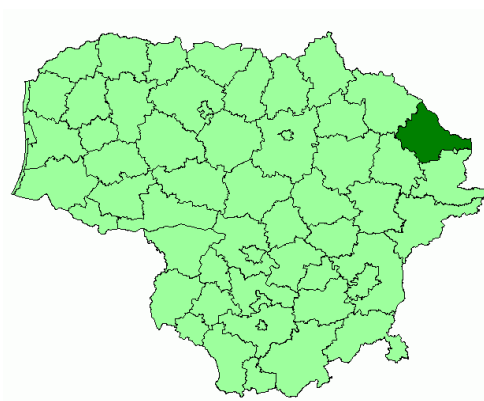


ZARASŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS APLINKOS ORO MONITORINGAS

2015 METŲ ATASKAITA



Zarasai, 2015

Už Zarasų rajono savivaldybės aplinkos oro monitoringo 2015 m. programos įgyvendinimą atsakingas asmuo ir šią konsoliduotą ataskaitą parengė:

Dr. Kęstutis Navickas

.....

Zarasų rajono savivaldybės administracija
Sėlių a. 22, LT-32110 Zarasai,
Tel.: (8 ~ 385) 37 155
Faks.: (8 ~ 385) 37 172
<http://www.zarasai.lt/>

Darnaus vystymosi institutas
Aušros al. 66 a., LT-76233 Šiauliai
Tel. (8 ~ 672) 26 226
Faks. (8 ~ 41) 595 898
www.institute.lt

TURINYS

I. BENDROJI DALIS.....	4
II. ORO KOKYBĖS MONITORINGAS	5
III. APLINKOS ORO TYRIMŲ VYKDYMAS IR REZULTATŲ APTARIMAS	14
IV. IŠVADOS	21
V. LITERATŪRA.....	22

I. BENDROJI DALIS

Pagal LR aplinkos monitoringo vykdymą reglamentuojančius teisės aktus Zarasų rajono savivaldybės aplinkos monitoringas vykdomas siekiant gauti išsamią informaciją apie savivaldybės teritorijos gamtinės aplinkos būklę, didinti rajono bendruomenės, specialistų, valstybinių institucijų informavimą apie Zarasų rajono aplinkos būklę ir ugdyti ekologiškai sąjaučią visuomenę. Gautą informaciją naudoti grindžiant, planuojant ir įgyvendinant konkrečias aplinkosaugos priemones. Krypatingas Zarasų rajono savivaldybės teritorijos darnaus vystymosi stimuliavimas yra neatsiejamas nuo išsamios informacijos gavimo apie aplinkos oro antropogeninės taršos monitoringo komponentą.

Dėl šios priežasties 2013 m. buvo patvirtinta Zarasų rajono savivaldybės aplinkos oro monitoringo 2013-2015 m. programa, kurioje pateikiami aplinkos oro monitoringo komponento tikslai, uždaviniai ir tyrimų apimtys.

Zarasų rajono savivaldybės aplinkos informacijos integruotoje duomenų bazėje (<http://www.zarasurmonitoringas.lt/>) moderniai kaupiami, nuolat atnaujinami bei interaktyviai pateikiami visuomenei Zarasų rajono savivaldybės aplinkos monitoringo tyrimų duomenys.

II. ORO KOKYBĖS MONITORINGAS

2015 m. Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje buvo atlikti antropogeninės oro taršos tyrimai. 2015 m. II ketv. Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant pasyvius sorbentus, atlikti nuo 2015-05-12 iki 2015-05-28 d.

2015 m. III ketv. Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant pasyvius sorbentus, atlikti nuo 2015-09-14 iki 2015-09-28 d.

2015 m. IV ketv. Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant pasyvius sorbentus, atlikti nuo 2015-10-05 iki 2015-10-19 d.

Tyrimams vadovavo dr. Kęstutis Navickas. Laboratoriniai tyrimai atlikti Gradko International Ltd aplinkos tyrimų laboratorijoje.

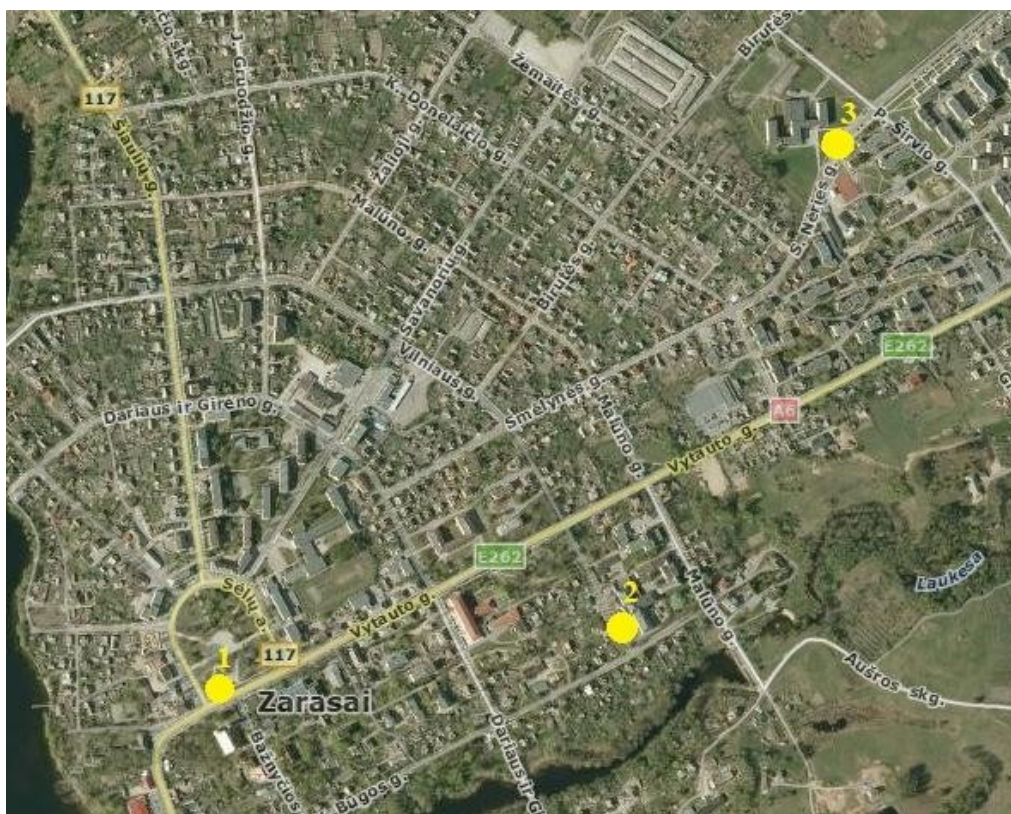
Tyrimo tikslas: nustatyti antropogeninės taršos teršalų koncentracijų aplinkos ore vertes ir įvertinti esamą situaciją, gauti informacijos, kuri leistų išvengti, sustabdyti arba sumažinti žalingą poveikį žmonių sveikatai ir aplinkai. Gautus rezultatus taikyti oro kokybės valdymui ir visuomenės informavimui.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentraciją panaudojant pasyvius sorbentus;
2. Atlikti sukauptų duomenų analizę ir pateikti išvadas.

