/sd6053-ceequal-v6-international-projects-technical-manual.pdf>

BRE Global Ltd. n.d. Discover CEEQUAL. Viitattu 8.3.2022. Saatavilla: <https://www.bregroup.com/products/ceequal/discover-ceequal/>

Dieselnet. 2021. Standards. EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines. Viitattu 9.3.2022. Saatavilla: <https://dieselnet.com/standards/eu/hd.php>

Eduskunta. 2019. Hallituksen esitys eduskunnalle laeiksi biopolttoöljyn käytön edistämisestä, biopolttoaineiden käytön edistämisessä liikenteessä annetun lain muuttamisesta sekä biopolttoaineista ja bionesteistä annetun lain 2 §:n muuttamisesta. Viitattu 17.3.2022. Saatavilla: https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Mietinto/Sivut/TaVM_29+2018.aspx

EPA. 2021. Overview of Greenhouse Gases. Viitattu 1.4.2022. Saatavilla: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>

Erkkilä, L. & Hänninen, L. 2022. Kruunusillat-raitiotie. KSA Yleisperhehditys uusille työntekijöille 1.2.2022. Viitattu 2.2.2022

Kruunusillat. 2022. Hanketietoa. Viitattu 27.1.2022. Saatavilla: <https://kruunusillat.fi/hanketietoa/>

Liikennefakta 2021. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöt ja energiankulutus. Viitattu 6.2.2022. Saatavilla: <https://liikennefakta.fi/fi/ymparisto/liikenteen-kasvihuo-nekaasupaastot-ja-energiankulutus>

Maunola, M. 2019. Väylävirasto. Väylänpidon hiilijalanjälki ja sen laskeminen. Viitattu 28.1.2022. Saatavilla: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-317-740-6>

Motiva Oy. 2022. Henkilöautojen päästömääräykset. Viitattu 9.3.2022. Saatavilla: https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_vii-saasti/henkiloautojen_paastomaaraykset

Scania. 2019. Experience Scania. Scania scores hat trick: Scania R 450 is green truck 2019. Viitattu 1.4.2022. Saatavilla: <https://www.scania.com/au/en/home/experience-scania/news-and-events/News/archive/201711/06/Scania-scores-hat-trick-Scania-R450-is-Green-Truck-2019.html>

Seppälä J. 2022. Asiantuntija. Ympäristövaikutukset ja vastuullisuus. Yksityinen Teams-kokous 7.4.2022. Sitowise Oy. Viitattu 7.4.2022

SFS-EN 16258:2012. Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers). 2013. Viitattu 30.1.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/204667.html.stx>

SFS ry. n.d. Mikä on Standardi. Viitattu 30.1.2022. Saatavilla: <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Sitowise. 2022. Uusi Hakaniemensilta tehdään allianssimallilla – ”Tähtäämme liikkuvaan malliin”. Viitattu 14.4.2022. Saatavilla: <https://www.sitowise.com/fi/uutiset/uusi-hakaniemensilta-tehdaan-allianssimallilla-tahtaamme-liikkuvaan-malliin>

Suomela, S. 2019. Elinkaarinäkökulman huomioiminen infra-alan hankkeiden hankinnassa. Diplomityö, Aalto-yliopisto. Viitattu 27.1.2022. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201906233977>

Suomen ympäristökeskus. 2017. Tietoa elinkaariarvioinnista (LCA) ja elinkaari-klinikkatoimintamallista pk-yrityksille. Viitattu 28.1.2022. Saatavilla: <https://www.syke.fi/download/noname/%7B032490FA-19DF-4E5A-A40F-88E22B86DA20%7D/132057>

Teittinen T., Dettenborn T. & Pahkakangas S. 2020. Uusiomaarakentamisen päästölaskenta. Viitattu 19.2.2022. Saatavilla: <https://www.uusiomaarakentaminen.fi/sites/default/files/Uusiomaarakentamisen%20p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6laskenta.pdf>

Tilastokeskus. 2021a. Polttoaineluokitus 2021. Excel-tiedosto. Viitattu 28.2.2022. Saatavilla: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus. 2021b. Suomen kasvihuonekaasupäästöt 2020. Viitattu 27.1.2022. Saatavilla: http://www.stat.fi/til/khki/2020/khki_2020_2021-12-16_kat_001_fi.html

Tilastokeskus. 2022. Polttoaineluokitus 2022. Excel-tiedosto. Viitattu 22.3.2022. Saatavilla: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

VTT. 2017a. LIPASTO. LIISA tieliikenne. Viitattu 19.2.2022. Saatavilla: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>

VTT. 2017b. LIPASTO yksikköpäästötietokanta. Viitattu 22.2.2022. Saatavilla: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/index.htm>

Liite 2. Kuljetuksista kootut tiedot ja lasketut päästöt

1 (8)

Pvm	Aines	Lähtopaikka	Tonnit (t)	Purkupaikka	matka (km)	Katujon osuus (km)	Katujon osuus (%)	Akselien lukumäärä	Suurin sallittu kokonaismassa (t)	Ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kantavuus (t)	täyttöaste (%)	Päästöt meno	Päästöt tulo	Päästöt yht (kg CO ₂ -ekv.)	Kulutus meno (l)	Kulutus paluu (l)	Kulutus yhteensä (l)
1.11.2021	Kittanaa	HAK 08	27,68	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	110,7	114,634	0,000	114,634	49,067	0,000	49,067
	KAM 16	Rudus Viikki	0	HAK 08	104	5	4,808	5	40	25	0,0	0,000	67,755	67,755	28,855	28,855	28,855
	KAM 90	Rudus Viikki	21,64	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	86,6	11,747	7,958	19,705	5,046	3,391	8,437
2.11.2021	KAM 90	Rudus Viikki	19,28	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	77,1	11,334	7,958	19,292	4,855	3,391	8,256
	KAM 90	Rudus Viikki	21,46	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	85,8	11,716	7,958	19,674	5,032	3,391	8,423
	KAM 90	Rudus Viikki	21,84	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	87,4	0,000	0,000	11,782	5,061	0,000	5,061
	Astfälttijäte	HAK 08	17,02	Tuusula	28	8	28,571	5	40	25	68,1	28,774	0,000	28,774	12,371	0,000	12,371
	KAM 16	Rudus Viikki	0	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	0,0	0,000	19,803	19,803	0,000	8,464	8,464
	KAM 16	Rudus Viikki	20,06	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	80,2	11,471	0,000	11,471	4,925	0,000	4,925
	Kittanaa	HAK 08	21,92	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	87,7	105,736	0,000	105,736	45,396	0,000	45,396
3.11.2021	KAM 16	Rudus Viikki	0	Rudus Viikki	104	5	4,808	5	40	25	0,0	0,000	67,755	67,755	28,855	28,855	28,855
	KAM 16	Rudus Viikki	20,16	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	80,6	11,488	7,958	19,446	4,933	3,391	8,324
	KAM 16	Rudus Viikki	18,98	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	75,9	11,281	7,958	19,239	4,842	3,391	8,233
	KAM 90	Rudus Viikki	21,52	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	86,1	11,726	7,958	19,684	5,037	3,391	8,428
	KAM 90	Rudus Viikki	21,26	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	85,0	11,681	7,958	19,639	5,017	3,391	8,408
	KAM 90	Rudus Viikki	21,04	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	84,2	11,642	7,958	19,600	5,000	3,391	8,391
	KAM 90	Rudus Viikki	20,44	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	81,8	11,537	7,958	19,495	4,954	3,391	8,345
	KAM 90	Rudus Viikki	20,56	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	82,2	11,558	7,958	19,516	4,963	3,391	8,354
4.11.2021	KAM 16	Rudus Viikki	20,56	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	89,6	11,890	7,958	19,838	5,104	3,391	8,495
	KAM 16	Rudus Viikki	22,4	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	80,6	11,485	7,958	19,443	4,931	3,391	8,322
	KAM 16	Rudus Viikki	20,14	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	81,2	11,513	7,958	19,471	4,943	3,391	8,334
	KAM 90	Rudus Viikki	20,3	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	81,0	11,506	7,958	19,466	4,940	0	4,940
5.11.2021	Kittanaa	HAK 08	19,58	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	78,3	102,121	71,874	173,995	43,817	30,603	74,420
	Kittanaa	HAK 08	21,28	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	85,1	104,747	71,874	176,621	44,964	30,603	75,567
15.11.2021	KAM 16	Rudus Viikki	8,5	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	34,0	9,446	7,958	17,404	4,041	3,391	7,432
	KAM 16	Rudus Viikki	22,28	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	89,1	11,859	0	11,859	5,095	0	5,095
	Kittanaa	HAK 08	19,2	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	76,8	101,534	0	101,534	43,561	0	43,561
	KAM 90	Rudus Viikki	0	Rudus Viikki	104	5	4,808	5	40	25	0,0	0	67,755	67,755	28,855	28,855	28,855
16.11.2021	KAM 77	Rudus Viikki	20,78	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	83,1	11,597	7,958	19,555	4,98	3,391	8,371
	KAM 90	Rudus Viikki	21,2	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	84,8	11,67	0	11,670	5,012	0	5,012
	Kittanaa	HAK 08	17,26	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	69,0	98,537	0	98,537	42,251	0	42,251
	KAM 90	Rudus Viikki	0	Rudus Viikki	104	5	4,808	5	40	25	0,0	0	67,755	67,755	28,855	28,855	28,855
	KAM 90	Rudus Viikki	20,1	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	80,4	11,478	0	11,478	4,928	0	4,928
17.11.2021	Kittanaa	HAK 08	20,4	Ohkola	54	3	5,556	5	40	25	81,6	50,953	0	50,953	21,872	0	21,872
	KAM 16	Rudus Viikki	0	Rudus Viikki	47	4	8,511	5	40	25	0,0	0	31,195	31,195	13,293	13,293	13,293
	KAM 16	Rudus Viikki	19,58	HAK 08	12	1	8,333	5	40	25	78,3	11,387	0	11,387	4,888	0	4,888
	Astfältti	Tuusula	0	Tuusula	28	8	28,571	5	40	25	0,0	0	20,439	20,439	8,734	8,734	8,734
	Astfältti	Tuusula	21,28	HAK 08	28	8	28,571	5	40	25	85,1	30,86	0	30,860	13,281	0	13,281
18.11.2021	Kittanaa	HAK 08	17,3	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	69,2	98,599	71,874	170,473	42,278	30,603	72,881
	Kittanaa	HAK 08	18,6	Lahti	111	4	3,604	5	40	25	74,4	100,607	71,874	172,481	43,156	30,603	73,759
19.11.2021	Pima	HAK 17	19,55	Hämeholma	104	4	3,846	5	40	25	78,2	95,792	0	95,792	41,102	0	41,102

