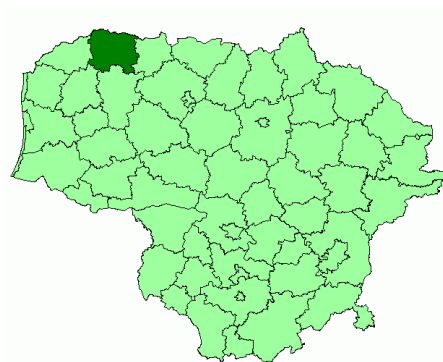


**MAŽEIKIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS
APLINKOS ORO MONITORINGO ATASKAITA
UŽ 2019 METUS**



Šiauliai, 2019

Už Mažeikių rajono savivaldybės 2015-2019 m. aplinkos oro monitoringo programos įgyvendinimą atsakingas asmuo ir šią konsoliduotą ataskaitą parengė pagal tarptautinį standartą LST EN ISO/IEC 17025:2005 akredituotos Darnaus vystymosi instituto Tyrimų laboratorijos vedėjas dr. Kęstutis Navickas ir kokybės vadybininkas Ramūnas Markauskas



Mažeikių rajono savivaldybės administracija

Laisvės g. 8, LT-89223 Mažeikiai

Tel.: (8 443) 98 204

Faks.: (8 443) 25 844

www.mazeikiai.lt



Darnaus vystymosi institutas

Aušros al. 66 a., Šiauliai LT-76233

Tel. (8 ~ 672) 26 226

El.p.: info@institute.lt

www.institute.lt

TURINYS

I. BENDROJI DALIS.....	4
II. APLINKOS ORO MONITORINGO VYKDYMAS	4
III. IŠVADOS	19
IV. LITERATŪRA	22

I. BENDROJI DALIS

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

UAB „Darnaus vystymosi institutas“, remiantis 2015-06-11 d. pasirašyta Paslaugų teikimo sutartimi Nr. MS-169, įgyvendina Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos oro monitoringo 2015-2019 m. programą.

Nuo 2015 m. pabaigos Darnaus vystymosi instituto sukurtoje interaktyvioje Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos informacijos integruotoje duomenų bazėje – AIIDB (<http://www.mazeikiumentoringas.lt/>) yra moderniai kaupiami, nuolatos atnaujinami bei interaktyviai pateikiami visuomenei Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos monitoringo tyrimų duomenys.

II. APLINKOS ORO MONITORINGO VYKDYMAS

2019 m. I - IV ketv. Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje buvo atlikti antropogeninės oro taršos tyrimai.

2019 m. I ketv. Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant difuzinius ėmiklius (pasyvius sorbentus), atlikti nuo 2019-02-18 iki 2019-03-04 d.

2019 m. II ketv. Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant difuzinius ėmiklius (pasyvius sorbentus), atlikti nuo 2019-04-15 iki 2019-04-29 d.

2019 m. III ketv. Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų

tyrimai, panaudojant difuzinius ėmiklius (pasyvius sorbentus), atlikti nuo 2019-08-23 iki 2019-09-06 d.

2019 m. IV ketv. Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEx)) koncentracijų tyrimai, panaudojant difuzinius ėmiklius (pasyvius sorbentus), atlikti nuo 2019-11-04 iki 2019-11-18 d.

Tyrimams vadovavo dr. Kęstutis Navickas. Difuziniuose ėmikliuose sukaupėtų aplinkos oro teršalų laboratoriniai tyrimai atlikti akredituotoje laboratorijoje: *Gradko International Ltd.* (Europos akreditacijos organizacijai priklausančios akreditavimo įstaigos „United Kingdom Accreditation Service“ išduoto akreditacijos pažymėjimo Nr. 2187).

Tyrimo tikslas: gauti ir teikti sistemingą matavimais ar kitais metodais pagrįstą informaciją, skirtą optimaliam aplinkos oro kokybės reguliavimui užtikrinti, apie dydžių (koncentracijų ore lygiai, srautai į žemės paviršių ir kt.) pokyčius laiko ir erdvės atžvilgiu.

Tyrimo uždaviniai:

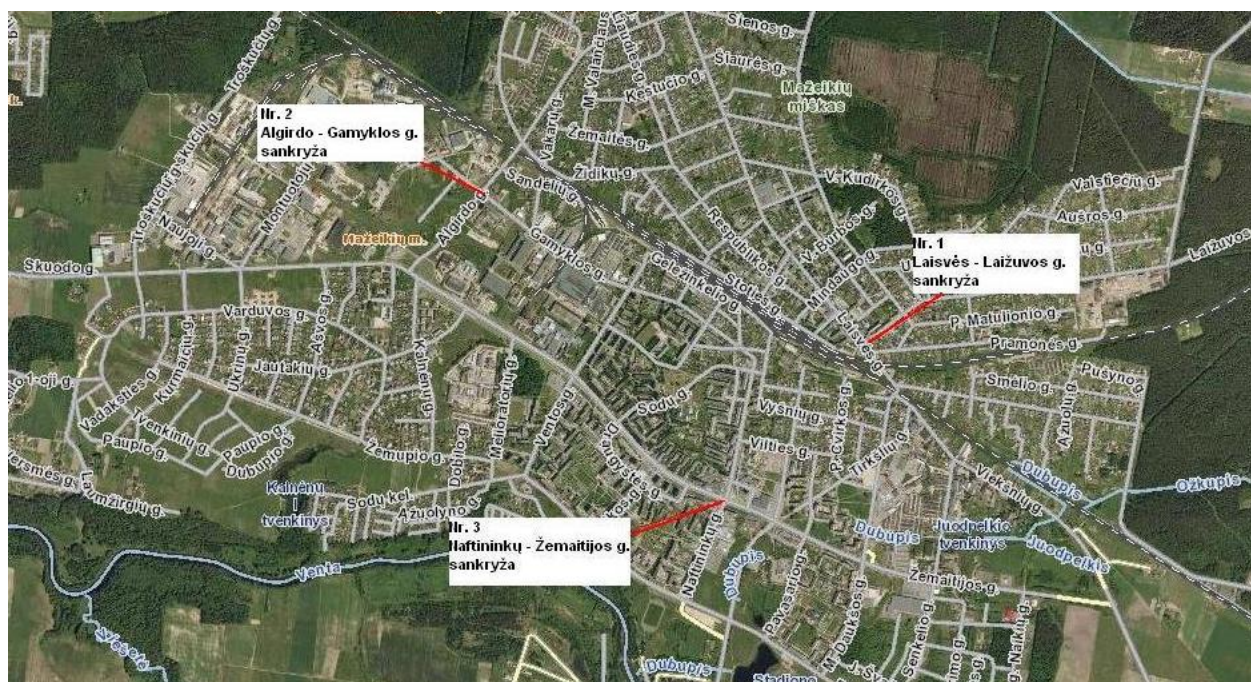
1. Kaupti ir pateikti patikimą informaciją apie aplinkos oro užterštumo lygį;
2. Vertinti taršos pernašų iš kitų šalių įtaką;
3. Nustatyti aplinkos oro kokybės pokyčių priežastis;
4. Vertinti aplinkos oro kokybę Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje.

