

Rīgas pilsētas gaisa piesārņojuma ar cietajām daļiņām (PM₁₀) teritoriālo zonu kartes

Paskaidrojuma raksts

**Rīga
2014**

Saturs

Ievads	3
1. Vispārīgs raksturojums	4
2. Gaisa kvalitātes normatīvi cietajām daļiņām PM ₁₀ un gaisa kvalitātes raksturojums	8
3. PM ₁₀ izklīdes aprēķina rezultāti	13
4. Izklīdes aprēķinos iekļauto emisijas avotu raksturojums	16
5. Izmantoto normatīvo aktu un informatīvo materiālu saraksts	17

Pielikumi:

1. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai ar pilsētas teritoriju robežām un ielu nosaukumiem. Kopskats. – 1 karte A2 formātā (M1:60000).
2. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai. Dalījuma kopskats. – 1 karte A2 formātā (M1:60000).
3. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai ar ielu nosaukumiem un māju numuriem. Fragmenti 1 – 8 A1 formātā (M1:7500).

Ievads

Darba mērķis – Rīgas pilsētas gaisa piesārņojuma ar cietajām daļiņām (PM₁₀)zonu karšu izstrāde.

Saskaņā ar 9.05.2014. noslēgto līgumu (Nr. DMV-14-117) starp Rīgas domes Mājokļa un vides departamentu un SIA „Vidzemes Elektrotehnikas Fabrika” tika veikta gaisa piesārņojuma ar cietajām daļiņām (PM₁₀)zonu karšu izstrāde, pamatojoties uz jaunākajiem (2013. gada) datiem par piesārņojuma emisiju apjomiem no stacionāriem piesārņojuma avotiem, t.sk. mājtsaimniecībām, transporta plūsmām, resuspensijas apjoma, fona un pārrobežu piesārņojuma, izkliežu aprēķinus attēlojot uz Rīgas kartes digitālās pamatnes (izmantota RIGIS informācijas sistēma). Saskaņā ar iepriekšminēto līgumu tika izstrādātas sekojošas kartes:

1. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai ar pilsētas teritoriju robežām un ielu nosaukumiem. Kopskats. – 1 karte A2 formātā (M 1:60000).
2. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai. Dalījuma kopskats. – 1 karte A2 formātā (M 1:60000).
3. PM₁₀ gaisa piesārņojuma zonējuma karte Rīgas pilsētai ar ielu nosaukumiem un māju numuriem. Fragmenti 1 – 8 A1 formātā (M 1:7500).

Karšu materiāls papīra formā sagatavots 5 eksemplāros, kā arī digitālā formā 2 eksemplāros.

1. Vispārīgs raksturojums

Cieto daļiņu atmosfēras piesārņojumam, atšķirībā no citiem (gāzveida) piesārņojuma veidiem, raksturīga liela formas un ķīmiskā sastāva daudzveidība. Nereti cieto daļiņu frakcionārais sastāvs tiek raksturots pēc daļiņu īpatsvara notiekta izmēra klase, kuru identificēt nav viegli, jo daļiņām reti raksturīga regulāra forma, tādēļ tiek izmantots aerodinamiskā diametra jēdziens. Ministru kabineta noteikumos Nr. 1290-3.11.2009. Noteikumi par gaisa kvalitāti teikts, ka cieto daļiņu PM₁₀ paraugu ņemšana (atbilstoši references metodei) tiek veikta gaisa paraugu laižot caur selektīvo sprauslu un aizturot vismaz 50 % daļiņu, kas nozīmē, ka daļiņu formai ir būtiska nozīme.

2013. gadā veiktajā Pasaules Veselības organizācijas pētījumā [1] teikts, ka cietajām daļiņām raksturīga liela daudzveidība un šis piesārņojuma veids sastāv no šķidru un cietu suspendētu daļiņu maisījuma. Eiropā raksturīga situācija, ka 50-70 % no cieto daļiņu PM₁₀ sastāva ir sīkā PM_{2.5} frakcija. Daļiņām, kuru izmērs ir robežās no 0,1 līdz 1 mikrometram raksturīgs salīdzinoši garš dzīves ilgums (dažas dienas līdz nedēļas), kas nozīmē, ka tās pakļautas pārrobežu pārnesei. Cieto daļiņu fizikālais un ķīmiskais raksturojums parasti ir saistīts ar ģeogrāfisko izcelsmi, raksturīgākās ķīmiskās komponentes – sulfāti, nitrāti, amoniji, citi neorganiskie joni (nātrijs, kalcijs, kalciji, magnijs, hlors), organiskais un elementārais ogleklis, metāli (kadmijs, varš, niķelis, vanādijs, cinks), policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži, arī bioloģiskas izcelsmes komponentes (sporas, putekšņi, sēņu filamenti).