Tyrimo objektas: žemiau pateikiame antropogeninės oro taršos stebėsenos vietas bei jų koordinatas LKS94 koordinačių sistemoje:

- Azoto dioksido (NO₂), sieros dioksido (SO₂) ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų matavimai pasyviųjų sorbentų pagalba Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje atlikti 3 taškuose, kurių išsidėstymas pateikiamas 1 pav., o matavimo taškų koordinatės 1 lentelėje;



1 pav. Antropogeninės oro taršos matavimų vietų išsidėstymas Zarasų rajono aplinkoje

1 lentelė

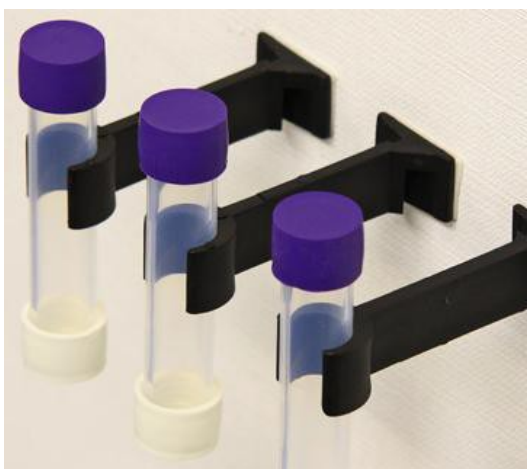
Pasyvių sorbentų pagalba atliktų antropogeninės oro taršos matavimų vietų koordinatės Zarasų rajono savivaldybės aplinkoje

Taško Nr.	Pavadinimas	Taško koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Eksponuojami sorbentai
		X	Y	
1	Vytauto g. Sėlių a., Zarasų m.	641043	6179669	NO ₂ , SO ₂ , LOJ
2	Vilniaus g. 1B, Zarasai, VšĮ Zarasų ligoninė	641648	6179771	NO ₂ , SO ₂ , LOJ
3	P. Širvinio g. 7, Zarasai, P.Širvinio progimnazija	641996	6180511	NO ₂ , SO ₂ , LOJ

Tyrimo metodika. Zarasų rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų matavimams aplinkos ore naudoti pasyvūs sorbentai paruošti akredituotoje laboratorijoje Gradko International Ltd.

Pasyvūs sorbentas (kaupiklis) tai paprastai nedidelis difuzinis vamzdelis, kurio vienas galas yra užpildytas sorbentu gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro be papildomo aktyvaus oro siurbimo (žr. 2-4 pav.). Dvi savaites NO_2 ; SO_2 ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų matavimams aplinkos ore skirti pasyvūs sorbentai kaupė teršalus. Praėjus nustatytam eksponavimo laikui, vamzdeliai buvo sandariai uždaromi ir siunčiami į Gradko International Ltd. laboratoriją cheminei analizei. Pasyvieji sorbentai buvo tvirtinami prie specialaus plastmasinio stovo, kad būtų užtikrinta laisva oro cirkuliacija.

Pasyvūs sorbentai buvo kabinami 2-3 metrų aukštyje. Aplinka, kurioje buvo eksponuojami sorbentai buvo atvira, neapsupta pašaliniais objektais, trikdančiais laisvą oro cirkuliaciją (vėdinimą). Taip pat buvo pasirūpinta, kad pritvirtinti sorbentai nebūtų lengvai prieinami pašaliniais asmenims. Prieš eksponavimą ir po jo visi pasyvūs sorbentai buvo sandariai uždaromi ir laikomi vėsioje, tamsioje vietoje. Pasibaigus pasyviųjų sorbentų eksponavimo laikui, jie buvo išsiunčiami į Gradko International Ltd. laboratoriją analizei. Eksponuojant pasyviuos sorbentus bei atliekant rezultatų vertinimą buvo atsižvelgta į nurodytus reikalavimus, kurie pateikiami kartu su pasyviųjų sorbentų techninėmis charakteristikomis.



2 pav. SO_2 pasyvus sorbentas



3 pav. NO_2 pasyvus sorbentas



4 pav. LOJ pasyvus serbentas

Pasyvių sorbentų pagalba gautos vidutinės teršalų koncentracijos buvo lyginamos su atitinkamo teršalo vidurkinimo periodo ribinėmis vertėmis apibrėžtose teisės aktuose.

- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymas Nr. 596 "Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo" (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 m. balandžio 6 d. įsakymo Nr. D1-279 redakcija) (Žin., 2001, Nr. 106-3828; 2002, Nr. 81-3499, 2010, Nr. 42-2042; Nr.70-3496);
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas Nr. D1-329/V-469 „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2000 m. spalio 30 d. įsakymo Nr. 471-582 „Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore vertinamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo patvirtinimo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių nustatymo“ pakeitimo (Žin. 2000, Nr. 100-3185, 2007 Nr. 67-2627);
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymas Nr. 591/640 „Dėl Aplinkos oro užterštumo normų nustatymo" (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2010 m. liepos 7 d. įsakymo Nr. D1-585/V-611 redakcija) (Žin., 2001, Nr. 106-3827, 2010, Nr. 2-87; 2010, Nr.82-4364).

Siekdami, kad būtų užtikrinta oro tyrimų kokybė ir rezultatų palyginamumas oro kokybės tyrimai atitiko pasyvių sorbentų metodui taikomus reikalavimus, nurodytus teisės aktuose:

- LST EN 13528-1 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai“;

- LST EN 13528-2 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 2 dalis. Specialieji reikalavimai ir bandymo metodai“;
- LST EN 13528-3 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 3 dalis. Parinkimo, naudojimo ir priežiūros vadovas“.

Pažymėtina, kad amoniakui bei konsoliduotai lakiųjų organinių junginių (LOJ) išraiškai ir daugeliui prie LOJ priskiriamų elementų nėra iš viso nustatytų ar nustatytų ilgo laikotarpio (metų) ribinių verčių. Nežiūrint į tai benzenas yra indikatorius kitiems organiniams junginiams; jeigu benzeno koncentracija neviršija ribinių verčių, tai reiškia, kad kitų organinių junginių koncentracijos neturi neigiamo poveikio žmonių sveikatai. Dėl šios priežasties pasyvių sorbentų pagalba užfiksuotos 2 savaitių tolueno, etilbenzeno, ksileno ir amoniako koncentracijos palygintos su trumpesnio laikotarpio (30 min., 24 val.) ribinėmis vertėmis. Akcentuotina, kad gauti rezultatai yra vertinami tik kaip orientacinio pobūdžio informacija siekiant nustatyti ar neviršijamos trumpesnio laikotarpio (30 min., 24 val.) tolueno, etilbenzeno, ksileno ir amoniako ribinės vertės.