Tyrimo objektas: žemiau pateikiame antropogeninės oro taršos stebėsenos vietas bei jų koordinates LKS94 koordinatų sistemoje:

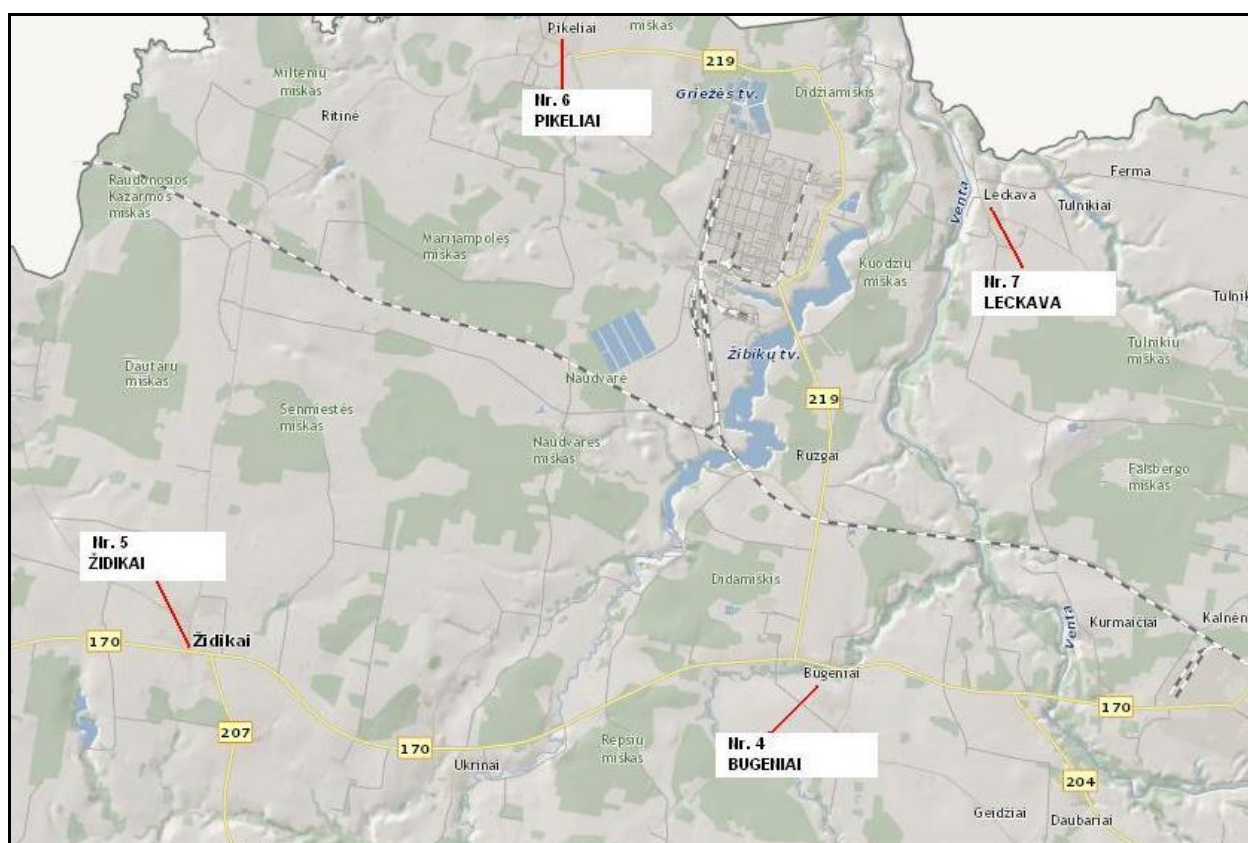
1 lentelė

Aplinkos oro užterštumo matavimo vietos Mažeikių rajono savivaldybėje

Eil. Nr.	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinatų sistemoje	
		X	Y
1.	Laisvės – Laižuvos g. sankryža, Mažeikiai	397837	6243135
2.	Algirdo – Gamyklos g. sankryža, Mažeikiai	395917	6243886
3.	Naftininkų – Žemaitijos g. sankryža, Mažeikiai	397138	6242368
4.	Bugeniai	388654	6243677
5.	Židikai	377026	6244965
6.	Pikeliai	383432	6255415
7.	Leckava	391105	6252524



1 pav. Aplinkos oro kokybės tyrimo vietų išdėstymas Mažeikiuose.



