

Vadlīnijas transportlīdzekļu kustības radītā PM₁₀ un PM_{2.5} piesārņojuma novērtēšanai Latvijas apstākļos

Transportlīdzekļu radītās emisijas var iedalīt vairākās grupās atkarībā no to veidošanās mehānisma. Daļa cieto daļiņu (PM) emisiju rodas automobiļu dzinēju darbības rezultātā, bet daļa – transporta kustības pa ceļiem rezultātā. Cieto daļiņu emisijas, kas nav atkarīgas no dzinēja darbības, literatūras avotos sauc par “non – exhaust” emisijām vai transportlīdzekļu kustības radītām emisijām. Šajā emisiju grupā ietilpst:

- cietās daļiņas, kas rodas riepu, bremžu un ceļa seguma nodiluma rezultātā,
- sāls un smilšu maisījuma radītās cietās daļiņas.

Sagatavotās vadlīnijas transportlīdzekļu kustības radītā PM₁₀ un PM_{2.5} piesārņojuma novērtēšanai Latvijas apstākļos ietver emisijas faktorus, kas piemērojami PM₁₀ un PM_{2.5} piesārņojuma novērtēšanai riepu un bremžu nodiluma rezultātā, kā arī ietver emisijas faktoru, kas raksturo PM₁₀ atkārtotu suspendēšanos. Pēdējais minētais emisijas faktors ietver ceļa seguma nodilumu, sāls un smilšu maisījuma radītos putekļus un citas cietās daļiņas, kas atkārtoti nonāk atmosfērā transportlīdzekļu kustības rezultātā. Emisijas faktors, kas raksturo atkārtotu suspendēšanos, piemērojams transportlīdzekļu kustībai pa ceļiem pilsētās.

Vadlīniju sagatavošanā izmantotas vadlīnijas “EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook – 2007” un Latvijas Vides aizsardzības fonda finansētā projekta “Vadlīniju sagatavošana transporta līdzekļu radītā PM₁₀ un PM_{2.5} piesārņojuma modelēšanai Latvijas apstākļos” rezultāti.

1. Emisijas, ko rada riepu nodilums

Lai aprēķinātu emisiju, ko rada riepu nodilums, tiek izmantots vienādojums (1). Tas attiecas uz vienu noteiktu transportlīdzekļu veidu noteiktā laikā un telpā. Vienādojums piemērojams dažādiem cieto daļiņu izmēriem (TSP (kopējām cietajām daļiņām), PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁ un PM_{0.1}).

$$TE_{Ti,j} = N_j \cdot M_j \cdot (EF_T)_j \cdot f_{Ti} \cdot S_T(V) \quad (1)$$

kur:

TE -	kopējās emisijas izvēlētajā laika periodā un telpā, g
N -	izvēlētajā veida transportlīdzekļu skaits izvēlētajā telpā
M -	attālums, ko nobrauc izvēlētajā veida transportlīdzekļi izvēlētajā laika periodā, km
EF _T -	TSP emisijas faktors, kas raksturo riepu nodilumu, g/km
f _{Ti} -	masas daļa no TSP, kas saistīts ar riepu nodilumu un ko var attiecināt uz daļiņām ar izmēru i
S _T (V) -	riepu nodiluma korekcijas faktors, kas saistīts ar vidējo transportlīdzekļu pārvietošanās ātrumu V

un indeksi:

- T - riepas
 i - daļiņu izmērs – TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁ vai PM_{0.1}
 j - transportlīdzekļa veids (divriteņu mehāniskais transportlīdzeklis, vieglais pasažieru automobīlis, kravas automobīlis ar vidēju kravnesību un kravas automobīlis ar lielu kravnesību)

TSP emisijas faktors, kas raksturo riepu nodilumu, norādīts 1. tabulā.

1. tabula

TSP emisijas, ko rada riepu nodilums, faktors

Transportlīdzekļa veids	Emisijas faktors, g/km
Divriteņu mehāniskais transportlīdzeklis	0.0046
Vieglais pasažieru automobīlis (PC)	0.0107
Kravas automobīlis ar vidēju kravnesību (LDV)	0.0169
Kravas automobīlis ar lielu kravnesību (HDV)	Vienādojums (2)

Lai noteiktu emisijas faktoru kravas automobiļiem ar lielu kravnesību, ir jāņem vērā transportlīdzekļa izmērs. Šiem mērķiem izmanto vienādojumu (2).

$$(E_{TYRE})_{HDV} = \frac{N_{axle}}{2} \cdot LCF_{TYRE} \cdot (E_{TYRE})_{PC} \quad (2)$$

kur:

- N_{axle} - kravas automobiļa asu skaits,
 LCF_{TYRE} - kravas korekcijas faktors,
 $(E_{TYRE})_{PC}$ - TSP emisijas faktors viegliem pasažieru automobiļiem.

Kravas korekcijas faktors (LCF_{TYRE}) ņem vērā kravas daudzumu, ko pārvadā konkrētais transportlīdzeklis. To aprēķina izmantojot vienādojumu (3).

$$LCF_{TYRE} = 1.41 + (1.38 \cdot LF) \quad (3)$$

kur:

- LF - kravas faktors robežās no 0 tukšam kravas automobilim līdz 1 pilnam kravas automobilim. Šis vienādojums var tikt piemērots arī satiksmes autobusiem un citiem autobusiem.

Tipisks daļiņu, kas rodas riepu nodiluma rezultātā, izmēru sadalījums iegūts, izmantojot literatūras datus. Pamatojoties uz šo informāciju, masas daļas no TSP, kas attiecināmas uz konkrētu daļiņu izmēru, ir apkopotas 2. tabulā.

