



GAISA VIDES KVALITĀTES MONITORINGA PILNVEIDOŠANAS IESPĒJU ANALĪZE THE ANALYSE OF AIR ENVIRONMENT QUALITY MONITORING IMPROVEMENT POSSIBILITIES

Gotfrīds Noviks, Andris Skromulis

Rēzeknes Augstskola

Atbrīvošanas aleja 90, Rēzekne, LV 4601; e-pasts: Gotfrids.Noviks@ru.lv,
andris.skromulis@filter.lv

Abstract. Paper presents the results of air pollution analyses during last 8 years in Rezekne city. There is carried out a research of atmospheric dust particles, found correlations between concentrations of different air pollutants. Is given overview about air quality measurements in other countries, pointed out air ionization importance on air quality evaluation. The aim of the research – to ground the extension of air quality monitoring indicators including parameters of the air ionisation and to work out an action program to improve an air quality in working areas and recreating zones.

Keywords: air pollution, air quality indicators, air ionization, air monitoring.

Ievads

Gaisa kvalitāte ir viens no noteicošajiem faktoriem cilvēka pilnvērtīgas dzīves apstākļu nodrošināšanai. Vienlaikus gaisa vide ir visvairāk pakļauta piesārņojumam, bet nepārtrauktā gaisa masu pārvietošanās kā lokālajā, tā globālajā mērogā izsauc piesārņojuma izplatīšanos pa plašām teritorijām, piesārņojošo vielu koncentrācijas izmaiņas kā laikā, tā telpā. Līdz ar to gaisa piesārņojuma mērījumi, to pilnība un regularitāte kļūst par svarīgāko jebkuru monitoringa sistēmu sastāvdaļu.

Gaisa monitoringa punktu tīkls pašreiz pārklāj praktiski visu zemeslodi, bet mērāmo parametru veidi un to tehniskais nodrošinājums ir ļoti atšķirīgi. Tas dažkārt nedod iespēju veikt datu salīdzināšanu, to integrālo interpretāciju un līdz ar to gaisa kvalitātes izmaiņu prognožu izstrādi. Pēc būtības piesārņojuma izplatīšanās gaisā prognozes ir pat svarīgākas par laika prognozēm.

Neskatoties uz mērījumu daudzveidību pašlaik ir daudz maz stabilizējies mērāmo komponentu skaits.

Pilnas gaisa monitoringa shēmas realizācijas gaitā tiek mērītas 13 parametru grupas: amonjaks, oglekļa dioksīds, oglekļa oksīds, oglekļa dioksīds, sērūdeņraži, sērūdeņradis un kopējais sērs, slāpekļa oksīdi, ozons, suspendēto cieto daļiņu PM10 un PM2,5 koncentrācija, policikliskie aromātiskie oglekļa dioksīdi, sēra dioksīds, kopējais suspendēto daļiņu daudzums, gaistošie organiskie savienojumi un vēja ātrums un virziens [1].

Liels izmērāmo parametru skaits neapšaubāmi dod plašāku un dziļāku informāciju par gaisa stāvokli, bet, par nožēlu, apgrūtina šo datu salīdzināšanu dažādos reģionos, to interpretāciju attiecībā pret kopējo gaisa kvalitātes raksturojumu.

Šajā sakarā tiek veidoti integrālie gaisa kvalitātes indeksi.

Tādam nolūkam Kanādā [2] ir izstrādāts gaisa kvalitātes indekss, kuru aprēķina, ņemot par pamatu tikai 5 galvenos piesārņotājus: oglekļa oksīds CO, putekļu daļiņas PM2,5, slāpekļa dioksīds NO₂, ozons O₃ un sēra dioksīds SO₂. Izmērot šos parametrus attiecīgajā punktā, tiek aprēķināti vienoti indeksi katram parametram pēc 100 ballu sistēmas. Attiecīgā mērījumu punkta gaisa kvalitātes indekss atbilst maksimālajam no šiem 5 parametriem piesārņojumam.

Latvijas lielākajās pilsētās arī ir izveidotas gaisa kvalitātes monitoringa stacijas. Rēzeknē tāda stacija darbojas kopš 2001.gada ar iespēju mērīt SO₂, NO₂, O₃, PM10, PM2,5, benzolu un toluolu. Diemžēl gandrīz nepārtraukti, sākot ar 2001.g., tika mērītas tikai SO₂, NO₂, un O₃ koncentrācija gaisā.

Gaisa kvalitātes jēdziens nevar norobežoties tikai ar vielu koncentrāciju gaisā. Ideāli tīrs gaiss ir tikpat nederīgs cilvēka organismam kā destilēts ūdens. Gaiss ir vide, kurā var koncentrēties ne tikai dažādas vielas, bet arī enerģētiskie lauki, turklāt to izcelsme var būt dažāda. Tie var būt elektromagnētiskie vai elektrostatiskie lauki, kuru avots atrodas ārpus analizējamā gaisa tilpuma un nav saistīts tieši ar gaisu. Ir arī lauki, kas saistīti ar gaisa jonizāciju, kad pirmām kārtām skābekļa molekulas jonizējoties iegūst pozitīvo vai negatīvo lādiņu.

Līdzīgi kā piesārņojošās vielas, arī enerģētiskie lauki var radīt spēcīgu ietekmi uz cilvēku un dzīvo dabu. Pētot enerģētisko lauku līmeni un tā izmaiņas gaisa vidē, ir iespējams iegūt informāciju par gaisa kvalitāti un tās izmaiņām. Starp enerģētiskajiem laukiem un gaisa mehānisko un ķīmisko piesārņojumu pastāv zināmas kopsakarības.

Pozitīvo un negatīvo gaisa jonu – aerojonu – koncentrācija piezemes atmosfērā ir atkarīga no daudziem enerģētiskiem un ķīmiskiem, dabīgiem un antropogēniem iedarbības faktoriem. Svarīgi ir tas, ka aerojoni ne tikai ietekmē apkārtējo vidi, bet tie nonāk savstarpējā mijiedarbībā ar citiem ķīmiskiem piesārņojošiem komponentiem gaisā.