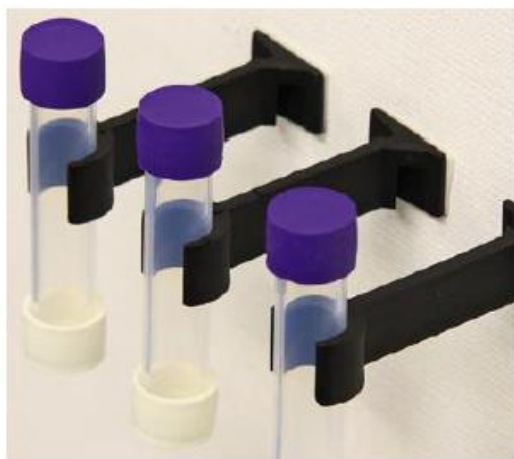
2 pav. Aplinkos oro kokybės tyrimo vietų išdėstymas Mažeikių rajone

Tyrimo metodika

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje NO_2 ; SO_2 , lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų matavimams aplinkos ore naudoti pasyvūs sorbentai paruošti akredituotoje laboratorijoje Gradko International Ltd.

Pasyvusis sorbentas tai paprastai nedidelis difuzinis vamzdelis, kurio vienas galas yra užpildytas sorbentu gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro be papildomo aktyvaus oro siurbimo (žr. 3-5 pav.). Dvi savaites NO_2 ; SO_2 , lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, 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 po specialiais gaubtais, siekiant, kad pasyvūs sorbentai būtų apsaugoti nuo galimų kritulių poveikio.

Pasyvūs sorbentai buvo kabinami 3-4 metrų aukštyje. Pasirūpinta, kad pritvirtinti sorbentai nebūtų lengvai prieinami pašaliniams asmenims. Prieš eksponavimą ir po jo visi pasyvūs sorbentai buvo sandariai uždaromi ir laikomi vėsioje, tamsioje vietoje. Eksponuojant pasyviuosius sorbentus bei atliekant rezultatų vertinimą buvo atsižvelgta į nurodytus reikalavimus, kurie pateikiami kartu su pasyviųjų sorbentų techninėmis charakteristikomis.



3 pav. SO_2 pasyvus sorbentas



4 pav. NO_2 pasyvus sorbentas



5 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).

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

- LST EN 13528-1:2003 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai“;

- LST EN 13528-2:2003 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 2 dalis. Specialieji reikalavimai ir bandymo metodai“;
- LST EN 13528-3:2004 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 3 dalis. Parinkimo, naudojimo ir priežiūros vadovas“.
- LST EN ISO 16017-2:2004 Patalpų, aplinkos ir darbo vietos oras. Lakiųjų organinių junginių mėginių ėmimas ir analizė naudojant sorbcinius vamzdelius, terminę desorbciją ir kapiliarinę dujų chromatografiją. 2 dalis. Difuzinis mėginių ėmimas (ISO 16017-2:2003).

Pažymėtina, kad konsoliduotai lakiųjų organinių junginių (LOJ) išraiškai ir daugeliui prie LOJ priskiriamų elementų nėra nustatytų ribinių verčių. Nežiūrint į tai benzenas yra indikatorius kitiems organiniams junginiams; jeigu benzeno koncentracija neviršija nustatytų normų, tai reiškia, kad kitų organinių junginių koncentracijos neturi neigiamo poveikio žmonių sveikatai.

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 lietuų komponentų.

Sieros dioksido poveikis aplinkai dažniausiai pasireiškia per jo oksidacijos produktus. Esant tiesioginiam žmogaus odos kontaktui su SO_2 , oda sudirginama, esant didesnėms koncentracijoms, gali nudegti. Įkvėptas SO_2 suvaržo bronchus, kartu pasunkina ir padažnina kvėpavimą ir širdies ritmą. SO_2 gali paspartinti esamų kvėpavimo takų ligas. SO_2 ir kietosios dalelės veikia sinergetiškai, nes paspartina SO_2 oksidaciją į sieros rūgštį.

Įkvėpta sieros rūgštis (H_2SO_4) 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 SO_2 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 (NO_2). Azotas (N_2) 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 (N_2) jungiasi su atmosferos deguoniu (O_2) ir sudaro azoto oksidą (NO), kuris atmosferoje palaipsniui oksiduojasi iki azoto dioksido (NO_2).

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 NO_2 yra rudos spalvos, slogaus kvapo dujos. Patekęs į žmogaus organizmą, jis dirgina kvėpavimo takus ir gali sukelti sveikatos pablogėjimų esant koncentracijai ore nuo $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. NO_2 apsunkina kvėpavimą, padidina jo dažnumą, sumažina plaučių atsparumą infekcijoms. NO_2 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, reaguoją 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 nevėdintoje 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 Mažeikių 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 sūkuriai - ciklonai - vyrauja palankios sąlygos teršalų išsisklaidymui dėl dažnos orų kaitos, stipresnio vėjo, gausios lietaus arba sniego, kurie greitai išsklaido arba išplauna, nusodina kenksmingus oro teršalus.

Pasyvių sorbentų eksponavimo metu Mažeikių MS užfiksuota vidutinė oro temperatūra (°C), sant. oro drėgnumas (%), kritulių kiekis (mm), vid. vėjo greitis (m/s) saugomi Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos duomenų bazėse ir yra prienami visuomenei teisės aktų nustatyta tvarka.

