



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

Aplinkos apsaugos institutas

MAŽEIKIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS ORO MONITORINGAS 2009-2012 METAIS

2009 METŲ ATASKAITA



Aplinkos apsaugos instituto direktorius

Prof. habil. dr. Pranas Baltėnas

Temos vadovas

Prof. habil. dr. Pranas Baltėnas

Vilnius 2009

Užsakovas: Mažeikių rajono savivaldybės administracija

2009 m. birželio 8 d. Sutartis Nr. 3208-MA/MS-301

Vykdytojai:

Atsakinga vykdytoja

Dr. Edita Baltrėnaitė

Dokt. Vaida Šerevičienė

Dokt. Raimondas Buckus

Tech. Julius Lekšaitis

Naudojant šioje ataskaitoje pateiktą informaciją ir gautus rezultatus, būtina pateikti nuorodą į šią ataskaitą.

TURINYS

Įvadas.....	4
1. Oro kokybė Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje.....	6
2. Trumpa tirtų teršalų apžvalga.....	7
3. Oro kokybės (NO ₂ , SO ₂ , LOJ) tyrimo pasyviaisiais sorbentais metodika.....	7
4. Oro kokybė (NO ₂ , SO ₂ , LOJ) Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje 2009 m. vasaros ir rudens sezonais.....	14
Išvados ir tolesni tyrimai.....	30
Naudotos literatūros sąrašas.....	31

IVADAS

Oro kokybės stebėjimas teritorijoje svarbus užtikrinant sveiką gyvenimo aplinką. Urbanizacija ir pramonės vystymasis sąlygoja kenksmingų junginių patekimą į atmosferą. Oro tarša yra estetiškai nemaloni, sukelia sveikatos pavojų žmonėms, žalinga augalams (Janick 1986; Baltrėnas et al. 2006; Butkus and Baltrėnaitė 2007; Baltrėnas et al. 2008).

Pagrindinė oro kokybės stebėjimo ir kontrolės priemonė – oro monitoringas. Jo tikslas – rinkti ir teikti sistemingą matavimais ar kitais metodais pagrįstą informaciją, skirtą optimaliam oro kokybės reguliavimui užtikrinti apie dydžių (koncentracijų ore lygiai, srautai į žemės paviršių ir kt.) pokyčius laiko ir erdvės atžvilgiu. Kaip ir bendrasis monitoringas, oro monitoringas privalo būti vykdomas, laikantis pagrindinių principų: sistemingumo, patikimumo, reprezentatyvumo, kompleksiškumo, lankstumo ir pakankamumo principų (Girgždys 2000).

Mažeikių rajono savivaldybės oro monitoringo pagrindinis tikslas – kaupti reikalingą ir patikimą informaciją apie oro kokybę Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje, leidžiančią valdyti oro kokybę ir užtikrinti, kad oro užterštumas Mažeikių rajone nedidėtų, teršalų koncentracijos neviršytų ribinių verčių, nustatytų pagal ES direktyvų ir nacionalinių teisinių aktų reikalavimus.

Mažeikių savivaldybės teritorijoje oro taršą sukelia intensyvus transportas, katilinės, naftos perdirbimo įmonė. Tipiniai iš naftos perdirbimo įmonės išmetami teršalai yra lakieji organiniai teršalai (LOJ), sieros dioksidas (SO_2), azoto oksidai (NO_x), kietosios dalelės (KD), anglies monoksidas (CO), vandenilio sulfidas (H_2S) ir sieros rūgšties aerolis. Dauguma teršalų, patenkančių į atmosferą iš naftos perdirbimo įmonių yra pavojingi žmonių sveikatai. Tai benzenas, 1,3-butadienas, heksanas, 1,2,4-trichlorobenzenas, toluenas, ksilenas, propilenas, naftalenas, anglies disulfidas, karbonilo sulfidas, seleno, nikelio, chromo, kadmio junginiai, vandenilio fluoridas ir formaldehidai. Dauguma naftos perdirbimo įmonių išmetamų teršalų priskiriami kancerogenams. Tai policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, benzenas, etilbenzenas, 1,3-butadienas, stirenas, naftalenas, tetrachloretilenas, formaldehidai, nikelis ir švinas. Naftos perdirbimo įmonės yra vienos aktyviausių šiltnamio dujų gamintojų, įskaitant anglies dioksidą ir metaną (Oil Refinery Permits 2007). Šių teršalų poveikis gyventojams pavojingas. Ankstyva mirtis, vėžiniai susirgimai, kvėpavimo takų sutrikimai, astma, neurologiniai, vystymosi ir imunologiniai sutrikimai, širdies kraujagyslių ir centrinės nervų sistemos ligos dažnai nustatomos gyventojams, dirbusiems naftos perdirbimo įmonėse arba gyvenusiems įmonių poveikio zonoje. Neigiamas šių teršalų poveikis aplinkai pasireiškia rūgštiniais lietumis, toksinių medžiagų patekimu į maisto grandines, ozono ir smogo