Cietās daļiņas atmosfērā var tikt emitētas tieši (no emisijas avotiem) un tās (kā sekundārie aerosoli) var veidoties dažādu gāzveida prekursoru reakciju rezultātā. Visbiežāk šajās reakcijās kā prekursoru gāzes piedalās sēra dioksīds, slāpekļa oksīdi, amonjaks un nemetāna gaistošie organiskie savienojumi. Cieto daļiņu izcelsme var būt gan antropogēna, gan biogēna. Raksturīgākie antropogēnie piesārņojuma avoti – šķidrā un cietā kurināmā sadedzināšanas iekārtas, t.sk. dzinēji, rūpnieciskās aktivitātes (ēku būvniecība, cementa, keramikas, ķieģeļu ražošana, kausēšanas iekārtas), ielu seguma erozija, dažādu materiālu abrazija un sedimentētā materiāla resuspensija. Pēdējie apkopotie cieto daļiņu mērījumi dažādās Eiropas pilsētās liecina par augstu piesārņojuma līmeni, - tikai 9 Pasaules Veselības Organizācijas Eiropas dalībvalstīs (no 34, 2010. gada dati) rekomendētais cieto daļiņu PM₁₀ robežlielums (20 µg/m³) netika pārsniegts. Pēc Pasaules Veselības Organizācijas ekspertu domām situācija ir sliktāka, jo lielā daļā Austrumeiropas, Centrālāzijas un Kaukāza reģiona valstu nav ziņu par piesārņojuma līmeni nepietiekamā monitoringa tīkla blīvuma dēļ.

Pēc izmēra cietās daļiņas ir gana sīkas, lai caur elpošanas ceļiem nokļūtu torakālā elpošanas sistēmā, to ietekme uz cilvēku veselību ir detalizēti pētīta un atkarība no ekspozīcijas ilguma ietekme vērtējama kā:

- (1) īstermiņa (dienas, stundas ekspozīcija) ;
- (2) ilgtermiņa (mēnešu, gadu ekspozīcija),

kura izpaužas ka nosliece uz elpošanas un kardiovaskulārajām saslimšanām, paaugstināta mirstība iepriekš minēto saslimšanu rezultātā, arī paaugstināta saslimšana ar plaušu vēzi. Saskaņā ar iepriekš publicēto:

- (1) cieto daļiņu PM_{10} koncentrāciju palielinājums par $10 \mu g/m^3$ palielina ikgadējo mirstības līmeni par 0,2-0,6 % [2, 3];
- (2) ilgtermiņa ietekme g-k tiek asociēta ar sīkāko cieto daļiņu ($PM_{2.5}$) klātbūtni atmosfērā un izpaužas kā paaugstināta mirstība no sirds un plaušu saslimšanas, paaugstinoties $PM_{2.5}$ līmenim par $10 \mu g/m^3$, saslimstības risks palielinās par 6-13 % [4, 5, 6].

Tiek lēsts, ka Eiropas līmenī 1-3 % nāves gadījumu sirds un plaušu saslimšanas rezultātā saistāmas ar cieto daļiņu paaugstinātu piesārņojuma līmeni, bet 2-5 % gadījumu ar plaušu vēža saslimstību [7]; lielākā ietekme novērtējot Eiropas iedzīvotāju dzīvildzi saistīta ar sīkāko cieto daļiņu ($PM_{2.5}$) ietekmi, vidēji eiropieša dzīves ilgums samazinās par 8,6 mēnešiem, bet piesārņotākās pilsētās (Bukarestē, Budapeštā) šis rādītājs sasniedz 20-36 mēnešus [8].

Cieto daļiņu dispersija atmosfērā ir atkarīga no dažādiem meteoroloģiskiem un topogrāfiskiem faktoriem – vēja virziena un ātruma, gaisa temperatūras, saules starojuma intensitātes, apkārtējās apbūves, kā arī apkārtnes reljefa. Būtisks ir emisijas avotu novietojums, tā izmēri, izmetes augstums, darbības dinamika un emisiju apjoms.

Lai analizētu cieto daļiņu PM_{10} izplatību Rīgas pilsētā un sagatavotu PM_{10} zonu kartes, veikta modelēšana ar programmu AERMOD View (VVD atļauja Nr. 1.8.2.-03/1047-1.08.2014. programmas izmantošanai atbilstoši MK noteikumu Nr. 182-02.04.2013. „Noteikumi par stacionāru piesārņojuma avotu emisijas limita projektu izstrādi” prasībām), izmantojot Gausa matemātisko modeli. Modelēšana veikta, izmantojot šādus ievades datus:

- (3) stacionāro piesārņojuma avotu radītās emisijas 2013. gadā, kuras iekļautas valsts statistiskā pārskata par gaisa aizsardzību „Nr.2-Gaiss” atskaitēs [9];
- (4) informācija par transporta plūsmām (pēc Rīgas domes Mājokļu un vides departamenta rīcībā esošajiem datiem laika periodam 2009-2013);
- (5) resuspensijas emisijas īpatsvars (aprēķināts, izmantojot ASV Vides Aģentūras Emisijas faktoru metodi AP-42, 13.2.1.nodaļa [10]);
- (6) pārrobežu piesārņojuma līmeņa un pilsētas fona līmeņa (t.sk. mājstāvu radītais piesārņojums) novērtējums pēc Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas centra veiktajiem fona mērījumiem Rīgā;
- (7) Ik stundu meteoroloģiskie parametri (2013. gada dati, LVĢMC izziņa Nr. 4-6/1742-3.09.2014.) atmosfēras piezemes slāņa raksturošanai Rīgā – piezemes temperatūra 2 m augstumā, vēja virziens un vēja ātrums 10 m augstumā, kopējā mākoņainība, albedo, virsmas siltuma plūsma, Moņīna-Obuhova garuma un sajaukšanās slāņa augstums.

