



Liepāja



ATMOSFĒRAS PIESĀRŅOJUMA MĒRĪJUMU REZULTĀTI 2023. GADA
VASARAS UN 2024. GADA ZIEMAS PERIODĀ

2024. GADA MARTS

PERSONU APVIENĪBA "FIRMA L4 UN ARDENIS"

SATURA RĀDĪTĀJS

ANOTĀCIJA.....	3
1. MĒRĪJUMU PROGRAMMA.....	4
2. CIETO DAĻIŅU (PM ₁₀ , PM _{2,5}) MĒRĪJUMU REZULTĀTI, SENSORU MĒRĪJUMI	7
2.1 CIETO DAĻIŅU PM ₁₀ MĒRĪJUMU REZULTĀTI	7
2.2 CIETO DAĻIŅU PM _{2,5} MĒRĪJUMU REZULTĀTI	12
3. SLĀPEKĻA DIOKSĪDA (NO ₂) REZULTĀTI	18
4. CIETO DAĻIŅU AVOTU IDENTIFIKĀCIJA, SPEKTRĀLĀS ANALĪZES REZULTĀTI ..	19
5. NOTURĪGO ORGANISKO SAVIENOJUMU (BENZ(A)PIRĒNA) UN SMAGO METĀLU (SVINA) KONCENTRĀCIJAS.....	24
6. KOPSAVILKUMS - SECINĀJUMI	25
6.1 SECINĀJUMI	25
6.2 REKOMENDĀCIJA	27

ANOTĀCIJA

Ziņojumu par gaisa kvalitātes mērījumiem ir sagatavojusi personu apvienība sabiedrība ar ierobežotu atbildību "Firma L4" un SIA "Ardenis" atbilstoši 06.04.2023. noslēgtajam līgumam par gaisa kvalitātes indikatīvo mērījumu veikšanu Liepājas valstspilsētā, pamatojoties uz atklāta konkursa „Gaisa kvalitātes kontroles mērījumu veikšana Liepājas valstspilsētā” (116/2.8.7) rezultātiem. Līgums nosaka šādu gaisu piesārņojošo vielu mērījumus un to izvērtējumu:

- Daļiņu (PM₁₀ un PM_{2,5}) noteikšana;
- Slāpekļa dioksīda (NO₂) noteikšana;
- Benz(a)pirēna (B(a)P) noteikšana;
- Svina (Pb) noteikšana.

Ziņojuma sagatavošanas ietvaros veikti sekojoši darbi:

- Sezonas bez apkures (vasaras) mērījumi. Vasaras sezonas mērījumu atskaite ir iesniegta 2023. gada 12. oktobrī,
- Vasaras mērījumu prezentācija Liepājas pilsētas domes Vides komisijā 10.10.2023.;
- Sezonas ar apkuri (ziemas) mērījumus;
- Veikta datu analīze, kopsavilkums un secinājumi.

Kontaktpersonas par šo ziņojumu ir:

No Pasūtītāja puses: Liepājas pilsētas domes Vides, veselības un sabiedrības līdzdalības daļas Vides nodaļas vadītāja Dace Liepniece-Liepiņa, kontaktinformācija: dace.liepniece@liepaja.lv, telefons 63404745;

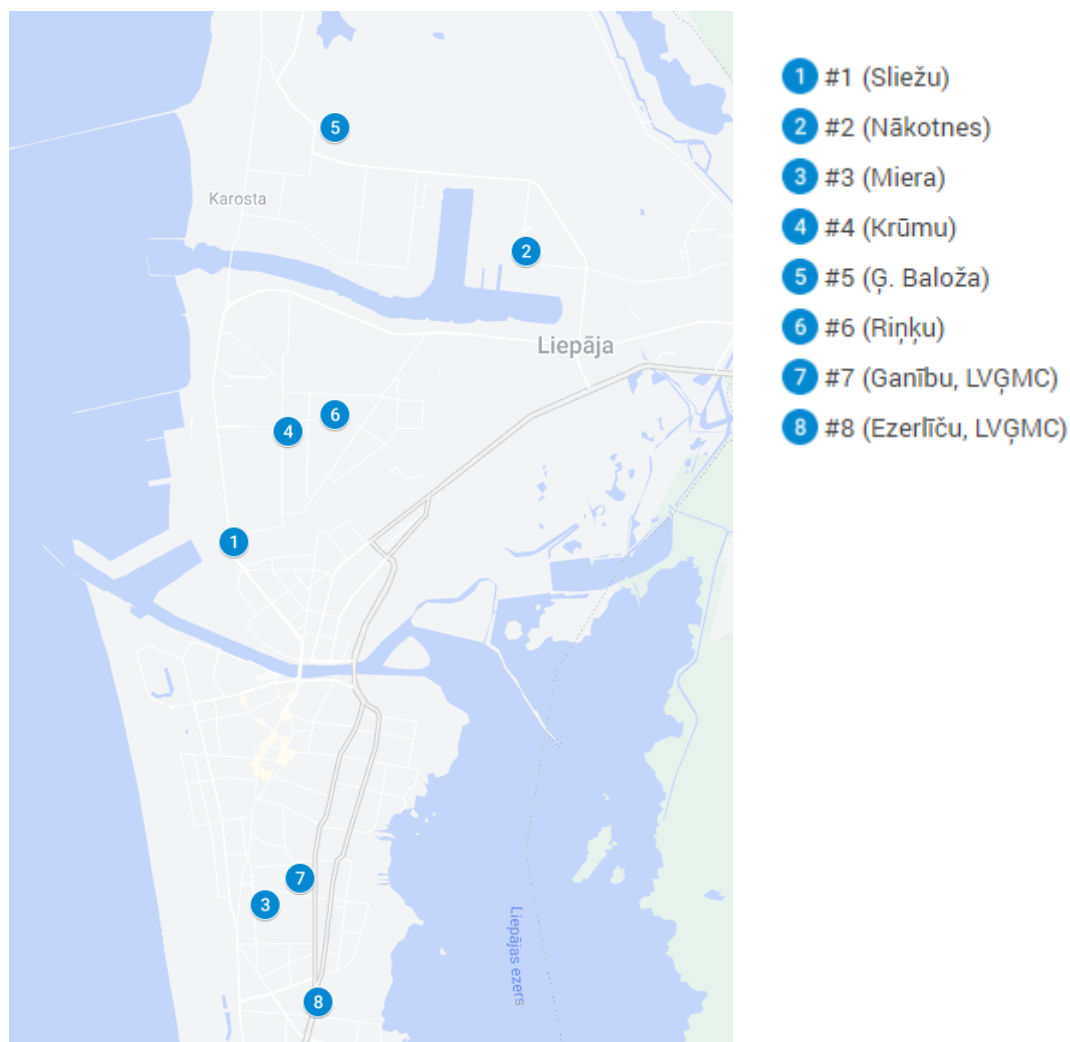
No Izpildītāja puses: personu apvienība "Firma L4" un SIA "Ardenis", Jānis Māsēns, tālr.: 67500180, e-pasts: firmaL4@L4.lv.

1. MĒRĪJUMU PROGRAMMA

Gaisa kvalitātes mērījumi Liepājā tiek veikti astoņos (8) monitoringa punktos, no tiem seši (6) monitoringa punkti ierīkoti šī projekta ietvaros. Mērījumi tiek turpināti tajās pašās vietās (vai ļoti tuvu tām), kur tie tika uzsākti 2021. gadā, izstrādājot Liepājas pilsētas gaisa kvalitātes uzlabošanas rīcības programmu 2021.-2025.gadam.

Pārējās vietās mērījumi tiek veikti nacionālās monitoringa programmas ietvaros, kur mērījumu veikšanu pārrauga Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas centrs (#7 Ganību; #8 Ezerlīču).

Monitoringa punktu izvietojums sniegts kartē zemāk (1.attēls).



1.attēls. Monitoringa punktu izvietojums Liepājā, 2022-2023/2023-2024

Cieto daļiņu koncentrāciju un sastāva, un slāpekļa dioksīda mērījumi uzsākti 2023. gada 17. jūnijā, ar mērķi novērtēt piesārņojošo vielu koncentrācijas kalendārā gada laikā sezonā bez apkures. Ziemas periodā (sezonā ar apkuri) mērījumi uzsākti 2023.gada 26. novembrī. Vietu detalizēts raksturojums, mērāmo vielu un izmantoto metožu kopsavilkums dots 1.tabulā.

Pašreiz veiktajā analizē pievērsta uzmanība mērījumu punktos #1 - #5 iegūtajiem rezultātiem, nacionālā monitoringa rezultāti izmantoti tikai indikatīvai salīdzināšanai. Papildus analīze veikta arī meteoroloģisko apstākļu ietekmes apmēra uz piesārņojuma līmeni identificēšanai, izmantoti Liepājas meteoroloģiskās stacijas novērojumi.

1.tabula. Mērījumu vietu raksturojums.

	Mikrorajons	Adrese	Koordinātes	Vielas	Piezīmes
#1	Tosmare	Nākotnes iela 6	56.5459 21.0464	NO ₂ PM ₁₀ PM _{2.5} Pb* B(a)P**	Rūpnieciskais rajons
#2	Ziemeļu priekšpilsēta	Sliežu iela 3	56.5235 21.0015	NO ₂ PM ₁₀ PM _{2.5} Pb* B(a)P**	Transports, ostas uzņēmumu ietekme
#3	Vecliepāja/Līvas rajons	Miera iela 10	56.4944 21.0093	NO ₂ PM ₁₀ PM _{2.5} Pb* B(a)P**	Blīvs privātmāju rajons, dominē individuālā malkas apkure
#4	Ziemeļu priekšpilsēta/ Velnciems	Krūmu iela 42	56.5317 21.0122	NO ₂	Transports
#5	Velnciems	Riņķu iela 28	56.5330 21.0192	PM ₁₀ PM _{2.5} NO ₂ Pb* B(a)P**	Dominē individuālā gāzes apkure
#6	Karosta/Tosmare	Ģ. Baloža iela 11	56.5555 21.0192	NO ₂	Transports, jaukta tipa individuālā apkure
#7	Vecliepāja	Ganību iela 106	56.4974 21.0137	NO ₂ PM ₁₀ PM _{2.5}	LVĢMC stacija Fona stacija
#8	Ezerkrasts	Ezerlīču iela 1	56.4866 21.0147	NO ₂ PM ₁₀	LVĢMC stacija Transports

* svina koncentrācija noteikta kopējā cieto daļiņu masā, papildus noteiktas arī arsēna, kadmija, kobalta, hroma, vara, niķeļa, titāna un cinka koncentrācijas

** benz(a)pirēna koncentrācija noteikta kopējā cieto daļiņu masā, papildus noteiktas arī citu poliaromātisko ogļūdeņražu koncentrācijas

Papildus cieto daļiņu koncentrāciju mērījumiem veikta individuālo ķīmisko elementu identifikācija, spektrālā analīze, kuras rezultātā klasificēta daļiņu izcelsme. Mērījumu veikšanai izmantoto metožu raksturojums dots 2.tabulā.