Tyrimo rezultatai

Įvertinus gautus tyrimo rezultatus bei labiausiai tikėtiną aplinkos oro teršalų kilmę galima teigti, kad didžiausiais Mažeikių rajono savivaldybės oro taršos šaltiniais išlieka autotransporto ir stambių pramoninių ūkio subjektų teršalų išmetimai. Higieniniu požiūriu pagrindiniai teršalai: azoto dioksidas, sieros dioksidas, anglies monoksidas 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.

3-5 lentelėse pateiktos 2019 m. vykdytų antropogeninės oro taršos tyrimų statistinės lentelės.

3 lentelė

2019 m. I-IV ketv. Mažeikių rajono aplinkos oro taršos NO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Taško Nr.	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	I ketv.	II ketv.	III ketv.	IV ketv.	
1	Laisvės – Laižuvos g. sankryža, Mažeikiai	397837	6243135	22,81	25,68	20,37	21,11	40
2	Algirdo – Gamyklos g. sankryža, Mažeikiai	395917	6243886	11,83	23,14	21,79	17,59	40
3	Naftininkų – Žemaitijos g. sankryža, Mažeikiai	397138	6242368	16,38	28,17	23,51	20,19	40
4	Bugeniai	388654	6243677	5,08	5,86	4,25	4,60	40
5	Židikai	377026	6244965	6,55	5,04	4,37	4,62	40
6	Pikeliai	383432	6255415	4,87	5,61	5,04	4,81	40
7	Leckava	391105	6252524	4,87	4,67	4,09	4,04	40

4 lentelė

2019 m. I-IV ketv. Mažeikių rajono aplinkos oro taršos SO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Taško Nr.	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	I ketv.	II ketv.	III ketv.	IV ketv.	
1	Laisvės – Laižuvos g. sankryža, Mažeikiai	397837	6243135	6,80	12,58	7,79	8,42	20
2	Algirdo – Gamyklos g. sankryža, Mažeikiai	395917	6243886	10,00	13,74	8,92	9,68	20
3	Naftininkų – Žemaitijos g. sankryža, Mažeikiai	397138	6242368	9,38	10,76	9,65	8,53	20
4	Bugeniai	388654	6243677	10,78	15,62	5,02	4,53	20
5	Židikai	377026	6244965	11,25	9,11	5,42	3,31	20
6	Pikeliai	383432	6255415	13,71	2,76	3,04	5,91	20
7	Leckava	391105	6252524	15,29	13,80	4,32	4,57	20

Čia: a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos

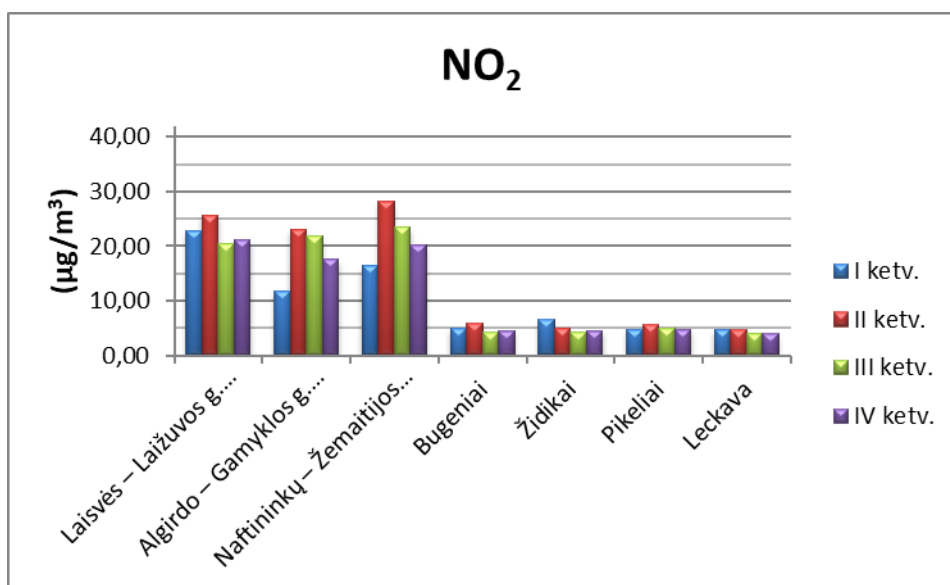
5 lentelė

2019 m. I-IV ketv. Mažeikių rajono aplinkos oro taršos LOJ tyrimo rezultatų suvestinė