Gaisa jonizācija ir pozitīvo un negatīvo aerojonu veidošanās gaisā dabiskas vai mākslīgas, antropogēnas iedarbības rezultātā. Kā dabiskie jonizācijas enerģijas avoti var būt zemes garozas radioaktīvais fons, kosmiskais starojums, ūdens pilienu berze (hidroaerojonizācija), gaisa masu kustības berze, magnētiskās vētras, atklāta liesma, nokaitēti ķermeņi u.c. [3].

Aerojonus iedala pēc lādiņa zīmes un jonizēto molekulu izmēriem. Mazie joni pieder pie vienas grupas, tiem ir vienāda molekulas uzbūve un viens elementārais lādiņš, savukārt vidēja izmēra un lieli joni veidojas, apvienojoties mazajiem joniem, kā arī tiem fiksējoties uz gaisā suspendētajām daļiņām un aerosoliem.

Aerojonu iedalījums, kā arī to kustīgums atkarībā no masas atspoguļots 1.tabulā.

1.tabula

Aerojonu īpašības zemes virsmas tuvumā [4]

	<i>Mazie joni</i>	<i>Vidējie joni</i>	<i>Lieli joni</i>
Rādiuss r (cm)	$6 \cdot 10^{-8}$	$(1 - 5) \cdot 10^{-7}$	$10^{-6} - 10^{-5}$
Elementārlādiņš q	± 1	± 1	līdz ± 10
Kustīgums (cm ² /V*s)	1,5	$10^{-1} - 10^{-2}$	$10^{-2} - 10^{-4}$
Dzīves ilgums	30 - 300 sek.	minūte - stunda	diena - nedēļa
Koncentrācija cm ³	100 - 1000	$(1 - 10) \cdot 10^3$	$(1 - 100) \cdot 10^3$

Aerojonu koncentrācija gaisā var mainīties ļoti lielā diapazonā. Francijas Vidusjūras piekrastē skaidrā laikā veiktie mērījumi uzrāda 200 000 līdz 400 000 negatīvo aerojonu uz 1 cm³ gaisa, savukārt Parīzes metro ir tikai 3 līdz 4 negatīvie aerojoni uz 1 cm³ gaisa [4].

Aerojonu ietekme uz apkārtējo vidi ir atkarīga kā no jonizācijas pakāpes, tā arī no jonu polaritātes. Jonu polaritāti parasti raksturo ar unipolaritātes koeficientu K, kas ir pozitīvo jonu koncentrācijas attiecība pret negatīvo jonu koncentrāciju 1cm³ gaisa:

$$K = \frac{n^+}{n^-}$$

Kad atmosfēras gaisa sastāvā esošās gāzu molekulas tiek uzlādētas negatīvi, pirmām kārtām negatīvi uzlādējas skābekļa molekulas. Turpretī oglekļa dioksīda molekulas uzlādējas pozitīvi.

Daudzkārtīgie pētījumi pierāda, ka kopumā cilvēka veselību labvēlīgi iespaido negatīvie aerojoni, bet pozitīvie – nelabvēlīgi [5; 6; 7]. Negatīvie skābekļa joni, uzņemti organismā caur

elpceļiem, nekavējoties ņem dalību skābekļa parciālā spiediena organismā veidošanā, līdz ar to ietekmējot dzīvības procesus visā organismā. Paaugstinot skābekļa parciālo spiedienu asinīs, paaugstinās arī organisma spēja izvadīt CO₂. Negatīvo aerojonu inhalācija ietekmē sirdsdarbību [4], palīdz ārstēt elpošanas orgānu slimības, kalpo kā dabiskais antidepresants utt. [5].

Vienlaikus paliek daudzi neizpētīti jautājumi, saistīti ar aerojonu veidošanās apstākļiem un to ietekmi uz aerojonu koncentrāciju un veidiem, to mijiedarbību ar gaisā suspendētām cietām daļiņām un gāzēm u.c.

Ņemot vērā iepriekš teikto, kļūst skaidrs, ka aerojonu pētījumi ir svarīgs solis gaisa kvalitātes uzlabošanā nepārtrauktas industriālās slodzes uz gaisu palielināšanās apstākļos.

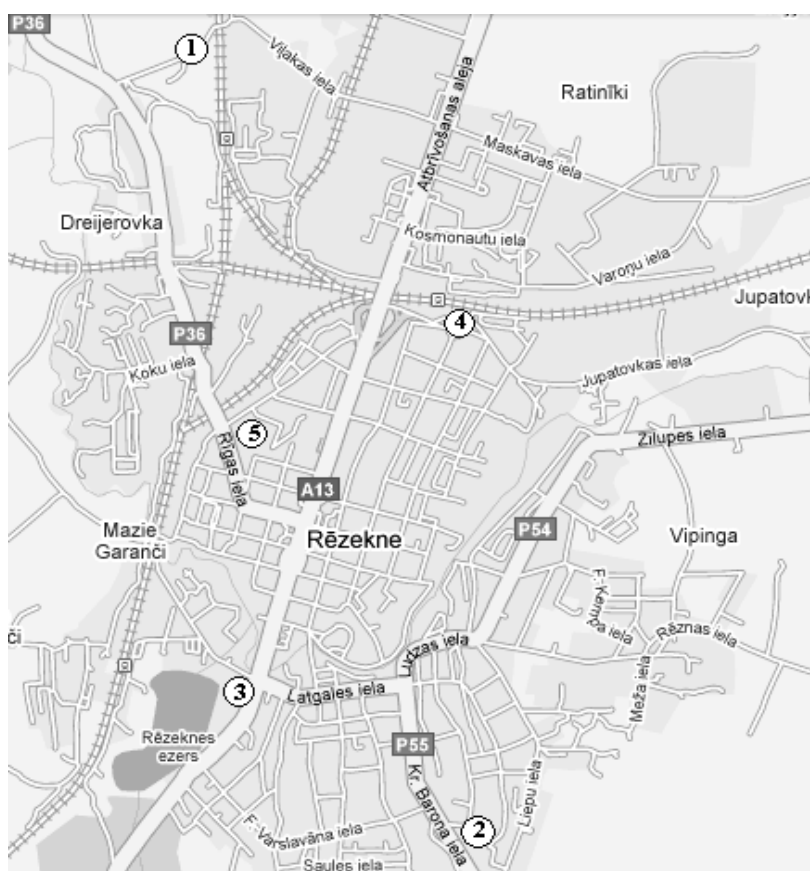
Pētījuma mērķis ir izanalizēt datus par gaisa kvalitātes izmaiņām Rēzeknē, izpētīt gaisa putekļainības līmeņus, aerojonu koncentrāciju izmaiņu dinamiku Rēzeknes pilsētā un izstrādāt priekšlikumus gaisa monitoringa sistēmas pilnveidošanai. Šajā darbā tiek izklāstīti pirmie pētījuma rezultāti.