2 lentelė

Aplinkos oro užterštumo ribos

Teršalas	Vidurkinimo laikas	Ribinė vertė $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Leistinas nukrypimo dydis
NO ₂	1 val.	200 (18 k.)	50 %
NO ₂	1 m.	40	50 %
SO ₂	24 val.	125 (3k.)	-
SO ₂	1 m., 1/2m. *	20 E	-
Benzenas	1 m.	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Toluenas	30 min./24 val.	0,6 mg/m^3	-
Etilbenzenas	30 min./24 val.	0,02 mg/m^3	-
Ksilenas	30 min./24 val.	0,2 mg/m^3	-

Čia:

*- kalendoriniai metai ir žiema (spalio 1 d. – kovo 31 d.)

E – ekosistemų apsaugai

(3 k.), (18 k.) – leistinas viršijimų skaičius (kartais, dienos) per kalendorinius metus.

TYRIMO OBJEKTO PARAMETRŲ EKSPLIKACIJA

Sieros dioksidas (SO₂). Tai atmosferos teršalas, susidarantis degimo (dažniausiai deginant iškastinį kurą, kuriame yra sieros junginių) procese, taip pat naftos produktų perdirbimo, sieros rūgšties gamybos metu. Sieros dioksido kiekį aplinkos ore galima sumažinti naudojant mažai sieros

turintį kurą ar naudojant išlakų nusierinimo įrenginius. Patekęs į atmosferą, sieros dioksidas gali oksiduotis iki SO₃ (sieros trioksido). Esant vandens garų, SO₃ greitai virsta sulfatais bei sieros rūgšties aerozoliais. Sieros rūgšties lašeliai ir kiti sulfatai gali būti pernešami dideliais atstumais ir yra vienas iš svarbiausių rūgščių lietu komponentų.

Sieros dioksido poveikis aplinkai dažniausiai pasireiškia per jo oksidacijos produktus. Esant tiesioginiam žmogaus odos kontaktui su SO₂, oda sudirginama, esant didesnėms koncentracijoms, gali nudegti. Įkvėptas SO₂ suvaržo bronchus, kartu pasunkina ir padažnina kvėpavimą ir širdies ritmą. SO₂ gali paspartinti esamų kvėpavimo takų ligas. SO₂ ir kietosios dalelės veikia sinergetiškai, nes paspartina SO₂ oksidaciją į sieros rūgštį.

Įkvėpta sieros rūgštis (H₂SO₄) skatina kvėpavimo sistemos gleivių išsiskyrimą, o tai savo ruožtu sumažina organizmo gebėjimą pašalinti dulkes ir padidina infekcijos prasiskverbimo į kvėpavimo takus galimybę.

Sieros junginių poveikyje sustiprėja fotooksidantų (ozono) veikimas. Pažeidžiami augalų lapai, sutrinka augalų fotosintezės ir kvėpavimo procesai, augalai nustoja augti. Reguliariai į dirvą patenkančios rūgštys sutrikdo buferines dirvos savybes ir galiausiai sumažina jos pH. Iš dirvos stipriau išplaunamos biogeninės medžiagos, padidėja metalų mobilumas.

Ypač kenksmingas SO₂ ir rūgščių kritulių poveikis materialinėms vertybėms. Esant rūgščiai terpei, greitėja metalų korozija, mažėja įvairių audinių atsparumas. Žalojamos statybinės ir konstrukcinės medžiagos, pvz., betonas, plytos, plastmasės, plienas.

Azoto dioksidas (NO₂). Azotas (N₂) yra aplinkoje paplitusios inertinės dujos, sudarančios 79% atmosferos oro. Šioje formoje azotas yra nekenksmingas žmogui ir gyvybiškai reikalingas augalų medžiagų apykaitai. Dėl savo paplitimo atmosferoje, azotas dalyvauja daugelyje degimo procesų. Esant aukštomis degimo temperatūroms (degant angliai, naftos produktams, dujoms), molekulinis azotas (N₂) jungiasi su atmosferos deguoniu (O₂) ir sudaro azoto oksidą (NO), kuris atmosferoje palaiptnui oksiduojasi iki azoto dioksido (NO₂).

Azoto dioksidas ar azoto oksidai yra vieni iš svarbiausių komponentų rūgšties krituliams sudaryti. Reaguodami su vandeniu jie sudaro azoto rūgštį. Esant saulės šviesai NO_x reaguoja su kitais aktyviais atmosferos komponentais, dažniausiai angliavandeniliais, ir sudėtingų reakcijų metu sudaro fotocheminius oksidantus (tarp jų ir ozoną). Šie itin nestabilūs junginiai žaloja augalus ir erzina žmogaus kvėpavimo ir regėjimo organus.

Azoto dioksidas NO₂ yra rudos spalvos, slogaus kvapo dujos. Patekęs į žmogaus organizmą, jis dirgina kvėpavimo takus ir gali sukelti sveikatos pablogėjimą esant koncentracijai ore nuo 140 μg/m³. NO₂ apsunkina kvėpavimą, padidina jo dažnumą, sumažina plaučių atsparumą infekcijoms. NO₂ gali pažeisti giliuosius plaučių audinius ir sukelti plaučių edemą. Kai šis azoto dioksidas įkvepiamas su kitais teršalais, efektas būna suminis.

Lakūs organiniai junginiai (LOJ). Lakiųjų organinių junginių skaičius yra labai didelis. Dėl šios priežasties baigtinio tokių junginių sąrašo nėra, ir jiems taikomi bendresnio pobūdžio apibrėžimai. Pagal vieną iš jų, lakiaisiais organiniais junginiais laikomos medžiagos, susidedančios iš anglies, deguonies, vandenilio, halogenų ir t.t. ir pan. atomų, (išskyrus anglies oksidus ir neorganinius metalų karbidus), kurių virimo temperatūra yra mažesnė nei 250 laipsnių Celsijaus esant normaliam atmosferos slėgiui. Toks kriterijus naudojamas Europos Bendrijos (toliau - EB) direktyvose 2004/42/EB. Aromatiniai angliavandeniliai ir kiti lakieji organiniai junginiai kartu su azoto oksidais sudaro pirminius teršalus fotocheminio smogo, šiltu metų laiku susiformuojančio miestuose, kuriuose daug transporto. Vykstant fotocheminėms reakcijoms iš pirminių teršalų susidaro nuodingi antriniai teršalai, ozonas, azoto rūgštis ir oksiduoti organiniai junginiai. Benzino garai yra sunkesni už orą, todėl nesant vėjo oru lengvai kaupiasi degalinėse ir išsilaiko ilgesnį laiko tarpą.