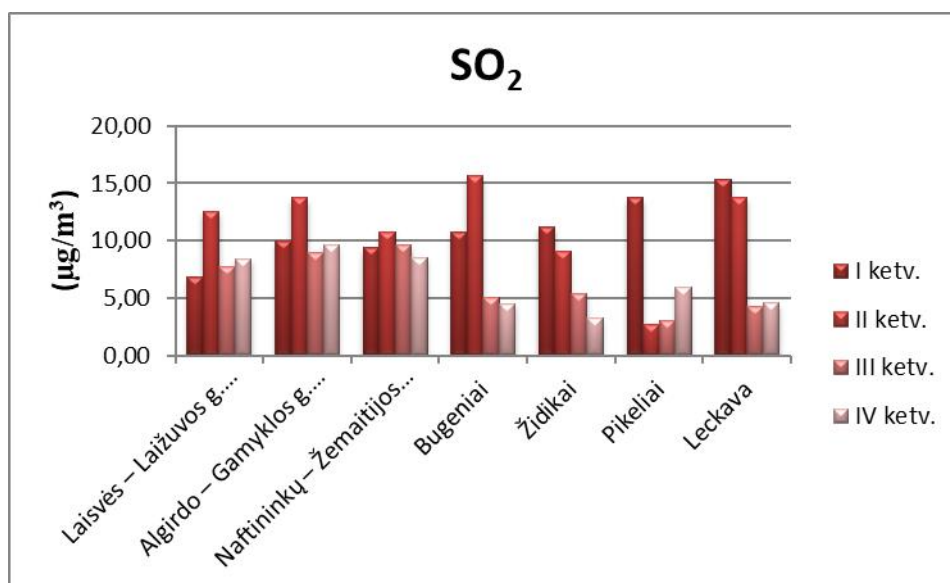
Taško Nr.	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Analitė	Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y		I ketv.	II ketv.	III ketv.	IV ketv.	
1	Laisvės – Laižuvos g. sankryža, Mažeikiai	397837	6243135	Benzenas	1,17	0,76	1,01	0,88	5
				Toluenas	1,11	0,89	1,36	1,05	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	0,69	0,60	20
				m/p-ksilenas	0,77	a<0,51	0,53	0,55	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,65	a<0,51	200
2	Algirdo – Gamyklos g. sankryža, Mažeikiai	395917	6243886	Benzenas	0,96	0,65	0,73	0,78	5
				Toluenas	0,82	0,84	0,87	0,79	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	0,70	0,64	20
				m/p-ksilenas	0,61	0,68	0,91	0,68	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,75	0,55	200
3	Naftininkų – Žemaitijos g. sankryža, Mažeikiai	397138	6242368	Benzenas	1,21	0,82	1,18	0,99	5
				Toluenas	2,26	1,16	1,56	1,54	600
				Etilbenzenas	a<0,51	1,56	1,81	0,69	20
				m/p-ksilenas	1,09	1,31	1,64	0,94	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	a<0,51	a<0,51	200
4	Bugeniai	388654	6243677	Benzenas	1,24	0,64	0,79	0,75	5
				Toluenas	0,53	0,92	1,22	0,84	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	0,63	0,56	20
				m/p-ksilenas	a<0,51	0,76	1,15	0,69	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	a<0,51	a<0,51	200
5	Židikai	377026	6244965	Benzenas	0,84	0,80	1,09	0,85	5
				Toluenas	a<0,43	1,37	1,21	0,88	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	0,77	0,56	20
				m/p-ksilenas	a<0,51	0,90	1,15	0,75	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,59	a<0,51	200
6	Pikeliai	383432	6255415	Benzenas	0,80	0,89	1,15	0,81	5

				Toluenas	0,54	0,84	1,17	0,74	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	a<0,51	0,55	20
				m/p-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,69	a<0,51	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,70	0,53	200
7	Leckava	391105	6252524	Benzenas	0,72	0,49	0,66	0,56	5
				Toluenas	a<0,43	a<0,43	0,43	0,67	600
				Etilbenzenas	a<0,51	a<0,51	0,57	0,56	20
				m/p-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,66	a<0,51	200
				o-ksilenas	a<0,51	a<0,51	0,73	0,54	200

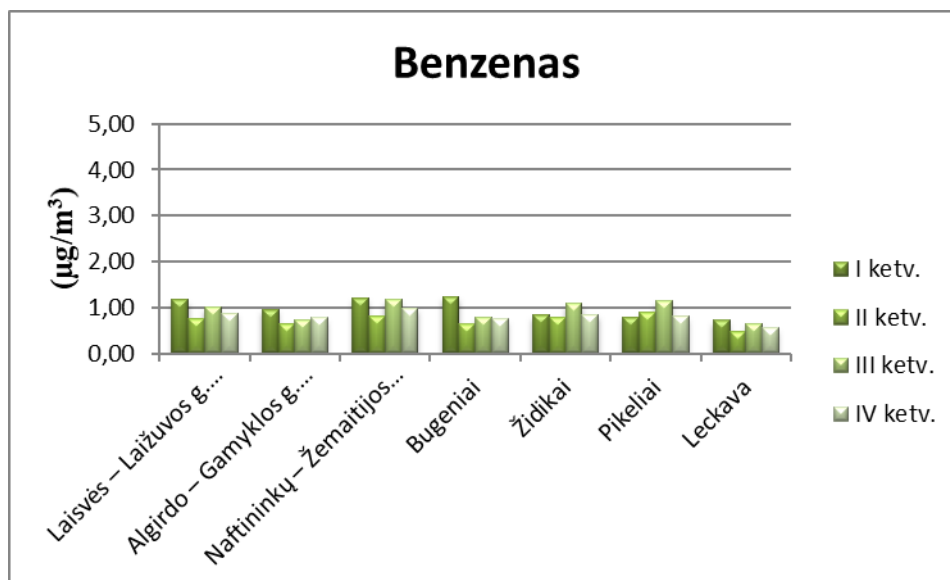
Žemiau esančiuose 6 – 12 pav. pateikiame Mažeikių rajono savivaldybėje 2019 m. I-IV ketv. atliktų aplinkos oro tiriamų analizių koncentracijų vizualizaciją.