Cieto daļiņu izmēru sadalījums

Daļiņu izmērs (i)	Masas daļa (f_T) no TSP
TSP	1.000
PM ₁₀	0.600
PM _{2.5}	0.420
PM ₁	0.060
PM _{0.1}	0.048

Emisijas faktora koriģēšana atbilstoši transportlīdzekļa kustības ātrumam (V) tiek veikta, izmantojot vienādojumu (4), ja ātrums ir robežās no 40 līdz 90 km/h. Ja ātrums ir lielāks vai mazāks par norādītajām robežām, tiek piemērotas konstantas korekcijas faktora vērtības.

$$\begin{aligned}
 V < 40\text{km/h:} & \quad S_T(V) = 1.39 \\
 40\text{km/h} \leq V \leq 90\text{km/h:} & \quad S_T(V) = -0.00974 \cdot V + 1.78 \quad (4) \\
 V > 90\text{km/h:} & \quad S_T(V) = 0.902
 \end{aligned}$$

2. Emisijas, ko rada bremžu sistēmas elementu nodilums

Emisijas, ko rada bremžu sistēmas elementu nodilums, var tikt aprēķinātas, izmantojot vienādojumu (5)

$$TE_{B,i,j} = N_j \cdot M_j \cdot (EF_B)_j \cdot f_{B,i} \cdot S_B(V) \quad (5)$$

kur mainīgie lielumi atbilst vienādojumā (2) lietotajiem lielumiem, izņemot indeksu “B”, kas atbilst bremžu nodilumam un aizstāj indeksu “T” (riepu nodilums).

TSP emisijas faktors, kas raksturo bremžu sistēmas elementu nodilumu, norādīts 3. tabulā.

TSP emisijas, ko rada bremžu sistēmas elementu nodilums, faktors

Transportlīdzekļa veids	Emisijas faktors, g/km
Divriteņu mehāniskais transportlīdzeklis	0.0037
Vieglais pasažieru automobilis (PC)	0.0075
Kravas automobilis ar vidēju kravnesību (LDV)	0.0117
Kravas automobilis ar lielu kravnesību (HDV)	Vienādojums (6)

Lai noteiktu emisijas faktoru kravas automobiļiem ar lielu kravnesību, jāveic emisijas faktora vieglajiem pasažieru automobiļiem korekcija:

$$(EF_B)_{HDV} = 3.13 \cdot LCF_B \cdot (EF_B)_{PC} \quad (6)$$

kur LCF_B līdzīgi, kā aprēķinot emisijas faktoru no riepu nodiluma, tiek aprēķināts izmantojot lineāru sakarību (7):

$$LCF_B = 1 + 0.79 \cdot LF \quad (7)$$

kur LF atkarībā no kravas piepildījuma ir 0, ja transportlīdzeklis pārvietojas ar tukšu kravu, un 1, ja pārvietojas ar pilnu kravu. Vienādojumi (6) un (7) var tikt piemēroti arī satiksmes autobusiem un citiem autobusiem.

4. tabulā ir sniegts daļiņu izmēru sadalījums.

4. tabula

Bremžu sistēmas elementu nodiluma rezultātā emitēto cieto daļiņu sadalījums

Daļiņu izmērs (i)	Masas daļa (f_T) no TSP
TSP	1.000
PM ₁₀	0.980
PM _{2,5}	0.390
PM ₁	0.100
PM _{0,1}	0.080

Ātruma korekcijas faktors tiek aprēķināts, izmantojot vienādojumu (8) un norādītās konstantās vērtības:

$$\begin{aligned} V < 40\text{km/h:} & \quad SB(V) = 1.67 \\ 40\text{km/h} \leq V \leq 95\text{km/h:} & \quad SB(V) = -0.0270 \cdot V + 2.75 \quad (8) \\ V > 95\text{km/h:} & \quad SB(V) = 0.185 \end{aligned}$$

3. Emisijas, ko rada cieto daļiņu atkārtota suspendēšanās

Atkārtotās suspendēšanās rezultātā veidojas cietās daļiņas PM₁₀. Emisijas faktori, kas raksturo šo cieto daļiņu emisiju pilsētas apstākļos, iegūti eksperimentālā ceļā. Tie ietver emisijas, kas saistītas ar ceļa seguma nodilumu, smilts – sāls maisījuma un citu uz ceļa seguma esošu cieto daļiņu atkārtotu suspendēšanos.

Transportlīdzekļu kustības radītās atkārtotās suspendēšanās emisijas var tikt aprēķinātas, izmantojot vienādojumu (9)

$$TE_{s,j} = N_j \cdot M_j \cdot EF_{RESUS,j} \quad (9)$$

kur

- TE - kopējās emisijas izvēlētajā laika periodā un telpā, g
- N - izvēlētajā veida transportlīdzekļu skaits izvēlētajā telpā
- M - attālums, ko nobrauc izvēlētajā veida transportlīdzekļi izvēlētajā laika periodā, km
- EF_{RESUS} - emisijas faktors, kas raksturo atkārtotu suspendēšanos, g/km

un indekss j - transportlīdzekļa veids (vieglais pasažieru automobīlis, smagais kravas automobīlis).

Piemērojamie emisijas faktori apkopoti 5. tabulā.

5. tabula

PM₁₀ emisijas, ko rada atkārtota suspendēšanās, faktors

Transportlīdzekļa veids	Emisijas faktors, g/kmh
Vieglais pasažieru automobīlis	0.9
Smagais kravas automobīlis*	2.7

Piezīme:

* - emisijas faktors var tikt piemērots arī satiksmes un citiem autobusiem