Ajettu sama matka molempiin suuntiin (noina kuormalla, paluu tyhjiällä kuormalla)
 Ajettu matka vain yhteen suuntaan tyhjiällä kuormalla
 Ajettu matka vain yhteen suuntaan täydellä kuormalla

Merkki	malli	vuosimalli	rek.nrm	EURO-luokka	Alettu sama matka molempiin suuntiin (meno kuormalla, paluu tyhjällä kuormalla)													
Scania	R650	2018	(A)	EURO VI	Alettu matka vain yhteen suuntaan tyhjällä kuormalla													
					Alettu matka vain yhteen suuntaan täydellä kuormalla													
Pvm	Aines	Lähtöpäikka	Tonnit (t)	Purkupaikka	Matka (km)	Katujon osuus (km)	Katujon osuus (%)	Akselien lukumäärä	Suurin sallittu kokonaismassa (t)	Ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kantavuus (t)		käyttöaste (%)	Paastot meno	Paastot tulo	Paastot yht (kg CO ₂ -ekv.)	Kulutust meno (l)	Kulutust paluu (l)	Kulutust yht (l)
3.8.2021	Maa	Siltavuorentie 15	26,34	Porvoo	57	3	5,263	5	40	25		105,4	53,346	36,784	90,130	22,954	15,718	38,672
	Maa	Siltavuorentie 15	21,36	Porvoo	57	3	5,263	5	40	25		85,4	50,215	0,000	50,215	21,586	0,000	21,586
		Porvoo	0	Kyläsaari	52	1	1,923	5	40	25		0,0	0,000	32,972	32,972	0,000	14,083	14,083
	Maa	Kyläsaari	22,4	Porvoo	52	1	1,923	5	40	25		89,6	45,139	32,972	78,111	19,399	14,083	33,482
	Maa	Kyläsaari	14,2	Porvoo	52	1	1,923	5	40	25		56,8	40,685	0,000	40,685	17,453	0,000	17,453
		Porvoo	0	Siltavuorentie 15	57	3	5,263	5	40	25		0,0	0,000	36,784	36,784	0,000	15,718	15,718
4.8.2021	Prima	Hakaniem rantaa	51,15	Hämeneilina	104	4	3,846	9	76	51		100,3	153,554	92,594	246,148	66,395	39,784	106,179
	Prima	Hakaniem rantaa	48,15	Hämeneilina	104	4	3,846	9	76	51		94,4	149,979	92,594	242,573	64,834	39,784	104,618
	Prima	Hakaniem rantaa	49,2	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		96,5	171,624	105,559	277,183	74,184	45,345	119,529
5.8.2021	Prima	Hakaniem rantaa	51,52	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		101,0	164,057	98,694	262,751	70,937	42,404	113,341
	Prima	Hakaniem rantaa	49,44	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		96,9	161,418	98,694	260,112	69,785	42,404	112,189
6.8.2021	Prima	Hakaniem rantaa	0	Rudus Viikki	104	5	4,808	9	76	51		0,0	0,000	93,083	93,083	0,000	39,998	39,998
	0-90	Rudus Viikki	50,38	Hakaniem rantaa	12	1	8,333	9	76	51		98,8	18,211	0,000	18,211	7,877	0,000	7,877
9.8.2021	Prima	Hakaniem rantaa	44,32	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		86,9	165,071	0,000	165,071	71,323	0,000	71,323
		Forssa	0	Kyläsaari	120	2	1,667	9	76	51		0,0	0,000	105,559	105,559	0,000	45,345	45,345
	Kittamaa	Kyläsaari	50	Hakaniem rantaa	4	0,5	12,500	9	76	51		98,0	6,237	0,000	6,237	2,698	0,000	2,698
13.8.2021	Prima	Hakaniem rantaa	48,44	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		95,0	170,603	105,559	276,162	73,738	45,345	119,083
	Prima	Hakaniem rantaa	47,76	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		93,6	169,690	105,559	275,249	73,340	45,345	118,685
												yht:	1519,829	1037,407	2557,2360	656,503	445,356	1101,8590