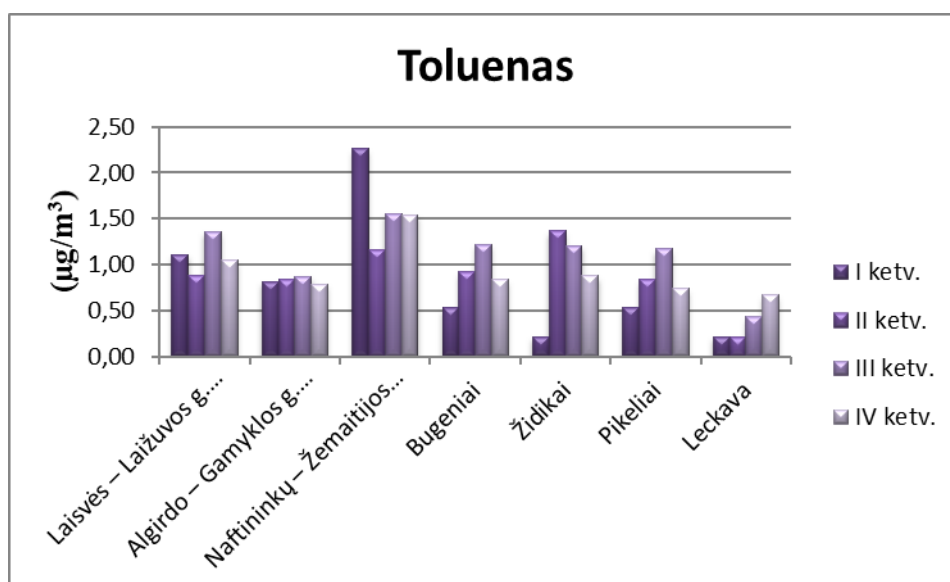
6 pav. 2019 m. NO₂ koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė (40 µg/m³).



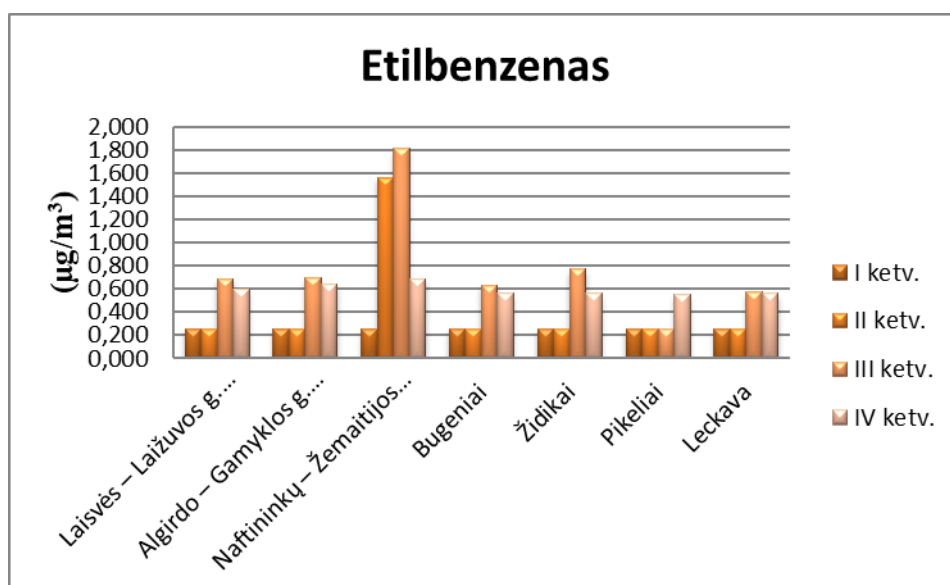
7 pav. 2019 m. SO₂ koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė (20 µg/m³).



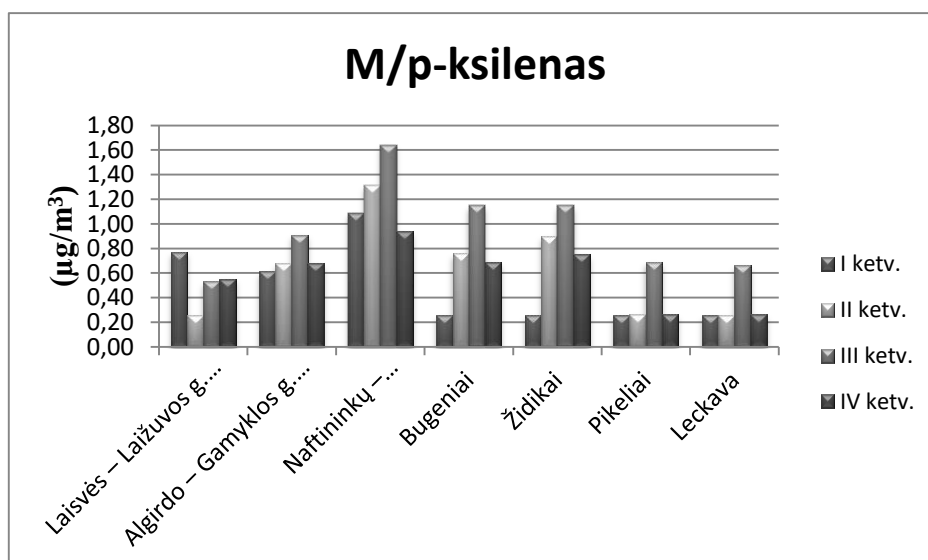
8 pav. 2019 m. Benzeno koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



