

LIISA

Yleistä

LIISA on VTT:ssä kehitetty Suomen tieliikenteen päästölaskentamalli. Mallilla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästömäärät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin. LIISA on osa VTT:n kehittämää LIPASTO -laskentajärjestelmää. LIPASTO päivitetään vuosittain. Suomen- ja englanninkieliset tulokset ovat nähtävillä sivulla <http://lipasto.vtt.fi>

LIISA on deterministinen malli – samat lähtötiedot tuottavat aina saman tuloksen. Malli tuottaa tiedot tulevaisuuden autoliikenteen päästöistä ja polttoaineiden kulutuksesta. Malli on ”mitä – jos” tyyppinen eli vastaa kysymykseen mikä on lopputulos, jos lähtötiedot ovat tietyt.

LIISA, samoin kuin ALIISA -malli ovat perusversioina ns. baseline malleja. Baseline tarkoittaa tässä sitä, että toimenpiteet (biosekoitevelvoite, energiatehokkuusvaatimukset jne.) otetaan ennusteissa huomioon vain niille vuosille, joille toimenpiteet on määrätty. Siten sekoitevelvoite on vuoteen 2020 ja EU:n energiatehokkuusdirektiivi vuoteen 2020. Näiden vuosien jälkeen tason oletetaan pysyvän vuoden 2020 tasolla. Mallit eivät siten edusta todennäköistä kehitystä.

Päästölaskennan aikasarja on vuosille 1980 – 2050.

LIISA -mallin ensimmäinen versio valmistui 1989. Koko LIPASTO -järjestelmä uudistettiin perusteellisesti vuosina 2013 – 2015. Uudistuksen rahoittajina olivat Liikenne- ja viestintäministeriö, Ympäristöministeriö, Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto ja Tilastokeskus. Vuosittaisen päivityksen rahoittaa Tilastokeskus.

LIISA -malliin kuuluu alamallina erillinen moottoripyörien ja mopojen laskentamalli MP-LIISA (kuvaus alaosassa). LIISA -mallin olennainen osa on erillinen ALIISA -malli, jolla tuotetaan autokannan suoritteiden jakaumat.

LIISA, samoin kuin kaikki muutkin LIPASTO:n mallit on toteutettu Excel -laskentaohjelmistolla.

Menetelmäkuvaus

LIISA -malli tuottaa seuraavien yhdisteiden päästömäärät:

Hiilimonoksidi (CO), Hiilivedyt (HC), Typen oksidit (NO_x), Hiukkaset (PM), Metaani (CH₄), Typpioksiduuli (N₂O), Rikkidioksidi (SO₂), Hiilidioksidi (CO₂). Lisäksi laskentatuloksena on polttoaineenkulutus, energiankäyttö ja urealisäaineen kulutus (AdBlue).

Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, autokohtaisiin vuosisuoritteisiin (km/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/km, kWh/km). Päästökertoimet perustuvat autojen päästöstandardin mukaiseen jaotteluun (Euroluokat) ja auton iän niihin tuomiin lisiin. Myös autojen kylmäkäyttö otetaan huomioon. Laskennassa noudatetaan pääosin uusinta kasvihuonekaasujen laskentaohjetta ”2006 IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories” ja EMEP/EEA:n ”Emission Inventory Guidebook” raporttia.