Izkliežu aprēķinu programmā ievadīta informācija par izmešu avotu ģeogrāfisko novietojumu, augstumu un diametru, plūsmas ātrumu, izmešu izplūdes dinamisko informāciju gada griezumā un emisiju apjomu. Informācija par autotransporta plūsmu raksturota, ņemot vērā šādus ievades rādītājus:

- (1) plūsmas skaitīšanas rezultāti noteiktos diennakts periodos apstrādāti iegūstot raksturīgo diennakts profilu;
- (2) izmantojot plūsmas iedalījumu smagajās un vieglajās automašīnās, rezultāti klasificēti pēc izmantotās degvielas, dzinēja tilpuma un atbilstības ražošanas standartam; klasificēšana veikta, izmantojot CSDD statistikas datus [11] un Valsts statistiskā pārskata statistikas datus [12];
- (3) atbilstoši katrai izstrādātai klasei piemēroti transporta radīto emisiju novērtējuma metodikā Copert iekļautie emisiju faktori cietajām daļiņām PM₁₀ [13];
- (4) cieto daļiņu PM₁₀ emitētais apjoms novērtēts, ņemot vērā transporta līdzekļu plūsmas īpatnības (statistisko sadalījumu), kustības ātrumu un vienmērību, ceļa posma garumu.

Transporta radītās ietekmes novērtēšana veikta, izmantojot šādus kritērijus/apsvērumus:

- a) vieglo automašīnu īpatsvars ar dīzeļdegvielas dzinējiem – 43,02 %;
- b) ceļa posma garums;
- c) EiroI standartam atbilstošo dīzeļdzinēja auto īpatsvars – 11,7 %; EiroII – 28,7 %; EiroIII – 28,6 %; EiroIV – 18,2 %; EiroV – 12,8 %;
- d) Atbilstošie emisijas faktori dažādiem standartiem; EiroI un Eiro II – 0,049 g/km; EiroIII – 0,035 g/km; EiroIV un EiroV – 0,022 g/km.

Transporta radītā resuspendijas emisijas faktors aprēķināts pēc šādas formulas:

$$E = k(sL)^{0.91} \times W^{1.02}, \text{ kur}$$

E – cieto daļiņu PM₁₀ emisijas faktors (g/km);

k – bezdimensionāls lielums, raksturo atbilstošo cieto daļiņu frakciju (0,62 g/VKT);

sL – resuspendējamās frakcijas daudzums uz ceļa virsmas (0,03 - 400 g/m²);

W – transporta līdzekļu vidējā masa (2,0 – 42 t).

2. Gaisa kvalitātes normatīvi cietajām daļiņām PM₁₀ un gaisa kvalitātes raksturojums

Pieļaujamo cieto daļiņu PM₁₀ piesārņojuma līmeni ārtelpu gaisā reglamentē Ministru kabineta 03.11.2009. noteikumi Nr.1290 "Noteikumi par gaisa kvalitāti". Lai nodrošinātu cilvēka veselības aizsardzību, cietajām daļiņām PM₁₀ noteikti gada un diennakts robežlielumi:

- diennakts robežlielums – 50 µg/m³ (pārsniegšana pieļaujama ne vairāk kā 35 reizes kalendārā gada laikā);
- gada robežlielums – 40 µg/m³.

Cieto daļiņu PM₁₀ koncentrācijas šobrīd Rīgā tiek mērītas 5 gaisa kvalitātes monitoringa stacijās:

- (1) divas ir VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" pārziņā, tās atrodas Brīvības ielā 73 (transporta ietekmes novērtējuma stacija) un Kronvalda bulvārī (pilsētas fona novērojumu stacija);
- (2) viena – Rīgas Domes īpašumā, izvietota Valdemāra ielā 18 (transporta ietekmes novērtējuma stacija);
- (3) divas – Rīgas Brīvostas teritorijā, Gāles ielā 2 un Voleru ielā2 (rūpnieciskā piesārņojuma ietekmes novērtējumam);

Monitoringa staciju izvietojums redzams 1. attēlā.