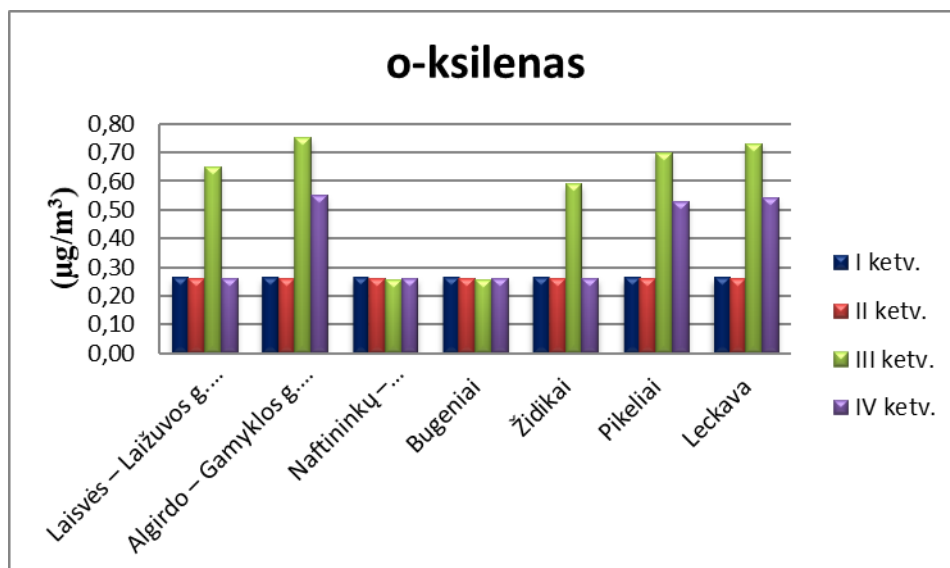
9 pav. 2019 m. Tolueno koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė ($600 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



10 pav. 2019 m. Etilbenzeno koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



11 pav. 2019 m. m/p-ksileno koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



12 pav. 2019 m. o-ksileno koncentracijų pasiskirstymai Mažeikių rajone. Ribinė vertė ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Per 2019 m. Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje nustatytose tyrimo vietose NO_2 koncentracijos aplinkos ore kito nuo $4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $28,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mažeikių rajono teritorijoje vidutinė NO_2 koncentracija 2019 m. I ketv. buvo $10,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 m. II ketv. buvo $14,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $11,92 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv. buvo $10,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tuo pačiu nagrinėjamu laikotarpiu SO_2 koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore kito nuo $2,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $15,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pažymima, kad Mažeikių miesto teritorijoje vidutinė SO_2 koncentracija 2019 m. I ketv. buvo $11,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o 2019 m. II ketv. buvo $11,20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $6,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv. buvo $6,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzeno koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore kito nuo $0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Akcentuotina, kad Mažeikių miesto teritorijoje vidutinė benzeno koncentracija 2019 m. I ketv. buvo $0,99 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 m. II ketv. buvo $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $0,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv., buvo $0,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tolueno koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore kito nuo $0,215 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $2,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pažymėtina, kad Mažeikių miesto teritorijoje vidutinė tolueno koncentracija 2019 m. I ketv. buvo $0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 m. II ketv. buvo $0,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $1,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 2019 m. IV ketv. buvo $0,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje etilbenzeno koncentracijos aplinkos ore kito nuo $0,255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mažeikių miesto teritorijoje vidutinė etilbenzeno koncentracijos 2019 m. I ketv. buvo $0,255 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 2019 m. II ketv. vidutinė etilbenzeno koncentracija buvo $0,222 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv. vidutinė etilbenzeno koncentracija buvo $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje m/p-ksileno koncentracijos aplinkos ore kito nuo $0,255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Akcentuotina, kad Mažeikių miesto teritorijoje m/p-ksileno

koncentracija 2019 m. I ketv. buvo $0,352 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2019 m. II ketv. vidutinė m/p-ksileno koncentracija buvo $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv. vidutinė m/p-ksileno koncentracija buvo $0,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tuo pačiu tiriamuoju laikotarpiu o-ksileno koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore kito nuo $0,255 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pažymėtina, kad Mažeikių miesto teritorijoje o-ksileno koncentracija 2019 m. I ir II ketv. buvo $0,255 \mu\text{g}/\text{m}^3$, III ketv. buvo $0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IV ketv. vidutinė o-ksileno koncentracija buvo $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2019 metais Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje nebuvo užfiksuota NO_2 ir SO_2 teisės aktuose nustatytų ribinių verčių viršijimų.

III. IŠVADOS

Išnagrinėjus 2019 m. I-IV ketv. Mažeikių rajono teritorijoje atliktų antropogeninės oro taršos tyrimų rezultatus galima suformuluoti tokias išvadas:

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje NO_2 koncentracijos aplinkos ore kito nuo $4,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $28,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė NO_2 koncentracija buvo $11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tuo pačiu nagrinėjamu laikotarpiu SO_2 koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore kito nuo $2,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $15,62 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė SO_2 koncentracija buvo $8,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzeno koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore per 2019 m. kito nuo $0,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė benzeno koncentracija buvo $0,865 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tolueno koncentracijos Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos ore per 2019 m. kito nuo $a<43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $2,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė tolueno koncentracija buvo $0,937 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje etilbenzeno koncentracijos aplinkos ore per 2019 m. kito nuo $a<0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė etilbenzeno koncentracija buvo $0,513 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje m/p-ksileno koncentracijos aplinkos ore per 2019 m. kito nuo $a<0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė m/p-ksileno koncentracija buvo $0,668 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mažeikių miesto ir rajono teritorijoje o-ksileno koncentracijos aplinkos ore per 2019 m. kito nuo $a<0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vidutinė metinė o-ksileno koncentracija buvo $0,358 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pažymėtina, kad Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje tiriamuoju laikotarpiu nebuvo užfiksuota NO_2 ir SO_2 teisės aktuose nustatytų ribinių verčių viršijimų.