Merkki	malli	vuosimalli	rek:nrm	EURO-luokka	Alettu sama matka molempin suuntiin (meno kuormalla, paluu tyhjiällä kuormalla)				Alettu matka vain yhteen suuntaan tyhjiällä kuormalla				Alettu matka vain yhteen suuntaan täydeillä kuormalla						
Voivo	FH	2018		EURO VI															
Pvm	Aines	Lähtöpaikka	Tonnit (t)	Purkupaikka	matka (km)	katujon osuus (km)	katujon osuus (%)	Akselien lukumäärä	Suurin sallittu kokonaismassa (t)	Ajoneuvon tai ajoneuvoyhdistelmän kantavuus (t)		työtöaste (%)	Päästöt meno	Päästöt tulo	Päästöt yht (kg CO2-ekv.)	Kulutus meno (l)	Kulutus paluu (l)	Kulutus yht (l)	
Elokuu																			
2.8.2021	Pima	Kruunusillat, HR	51,42	Salo	122	12	9,836	9	76	51		100,8	188,737	112,197	300,934	81,647	48,232	129,879	
	Pima	Kruunusillat, HR	46,26	Valkeakoski	151	6	3,974	9	76	51		90,7	214,692	134,533	349,225	92,756	57,804	150,600	
3.8.2021	Pima	Kruunusillat, HR	41,12	Valkeakoski	151	6	3,974	9	76	51		80,6	205,785	134,533	340,318	88,908	57,804	146,712	
	Pima	Kruunusillat, HR	46,08	Salo	122	12	9,836	9	76	51		90,4	180,788	112,197	292,985	78,117	48,232	126,409	
4.8.2021	Pima	Kruunusillat, HR	45,25	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		88,7	146,523	92,594	239,117	63,326	39,784	103,110	
	Pima	Kruunusillat, HR	45,05	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		88,3	146,284	92,594	238,878	63,222	39,784	103,006	
5.8.2021	Pima	Kruunusillat, HR	0	Verkkosaari	3	1	33,333	9	76	51		0,0	0,000	3,304	1,337	0,000	1,337	0,000	
	Täytemaa	Verkkosaari	40	Hämeenlent.	3	1	33,333	9	76	51		78,4	4,917	0,000	4,917	2,129	0,000	2,129	
	Pima	Kruunusillat, HR	48,2	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		94,5	170,281	105,559	275,840	73,598	45,345	118,943	
	Pima	Kruunusillat, HR	46,06	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		90,3	157,130	98,694	255,824	67,913	42,404	110,317	
6.8.2021	Pima	Kruunusillat, HR	46,68	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		91,5	157,917	98,694	256,611	68,256	42,404	110,660	
	Pima	Kruunusillat, HR	45,94	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		90,1	156,978	98,694	255,672	67,847	42,404	110,251	
9.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	46,9	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		92,0	168,535	105,559	274,084	72,836	45,345	118,181	
10.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	45,38	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		89,0	166,494	105,559	272,053	71,945	45,345	117,290	
	Pima	Hämeenlentanta	45,66	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		89,5	166,870	105,559	272,429	72,109	45,345	117,454	
11.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	46,14	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		90,5	167,515	105,559	273,074	72,390	45,345	117,735	
	Pima	Hämeenlentanta	44,98	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		88,2	165,957	105,559	271,516	71,710	45,345	117,055	
12.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	14,53	Rudus Viikki	12	1	8,333	9	76	51		28,5	13,042	10,947	23,989	5,620	4,706	10,326	
	Pima	Hämeenlentanta	46,52	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		91,2	157,714	98,694	256,408	68,168	42,404	110,572	
13.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	45,42	Forssa	120	2	1,667	9	76	51		89,1	166,548	105,559	272,107	71,968	45,345	117,313	
23.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	41,02	Valkeakoski	151	6	3,974	9	76	51		80,4	205,612	134,533	340,145	88,832	57,804	146,636	
	??	Hämeenlentanta	46,44	Valkeakoski	151	6	3,974	9	76	51		91,1	215,004	134,533	349,537	92,932	57,804	150,736	
25.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	45	Spoo	38	1	2,632	9	76	51		88,2	54,945	33,607	88,552	22,88	14,438	37,318	
	Pima	Hämeenlentanta	44,5	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		87,3	145,629	92,594	238,233	62,935	39,784	102,719	
26.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	48,7	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		95,5	150,634	92,594	243,228	65,121	39,784	104,905	
	Pima	Hämeenlentanta	42,32	Kouvola	163	3	1,840	9	76	51		83,0	220,860	143,523	364,383	95,414	61,654	157,068	
27.8.2021	Pima	Hämeenlentanta	44,2	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		86,7	145,271	92,594	237,865	62,779	39,784	102,563	
Syyskuu																			
7.9.2021	Pima	Hämeenlentanta	44,3	Hämeenlinna	104	4	3,846	9	76	51		86,9	145,391	92,594	237,985	62,831	39,784	102,615	
20.9.2021	Pima	Siltavuorentanta	47,14	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		92,4	158,500	98,694	257,194	68,511	42,404	110,915	
	Pima	Siltavuorentanta	47,36	Lahti	111	4	3,604	9	76	51		92,9	158,779	98,694	257,473	68,633	42,404	111,037	
28.9.2021	Pima	Siltavuorentanta	48,96	Kouvola	163	3	1,840	9	76	51		96,0	232,995	143,523	376,518	100,711	61,654	162,365	
29.9.2021	Pima	Siltavuorentanta	46,6	Kouvola	163	3	1,840	9	76	51		91,4	228,682	143,523	372,205	98,828	61,654	160,482	
	Kirkkana	Siltavuorentanta	56,1	Ohkolia	54	3	5,556	9	76	51		110,0	83,886	48,529	132,415	36,289	20,854	57,143	
30.9.2021	Pima	Siltavuorentanta	47,82	Kouvola	163	3	1,840	9	76	51		93,8	230,911	143,523	374,434	99,801	61,654	161,451	
	Kirkkana	Siltavuorentanta	46,66	Ohkolia	54	3	5,556	9	76	51		91,5	77,937	48,529	126,466	33,692	20,854	54,546	
												Yht:	1317,081	817,609	2134,690	569,296	351,262	920,558	

1.10.2021	Kirkamaa	Siltavuorenta	49,32	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	96,7	79,613	48,529	128,142	34,424	20,854	55,278
4.10.2021	Pima	Siltavuorenta	46,4	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	91,0	147,893	92,594	240,487	63,924	39,784	103,708
5.10.2021	Pima	Siltavuorenta	47,5	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	93,1	149,204	92,594	241,798	64,496	39,784	104,280
6.10.2021	Pima	Siltavuorenta	45,58	Säio	122	12	9,886	9	76	51	89,4	180,044	112,197	48,292,241	77,852	48,232	126,084
7.10.2021	Pima	Siltavuorenta	49,06	Säio	122	12	9,886	9	76	51	96,2	185,224	112,197	297,421	80,113	48,232	128,345
8.10.2021	Pima	Siltavuorenta	49,14	Säio	122	12	9,886	9	76	51	96,4	185,343	112,197	297,540	80,165	48,232	128,397
9.10.2021	Pima	Siltavuorenta	47,08	Säio	122	12	9,886	9	76	51	92,3	182,277	112,197	294,474	78,827	48,232	127,059
10.10.2021	Pima	Siltavuorenta	47,35	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	92,8	149,026	92,594	241,620	64,418	39,784	104,202
11.10.2021	Pima	Siltavuorenta	48,65	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	95,4	150,575	92,594	239,169	65,095	39,784	104,879
12.10.2021	Pima	Siltavuorenta	45,7	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	89,6	147,059	92,594	239,653	63,56	39,784	103,344
13.10.2021	Pima	Siltavuorenta	49,6	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	97,3	151,707	92,594	244,301	65,589	39,784	105,373
14.10.2021	Pima	Siltavuorenta	49,58	Hämeeilina	111	4	3,604	9	76	51	97,2	161,596	98,694	260,290	69,822	42,404	112,266
15.10.2021	Pima	Siltavuorenta	49,7	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	97,5	161,748	98,694	260,442	69,929	42,404	112,333
16.10.2021	Kantava moreeni	Häkänleimanta	48,62	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	95,3	79,172	48,529	127,701	34,231	20,854	55,085
17.10.2021	Pima	Häkänleimanta	49,62	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	97,3	161,646	98,694	260,340	69,885	42,404	112,289
18.10.2021	Pima	Häkänleimanta	47,65	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	93,4	149,383	92,594	241,977	64,574	39,784	104,358
19.10.2021	Kantava moreeni	Häkänleimanta	44,82	Ohkola	104	4	3,846	9	76	51	87,9	76,777	48,529	125,306	33,186	20,854	54,040
20.10.2021	Pima	Häkänleimanta	57,4	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	112,5	171,517	98,694	270,211	74,193	42,404	116,597
21.10.2021	Pima	Häkänleimanta	49,76	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	97,6	161,824	98,694	260,518	69,992	42,404	112,366
22.10.2021	Pima	Häkänleimanta	52,14	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	102,2	238,806	143,523	382,329	103,248	61,654	164,902
23.10.2021	Kantava moreeni	Näkinkuja	41,06	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	80,5	150,787	98,694	249,481	65,144	42,404	107,548
24.10.2021	Kantava moreeni	Näkinkuja	45,34	Lahti	111	4	3,604	9	76	51	88,9	156,216	98,694	254,910	67,514	42,404	109,918
25.10.2021	Kantava moreeni	Käsnäkuja	46,7	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	91,6	228,865	143,523	372,388	98,908	61,654	160,562
26.10.2021	Kantava moreeni	Merhaanatu	48,08	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	94,3	78,832	48,529	127,361	34,083	20,854	54,937
27.10.2021	Pima	Siltavuorenta	45,88	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	90,0	227,366	143,523	370,889	98,254	61,654	159,908
28.10.2021	Pima	Siltavuorenta	46,18	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	90,5	227,914	143,523	371,437	98,493	61,654	160,147
29.10.2021	Pima	Siltavuorenta	46,5	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	91,2	228,499	143,523	372,022	98,748	61,654	160,402
30.10.2021																	
31.10.2021																	
1.11.2021	Pima	Siltavuorenta	45,64	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	89,5	436,913	269,535	706,448	188,677	115,930	304,867
2.11.2021	Pima	Siltavuorenta	45,44	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	89,1	226,928	143,523	370,451	98,062	61,654	159,716
3.11.2021	Pima	Siltavuorenta	46,96	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	92,1	229,34	143,523	372,868	99,115	61,654	160,769
4.11.2021	Pima	Siltavuorenta	49,1	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	96,3	233,25	143,523	376,773	100,823	61,654	162,477
5.11.2021	Pima	Häkänleimanta	42,8	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	83,9	143,603	92,594	236,197	66,543	39,784	101,835
6.11.2021	Pima	Häkänleimanta	51,05	Hämeeilina	104	4	3,846	9	76	51	100,1	153,435	92,594	246,029	66,343	39,784	106,127
7.11.2021	Kirkamaa	Siltavuorenta	46,16	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	90,5	77,622	48,529	126,151	33,554	20,854	54,408
8.11.2021	Kirkamaa	Siltavuorenta	48,78	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	95,6	79,273	48,529	127,802	34,275	20,854	55,129
9.11.2021	Pima	Häkänleimanta	51,5	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	101,0	237,636	143,523	381,159	102,737	61,654	164,391
10.11.2021	Pima	Häkänleimanta	54,7	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	107,3	243,484	143,523	387,007	105,29	61,654	166,944
11.11.2021																	
12.11.2021	Kirkamaa/pima	Siltavuorenta	45	Lahti	111	3	2,703	9	76	51	Yht:	185,133	114,334	299,457	800,153	491,200	1291,353
13.11.2021	Savi, Humus	Häkänleimanta	40,92	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	88,2	155,785	98,694	254,479	67,326	42,404	109,730
14.11.2021	Kirkamaa	Häkänleimanta	20,9	Ukonjantie 180	46	9	19,565	5	40	25	80,2	74,319	48,529	122,848	32,113	20,854	52,967
15.11.2021	Kirkamaa/pima	Häkänleimanta	36,22	(kuulohanku)	84	7	8,333	9	76	51	83,6	44,921	31,902	76,823	19,34	13,656	32,996
16.11.2021	Savi, Humus	Siltavuorenta	44,26	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	71,0	113,188	76,632	189,820	48,898	32,939	81,837
17.11.2021	Kirkamaa	Siltavuorenta	48,56	Ohkola	54	3	5,556	9	76	51	86,8	76,424	48,529	124,953	33,032	20,854	53,886
18.11.2021	Pima	Siltavuorenta	46,38	Kouvoia	163	3	1,840	9	76	51	90,9	79,134	48,529	127,663	34,215	20,854	55,069
19.11.2021											90,2	228,28	143,523	371,803	98,653	61,654	160,307
20.11.2021											Yht:	772,051	496,338	1268,389	333,577	213,215	546,792