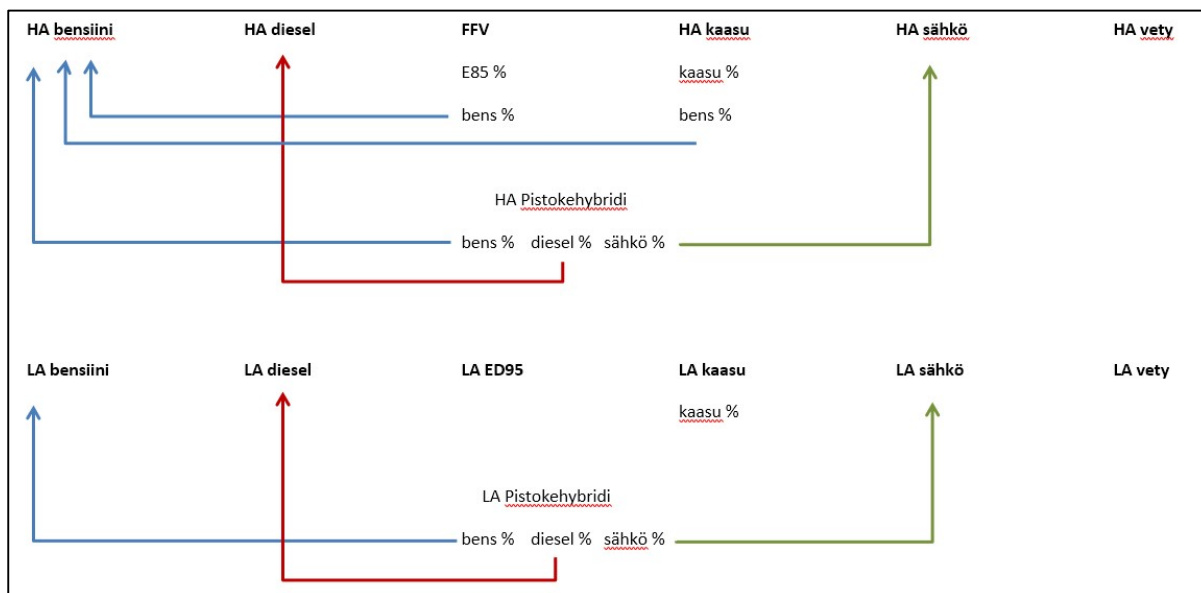
LIISA -malli on tarkoitettu valtakunnan tason laskentaan, mutta sillä tuotetaan myös kuntakohtaiset päästöt, koska Liikenneviraston suoritedata on kuntakohtainen.

Suorite

LIISA -mallin päästölaskenta perustuu suoritteeseen ja polttoaineenkulutukseen. Autokohtaiset suoritemäärät tuotetaan ALIISA -mallilla (ks. erillinen menetelmäraportti). Suoritteet on jaettu autojen päästöstandardin (Euroluokat) mukaisesti.

ALIISA -mallin ja LIISA -mallin ajoneuvo- ja käyttövoimatyypimäärät ovat erilaiset. ALIISA -mallissa laskenta perustuu ajoneuvotyyppi- ja käyttövoimakohtaiseen jaotukseen, joita on kaikkiaan 40. Mo-nella ajoneuvotyyppillä voidaan käyttää useampaa kuin yhtä käyttövoimaa. FFV autoilla voidaan ajaa runsaasti etanolia sisältävällä E85 polttoaineella tai pelkällä bensiinillä. Kaasuhenkilöautoilla voidaan ajaa pelkällä kaasulla tai pelkällä bensiinillä. Pistokehybrideillä (PHEV) voidaan ajaa pelkällä verkosta ladatulla sähköllä tai polttoaineella. Kullekin näille tyypeille on ALIISA -mallissa määritetty suoriteosuudet (%) käyttövoimakohtaisesti. Tutkittua tietoa näistä osuuksista ei juuri ole, vaan ne perustuvat asiantuntija-arvioon. Tästä käyttövoiman vaihtelevuudesta koituu laskentaan haasteita, kun sama auto voidaan laskea esim. kaasuautoksi ja bensiiniautoksi.

LIISA -mallissa ajoneuvo- ja käyttövoimatyypimäärä on rajoitetumpi (30), koska päästölaskenta on haluttu tehdä yksinkertaisemmaksi. Kuva 1 esittää LIISA -mallin käyttövoimatyypit (sarakeotsikot, 6 kpl). HA=henkilöautot, edustavat henkilö- ja pakettiautoja. LA=linja-autot, edustavat raskaita autoja. ALIISA -mallissa suoritteet jakautuvat otsikoiden alla oleviin alajaotuksiin, jotka yhdistetään kaavioiden mukaisesti LIISA -malliin. Korkeaseosetanoliautojen (FFV) pelkällä bensiinillä ajatut kilometrit viedään LIISA -mallissa bensiiniautojen suoritteisiin, koska päästöjen kannalta on kyse samasta tekniikasta. Samoin kaasuautojen bensiinillä ajatut kilometrit viedään bensiiniautoihin. Pistokehybridi-autojen bensiinimoottorilla ajatut kilometrit viedään bensiiniautoihin, dieselmoottorilla ajatut dieselautoihin ja verkosta ladatulla sähköllä ajatut kilometrit sähköautoihin. Tämä aiheuttaa LIISA -mallissa jonkin verran suoriteväärinää, mutta on päästölaskennan kannalta välttämätöntä.



Kuva 1. Henkilö- ja pakettiautoilla toteutettu käyttövoimien suoritteiden yhdistäminen ALIISA -mallista LIISA -malliin (ylempi kaavio) ja raskailla ajoneuvoilla toteutettu yhdistäminen (alempi kaavio).