formavimusi priežeminiame atmosferos sluoksnyje, maistinių medžiagų dirvožemyje sumažėjimu. Dėl triukšmo ir blogo kvapo naftos perdirbimo įmonės sąlygoja blogesnę netoli gyvenančių gyventojų gyvenimo kokybę (Oil Refinery Permits 2007).

Intensyvaus transporto vietose atmosferos ore aptinkamos padidintos benzeno, kietųjų dalelių (KD10, KD2.5, KD0.1) koncentracijos. Transporto priemonės su dvitakčiais varikliais yra lakiųjų organinių junginių, poliaromatinių angliavandenilių ir ultrasmulkių kietųjų dalelių šaltiniai, ypač jei naudojamas prastos kokybės kuras (Avogbe et al. 2005).

Oro kokybės tyrimų objektas Mažeikių teritorijoje – tai aplinkos oro užterštumo stebėjimai pagal Mažeikių rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2008–2012 metų programą ir AB „Orlean Lietuva“ (buvusi AB „Mažeikių nafta“) sąlygojamos oro taršos vertinimas. Oro kokybė (NO₂, SO₂, LOJ) stebima eksponuojant pasyviuosius sorbentus 2009, 2010, 2011 ir 2012 metais. Šie junginiai numatyti tirti remiantis Aplinkos apsaugos agentūros vykdyto darbo „Aplinkos oro kokybės tyrimų pasyviaisiais sorbentais programos Mažeikių mieste ataskaita už 2005/2006 m.“ rekomendacijomis.

Šioje ataskaitoje pateikiami 2009 m. rugpjūčio-gruodžio mėn. oro kokybės Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje tyrimo pasyviaisiais sorbentais rezultatai ir jų analizė.

1. ORO KOKYBĖ MAŽEIKIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS TERITORIJOJE

2007 metais Šiaulių regione teritorijos ore tirtų teršalų (KD₁₀, CO, NO₂, SO₂, O₃, Pb) metinės ribinės vertės neviršytos. Lyginant su 2006 m. duomenimis visų teršalų vidutinės metinės vertės yra mažesnės, išskyrus N. Akmenės (SO₂) ir Mažeikių (NO₂). Oro teršalų ribinės paros vertės neviršytos, išskyrus kietųjų dalelių (KD₁₀) (Šiauliai – 18, N. Akmenė – 7, Mažeikiai – 7 kartus) (LR AM Šiaulių... 2006, Šiaulių...2007).

Keturiolika kilometrų į šiaurės vakarus nuo Mažeikių miesto pastatyta didžiausia Pabaltijyje – naftos perdirbimo įmonė. Ši chemijos pramonės įmonė aplinkosauginiu požiūriu yra aktuali ne tik Mažeikių rajonui, bet ir kitiems regionams (Mažeikių...2006). Mažeikių rajono oro kokybė labai priklauso nuo stambaus teršėjo – AB „Orlean Lietuva“ (buvusi AB „Mažeikių nafta“). Nepalankios sklaidos sąlygos susidaro pučiant šiaurės vakarų vėjui, nešančiam teršalus nuo įmonės miesto link (LR AM Šiaulių... 2006).

2007 metų vertinimu iš AB „Orlean Lietuva“ (buvusi AB „Mažeikių nafta“) į orą išmetamų teršalų kiekis, palyginus su praeitais metais, sumažėjo apie 8 tūkst. tonų. Taršos sumažėjimą galėjo sąlygoti tai, kad įmonėje buvo perdirbta mažiau žaliavos, sudeginta mažiau kuro, kadangi metų 2007 m. pabaigoje įmonės veikla buvo sustabdyta dėl įrenginių kapitalinio remonto (Šiaulių...2007).