Liite 3. Yksikköpäästötaulukot (VTT 2017b)

1 (18)

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>

Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia
Maantieajo

	Päästö / ajoneuvokilometri		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	CO [g/km] täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	CO [g/tkm] täysi kuorma (51 t)
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,12	0,14	0,0037	0,0027
keskimäärin v. 2016	0,12	0,14	0,0037	0,0027
Päästötaso		HC [g/km]		HC [g/tkm]
--> 1993		tyhjä täysi kuorma (51 t)		osakuorma (esim. 70 %) täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,011	0,021	0,00051	0,00042
keskimäärin v. 2016	0,011	0,021	0,00051	0,00042
Päästötaso		NOx [g/km]		NOx [g/tkm]
--> 1993		tyhjä täysi kuorma (51 t)		osakuorma (esim. 70 %) täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,21	0,29	0,0074	0,0057
keskimäärin v. 2016	0,21	0,29	0,0074	0,0057
Päästötaso		PM [g/km]		PM [g/tkm]
--> 1993		tyhjä täysi kuorma (51 t)		osakuorma (esim. 70 %) täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,0043	0,0056	0,00015	0,00011
keskimäärin v. 2016	0,0043	0,0056	0,00015	0,00011
Päästötaso		CH4 [g/km]		CH4 [g/tkm]
--> 1993		tyhjä täysi kuorma (51 t)		osakuorma (esim. 70 %) täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,00070	0,00080	0,000022	0,000016
keskimäärin v. 2016	0,00070	0,00080	0,000022	0,000016
Päästötaso		N2O [g/km]		N2O [g/tkm]
--> 1993		tyhjä täysi kuorma (51 t)		osakuorma (esim. 70 %) täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,050	0,052	0,0014	0,0010
keskimäärin v. 2016	0,050	0,052	0,0014	0,0010

Päästötaso --> 1993	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,0029	0,0047	0,00012	0,000093
keskimäärin v. 2016	0,0029	0,0047	0,00012	0,000093

Päästötaso --> 1993	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	857	1416	35	28
keskimäärin v. 2016	857	1416	35	28

Päästötaso --> 1993	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	872	1432	35	28
keskimäärin v. 2016	872	1432	35	28

Päästötaso --> 1993	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	302	499	12	10
keskimäärin v. 2016	302	499	12	10

Päästötaso --> 1993	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	36,6	60,5	0,015	0,012
keskimäärin v. 2016	36,6	60,5	0,015	0,012

Päästötaso --> 1993	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	13	22	0,53	0,42
keskimäärin v. 2016	13	22	0,53	0,42

Päästötaso --> 1993	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	3,6	6,0	0,15	0,12

keskimäärin v. 2016	3,6	6,0	0,15	0,12
----------------------------	------------	------------	-------------	-------------

	Suoriteosuus
	[%]
Päästötaso	
--> 1993	0,0
EURO I (1994 - 1995)	0,0
EURO II (1996 - 2000)	0,0
EURO III (2001 - 2005)	0,0
EURO IV (2006 - 2008)	0,0
EURO V (2009 - 2014)	0,0
EURO VI (2015 -->)	100,0
yhteensä v. 2016	100

CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli, SO₂ = rikkidioksidi, CO₂ = hiilidioksidi, CO₂ekv. = kasvihuonekaasut CO₂ ekvivalenteina (CH₄ kerroin 25 ja N₂O kerroin 298), MJ = megajoule, kWh = kilowattitunti, tkm = tonn kilometri, hkm = henkilö kilometri

CO₂ päästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden, joka dieselissä (uusiutuva diesel) oli 11.5 % lämpöarvosta vuonna 2016

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta
Päivitetty 6.7.2017

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/fyksikkopaastot>

Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 76 t, kantavuus 51 t, 9 akselia
Taajama, katuoja

	Päästö / ajoneuvokilometri		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
CO [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,27	0,31	0,0084	0,0062
keskimäärin v. 2016	0,27	0,31	0,0084	0,0062
HC [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,044	0,052	0,0014	0,0010
keskimäärin v. 2016	0,044	0,052	0,0014	0,0010
NOx [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,51	0,60	0,016	0,012
keskimäärin v. 2016	0,51	0,60	0,016	0,012
PM [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,0076	0,0090	0,00024	0,00018
keskimäärin v. 2016	0,0076	0,0090	0,00024	0,00018
CH4 [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,0013	0,0020	0,000050	0,000039
keskimäärin v. 2016	0,0013	0,0020	0,000050	0,000039
N2O [g/km]				
Päästötaso				
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,050	0,052	0,0014	0,0010
keskimäärin v. 2016	0,050	0,052	0,0014	0,0010

Päästötaaso	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	0,0045	0,0085	0,00020	0,00017
keskimäärin v. 2016	0,0045	0,0085	0,00020	0,00017

Päästötaaso	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	1346	2537	61	50
keskimäärin v. 2016	1346	2537	61	50

Päästötaaso	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	1361	2552	61	50
keskimäärin v. 2016	1361	2552	61	50

Päästötaaso	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	474	894	22	18
keskimäärin v. 2016	474	894	22	18

Päästötaaso	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	57,5	108,4	0,026	0,021
keskimäärin v. 2016	57,5	108,4	0,026	0,021

Päästötaaso	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	20	39	0,93	0,76
keskimäärin v. 2016	20	39	0,93	0,76

Päästötaaso	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (51 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (51 t)
--> 1993				
EURO I (1994 - 1995)				
EURO II (1996 - 2000)				
EURO III (2001 - 2005)				
EURO IV (2006 - 2008)				
EURO V (2009 - 2014)				
EURO VI (2015 -->	5,7	10,7	0,26	0,21

keskimäärin v. 2016	5,7	10,7	0,26	0,21
---------------------	-----	------	------	------

