

Projekta atskaites ziņojums

**„Pētījums par efektīvu smaku piesārņojuma
monitoringu industriālas teritorijas tuvumā Rīgā,
izmantojot portatīvu sensoru sistēmu”**

II daļa.

Anotācija

Projekta atskaites ziņojums „Pētījums par efektīvu smaku piesārņojuma monitoringu industriālas teritorijas tuvumā Rīgā, izmantojot portatīvu sensoru sistēmu”, ietver galveno projekta II kārtas īstenošanā aktivitāšu aprakstu:

- pārskatu par izveidoto smaku monitoringa tīklu;
- pārskatu par smaku monitoringa tīkla darbību;
- iedzīvotāju sūdzību apkopojumu par traucējošām smakām;
- references un sensoru mērījumu analīzi, atsevišķu gadījumu kā piemēru izvērtējumu.

Noslēgumā sagatavoti secinājumi, iegūtie rezultāti apkopoti konferences ziņojumā un zinātniskā publikācijā.

Saturs

Ievads	4
1. Pārskats par projekta II kārtā izveidoto smaku monitoringa tīklu.	5
2. Pārskats par smaku monitoringa tīkla darbību un veikto mērījumu raksturojums.....	8
3. Pārskats par apkopotajām iedzīvotāju sūdzībām.....	11
4. References un sensoru mērījumu analīze Rīgā, Mīlgrāvja ielā 10.....	14
4.1. References mērījumi	14
4.2. Sensoru tīkla mērījumu rezultāti.	17
4.3. Sūdzību epizodes un sensoru mērījumu analīzes piemērs (22.04.2020.).....	21
5. Monitoringa rezultātu izvērtējums pārējos mērījumu punktos	26
6. Secinājumi.....	31
7. Ziņojums konferencē.....	32
8. Publikācija.....	34

Ievads

Īstenojot Projekta „Pētījums par efektīvu smaku piesārņojuma monitoringu industriālas teritorijas tuvumā Rīgā, izmantojot portatīvu sensoru sistēmu” I kārtu, SIA Vidzemes Elektrotehnikas Fabrika izveidoja portatīvas sensoru iekārtas prototipu un veica gaisa kvalitātes monitoringu Rīgā, Mīlgrāvja ielā 10. Divu mēnešu periodā tika identificēti potenciālo smaku piesārņojumu radošo vielu (sērūdeņradi, amonjaku, benzolu, toluolu, ksilolu u.c.) gaistošie savienojumi, kas periodiski izplatās Rīgas Brīvostai pieguļošajā teritorijā un negatīvi ietekmē šo teritoriju iedzīvotāju dzīves kvalitāti un veselību. Izvērtējot biežāko iedzīvotāju reģistrēto sūdzību epizodiskumu, meteoroloģisko faktoru ietekmi un potenciālo smaku avotu izvietojumu, projekta I kārtas noslēgumā tika identificēta potenciāli visefektīvākā smaku piesārņojuma monitoringa iekārtu komplektācija un izvietojums.

Projekta II kārtā Rīgas Brīvostai pieguļošajā teritorijā - dzīvojamo namu un skolu tuvumā Vecmīlgrāvī un Sarkandaugavā - tika uzstādītas četru portatīvu gaisa kvalitātes monitoringa sensoru iekārtas, apvienojot tās vienotā monitoringa tīklā un veicot gaisa kvalitātes mērījumus vairāk kā divu mēnešu garumā.

Visu iekārtu dati mērījumu tika uzkrāti servera datubāzē. Mērījumu rezultātu novērošanai tika izveidota datu attēlošanas sistēma (interneta vietne), kur bija iespējams sekot līdzi neapstrādātiem mērījumu datiem, pirms datu kvalitātes kontroles.

Projekta mērķim izstrādāto sensoru sistēmu veido 7 dažādi metāla oksīdu sensori, kuri paredzēti plašam pielietojumam (gaistošo organisko savienojumu, amonjaka, gaisa piesārņojuma u.tml. mērķa vielu noteikšanai), un kuri lielākoties ir šķērsselektīvi ar vairākām vielām vienlaikus.

Atbilstoši projekta nosacījumiem, iegūtie mērījumu rezultāti un secinājumi apkopoti zinātniskā publikācijā, kuru plānots publicēt starptautiskā zinātniskā žurnālā Atmosphere (ISSN 2073-4433), specializētā izdevumā "Air Quality".

Tāpat ir sagatavots ziņojums starptautiskā konferencē “SGEM Scientific Conference Earth and Planetary Science” sekcijā “Micro and Nano Technologies”, kura notiks 2020. gada 8.-11.decembrī.

1. Pārskats par projekta II kārtā izveidoto smaku monitoringa tīklu.

Projekta II kārtā izvirzīto mērķu sasniegšanai uzņēmumam SIA „Vidzemes Elektrotehnikas Fabrika” bija uzdevums izveidot, uzstādīt un testēt smaku monitoringa sistēmu no vismaz 4 sensoriem (sērūdeņradim, amonjakam un 2 papildus gāzveida vielām), multiplicējot projekta I kārtā izveidotās iekārtas un saslēdzot tās vienotā bezvadu monitoringa tīklā.

Balstoties uz projekta I kārtā iegūtajiem rezultātiem un atsevišķu sensoru jutības novērtējumu, tika izstrādāta jauna iekārta “V-nose” 4 eksemplāros. Atšķirībā no I kārtā izstrādātā prototipa, iekārta “V-nose” izmantoti 7 dažādus gāzu sensorus (iepriekš bija 12), bet datu pārsūtīšanai uz serveri tika izmantots zema enerģijas patēriņa, plaša pārklājuma tīkls, nodrošinot autonomiju datu pārsūtīšanai. Iekārtas konstrukcija arī tika uzlabota, ņemot vērā I kārtā veiktos eksperimentus – netika izmantots ventilators, bet tā vietā nodrošināta brīva gaisa apmaiņa caur ventilācijas atverēm. Iekārtai tika atlasīti tie gāzu sensori, kuri projekta I kārtā uzrādīja vislabākos rezultātus - t.i., tos raksturo augsta jutība, un to signāli korelē ar smaku piesārņojumu (verifikācija veikta, analizējot iedzīvotāju sūdzības). Datu pārraide uz serveri notika, izmantojot bezvadu datu pārraides tīklu.

Atlasītie labākie gāzu sensori ir tādi, kuru darbināšanai un sensoru augstās jutības nodrošināšanai ir nepieciešama patstāvīga strāvas padeve, kas ierobežo iekārtas darbināšanu autonomā režīmā no akumulatora, tāpēc projekta II daļā nepārtrauktu un noderīgu datu iegūšanas nolūkos iekārtas tika darbinātas, tās pieslēdzot pie elektrotīkla. 1.1. attēlā redzama “V-nose” iekārta darbībā.



1.1. attēls. V-nose iekārta darbībā.

Izstrādātais smaku piesārņojuma monitoringa tīkls sastāv no “V-nose” iekārtām. Iekārtas tika izvietotas vietās ar iespējamu smaku piesārņojumu, pamatojoties gan uz projekta I kārtā izstrādātajiem ieteikumiem, gan uz reljefa īpatnībām, gan ņemot vērā iekārtu tiešā tuvumā esošos apstākļus, kas varētu potenciāli traucēt vai apgrūtināt objektīvu mērījumu rezultātu iegūšanu. Visu 4 iekārtu izvietojums redzams 1.2.attēlā.

Katra iekārta veica mērījumus reizi 10 sekundēs, bet datu apmaiņa ar serveri notiek reizi 5 minūtēs. Uz serveri tika sūtītas katru 5 minūšu vidējās un maksimālās vērtības. Visu iekārtu dati tika uzkrāti servera datubāzē, kā arī tika nodrošināta to vizuāla attēlošana grafikos (interneta vietnē) bez datu kvalitātes kontroles.



1.2.attēls. Iekārtu "V-nose" izvietojuma shēma.

Izstrādātais smaku piesārņojuma monitoringa tīkls spēj patstāvīgi darboties gan ar tam nodrošinātu nepārtrauktu elektrības padevi, gan, ar atbilstošām modifikācijām, - izmantojot patstāvīgu barošanas avotu (saules paneļus). Iekārtā izmantoto sensoru garantētais kalpošanas ilgums ir vidēji 2 gadi, kas nozīmē, ka, tuvojoties 2 gadu ekspluatācijas perioda beigām, ir jāparedz šo sensoru nomaiņa.

Iekārtā izmantoto sensoru īpatnība nosaka to, ka 2 vienāda modeļa sensori tomēr var uzrādīt nedaudz atšķirīgus signāla stiprumus pie vienādiem vides apstākļiem, kas ierobežo uz iepriekš iegūtiem datiem izstrādātu algoritmu multiplicēšanu uz jaunām iekārtām.

Iekārtu ražotājs plāno veikt uzlabojumus, lai izveidotu iekārtas modeli, kur iepriekš minētā problēma tiks minimizēta, tomēr esošā modeļa "V-nose" iekārtu ilglaicīgai darbības nodrošināšanai ir nepieciešama regulāra operatora iesaiste algoritmu pārrēķināšanā, ja nākotnē tiks mainīti iekārtās esošie sensori.

Iekārtu tehniskais risinājums nosaka, ka visi dati tiek pārsūtīti un uzglabāti servera datubāzē, un pašā iekārtā dati netiek uzglabāti. Šī pieeja nodrošina iespēju vizuāli attēlot datus reālā laikā, kā arī pielietot reālā laika datu kvalitātes kontroles filtrus vai arī papildināt platformu ar algoritmu, kas sensoru signālus pārrēķina uz smaku indikatīvu parametru, turklāt nodrošinot iespēju algoritmu regulāri atjaunināt un uzlabot. Izstrādātā sistēma sniedz iespējas arī

operatīvi signalizēt ieinteresētajām institūcijām, ja sensoru tīkls identificē smaku piesārņojumu.

Atbilstoši projekta prasībām, mērījumi bija jāveic vismaz 2 mēnešu periodā, tādēļ šajā atskaites ziņojumā tiek analizēti dati, kas iegūti par laiku periodu no 01.04.2020. līdz 12.07.2020., lai arī uzstādīto iekārtu darbības laiks aptver ilgāka periodu. Smaku monitoringa tīkla veikto mērījumu rezultātu apraksts sniegts ziņojuma 2.nodaļā.

2. Pārskats par smaku monitoringa tīkla darbību un veikto mērījumu raksturojums.

Analīzē iekļauti references monitoringa stacijās (OVI, Kundziņsala, Auda un Mīlgrāvis, skat. 2.1.tabulu) veiktie gaistošo organisko savienojumu (benzols, toluols, p-ksilols) ik 10 minūšu mērījumi laika periodā no 2020.gada 1.aprīļa līdz 12.jūlijam, papildus, pilnvērtīgākai analīzei vērtēta arī meteoroloģisko apstākļu (vēja ātruma, vēja virziena un gaisa temperatūras) ietekme.

2.1.tabula

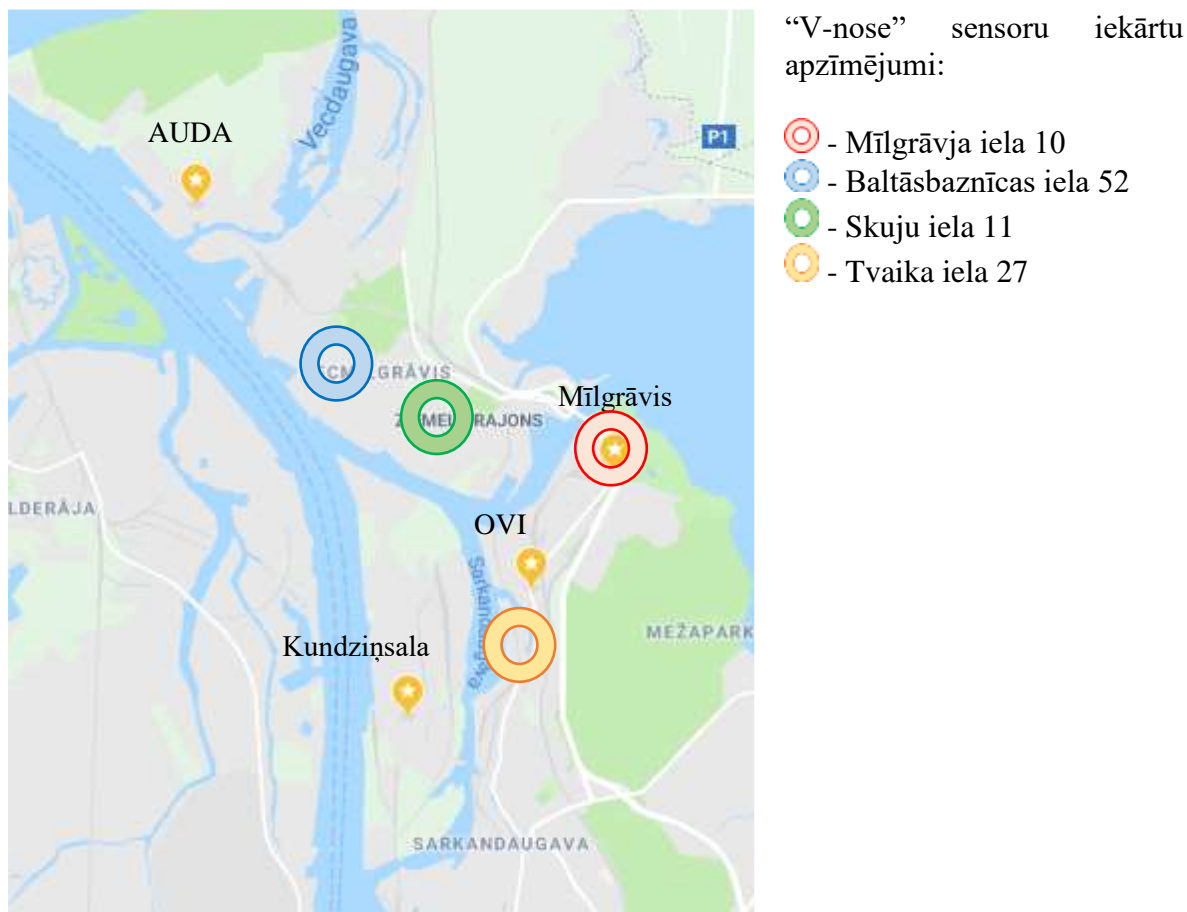
References monitoringa staciju raksturojums

Stacija	Adrese	Specifika	Vielas		
OVI	Tvaika iela 35	Rūpnieciskais piesārņojums, transports	Benzols	Toluols	p-ksilols
Kundziņsala	Kundziņsalas 16. līnija 14	Rūpnieciskais piesārņojums			
Auda	Audupes iela 15/17	Rūpnieciskais piesārņojums			
Mīlgrāvis	Mīlgrāvja iela 10	Rūpnieciskais piesārņojums, transports			

Analīzes veikšanai saņemti nevalidēti mērījumi, kuri apstrādāti atbilstoši šādiem kritērijiem:

- izslēgtas neiespējamās koncentrāciju mērījumu vērtības (piemēram, negatīvas koncentrācijas);
- izslēgtas mērījumu vērtības ar mazu varbūtību (piemēram, nulles vērtības);
- detalizēti izvērtēta ļoti augstu (lielākas par $C_{vid} + 4*STDEV$) koncentrāciju atgadīšanās iespējamība.