Pažymėtina, kad užfiksuoti Mažeikių rajono savivaldybėje santykinai didesni į aplinkos orą stacionarių ir mobilių taršos šaltinių, su degimo procesais glaudžiai susijusių, išmetamų SO₂ teršalų kiekiai tapo vieni iš svarbiausių faktorių, sąlygojančių Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos oro kokybę. Privačių ir juridinių asmenų sieros turinčio organinio kuro, dažniausiai anglies ir naftos produktų, intensyvesnis deginimas susijęs su gamybos apimčių padidėjimu bei privačių namų ūkiuose išaugusiais šiluminės energijos poreikiais tendencingai išmetė didesnius SO₂ teršalų kiekius Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos orą. Tokio pobūdžio teršalų emisijas galima mažinti keičiant daugiausia šiuo metu naudojamas organinio kuro rūšis į kitas, labiau ekologiškas. Kai kurios pramonės ir energetikos įmonės, siekdamos mažinti SO₂ emisijas dažnai panaudoja „vamzdžio galo“ technologinius sprendimus, kurie yra paremti emisijų regeneraciniu nusierinimu.

Vienas iš pagrindinių Mažeikių miesto ir rajono aplinkos oro taršos lakiaisiais organiniais junginiais (LOJ) šaltinių yra autotransporto išmetamo į aplinką nesudegusio kuro garavimas. 2019 m. I ketv. Mažeikių miesto ir rajono teritorijoje lakiųjų organinių junginių (LOJ) koncentracijų padidėjimas gali būti siejamas su tendencingu transporto srauto eismo intensyvumo padidėjimu. Be to, LOJ sklidimą Mažeikių miesto ir rajono teritorijos žemesniame atmosferos sluoksnyje lemia vėjo kryptis ir greitis, aplinkos drėgmė, vertikali oro turbulencija bei reljefo ypatumai. Paprastai didėjant aplinkos oro temperatūrai LOJ garavimo procesas intensyvėja. Dėl šios priežasties intensyviausias LOJ garavimas fiksuojamas santykinai šiltesniu metų laiku. Šiluminė turbulencija (konvekcija) daro pakankamai didelę įtaką vertikaliam oro judėjimo intensyvumui, kuri susidaro, tik esant „judriai būsenai“, t.y. kylant aukštyn mažėja aplinkos oro temperatūra. Iš čia seka, kad egzistuoja paros, mėnesio, metų laiko turbulencijos ritmas, kurio didžiausia reikšmė pasiekama vasarą. Tokie turbulenciniai ritmai sudaro prielaidas turbulencinei atmosferos struktūros kaitai ir išryškina atmosferos maišymosi savybės prigimtį. Pučiant vėjui LOJ teršalų koncentracija už taršos šaltinio turi mažėjimo tendenciją, nes įvyksta teršalų susimaišymo su aplinkos oro procesas. Kuo didesnis vėjo greitis, tuo greičiau vyksta LOJ susimaišymo su aplinkos oru procesas. Vyraujanti vėjo kryptis formuoja aplinkos oro teršalų judėjimo ašinę liniją. Pažymėtina, kad atmosferos slėgis daro mažiausią įtaką LOJ garavimo intensyvumui. Kuomet atmosferos slėgis mažesnis už 760 mm Hg st., tai atmosferoje susidaręs slėgių skirtumas skatina LOJ garavimą. Kuomet atmosferos slėgis didesnis už 760 mm Hg st., tai atmosferoje susidaręs hyper-slėgis mažina LOJ garavimą. Aukščiau identifikuotų meteorologinių parametų įtaka LOJ garavimui ir sklaidai žemesniame atmosferos sluoksnyje dažnai skiriasi kuomet tam tikras meteorologinis parametras pasižymi santykinai aukštesnėmis intervencinėmis savybėmis kitų meteorologinių parametų atžvilgiu ir daro santykinai didesnę įtaką LOJ garavimui bei sklaidai.

Pažymėtina, kad užfiksuoti Mažeikių rajono savivaldybėje santykinai didesni į aplinkos orą stacionarių ir mobilių taršos šaltinių, su degimo procesais glaudžiai susijusių, išmetamų SO₂

teršalų kiekiai tapo vieni iš svarbiausių faktorių, sąlygojančių Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos oro kokybę. Privačių ir juridinių asmenų sieros turinčio organinio kuro, dažniausiai anglies ir naftos produktų, intensyvesnis deginimas susijęs su gamybos apimčių padidėjimu bei privačių namų ūkiuose išaugusiais šiluminės energijos poreikiais tendencingai išmetė didesnius SO₂ teršalų kiekius Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos orą. Tokio pobūdžio teršalų emisijas galima mažinti keičiant daugiausia šiuo metu naudojamas organinio kuro rūšis į kitas, labiau ekologiškas. Kai kurios pramonės ir energetikos įmonės, siekdamos mažinti SO₂ emisijas dažnai panaudoja „vamzdžio galo“ technologinius sprendimus, kurie yra paremti emisijų regeneraciniu nusierinimu.

Siūlomos oro taršos mažinimo priemonės:

1. Didėjantis automobilių skaičius, transporto infrastruktūros plėtra yra pagrindinis faktorius, įtakojantis rajono aplinkos oro kokybės rodiklius. Mažeikių 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) rajono žvyrkelių asfaltavimo programos spartesnis įgyvendinimas;
- 2) rekonstruoti kelius jungiančius a, b ir c kategorijos gyvenvietes;
- 3) krašto keliuose atlikti dangos stiprinimą ir platinimą;
- 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, informacinės sklaidos skatinimą, siekiant efektyvesnio visuomenės dalyvavimo Žemės dienos, Europos judriosios savaitės ir kituose ekologiniuose renginiuose.

IV. LITERATŪRA

1. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos būklė 2010. Tik faktai, 2011.
2. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos būklė. 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.; Sanni1, 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. Colville, 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.