Degalinių teritorijose aplinkos ore dominuoja teršalas, susidarantis benzino garavimo metu – lakiųjų organinių angliavandenilių mišinys. 40 % LOJ emisijos sudaro garavimas nuo automobilių kuro bakų, 40 % – nuo talpyklų, likusieji 20 % – tai transporto priemonių variklių išmetamosios dujos. Kiekvienam litrui benzino patenkančio į automobilio baką apie 1 g išgaruoja į aplinkos orą.

LOJ garavimas iš degalinių prisideda prie ir taip didelės oro taršos urbanizuotose teritorijose, reaguoja su kitais ore esančiais teršalais susidarant smogui ir sąlygoja pažeminio ozono koncentracijos didėjimą.

Vienas iš svarbiausių LOJ yra benzenas - tai bespalvis, degus, kancerogeninis salsvo kvapo skystis. Chemijos pramonėje tai svarbus tirpiklis, naudojamas vaistams, plastikui, sintetiniam kaučiukui bei dažams gaminti. Natūraliai aptinkamas neapdirbtoje naftoje, bet dažnai sintezuojamas iš kitų naftos komponentų. Benzeną, kaip tirpiklį, vis dažniau keičia panašias savybes turintis toluenas.

Benzeno kartais pasitaiko maiste ir gėrimuose, bandant juos konservuoti su natrio benzoatu. Jis dažnai pažymėtas konservanto kodu E210 ir E211 (*angl. sodium benzoate*). Šis junginys skyla rūgštingoje aplinkoje, pasitaikius vitaminui C ar kitom rūgštingom medžiagom, ir sudaro benzeną. Neseniai mokslininkai pastebėjo, kad benzeno kiekis gaivinančiuose gėrimuose gali būti pavojingas: kai kuriais atvejais net siekia ir viršija kancerogeninius (vėžį sukeliančius) lygius.

Benzenas taip pat naudojamas kaip benzino priedas. Europiečių tyrimai parodė, kad žmonės kasdien įkvėpia apie 220 µg benzeno. Vairuotojai, besipildantys benzino baką degalais, įkvėpia papildomus 32 µg kas kart.

Benzeno buvimas aplinkoje gali sukelti rimtus sveikatos sutrikimus. Įkvėpus didelę dozę benzeno garų, gali ištikti mirtis, nuo mažų dozių gali prasidėti mieguistumas, galvos svaigimas,

galvos skausmas, drebulys, padidėti širdies dažnis, netenkama sąmonės. Maisto, kuriame yra didelis kiekis benzeno, vartojimas gali sukelti vėmimą, pilvo dirginimą, galvos svaigimą, mieguistumą, gali padidėti širdies ritmas, prasidėti konvulsijos, ištikti mirtis.

Pagrindinis ilgalaikio buvimo benzeno turinčioje aplinkoje efektas – kaulų čiulpų pažeidimai, dėl kurių sumažėja raudonųjų kraujo kūnelių kiekis ir susergama anemija (mažakraujyste) ir leukemija.

Benzenas yra priskiriamas prie lakių organinių junginių (LOJ), kurie erzinančiai veikia kvėpavimo takus, o kartais ir odą. Ilgesnį laiką išbuvus nevedintoje patalpoje, kurioje yra pasklidę LOJ garų, gali atsirasti galvos skausmas, svaigulys, mieguistumas. Lakieji organiniai junginiai, kaip pirmtakai (prekursoriai) dalyvauja ozono susidarymo arba skilimo reakcijų cikluose. Saulės šviesoje, LOJ reaguojant su azoto oksidais, atmosferoje didėja ozono kiekis, susidaro rūgštus lietus. LOJ sudėtyje esantys tokie angliavandeniliai, kaip benzenas, toluenas, visų rūšių ksilenai yra toksiški, kancerogeniški ir kenksmingi žmogaus sveikatai.

METEOROLOGINĖS SĄLYGOS

Meteorologinės sąlygos daro pakankamai didelę įtaką Zarasų rajono aplinkos oro kokybei. Aplinkos oro užterštumas antropogeninės kilmės teršalais priklauso nuo daugelio faktorių: teršalų išmetimų kiekio, kaupimosi išmetimo vietose specifikos, išsisklaidymo į didesnę erdvę galimybių. Silpnas vėjas, rūkas, dulksna, temperatūros inversija, kuri dažniausiai stebima naktį esant ramiems, giedriems orams, sudaro palankias sąlygas teršalams kauptis pažemio oro sluoksnyje ir oro užterštumas tokiais atvejais gali žymiai padidėti. Tokios sąlygos susidaro, kai orus lemia anticiklonas, gūbrys, mažo gradiento slėgio laukas, vyrauja ramūs, be vėjo ir be kritulių orai. Be to, mažesniuose pramonės centruose, kur oro kokybei didelę įtaką turi vieno stambaus teršėjo išmetimai, teršalų koncentracija gali padidėti ir pučiant tos krypties vėjui, kuris teršalus neša nuo gamyklos link miesto.

Žiemą nemažą įtaką oro kokybei turi oro temperatūra, nes spaudžiant šalčiams padidėja šiluminės energijos poreikis, o ją gaminant padidėja išmetimai į orą. Kai orus lemia žemo atmosferos slėgio sukūriai - ciklonai - vyrauja palankios sąlygos teršalų išsisklaidymui dėl dažnos orų kaitos, stipresnio vėjo, gausnio lietaus arba sniego, kurie greitai išsklaido arba išplauna, nusodina kenksmingus oro teršalus.

Antropogeninės oro taršos tyrimų metu buvo užfiksuotos tokios meteorologinių parametru charakteristikos:

3 lentelė

Vidutinė oro temperatūra (°C), sant. oro drėgnumas (%), vid. vėjo greitis (m/s), slėgis (Pa).

Mėnuo	Diena	Temperatūra, °C	Santykinė drėgmė, %	Slėgis, Pa	Vėjo greitis, m/s
05	12	10,8	71	1003,1	1,9
	13	11,6	68	990,1	3,9
	14	9,5	76	987	3,6
	15	7,6	85	987,3	1,5
	16	5,7	81	992,5	3,5
	17	6,7	77	991,1	3
	18	7	78	988,7	4,3
	19	10,5	66	991,4	2,4
	20	13,1	86	993,5	1,3
	21	13,2	92	995,4	2,6
	22	10,5	82	1003,7	1
	23	12	70	999,5	1,8
	24	13,5	68	997,9	1,8
	25	13,4	62	997,4	1,1
	26	16	77	991,5	0,9
	09	14	12,5	70	1006
15		11,8	82	998,5	2,8
16		14,8	86	993,9	2,4
17		18,9	76	989,5	2,7
18		17,3	81	990,5	2,8
19		13,5	80	999,6	1,7
20		11,8	81	998,4	0,5
21		11,9	90	991,1	1,7
22		10,7	88	995,5	2,7
23		13,0	78	997,1	2,2
24		16,8	84	998,9	0,7
25		17,7	93	997,5	1,0
10	5	11,6	89	994,7	0,8
	6	6,0	74	1000,5	3,4
	7	2,0	79	1007,7	1,9
	8	1,1	77	1008,1	0,7
	9	1,3	72	1006,6	1,6
	10	0,3	81	1006,8	1,6
	11	1,8	76	1008,1	1,0
	12	1,1	79	1011,4	0,4
	13	2,9	80	1010,9	0,9
	14	3,4	75	1010,3	0,8
	15	2,3	76	1014,1	0,9
	16	3,4	71	1011,5	2,4
	17	7,8	66	1004,6	1,7
	18	7,3	81	997,5	0,5
19	5,9	90	998,6	1,1	

4 lentelė

Vėjo krypčių pasikartojimas (%) ir vidutinis vėjo greitis (m/s).