Monitoringa staciju izvietojums un V-nose sensoru iekārtu izvietojums dots 2.1.attēlā.



2.1.attēls. Monitoringa staciju un “V-nose” sensoru iekārtu izvietojums (kartes pamatne Google Maps, M 1:1000).

Projekta I fāzes ietvaros, ņemot vērā gaistošo (smaku piesārņojuma veidojošo) piesārņojošo vielu objektu/uzņēmumu izvietojumu un iegūtos sākotnējos mērījumus rezultātus:

- komplektētas 4 ar gaisa kvalitātes sensoriem aprīkotas iekārtas;
- sensoru komplektācija piesārņojuma mērījumiem – septiņi dažādi metāla oksīdu tipa sensori, ar kuriem iespējams reģistrēt gaistošo organisko savienojumu piesārņojuma līmeņa izmaiņas apkārtējā gaisā; papildus – gaisa temperatūras un relatīvā mitruma sensori;
- mērījumi tiek veikti reizi 10 sekundēs, nosūtīšana uz serveri – vidēji reizi 5 minūtēs; tiek reģistrētas gan vidējās, gan maksimālās vērtības;
- ar sensoriem komplektētās iekārtas izvietotas:
 - a) references stacijā (Mīlgrāvja GMS), Mīlgrāvja ielā 10;
 - b) Baltāsbaznīcas ielā 52;
 - c) Skuju ielā 11 (Rīgas 31. vidusskolā);
 - d) Tvaika ielā 27.

Sensoru iekārtas visās monitoringa vietās uzstādītas līdzvērtīgā komplektācijā, lai spētu identificēt dažādas izcelsmes gaistošos organiskos savienojumus un, līdz ar to, arī smaku piesārņojumu. Vielu spektrs, kuru piesārņojumu spēj identificēt sensoru iekārtas, dots 2.2.tabulā.

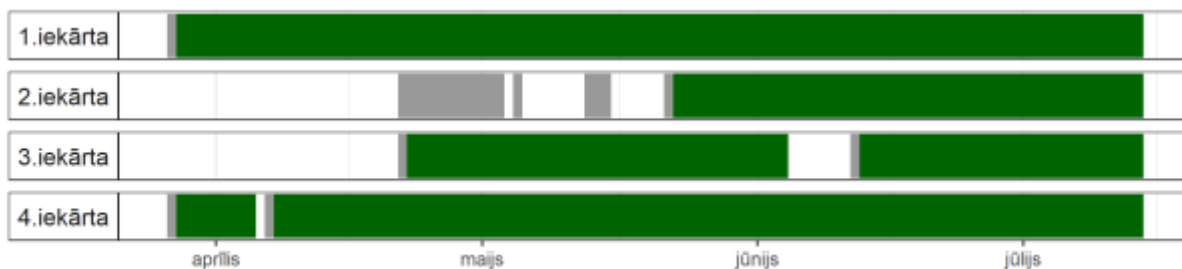
2.2.tabula.

Sensoru iekārtu selektīvā spēja identificēt konkrētas vielas

Sensors	Vielas								
	Metāns	Izobutāns	Etanols	Sērūdeņradis	Metil-merkaptāns	Trimetil-amīns	Amonjaks	Toluols	Propāns
#1	■	■	■						
#2			■						
#3			■		■	■			
#4			■				■	■	
#5	■			■					
#6	■	■	■	■			■		■
#7	■	■	■						■

Gaisa kvalitātes sensoru sistēmas “V-nose” iekārtas, atbilstoši projektam izvirzītajām prasībām, projekta laikā veica mērījumus vismaz 2 mēnešu ilgā periodā, lai gan atsevišķām iekārtām (1. un 4. iekārtai) mērījumu veikšanas laiks ir ilgāks - vairāk kā 3 mēneši (skatīt 2.2.attēlu).

Datu apstrādes procesā tika nofiltrēti periodi ar datu analīzei neatbilstošiem datiem, kas saistīts ar sensoru iesīlšanas laiku (atsevišķiem sensoriem pat vairākas dienas), kā arī 2. iekārtai liela daļa sākotnējo mērījumu ir izbrāķēti tehnisku iemeslu dēļ, kuri projekta gaitā tika novērsti.



2.2.attēls. V-nose iekārtu kopējais darbības laiks (pelēkā krāsā) un darbības laiks ar analīzei derīgu mērījumiem (zaļā krāsā)

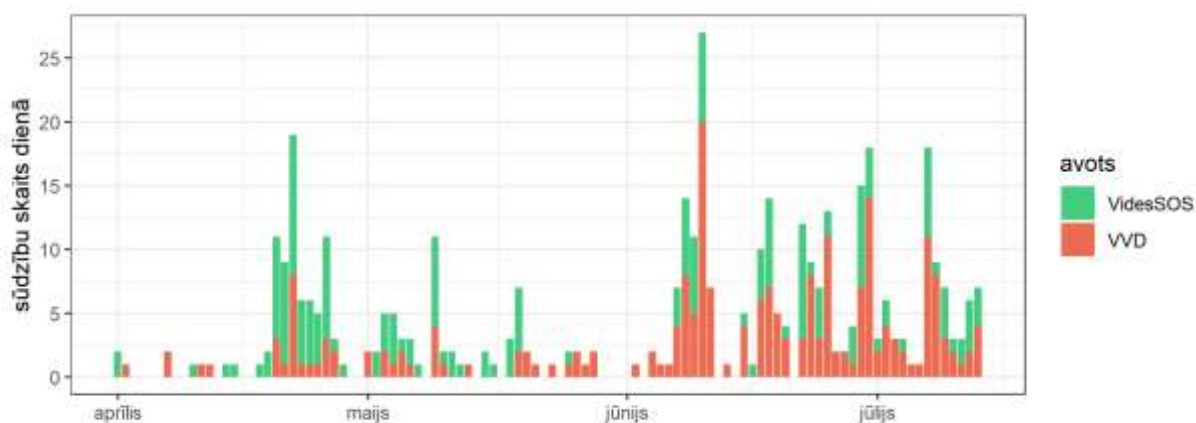
3. Pārskats par apkopotajām iedzīvotāju sūdzībām

Smaku piesārņojuma izpēte pamatojas reģistrētajās iedzīvotāju sūdzībās, līdz ar to iedzīvotāju sūdzību analīze ir būtiska, lai novērtētu traucējošu smaku esamību un analizētu tās kontekstā ar sensoru mērījumiem.

Projekta ietvaros apkopotas iedzīvotāju sūdzības par traucējošu smaku esamību Rīgas pilsētā laika periodā no 2020. gada 1. aprīļa līdz 13. jūlijam. Iedzīvotāju sūdzības par smaku epizodēm ir apkopotas no šādiem datu avotiem:

- 1) Valsts vides dienesta (turpmāk tekstā - VVD) informācija. Līdz 2020.gada 1. jūnijam VVD telefoniski adresētās iedzīvotāju sūdzības reģistrēja ārpakalpojuma sniedzējs, bet, sākot ar 1. jūniju VVD adresētās sūdzības reģistrē VVD izveidots Operatīvās koordinācijas centrs, kas apkopo VVD adresētās sūdzības no dažādiem kanāliem (tālrunis, e-pasts, sociālie tīkli - Facebook un Twitter). No VVD ir saņemtas visas reģistrētās iedzīvotāju sūdzības par smakām attiecīgajā laika periodā Rīgas teritorijā;
- 2) Vides SOS platformā ievāktie dati. VVD izveidotā Vides SOS aplikācijā iesniegtās iedzīvotāju sūdzības ir publiski pieejamas Vides SOS mājaslapā (<http://www.videssos.lv/veesture>). Pētījumam atbilstošo sūdzību atsijāšana veikta, izmantojot platformā pieejamos datus par sūdzības sniegšanas atrašanās vietu, laiku un ziņojuma aprakstu, kurā tika meklētas norādes uz smaku piesārņojumu.

Pēc abu datu avotu apvienošanas, tika iegūta datu kopa ar 221 sūdzību no VVD atsūtītās informācijas un 188 sūdzībām no Vides SOS platformas. Visas sūdzības novērojuma periodā ir sadalītas nevienmērīgi - ir atsevišķas epizodes, kas ir vairāku dienu ilgumā, kad iedzīvotāji ir aktīvi sūdzējušies par smaku piesārņojumu Rīgas teritorijā (skatīt 3.1. attēlu).

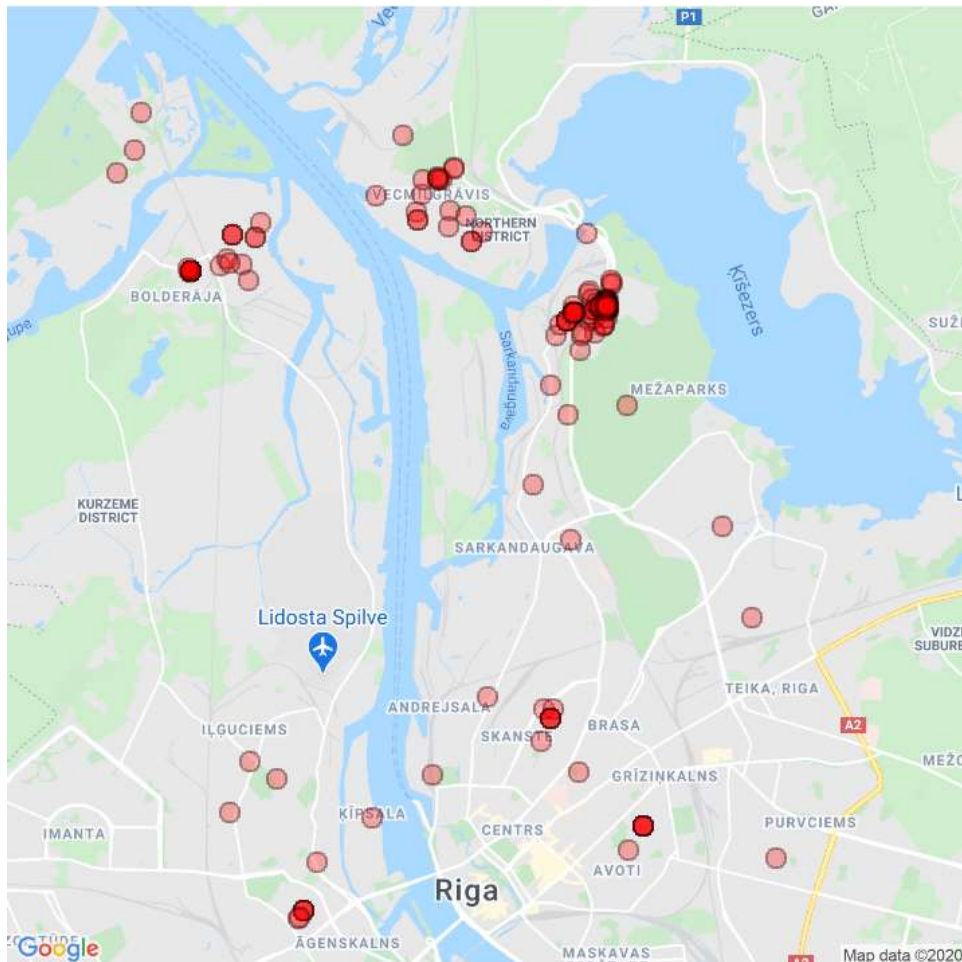


3.1.attēls. Iedzīvotāju iesniegto sūdzību skaita dinamika novērojuma periodā.