Pētījumu objekti un metodes

Pētījuma objekts – Rēzeknes pilsētas gaisa piesārņojuma līmenis un tā izmaiņas laikā.

Lai spriestu par gaisa kvalitātes līmeni un tā izmaiņām Rēzeknes pilsētā, tika apkopoti visi pieejamie dati, kas iegūti gaisa kvalitātes monitoringa stacijā 8 gadu garumā.

Papildus tika veikta putekļu sastāva kvalitatīvā analīze. Putekļu paraugu savākšanas vietas izvēlētas, balstoties uz iepriekš veikto Rēzeknes Augstskolas gaisa kvalitātes rajonēšanu pilsētā pēc lihenoindikācijas metodes. Tika izvēlētas 2 vietas salīdzinoši tīrā pilsētas vidē ar labiem gaisa kvalitātes rādītājiem un 3 vietas, kur sagaidāma lielāka piesārņojošo vielu klātbūtne (1.attēls).



1.att. Putekļu paraugu ņemšanas punktu izvietojums Rēzeknes pilsētā

1.paraugu ņemšanas punkts – Viļakas iela – atrodas pie Rēzeknes pilsētas robežas. Tai blakus ir Ančupānu mežs un nav intensīvas apbūves.

2.paraugu ņemšanas punkts – privātmāju dzīvojamais rajons iepretim Miera ielas kapiem – ir kluss. Tajā nav intensīvas satiksmes.

3.paraugu ņemšanas punkts – Atbrīvošanas alejas un Latgales ielas krustojums – ir pats dzīvākais krustojums Rēzeknes pilsētā. Satiksmes intensitāte ir augsta. Rītos un vakaros šajā krustojumā mēdz veidoties sastrēgumi. Automašīnu rinda centra virzienā var sasniegt vairākus desmitus transporta vienību.

4.paraugu ņemšanas punkts – Dzelzeļa stacijas Rēzekne-2 apkārtnē tiek uzskatīta par vienu no piesārņotākajām ne tikai gaisa, bet arī augsnes un ūdeņu ziņā. Stacijā norit aktīva pasažieru un preču vilcienu kustība. Gar staciju ir izvietota viena no nozīmīgākajām pilsētas ielām – Stacijas iela. Šīs teritorijas putekļu sastāvā sagaidāms samērā augsts auto un sliežu transporta radītais piesārņojums.

5.paraugu ņemšanas punkts – Rēzeknes gaļas kombināta apkārtnē līdz šim nav uzskatīta par īpaši piesārņotu, tomēr te bieži ir jūtama specifiska smaka.

Paraugi tika iegūti, savācot sakrājušos putekļus no rūpīgi notīrītas stikla plāksnes, kas tika atstāta uz noteiktu laiku iespējami tuvu nepieciešamajai putekļu paraugu ievākšanas vietai. Paraugi tika pakļauti analīzei zem mikroskopa. Stikla plāksnes atrašanās ilgums konkrētā vietā bija izvēlēts tāds, lai savāktu putekļu daudzums būtu pietiekams mērījumiem un reprezentatīvs. Šis laiks atkarībā no vietas bija 2-8 stundas. Putekļu paraugi tika savākti 2007.gada oktobrī – novembrī diennakts laikā no 13.00 līdz 17.00.

Putekļu paraugu analīze tika veikta ar digitālo gaismas mikroskopu „BMBA300” Rēzeknes Augstskolas Lietišķās ekoloģijas un dabas resursu laboratorijā. Tā okulāru palielinājums ir 10x. Tika iegūti un ar datorprogrammu apstrādāti putekļu attēli ar 40x, 100x un 400x palielinājumu.

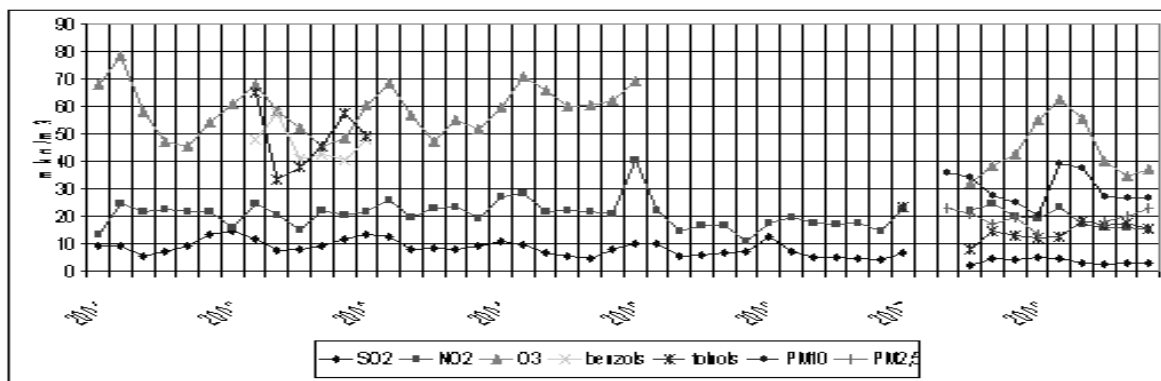
Lai izvērtētu aerojonu līmeni un to izmaiņu dinamiku, tika veikti arī vieglo aerojonu koncentrācijas mērījumi dažādās Rēzeknes pilsētas vietās. Tika izmantots portatīvais aerojonu skaitītājs „Сапфир-3м” ar minimālo izšķirtspēju 10 joni uz cm^3 . Paralēli pozitīvo un negatīvo aerojonu koncentrācijai tika noteikta arī temperatūra, relatīvais gaisa mitrums, atmosfēras spiediens, vēja ātrums un virziens. Mērījumi tika veikti 1 nedēļas laikā katru dienu plkst. 8.00 un 17.00. Vienā no nedēļas dienām tika veikti mērījumi katru stundu no plkst. 8.00 un 17.00 ar mērķi sekot līdzi jonu koncentrācijas un pārējo mērāmo parametru izmaiņām darba dienas garumā. Katrā mērīšanas reizē tika aprēķinātas vidējās pozitīvo un negatīvo jonu koncentrācijas no 10 mērījumiem.