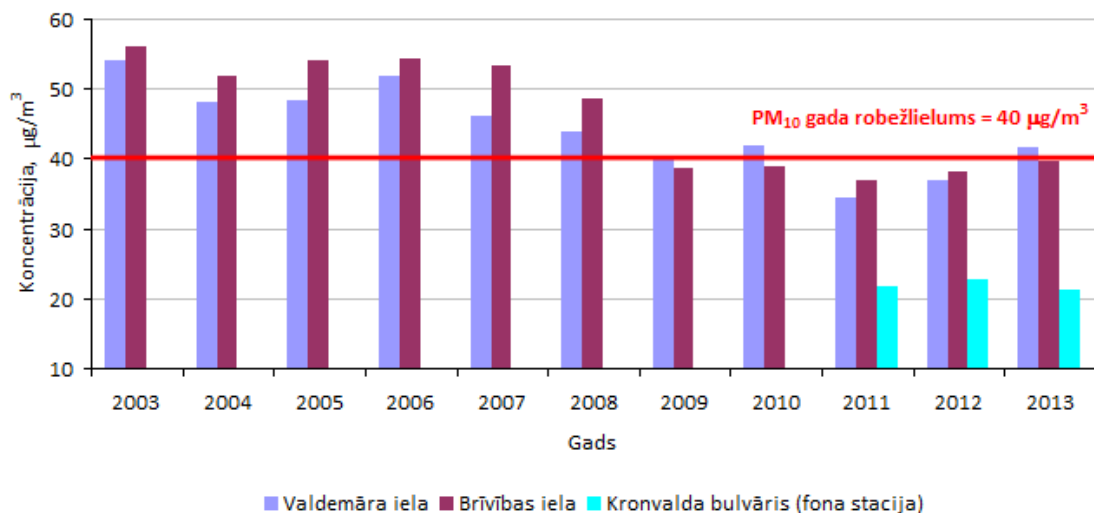


1.attēls. Gaisa kvalitātes monitoringa stacijas Rīgā, kur tiek mērītas cieto daļiņu PM_{10} koncentrācijas (kartes pamatne: <http://www.balticmaps.eu/>)

Paskaidrojumi:

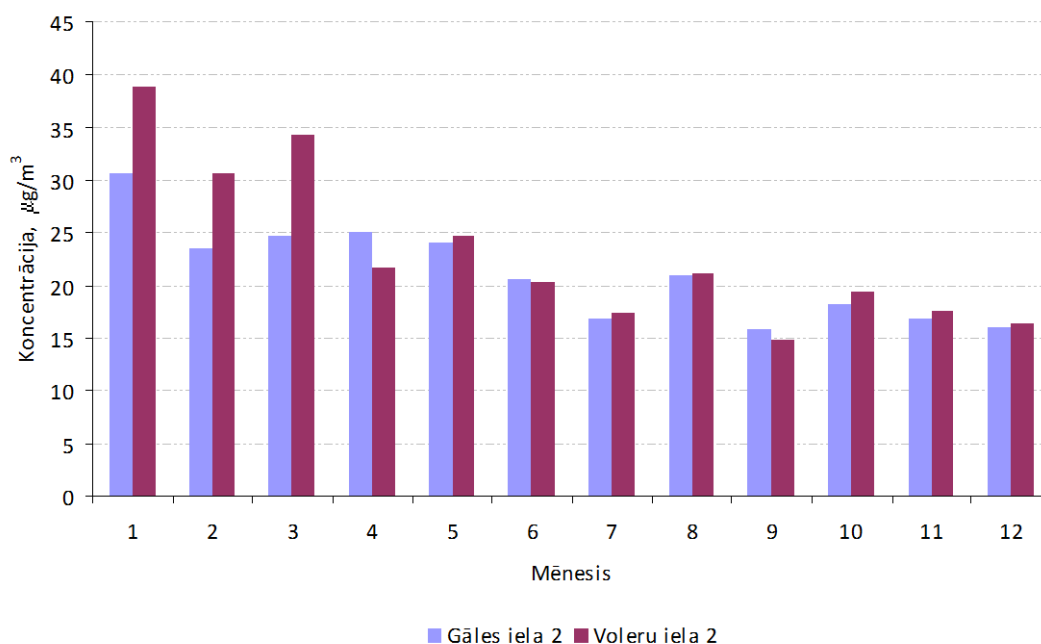
- A – pilsētas fona novērojumu stacija Kronvalda bulvārī;
- B – transporta ietekmes novērtējuma stacija Valdemāra ielā 18;
- C – transporta ietekmes novērtējuma stacija Brīvības ielā 73;
- D – rūpnieciskā piesārņojuma ietekmes novērtējuma stacija Voleru ielā 2;
- E - rūpnieciskā piesārņojuma ietekmes novērtējuma stacija Gāles ielā 2.

Laika posmā no 2011. līdz 2013.gadam Rīgā, pilsētas fona novērojumu stacijā cieto daļiņu PM_{10} piesārņojuma līmenis nedaudz pārsniedzis Pasaules Veselības Organizācijas rekomendēto gada mērķlielumu $20 \mu g/m^3$, transporta ietekmes novērtējuma stacijās Valdemāra ielā un Brīvības ielā pēdējo 5 gadu laikā mainījies nelielās robežās, pēdējā 2013. gadā Valdemāra ielā pat nedaudz pārsniedzot Eiropas Savienības direktīvā noteikto gada robežlielumu $40 \mu g/m^3$. Gada robežlieluma ilgtermiņa izmaiņas transporta ietekmes un fona novērtējuma stacijā dotas 2. attēlā.



2. attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ gada vidējās koncentrācijas transporta ietekmes novērtējuma stacijās un fona stacijā Rīgā