2. tabula. Mērījumu veikšanas metodes.

Adrese	Vielas	Metode	Laboratorija
Nākotnes iela 6	NO ₂	pasīvā paraugu ņemšana, fotometrija	Passam AG (Šveice)
Sliežu iela 3	PM ₁₀	pasīvā paraugu ņemšana, mikroskopija	Passam AG (Šveice)
		automātiskie novērojumi, optiskie sensori	openSenseLab gGmbH (Vācija)
Miera iela 10	PM _{2.5}	pasīvā paraugu ņemšana, mikroskopija	Passam AG (Šveice)
Riņķu iela 28B		automātiskie novērojumi, optiskie sensori	openSenseLab gGmbH (Vācija)
Riņķu iela 28B	Svins	pasīvā paraugu ņemšana, ICP-OES*	LU ĢZZF Dabas resursu izpētes laboratorija (Latvija)
	Benz(a)pirēns	pasīvā paraugu ņemšana, GH/MS**	
	PMx spektrālā analīze	SEM-EDX***	Passam AG (Šveice)
Krūmu iela 42	NO ₂	pasīvā paraugu ņemšana, fotometrija	Passam AG (Šveice)
Ģ. Baloža iela 11	NO ₂	pasīvā paraugu ņemšana, fotometrija	Passam AG (Šveice)

* ICP-OES – induktīvi saistītās plazmas spektrometrija ar optiskās emisijas detekciju

** GH/MS – gāzu hromatogrāfija/masas spektrometrija

*** SEM-EDX – maināma vakuuma (spiediena) lauka emisijas elektronu avota skenējošā elektronu mikroskopija ar rentgenstaru enerģijas dispersijas spektrometriju

2. CIETO DAĻIŅU (PM₁₀, PM_{2,5}) MĒRĪJUMU REZULTĀTI, SENSORU MĒRĪJUMI

Cieto daļiņu sensoru mērījumi veikti četros (4) monitoringa punktos ar mērķi novērtēt transporta, rūpniecisko aktivitāšu, un ostas teritorijā veikto darbību ietekmi uz gaisa kvalitāti. Papildus novērtējums veikts arī privātmāju rajonā, analizējot iegūtās koncentrācijas gada siltajā sezonā bez ēku apkures. Cieto daļiņu PM₁₀ diennakts koncentrāciju datu rindas dotas 2. attēlā, kurā indikatīvi norādītas arī Latvijā noteiktās normatīvu vērtības, kā arī Pasaules Veselības organizācijas (PVO) ilgtermiņa rekomendējošās vērtības.

Papildus jāpiemin, ka 2024. gada 20. februārī Eiropas Parlaments un Padome politiski vienojās par stingrākiem gaisa kvalitātes normatīviem un mērķlielumiem, kuri sasniedzami līdz 2030. gadam. Pēc būtības Eiropas normatīvus plānots tuvināt Pasaules veselības organizācijas normatīviem, piemēram:

- cieto daļiņu PM_{2,5} gada normatīvu plānots samazināt no 25 ug/m³ uz 10 ug/m³;
- slāpekļa dioksīda gada normatīvu plānots samazināt no 40 ug/m³ uz 20 ug/m³.

Līdz 2029. gada 31. janvārim ES dalībvalstīm tiek dota iespēja pamatoti lūgt normatīvu ievērošanas termiņa pagarināšanu līdz 2040. gadam.

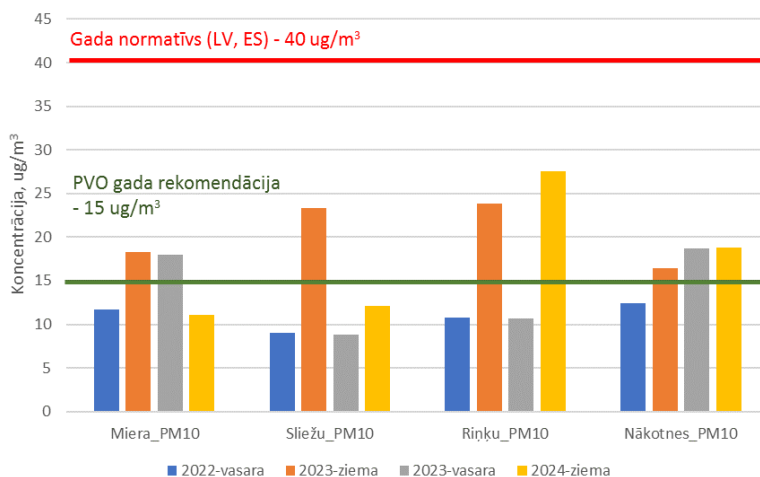
2.1 CIETO DAĻIŅU PM₁₀ MĒRĪJUMU REZULTĀTI

Līdzīgi kā iepriekšējo mērījumu veikšanas laikā, cieto daļiņu PM₁₀ koncentrācijām vērojama pietiekami plaša koncentrāciju variācija. Viens no mērījumu mērķiem bija konstatēt atšķirības mērījumos sezonā ar un bez apkures, ja tādas pastāv. 2. attēlā apkopoti visos mērījumu punktos iegūtie rezultāti, un vizuāli jau iespējams secināt, ka apkures sezonā ir vērojamas augstākas koncentrācijas. Dažkārt šīs atšķirības ir pat 1,5 un vairāk reizes lielākas, piemēram, Miera ielā. Nevienā no gadījumiem, ja varam indikatīvi salīdzināt periodu vidējās vērtības ar gada normatīvu, nav pārsniegta Eiropā un Latvijā noteiktā normatīvā vērtība (40 ug/m³). Ja skatāmies uz Pasaules Veselības organizācijas (PVO) rekomendējamām atmosfēras piesārņojum vērtībām (15 ug/m³), tad gan vērojams šī indikatīvā rādītāja pārsniegums. Raksturīgi, ka augstākas koncentrācijas novērojamas tieši apkures periodā.

Tomēr jāatceras, ka Pasaules Veselības organizācijas mērķlielums nav normatīvs un vērtībai ir tikai rekomendējošs raksturs.

Salīdzinot izmaiņas attiecībā pret iepriekšējo novērojumu periodu:

- Sezonā bez apkures piesārņojuma līmenis praktiski nav mainījies Sliežu un Riņķu ielā, savukārt, Miera un Nākotnes ielā vērojams palielinājums vidēji par 6 ug/m³;
- Apkures sezonā vērojama komplicētāka situācija: Miera un Sliežu ielā piesārņojums vidēji ir samazinājies par 9 ug/m³, bet Riņķu un Nākotnes ielā – palielinājies vidēji par 3 ug/m³.



2.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultāti Liepājā, 2022-2023/2023-2024. Attēlotas vidējās vērtības novērojumu periodos.

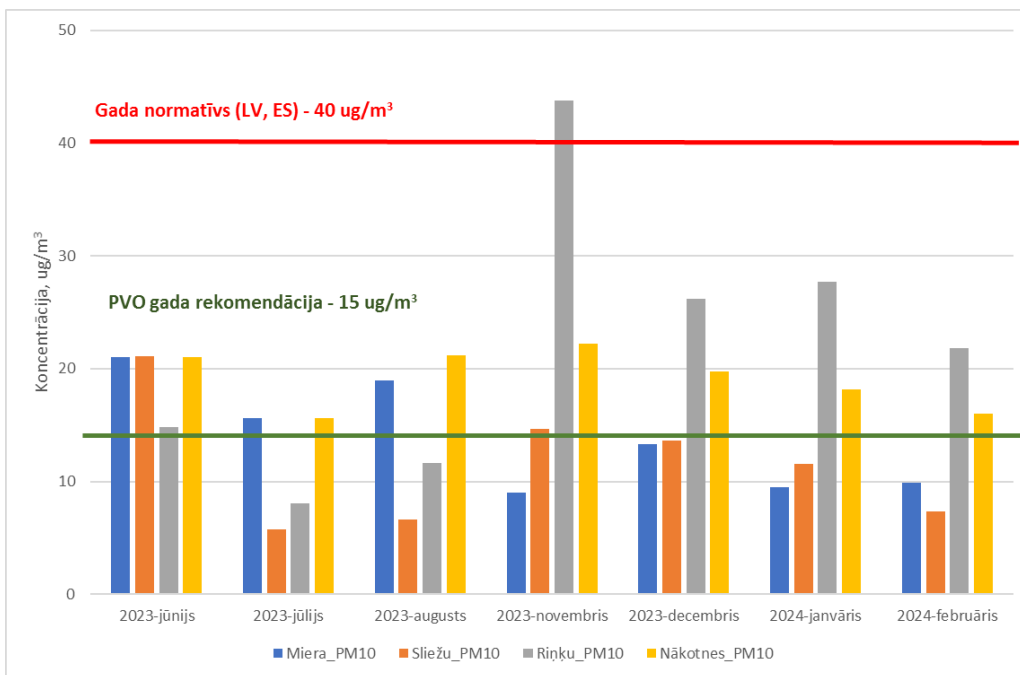
3.attēlā dotas vidējās vērtības katrā no novērojumu periodiem (mēnešiem). Uzkrītoši, ka salīdzinoši augstākas cieto daļiņu PM₁₀ koncentrācijas vērojamas Riņķu ielā apkures sezonā. Tā kā pārējās monitoringa vietās šāda tendence netiek konstatēta, tad iespējams hipotētiski aplēst, ka šāds koncentrāciju kāpums skaidrojams ar kādu lokālu piesārņojuma avotu. Un, tā kā sīkāko cieto daļiņu PM_{2,5} mainības tendence ir analoga, tātad, - faktiski būtiska loma ir tieši sīkāko daļiņu frakcijai.