Päästötaso	Suoriteosuus [%]
--> 1993	0,0
EURO I (1994 - 1995)	0,0
EURO II (1996 - 2000)	0,0
EURO III (2001 - 2005)	0,0
EURO IV (2006 - 2008)	0,0
EURO V (2009 - 2014)	0,0
EURO VI (2015 -->	100,0
yhteensä v. 2016	100

CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli, SO₂ = rikkidioksidi, CO₂ = hiilidioksidi, CO₂ekv. = kasvihuonekaasut CO₂ ekvivalentteina (CH₄ kerroin 25 ja N₂O kerroin 298), MJ = megajoule, kWh = kilowattitunti, tkm = tonnikilometri, hkm = henkilökilometri

CO₂ päästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden, joka dieselissä (uusiutuva diesel) oli 11.5 % lämpöarvosta vuonna 2016

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta
Päivitetty 6.7.2017

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>

**Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 60 t, kantavuus 40 t
Maantieajo**

Päästö / ajoneuvokilometri	CO [g/km]		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
Päästötaso	CO [g/tkm]			
--> 1993	1,7	2,8	0,088	0,070
EURO I (1994 - 1995)	1,2	2,0	0,062	0,049
EURO II (1996 - 2000)	0,94	1,3	0,043	0,033
EURO III (2001 - 2005)	0,48	0,77	0,024	0,019
EURO IV (2006 - 2008)	0,30	0,40	0,013	0,010
EURO V (2009 - 2014)	0,15	0,17	0,0059	0,0043
EURO VI (2015 -->)	0,12	0,13	0,0045	0,0033
keskimäärin v. 2016	0,37	0,52	0,017	0,013
Päästötaso	HC [g/tkm]			
--> 1993	0,42	0,51	0,017	0,013
EURO I (1994 - 1995)	0,40	0,43	0,015	0,011
EURO II (1996 - 2000)	0,32	0,37	0,013	0,0093
EURO III (2001 - 2005)	0,13	0,18	0,0059	0,0045
EURO IV (2006 - 2008)	0,019	0,019	0,00068	0,00048
EURO V (2009 - 2014)	0,019	0,019	0,00068	0,00048
EURO VI (2015 -->)	0,010	0,020	0,00061	0,00050
keskimäärin v. 2016	0,084	0,10	0,0035	0,0026
Päästötaso	NOx [g/tkm]			
--> 1993	16	23	0,75	0,58
EURO I (1994 - 1995)	11	16	0,52	0,41
EURO II (1996 - 2000)	9,4	14	0,45	0,35
EURO III (2001 - 2005)	6,2	9,3	0,30	0,23
EURO IV (2006 - 2008)	4,2	5,0	0,17	0,13
EURO V (2009 - 2014)	3,0	4,0	0,13	0,10
EURO VI (2015 -->)	0,20	0,28	0,0091	0,0070
keskimäärin v. 2016	4,7	6,5	0,21	0,16
Päästötaso	PM [g/tkm]			
--> 1993	0,26	0,41	0,013	0,010
EURO I (1994 - 1995)	0,17	0,27	0,0085	0,0067
EURO II (1996 - 2000)	0,077	0,12	0,0038	0,0030
EURO III (2001 - 2005)	0,051	0,080	0,0026	0,0020
EURO IV (2006 - 2008)	0,030	0,047	0,0015	0,0012
EURO V (2009 - 2014)	0,030	0,045	0,0014	0,0011
EURO VI (2015 -->)	0,0040	0,0050	0,00017	0,00013
keskimäärin v. 2016	0,040	0,062	0,0020	0,0016
Päästötaso	CH4 [g/tkm]			
--> 1993	0,026	0,027	0,00095	0,00068
EURO I (1994 - 1995)	0,018	0,019	0,00067	0,00047
EURO II (1996 - 2000)	0,013	0,014	0,00048	0,00034
EURO III (2001 - 2005)	0,010	0,011	0,00038	0,00027
EURO IV (2006 - 2008)	0,0020	0,0020	0,000070	0,000049
EURO V (2009 - 2014)	0,0020	0,0020	0,000070	0,000049
EURO VI (2015 -->)	0,00070	0,00080	0,000028	0,000020
keskimäärin v. 2016	0,0054	0,0056	0,00020	0,00014
Päästötaso	N2O [g/tkm]			
--> 1993	0,011	0,011	0,00039	0,00027
EURO I (1994 - 1995)	0,011	0,011	0,00039	0,00027
EURO II (1996 - 2000)	0,010	0,010	0,00036	0,00025
EURO III (2001 - 2005)	0,007	0,007	0,00025	0,00018
EURO IV (2006 - 2008)	0,019	0,019	0,00069	0,00048
EURO V (2009 - 2014)	0,056	0,056	0,0020	0,0014
EURO VI (2015 -->)	0,048	0,048	0,0017	0,0012
keskimäärin v. 2016	0,029	0,029	0,0010	0,00073

Päästötaso	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	0,0025	0,0039	0,00012	0,00010
EURO I (1994 - 1995)	0,0026	0,0039	0,00013	0,00010
EURO II (1996 - 2000)	0,0026	0,0040	0,00013	0,00010
EURO III (2001 - 2005)	0,0027	0,0041	0,00013	0,00010
EURO IV (2006 - 2008)	0,0026	0,0040	0,00013	0,00010
EURO V (2009 - 2014)	0,0026	0,0040	0,00013	0,00010
EURO VI (2015 -->	0,0026	0,0039	0,00013	0,00010
keskimäärin v. 2016	0,0026	0,0040	0,00013	0,00010

Päästötaso	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	759	1153	37	29
EURO I (1994 - 1995)	772	1171	38	29
EURO II (1996 - 2000)	784	1190	38	30
EURO III (2001 - 2005)	805	1222	39	31
EURO IV (2006 - 2008)	784	1190	38	30
EURO V (2009 - 2014)	784	1190	38	30
EURO VI (2015 -->	767	1178	38	29
keskimäärin v. 2016	788	1197	38	30

Päästötaso	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	763	1157	37	29
EURO I (1994 - 1995)	776	1175	38	29
EURO II (1996 - 2000)	788	1194	38	30
EURO III (2001 - 2005)	807	1224	39	31
EURO IV (2006 - 2008)	790	1196	38	30
EURO V (2009 - 2014)	801	1207	39	30
EURO VI (2015 -->	781	1193	38	30
keskimäärin v. 2016	796	1205	39	30

Päästötaso	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	267	406	13	10
EURO I (1994 - 1995)	272	413	13	10
EURO II (1996 - 2000)	276	419	13	10
EURO III (2001 - 2005)	283	430	14	11
EURO IV (2006 - 2008)	276	419	13	10
EURO V (2009 - 2014)	276	419	13	10
EURO VI (2015 -->	270	415	13	10
keskimäärin v. 2016	277	421	14	11

Päästötaso	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	32,5	49,3	0,016	0,012
EURO I (1994 - 1995)	33,0	50,1	0,016	0,013
EURO II (1996 - 2000)	33,5	50,9	0,016	0,013
EURO III (2001 - 2005)	34,4	52,2	0,017	0,013
EURO IV (2006 - 2008)	33,5	50,9	0,016	0,013
EURO V (2009 - 2014)	33,5	50,9	0,016	0,013
EURO VI (2015 -->	32,8	50,4	0,016	0,013
keskimäärin v. 2016	33,7	51,1	0,016	0,013

Päästötaso	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	12	18	0,56	0,44
EURO I (1994 - 1995)	12	18	0,57	0,45
EURO II (1996 - 2000)	12	18	0,58	0,45
EURO III (2001 - 2005)	12	19	0,60	0,47
EURO IV (2006 - 2008)	12	18	0,58	0,45
EURO V (2009 - 2014)	12	18	0,58	0,45
EURO VI (2015 -->	12	18	0,57	0,45
keskimäärin v. 2016	12	18	0,58	0,46

Päästötaso	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	3,2	4,9	0,16	0,12
EURO I (1994 - 1995)	3,3	5,0	0,16	0,12
EURO II (1996 - 2000)	3,3	5,0	0,16	0,13
EURO III (2001 - 2005)	3,4	5,2	0,17	0,13
EURO IV (2006 - 2008)	3,3	5,0	0,16	0,13
EURO V (2009 - 2014)	3,3	5,0	0,16	0,13
EURO VI (2015 -->	3,2	5,0	0,16	0,12