Visām apkopotajām iedzīvotāju sūdzībām ir veikta telpiskā piesaiste - Vides SOS datiem ir pieejamas GPS koordinātas no sūdzību izteikšanas vietas, bet VVD sniegtajos datos ir norādītas gan koordinātas, gan atsevišķām sūdzībām - tikai adrese, kas analīzes gaitā ir pārvērsta koordinātās. Retos izņēmumos pie VVD iesniegtajām iedzīvotāju sūdzībām ir

norādīta aptuvena vieta – ielas nosaukums bez konkrētas adreses vai kāds objekts - tādos gadījumos sūdzībai ir piešķirtas aptuvenas koordinātas.

Sūdzībām par smaku piesārņojumu ir nevienmērīga telpiskā izkliede - sūdzības koncentrējas noteiktās vietās, kas lielākoties atrodas ostas saimnieciskās darbības tuvumā (skatīt 3.2.attēlu).

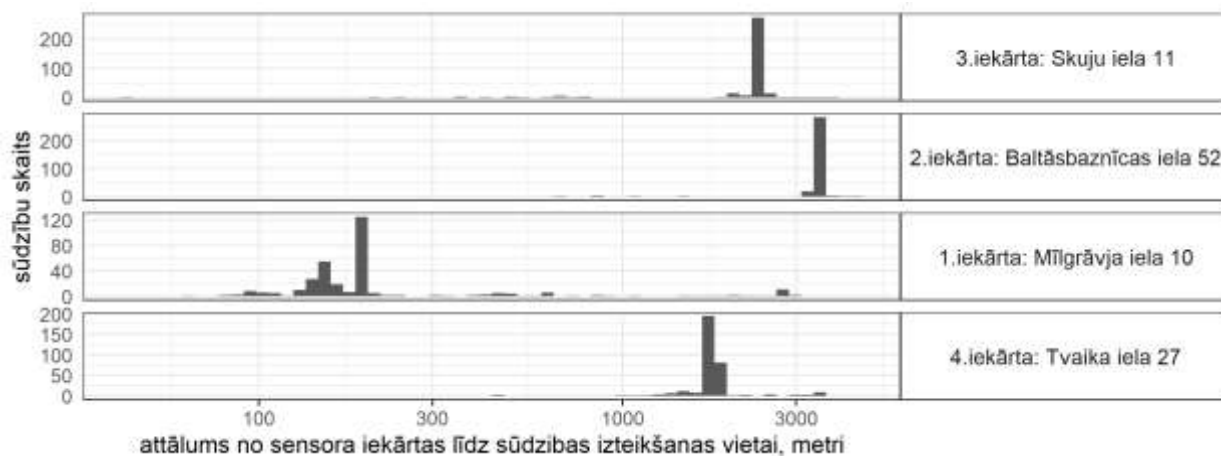


3.2.attēls. Iedzīvotāju sūdzību par smaku piesārņojumu telpiskais izvietojums Rīgā.

Vislielākais skaits iedzīvotāju sūdzību ir saņemts no Mīlgrāvja apkaimes iedzīvotājiem - kopumā 304 sūdzības pārskata periodā, kas sastāda 74% no visām aplūkotajām sūdzībām.

No Bolderājas iedzīvotājiem ir saņemta 31 sūdzība, no Vecmīlgrāvja iedzīvotājiem 20 sūdzības, vēl 5 līdz 7 sūdzības ir saņemtas no Skanstes, Āgenskalna un Grīziņkalna, bet no pārējām Rīgas apkaimēm pārskata periodā ir saņemtas 3 vai mazāk sūdzību.

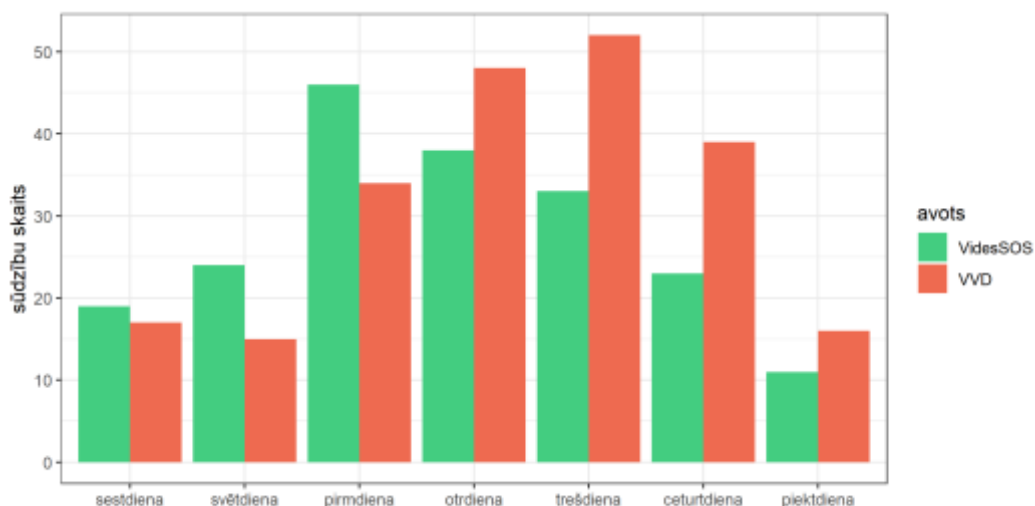
Analizējot katras iedzīvotāju izteiktās sūdzības attālumu līdz projekta ietvaros izvietotajām smaku monitoringa sistēmām “V-nose”, ir novērojams, ka liela daļa apkopoto sūdzību vietu atrodas 80 - 250 metru attālumā no sensoru iekārtas, kas izvietota Mīlgrāvja ielā 10 (skatīt 3.3.attēlu).



3.3.attēls. Histogramma attālumam no katras sensoru iekārtas līdz iedzīvotāju sūdzības izteikšanas vietai.

Uzskatāmi redzams, ka sūdzības par traucējošu smaku piesārņojumu vairāk saņemtas darba dienās, izņemot piektdienas (3.4. attēls). Iemesli tam varētu būt vairāki, - smaku piesārņojuma avots strādā darba dienās un tā aktivitātēm raksturīgs 4-5 darba dienu cikls, kā arī, brīvo laiku brīvdienās iedzīvotāji cenšas pavadīt ārpus mājokļiem, jo īpaši, ja visa darba nedēļa pavadīta dzīvokļos saistībā ar specifisko COVID-19 situāciju valstī un noteiktajiem ierobežojumiem.

Kopumā jāatzīst, ka VVD informatīvais tālrunis tiek izmantots biežāk nekā Vides SOS aplikācija.



3.4.attēls. Sūdzību iesniegumu dinamika nedēļas griezumā.

4. References un sensoru mērījumu analīze Rīgā, Mīlgrāvja ielā 10

Kvalitatīvākā un statistiski precīzākā references un sensoru mērījumu analīze iespējama, ja šie abu veidu mērījumi tiek veikti paralēli, līdz ar to sākotnēji analīze tika veikta tieši Mīlgrāvja ielā 10 veiktajiem mērījumiem. Turklāt, tika ņemts vērā apstākļi, ka lielākais sūdzību skaits par traucējošu smaku saņemts tieši šīs iekārtas tuvumā (skat. 3.3.attēlu).

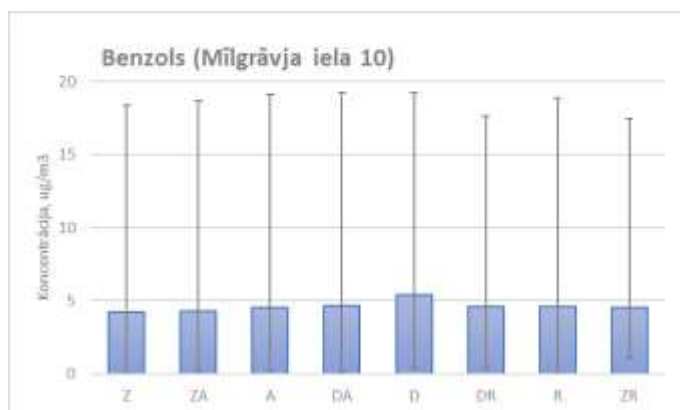
4.1. References mērījumi

Gaisa kvalitātes monitoringa stacijā Mīlgrāvja ielā 10 iegūtie ik desmitminūšu mērījumi pēc kvalitātes kontroles izmantoti, lai iegūtu priekšstatu par kopējām iezīmēm datu masīvā, aprēķinātas vidējās un datu izkliedi raksturojošās statistiskās pazīmes (skat. 4.1.tabulu).

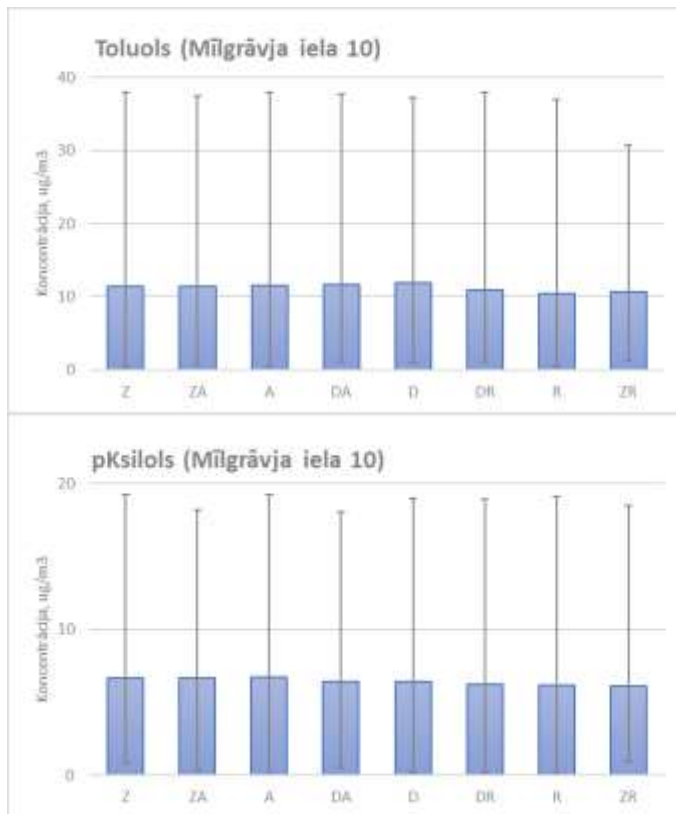
4.1. tabula

Pazīme		Benzols	Toluols	pKsilols
N	Analīzē iekļauto mērījumu skaits	12694	12899	12852
	Analīzē “izslēgtie” mērījumi	2139	1934	1981
Vidējā vērtība		4.70	11.31	6.41
Mediāna		4.28	10.67	6.20
Moda		4.03*	10.89	6.41
Standartnovirze		2.28	4.29	2.05
Dispersija		5.21	18.39	4.22
Variācijas diapazons		19.22	37.68	19.15
* vairāk kā viens rezultāts, attēlota zemākā vērtība				

Vēja virziena nozīme.



Aprakstošās statistikas raksturlielumi sniedz vispārīgu priekšstatu, savukārt, papildus sektorālā analīzē iegūtie rezultāti izmantojami kritisko meteoroloģisko apstākļu identifikācijai, piemēram, vēja ātrumu un vēja virzienu noteikšana, kad identificētas augstākas, vai pretēji, - zemākas, koncentrācijas.

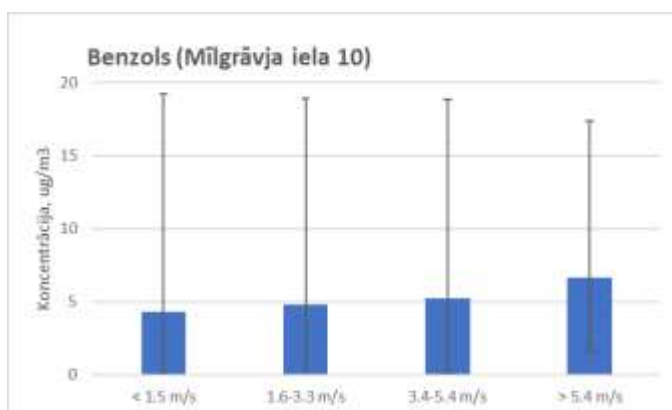


Vidējo vērtību izvērtējums neliecina par būtiskām atšķirībām dažāda virzienu vēju gadījumā, arī mērījumu rezultātu izklide gandrīz visos gadījumos ir līdzvērtīga. Tomēr salīdzinoši augstākas benzola vērtības identificētas Dienvidu virziena vēju gadījumā, kad tiek pārsniegts 5 ug/m^3 koncentrācijas sliekšnis (gada normatīvais lielums).