Jāatzīmē, ka 2022.gada decembrī mērījumi veikti tikai dažas dienas, jo ziemas periodā tie uzsākti 2022.gada 29.decembrī. 3. attēlā iekļautas arī LVĢMC monitoringa stacijās iegūtās koncentrācijas, arī šajā gadījumā viennozīmīgi iespējams secināt – sezonā ar apkuri PM₁₀ koncentrācijas var būt pat 3-kārt augstākas (piemēram, Sliežu ielā).

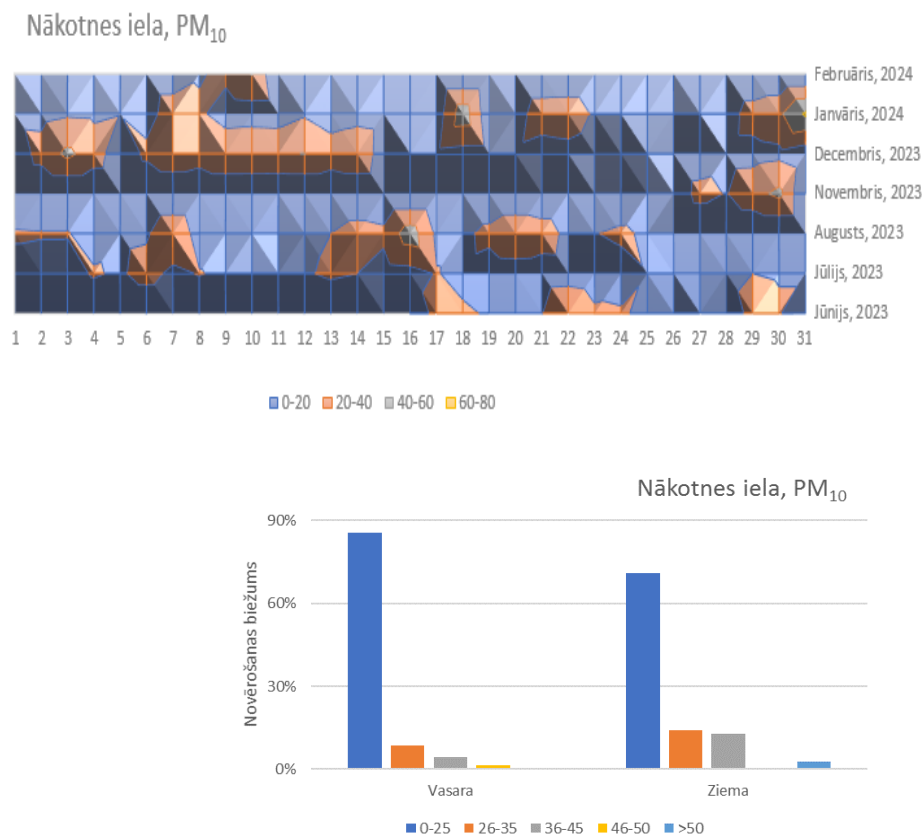
Cietajām daļiņām PM₁₀ ir noteikts arī diennakts normatīvs:

- Latvijā tas ir noteikts 50 ug/m³, kuru atļauts gada laikā pārsniegt ne vairāk kā 35 reizes;
- Pasaules Veselības organizācijas rekomendējošā vērtība – 45 ug/m³, kuru atļauts gada laikā pārsniegt 3-4 reizes.

4.-7. attēlos apkopoti diennakts vidējie koncentrāciju līmeņi katrā no novērojumu vietām.

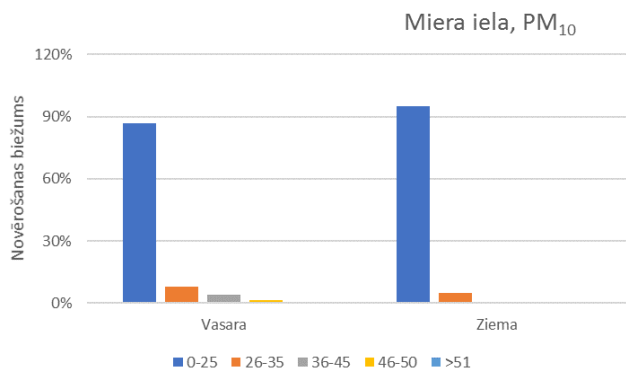
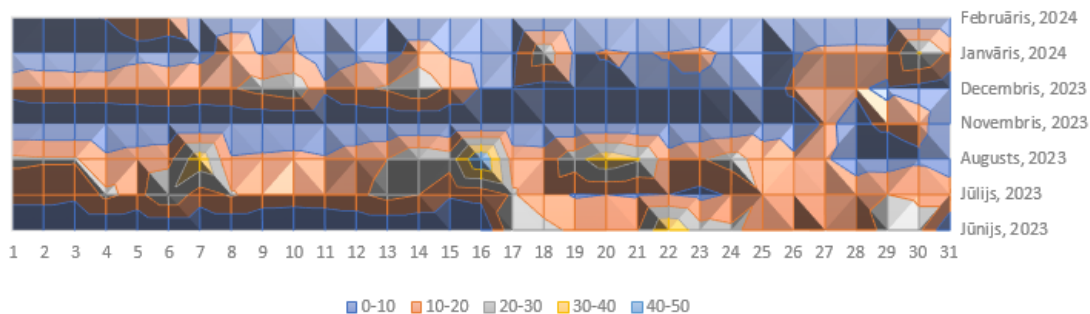


3.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultāti Liepājā, 2023-2024. Attēlotas vidējās vērtības attiecīgā novērojumu mēnesī.



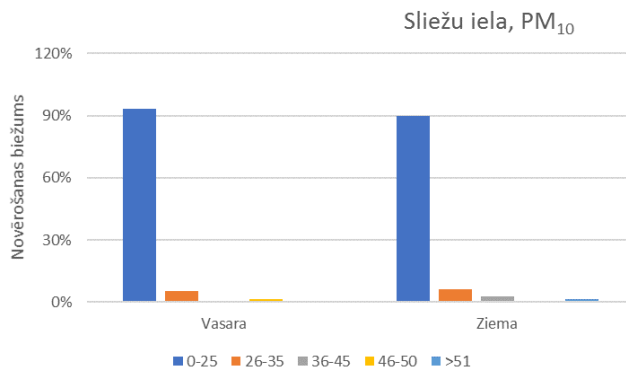
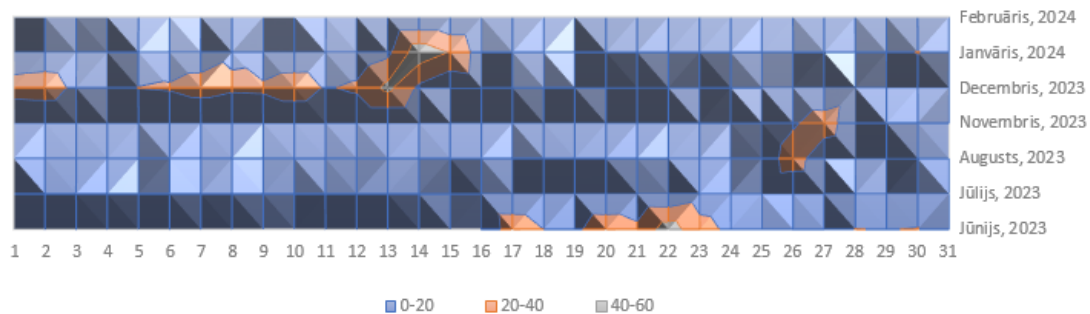
4.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Nākotnes ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Miera iela, PM₁₀

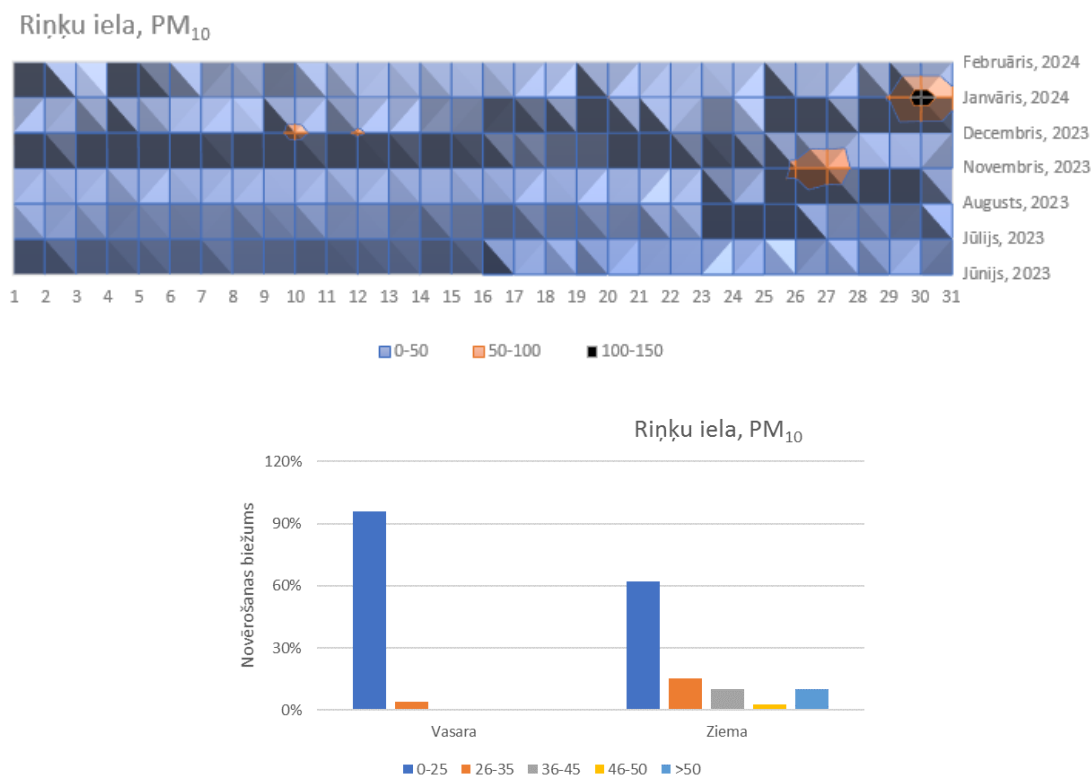


5.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Miera ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Sliežu iela, PM₁₀