Rezultāti un to izvērtējums

Apkopojot Rēzeknes pilsētas gaisa monitoringa stacijas mērījumu rezultātus laika posmā no 2001.g. līdz 2008.g. [8; 9] diagrammā, redzams, ka septiņu gadu garumā piesārņojuma līmenis ir bijis diezgan stabils. Nosakāmo vielu koncentrācija ar retiem izņēmumiem ir bijusi pieļaujamās koncentrācijas robežās. Gandrīz nepārtraukti mērījumi ir pieejami tikai par SO_2 , NO_2 un O_3 . Praktiski visu piesārņotāju koncentrācijai ir vērojamas cikliskas svārstības atkarībā no gadalaika. Ozona koncentrācijas maksimumi novērojami martā – aprīlī. Ziemas mēnešos pieaug arī SO_2 un NO_2 koncentrācija, bet 2008.gadā tas vairs neizpaužas tik izteikti. Šīs koncentrācijas svārstības izskaidrojamas galvenokārt ar izmešiem apkures sezonā. Pavasara mēnešos ir novērojams arī puteklainības (PM 10) pieaugums, kas izskaidrojams galvenokārt ar pilsētas ielās no ziemas palikušajām izbērtajām smiltīm, kuras vēja iedarbībā tiek paceltas piezemes atmosfērā (2.attēls).

SO_2 vidējā koncentrācija 8 gadu laikā ir $7,46 \text{ mkg/m}^3$. 2007.gada augustā ir reģistrēta mēneša minimālā koncentrācija – $2,1 \text{ mkg/m}^3$. Tā maksimāli pieļaujamā diennakts vidējā koncentrācija (Rd) 125 mkg/m^3 un maksimāli pieļaujamā stundas koncentrācija (Rh) 470

mkg/m^3 8 gadu laikā nekad nav pārsniegtas. Lielākā diennakts vidējā koncentrācija 51 mkg/m^3 sasniegta 2002.gada janvārī, bet lielākā stundas koncentrācija 176 mkg/m^3 2001.g. martā.

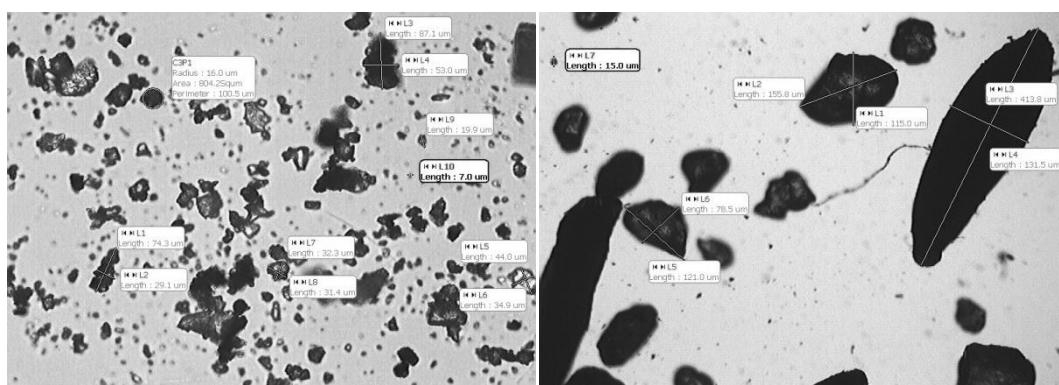


2.att. Gaisa kvalitātes monitoringa datu apkopojums Rēzeknē 2001.-2008.g.

NO_2 vidējā koncentrācija 8 gadu laikā ir $20,65 \text{ mkg/m}^3$. Minimālā mēneša koncentrācija 11 mkg/m^3 ir bijusi 2005.g. novembrī un decembrī, bet maksimālā 51 mkg/m^3 tā paša gada februārī. NO_2 tiek normēta tikai maksimāli pieļaujamā stundas koncentrācija (Rh) 290 mkg/m^3 . Tā nav sasniegta ne reizi, bet 2005.g. februārī tika sasniegta Rh 223 mkg/m^3 , kas pārsniedz iedzīvotāju informēšanas rādītāju veselības aizsardzībai.

O_3 vidējā koncentrācija 8 gadu laikā ir $54,97 \text{ mkg/m}^3$. Minimālā mēneša koncentrācija $31,5 \text{ mkg/m}^3$ ir bijusi 2007.g. augustā, bet maksimālā 82 ir reģistrēta 2001.g. martā. Maksimālā stundas vidējā koncentrācija 124 mkg/m^3 reģistrēta 2003.g. martā, taču tā ne reizi nav sasniegusi iedzīvotāju informēšanas rādītāju veselības aizsardzībai 180 mkg/m^3 .

Veiktie putekļu kvalitatīvā sastāva pētījumi parādīja, ka Viļakas ielā pie Ančupānu meža putekļu sastāvā dominē smilšu graudiņi ar vidējiem vai salīdzinoši lieliem izmēriem, kā arī putekļi, kas veidojušies no ceļmalā augošo augu daļām. Kā putekļu izcelsmes avots šajā vietā var būt neasfaltētā Viļakas iela. Pūšot A vai DA vējam, ir iespējama arī piesārņojuma pārnese no pilsētas industriālā Ziemeļu rajona, it sevišķi no Ziemeļu rajona katlumājas (Rēzeknes TEC). Smilšu graudiņu ekvivalentais diametrs ir $99,8 \div 135$ un vairāk mkm , augu palieku – 270 mkm un vairāk. Nedaudz ir sastopama arī smalkāka putekļu frakcija ar $d = 10 \div 15 \text{ mkm}$ (3.attēls). Šajos putekļu paraugos praktiski nemaz nav samanāmi kvēpi, kas liecina, ka gaiss ir tīrs no ogļūdeņražu nepilnīgas sadegšanas produktiem. Paraugu ņemšanas laiks sakrīt ar laiku, kad Rēzeknes pilsētas Ziemeļu rajonā vēl nebija uzsākta apkures sezona.