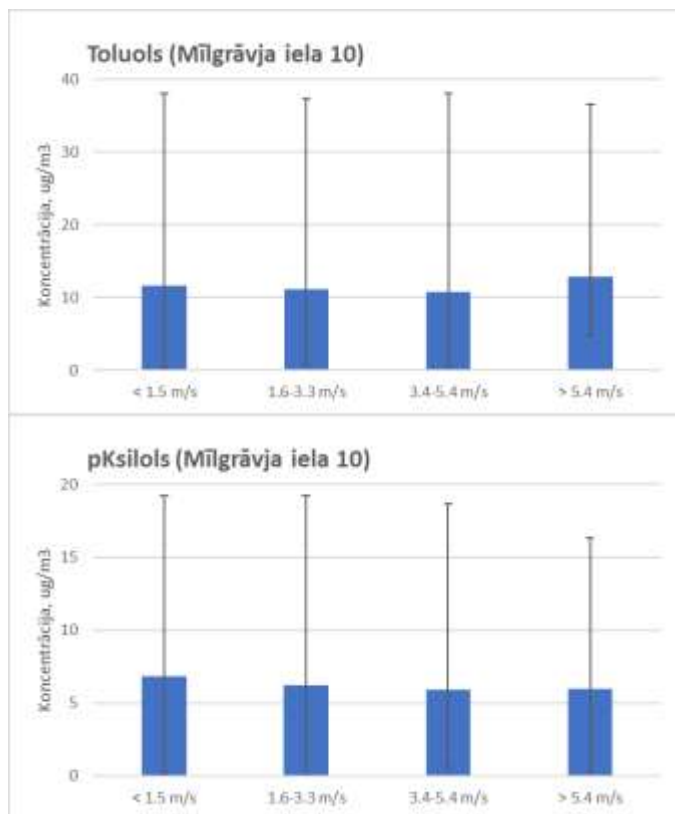
Lai arī vizuāli sektorālās atšķirības nav konstatējamas, vienfaktora dispersijas analīzes, gan Šefe (*Scheffe*), gan Tjūkija (*Tukey*) testa rezultāti ($p < 0.05$) apliecina, ka Dienvidu un Dienvidrietumu virziena vēju gadījumā koncentrācijas ir statistiski būtiski atšķirīgas un šajā gadījumā arī augstākas. To arī iespējams loģiski izskaidrot, jo DR virzienā izvietots naftas produktu pārkraušanas uzņēmums.

4.1.attēls. Sektorālās benzola, toluola un p-ksilola vidējās vērtības un to variācijas gaisa kvalitātes monitoringa stacijā Mīlgrāvja ielā 10 (1.04.-12.07.2020.).

Vēja ātruma nozīme.



Vēja ātruma nozīmes raksturošanai izmantotas novērojumu periodā raksturīgākās vēja klases, klašu robežas pietuvinātas pasaulē plaši izmantotai Boforta skalai. Uzskatāmībai dažas no klasēm apvienotas (piemēram, I un II, kas attiecīgi atbilst bezvēja apstākļiem un vēja vēsmai), savukārt dažas atmetas kā mazvarbūtīgas (piemēram, VII-XII, jo tām



atbilstošas vēja ātrums netika novērots. Izmantotas šāds vēja ātruma iedalījums:

- 0-1.5 m/s, kas atbilst bezvēja apstākļiem un vēja vēsmai;
- 1.6-3.3 m/s, viegls vējš;
- 3.4-5.4 m/s, lēns vējš;
- > 5.4 m/s, mērens un stiprāks vējš.

Iegūtie rezultāti liecina, ka situācija dažādu gaistošo piesārņojošo vielu gadījumā būtiski atšķiras, piemēram, benzola gadījumā, palielinoties vēja stiprumam, vērojamas arī augstākas vidējās vērtības, savukārt mērījumu izkliede samazinās. Iemesli var būt vairāki, - piesārņojuma pārnese vai lokāli emisiju spektra ziņā atšķirīgi avoti.

4.2.attēls. Benzola, toluola un p-ksilola vidējās vērtības un to variācijas gaisa kvalitātes monitoringa stacijā Mīlgrāvja ielā 10 dažādu vēja ātrumu gadījumā (1.04.-12.07.2020.).

Tomēr, lai arī hipotētiski iespējama piesārņojuma pārnese, novērojumu periodā izteikti dominēja lēns vējš (analizējot 10 minūšu datus, identificēti tikai 274 mērījumi, kad vēja ātrums pārsniedza 5.4 m/s), tādēļ, visticamāk, tomēr novērojama lokāla ietekme, kas saistāma ar autotransporta GOS emisijām.

Lai saskatītu saikni starp dažādām pazīmēm, tika veikta korelāciju analīze, kuras rezultāti redzami 3.tabulā. Tie liecina par sekojošo:

- vēja ātrumam un vēja virzienam ir statistiski būtiska ($p < 0.01$), bet ne noteicoša ietekme uz gaistošo piesārņojošo vielu koncentrācijām;
- interesanta ir salīdzinoši augstā atmosfēras temperatūras saistība ar toluola koncentrācijām ($r = 0.254$, $p < 0.01$), kas nozīmē, ka, paaugstinoties atmosfēras temperatūrai palielinās arī toluola koncentrācija, jeb vērojama tieši toluola intensīvāka iztvaikošana no produktiem, kuri šo vielu satur. Toluols tiek plaši izmantots kā šķīdinātājs dažādās krāsās, līmēs, jēlnaftā.
- redzams arī, ka visticamāk ir atšķirīgi p-ksilola un Benzola piesārņojuma avoti.

Korelāciju matrica

	Vēja ātrums	Vēja virziens	Gaisa temperatūra	Benzols	Toluols	p-Ksilols
Vēja ātrums	1					
Vēja virziens		1				
Gaisa temperatūra			1			
Benzols	0.165**	0.067**	-0.008	1		
Toluols	-0.065**	-0.067**	0.254**	0.330**	1	
p-Ksilols	-0.180**	-0.094**	0.097**	-0.005	0.178**	1

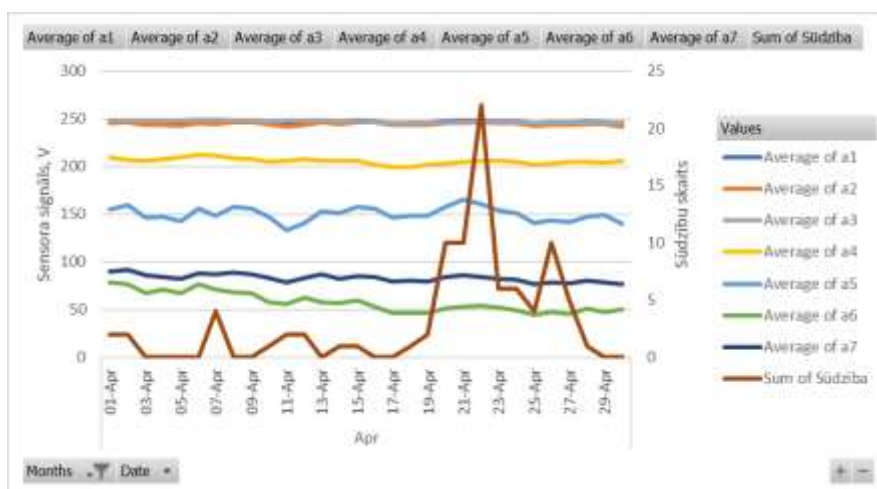
** p<0.01 (divpusējais vienfaktora tests)

4.2. Sensoru tīkla mērījumu rezultāti.

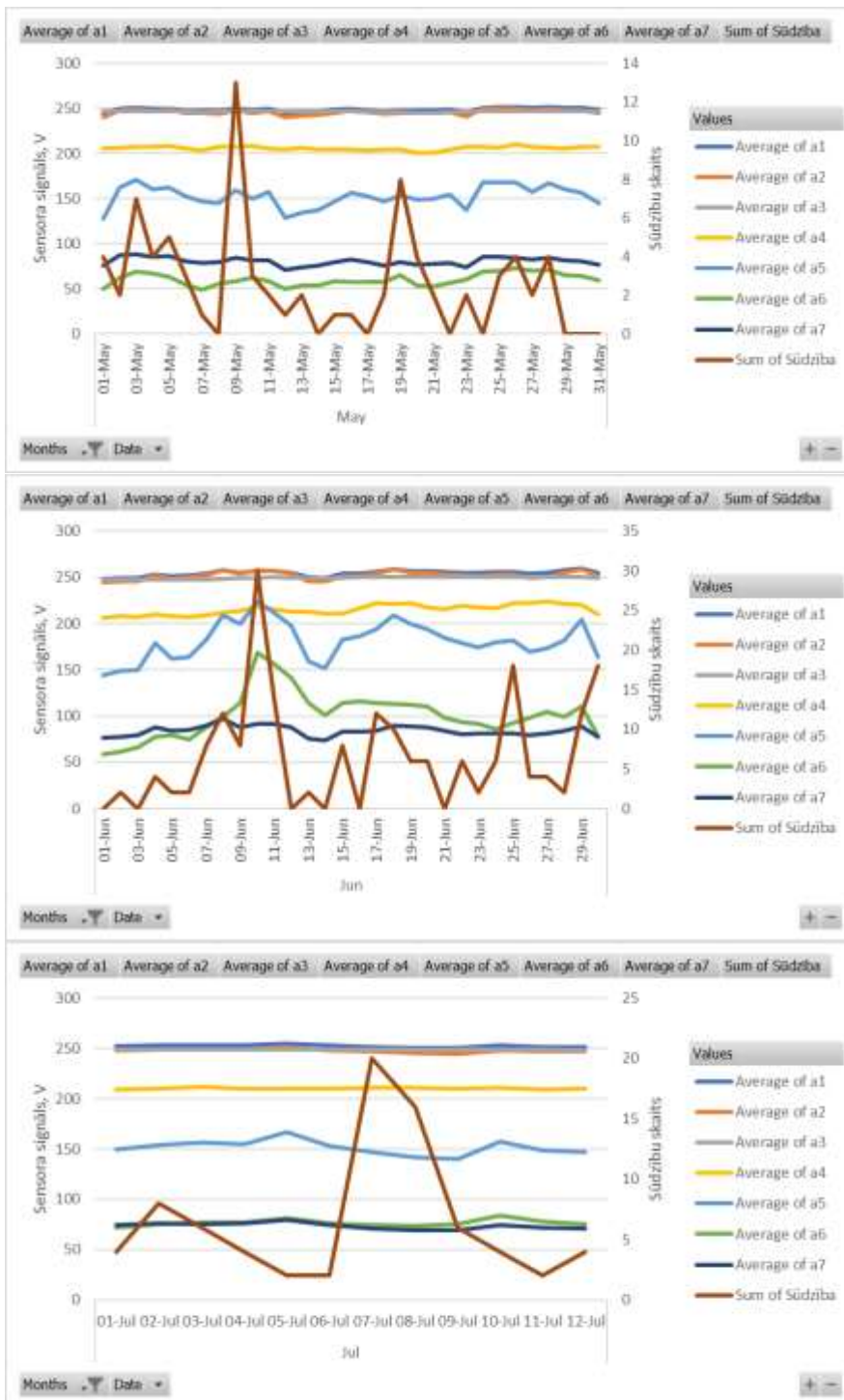
Projekta ietvaros izveidotā sensoru tīkla mērījumu kvalitatīvā un kvantitatīvā analīze veikta izmantojot šādus soļus:

- aglomerēto datu (diennakts vērtības) vizualizācija, to papildinot ar Valsts Vides dienestā un Vides SOS aplikācijā saņemtajām iedzīvotāju sūdzībām par traucējošām smakām;
- sensoru mērījumu apstrādes algoritma izstrāde, konkrētā ģeogrāfiskā vietā piemērotāko sensoru identifikācija, balstoties uz konkrētām sūdzību un mērījumu ik 10 minūšu rezultātiem;
- hipotētiskā algoritma sagatavošana smaku piesārņojuma raksturošanai.

Aglomerēto sensoru mērījumu rezultāti apkopoti 4.3. attēlā.

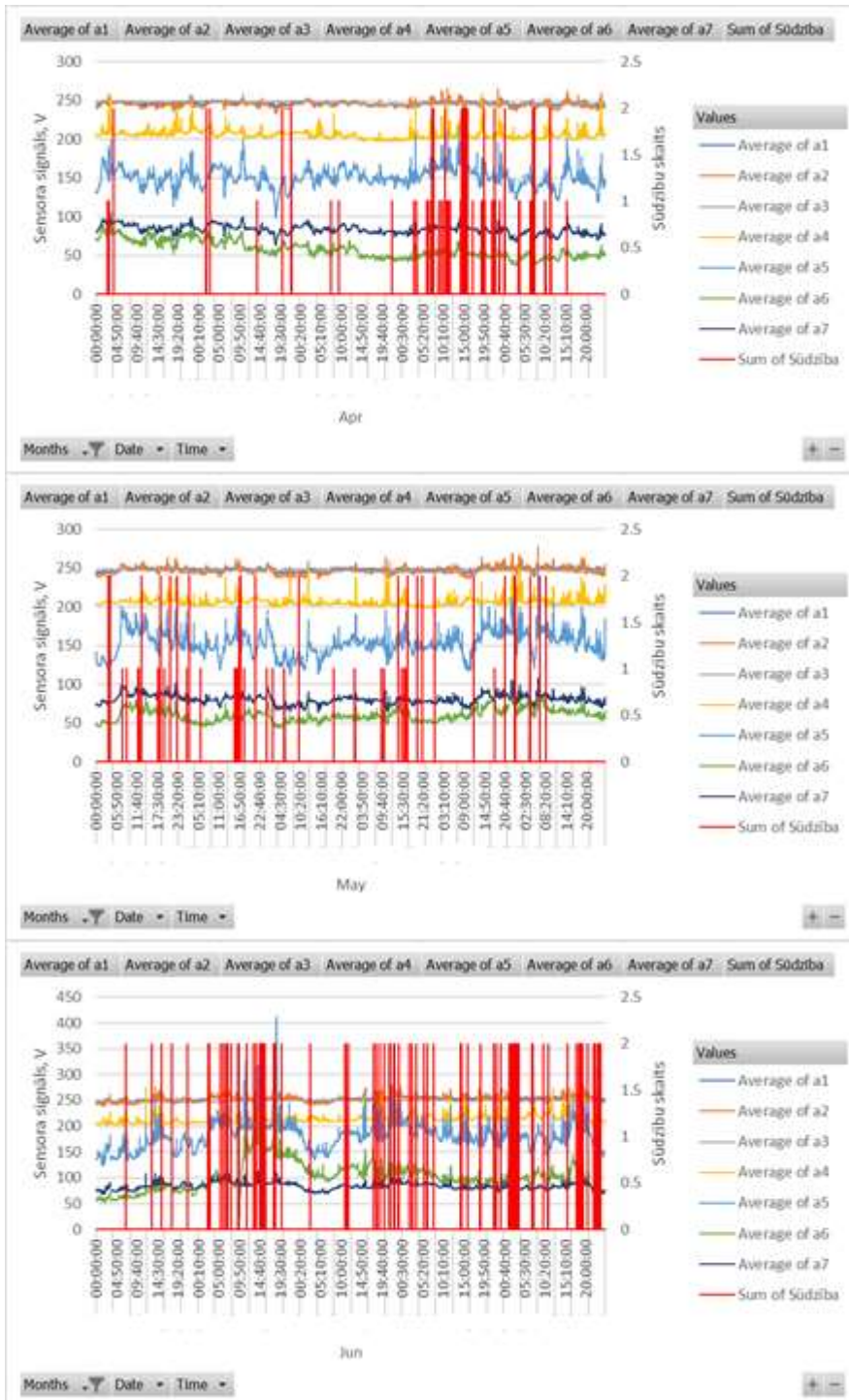


Apzīmējumu paskaidrojumi:
 - *Average of a1...a7* – attiecīgā sensora signāla vidējā vērtība;
 - *Sum of Sūdzība* – Valsts Vides dienestā un Vides SOS saņemto sūdzību kopējais skaits attiecīgā datumā.