6.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Sliežu ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas



7.attēls. Cieto daļiņu PM₁₀ sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Riņķu ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Paaugstināta piesārņojuma epizodes:

- (1) Nākotnes ielā – augstākais piesārņojums konstatēts 2024. gada 31. janvārī (trešdiena), kad diennakts koncentrācija sasniedza 63 ug/m³; Liepājas meteoroloģiskajā stacijā iegūtie novērojumi liecina, ka decembra mēnesim vērojama augsta atmosfēras temperatūra – 3.5 °C, lēns (2.7 m/s) Ziemeļu/Ziemeļaustrumu vējš, bez nokrišņiem. Analizejot visus iepriekš minētos faktorus, šķiet, ka būtisks ieguldījums šajā gadījumā ir blakus izvietoto beramkravu uzņēmumiem.
- (2) Miera ielā – novērotās koncentrācijas fluktuē salīdzināsi lielā diapazonā, augstākā koncentrācija identificēta 2023. gada 16. augustā (trešdiena) – 50 ug/m³. Izvērtējot meteoroloģiskos apstākļus un dažādus publiskos pasākumus, kuri norisinājās tuvākā apkārtnē, pavisam drošu iemeslu šai koncentrācijai minēt nav iespējams. Bet, tā kā ilgstoši netika novēroti nokrišņi, šķiet, ka piesārņojums saistīts ar cieto daļiņu akumulāciju.
- (3) Sliežu ielā – augstākā koncentrācija novērota 2024. gada 14. janvārī (svētdiena) – 52 ug/m³. Šajā gadījumā ļoti labi vērojama cieto daļiņu ilgstoša uzkrāšanās pateicoties nelabvēlīgiem meteoroloģiskiem apstākļiem, jo vairākas dienas iepriekš netika novēroti nokrišņi, kā arī, lēns vējš, kas neveicināja piesārņojuma izkliedi.
- (4) Riņķu iela – salīdzinoši ļoti augsts (pat pārsniedzot 100 ug/m³) piesārņojuma līmenis novērots 2024. gada janvāra beigās, iemels – visticamāk dažādu faktoru

rekombinācija, kas sevī ietver noturīgus un nelabvēlīgus apstākļus, kā arī, kāda lokāla avota ietekmi.

Kopumā vērtējot cieto daļiņu PM₁₀ diennakts koncentrācijas, var apgalvot, ka diennakts normatīva (50 ug/m³) pārsniegšana novērojama reti, atsevišķos gadījumos:

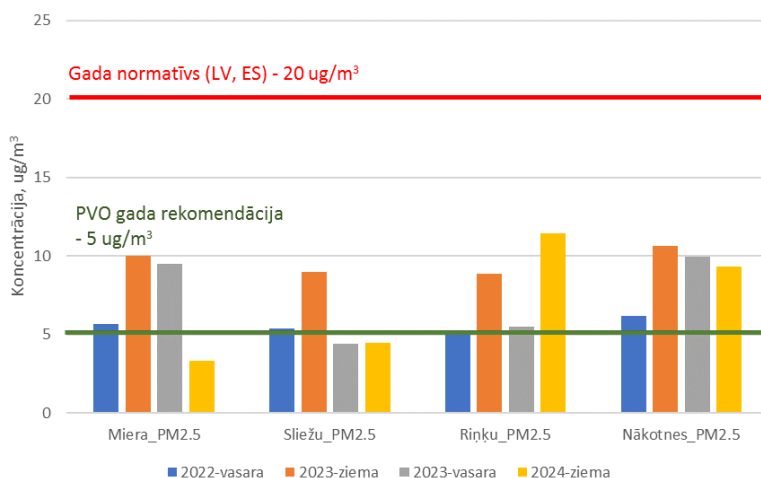
- Nākotnes ielā – 2 reizes;
- Miera ielā – nevienu reizi;
- Sliežu ielā – 1 reizi;
- Riņķu ielā – 8 reizes.

Pasaules veselības organizācijas rekomendētās robežvērtības (45 ug/m³) pārniegumi, protams konstatēti biežāk:

- Nākotnes ielā – 3 reizes;
- Miera ielā – 1 reizi;
- Sliežu ielā – 2 reizes;
- Riņķu ielā – 10 reizes.

2.2 CIETO DAĻIŅU PM_{2.5} MĒRĪJUMU REZULTĀTI

Sīkāko cieto daļiņu (PM_{2.5}) mērījumi iegūti vienlaikus ar PM₁₀ mērījumiem. Vērtējot koncentrācijas kā dažādu periodu (ar vai bez apkures) vidējās vērtības, redzams, ka tās nav augtas un noteiktas gada normatīvs netiek pārsniegts nevienā no mērījumu vietām (skat. 8. attēlu). Līdzīgi kā lielāko daļiņu (PM₁₀) gadījumā, mēnešos ar apkuri piesārņojuma līmenis vidēji ir augstāks, lai gan, ikkatrā mērījumu vietā situācija ir ļoti atšķirīga. Salīdzinot ar Pasaules veselības organizācijas rekomendēto ārkārtīgi stingro gada mērķlielumu (5 ug/m³), tas tiek pārsniegts visos gadījumos. Bet arī šajā gadījumā jāatceras, ka Pasaules veselības organizācijas mērķlielums nav normatīvs.



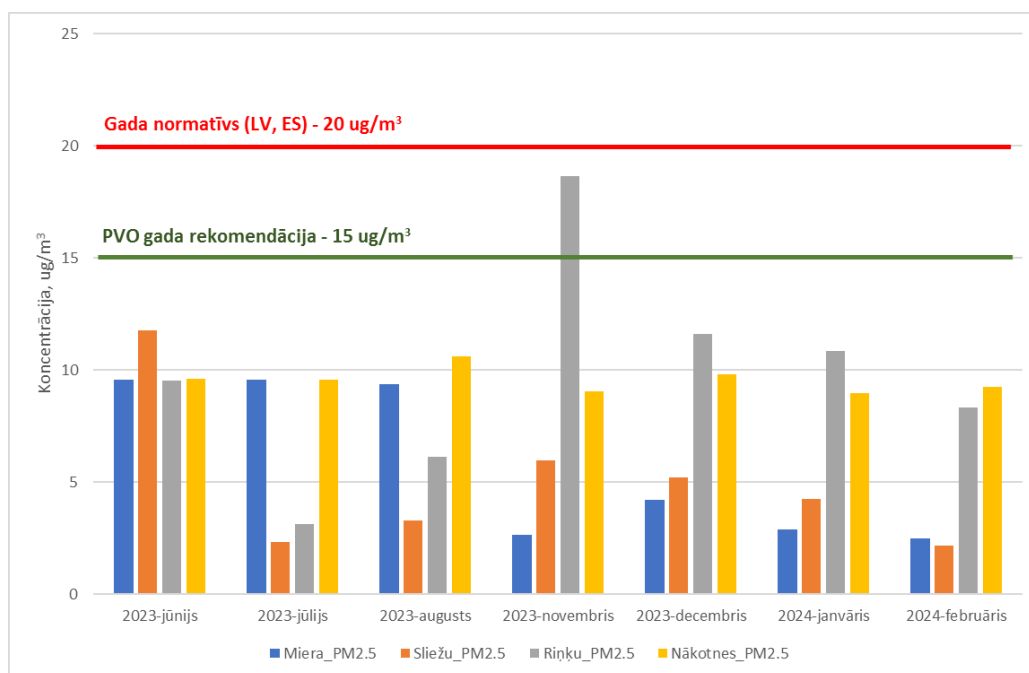
8.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} mērījumu rezultāti dažādos mērījumu periodos Liepājā

Cieto daļiņu PM_{2.5} piesārņojuma dinamikā vērojamas analogas tendences PM₁₀ piesārņojumam, kas faktiski norāda, ka lielāko daļiņu (PM_{2.5-10}) īpatsvars faktiski nemaz nav tik augsts un kopumā cieto daļiņu piesārņojuma līmeni nosaka tieši sīkākās daļiņas. Koncentrāciju novērtējums atsevišķos mēnešos (skat. 9. attēlu), šaurākā diskretizācijas periodā, iespējams novērot, ka atšķirību faktors var sasniegt pat vairākkārtīgu līmeni.

Lai arī Latvijā diennakts normatīvs cietajām daļiņām PM_{2.5} nav noteikts, indikatīvi var veikt salīdzinājumu ar PVO noteikto ilgtermiņa rekomendējošo vērtību, kas gan ir ļoti stingra – 15 ug/m³, tomēr, arī šajā gadījumā vērojams neliels epizožu skaits, kad šis mērķlielums ticis pārsniegts:

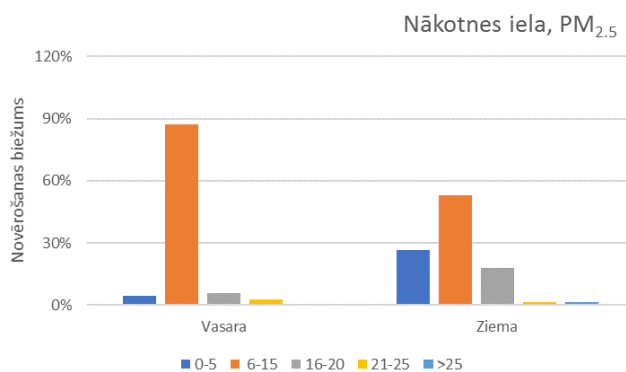
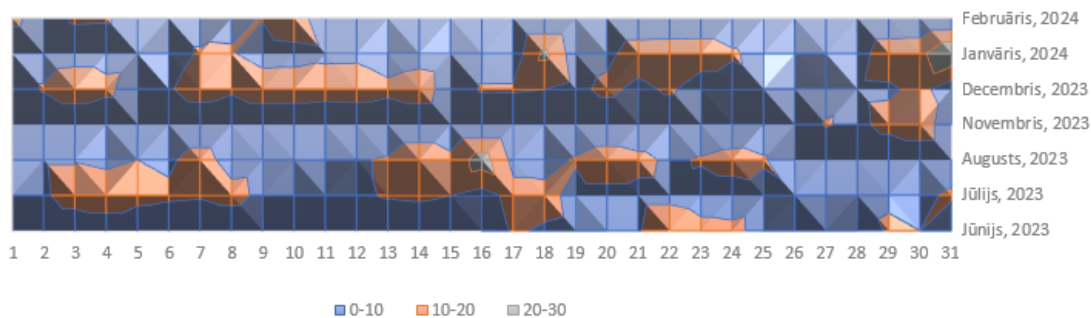
- Nākotnes ielā – 22 gadījumi;
- Miera ielā – 6 gadījumi;
- Sliežu ielā - 8 gadījumi;
- Riņķu ielā – 23 gadījumi.