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>

**Varsinaisella perävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 60 t, kantavuus 40 t
Taajama, katuajo**

Päästö / ajoneuvokilometri	CO [g/km]		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	CO [g/tkm] osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
Päästötaso				
--> 1993	3,6	5,2	0,17	0,13
EURO I (1994 - 1995)	2,9	3,7	0,12	0,093
EURO II (1996 - 2000)	2,3	3,3	0,11	0,082
EURO III (2001 - 2005)	2,2	3,2	0,10	0,080
EURO IV (2006 - 2008)	2,1	2,8	0,092	0,070
EURO V (2009 - 2014)	2,0	2,7	0,089	0,068
EURO VI (2015 -->)	0,25	0,30	0,010	0,0075
keskimäärin v. 2016	2,0	2,7	0,089	0,068
Päästötaso				
--> 1993	1,2	1,3	0,046	0,033
EURO I (1994 - 1995)	1,1	1,3	0,044	0,032
EURO II (1996 - 2000)	0,75	0,85	0,029	0,021
EURO III (2001 - 2005)	0,68	0,73	0,026	0,018
EURO IV (2006 - 2008)	0,064	0,098	0,0031	0,0024
EURO V (2009 - 2014)	0,11	0,15	0,0048	0,0036
EURO VI (2015 -->)	0,040	0,047	0,0016	0,0012
keskimäärin v. 2016	0,32	0,36	0,013	0,0091
Päästötaso				
--> 1993	24	43	1,3	1,1
EURO I (1994 - 1995)	17	30	0,93	0,74
EURO II (1996 - 2000)	15	26	0,79	0,64
EURO III (2001 - 2005)	11	19	0,59	0,48
EURO IV (2006 - 2008)	9,0	15	0,46	0,36
EURO V (2009 - 2014)	5,3	8,5	0,27	0,21
EURO VI (2015 -->)	0,47	0,57	0,019	0,014
keskimäärin v. 2016	8,3	14	0,44	0,35
Päästötaso				
--> 1993	1,00	1,2	0,041	0,030
EURO I (1994 - 1995)	0,65	1,0	0,032	0,025
EURO II (1996 - 2000)	0,29	0,53	0,016	0,013
EURO III (2001 - 2005)	0,28	0,34	0,012	0,0085
EURO IV (2006 - 2008)	0,070	0,050	0,0020	0,0013
EURO V (2009 - 2014)	0,070	0,050	0,0020	0,0013
EURO VI (2015 -->)	0,0070	0,0085	0,00029	0,00021
keskimäärin v. 2016	0,15	0,18	0,0062	0,0046
Päästötaso				
--> 1993	0,054	0,082	0,0026	0,0021
EURO I (1994 - 1995)	0,037	0,058	0,0018	0,0014
EURO II (1996 - 2000)	0,027	0,041	0,0013	0,0010
EURO III (2001 - 2005)	0,021	0,033	0,0011	0,00082
EURO IV (2006 - 2008)	0,0014	0,0025	0,000077	0,000062
EURO V (2009 - 2014)	0,0014	0,0025	0,000077	0,000062
EURO VI (2015 -->)	0,0010	0,0020	0,000061	0,000050
keskimäärin v. 2016	0,010	0,015	0,00048	0,00038
Päästötaso				
--> 1993	0,020	0,030	0,0010	0,00075
EURO I (1994 - 1995)	0,020	0,030	0,0010	0,00075
EURO II (1996 - 2000)	0,020	0,030	0,0010	0,00075
EURO III (2001 - 2005)	0,0090	0,0090	0,00032	0,00023
EURO IV (2006 - 2008)	0,023	0,030	0,0010	0,00075
EURO V (2009 - 2014)	0,049	0,057	0,0020	0,0014
EURO VI (2015 -->)	0,045	0,050	0,0017	0,0013
keskimäärin v. 2016	0,029	0,035	0,0012	0,0009

Päästötaaso	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	0,0040	0,0070	0,0022	0,0018
EURO I (1994 - 1995)	0,0040	0,0071	0,0022	0,0018
EURO II (1996 - 2000)	0,0041	0,0072	0,0022	0,0018
EURO III (2001 - 2005)	0,0042	0,0074	0,0023	0,0019
EURO IV (2006 - 2008)	0,0041	0,0073	0,0023	0,0018
EURO V (2009 - 2014)	0,0041	0,0073	0,0023	0,0018
EURO VI (2015 -->)	0,0040	0,0073	0,0023	0,0018
keskimäärin v. 2016	0,0041	0,0073	0,0023	0,0018

Päästötaaso	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	1180	2091	65	52
EURO I (1994 - 1995)	1200	2125	66	53
EURO II (1996 - 2000)	1219	2159	67	54
EURO III (2001 - 2005)	1251	2216	69	55
EURO IV (2006 - 2008)	1218	2184	68	55
EURO V (2009 - 2014)	1218	2184	68	55
EURO VI (2015 -->)	1207	2178	67	54
keskimäärin v. 2016	1225	2188	68	55

Päästötaaso	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	1188	2102	65	53
EURO I (1994 - 1995)	1207	2136	66	53
EURO II (1996 - 2000)	1226	2169	67	54
EURO III (2001 - 2005)	1254	2220	69	55
EURO IV (2006 - 2008)	1225	2193	68	55
EURO V (2009 - 2014)	1233	2201	68	55
EURO VI (2015 -->)	1220	2193	68	55
keskimäärin v. 2016	1234	2199	68	55

Päästötaaso	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	416	737	23	18
EURO I (1994 - 1995)	423	749	23	19
EURO II (1996 - 2000)	429	761	24	19
EURO III (2001 - 2005)	441	781	24	20
EURO IV (2006 - 2008)	429	769	24	19
EURO V (2009 - 2014)	429	769	24	19
EURO VI (2015 -->)	425	767	24	19
keskimäärin v. 2016	431	770	24	19

Päästötaaso	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	50,5	89,4	0,028	0,022
EURO I (1994 - 1995)	51,3	90,8	0,028	0,023
EURO II (1996 - 2000)	52,1	92,3	0,029	0,023
EURO III (2001 - 2005)	53,5	94,7	0,029	0,024
EURO IV (2006 - 2008)	52,1	93,3	0,029	0,023
EURO V (2009 - 2014)	52,1	93,3	0,029	0,023
EURO VI (2015 -->)	51,6	93,1	0,029	0,023
keskimäärin v. 2016	52,4	93,5	0,029	0,023

Päästötaaso	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	18	32	0,99	0,80
EURO I (1994 - 1995)	18	32	1,00	0,81
EURO II (1996 - 2000)	19	33	1,02	0,82
EURO III (2001 - 2005)	19	34	1,05	0,84
EURO IV (2006 - 2008)	19	33	1,03	0,83
EURO V (2009 - 2014)	19	33	1,03	0,83
EURO VI (2015 -->)	18	33	1,03	0,83
keskimäärin v. 2016	19	33	1,03	0,83

Päästötaaso	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (40 t)	osakuoma (esim. 70 %)	täysi kuorma (40 t)
--> 1993	5,0	8,8	0,27	0,22
EURO I (1994 - 1995)	5,1	9,0	0,28	0,22
EURO II (1996 - 2000)	5,2	9,1	0,28	0,23
EURO III (2001 - 2005)	5,3	9,4	0,29	0,23
EURO IV (2006 - 2008)	5,2	9,2	0,29	0,23
EURO V (2009 - 2014)	5,2	9,2	0,29	0,23
EURO VI (2015 -->)	5,1	9,2	0,28	0,23

keskimäärin v. 2016	5,2	9,3	0,29	0,23
---------------------	-----	-----	------	------

Päästötaso	Suoriteosuus [%]
--> 1993	0,2
EURO I (1994 - 1995)	1,2
EURO II (1996 - 2000)	11,1
EURO III (2001 - 2005)	24,5
EURO IV (2006 - 2008)	22,2
EURO V (2009 - 2014)	32,2
EURO VI (2015 -->)	8,6
yhteensä v. 2016	100

CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli, SO₂ = rikkidioksidi, CO₂ = hiilidioksidi, CO₂ekv. = kasvihuonekaasut CO₂ ekvivalentteina (CH₄ kerroin 25 ja N₂O kerroin 298), MJ = megajoule, kWh = kilowattitunti, tkm = tonnikilometri, hkm = henkilökilometri

CO₂ päästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden, joka dieselissä (uusiutuva diesel) oli 11.5 % lämpöarvosta vuonna 2016

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta
Päivitetty 6.7.2017

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>

Puoliperävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 40 t, kantavuus 25 t
Maantieajo