Mėnuo, diena	Vėjo kryptys	Š	ŠR	R	PR	P	PV	V	ŠV	Tyka
Gegužės 12-28 d.	%	0,0	3,7	0,0	15,4	0,0	31,6	0,7	29,4	19,1
	m/s	0,0	1,2	0,0	2,0	0,0	2,9	3,5	2,5	0,0
rugsėjo 14-28 d.	%	0,0	6,4	0,0	38,6	0,0	18,3	0,0	21,1	15,6
	m/s	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	1,8	0,0	1,8	0,0
spalio 5-19 d.	%	0,8	23,1	0,6	18,3	0,0	1,4	0,0	21,7	34,2
	m/s	1,7	1,2	1,7	1,2	0,0	1,4	0,0	1,4	0,0

III. APLINKOS ORO TYRIMŲ VYKDYMAS IR REZULTATŲ APTARIMAS

Įvertinus gautus tyrimo rezultatus bei teršalų kilmę galima teigti, kad Zarasų rajono savivaldybės orą labiausiai teršia autotransporto išmetamosios dujos ir stambių pramoninių ūkio subjektų teršalų išmetimai. Higieniniu požiūriu pagrindiniai teršalai: azoto dioksidas, sieros dioksidas, anglies monoksidas ir LOJ. Dalinai aplinkos oro taršos lygis priklauso nuo autotransporto intensyvumo ir eismo organizavimo, gatvių važiuojamosios dalies pločio, vietovės reljefo, meteorologinių sąlygų. Taip pat oro kokybę įtakoja transporto priemonės variklio tipas, galingumas, techninė būklė, darbo režimas, naudojamas kuras. Autotransporto išmetamosios dujos patenka į žemiausią atmosferos sluoksnį, todėl sunkiai išsisklaido.

5 - 7 lentelėse pateiktos 2015 m. vykdytų antropogeninės aplinkos oro taršos tyrimų rezultatų suvestinės.

5 lentelė

2015 m. Zarasų rajono aplinkos oro taršos NO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Taško Nr.	Taško koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tyrimo rezultatas			Ribinė vertė	Matavimo vnt.
	X	Y	2015-05-12/28	2015-09-14/28	2015-10-05/19		
1	641043	6179669	5,62	12,16	7,26	40	µg/m ³
2	641648	6179771	4,83	9,64	8,62	40	µg/m ³
3	641996	6180511	4,27	8,23	5,26	40	µg/m ³

6 lentelė

2015 m. Zarasų rajono aplinkos oro taršos SO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Taško Nr.	Taško koordinatės LKS 94 koordinacijų sistemoje		Tyrimo rezultatas			Ribinė vertė	Matavimo vnt.
	X	Y	2015-05-12/28	2015-09-14/28	2015-10-05/19		
1	641043	6179669	7,51	2,84	3,51	20	µg/m ³
2	641648	6179771	5,29	3,62	2,89	20	µg/m ³
3	641996	6180511	3,64	2,47	3,02	20	µg/m ³

7 lentelė

2015 m. Zarasų rajono aplinkos oro taršos LOJ tyrimo rezultatų suvestinė

Taško Nr.	X	Y	Analitė	Tyrimo rezultatas			Ribinė vertė	Matavimo vnt.
				2015-05-12/28	2015-09-14/28	2015-10-05/19		
1	641043	6179669	Benzenas	3,68	4,62	2,81	5	µg/m ³
			Toluenas	4,81	5,62	4,94	600	µg/m ³
			Etilbenzenas	2,51	3,69	2,91	20	µg/m ³
			m/p-ksilenas	1,28	1,64	2,49	200	µg/m ³
			o-ksilenas	0,78	1,01	1,22	200	µg/m ³
2	641648	6179771	Benzenas	2,54	3,11	2,67	5	µg/m ³
			Toluenas	6,58	6,71	5,21	600	µg/m ³
			Etilbenzenas	1,84	3,58	2,28	20	µg/m ³
			m/p-ksilenas	1,08	1,48	1,94	200	µg/m ³
			o-ksilenas	0,61	1,21	0,74	200	µg/m ³
3	641996	6180511	Benzenas	1,97	3,71	3,72	5	µg/m ³
			Toluenas	5,47	8,14	6,24	600	µg/m ³
			Etilbenzenas	3,57	3,94	3,49	20	µg/m ³
			m/p-ksilenas	0,84	1,34	1,37	200	µg/m ³
			o-ksilenas	0,63	0,94	0,66	200	µg/m ³

Čia: a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos

Išnagrinėjus aukščiau pateiktą 2015 m. pasyvių sorbentų būdu Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje atlikto antropogeninės oro taršos (NO₂; SO₂; lakiųjų organinių junginių (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno) tyrimo rezultatų suvestinę matyti aiškus NO₂; SO₂; lakiųjų organinių junginių (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno) koncentracijų pasiskirstymas Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje.