Cieto daļiņu PM_{2.5} koncentrāciju sadalījums un mainība attēlota grafiski, skat. 10.-13. attēlu.



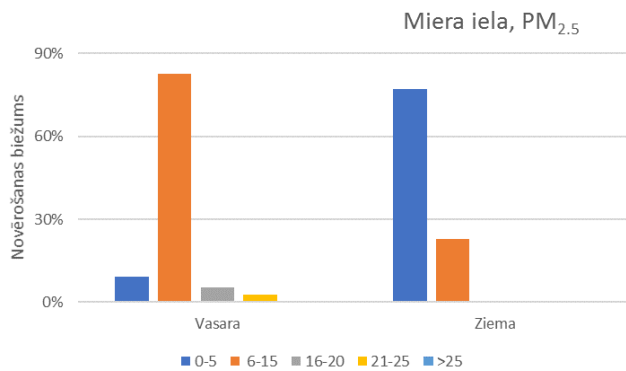
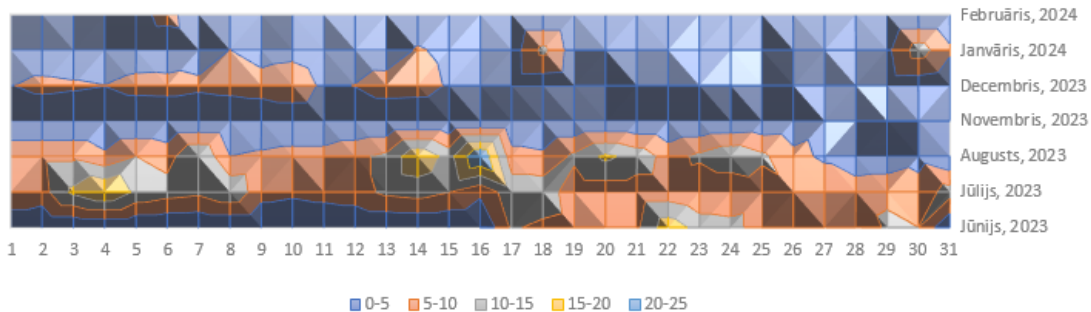
9.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} vidējās koncentrācijas dažādos mēnešos, 2023-2024

Nākotnes iela, PM_{2.5}



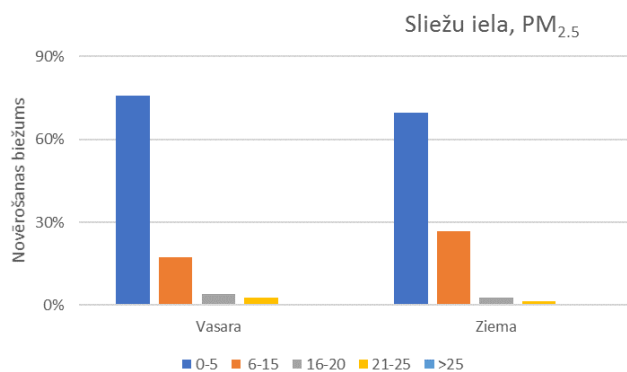
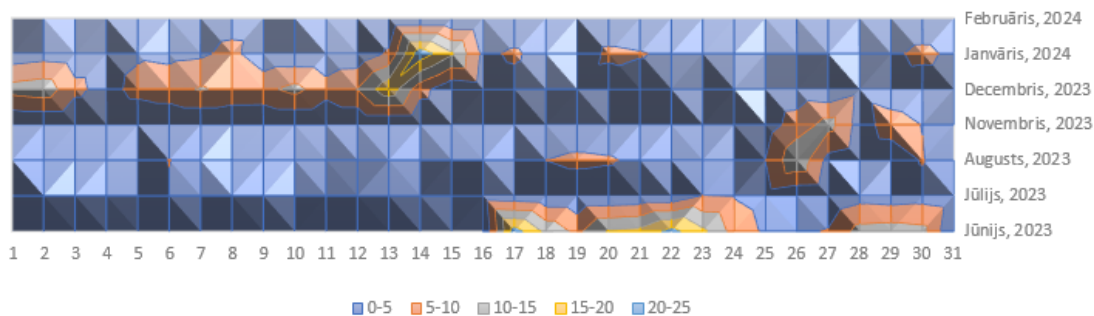
10.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Nākotnes ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Miera iela, PM_{2.5}



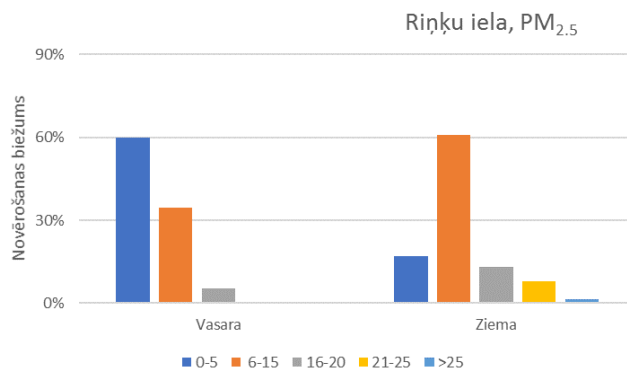
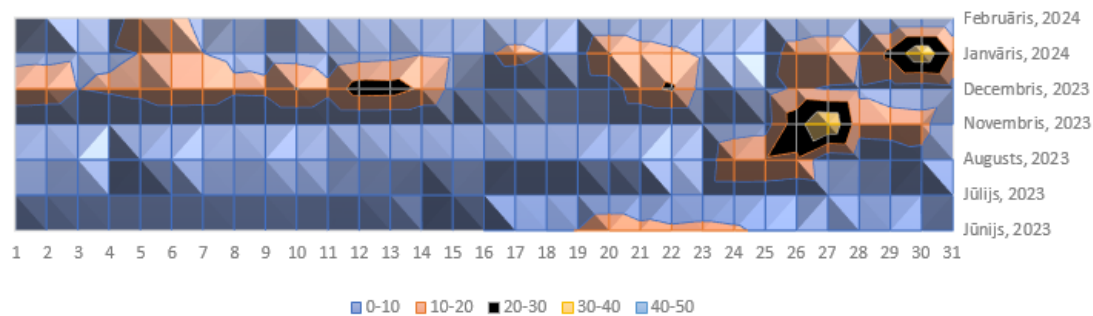
11.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Miera ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Sliežu iela, PM_{2.5}



12.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Sliežu ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

Riņķu iela, PM_{2.5}

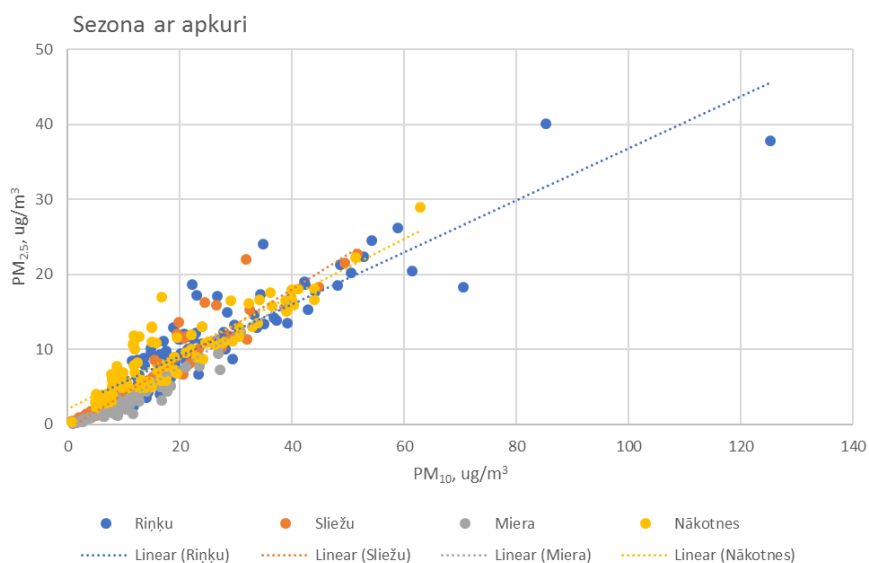


13.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} sensoru mērījumu rezultātu mainības karte un sadalījuma histogramma Liepājā, Riņķu ielā, sagatavots izmantojot diennakts koncentrācijas

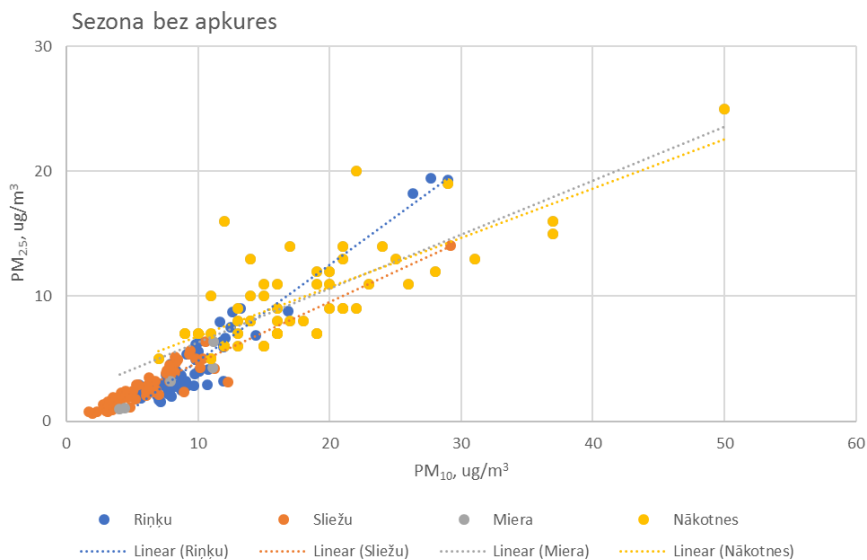
Atšķirīgs veids, kā analizēt antropogēno avotu ietekmi uz atmosfēras piesārņojuma līmeni ir sīkāko cieto daļiņu ($PM_{2.5}$) attiecības analīze attiecībā pret lielāko daļiņu (PM_{10}) piesārņojuma līmeni. Šajā jomā tiek izmantots vispārzināms pieņēmums, ka zema $PM_{2.5}/PM_{10}$ attiecība liecina par būtisku dabiskas izcelsmes cieto daļiņu dominanci, savukārt augsta $PM_{2.5}/PM_{10}$ attiecība liecina par dominējošu antropogēno ietekmi. Tomēr definēt skaitliski šādus indikatīvus lielumus nav tik vienkārši reģionālo atšķirību dēļ, piemēram, Eiropā pilsētās/teritorijās ar augstu urbanizācijas līmeni $PM_{2.5}/PM_{10}$ attiecība var svārstīties robežās no 0.39 līdz 0.74, zemākās vērtības vērojamas Dienvidēiropā, savukārt augstākās – Austrumeiropā.