Päästö / ajoneuvokilometri	CO [g/km]		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
Päästötaso	CO [g/km]			
--> 1993	1,2	1,6	0,085	0,064
EURO I (1994 - 1995)	0,95	1,3	0,066	0,050
EURO II (1996 - 2000)	0,62	0,88	0,046	0,035
EURO III (2001 - 2005)	0,40	0,60	0,031	0,024
EURO IV (2006 - 2008)	0,20	0,35	0,017	0,014
EURO V (2009 - 2014)	0,13	0,13	0,0074	0,0052
EURO VI (2015 -->)	0,10	0,11	0,0061	0,0044
keskimäärin v. 2016	0,28	0,39	0,020	0,016
Päästötaso	HC [g/km]			
--> 1993	0,32	0,44	0,023	0,018
EURO I (1994 - 1995)	0,32	0,39	0,021	0,016
EURO II (1996 - 2000)	0,22	0,28	0,015	0,011
EURO III (2001 - 2005)	0,10	0,12	0,0066	0,0048
EURO IV (2006 - 2008)	0,017	0,017	0,0010	0,00068
EURO V (2009 - 2014)	0,017	0,017	0,0010	0,00068
EURO VI (2015 -->)	0,0090	0,017	0,00083	0,00068
keskimäärin v. 2016	0,065	0,077	0,0042	0,0031
Päästötaso	NOx [g/km]			
--> 1993	15	19	1,0	0,77
EURO I (1994 - 1995)	10	13	0,71	0,54
EURO II (1996 - 2000)	8,7	12	0,61	0,46
EURO III (2001 - 2005)	5,8	7,7	0,41	0,31
EURO IV (2006 - 2008)	3,7	4,2	0,23	0,17
EURO V (2009 - 2014)	2,8	3,0	0,17	0,12
EURO VI (2015 -->)	0,18	0,25	0,013	0,010
keskimäärin v. 2016	4,3	5,3	0,29	0,21
Päästötaso	PM [g/km]			
--> 1993	0,25	0,33	0,018	0,013
EURO I (1994 - 1995)	0,16	0,22	0,011	0,0087
EURO II (1996 - 2000)	0,073	0,10	0,0051	0,0039
EURO III (2001 - 2005)	0,049	0,065	0,0034	0,0026
EURO IV (2006 - 2008)	0,026	0,035	0,0018	0,0014
EURO V (2009 - 2014)	0,026	0,030	0,0016	0,0012
EURO VI (2015 -->)	0,0033	0,0045	0,00024	0,00018
keskimäärin v. 2016	0,037	0,048	0,0025	0,0019
Päästötaso	CH4 [g/km]			
--> 1993	0,021	0,022	0,0013	0,00089
EURO I (1994 - 1995)	0,015	0,016	0,00088	0,00062
EURO II (1996 - 2000)	0,011	0,011	0,00063	0,00044
EURO III (2001 - 2005)	0,0085	0,0089	0,00050	0,00035
EURO IV (2006 - 2008)	0,0014	0,0015	0,000085	0,000062
EURO V (2009 - 2014)	0,0014	0,0015	0,000085	0,000062
EURO VI (2015 -->)	0,00060	0,00070	0,000038	0,000028
keskimäärin v. 2016	0,0043	0,0045	0,00025	0,00018
Päästötaso	N2O [g/km]			
--> 1993	0,011	0,011	0,00063	0,00044
EURO I (1994 - 1995)	0,011	0,011	0,00063	0,00044
EURO II (1996 - 2000)	0,010	0,010	0,00057	0,00040
EURO III (2001 - 2005)	0,0070	0,0070	0,00040	0,00028
EURO IV (2006 - 2008)	0,019	0,019	0,0011	0,00077
EURO V (2009 - 2014)	0,056	0,056	0,0032	0,0022
EURO VI (2015 -->)	0,048	0,048	0,0027	0,0019
keskimäärin v. 2016	0,029	0,029	0,0017	0,0012

Päästötaso	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	0,0022	0,0032	0,00016	0,00013
EURO I (1994 - 1995)	0,0021	0,0031	0,00016	0,00012
EURO II (1996 - 2000)	0,0021	0,0033	0,00017	0,00013
EURO III (2001 - 2005)	0,0021	0,0033	0,00017	0,00013
EURO IV (2006 - 2008)	0,0021	0,0032	0,00016	0,00013
EURO V (2009 - 2014)	0,0021	0,0032	0,00016	0,00013
EURO VI (2015 -->	0,0021	0,0029	0,00015	0,00012
keskimäärin v. 2016	0,0021	0,0032	0,00016	0,00013

Päästötaso	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	653	943	49	38
EURO I (1994 - 1995)	633	923	48	37
EURO II (1996 - 2000)	625	971	50	39
EURO III (2001 - 2005)	627	974	50	39
EURO IV (2006 - 2008)	619	954	49	38
EURO V (2009 - 2014)	619	954	49	38
EURO VI (2015 -->	613	866	45	35
keskimäärin v. 2016	621	953	49	38

Päästötaso	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	657	946	49	38
EURO I (1994 - 1995)	637	926	48	37
EURO II (1996 - 2000)	628	974	50	39
EURO III (2001 - 2005)	630	976	50	39
EURO IV (2006 - 2008)	625	960	49	38
EURO V (2009 - 2014)	636	971	50	39
EURO VI (2015 -->	628	880	46	35
keskimäärin v. 2016	630	962	49	38

Päästötaso	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	230	332	17	13
EURO I (1994 - 1995)	223	325	17	13
EURO II (1996 - 2000)	220	342	17	14
EURO III (2001 - 2005)	221	343	18	14
EURO IV (2006 - 2008)	218	336	17	13
EURO V (2009 - 2014)	218	336	17	13
EURO VI (2015 -->	216	305	16	12
keskimäärin v. 2016	219	336	17	13

Päästötaso	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	27,9	40,3	0,021	0,016
EURO I (1994 - 1995)	27,1	39,4	0,020	0,016
EURO II (1996 - 2000)	26,7	41,5	0,021	0,017
EURO III (2001 - 2005)	26,8	41,6	0,021	0,017
EURO IV (2006 - 2008)	26,5	40,8	0,021	0,016
EURO V (2009 - 2014)	26,5	40,8	0,021	0,016
EURO VI (2015 -->	26,2	37,0	0,019	0,015
keskimäärin v. 2016	26,6	40,7	0,021	0,016

Päästötaso	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	10	14	0,74	0,57
EURO I (1994 - 1995)	10	14	0,73	0,56
EURO II (1996 - 2000)	10	15	0,75	0,59
EURO III (2001 - 2005)	10	15	0,76	0,59
EURO IV (2006 - 2008)	9,4	15	0,74	0,58
EURO V (2009 - 2014)	9,4	15	0,74	0,58
EURO VI (2015 -->	9,3	13	0,69	0,53
keskimäärin v. 2016	9,5	15	0,74	0,58

Päästötaso	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	2,8	4,0	0,21	0,16
EURO I (1994 - 1995)	2,7	3,9	0,20	0,16
EURO II (1996 - 2000)	2,6	4,1	0,21	0,16
EURO III (2001 - 2005)	2,7	4,1	0,21	0,16
EURO IV (2006 - 2008)	2,6	4,0	0,21	0,16
EURO V (2009 - 2014)	2,6	4,0	0,21	0,16
EURO VI (2015 -->	2,6	3,7	0,19	0,15

keskimäärin v. 2016	2,6	4,0	0,21	0,16
---------------------	-----	-----	------	------

Päästötaso	Suoriteosuus [%]
--> 1993	0,2
EURO I (1994 - 1995)	1,2
EURO II (1996 - 2000)	11,1
EURO III (2001 - 2005)	24,5
EURO IV (2006 - 2008)	22,2
EURO V (2009 - 2014)	32,2
EURO VI (2015 -->)	8,6
yhteensä v. 2016	100

CO = hiilimonoksidi, HC = hiilivedyt (sisältää metaanin CH₄), NO_x = typen oksidit, PM = hiukkaset, CH₄ = metaani, N₂O = typpioksiduuli, SO₂ = rikkidioksidi, CO₂ = hiilidioksidi, CO₂ekv. = kasvihuonekaasut CO₂ ekvivalenteina (CH₄ kerroin 25 ja N₂O kerroin 298), MJ = megajoule, kWh = kilowattitunti, tkm = tonnikilometri, hkm = henkilökilometri