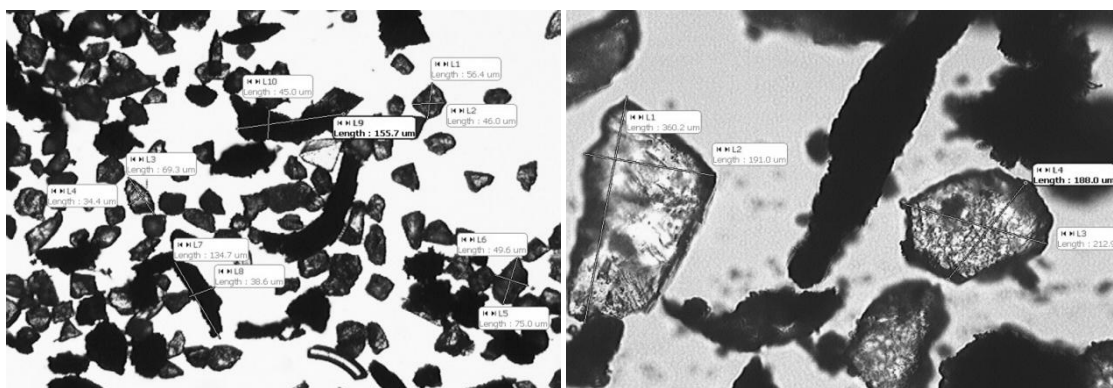


3.att. Putekļi Viļakas ielā pie Ančupāniem un Miera ielā simtkārtīgā palielinājumā

Otrā sākotnēji par salīdzinoši tīru uzskatītajā paraugu ņemšanas vietā – Miera ielā iepretim kapiem – tipiski ievērojami mazāku smilšu graudiņu (aptuveni 40 mkm) sajaukums ar ne visai

lieliem kvēpiem, kas tomēr nereti ir lielāki par smilšu graudiņiem (aptuveni 70 mkm). Krišjāņa Barona iela, kas ir viena no Rēzeknes maģistrālajām ielām, atrodas aptuveni 300m attālumā no parauga ņemšanas vietas, turklāt uz to laiku satiksme šajā ielā bija apturēta remontdarbu veikšanas dēļ. Lielākais gaisa piesārņotājs šajā rajonā varētu būt privātmāju skursteņi. Smilšu un kvēpu savstarpējās attiecības ir līdzīgas (50/50). Praktiski nevar pamanīt augu u.c. izcelsmes putekļus. Salīdzinoši lielo kvēpu saturu var izskaidrot ar to, ka laikā, kad Rēzeknes pilsētā vēl nebija pieslēgta centrālā apkure, privātmājās jau darbojās krāšņu apkure, kurās tiek sadedzināta ne vien malka, bet arī akmeņogles. Salīdzinoši daudz ir arī smalko daļiņu ar izmēriem 1÷20 mkm.

Latgales ielas un Atbrīvošanas alejas krustojuma putekļu sastāvs ir ļoti daudzveidīgs. Tajā dominē smilšu graudiņi ar ekvivalento diametru 50÷60 mkm un īpatnējas, iegareni izliektas formas kvēpi ar garumu 130÷150 mkm un platumu 35÷40 mkm, tātad ekvivalento diametru 82,5÷95 mkm. Ir sastopami arī cita veida kvēpi, kuri ir apaļāki un izmēru ziņā līdzinās smilšu graudiņiem. Tas liek domāt, ka šie kvēpi nāk no dažādiem avotiem. Kopējais kvēpu daudzums varētu būt aptuveni vienāds ar smilšu graudiņu daudzumu. Nelielā daudzumā ir sastopami arī no augu paliekām veidojušies putekļi un citas nenosakāmas daļiņas, kurām varētu būt tehniska izcelsme. Domājams, ka lielākā daļa kvēpu un melnas krāsas daļiņu izcelsme ir no autotransporta izplūdes gāzēm un, ļoti iespējams, atmosfērā ar vēju tiek paceltas arī riepu dilšanas procesā radušās smalkās gumijas paliekas (4.attēls).



4. att. Putekļi Atbrīvošanas alejas un Latgales ielas krustojumā simtkārtīgā un pie dzelzceļa stacijas Rēzekne-2 četrsimtkārtīgā palielinājumā

Visdaudzveidīgākie izmēru ziņā ir putekļi, kas ievākti dzelzceļa stacijas Rēzekne-2 rajonā. Šajos putekļu paraugos dominē ļoti plaša izmēru spektra un formas kvēpu daļiņas. To izmēri var variēt no dažiem mikrometriem līdz dažiem simtiem mikrometru. Smilšu komponente ir samērā vienvēdīga ar ekvivalento diametru 80÷100 mkm. Nedaudz ir sastopamas augu izcelsmes paliekas un īsti nenoskaidrojamas izcelsmes putekļi. Domājams, ka lielais kvēpu saturs putekļos izskaidrojams ar dzelzceļa transporta darbību, kā arī ar Stacijas ielu, kas kalpo kā smagā transporta apvedceļš (4.attēls).