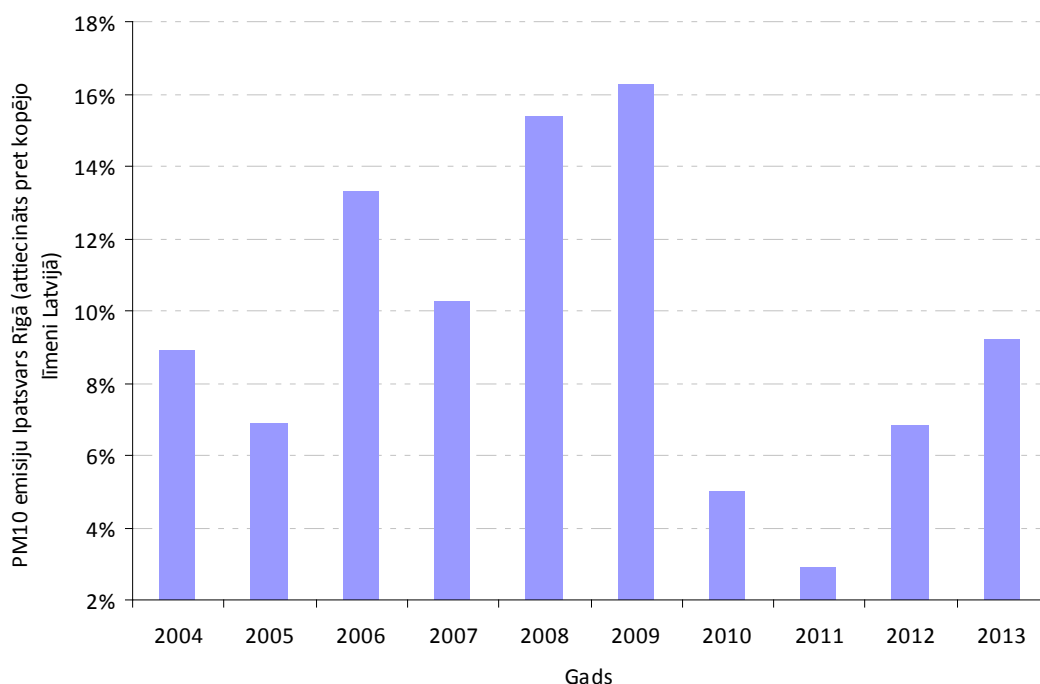
Rīgas Brīvēstā izvietotajās monitoringa stacijās gada vidējās cieto daļiņu PM₁₀ koncentrācijas novērtētas, izmantojot Rīgas Brīvēstas mājas lapā publicētos publiskos pārskatus, kuros sniegta informācija par ikmēneša vidējām vērtībām 2013. gadā. Rezultāti apkopoti 3. attēlā.



3. attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ mēnešu vidējās koncentrācijas Rīgas Brīvēstas teritorijā

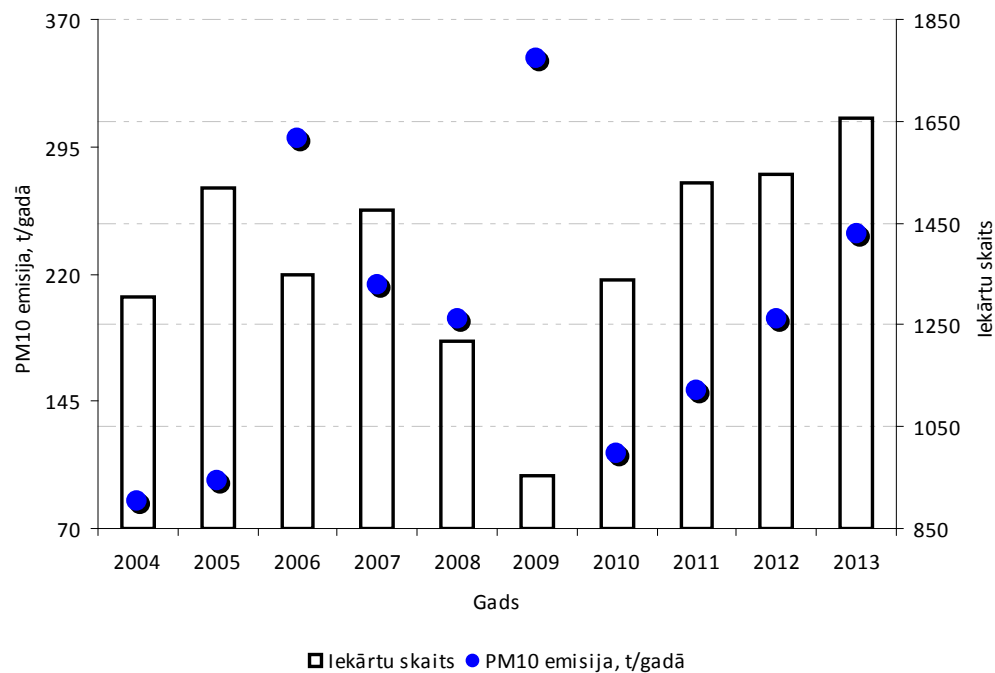
Kā redzams 3.attēlā, cieto daļiņu koncentrācijai Rīgas Brīvēstā raksturīga liela mainība, apkopojot mēnešu vidējās koncentrācijas iegūts, ka Gāles ielā 2 gada vidējā koncentrācija sasniedz 21 µg/m³, bet Voleru ielā 23 µg/m³.

Kopumā Latvijā Rīgas aglomerācija uzskatāma par vienu no lielākajiem cieta daļiņu PM₁₀ piesārņojuma avotiem, vidējais devums kopējā piesārņojuma līmenī dažos gados pārsniedz pat 16 % [skat. 4.attēlu], tomēr šie dati nav uzskatāmi par absolūti ticamiem, jo nereti 2-Gaiss datu bāzē redzams, ka kopējais izkliedēto cieta daļiņu daudzums ir mazāks par PM₁₀ frakciju, kas nav iespējams, jo, kā zināms, PM₁₀ ir frakcija no kopējā cieta daļiņu daudzuma. Izmaiņu tendences dotas 4. attēlā, kura sagatavošanā izmantoti 2-Gaiss datu bāzē pieejamais datu apkopojums.