Analizējot iegūtos rezultātus Liepājā redzams, ka šī attiecība, atkarībā no stacijas veida un novērojumu perioda variē plašās robežās (skat. 14.-15. attēlu). Pēc būtības, - jo stāvākas tendenču taisnes, jo lielāka antropogēnā ietekme. Tātad, lielākā antropogēnā ietekme uz piesārņojuma līmeni vērojama:

- apkures sezonā;
- apkures sezonā saraņžējot novērojumu vietas (no lielākās antropogēnās ietekmes uz mazāko), veidojas šāds ranžējums: Sliežu iela \Rightarrow Nākotnes iela \Rightarrow Miera iela \Rightarrow Riņķu iela;
- sezonā bez apkures aranžējuma kārtība mainās (attiecīgi lielākās antropogēnās ietekmes uz mazāko): Riņķu iela \Rightarrow Sliežu iela \Rightarrow Miera iela \Rightarrow Nākotnes iela.



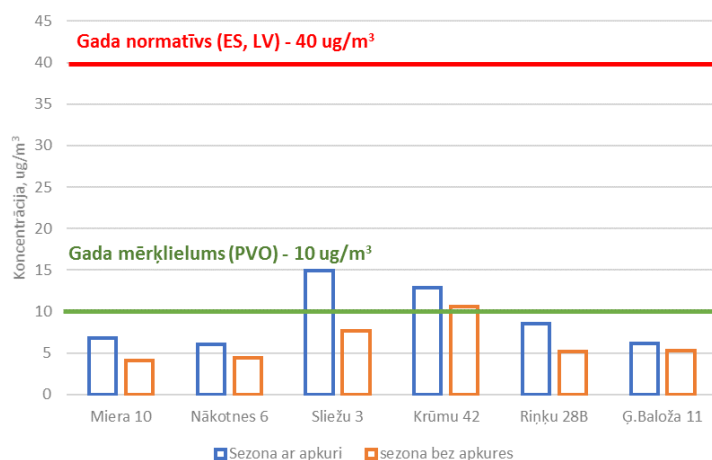
14.attēls. Cieto daļiņu $PM_{2.5}$ un PM_{10} koncentrāciju attiecība Liepājā, 2023-2024. Attēloti mērījumi sezonā ar apkuri.



14.attēls. Cieto daļiņu PM_{2.5} un PM₁₀ koncentrāciju attiecība Liepājā, 2023. Attēloti mērījumi sezonā bez apkures.

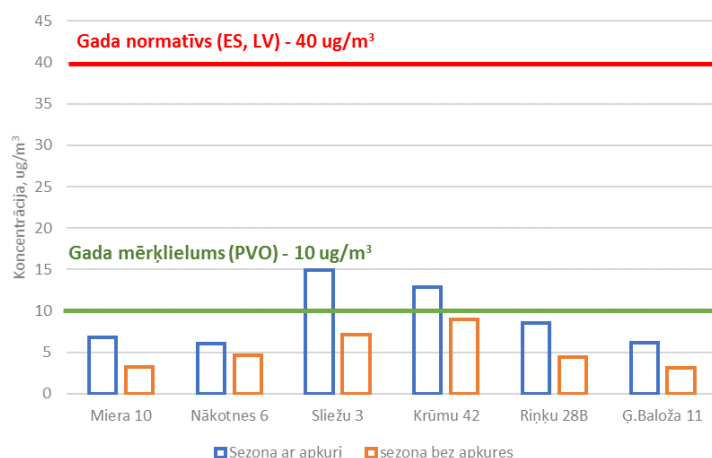
3. SLĀPEKĻA DIOKSĪDA (NO₂) REZULTĀTI

Atbilstoši mērījumu veikšanas plānam, izmantojot difūzās paraugu ņemšanas iekārtas, slāpekļa dioksīda koncentrācijas noteiktas mēneša ekspozīcijai. Slāpekļa dioksīdam Latvijā ir noteikts gada robežlielums – 40 ug/m³ un stundas robežlielums – 200 ug/m³, kuru gada laikā atļauts pārsniegt 18 stundas, savukārt PVO rekomendējamais ilgtermiņa gada mērķlielums ir 10 ug/m³, bet diennakts ekspozīcijai – 25 ug/m³. Analizējot iegūtos rezultātus (skat. 15. attēlu), redzams, ka gada robežlielumi netiek pārsniegti, savukārt gada aukstajos mēnešos (ar apkuri) vērojamas paaugstinātas NO₂ vērtības Sliežu ielā, Krūmu ielā un Riņķu ielā. Augstākās koncentrācijas, kā jau sagaidāms, novērotas vietās ar intensīvāku autosatiksmi un saimniecisko darbību. Dažādu vietu salīdzinošā analīze liecina, ka tieši autosatiksmei ir lielāka ietekme.



15.attēls. Slāpekļa dioksīda mēneša vidējās koncentrācijas novērojumu punktos Liepājā, 2023-2024

Apkopojot iegūtos rezultātus, izteikti redzamas augstākas koncentrācijas tieši apkures sezonā, mazāk izteiktas atšķirības ir Krūmu ielā, kas iespējams saistīts ar intensīvo auto satiksmi, neatkarīgi no sezonas (skat. 16.attēlu).



16. attēls. Vidējās slāpekļa dioksīda koncentrācijas novērojumu punktos Liepājā dažādos periodos, 2022-2023

4. CIETO DAĻIŅU AVOTU IDENTIFIKĀCIJA, SPEKTRĀLĀS ANALĪZES REZULTĀTI

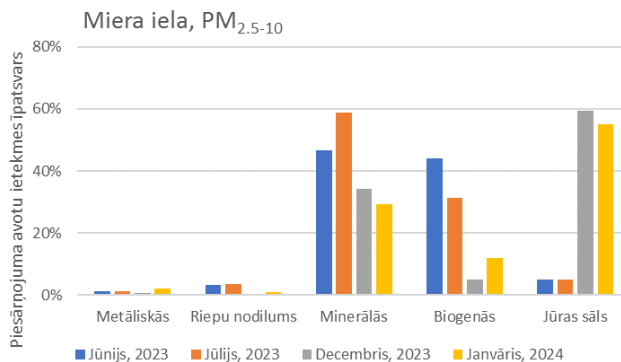
Lai iegūtu papildus informāciju par cieto daļiņu ķīmisko sastāvu un izcelsmi, izmantojot skenējošās elektronu mikroskopijas un rentgenstaru enerģijas dispersijas metodi, veikta uz filtriem ievākto individuālo daļiņu analīze. Turpmāk sniegts katras individuālās pētījumu vietas raksturojums.

Analizējot cieto daļiņu avotus, secināts, ka dominē šāda izcelsme – biogēnas (dabiskas) izcelsmes daļiņas, minerālas izcelsmes daļiņas, metāliskas izcelsmes daļiņas, jūras sāls daļiņas un daļiņas, kuras atmosfērā nonāk riepu nodiluma rezultātā. Katra veida daļiņām ir savs profils jeb to ķīmiskais sastāvs, kas saistīts ar konkrētiem piesārņojuma avotiem:

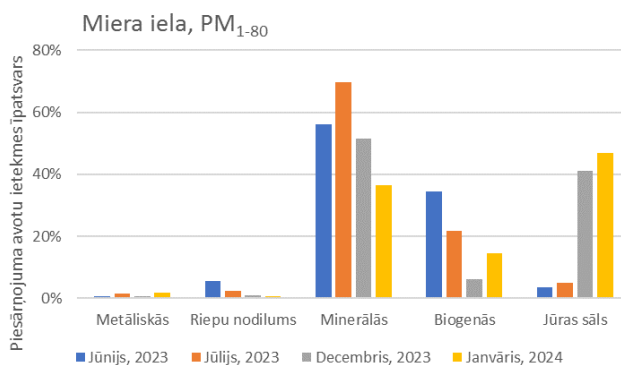
- Biogēnās (organiskas/dabiskas) daļiņas, kuru sastāvā izteikti dominē šādi ķīmiskie elementi – C, O, Ca, Na, Si, N, Cl, S; savukārt potenciālie avoti – koksnes daļiņas, putekšņi;
- Metāliskās daļiņas, kuru sastāvā dominē šādi ķīmiskie elementi – Fe, O, C, Si, Al, Mg, Na, Ca, K, savukārt zemākās koncentrācijās, bet konstatējami – Ti, Mn; potenciālie avoti – abrazijas rezultāta radušās metālisko detaļu (bremžu, sliežu, auto virsbūvju) nodiluma daļiņas;
- Minerālās daļiņas, kuru sastāvā dominē šādi ķīmiskie elementi – O, C, Ca, Si, Fe, Al, S, Na, Mg, K, Cl; potenciālie avoti – erozijas procesu rezultāta radušies minerālu oksīdi, tai skaitā grantēto ielu seguma materiāla resuspensija;
- Jūras sāls daļiņas, kuru sastāvā dominē šādi ķīmiskie elementi – Na, Cl, Ca, S, un jāpiemin, ka šajās daļiņās izteikti dominē Na (Na:Cl ~ 2:1.6);
- Riepu nodiluma daļiņas, kuru sastāvā dominē šādi ķīmiskie elementi – C, O, Ca, Si, Fe.