Autostāvvietā pie Rēzeknes Gaļas kombināta saskaņā ar lihenoindikācijas datiem atrodas vidēji stipri piesārņotā teritorijā. Kombināta apkārtnē bieži ir jūtama specifiska smaka, kas nāk no ražošanas cehiem un lopkautuves. Kombināts atrodas divu nozīmīgu ielu – Dzelzceļnieku un Rīgas – krustojumā, uz kurām vērojama salīdzinoši liela kravas automobiļu, kas apbrauc pilsētas centru, un autobusu, kuri dodas uz autoostu, plūsma. Gaļas kombināts atrodas netālu no dzelzceļa. Pūšot D, DR vējiem, šajā teritorijā iespējama piesārņojuma nokļuve no pilsētas centrālās katlumājas. Putekļu paraugu ņemšanas laiks sakrita ar apstākli, kad dažādu iemeslu dēļ Rēzeknes centrālā katlumājā par kurināmo uz laiku tika izmantots mazuts. Bija redzams, ka nosēdušos putekļu krāsa mainās atkarībā no kurināmā izmantošanas: laikā, kad centrālajā katlumājā kurināja mazutu, putekļu paraugu krāsa kļuva krietni tumšāka.

Tas pierāda katlumājas izmešu ietekmi uz šo rajonu. Šajos paraugos sastopamas smilšu un kvēpu daļiņas aptuveni vienādās proporcijās ar ļoti mainīgiem izmēriem, turklāt ir konstatētas citas komponentes – samērā daudz organisku palieku, domājams, no gaļas kombināta ventilācijas sistēmas – ādas plēksnītes, apmatojuma daļas, arī augu izcelsmes paliekas. Kā redzams, putekļu sastāvs dažādās pilsētas teritorijās ir pietiekami atšķirīgs un raksturo konkrēto pilsētas daļu piesārņojošos avotus. Aptuvenais vizuāli noteiktais putekļu sastāvs procentos no daļiņu skaita ar tipiskiem izmēriem visās paraugu ņemšanas vietās apkopots 2.tabulā.

2.tabula

Putekļu daļiņu procentuālais sastāvs

<i>Parauga ņemšanas punkts</i>	<i>Smilšu graudiņi, %</i>	<i>Kvēpi, %</i>	<i>Organiskās paliekas, %</i>	<i>Citas daļiņas, %</i>
1.	90	0	10	0
2.	50	50	0	0
3.	49	49	1	1
4.	55	40	3	2
5.	40	40	5	15

Svarīgs ir ne tikai kopējās situācijas vispārīgs apraksts, bet arī katra konkrētā piesārņotāja tendenču analīze un piesārņotāju koncentrācijas korelācija savā starpā. Tā kā Rēzeknē putekļainības mērījumi ir veikti neilgu laika posmā, lai noskaidrotu tās korelāciju ar citiem parametriem, tika izmantoti LVĢMA gaisa monitoringa dati Rīgā novērojuma punktos Brīvības un Valdemāra ielā. Pētot dažādu piesārņotāju koncentrācijas korelāciju, redzams, ka starp tiem pastāv zināmas sakarības. Visnozīmīgākā tālākai analīzei ir visu parametru korelācija ar putekļainību (PM10 daļiņām), jo, pateicoties jonizēšanai, gaisu iespējams attīrīt no putekļiem un līdz ar to arī no citiem piesārņotājiem, kuri uz tiem adsorbējušies. 3.tabulā ir apkopoti katras piesārņojošās vielas korelācijas koeficienti ar PM10 5 gadu laikā Valdemāra ielā [10].

3.tabula

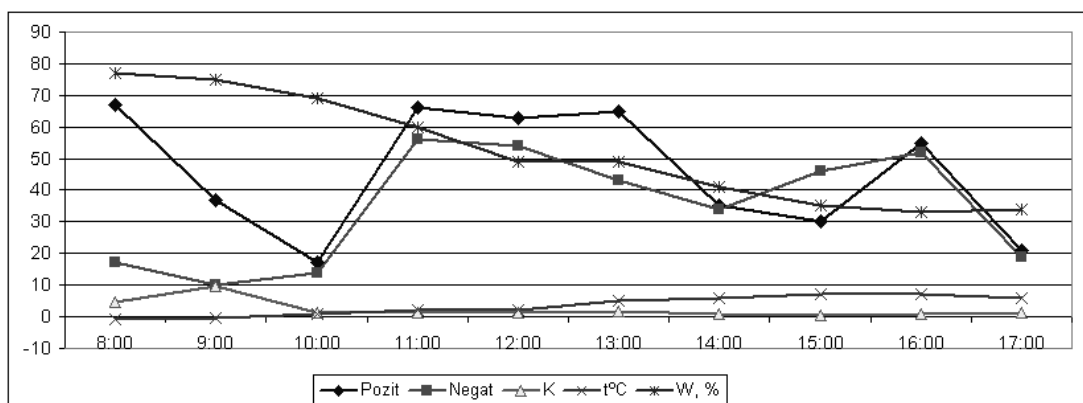
Parametru korelācija ar PM10 Valdemāra ielā

Parametrs	2003.g.	2004.g.	2005.g.	2006.g.	2007.g.	2003. – 2007.g.
NO ₂	0,82	0,63	0,84	0,51	0,79	0,46
Ozons	- 0,16	- 0,25	0,02	0,60	- 0,52	- 0,02
Benzols	0,89	0,15	- 0,70	0,28	- 0,11	0,24
CO	0,38	0,51	0,48	0,40	0,86	0,36

Visspēcīgākā korelācija ilgākā laika posmā putekļainībai pastāv ar NO₂, taču ar CO un benzolu tā ir vājāka. Tomēr, apskatot korelācijas koeficientu pa atsevišķiem gadiem, redzams, ka var pastāvēt arī ļoti spēcīga korelācija, piemēram, NO₂ un PM10 2005.gadā tā bijusi pat 0,84. Taču ilgākā laika posmā korelācijas izmaiņas savā starpā ievērojami kompensējas. PM10 korelācija ar ozonu pārsvarā ir negatīva. Palielinoties PM 10 un citu piesārņotāju koncentrācijai, ozona koncentrācija samazinās.