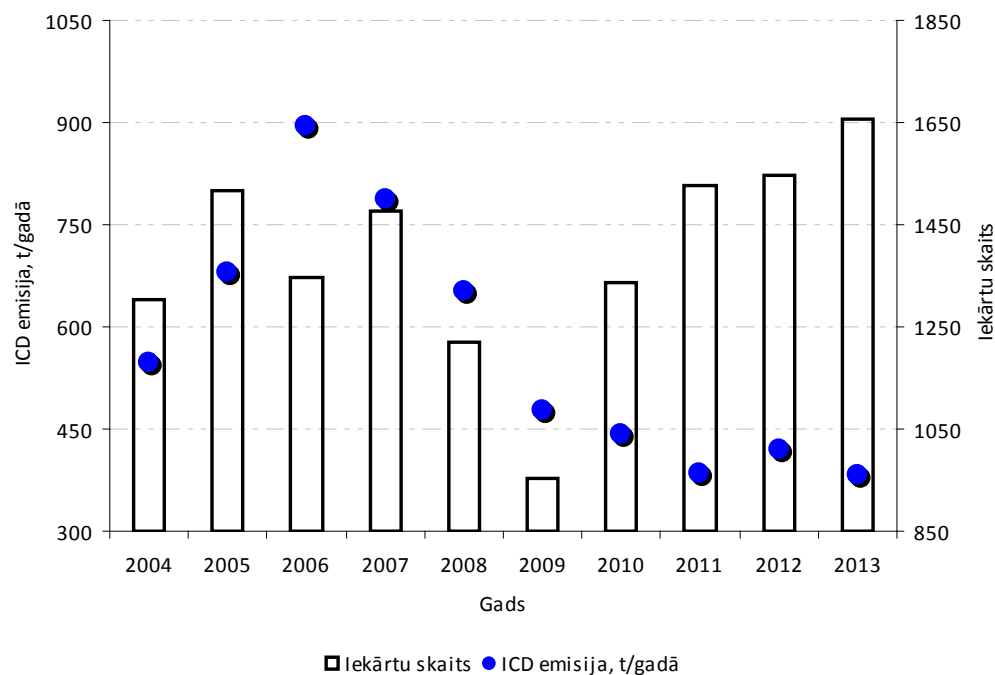


4.attēls. Cieta daļiņu PM₁₀ emisiju īpatsvars Rīgā, attiecināts pret Latvijas kopējo emisiju apjomu.

Nepilnības emisijas avotu un PM₁₀ emitētā apjoma uzskaitē redzamas arī citā aspektā, - pēdējo 10 gadu laikā novērojams, ka emitēto cieta daļiņu (gan izkliedētās cietās daļiņas – ICD, gan PM₁₀) apjoms galvenokārt korelē ar iekārtu skaitu. Dažos gados šī sakarība nav novērota, bet drīzāk parādās apgriezti proporcionāla sakarība, kas šķiet ne visai ticama (skat. 5. un 6. attēlu).



5.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ emisiju apjoms un stacionāro iekārtu skaits Rīgā (sagatavošanā izmantoti 2-Gaiss datu bāzes dati).



5.attēls. Izkliedēto cieto daļiņu (ICD) emisiju apjoms un stacionāro iekārtu skaits Rīgā (sagatavošanā izmantoti 2-Gaiss datu bāzes dati).