2015 m. II ketv. Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu taške (X 641043; Y 6179669) buvo užfiksuota santykinai didžiausia NO₂ koncentracija aplinkos ore kuri

siekė 5,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o tuo tarpu santykinai mažiausia NO_2 koncentracija buvo užfiksuota Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje esančiame tyrimo taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 4,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia SO_2 koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 7,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose SO_2 koncentracijos siekė 5,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 3,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia benzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 3,68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose benzeno koncentracijos siekė 2,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 1,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia tolueno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641648; Y 6179771), kuri siekė 6,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose tolueno koncentracijos kito nuo 4,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 5,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia Etilbenzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 3,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose Etilbenzeno koncentracijos kito nuo 2,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 3,57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2015 m. II ketv. Zarasų rajono teritorijoje santykinai aukščiausia m/p-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 1,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose m/p-ksileno koncentracijos kito nuo 0,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 1,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia o-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 0,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose o-ksileno koncentracijos kito nuo 0,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 0,63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2015 m. III ketv. Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu taške (X 641043; Y 6179669) buvo užfiksuota santykinai didžiausia NO_2 koncentracija aplinkos ore kuri siekė 12,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o tuo tarpu santykinai mažiausia NO_2 koncentracija buvo užfiksuota Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje esančiame tyrimo taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 8,23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia SO_2 koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641648; Y 6179771), kuri siekė 3,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose SO_2 koncentracijos siekė 2,47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 2,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono tuo pačiu teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia benzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 4,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose benzeno koncentracijos siekė 3,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 3,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia tolueno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 8,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose tolueno koncentracijos kito nuo 5,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 6,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2015 m. III ketv. Zarasų rajono teritorijoje santykinai aukščiausia Etilbenzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 3,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose Etilbenzeno koncentracijos kito nuo 3,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 3,69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia m/p-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 1,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose m/p-ksileno koncentracijos kito nuo 1,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 1,48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia o-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641648; Y 6179771), kuri siekė 1,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose o-ksileno koncentracijos kito nuo 0,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 1,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2015 m. IV ketv. Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu taške (X 641648; Y 6179771) buvo užfiksuota santykinai didžiausia NO_2 koncentracija aplinkos ore kuri siekė 8,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o tuo tarpu santykinai mažiausia NO_2 koncentracija buvo užfiksuota Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje esančiame tyrimo taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 5,26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia SO_2 koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 3,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose SO_2 koncentracijos siekė 2,89 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 3,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

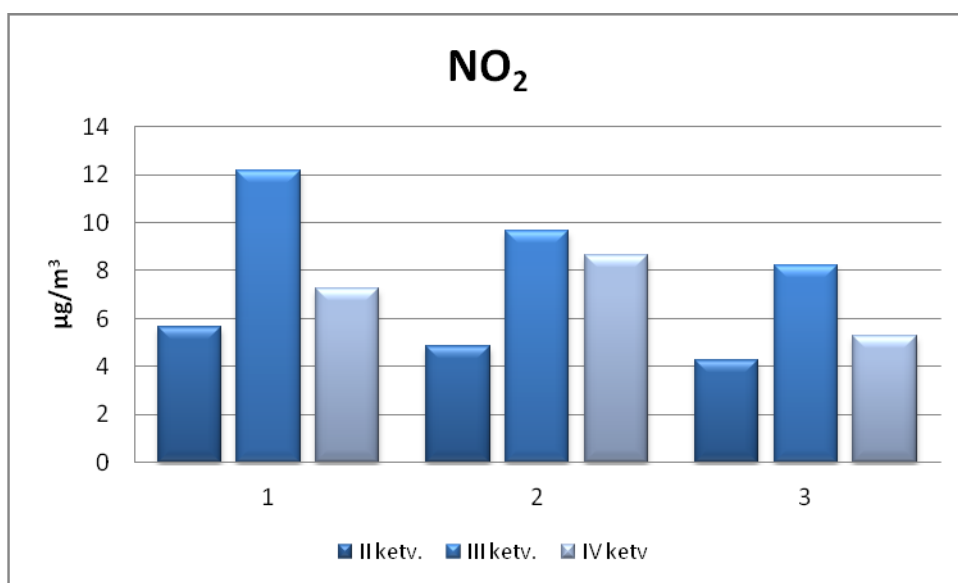
Zarasų rajono tuo pačiu teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia benzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 3,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose benzeno koncentracijos siekė 2,67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ir 2,81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia tolueno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 6,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose tolueno koncentracijos kito nuo 4,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 5,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

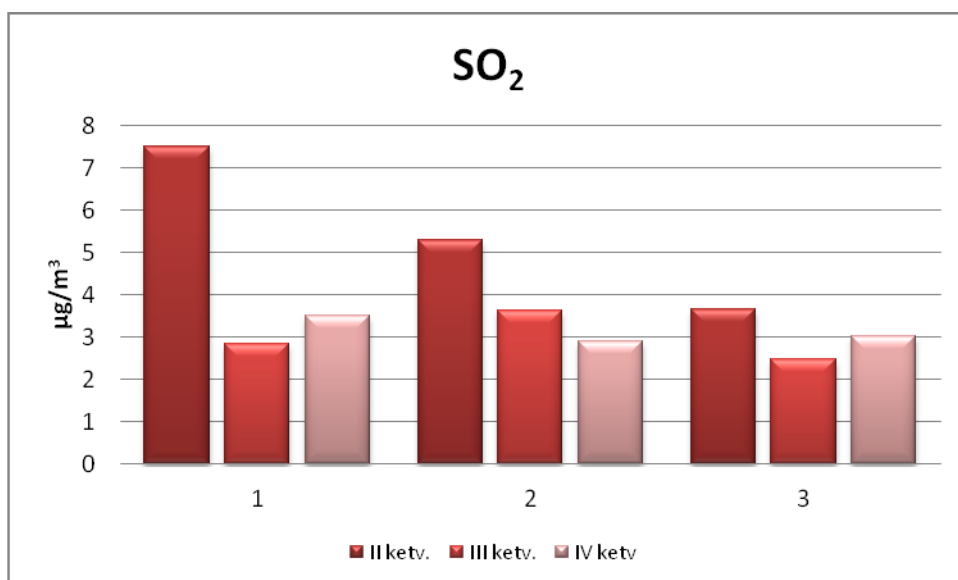
2015 m. IV ketv. Zarasų rajono teritorijoje santykinai aukščiausia Etilbenzeno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641996; Y 6180511), kuri siekė 3,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose Etilbenzeno koncentracijos kito nuo 2,28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 2,91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia m/p-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 2,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose m/p-ksileno koncentracijos kito nuo 1,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 1,94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

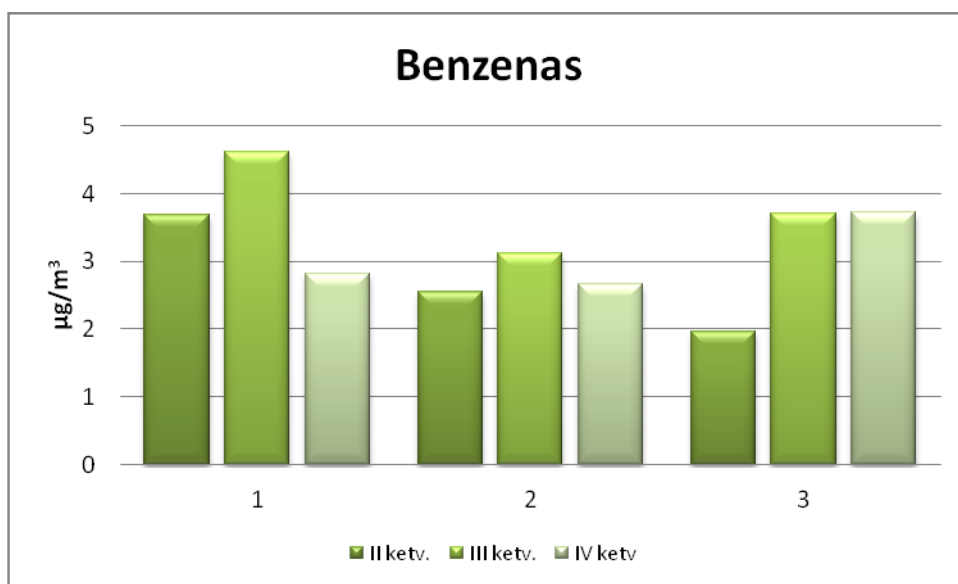
Zarasų rajono teritorijoje tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu santykinai aukščiausia o-ksileno koncentracija aplinkos ore buvo užfiksuota taške (X 641043; Y 6179669), kuri siekė 1,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kituose tyrimo taškuose o-ksileno koncentracijos kito nuo 0,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ iki 0,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