Aerojonu pētījumu rezultātā noteikts, ka to koncentrācija darba dienas griezumā ir stipri mainīga. Unipolaritātes koeficients vairākas reizes dienā maina savu vērtību. Plkst. 8.00 tas ir 4,63, bet plkst. 15.00 tā vērtība ir 0,65, kas liecina par negatīvo jonu pārsvaru. Gaisa temperatūra darba dienas laikā pieauga no -1°C līdz +6°C, bet relatīvais gaisa mitrums samazinājās no 77% līdz 34%. Domājams, ka vairāk par visiem pieminētajiem faktoriem aerojonu koncentrāciju objektā pie *Hanzas Maiznīcas* ir ietekmējis vēja ātrums un virziens. Ap plkst. 14.00 vēja virziens bija mainījies no ZR ar ātrumu 2m/s uz R, un ap plkst. 15.00 tas

kļuva brāzmaināks un sasniedza 4m/s. Acīmredzot gaisa jonu migrāciju spēcīgi ietekmē gaisa masu pārvietošanās. Aerojonu koncentrācijas straujās izmaiņas dienas laikā liecina, ka turpmāk ir nepieciešami detalizēti pētījumi par to ietekmējošiem faktoriem un likumsakarībām.



5.att. Aerojonu koncentrācijas, unipolaritātes koeficienta, temperatūras un relatīvā gaisa mitruma izmaiņas darba dienas laikā Rēzeknē pie *Hanzas Maiznīcas*

Lai šo uzdevumu sekmīgi realizētu, ir lietderīgi paplašināt monitoringa stacijā mērāmo parametru klāstu, pirmām kārtām nodrošinot ozona, benzola, toluola un putekļainības (PM10 un PM2,5) regulārus mērījumus. Esošās stacijas darbs jāpapildina ar CO un CO₂ mērīparatūru, jo tās ir galvenās sadegšanas procesus raksturojošas gāzes. Tādā veidā ir iespējams labāk kontrolēt un novērtēt satiksmes intensitātes radīto piesārņojumu, kā arī visu ar dedzināšanas procesiem saistītās saimnieciskās darbības radīto gaisa piesārņojumu. Monitoringa stacijā ir jāiekļauj arī gaisa jonizācijas mērījumi, kas ietver vieglo pozitīvo un negatīvo aerojonu koncentrācijas mērījumus, no kuriem iespējams aprēķināt kopējo aerojonu koncentrāciju un unipolaritātes koeficientu. Vieglo aerojonu koncentrācija gaisā ir parametrs, kuru ietekmē ļoti daudzi faktori, un tas ir laikā stipri mainīgs, tomēr tam ir liela ietekme uz iedzīvotāju labsajūtu un veselību. Izmaiņas aerojonu koncentrācijā vai sastāvā var kalpot kā indikators piesārņojuma draudiem, kura cēlonis vēl nav identificēts.

Viena monitoringa stacija nespēj reģistrēt gaisa kvalitātes izmaiņas dažādos pilsētas rajonos. Ir iespējama piesārņojuma pārnese starp dažādiem pilsētas rajoniem, kā arī situācija, kad būtisks piesārņojums netiek reģistrēts. Izveidot speciālu monitoringa staciju tīklu, kas aptver visu pilsētu, būtu efektīvs solis gaisa kvalitātes kontroles uzlabošanā, taču tas prasa lielus kapitālieguldījumus. Pasauls pieredze rāda, ka daudz lietderīgāk ir izveidot ar nepieciešamo aparatūru aprīkotu mobilu monitoringa staciju. Tā Kanādā, ASV un citās valstīs tiek ekspluatētas mobilās gaisa monitoringa laboratorijas – automašīnas, speciāli aprīkotas ar aparatūru 12 ķīmisko piesārņotāju koncentrācijas mērījumiem, kā arī meteoroloģisko datu ieguvei (6.attēls, 4.tabula).

Iekļautā aprīkojumā GPS sistēma fiksē mērījumu vietas koordinātes. Šāda laboratorija ir spējīga īsā laikā apkalpot lielas teritorijas un iegūt datus gaisa stāvokļa noteikšanai un tā izmaiņu dinamikas izvērtēšanai visā teritorijā tādā līmenī, ko nekādi nevar realizēt ar stacionārajām iekārtām. Latvijas apstākļos viena šāda laboratorija būtu spējīga nepārtraukti dot atjaunotu informāciju par lielu (ja ne visu) Latvijas teritorijas daļu.

Paveiktā analīze liecina, ka Latvijas apstākļiem atbilstošā gaisa monitoringa laboratorijā jāiekļauj šādu parametru mērījumi.

Gaisa mitrums, temperatūra, vēja ātrums un virziens ir vispārīgi meteoroloģiskie faktori, kas parasti tiek reģistrēti paralēli visiem gaisa piesārņojuma mērījumiem. Informācija par vēja virzienu un ātrumu ir nepieciešama, lai būtu iespējams prognozēt piesārņojuma izplatīšanos vai citu gaisa kvalitātes parametru izmaiņas.



6.att. Luiziānas Štatā ASV izveidotā gaisa kvalitātes monitoringa mobilā stacija „MAML” [11]

4.tabula

Mobilajā gaisa monitoringa stacijā nosakāmie parametri

NO ₂	aerojonu koncentrācija
SO ₂	elektrostatiskie lauki
O ₃	radioaktīvais fons
CO	relatīvais gaisa mitrums
CO ₂	temperatūra
benzols (C ₆ H ₆)	vēja virziens un ātrums
putekļainība (PM ₁₀ , PM _{2,5})	

Secinājumi

Cilvēka veselībai nepieciešams ne tikai tīrs gaiss bez piesārņojošām vielām, bet arī ar vieglajiem aerojoniem bagāts gaiss – ideāli 3000-5000 negatīvo jonu uz cm³ un 1500-3000 pozitīvo jonu uz cm³ (sanitārā norma Krievijas Federācijā attiecīgi ir 600 un 400 jonu uz cm³). Vieglo aerojonu koncentrācija pilsētas vidē un dzīvokļos bieži nesasniedz pat sanitāro normu. Gaisa jonizācija ne tikai uzlabo cilvēka pašsajūtu un veselību, bet veicina arī gaisa attīrīšanu no smalkajiem putekļiem un tā dezinfekciju.