ALIISA -mallissa suorite on kokonaissuorite eri väylätyypeille. LIISA -mallissa suorite jaetaan katu- ja maantiesuoritteeseen, koska päästöjen kannalta on olennaista millä nopeudella ja missä olosuh-teissa auto liikkuu.

Maantiesuoritteiden lähtökohtana on Liikenneviraston ilmoitus maantiesuoritteesta kunnittain ja nopeusrajoitusalueittain. Nämä luvut korjataan muutokertoimilla, jotka perustuvat ALIISA mallin menetelmäraportissa kuvattuun suoritekorjaukseen. Suoritejaon nopeusrajoitukset ovat 50, 60, 70, 80, 100 ja 120 km/h.

Katusuorite perustuu Liikenneviraston ilmoitukseen katusuoritteiden kokonaismäärästä. Liikenneviraston katusuoritetieto ei sisällä kuntakohtaista jaotusta. Katusuoritteelle tehdään samanlainen suoritekorjaus kuin maantiesuoritteelle. Liikenneviraston katusuoritetieto jaetaan kunnille seuraavasti: Vain Helsinki ja Espoo laskevat katuliikennesuoritteensa riittävällä tarkkuudella. Vantaan suorite tiedetään myös paremmin kuin muiden kaupunkien. Katusuoritteiden kokonaismäärä jaetaan kunnille siten, että Helsingille, Espoolle ja Vantaalle merkitään niiden ilmoittamat määrät ja loppu jaetaan kunnille niiden väkiluvun suhteessa. Väkilukuun perustuvaan jakoon ei ole kovin hyviä perusteita, mutta parempaakaan menetelmää ei ole pystytty kehittämään yrityksistä huolimatta. Katusuorite jaetaan seuraaviin väylätyyppeihin: Pääkadut, kokoojakadut, tonttikadut ja rakennuskaavatiet. Kolme ensimmäistä on kaupunkikunnissa, rakennuskaavatiet ovat kuntien omistamien ja yksityisteiden suorite. Rakennuskaavatie on vanha lainsäädännön termi ja nykyisin niitä muutetaan katualueiksi. Mallissa käytetään kuitenkin tätä vanhaa termiä. Suoritteiden jakautuminen pääkatuun, kokoojakatuun ja tonttikatuun perustuu Helsingin, Espoon ja Vantaan osalta kaupunkien omaan ilmoitukseen, muiden osalta käytetään yleistä, kaupunkien kokoon perustuvaa arviota.

Valtakunnan tason laskennassa käytetään kaikkien kuntien yhteenlaskettuja suoritteita. Kuntakohtaisessa laskennassa käytetään kunkin kunnan jakaumaa.

Suoritteet jaetaan päästöstandardin (Euroluokat) mukaisiin ryhmiin. Jaotuksen perustana on ALIISA:ssa tuotettu jakauma. Tätä jakaumaa sovelletaan sekä maantie- että katuajoon.

Ennustevuosille suoritteiden määräytyminen on samanlainen kuin laskentavuodelle. Edellytyksenä on, että ennustevuosille on ALIISA:ssa tuotettu autojen myyntiä ja autokohtaista suoritetta koskevat ennusteet.

Kertoimet

Kullekin ajoneuvotyypille, käyttövoimatypille ja Euroluokalle on LIISA:ssa määritetty päästökerroin muodossa g/km. Jokaista suoritekilometriä kohden täytyy olla vastaava päästökerroin. Kertoimet perustuvat pääosin dokumentteihin "2006 IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories" ja EMEP/EEA:n "Emission Inventory Guidebook". Lisäksi on käytetty muuhun kirjallisuuteen ja VTT:n omiin mittauksiin perustuvia tietoja erityisesti ristiriitatilanteissa ja selvissä virheissä. Päästökertoimissa otetaan huomioon auton ikä ja kylmänä ajon aiheuttama lisäpäästö.

Päästökertoimet ovat Euroluokka- ja kilometripohjaisia päästöille CO, HC, NOx, hiukkaset, CH₄ ja N₂O. Kulutuskertoimet perustuvat auton vuosimalliin, koska kulutus ei niinkään riipu Euroluokasta kuin auton valmistusajankohdasta. SO₂ ja CO₂ päästölaskenta perustuu polttoaineenkulutusta kohden määritettyyn päästökertoimeen. Urealisäaineen (AdBlue) kulutusmäärälaskenta perustuu SCR-tekniikan (Selective Catalytic Reduction) yleisyyteen Euroluokissa, urealiuoksen määrään polttoainelitraa kohden ja dieselpolttoaineen kulutukseen. Urealiuoksen CO₂ päästö lasketaan polttoaineen päästön lisänä koska liuos ruikutetaan pakokaasuun.