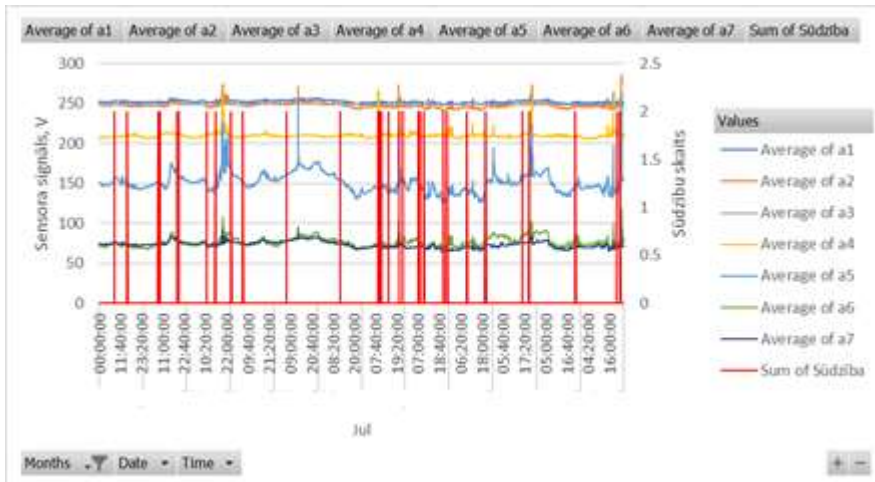
Kā redzams attēlos, diennakts vidējās sensoru vērtības piesārņojuma raksturošanā ierobežoti, kas saistāms ar smaku piesārņojuma izkļedes specifiku.

4.3.attēls. Sensoru mērījumu diennakts vidējās vērtībās Mīlgrāvja ielā 10 (1.04.-12.07.2020.).



Apzīmējumu paskaidrojumi:
-Average of a1...a7 – attiecīgā sensora signāla vidējā vērtība;
- Sum of Sūdzība – Valsts Vides dienestā un Vides SOS saņemto sūdzību kopējais skaits attiecīgā datumā.

Kā redzams no attēliem, diennakts vidējās sensoru signālu vērtības smaku piesārņojuma raksturošanā izmantojamas ierobežoti, kas saistāms ar smaku piesārņojuma izkļedes specifiku.

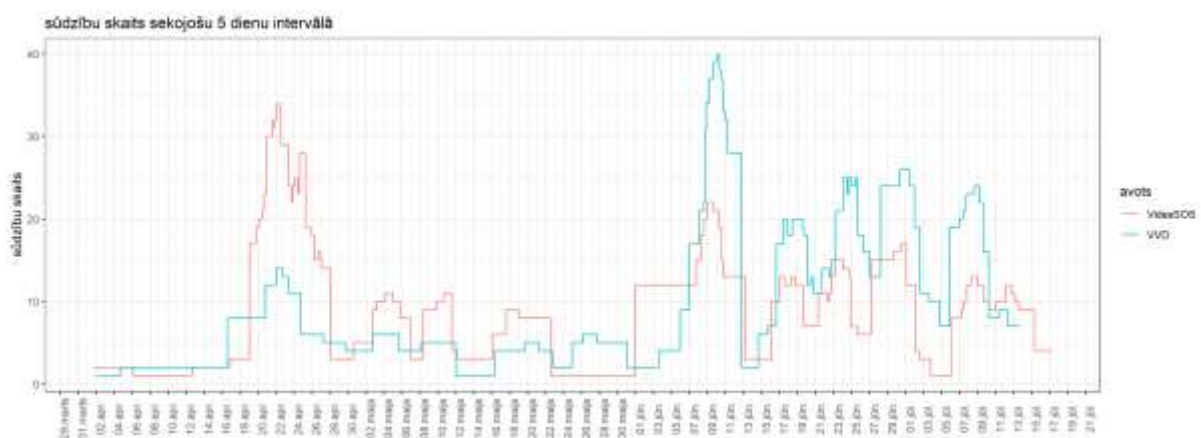


4.4.attēls. Sensoru mērījumu diennakts vidējās vērtībās Mīlgrāvja ielā 10 (1.04.-12.07.2020.).

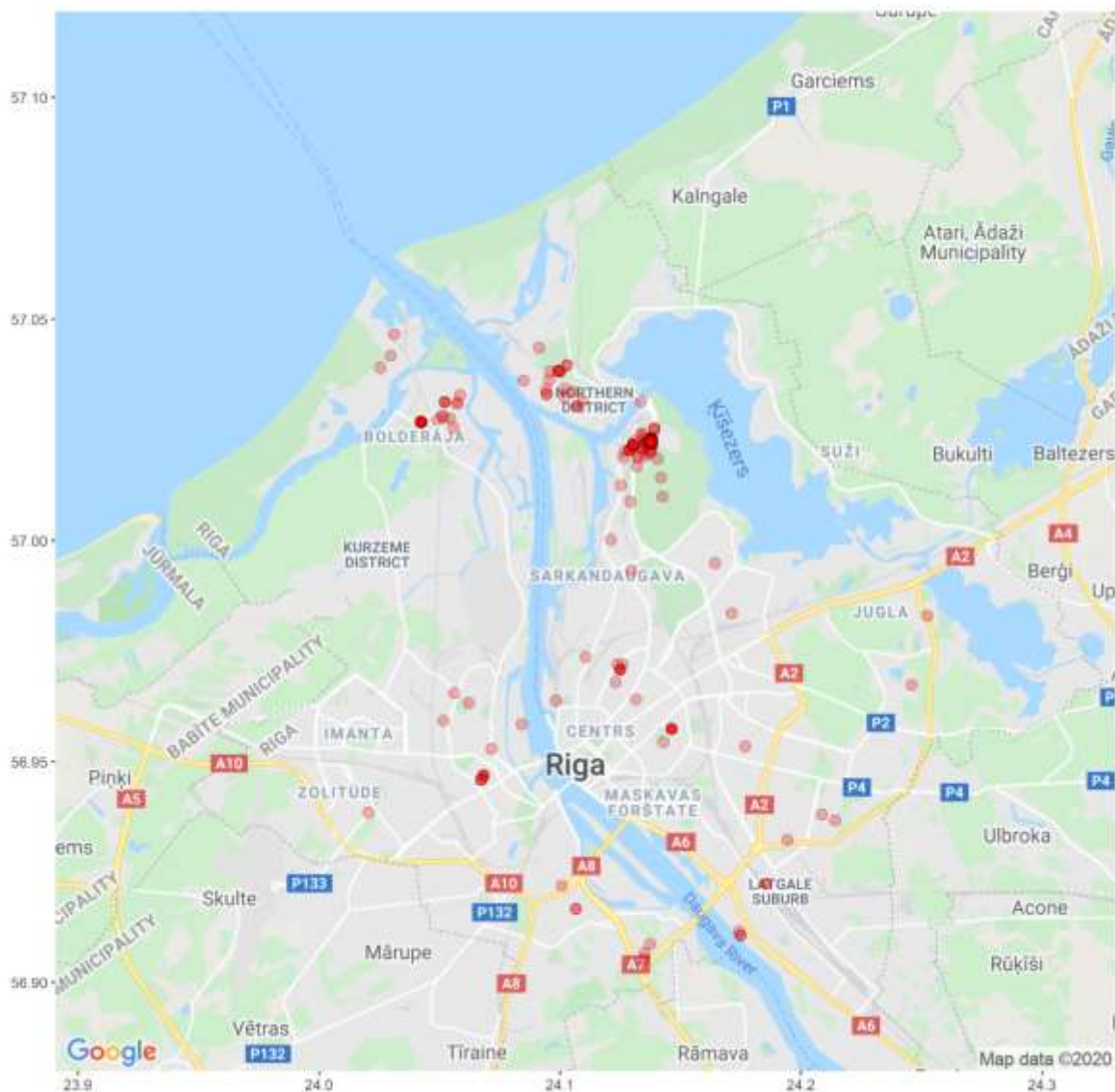
Datu analīzes gaitā secināts, ka sūdzības par paaugstinātu smaku piesārņojumu iespējams izmantot tikai ierobežoti, jo:

- VVD saņemtās un reģistrētās sūdzības laiks ne vienmēr ir identisks smaku piesārņojuma epizodei;
- Vides SOS saņemtām sūdzībām iespējama nobīde laikā līdz pat vairākām stundām;
- ne vienmēr iespējams identificēt sūdzību iesniedzēja atrašanās vietu, - dažkārt ir norādīts tikai mikrorajons vai iela,
- Vides SOS sūdzības ģeogrāfiskā vieta tiek noteikta, izmantojot telefona GPS, tā variē vairāku desmitu metru robežās.

Saņemto sūdzību par traucējošu smaku apkopojums dots 4.5.attēlā, telpiskais izvietojums – 4.6.attēlā.



4.5.attēls. Saņemto sūdzību par traucējošu smaku apkopojums.



4.6. attēls. Saņemto sūdzību par traucējošu smaku apkopojums, telpiskais izvietojums.

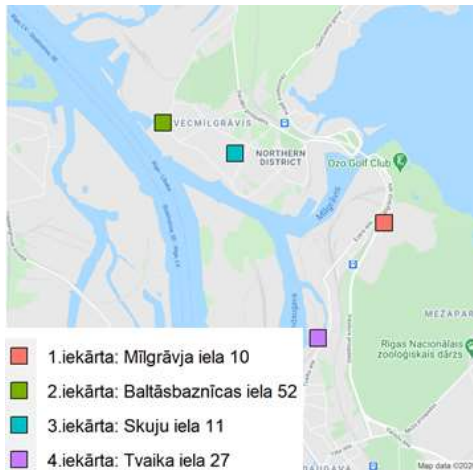
4.3. Sūdzību epizodes un sensoru mērījumu analīzes piemērs (22.04.2020.).

2020. gada 22. aprīlī kopumā saņemtas 20 sūdzības par traucējošām smakām, no tām 19 – Mīlgrāvī. Sūdzību saņemšanas laikā:

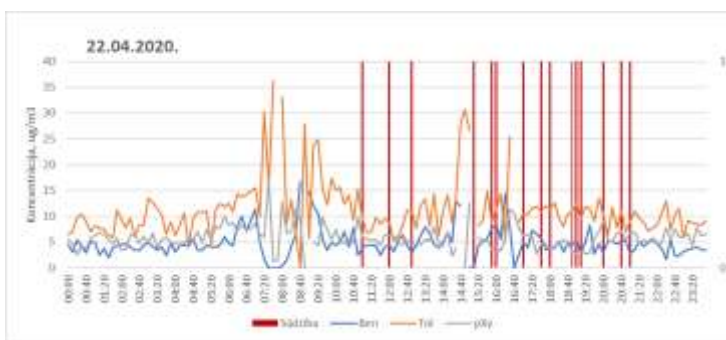
- vēja ātrums: vidēji 2,0 m/s (1,2-3,21 m/s), kas atbilst *viegļam vējam* (Boforta sistēma), vēja kustība tik tikko sajūtama;
- vēja virziens: izteikti dominē ZR virziena vēji, arī DR, R, Z vēji, kas ļautu identificēt smaku piesārņojumu, kura izcelsmi varētu skaidrot ar naftas produktu pārkraušanu un transporta ietekmi (nepilnīgas sadegšanas gaistošie organiskie savienojumi).

Attēlā redzamo apzīmējumu skaidrojums:

- a) sensoru mērījumu veikšanas vietas;



- b) ● - sūdzības par traucējošu smaku;
- c) *Ben* – benzola koncentrācijas Mīlgrāvja ielā 10;
- d) *Tol* – toluola koncentrācijas Mīlgrāvja ielā 10;
- e) *pXy* – p-ksilola koncentrācijas Mīlgrāvja ielā 10;
- f) *a1...a7* – sensoru mērījumu rezultāti;
- g) Sūdzību kodi: (1) VidesSOS; (2) VVD.