Putekļu paraugu analīze no dažādām Rēzeknes pilsētas vietām apstiprina agrāk veikto gaisa kvalitātes novērtējumu ar lihenoidikācijas metodi – pilsētas daļās ar vismazāko ķērpju apaugumu konstatēts arī vislielākais kvēpu saturs putekļos. No putekļu paraugu analīzes izriet, ka vistīrākais gaiss ir rajonā pie Ančupānu meža, bet Latgales ielā un pie dzelzceļa stacijas „Rēzekne-2” ievāktie putekļi ir ar vislielāko kvēpu saturu.

Gaisa piesārņojums Rēzeknes pilsētā 8 gadu laikā ir bijis pieļaujamo koncentrāciju normas robežās, tam nav īpašas tendences samazināties, tomēr ir izteiktas sezonālās svārstības, piemēram, ozona koncentrācijas maksimums novērojams martā – aprīlī. Ziemas mēnešos

pieaug arī SO₂ un NO₂ koncentrācija. 8 gadu laikā koncentrācijas vidējās vērtības ir 7,46 mkg/m³ (SO₂), 20,65 mkg/m³ (NO₂) un 54,97 (O₃).

Jonu koncentrācija gaisā ir atkarīga no daudziem gaisa stāvokļa parametriem, tajā skaitā enerģētiskajiem, tāpēc aerojonu koncentrācijas lielumu var uzskatīt par gaisa enerģētiskā stāvokļa kompleksu raksturotāju.

Gaisa kvalitātes monitoringa stacijās dažādās Latvijas pilsētās tiek veikti atsevišķu gaisa piesārņotāju koncentrācijas mērījumi, taču paralēli praktiski netiek kontrolēti gaisa enerģētiskie parametri. Tajās būtu jāiekļauj arī gaisa jonizācijas mēraparāti.

Pilnvērtīgai gaisa kvalitātes novērtēšanai un kontrolei ir jāizveido mobilā gaisa monitoringa laboratorija, kura iekļauj arī vieglo aerojonu koncentrācijas mēriekārtu.

Summary

The quality of air is the most important factor for human beings healthy life.

It demands continuous observation of air composition and it's changes in time and space.

Nowadays air monitoring stations are spreaded over the whole world.

Complete air quality analyse includes about 13 groups of parameters – carbon monoxide and dioxide, nitric oxides, ammonia, hydrogen sulphide, sulphar dioxide, hydrocarbons, volatile organic compounds, aromatic hydrocarbons, ozone, suspended particles PM10 and PM2,5, and meteorological data.

In Latvia the largest cities have monitoring stations, but except Riga there is mainly only one station in city and these stations do not measure all characteristics of air. So it is in Rezekne.

The data of air monitoring in Rezekne show that regular measurements during last 8 years were performed only for SO₂, NO₂, O₃. Average air pollution level was approximately changeless. During all this period the concentration of SO₂ was about 7,46 mkg/m³, NO₂ – 20,65 mkg/m³, O₃ – 54,97 mkg/m³. More considerable changes were between seasons (SO₂ – from 2,1 – to 176 mkg/m³, NO₂ 11-223 mkg/m³, O₃ 31,5-124 mkg/m³).

Only from year 2007 started measurings of benzol, toluol and suspended solid particles' (PM10 and PM2,5) concentration.

On purpose to obtain information about composition of dust particles in Rezekne were chosen 5 observation points in the city streets with different pollution level from different pollution sources. The particles were studied in microscope and visually determinate their composition and size.

Were established that dust contains particles 80-100 mkm in size and consists mainly of sand and dross in different proportions.

It is important that the air quality is not depended from pollution with matter substances only. Must be considered that air is saturated with different energetic fields – some of them are external, some –internal, depended on state of air molecules – their ionization level.

It is proved that air ionization substantially influences human health as well as other living organisms in nature

At the same time the measurements of air ionization is not widespread.

To realize the situation about Rezekne city air ionization were carried out measurements of positive and negative aeroions concentration in different parts of Rezekne. The results showed significant changes of ionization during daytime. For example – the unipolarity coefficient varies in the diapason 0,65-4,63.

It means that cosidering the importance of ionization for human health must be recommended to complement standard measured data at the monitoring stations with air ionization parameters (concentration of anjons, cations and between them – light, middle and heavy ions).

The world experience shows that most appropriated for large scale measurements of air parameters in many points of city or region almost simultaneously with the less difference in

measures time it is better to employ mobile air monitoring laboratories. In the Latvia such 3-4 laboratories would be able to provide necessary daily information about all country.

The mobile laboratory must include equipment to determine NO₂, SO₂, O₃, CO, CO₂, benzol, dust particles, concentration of aeroions, radioactivity, electrostatical fields and meteorological data: moisture, temperature, wind velocity and direction at least.

Literatūra

1. Air monitoring: what we look for. Sk. Internet (30.04.2009.) <http://environment.alberta.ca/620.html>
2. Air Quality Index. Sk. Internet (30.04.2009.) <http://environment.alberta.ca/617.html>
3. Туктагулов А. Ионизация воздуха в природе. Sk. Internet (16.10.2007.) www.ionozation.ru/articles/
4. Danze J.M. L'ionisation de l'oxygene. Sk. Internet (16.08.2007.) <http://www.delvaux-danze.be/ioniation.htm>
5. Air ion effects on human performance. Sk. Internet (20.08.2007.) <http://www.static-sol.com/library/articles/air%20ion%20effects.htm>
6. Tkachenko Y. Magnetic ion shield. Sk. Internet (16.08.2007.) <http://www.magneticcast.com/ecology/shield.html>
7. Vergessene Faktoren – die Ionen der Atemluft. Sk. Internet (16.08.2007.) <http://www.novolution.de/Informationen/Semmelweiss-Ionen.pdf>
8. Npublicēti Rēzeknes domes Vides departamenta materiāli, 2008.
9. Npublicēti LVĢMA materiāli, 2009.
10. Gaisa piesārņojuma mēģījumu rezultāti Rīgā 2003.-2004., 2005., 2006. un 2007.gadā. Rīga: Rīgas domes Vides departamenta Gaisa aizsardzības nodaļa, 2008.
11. Mobile Air Monitoring Lab (LAML) . Sk. Internet (30.04.2009.) <http://deq.louisiana.gov/portal/tabid/2693/Default.aspx>