Polttoaineet

Liikennepolttoaineisiin liittyy useita tunnuslukuja, jotka määrittävät polttoaineiden ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet, kuten tiheydet, lämpöarvot, bio-osuudet ym. ovat täsmälleen samat kaikissa malleissa, jotka käyttävät näitä polttoaineita (ALIISA, LIISA, MP-LIISA, Venemalli ja TYKObensa).

Liikennekäytössä olevat polttoaineet ovat polttoainekomponenteista tehtyjä seoksia.

Mallissa olevat polttoainetyypit ovat.

- bensiini (E5, alkoholia max 5 tilavuus %, E10, alkoholia max 10 tilavuus %)
- E85 alkoholipolttoaineseos (alkoholia max 85 %)
- Diesel (biopolttoaineosuus vaihtelee)
- Kaasu (biopolttoaineosuus vaihtelee)
- (sähkö)
- vety

Mallissa olevat polttoainekomponentit ovat

- fossiilinen bensiini
- fossiilinen diesel
- bioetanoli
- uusiutuva diesel
- fossiilinen metaani (kaasu)
- biometaani (kaasu)
- (sähkö)
- vety

Liikennepolttoaineet ovat nykyisin seoksia, joissa bio-osuus vaihtelee. Tavallisissa bensiinikäyttöisissä autoissa etanolin enimmäismäärä tilavuutena ilmaisten saa olla 10 %, joka lämpöarvona laskien on 6,8 % (ero johtuu etanolin ja bensiinin lämpöarvoerosta). Korkeaseosetanolipolttoaine E85 sen sijaan voi sisältää etanolia 85 %. Tätä polttoainetta voivat käyttää Flexifuel (FFV) autot. Biodieseliä (FAME) voi sekoittaa dieseliin enintään 7 %. Toisen sukupolven biodieseliä (HVO/BTL) sen sijaan voi teknisesti sekoittaa dieselpolttoaineeseen vaikka 100 %, mutta polttoainestandardin muiden vaatimusten vuoksi käytännössä 30 – 50 %.

Polttoainetoimittajille on asetettu biosekoitevelvoite, joka tulee täyttyä kaikki polttoainelaadut yhteen laskien. Polttoainetyypeille ei ole asetettu erikseen määriä, vaan polttoainetoimittaja voi itse päättää mihin polttoaineisiin se bio-osuudet sekoittaa. Velvoitteeseen hyväksytään myös työkonepolttoaineisiin (polttoöljy) sekoitettu bio-osuus. Nestemäisissä polttoaineissa bio-osuusvelvoite vuodelle 2013 oli 6 %. Osuus tarkoittaa osuutta lämpöarvosta. Esimerkiksi bensiinissä litramääräiseksi muutettuna tuo 6 % lämpöarvosta toteutettuna etanolilla tarkoittaa 8,9 % tilavuudesta. Ero tulee etanolin alhaisemmasta lämpöarvosta (21 MJ/l verrattuna fossiilisen bensiinin arvoon 32 MJ/l). Sekoitevelvoite on alaraja ja polttoainetoimittajat voivat sekoittaa myös tuota suuremman määrän. Sekoitevelvoitteet on Suomen laissa määritetty vuoteen 2020 saakka (20 %). Tilannetta mutkistaa ns. tuplalaskentamahdollisuus. Se tarkoittaa sitä, että esim. jätteistä tai ruuaksi kelpaamattomasta biomassasta (esim. puu) valmistettu biopolttoaine voidaan laskea velvoitteen täyttymisen tarkastelussa kaksinkertaisena. Esimerkiksi jos kaikki bio-osuus tehtäisiin jätteestä, riittäisi 6 %:n velvoitteen täyttymiseen 3 %:n todellinen sekoite. Biosekoitevelvoite EU:n taholta on 10 % vuonna 2020. Suomi on kuitenkin sitoutunut 20 % velvoitteeseen. Koska tuo 20 % sisältää myös tuplalaskennan, on todellinen, päästöjä vähentävä osuus tuota huomattavasti alhaisempi. Suomessa katsotaan todellisen, päästöjä alentavan vaikutusmäärän vuonna 2020 olevan 13,5 %. Tämän luvun perusteena on ILUC-

direktiiviin määräämän ensimmäisen sukupolven biopolttoaineen maksimäärä 7 % ja tuplalasketta-
via 6,5 %, yhteensä siis $7 + 6,5 = 13,5$ %. Laskennallinen osuus on $7 + 2 \times 6,5 = 20$ %.