CO₂ päästöt sisältävät polttoaineen bio-osuuden, joka dieselissä (uusiutuva diesel) oli 11.5 % lämpöarvosta vuonna 2016

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta
Päivitetty 6.7.2017

Tulostettu VTT:n LIPASTO tietokannasta <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot>

Puoliperävaunulla varustettu yhdistelmä
Kokonaismassa 40 t, kantavuus 25 t
Taajama, katuajo

Päästö / ajoneuvokilometri	CO [g/km]		Päästö / tonnikilometri	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
Päästö	CO [g/km]		CO [g/tkm]	
--> 1993	3,1	4,9	0,25	0,19
EURO I (1994 - 1995)	2,5	2,8	0,16	0,11
EURO II (1996 - 2000)	1,4	1,8	0,094	0,071
EURO III (2001 - 2005)	1,1	1,5	0,081	0,062
EURO IV (2006 - 2008)	0,90	1,2	0,063	0,048
EURO V (2009 - 2014)	0,80	1,1	0,058	0,044
EURO VI (2015 -->)	0,22	0,25	0,014	0,010
keskimäärin v. 2016	0,94	1,3	0,066	0,050
Päästö	HC [g/km]		HC [g/tkm]	
--> 1993	1,1	1,2	0,067	0,048
EURO I (1994 - 1995)	0,95	1,0	0,056	0,040
EURO II (1996 - 2000)	0,72	0,80	0,044	0,032
EURO III (2001 - 2005)	0,59	0,63	0,035	0,025
EURO IV (2006 - 2008)	0,053	0,074	0,0039	0,0030
EURO V (2009 - 2014)	0,10	0,11	0,0061	0,0044
EURO VI (2015 -->)	0,031	0,039	0,0021	0,0016
keskimäärin v. 2016	0,28	0,31	0,017	0,013
Päästö	NOx [g/km]		NOx [g/tkm]	
--> 1993	20	31	1,6	1,2
EURO I (1994 - 1995)	14	21	1,1	0,86
EURO II (1996 - 2000)	12	18	0,94	0,73
EURO III (2001 - 2005)	8,8	13	0,65	0,50
EURO IV (2006 - 2008)	7,5	10	0,53	0,40
EURO V (2009 - 2014)	4,5	6,3	0,33	0,25
EURO VI (2015 -->)	0,40	0,50	0,027	0,020
keskimäärin v. 2016	6,9	9,7	0,51	0,39
Päästö	PM [g/km]		PM [g/tkm]	
--> 1993	0,70	0,90	0,048	0,036
EURO I (1994 - 1995)	0,52	0,75	0,039	0,030
EURO II (1996 - 2000)	0,22	0,36	0,018	0,014
EURO III (2001 - 2005)	0,21	0,28	0,015	0,011
EURO IV (2006 - 2008)	0,050	0,055	0,0031	0,0022
EURO V (2009 - 2014)	0,050	0,055	0,0031	0,0022
EURO VI (2015 -->)	0,0058	0,0072	0,00039	0,00029
keskimäärin v. 2016	0,11	0,15	0,0079	0,0060
Päästö	CH4 [g/km]		CH4 [g/tkm]	
--> 1993	0,044	0,068	0,0035	0,0027
EURO I (1994 - 1995)	0,031	0,047	0,0024	0,0019
EURO II (1996 - 2000)	0,022	0,034	0,0017	0,0014
EURO III (2001 - 2005)	0,018	0,027	0,0014	0,0011
EURO IV (2006 - 2008)	0,0011	0,0021	0,00010	0,000085
EURO V (2009 - 2014)	0,0011	0,0021	0,00010	0,000085
EURO VI (2015 -->)	0,0010	0,0020	0,00010	0,000080
keskimäärin v. 2016	0,0079	0,012	0,00063	0,00050
Päästö	N2O [g/km]		N2O [g/tkm]	
--> 1993	0,015	0,030	0,0015	0,0012
EURO I (1994 - 1995)	0,015	0,030	0,0015	0,0012
EURO II (1996 - 2000)	0,015	0,030	0,0015	0,0012
EURO III (2001 - 2005)	0,0090	0,0090	0,00051	0,00036
EURO IV (2006 - 2008)	0,023	0,025	0,0014	0,0010
EURO V (2009 - 2014)	0,049	0,057	0,0031	0,0023
EURO VI (2015 -->)	0,045	0,050	0,0028	0,0020
keskimäärin v. 2016	0,029	0,034	0,0019	0,0014

Päästötaso	SO2 [g/km]		SO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	0,0034	0,0055	0,00028	0,00022
EURO I (1994 - 1995)	0,0033	0,0054	0,00027	0,00022
EURO II (1996 - 2000)	0,0032	0,0055	0,00028	0,00022
EURO III (2001 - 2005)	0,0032	0,0056	0,00028	0,00023
EURO IV (2006 - 2008)	0,0032	0,0055	0,00027	0,00022
EURO V (2009 - 2014)	0,0032	0,0055	0,00027	0,00022
EURO VI (2015 -->)	0,0032	0,0055	0,00027	0,00022
keskimäärin v. 2016	0,0032	0,0055	0,00028	0,00022

Päästötaso	CO2 [g/km]		CO2 [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	999	1647	83	66
EURO I (1994 - 1995)	980	1616	81	65
EURO II (1996 - 2000)	965	1642	82	66
EURO III (2001 - 2005)	965	1685	84	67
EURO IV (2006 - 2008)	951	1642	82	66
EURO V (2009 - 2014)	951	1642	82	66
EURO VI (2015 -->)	951	1641	82	66
keskimäärin v. 2016	957	1652	82	66

Päästötaso	CO2 ekv. [g/km]		CO2 ekv. [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	1005	1657	84	66
EURO I (1994 - 1995)	985	1626	82	65
EURO II (1996 - 2000)	970	1651	83	66
EURO III (2001 - 2005)	968	1688	84	68
EURO IV (2006 - 2008)	958	1649	82	66
EURO V (2009 - 2014)	966	1659	83	66
EURO VI (2015 -->)	965	1656	83	66
keskimäärin v. 2016	965	1662	83	66

Päästötaso	Kulutus [g/km]		Kulutus [g/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	352	580	29	23
EURO I (1994 - 1995)	345	569	29	23
EURO II (1996 - 2000)	340	578	29	23
EURO III (2001 - 2005)	340	593	30	24
EURO IV (2006 - 2008)	335	578	29	23
EURO V (2009 - 2014)	335	578	29	23
EURO VI (2015 -->)	335	578	29	23
keskimäärin v. 2016	337	582	29	23

Päästötaso	Kulutus [l/100 km]		Kulutus [l/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	42,7	70,4	0,035	0,028
EURO I (1994 - 1995)	41,9	69,1	0,035	0,028
EURO II (1996 - 2000)	41,3	70,2	0,035	0,028
EURO III (2001 - 2005)	41,3	72,0	0,036	0,029
EURO IV (2006 - 2008)	40,7	70,2	0,035	0,028
EURO V (2009 - 2014)	40,7	70,2	0,035	0,028
EURO VI (2015 -->)	40,7	70,1	0,035	0,028
keskimäärin v. 2016	40,9	70,6	0,035	0,028

Päästötaso	Energia [MJ/km]		Energia [MJ/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	15	25	1,3	1,0
EURO I (1994 - 1995)	15	25	1,2	1,0
EURO II (1996 - 2000)	15	25	1,3	1,0
EURO III (2001 - 2005)	15	26	1,3	1,0
EURO IV (2006 - 2008)	14	25	1,2	1,0
EURO V (2009 - 2014)	14	25	1,2	1,0
EURO VI (2015 -->)	14	25	1,2	1,0
keskimäärin v. 2016	15	25	1,3	1,0

Päästötaso	Energia [kWh/km]		Energia [kWh/tkm]	
	tyhjä	täysi kuorma (25 t)	osakuorma (esim. 70 %)	täysi kuorma (25 t)
--> 1993	4,2	7,0	0,35	0,28
EURO I (1994 - 1995)	4,1	6,8	0,34	0,27
EURO II (1996 - 2000)	4,1	6,9	0,35	0,28
EURO III (2001 - 2005)	4,1	7,1	0,36	0,29
EURO IV (2006 - 2008)	4,0	6,9	0,35	0,28
EURO V (2009 - 2014)	4,0	6,9	0,35	0,28
EURO VI (2015 -->)	4,0	6,9	0,35	0,28