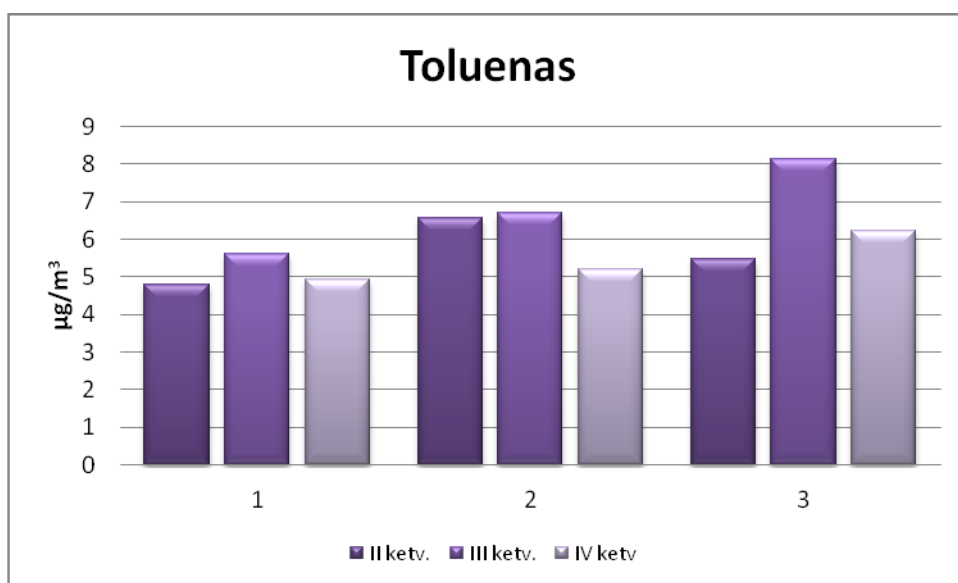
5 pav. NO₂ koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



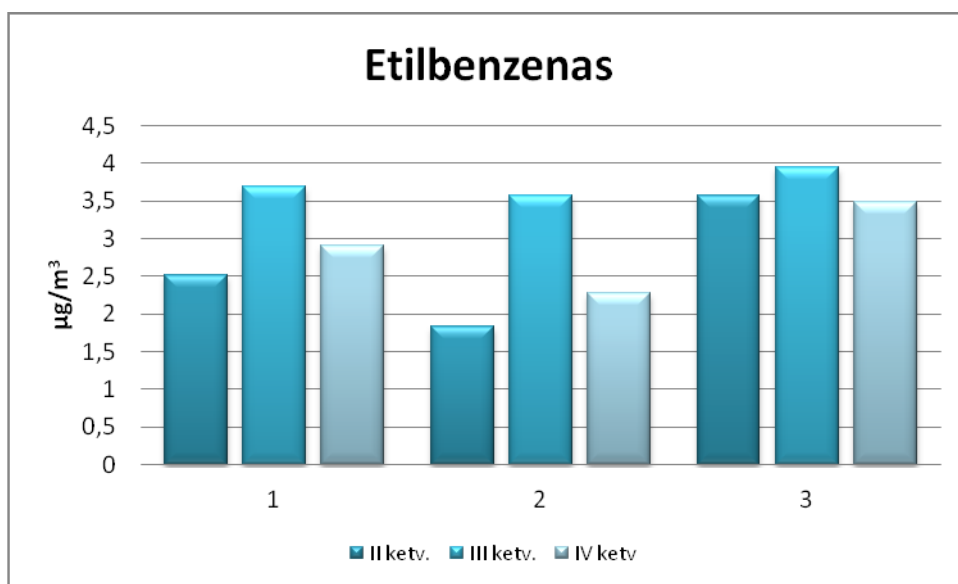
6 pav. SO₂ koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



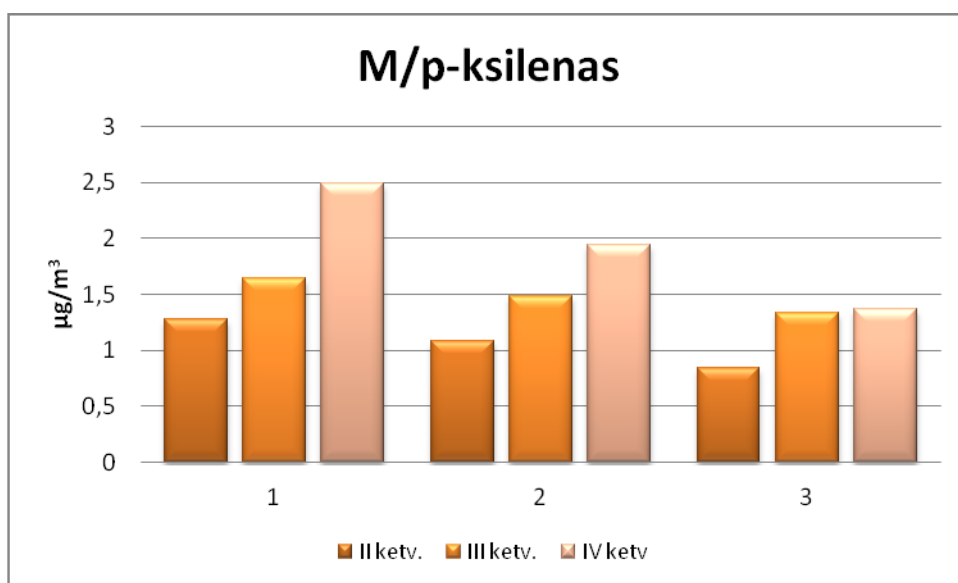
7 pav. Benzeno koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