Koska polttoaineisiin kulloinkin lisättävä bio-osuus on myös taloudellinen asia, saattaa bio-osuus olla eri vuosina huomattavastikin velvoitetta suurempi, varsinkin kun velvoitteen ylittävä osuus voidaan laskea seuravan vuoden hyödyksi. Polttoaineseoksissa olevien, päästöihin vaikuttavien polttoainekomponenttien määrät määritetään LIISA -mallissa kullekin vuodelle erikseen (%) ja velvoitemäärä on vain taustatieto.

Biopolttoaineet katsotaan laskennassa CO₂:n osalta päästöttömiksi, mutta ne lasketaan mukaan energiankäyttöön. Sähkön käyttö katsotaan päästöttömäksi ja se lasketaan mukaan vain energiankäyttönä.

Kulutuksen vuosimallikohtainen laskenta tehdään ALIISA -mallissa, LIISA -mallissa vuosimallikohtainen kulutus sulautetaan tarkasteluvuoden keskimääräiseksi kulutukseksi. Teoreettisesti laskettu kulutusmäärä kalibroidaan laskentavuonna autoliikenteeseen myydyn polttoaineen määrään.

Ennusteet

Mallin ennusteet pohjautuvat Liikenneviraston ja VTT:n ennusteisiin liikennesuoritteiden, autokannan ja energiatehokkuuden kehittymisestä. Baseline-kehityksen yleisenä periaatteena on, että toimenpiteistä otetaan huomioon vain jo päätetyt toimenpiteet. Ennustejakso ulottuu vuoteen 2050.

Liikennevirasto julkaisi vuonna 2014 uuden valtakunnallisen tieliikenne-ennusteen suoritteiden kehityksestä vuoteen 2050. Sen mukaan henkilöautojen liikennesuorite kasvaa 26 % vuodesta 2012 vuoteen 2030 mennessä ja 36 % vuoteen 2050. Pakettiautoilla vastaava kasvu on 6 % ja 11 %, linja-autoilla 6 % ja 11 % sekä kuorma-autoilla 6 % ja 17 %. Tämä suorite-ennuste on osoittautunut henkilöautojen osalta liian suureksi, sillä henkilöautojen myynti ja suoritteet 2012-2015 eivät ole kehittyneet ennusteen edellyttämällä tavalla. Tämän ongelman ratkaisemiseksi Liikenne- ja viestintäministeriön toimeksiannosta VTT korjasi vuoden 2015 lopulla suoritekasvun ennustetta perusteina myös katsastuksessa tallennettu vuosisuorite ja muut henkilöautojen vuosisuoritteista raportoidut tutkimukset. VTT:n v. 2015 suorite-ennusteen mukaan henkilöautojen liikennesuorite kasvaa 12 % vuodesta 2012 vuoteen 2030 ja 16 % vuoteen 2050, mikä on noin puolet Liikenneviraston ennustamasta kasvusta. Baseline-ennusteessa käytetään henkilöautojen osalta VTT:n suorite-ennustetta ja muiden ajoneuvojen osalta Liikenneviraston ennustetta.

Uusitun LIISA-mallin automyyntiennuste pohjautuu VTT:n uusittuun suorite-ennusteeseen ja Suomen autokannan EU-sovitettuun kehitysennusteeseen, missä kullekin ajoneuvotyypille ja tekniikalle on arvioitu autokohtainen suoritteiden kehitys. Uusien autojen myynti on sovitettu siten, että kunkin vuoden autokanta toteuttaa suorite-ennusteen. Ennusteessa on mukana myös käytettynä maahan tuotujen autojen määrä (arvioitu 23 000 henkilöautoa/vuosi), jotka tulevat autokantaan uusmyynnin ulkopuolelta vuosimallinsa mukaisesti.

Baseline ennusteen mukaan vuosina 2016 – 2020 uusien henkilöautojen myynti on vuosittain keskimäärin 4,7 %, vuosina 2021 – 2030 keskimäärin 5,1 % ja vuosina 2031 – 2050 keskimäärin 5,3 % autokannasta. Taulukossa 1 on nykyhetken ja ennustevuosien henkilöautojen uusmyynti. Tämän lisäksi autokantaan tulee käytettynä maahantuotuja autoja.