Miera ielā iegūtie rezultāti (skat. 17. un 18. attēlu) liecina, ka vasaras mēneši bijuši ļoti atšķirīgi, jo īpaši dominējošo cieto daļiņu sastāva grupās:

- frakciju segmentā no 2.5 līdz 10 mikroniem sezonā bez apkures jūras sāls daļiņu īpatsvars ir pat 5 reizes zemāks; līdzīga analogija vērojama arī lielāko daļiņu segmentā no 1 līdz 80 mikroniem;
- apgriezta, bet līdzīga analogija vērojama biogēno daļiņu gadījumā, tur augstāks īpatsvars tieši vērojams vasaras sezonā;
- par maznozīmīgiem piesārņojuma avotiem uzskatāmas metāliskās daļiņas un riepu nodiluma daļiņas.

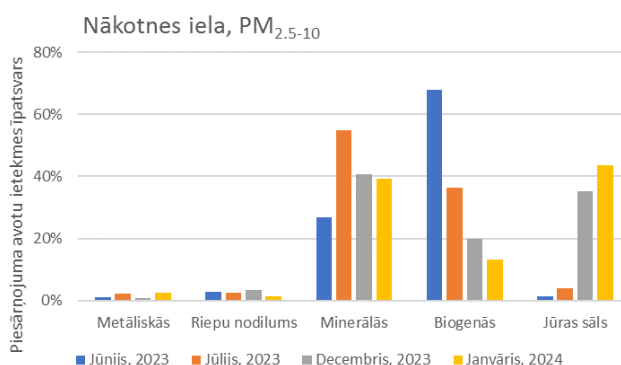


17.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM_{2.5-10} frakcijā Miera ielā, 2023-2024

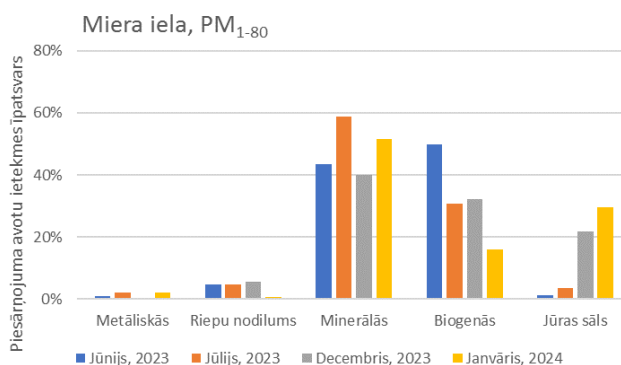


18.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM₁₋₈₀ frakcijā Miera ielā, 2023-2024

Mērījumu rezultāti, kuri iegūti Nākotnes ielā viennozīmīgi apliecina apkārtnē esošo rūpniecisko uzņēmumu dominējošo ietekmi uz cieto daļiņu piesārņojuma līmeni, jo minerālās izcelsmes daļiņu īpatsvars dominē, neatkarīgi no sezonas. Kā izņēmuma gadījums skatāms 2023. gada jūnijs, kad vairāk dominēja biogēnās daļiņas (skat. 19.-20. attēlu).



19.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM_{2.5-10} frakcijā Nākotnes ielā, 2023-2024

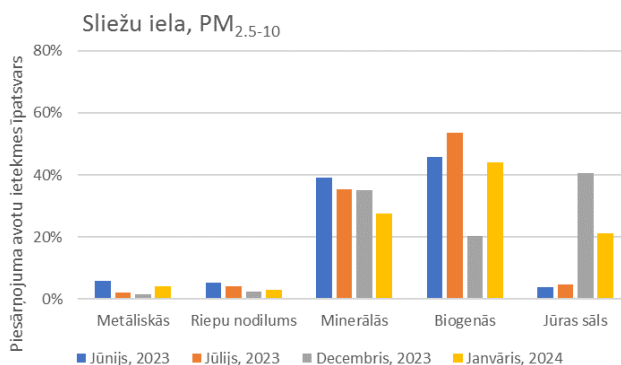


20.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM₁₋₈₀ frakcijā Nākotnes ielā, 2023-2024

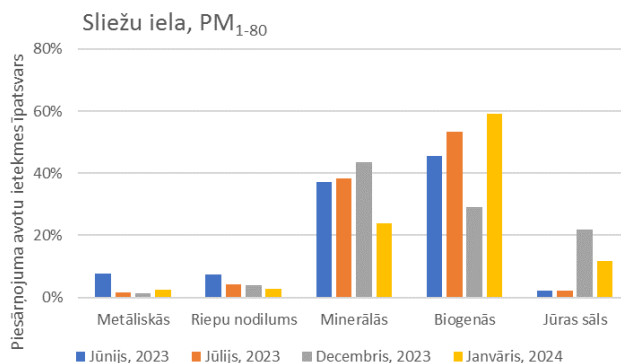
Sliežu ielā veiktie mērījumi cieto daļiņu sastāva raksturojumā ir līdzīgi dominējošo daļiņu segmentā:

- arī vērojams būtiski zemāks jūras sāls daļiņu īpatsvars vasaras sezonā;
- minerālo daļiņu īpatsvars ir stabils visās sezonās;
- salīdzinājumā ar citām novērojumu vietām, Sliežu ielā ir augstāks (3- 5 reizes) metālisko un riepu nodiluma daļiņu īpatsvars;
- šajā mērījumu vietā konstatēto metālisko daļiņu īpatsvars, kas arī ir augstāks nekā citur, norāda uz metālisko daļu un detaļu abrāziju gan autotransporta satiksmē, gan dzelzceļa satiksmē;
- kopumā, salīdzinot cieto daļiņu kopējo piesārņojuma līmeni ar citām novērojumu vietām, Sliežu ielā, neatkarīgi no sezonas, novērojamas augstākas koncentrācijas.

Iegūto rezultātu apkopojums dots 21. un 22. attēlā.

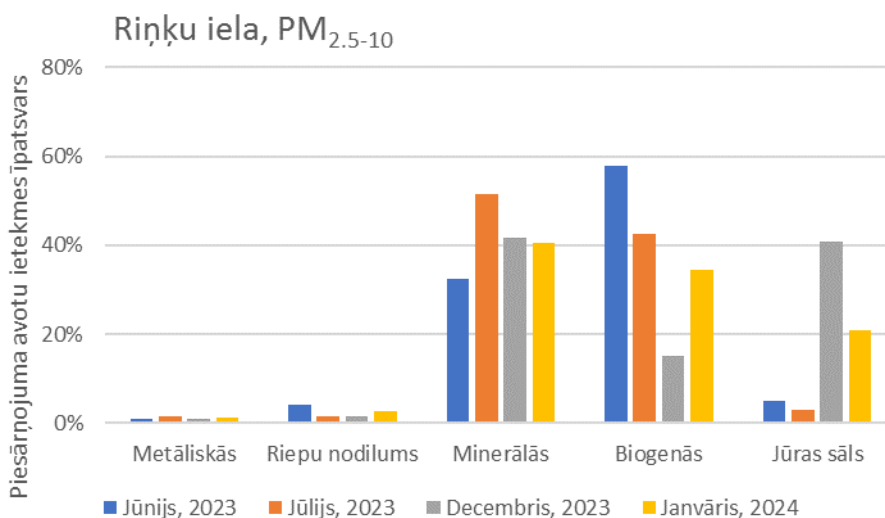


21.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM_{2.5-10} frakcijā Sliežu ielā, 2023-2024

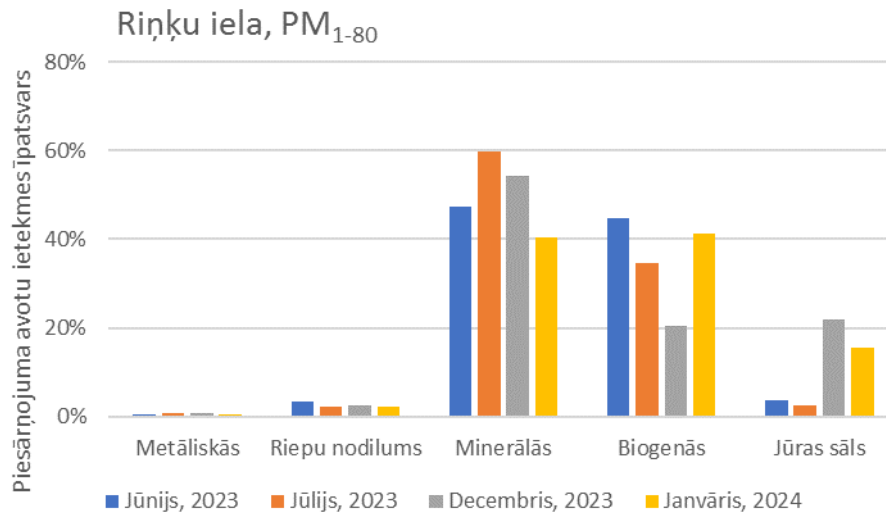


22.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM₁₋₈₀ frakcijā Sliežu ielā, 2023-2024

Riņķu ielā iegūtie rezultāti uzskatāmi par frakcionāri ļoti līdzīgiem ar Miera ielā iegūtiem rezultātiem, - apkures sezonā dominē jūras sāls piesārņojums, minerālās izcelsmes piesārņojums stabils un vienlīdz augsts visās sezonās. Riņķu ielā iegūto rezultātu kopsavilkums dots 23. un 24. attēlā.