Sensoru mērījumu rezultāti ne vienmēr korelē ar saņemtajām sūdzībām. Sūdzību saņemšanas process ne vienmēr ir momentāns, kā arī pastāv iespējamība, ka iedzīvotāji sūdzas par nepatīkamām smakām tikai pēc noteikt brīža, kas katram indivīdam ir subjektīvs.



Apskatot meteoroloģisko parametru maiņu, redzams, ka visā diennakts periodā bijis lēns vējš ar nelielām fluktuācijām, savukārt temperatūras profilam raksturīga pietiekami klasiska mainība – raksturīgs diennakts cikls.

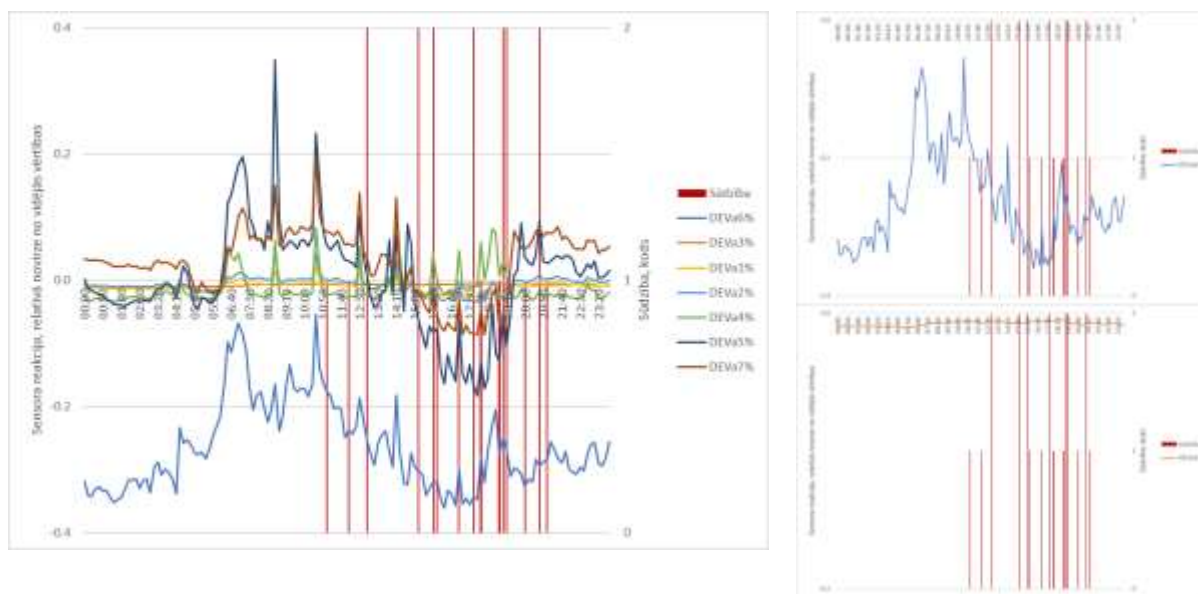
4.7. attēls. Sūdzību epizodes un sensoru mērījumu analīzes piemērs (22.04.2020.).

Kā redzams 4.7.attēlā, sensori reaģē pietiekami atšķirīgi, un to piemērotību smaku piesārņojuma kontrolē, izmantojot tieši izmērīto sensora reakciju, ir sarežģīti, tādēļ izvērtētas vairākas hipotētiskās apstrādes metodes:

- sensoru mērījumu rezultātu normalizācija, – metode atzīta par nepiemērotu, jo neatrisina signālu samērojamības problēmu;
- standartizācija (*0-1 scaling*; *Z-score scaling*) – metodi iespējams izmantot, lai salīdzinātu sensoru signālus;
- izmaiņu pakāpes relatīvās vērtības attiecība pret termiņnovērojuma vidējām vērtībām – metode atzīta kā piemērotākā, jo vienlaikus iespējams salīdzināt gan sensoru rādījumus, gan vides stāvokļa izmaiņas attiecībā pret normāliem apstākļiem, kad nav traucējošas smakas.

Sensoru piemērotības kvalitatīvais izvērtējums.

Pēc datu apstrādes, iegūtos sensoru rādījumus vizualizējot (skat. 4.8.attēlu), redzams, ka konkrētā ģeogrāfiskā vietā šādos atmosfēras piesārņojuma apstākļos par piemērotākiem būtu uzskatāmi sensori Nr.6 (reaģē uz šādām vielām – H₂S, EtOH, NH₃, metāns, propāns) un Nr.4 (NH₃, H₂S, EtOH, toluols); pārējiem sensoriem raksturīgs nedaudz atšķirīgs profils, to izmantošanai arī ir potenciāls, tikai datu apstrādes algoritms būtu sarežģītāks.



4.8. attēls. Sensoru piemērotības kvalitatīvais izvērtējums (22.04.2020. epizode).

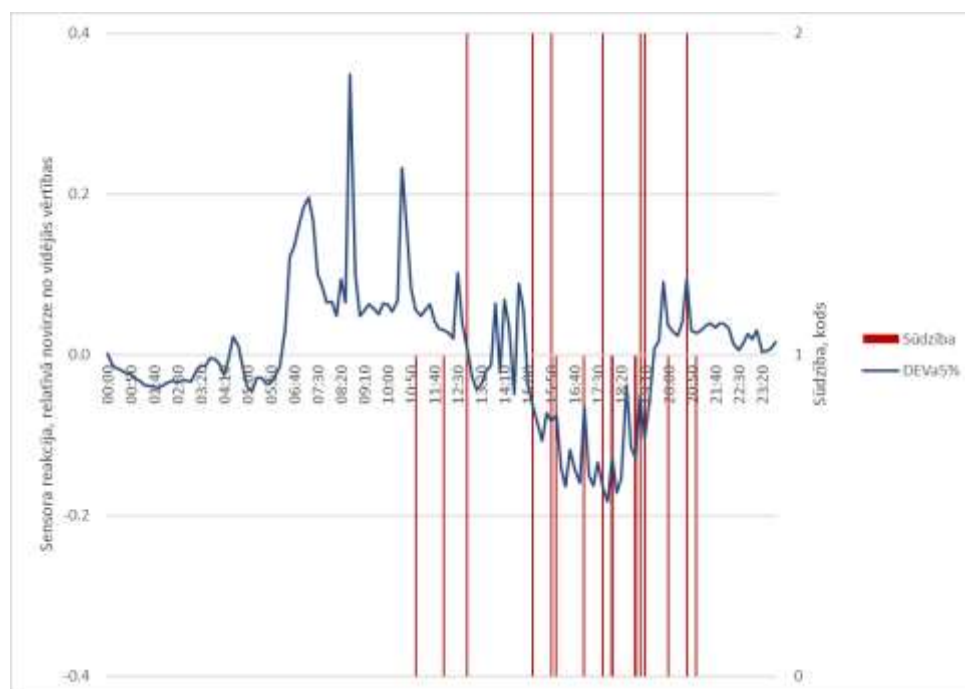
Lai viennozīmīgi identificētu sensoru piemērotību, veikta korelāciju analīze (skat. 4.3.tabulu).

4.3.tabula

	Ben	Tol	pXy	DEVa6%	DEVa3%	DEVa1%	DEVa2%	DEVa4%	DEVa5%	DEVa7%
Ben	1									
Tol	0.212*	1								
pXy	0.01	0.254**	1							
DEVa6%	0.211*	0.311**	0.246**	1						

DEVa3%	0.16	0.183*	-0.09	0.199*	1					
DEVa1%	0.11	0.10	0.11	0.672**	0.11	1				
DEVa2%	0.10	0.08	0.13	0.648**	0.02	0.992**	1			
DEVa4%	0.275**	0.13	-0.01	0.435**	0.394**	0.387**	0.352**	1		
DEVa5%	0.198*	0.243**	0.234**	0.732**	-0.08	0.881**	0.892**	0.215**	1	
DEVa7%	0.03	0.07	0.12	0.615**	-0.08	0.938**	0.943**	0.075	0.890**	1

Arī korelāciju analīzes rezultāti parādīja, ka ar sensors Nr.6 identificētais signāls statistiski būtiski korelē ar benzola, toluola un p-ksilola koncentrācijām. Korelāciju analīze pierādīja, ka arī sensors Nr.5 būtu izmantojams gaistošo organisko savienojumu identifikācijai; diemžēl sensora iegūtie mērījumi ik desmit minūšu periodā ir sarežģīti interpretējami, sensors ļoti jutīgi reaģē uz apkārtējās vides izmaiņām, skat. 4.9. attēlu.



4.9. attēls. Sensora Nr.5 diennakts mainības profils (22.04.2020. epizode).

Datu apstrādes algoritms.

Sensoru mērījumu rezultātu konvertācijai izmantotas iepriekš iegūtās relatīvās vērtības, gaistošo organisko savienojumu mērījumi rezultāti, kuri pārrēķināti nosacītās smaku vienībās, vadoties no zinātniskajā literatūrā iegūtiem datiem par konkrēto individuālo vielu sajūtamības sliekšni:

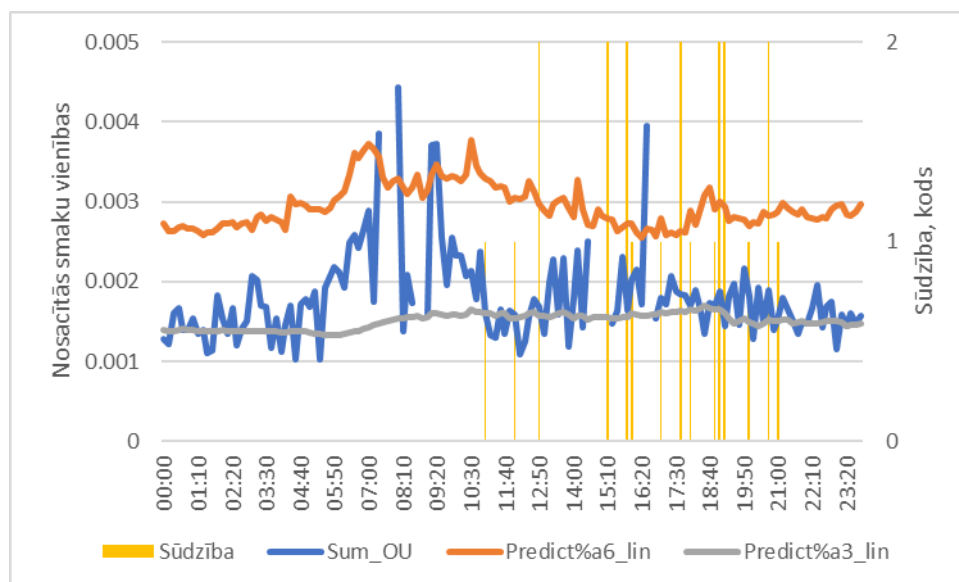
- benzolam – 4.68 ppm;
- toluolam – 2.14 ppm;
- p-ksilolam – 0.47 ppm [avots: <https://doi.org/10.1080/00022470.1969.10466465>].

Korelāciju analīze un sekojošās regresiju analīzes rezultāti palīdz sagatavot regresijas vienādojumu, ar kura palīdzību iespējams sensoru mērījumus konvertēt nosacītās smaku vienībās. Konstatēts, ka statistiski būtiska sakarība ir starp relatīvām sensora Nr.6 relatīvajām smaku vienībām, ko iespējams aprakstīt gan kā lineāru ($y=bx+c$), gan kā kvadrātisku sakarību ($y=b_1x^2+b_2x+c$). Konstatēts, ka statistiski būtiska un pietiekami cieša ir starp sensora Nr.3 rādījumiem un nosacītajām smaku vienībām (skat. 4.4.tabulu).

4.4.tabula.

	DEVa6%	DEVa3%	DEVa1%	DEVa2%	DEVa4%	DEVa5%	DEVa7%	Claim	BenOU	ToIOU	pXyOU	SumOU
DEVa6%	1											
DEVa3%	.199*	1										
DEVa1%	.672**		1									
DEVa2%	.648**		.992**	1								
DEVa4%	.435**	.394**	.387**	.352**	1							
DEVa5%	.732**		.881**	.892**	.215**	1						
DEVa7%	.615**		.938**	.943**		.890**	1					
Claim		.272**		-.166*	.187*	-.186*	-.236**	1				
BenOU	.203*				.193*				1			
TolOU	.399**	.184*				.186*				1		
pXyOU	.303**			.179*		.276**	.179*	-.171*		.321**	1	
SumOU	.444**	.174*				.211*			.353**	.966**	.404**	1

Izmantojot iegūtos algoritmus, aprēķinātas relatīvās smaku vienības, rezultātu piemērs dots 4.10.attēlā.