Pakettiautojen vuosittaisen uusmyynnin arvioidaan olevan vuosina 2016 - 2020 4,6 % autokannasta, vuosina 2021 – 2030 5,1 % ja vuosina 2031 – 2050 4,8 %. Linja-autojen myynnin arvioidaan olevan koko ennustejakson ajan noin 3,6 % autokannasta ja kuorma-autojen noin tasolla 3,9 %.

Taulukko. Vuotuinen henkilöautojen uusmyynti.

Henkilöautot	Uusmyynti [kpl]			
	2015	2020	2030	2050
Bensiini	68 103	83 300	89 300	93 600
FFV (suurseos etanoli)	26	110	300	360
Diesel	39 796	46 400	45 040	36 000
Kaasu	109	540	1 500	1 800
Sähkö	778	4 630	13 800	46 800
Vety	0	20	60	1 440
Yhteensä	108 812	135 000	150 000	180 000

Kullekin ajoneuvotekniikalle VTT on määrittänyt ominaiskulutukset ja niiden kehityksen ennustevuosille (energiatehokkuus). Energiatehokkuuden ja yksittäisten polttoainekomponenttien kulutuksen suhteen on huomattava, että EU:n asettama henkilöautojen tehokkuusvelvoite ja biopolttoainesekoitusvelvoite ovat vain vuoteen 2020, mikä taso pysyy ennustejakson loppuun saakka baseliiniperiaatteen mukaisesti.

MP-LIISA alamalli

Moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen päästöt ja kulutukset lasketaan erillisellä MP-LIISA Excel-mallilla. Mallin tulokset liitetään LIISA -malliin.

Menetelmäkuvaus

Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, pyöräkohtaisiin vuosisuoritteisiin (km/a) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/km). Päästökertoimet perustuvat päästöstandardin mukaiseen jaotteluun (Euroluokat). Laskennassa noudatetaan pääosin uusinta kasvihuonekaasujen laskentaohjetta ”2006 IPCC Guidelines for National Green House Gas Inventories” ja EMEP/EEA:n ”Emission Inventory Guidebook” raporttia.

MP-LIISA -malli on tarkoitettu valtakunnan tason laskentaan, mutta sillä tuotetaan myös kuntakohtaiset päästöt jakamalla päästöt kunnan asukasluvun suhteessa.

Ajoneuvokanta

Moottoripyörien, mopojen ja mopoautojen lukumäärä otetaan menneiden vuosien osalta Trafim ajoneuvotietokannasta (liikennekäytössä olevat). Ennusteet perustuvat arvioon kannan kehityksestä. Kannan jakauma Euroluokkiin tehdään vuosimallin perusteella. Moottoripyörillä on lisäksi Trafilta saatu kokoluokkajaotus.

Suorite

Suoritteesta ei ole tutkittua tietoa eikä tilastoja. Suorite perustuu asiantuntija-arvioon. Taustaksi on selvitetty runsaasti myynnissä olevien ajoneuvojen mittarilukematietoja, joista on saatu käsitys vuosittaisesta ajoneuvosuoritteesta. Kukin ajoneuvotyyppi on jaettu kolmeen osioon: paljon ajavat, keskimääräisesti ajavat ja vähän ajavat. Kullekin ryhmälle on arvioitu prosenttiosuudet ja vuotuinen ajokilometrimäärä. Näille jakaumille ei ole yksinkertaisuuden vuoksi vuotuista vaihtelua, vaan kokonais-suoritteen muutokset aiheutuvat ajoneuvojen määrän vaihteluista.

Kertoimet

Kullekin Euroluokalle on määritetty päästökertoimet ja kulutuskertoimet g/km. Moottoripyörissä on huomioitu erikseen 2-tahti ja 4-tahti. Bio-osuudet ovat samat kuin LIISA-mallissa.

Tulokset

MP- LIISA -malli tuottaa seuraavien yhdisteiden päästömäärät:

Hiilimonoksidi (CO), Hiilivedyt (HC), Typen oksidit (NO_x), Hiukkaset (PM), Metaani (CH₄), Typpioksiduuli (N₂O), Rikkidioksidi (SO₂), Hiilidioksidi (CO₂). Lisäksi laskentatuloksena on polttoaineenkulutus ja energiankäyttö.