

RAILI

Yleistä

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

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

Päästölaskennan aikasarja on vuosille 1980 – 2050.

RAILI -mallin ensimmäinen versio valmistui 1996. Koko LIPASTO -järjestelmä uudistettiin perusteellisesti vuosina 2013 – 2015. Uudistuksen rahoittajina olivat Liikenne- ja viestintäministeriö, Ympäristöministeriö, Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto ja Tilastokeskus. Vuosittaisen päivityksen rahoittaa Tilastokeskus.

Mallissa lasketaan kansainvälisen säännön mukaan vain käytönaikaiset päästöt. Päästöt lasketaan siten vain dieseljunaliikenteelle ja sähköjunaliikenteestä lasketaan vain energiankäyttö.

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

Menetelmäkuvaus

RAILI -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.

Laskenta perustuu kahteen pääelementtiin, junatyypikohtaisiin vuosisuoritteisiin (vedetyt bruttonnikilometrit/a, veturina-ajokilometrit/a ja vaihtotyötunnit/a sekä lähijunaliikenteessä junayksikkökilometrit) ja suoritekohtaisiin päästökertoimiin (g/brtkm, kWh/brtkm, kWh/junayksikkökm, g/kg polttoainetta ja litraa/h).

Päästöt lasketaan erikseen rataosille ja ratapihoille (vaihtotyö) junalajeittain ja junatyypeittäin.

RAILI -malli on tarkoitettu valtakunnan tason laskentaan, mutta sillä tuotetaan myös rataosakohtaiset päästöt ja niiden avulla voidaan laskea kunnittaiset päästöt.

Sähköjunille ei lasketa päästöjä, koska niiden käytönaikaiset päästöt ovat nolla. Niiden päästöt syntyvät sähköä tuottavissa voimalaitoksissa. Sen sijaan energiankäyttö lasketaan ja ilmaistaan sähköenergian käyttönä.

Dieseljunien päästöt lasketaan kaavan 1 mukaisesti.

$$E^c = \sum_{x=1}^2 \left(\left(\sum_{l=1}^4 \sum_{w=1}^{10} d_{x,l,w} f_{x,l,w}^d \right) g_x e_x^{c,f} + d_x (f_x^h e^{c,h} + f_x^a e^{c,a}) + \left(\sum_{r=1}^N \sum_{l=1}^4 t_{x,l,r} f_{x,l}^t \right) e_x^{c,f} \right. \\ \left. + \left(\sum_{l=1}^4 k_l f_l^k \right) e_x^{c,f} \right) \quad (1)$$

E^c	yhdisteen c kokonaispäästö
c	yhdiste
x	junatyypin henkilö/tavara
l	veturityyppi (4 tyyppiä)
w	junan painoluokka (10 luokkaa)
d	vedetyt bruttotonnikilometrit
g	muun kuin linjavedon lisäkuluskerroin *
r	ratapiha
N	ratapihojen lukumäärä
t	vaihto- ja siirtotyöaika
k	veturikilometrit
f^d	ominaiskulutus bruttotonnikilometriä kohden
f	ominaiskulutus (tunnissa)
f^h	vaununlämmityksen ominaiskulutus bruttotonnikilometriä kohden
f^a	aggregaatin ominaiskulutus bruttotonnikilometriä kohden
f^k	veturikilometrin ominaiskulutus
$e^{c,f}$	yhdisteen c päästökerroin kulutettua polttoainemäärää kohden
$e^{c,h}$	vaununlämmityksen päästökerroin kulutettua polttonestemäärää kohden
$e^{c,a}$	aggregaatin päästökerroin kulutettua polttonestemäärää kohden
*	vaununlämmitys, kaluston käyttövalmiusaika, valmistus- ja lopetusajat ja kaluston ylimääräiset siirrot

Suorite

RAILI mallissa suoritteita ovat vedetyt bruttotonnikilometrit (brtkm), veturina-ajokilometrit/a, vaihtotyötunnit/a ja lähiliikenteen junayksikkökilometrit. Suoritteet ovat rataosittain (noin 200 kpl). Nämä tiedot saadaan toistaiseksi VR-Yhtymä Oy:ltä.

Kertoimet

Päästökertoimien ja energiankäytön yksiköt ovat g/brtkm, kWh/brtkm, kWh/junayksikkökm, g/kg polttoainetta ja litraa/h. Laskennassa on lisäksi käyttövalmiuden ja kaluston ylläpidon aiheuttama lisäkuluks sekä muuntaja-, rajajohto- ja siirtohäviöt.

Kertoimet on määritetty seuraaville yhdisteille (g/kg polttoainetta): Hiilimonoksidi (CO), Hiilivedyt (HC), Typen oksidit (NOx), Hiukkaset (PM), Metaani (CH₄), Typpioksiduuli (N₂O), Rikkidioksidi (SO₂) ja Hiilidioksidi (CO₂). Lisäksi on kertoimet polttoainekulutukselle ja energiankäytölle (myös sähköjunat).

Sähköjunaliikenteen energiankäytökertoimet sekä dieseljunaliikenteen kulutus- ja päästökertoimet ovat pääosin VR:n junakaluston mittauksia koskevista julkaisuista:

Korhonen Risto & Määttä Mika 1999, Veturidieseleiden ominaispäästöjen selvittäminen, Loppuraportti, Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu, Kotka, Tutkimuksia ja Raportteja, sarja B No:7, ISSN:1239-9094.

Pussinen Jyrki 1997, Rautatieliikenteen energiankulutus ja päästöt Suomessa, Diplomityö, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennustekniikan osasto, Liikenne- ja kuljetustekniikka, Tampere 1997, 96 s,+ liitt.

Kertoimia on vertailtu myös useaan kansainväliseen lähteeseen ja uuden kaluston osalta myös VR:n uusiin energiankäyttömittauksiin.

Polttoaineet

VR käyttää dieseljunaliikenteessä (ja vaunulämmityksessä) pelkästään moottoripolttoöljyä. Polttoaineissa ei ole toistaiseksi bio-osuutta.

Ennusteet

RAILI -mallin ennusteet perustuvat suoritteiden osalta (vedetyt bruttotonnikilometrit) VR:n arvioon. Päästökertoimissa ei arvioida olevan kehitystä.