23.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM_{2.5-10} frakcijā Riņķu ielā, 2023-2024



24.attēls. Cieto daļiņu kompozicionālais sastāvs PM₁₋₈₀ frakcijā Riņķu ielā, 2023-2024

5. NOTURĪGO ORGANISKO SAVIENOJUMU (BENZ(A)PIRĒNA) UN SMAGO METĀLU (SVINA) KONCENTRĀCIJAS

Poliaromātisko ogļūdeņražu (PAO) hromatogrāfiskās analīzes veiktas atbilstoši ISO 18287:20116 (modif.) standarta aprakstam „Soil quality Determination of polycyclic hydrocarbon (PAH) Gas chromatographic method with mass spectrometric detection (GC-MS)” un LVS EN 15549:2010 standarta aprakstam “Gaisa kvalitāte. Standartmetode benzo[a]pirēna koncentrācijas mērīšanai gaisā”. Paraugu analīžu rezultāti apkopoti 3.tabulā.

Kopumā var apgalvot, ka benz(a)pirēna piesārņojuma līmenis ir zems, un indikatīvi salīdzinot ar noteikto gada normatīvu un Pasaules Veselības organizācijas mērķlielumu, tie netiek pārsniegti.

3.tabula. Benzapirēna koncentrācijas

Paraugu ņemšanas laiks	Mērījumu vieta			
	Sliežu iela	Nākotnes iela	Miera iela	Riņķu iela
2022.g. jūnijs	n.d.	0.034	n.d.	n.d.
2022.g. jūlijs	n.d.	0.047	n.d.	n.d.
2023.g. janvāris	<0.019	0.029	<0.019	<0.019
2023.g. februāris	0.020	0.031	0.035	<0.019
2023.g. jūlijs	0.006	0.010	0.007	0.014
2023.g. augusts	0.017	0.012	0.007	0.015
2023.g. decembris	0.012	0.008	0.017	0.004
2024.g. janvāris/februāris	0.010	0.009	0.010	0.006
Normatīvs, ng/m ³	1	1	1	1
PVO rekomendējošā vērtība, ng/m ³	0.12	0.12	0.12	0.12

Svina piesārņojuma gadījumā situācija ir analoga benz(a)pirēna koncentrācijām. Paraugu analīžu rezultāti apkopoti 4.tabulā.

4.tabula. Svina koncentrācijas

Paraugu ņemšanas laiks	Mērījumu vieta			
	Sliežu iela	Nākotnes iela	Miera iela	Riņķu iela
2022.g. jūnijs	< 0.019	< 0.019	< 0.019	< 0.019
2022.g. jūlijs	< 0.019	< 0.019	< 0.019	< 0.019
2023.g. janvāris	< 0.019	< 0.019	< 0.019	< 0.019
2023.g. februāris	< 0.019	< 0.019	0.092	0.055
2023.g. jūlijs	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
2023.g. augusts	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
2023.g. decembris	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
2024.g. janvāris/februāris	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Normatīvs, ug/m ³	0.5	0.5	0.5	0.5

Kopumā svina koncentrācijas cietajās daļiņās ir ļoti zemas, indikatīvi salīdzinot ar noteikto gada normatīvu, redzams, ka tas netiek pārsniegts.

6. KOPSAVILKUMS - SECINĀJUMI

6.1 SECINĀJUMI

Indikatīvs salīdzinājums ar Liepājas gaisa kvalitātes uzlabošanas programmas izstrādes ietvaros veiktajiem mērījumiem un secīgajām mērījumu kampaņām dots 5. tabulā, kur katrā tabulas šūnā norādītas vidējās vērtības sezonā bez apkures, sezonā ar apkuri un vidējās vērtības, attiecīgi. Pēdējā kolonnā sniegts indikatīvs vērtējums par izmaiņu tendencēm.

Slāpekļa dioksīds

Vispārinot, redzams, ka slāpekļa dioksīda koncentrācijas visos mērījumu punktos ir salīdzinoši zemas, raksturīgi, ka sezonā ar apkuri novērotas augstākas koncentrācijas, kas ir likumsakarīgi. Salīdzinot visas novērojumu vietas, augstākās koncentrācijas identificētas Sliežu ielā un Krūmu ielā, kur vērojama lielākā autotransporta ietekme.

Cietās daļiņas, avotu ieguldījums

Cieto daļiņu piesārņojuma līmeņa ietekmējošie faktori ir ārkārtīgi dažādi, kas arī tika novērots pēc paraugu apstrādes. Situācija Sliežu un Miera ielā mainījies nedaudz, un diemžēl Nākotnes un Riņķu ielā pasliktinājusies, ja salīdzinām mērījumus, kuri iegūti pirms gada.

Analizējot dažādu piesārņojuma avotu ieguldījumu kopējā piesārņojuma līmenī, iespējams apgalvot, ka būtisks piesārņojuma avots ir minerālo un jūras sāls daļiņu avots (ielu kaisīšana ar sāls-smilts maisījumu), un ziemas sezonā šo avotu ieguldījums palielinās pat 5 reizes. Neatkarīgi no sezonas, stabils piesārņojuma līmenis Sliežu ielā un Nākotnes ielā liecina par blakus esošu nepārtrauktas darbības piesārņojuma avotu.

Sliežu ielas novērojumu punkta apkārtnē konstatēts arī vairākas reizes augstāks metālisko un riepu daļiņu piesārņojums, salīdzinājumā ar citiem novērojuma punktiem.

Benz(a)pirēns

Vērā ņemamas benz(a)pirēna piesārņojuma koncentrācijas praktiski nav novērotas. No mērījumiem redzams, ka indikatīvi salīdzinot ar noteikto gada normatīvu un Pasaules Veselības organizācijas mērķlielumu, tie netiek pārsniegti.

Svins

Svina piesārņojuma gadījumā situācija ir analoga, analītiski nebija iespējams noteikt koncentrāciju. Kopumā svina koncentrācijas cietajās daļiņās ir ļoti zemas, indikatīvi salīdzinot ar noteikto gada normatīvu, redzams, ka tas netiek pārsniegts.

5.tabula. Salīdzinājums ar Liepājas Gaisa kvalitātes uzlabošanas rīcības programmas datiem

Mērījumu vieta	Piesārņojošā viela	GKUP mērījumi 2021-2022		Mērījumi 2022-2023		Mērījumi 2023-2024		Salīdzinājums
		vidēji	v./z.	vidēji	v./z.	vidēji	v./z.	
O. Kalpaka iela/Sliežu iela	NO ₂	25.6	27.6 / 26.6	8.8	14.9 / 11.9	11.3	7.7 / 15.0	☺/☹
	Cietās daļiņas PM _{2.5}	7.4	25.1 / 16.2	5.4	8.7 / 7.0	4.5	4.5 / 4.4	☺/☺/☹
	Cietās daļiņas PM ₁₀	13.9	50.3 / 32.1	9.5	24.0 / 16.7	10.5	9.0 / 11.9	
	Svins	<0.019	<0.019 / <0.019	<0.019	<0.019 / <0.019	<0.003	<0.003 / <0.003	☺/☺
	B[a]P	n.d.	0.021	n.d.	0.019 / 0.019	0.011	0.012 / 0.011	☺/☺
Miera iela	NO ₂	5.1	8.3 / 6.7	3.5	5.8 / 4.6	5.4	4.1 / 6.8	☺/☹
	Cietās daļiņas PM _{2.5}	6.3	17.9 / 12.1	5.8	10.0 / 7.9	6.3	9.5 / 3.3	☺/☺/☹
	Cietās daļiņas PM ₁₀	13.5	42.2 / 27.8	12.0	18.0 / 15.0	14.4	18.0 / 10.9	
	Svins	<0.019	<0.082 / <0.419	<0.019	<0.055 / <0.037	<0.003	<0.003 / <0.003	☺/☺
	B[a]P	n.d.	0.026	n.d.	0.027 / 0.027	0.010	0.007 / 0.014	☹/☺
Nākotnes iela	NO ₂	6.9	11.3 / 9.1	4.6	5.0 / 4.8	5.2	4.5 / 6.0	☺/☹
	Cietās daļiņas PM _{2.5}	4.2	8.7 / 6.4	5.9	10.4 / 8.1	9.6	9.9 / 9.3	☹/☹/☹
	Cietās daļiņas PM ₁₀	9.4	19.4 / 14.4	12.3	15.5 / 13.9	18.7	18.8 / 18.7	
	Svins	< 0.019	<0.019 / <0.019	< 0.019	<0.019 / <0.019	<0.003	<0.003 / <0.003	☹/☺
	B[a]P	0.057	0.029 / 0.043	0.040	0.030 / 0.035	0.010	0.011 / 0.009	☹/☺
Rinķu iela	NO ₂	*	*	5.0	10.8 / 7.9	6.9	5.2 / 6.1	**/☹
	Cietās daļiņas PM _{2.5}	4.5	19.5 / 12.0	6.1	8.9 / 7.5	8.5	5.6 / 11.3	☺/☺/☹
	Cietās daļiņas PM ₁₀	10.3	54.1 / 32.2	10.5	24.0 / 17.2	19.3	10.7 / 27.4	
	Svins	*	*	<0.019	<0.045 / 0.032	<0.003	<0.003 / <0.003	**/☺
	B[a]P	*	*	n.d.	<0.019 / <0.019	0.010	0.015 / 0.005	**/☺
Krūmu iela	NO ₂	8.9	11.0 / 10.0	7.1	12.8 / 10.0	11.7	10.6 / 12.9	☹/☹
Ģ. Baloža iela	NO ₂	4.1	7.6 / 5.8	2.8	3.8 / 3.3	5.7	5.2 / 6.1	☺/☹

* GKUP ietvaros mērījumi netika veikti

** tendenci nav iespējams noteikt, jo iepriekš mērījumi nav veikti

☺ - pozitīva tendence, piesārņojuma līmenis samazinājies

☹ - situācija nav mainījusies

☹/☹/☹ - negatīva tendence, situācija ir pasliktinājusies

6.2 REKOMENDĀCIJA

Ziņojuma autori rekomendē turpināt un pilnveidot gaisa piesārņojošo vielu monitoringu un mērījumus ilgākā laika posmā, lai varētu noteikt tendences un veikt atbilstošu analīzi. Ir nepieciešams turpināt gaisa kvalitātes mērījumus un monitoringu situācijas apzināšanai, avotu noteikšanai un ietekmju mazināšanai, kā jau paredzēts Liepājas valstspilsētas Gaisa kvalitātes uzlabošanas rīcības programmā.