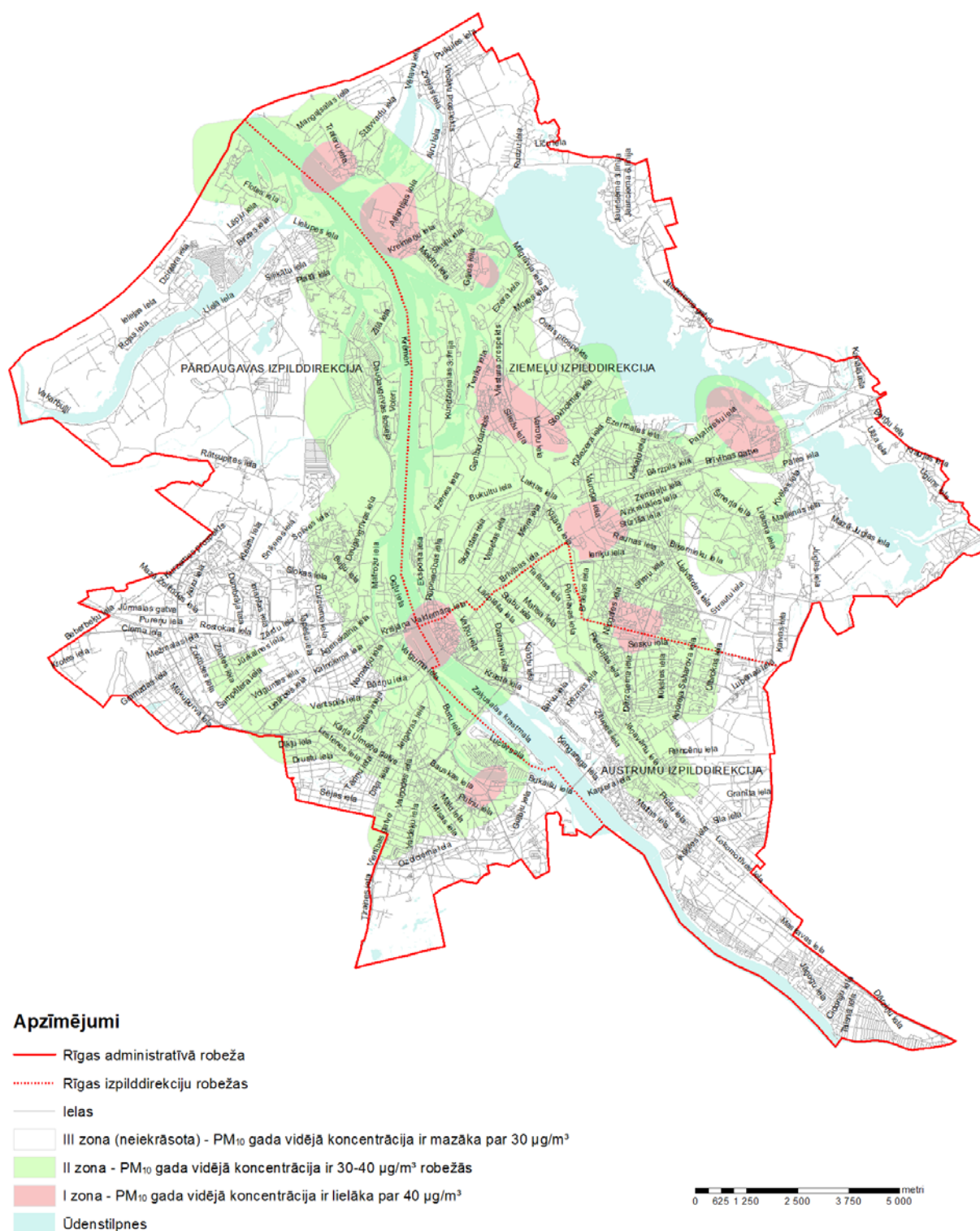
3. PM₁₀ izklīdes aprēķina rezultāti

Cieto daļiņu PM₁₀ aktuālās (2013. gada) situācijas modelēšana veikta balstoties uz stacionāro piesārņojuma avotu radītajām emisijām Rīgā, izmantojot valsts statistiskā pārskata par gaisa aizsardzību „Nr.2-Gaiss” uzņēmumu sniegtās atskaites par 2013.gadu un datiem par autotransporta vienību skaitu pilsētas ielās laika periodā no 2009. līdz 2013. gadam, izmantojot Rīgas domes Mājokļu un vides departamenta sniegto informāciju.

Iegūto izklīžu aprēķina rezultātu analīze rāda, ka cieto daļiņu gada vidējā koncentrācija 2013. gadā Rīgā atsevišķās vietās pārsniedza pieļaujamo normatīvu cilvēka veselības aizsardzībai - 40 µg/m³ (6.attēls). Skaidri redzams, ka augstākās cieto daļiņu koncentrācijas novērojams autoceļu tuvumā un Rīgas Brīvostas teritorijā esošo beramkravu pārkraušanas laukumā. Izvērtējot dažādu procesu un avotu ietekmes mērojumu, par būtiskiem cieto daļiņu piesārņojuma avotiem uzskatāmi stacionārie laukuma avoti (liela daļa no šiem avotiem 2-Gaiss datu bāzē bija nepilnīgi raksturoti) un sedimentētā materiāla resuspensija, kuru rada transporta kustības mehānisk inducētā turbulence.

Saskaņā ar līguma nosacījumiem Rīgā nepieciešams identificēt šādas cieto daļiņu PM₁₀ piesārņojuma zonas:

- I zona** – cieto daļiņu PM₁₀ gada vidējā koncentrācija pārsniedz pieļaujamo normatīvu un ir lielāka par 40 µg/m³;
- II zona** – cieto daļiņu PM₁₀ gada vidējā koncentrācija ir robežās no 30 līdz 40 µg/m³;
- III zona** – cieto daļiņu PM₁₀ gada vidējā koncentrācija ir mazāka par 30 µg/m³.



6.attēls. Cieto daļiņu PM_{10} teritoriālais zonējums Rīgā 2014. gadā (sagatavots pēc aktuālajiem 2013. gada datiem)

Ministru kabineta 03.11.2009. noteikumu Nr.1290 "Noteikumi par gaisa kvalitāti" 15. pielikumā doti datu kvalitātes mērķi, kuri jāievēro salīdzinot modelēšanas un mērījumu rezultātus. Atbilstoši iepriekš minētajiem noteikumiem cieto daļiņu PM₁₀ modelēšanas nenoteiktība gada vidējo koncentrāciju gadījumu nedrīkst pārsniegt 50 %. Modelēšanas un mērīšanas rezultātu salīdzinājums dots 1. tabulā.