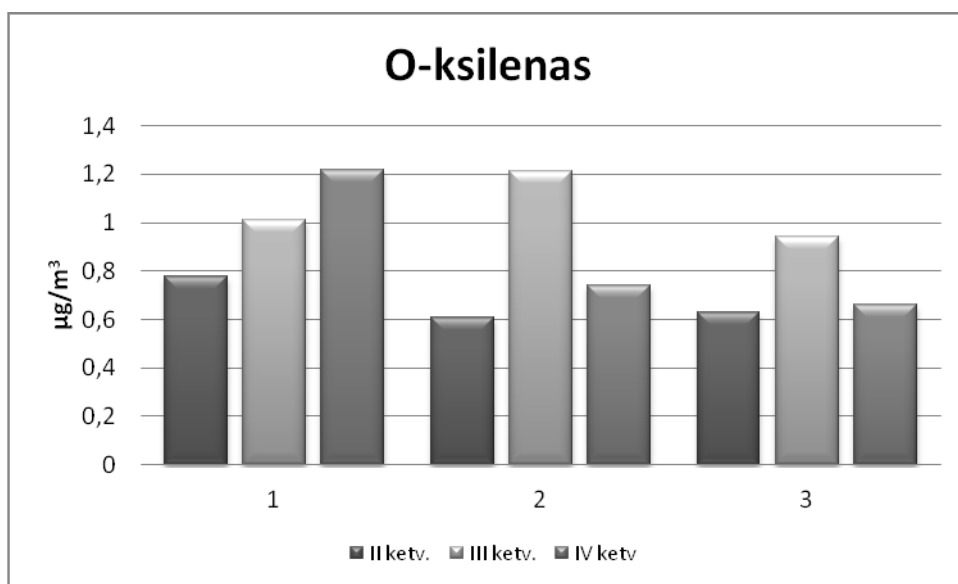
8 pav. Tolueno koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



9 pav. Etilbenzeno koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



10 pav. m/p-ksileno koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone.



11 pav. O-ksilenas koncentracijų pasiskirstymai Zarasų rajone

IV. IŠVADOS

Išnagrinėjus 2015 m. Zarasų rajono teritorijoje atliktų antropogeninės oro taršos tyrimų rezultatus galima suformuluoti tokias išvadas:

Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje NO_2 koncentracijos aplinkos ore kito nuo $4,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $12,16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, SO_2 – nuo $2,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $7,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, benzeno – nuo $1,97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $4,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, etilbenzeno – nuo $1,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $3,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tolueno – nuo $4,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $8,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, m/p-ksileno – nuo $0,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $2,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ir o-ksileno koncentracijos kito nuo $0,61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Santykinai didžiausios aplinkos oro teršalų koncentracijos užfiksuotos Zarasų miesto Sėlių aikštėje nustatytoje matavimo vietoje.

Reikia atkreipti dėmesį, kad Zarasų rajono savivaldybės teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu nebuvo užfiksuota NO_2 ; SO_2 ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) teisės aktuose nustatytų ribinių verčių viršijimų.

Siūlomos oro taršos mažinimo priemonės:

1. Didėjantis automobilių skaičius, transporto infrastruktūros plėtra yra pagrindinis faktorius, įtakojantis rajono aplinkos oro kokybės rodiklius. Zarasų rajono bendrojo plano susisiekimo dalies svarbiausias tikslas yra darnios tarpusavyje sąveikaujančios susisiekimo sistemos kūrimas mažinant transporto srautų poveikį aplinkai, tolygiai vystant vietinių kelių plėtrą,

tobulinant ir plėtojant transporto infrastruktūrą. Minėtiems tikslams įgyvendinti svarbu išspręsti šiuos uždavinius:

- 1) krašto keliuose atlikti dangos stiprinimą ir platinimą;
 - 2) rekonstruoti kelius jungiančius a, b ir c kategorijos gyvenvietes;
 - 3) rajono žvyrkelių asfaltavimo programos spartesnis įgyvendinimas;
 - 4) miesto ir priemiestinio viešojo transporto sistemos plėtra, transporto techninės būklės gerinimas;
 - 5) dviračių ir pėsčiųjų takų tiesimas rajono miestuose bei gyvenvietėse ir už jų ribų;
 - 6) degalinių tinklo plėtra;
2. Centralizuoto aprūpinimo šiluma sistemos plėtra, daugiabučių gyvenamųjų namų, švietimo, kultūros, sveikatos priežiūrų įstaigų pastatų modernizavimas, energetinio efektyvumo, šiluminės varžos rodiklių gerinimas, centralizuotai tiekiamos šilumos nuostolių mažinimas.
3. Visuomenės ekologinio švietimo programų vykdymas, skatinant energijos vartojimo efektyvumo ir atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą individualių gyvenamųjų namų apšildymui, karšto vandens ruošimui. Vykdyti visuomenės švietimo, lavinimo, informavimo institucijų skatintimą, siekiant efektyvesnio visuomenės dalyvavimo Žemės dienos, Europos judriosios savaitės ir kituose ekologiniuose renginiuose.

V. LITERATŪRA

1. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos buklė 2010. Tik faktai, 2011.
2. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos buklė. 2011. Tik faktai, 2012 .
3. Aplinkos apsaugos agentūra. Oro monitoringo vietos. Mažeikiai. 2009.
4. Avogbe, P. H.; Ayi-Fanou, L.; Autrup, H.; Loft, S.; Fayomi, B.; Sanni, A.; Vinzents, P.; Møller, P. 2005. Ultrafine particulate matter and high-level benzene urban air pollution in relation to oxidative DNA damage. *Carcinogenesis* 26;
5. Colvile, R. N.; Hutchinson, E. J.; Warren, R. F. 2002. The transport sector as a source of air pollution. *Developments in Environmental Sciences* 1.
6. COM 1998 COM (1998) 591 final. Proposal for a COUNCIL DIRECTIVE relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air.
7. Fenger, J. 2009. Air pollution in the last 50 years – From local to global. *Atmospheric Environment*.
8. Kauno aplinkos kokybės tyrimai: oro kokybė. Viešosios įstaigos “Kauno miesto aplinkos kokybės tyrimai” 2007 metų veiklos ataskaita. Kaunas, 2008.
9. Klibavičius A. Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas. Vilnius: Technika, 1998.

10. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. Nr. 591/640 įsakymas „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymas“ (Žin., 2001, Nr. 106-3827).
11. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. birželio 11 d. Nr. D1-329/V-469 įsakymas „Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo ir teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių patvirtinimo“ (Žin., 2007, Nr. 67-2627).
12. Nacionalinių taršos mažinimo bei oro kokybės vertinimo programų paruošimas Europe Aid/114743/D/SV/LT. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas. Vilnius, 2010.
13. Paulauskienė, T. 2008. Oro taršos lakiaisiais organiniais junginiais tyrimas ir jos mažinimas naftos terminaluose. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika.
14. Seinfeld, J. H.; Pandis, N. S. 1998. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. New York – Wiley-Interscience.