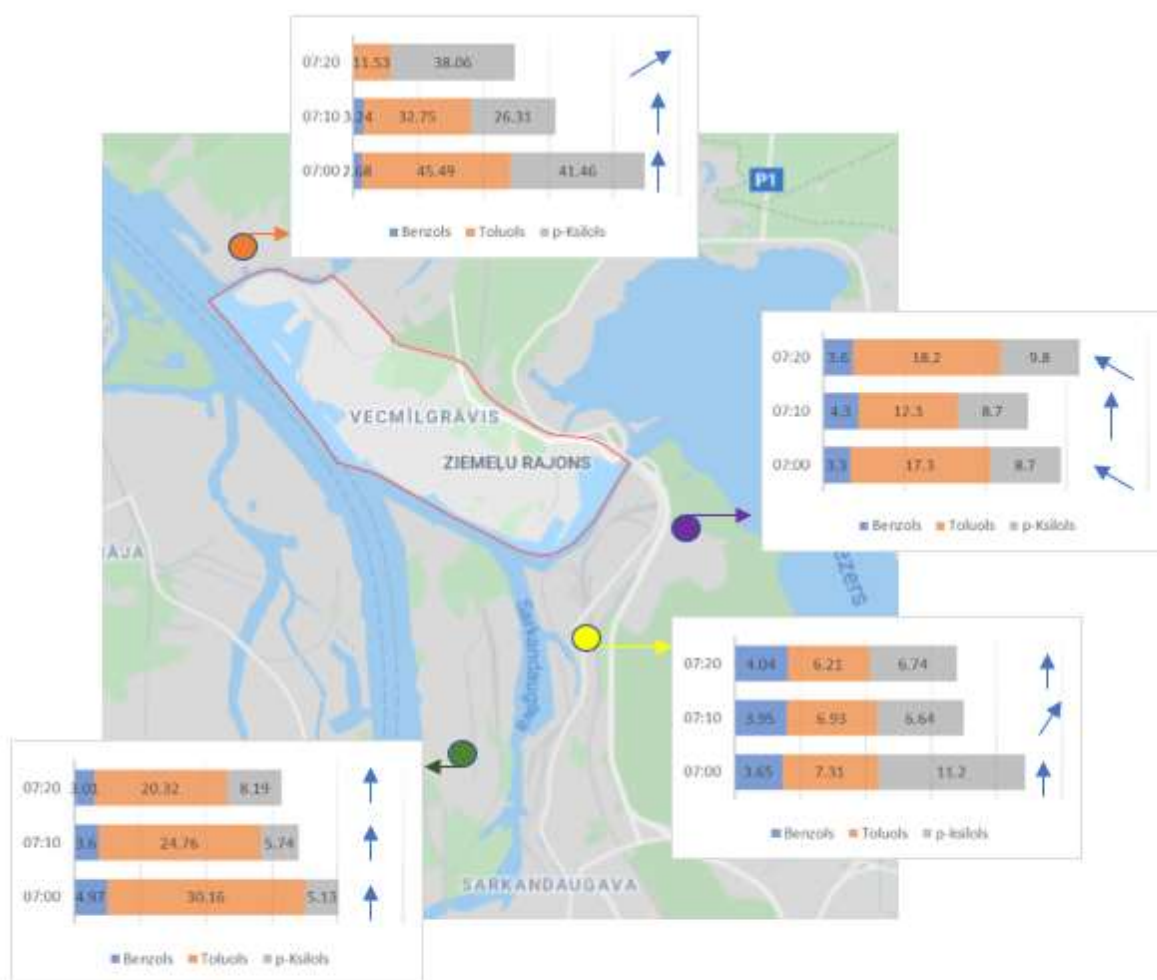
4.10.attēls. Nosacīto smaku vienību, $Sum_OU \cdot 1E+03$, (aprēķinātas, izmantojot references mērījumus) un sensoru signālu mainības profils (22.04.2020. piemērs).

5. Monitoringa rezultātu izvērtējums pārējos mērījumu punktos

Vispārīga monitoringa tīkla darbības izvērtējums veidots analogi iepriekš aprakstītajam, atskaitē sniegts analīzes piemērs.

Smaku sūdzības epizode 29.06.2020. plkst. 7:20. VVD saņemta sūdzība no Vecmīlgrāvja, diemžēl konkrētāka adrese nav minēta, bet sūdzība detalizētai analīzei izvēlēta, jo konkrēti reģistrēts tās saņemšanas laiks, un novēroti specifiski meteoroloģiskie apstākļi.

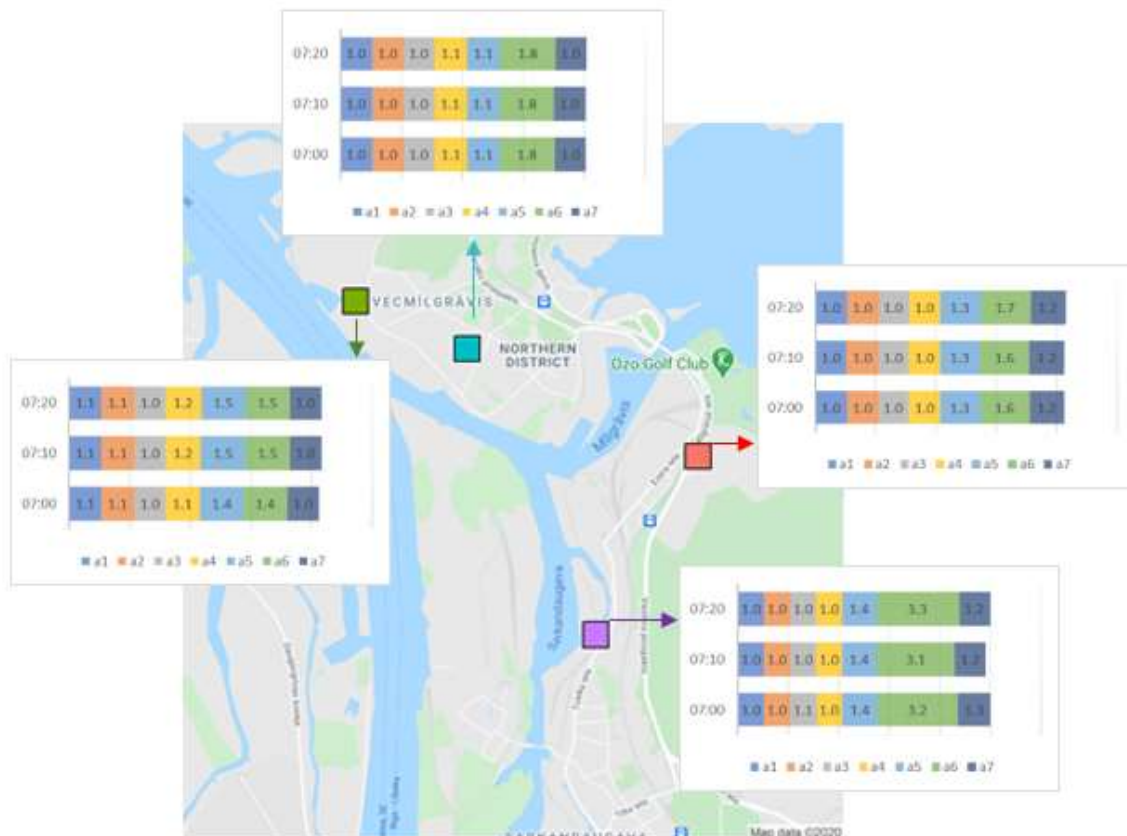
5.1. attēlā redzamas references stacijās novērotās benzola, toluola un p-ksilola koncentrācijas, atainota to mainība īsi pirms sūdzības saņemšanas. Raksturīgi, ka novērojumu periodā ir ļoti lēns vējš, vidēji tas nepārsniedz 1 m/s, papildus attēlots arī vēja virziens katrā no references stacijām.



5.1. attēls. Piesārņojošo vielu koncentrācijas references stacijās 29.06.2020. 7:00-7:20 un vēja virziens katrā no veiktajiem mērījumiem.

Analizējot konkrēto epizodi, redzams, ka dominē Dienvidu virziena vēji un, “pateicoties” lēnajam vējam, jūtama apkārtējo uzņēmumu saimnieciskās darbības rezultātā atmosfērā nonākušais piesārņojums. Tādējādi iespējams apgalvot, ka, visticamāk, traucējošas smakas bija jūtamas ne tikai Vecmīlgrāvī, bet arī Sarkandaugavā un Kundziņsalā.

5.2. attēlā sniegts sensoru mērījumu apkopojums visās mērījumu vietās, katrā punktā norādītas relatīvās sensoru rādījumu novirzes no vidējiem novērojumu perioda mērījumiem.



5.2. attēls. Sensoru mērījumu rezultātu relatīvā mainība 29.06.2020., 7:00-7:20 (Mīlgrāvja iela 10 (■); Baltās baznīcas iela 52 (■); Skuju iela 11 (■); Tvaika iela 27 (■)).

Uztveramākais veids, kā attēlot sensoru reakciju/mainību smaku piesārņojuma klātbūtnē, ir sensoru relatīvā mainība attiecībā pret novērojumu perioda vidējām vērtībām. Konkrētajā analīzes piemērā (5.2. attēlā), kad sūdzība par traucējošu smaku tika saņemta VVD plkst. 7:20 no Vecmīlgrāvja, redzams, ka visās sensoru stacijās konstatētas vides izmaiņas, un paaugstināts smaku piesārņojums, visticamāk, bijis ne tikai Vecmīlgrāvī, bet arī pārējo mērījumu vietu tuvumā. Jāatzīmē, ka šāds secinājums tika iegūts arī, analizējot references mērījumus, kas ļoti skaidri norāda uz sensoru iekārtu veiksmīgo komplektāciju un spēju identificēt traucējošu smaku.

Atšķirīgi no references mērījumiem uz vides izmaiņām (smaku piesārņojumu) reaģējuši sensori novērojumu vietā Baltās baznīcas ielā 52, kas norāda uz specifisku smaku

piesārņojuma avotu tieši šīs novērojumu vietas ciešā tuvumā. Izmantojot izslēgšanas metodi, iespējams apgalvot, ka sensori specifiski reaģējuši uz organisko spirtu klātbūtni atmosfēras gaisā. Visbiežāk organisko spirtu avoti atmosfērā tiek saistīti ar fermentācijas procesiem ne tikai ražošanā, bet arī mājsaimniecībā, piemēram, kompostēšanu. Tomēr saņemtās sūdzības konteksts Vecmīlgrāvī neļauj ne apstiprināt, ne noliegt izvirzīto faktu, jo smakas raksturs nav aprakstīts. Papildus paaugstināts gaistošo organisko savienojumu (jo īpaši organisko spirtu) piesārņojums tiek izmantots kā indikators citu piesārņotājvielu augstām koncentrācijām, jo īpaši cieto daļiņu PM_{2.5}, pateicoties lokāli specifiskām foto-ķīmiskām reakcijām atmosfēras piezemes slānī.

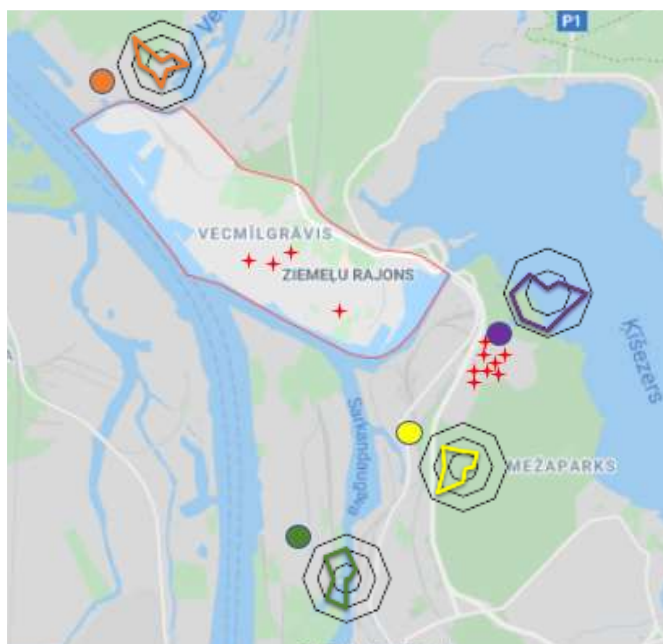
Diemžēl ilgstoši lēnā vēja dēļ identificēt konkrētu piesārņojumu avotu viennozīmīgi nav iespējams, bet, tā kā sensori reaģē uz gaistošām organiskām vielām, tad var apgalvot, ka smaku piesārņojums saistīts tieši ar šādiem avotiem.

Tomēr jāņem vērā, ka vienas sūdzību epizodes piemērs ne vienmēr ir reprezentatīvs, tādēļ detalizētāka analīze sniegta visas dienas griezumā, kad dienas laikā tika saņemtas vairākas sūdzības par traucējošu smaku gan no Vecmīlgrāvja, gan - Mīlgrāvja. Uzskatāmībai izmantotas stundas vērtības, kuras reprezentētas kā dominējošās (aprēķinātas mediānas konkrētai attiecināmai stundai), 5.3. attēlā redzama sūdzību sniegšanas vieta, vēju rozes un koncentrāciju mainība visās references stacijās.

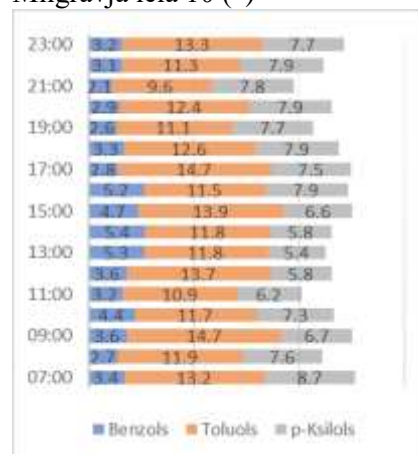
References mērījumu rezultāti faktiski visos gadījumos apliecina, ka sūdzības par traucējošām smakām ir pamatotas. Visos gadījumos (un praktiski visas dienas periodā) dominējis lēns vējš, kurš pūtis virzienā no uzņēmumiem uz dzīvojamajiem rajoniem. Izteikti dominējušas (skaita ziņā) sūdzības Mīlgrāvī, iedzīvotāji izmantojuši gan Vides SOS aplikāciju, gan informatīvo VVD tālruni.