1.tabula

Monitoringa stacija	MĒRĪJUMI PM ₁₀ koncentrācija monitoringa punktā, µg/m ³	MODELĒŠANA PM ₁₀ koncentrācija monitoringa punktā, µg/m ³
Brīvības iela 73	39,5	41
Valdemāra iela 18	41,7	42

Kā redzams no 1.tabulā sniegtās informācijas, izklīdes modeļa veiktie aprēķini labi sakrīt ar monitoringa stacijās reģistrētajām koncentrācijām, lai arī nedaudz pārvērtē novērojumu ceļā iegūtās koncentrācijas, kas saistīts ar neprecizitātēm stacionāro un mobilo emisiju avotu novērtēšanā.

4. Izklīdes aprēķinos iekļauto emisijas avotu raksturojums

Sagatavojot PM₁₀ izklīdes aprēķinus, programmā ievadīta detalizeta informācija par 3 veida emisijas avotu tipiem: stacionāriem punktveida, laukuma veida avotiem un kustīgiem lineāriem avotiem. Atbilstoši ievades datu specifikai, ievadīti šādi rādītāji:

- punktveida stacionāriem avotiem – ģeometriskie rādītāji (augstums, diametrs), fizikālie rādītāji (izplūdes intensitāte un temperatūra), emisiju momentālais apjoms (g/s) un avota darbības ilgums (ikstundu detalizācijas pakāpē gada griezumā);
- laukuma stacionāriem avotiem – ģeometriskie rādītāji (augstums, izmērs), fizikālie rādītāji (izplūdes intensitāte no laukuma vienības), emisiju momentālais apjoms (g/s) un avota darbības ilgums (ikstundu detalizācijas pakāpē gada griezumā);
- lineāriem kustīgiem avotiem – transporta plūsmas vidējais ģeometriskais raksturojums (automašīnu izmēri, kustības ātrums); pirms ievades programmā novērtēts plūsmas sadalījums, atbilstoši aprēķinātas izplūdes emisijas, atkarība no kustības ātruma un brauktuvju stāvokļa aprēķināta resuspensijas procesu intensitāte un materiāla daudzums.

Izklīdes aprēķinu programmā ievadīto PM₁₀ emisiju apjoms sektorālā griezumā dots 2. tabulā.

2.tabula

Nr.	Sektors	Skaits	Emisiju apjoms, g/s un t/gadā	Maksimālā koncentrācija, µg/m ³
1	Stacionāri punktveida avoti	454	32,9 g/s; 241,0 t/gadā	17,5
2	Stacionāri laukuma avoti	115	0,3 g/s; 2,3 t/gadā	26,4
3	Lineāri (transporta) avoti	381	24,2 g/s; 31,8 t/gadā	48,7
4	Mājsaimniecības	245 000	0,3 g/s; 5,2 t/gadā	21,3
5	Pilsētas fona piesārņojums	-	-	

Nelinearitāte starp momentānām, gada emisijām un koncentrācijām skaidrojama ar emisijas avotu darbības specifiku (neregularitāti) un avotu specifiskiem ģeometriskiem izmēriem.

5. Izmantoto normatīvo aktu un informatīvo materiālu saraksts

1. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf, skatīts 22.10.2014.
2. Air quality guidelines: global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2006 (<http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>, skatīts, 15.10.2014.).
3. Samoli E et al. Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA Study. Environmental Health Perspectives, 2008, 116(11):1480–1486.
4. Beelen R et al. Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR Study). Environmental Health Perspectives, 2008, 116(2):196–202.
5. Krewski D et al. Extended follow-up and spatial analysis of the American Cancer Society linking particulate air pollution and mortality. Boston, MA, Health Effects Institute, 2009 (HEI Research Report 140).
6. Pope CA III et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. Journal of the American Medical Association, 2002, 287(9): 1132–1141.
7. Cohen AJ et al. Urban air pollution. In: Ezzati M et al., eds. Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major factors. Geneva, World Health Organization, 2004, 2(17):1354–1433 (http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/cra/en/index.html, skatīts, 15.10.2014.).
8. Medina S. Summary report of the APHEKOM project 2008–2011. Saint-Maurice Cedex, Institut de Veille Sanitaire, 2012 (www.endseurope.com/docs/110302b.pdf, skatīts, 15.07.2014.).
9. 2-Gaiss stacionāro emisijas avotu datu bāze, http://parissrv.lv/gmc.lv/#viewType=home_view, skatīts 4.07.2014.
10. ASV Vides Aģentūras emisijas faktoru datu bāze, <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html>, skatīts, 15.10.2014.
11. CSDD statistikas dati par reģistrētajiem transporta līdzekļiem, http://www.csdd.lv/lat/noderiga_informacija/statistika/transportlīdzekli/, skatīts 5.07.2014.

12. Valsts statistiskais pārskats: REĢISTRĒTO AUTOMOBILŲU SADALĪJUMS PĒC VECUMA UN DEGVIELAS VEIDA GADA BEIGĀS, http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/transp/transp_ikgad_transp/?tablelist=true&rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0, skatīts 5.07.2014.
13. Copert emisijas faktoru datu bāze transporta līdzekļiem, <http://www.emisia.com/copert/>, skatīts 2.09.2014.
14. Ministru kabineta 03.11.2009. noteikumi Nr.1290 "Noteikumi par gaisa kvalitāti"

PIELIKUMI

Karšu materiāls pievienots salocītā veidā.