Kopumā pēc references mērījumiem var spriest, ka:

- paaugstināts un īpaši nepatīkams (ar salkani saldu smaku) piesārņojums bijis Mīlgrāvja stacijas 10 apkārtnē laika posmā no 13:00 līdz 16:00 (29.06.2020.), kad iedzīvotāji arī sūdzējās par īpaši stipru naftas smaku;
- laika posmā no 7:00 līdz 17:00 references monitoringa stacijā Kundziņsalā konstatēts arī stabils un salīdzinoši augsts toluola piesārņojums, kurš “pateicoties” lēnam Dienvidu un Dienvidrietumu vējam nokļuva Mīlgrāvī un Vecmīlgrāvī vien 10 minūšu laikā. Par apgalvojuma patiesumu liecina references mērījumi Tvaika ielā, kur redzams, ka augstās koncentrācijas parādās ar laika nobīdi;
- stabils un augsts p-ksilola piesārņojums konstatēts Vecmīlgrāvī, kas liecina par stabilu un nepārtraukti darbojošos piesārņojuma avotu. Zinātniskā literatūrā kā galvenie p-ksilola piesārņojuma avoti tiek minēti dažādi sadegšanas procesi, galvenokārt, degvielas sadegšana iekšdedzes dzinējos, papildus naftas produktu glabāšana/pārkraušana ar sekojošu iztvaikošanu, arī dažādos pārklājumu materiālos – adhezīvos, antistatiķos, antiseptiķos u.c.

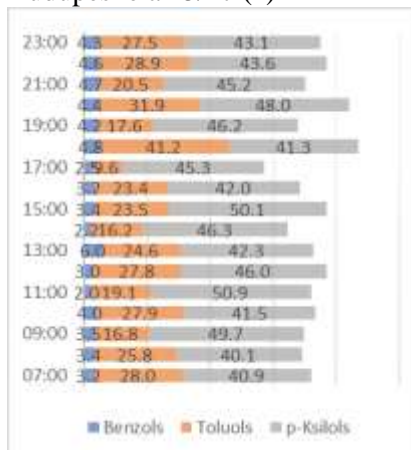


Mīlgrāvja iela 10 (●)

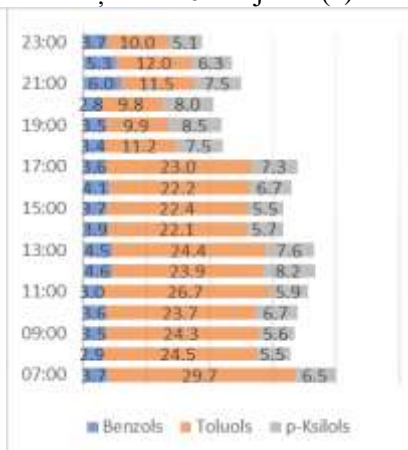


★ - sūdzība par traucējošu smaku

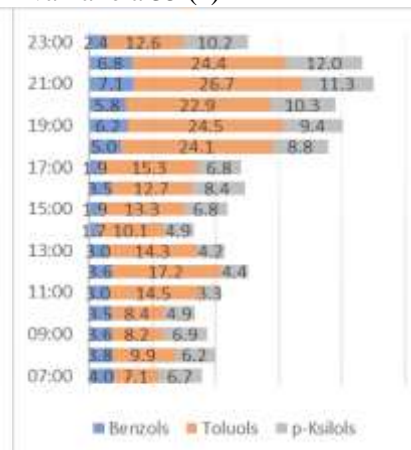
Audupes iela 15/17 (●)



Kundziņas iela 16. līnija 14 (●)



Tvaika iela 35 (●)



5.3. attēls. Sūdzības un references mērījumu (benzola, toluola un p-kxilola) rezultāti, stundas vērtības, 29.06.2020., 7:00-23:00; vēju rozes sagatavotas, izmantojot 10 minūšu references mērījumus.

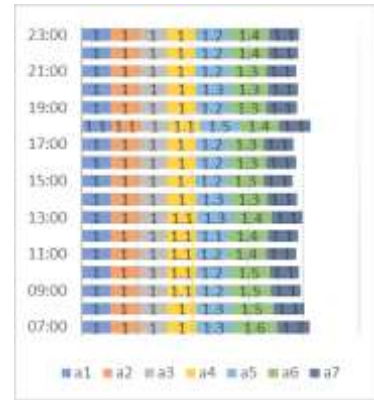
Līdzīgi kā iepriekš, sensoru mērījumi analizēti attiecībā pret relatīvām izmaiņām novērojumu periodā katrā no 4 novērojumu vietām (5.4. attēls). Sensoru novērojumi liecina, ka faktiski visās novērojumu vietās ir paaugstināts smaku piesārņojums, un iedzīvotājiem bija pamatots iemesls sūdzēties. Jāatzīst, ka sensori visās novērojumu vietās ļoti veiksmīgi fiksējuši vides izmaiņas. Redzams arī, ka Vecmīlgrāvī (Skuju ielā 11) smakas raksturs bijis nedaudz atšķirīgs. Par to liecina sensoru (*a4*, *a5*, *a6*) specifiskā reakcija, kas norāda uz sērūdeņraža klātbūtni atmosfēras gaisā. Sērūdeņraža smaka ir sajūtama ļoti zemās koncentrācijās, tā ir ļoti nepatīkama. Iespējamie piesārņojuma avoti: mazuta sildīšana pirms pārkraušanas, arī dabiski avoti – dzīvnieku izcelsmes pūšanas procesi (anaerobā pūšana), ilgstoši stāvoši ūdeņi (dīķi) ar zemu skābekļa saturu, kā arī sērūdeņradis ir arī dabas gāzes sastāvā.



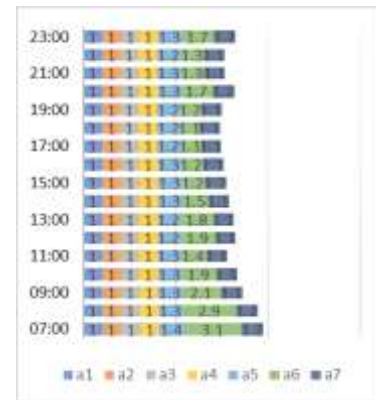
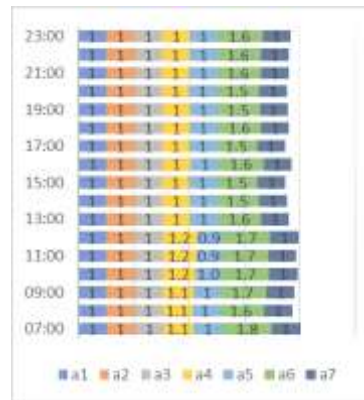
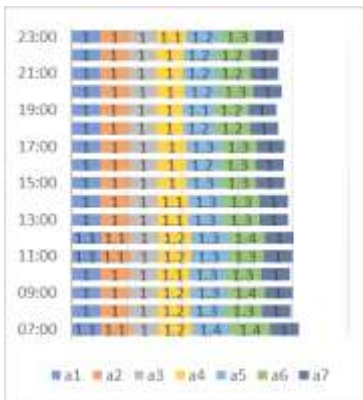
Baltāsbaznīcas iela 52 (■)

Skuju iela 11 (■)

Mīlgrāvja iela 10 (■)



Tvaika iela 27 (■)



5.4. attēls. Sensoru mērījumu rezultātu relatīvā mainībā 29.06.2020., 7:00-23:00 (Mīlgrāvja iela 10 (■); Baltāsbaznīcas iela 52 (■); Skuju iela 11 (■); Tvaika iela 27 (■)).

6. Secinājumi.

1. Projekta īstenošanas laikā, pamatojoties uz references mērījumiem, komplektētās smaku sensoru matricas sniedz pietiekami kvalitatīvu un adekvātu informāciju par vides kvalitātes izmaiņām, tās spēj identificēt piesārņojumu, un to izmantošanai ir augsts potenciāls vides kvalitātes metrikā.
2. Iegūtie sensoru mērījumi izmantojami datu apstrādes algoritma izstrādē ar mērķi iegūtos mērījumus izmantot nosacītu smaku vienību aprēķinos, kā tas realizēts projektā iegūto rezultātu apstrādē Mīlgrāvja ielā 10.
3. Sensoru mērījumu algoritma izstrādē būtiska nozīme ir ne tikai sensoru mērījumu rezultātiem, bet arī meteoroloģiskajiem rādītājiem; lai arī ne noteicošā, tomēr arī statistiski būtiska ir vēja ātruma un vēja virziena monitorēšana līdzvērtīgā temporālā ekspozīcijā. No references mērījumiem redzams, ka vēja virziena mainība pētītajā teritorijā (Mīlgrāvī un Vecmīlgrāvī) ir liela, kas būtu jāņem vērā, analizējot rezultātus. Tas arī nozīmē, ka smaku piesārņojuma mērījumos svarīgi izmantot references stacijās izvietotos meteoroloģiskos mastus, vai gadījumos, ja plānots veikt mērījumus vietās, kur meteoroloģisko mastu nav, būtu jāparedz vēja ātruma mērīšana.
4. Valsts Vides Dienestā saņemto un reģistrēto sūdzību laiks ne vienmēr ir identisks smaku piesārņojuma epizodei, savukārt Vides SOS saņemtām sūdzībām iespējama nobīde laikā līdz pat vairākām stundām, kas būtiski apgrūtina rezultātu interpretēšanu un objektīvu secinājumu izdarīšanu.
5. Lai būtu iespējams veikt efektīvu smaku monitoringu un nodrošināt operatīvu reaģēšanu uz smaku piesārņojumu, būtu jānodrošina iespēja sūdzības reģistrēšanas brīdī norādīt konkrētu smaku piesārņojuma vietu, par kuru tiek reģistrēta sūdzība. Projekta laikā konstatēts, ka pēc pašreiz apkopotajiem datiem sistēmā ne vienmēr iespējams noteikt sūdzību iesniedzēja atrašanās vietu, dažkārt datu bāzē ir norādīts tikai mikrorajons vai iela. Vides SOS sūdzības ģeogrāfiskā vieta tiek noteikta, izmantojot telefona GPS, un tā variē vairāku desmitu metru robežās.

7. Ziņojums konferencē.

Projekta atskaites sagatavošanas brīdī ir zināms, ka 2020.gada oktobrī plānotā konference Ecobalt2020, kurā bija paredzēts uzstāties ar ziņojumu par šī Projekta rezultātiem, ir pārcelta uz 2021.gadu, tādēļ par projekta rezultātiem tiek plānots ziņot citā konferencē: “*SGEM Scientific Conference Earth and Planetary Science*” sekcijā “*Micro and Nano Technologies*”, kura notiks 2020.gada 8.-11.decembrī tiešsaistē.

Sīkāka informācija par konferenci pieejama <https://www.sgemviennagreen.org/index.php>.

Reģistrācijas apliecinājums:

SGEM Vienna Green Sessions - Create Article 1 - 31175-Publisher Iveta Steinberga

SGEM Vienna Green Team <science@sgemviennagreen.org>

01, 25.08.2020 18:51

Kam: Iveta Šteinberga <iveta.steinberga@lu.lv>; science@sgemviennagreen.org <science@sgemviennagreen.org>; Jānis Bikše <janis.bikse@lu.lv>;
Author 3 <janis.kleperis@lu.lv>

----- AUTOMATIC SYSTEM MESSAGE! -----

Dear Assoc. Prof. Iveta Steinberga

Your ARTICLE data has been CREATED successfully!

Date: 2020-08-25 18:51:20

Type: **Publisher**

Global ID: **31175**

Article No: **1**

Article ID: **311752020082599991**

Title: **Study on effective monitoring of odour pollution near an industrial site in Riga using a portable sensor system**

Section: **7. Section Micro and Nano Technologies**

Author/s: **3**

Author 1: **Assoc. Prof. Iveta Steinberga**

Author 2: **Janis Bikse Jr**

Author 3: **Janis Kleperis**

Keywords: **odour pollution, sensors, industrial pollution, Riga**

Article pages: **8 pages max**

IP: 162.158.210.160

Kind regards,

SGEM Vienna Green Organizing Team

science@sgemviennagreen.org

Ziņojuma kopsavilkums:

Study on effective monitoring of odour pollution near an industrial site in Riga using a portable sensor system

Iveta Steinberga, Janis Bikse Jr, Janis Kleperis

It can be concluded that completed smell sensor matrices provide sufficient quality and adequate information on environmental quality changes, are able to identify pollution and have high potential in environmental quality metrics. The resulting sensor measurements shall be used in the development of a data processing algorithm for the purpose of using the measurements obtained for the calculation of notional odour units as it has been done in the processing of the results obtained in the study. Not only the results of sensor measurements but also the meteorological indicators are essential for the development of the sensor measurement algorithm; although not decisive, monitoring of wind speed and wind direction at equivalent temporal exposure is statistically important. The reference measurements show that the variability of wind direction in the area studied is high, which should be taken into account when analysing the results. This also means that it is important to use meteorological masts at reference stations for odour pollution measurements, or in cases where measurements are planned to be carried out in areas where no meteorological mast exists, provision should be made for measurement of wind speed.

8. Publikācija.

Projekta laikā iegūtie mērījumu rezultāti apkopoti zinātniskā publikācijā, kuru plānots publicēt starptautiskā zinātniskā žurnālā *Atmosphere* (ISSN 2073-4433), specializētā izdevumā "*Air Quality*". Vairāk informācijas par žurnālu iespējams iegūt: https://www.mdpi.com/journal/atmosphere/special_issues/Future_Air.

Publikācija tiks pievienota atskaitei Pielikumā, pēc ziņojuma satura saskaņošanas un rezultātu prezentācijas Rīgas Domē.