Pagal Valstybinio oro monitoringo programą, oro kokybės ir meteorologiniai parametrai stebimi vienoje automatizuotoje monitoringo stotelėje, kuri yra Mažeikių mieste, Ventos g. 27. Joje kasdien kiekvieną valandą registruojami šie parametrai: kietosios dalelės (KD10), sieros dioksidas, ozonas, azoto oksidai, azoto dioksidas, azoto monoksidas, drėgmė, slėgis, temperatūra, vėjo kryptis ir vėjo greitis. Stotelė neregistruoja lakiųjų organinių junginių vertes, nes tai nenumatyta Valstybinio oro monitoringo programoje.

Siekiant įvertinti erdvinį oro teršalų pasiskirstymą Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje, 2009–2012 metais eksponuojami pasyvieji sorbentai. Mažeikių rajono atveju, remiantis 2008 metais parengta Mažeikių rajono savivaldybės oro monitoringo programa 2008–2012 m. sorbentais vertinami šie teršalai – sieros dioksidas (SO₂), azoto dioksidas (NO₂) ir lakieji organiniai junginiai (LOJ).

2. TRUMPA TIRTŲ TERŠALŲ APŽVALGA

NO₂, SO₂ ir LOJ pasirinkti tirti pagal Oro monitoringo Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje, kadangi SO₂, NO₂ ir LOJ yra tarp pagrindinių teršalų iš naftos perdirbimo įmonės, transporto ir katilinių. Informacija apie LOJ rajonui svarbi ir todėl, kad jie nematuojami Mažeikių miesto valstybinio oro monitoringo stotelėje pagal Valstybinio monitoringo programą.

Azoto dioksidas (NO₂). Azoto oksidai (NO_x) bendrai apibūdina dvi azoto oksidų rūšis, azoto oksidą (NO) ir azoto dioksidą (NO₂). NO dažnai aptinkamas kelių transporto emisijose ir kituose degimo procesuose (elektros teikimo pramonės įmonės). NO nėra ypač pavojingas sveikatai, tačiau patekęs į atmosferą jis greitai oksiduojasi į NO₂. NO₂ dirgina plaučius, mažina atsparumą kvėpavimo infekcijoms ir todėl svarbus stebėti atmosferos ore. Remiantis teisiniais dokumentais (ES direktyva 1999/30/EB ir LR Aplinkos ministro ir LR Sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymas Nr.591/640) vidutinė metinė NO₂ vertė aplinkos ore iki 2010 metų turėtų neviršyti 40 µg/m³.

Sieros dioksidas (SO₂) patenka į atmosferą, kai deginamos medžiagos ar sieringas kuras. Remiantis teisiniais dokumentais (ES direktyva 1999/30/EB ir LR Aplinkos ministro ir LR Sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymas Nr.591/640) paros vidutinė ribinė vertė aplinkos ore iki 2010 metų turėtų neviršyti 125 µg/m³. Vidutinė metinė SO₂ vertė aplinkos ore ekosistemų apsaugai kontroliuoti neturėtų siekti 20 µg/m³.

Lakieji organiniai junginiai (LOJ). Iš jų monitoringo metu stebėti benzenas (C₆H₆), toluenas ir ksilenas. Benzeno koncentracijos aplinkos ore stebėjimas pastaruoju metu tapo dar aktualesnis, kadangi remiantis teisiniais dokumentais (ES direktyva 1999/30/EB ir LR Aplinkos ministro ir LR Sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymas Nr.591/640) vidutinė metinė koncentracija aplinkos ore iki 2010 metų privalo neviršyti 5 µg/m³. Tolueno ir ksileno stebėjimas teisiniuose dokumentuose nenumatytas. Benzenas yra lakusis junginys ir kancerogeninis (Duffy and Nelson 1996; COM 1998). Pagrindinis benzeno šaltinis yra transportas.

3. ORO KOKYBĖS (NO₂, SO₂, LOJ) TYRIMO PASYVIAISIAIS SORBENTAIS METODIKA

Pasyvieji sorbentai (kaupikliai) – tai paprastai nedidelis vamzdelis, kurio vienas galas yra užpildytas sorbentu, gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro be papildomo aktyvaus oro siurbimo. Šių ėmiklių veikimo principas dažniausiai paremtas juose vykstančiomis cheminėmis reakcijomis tarp tiriamo cheminio junginio ir sulaikančiojo reagento (1 lent.).

Oro kokybės tyrimai pasyvaus kaupimo metodu yra pigesni, oro bandinius galima imti daugelyje taškų, tolygiai apimant miesto ar rajono teritoriją. Kadangi, skirtingai negu aktyvaus kaupimo, bandinių ėmimo metu nereikia siurbti oro, teršalų koncentracijas galima matuoti ir tose vietose, kur nėra elektros energijos šaltinio. Atliekant matavimus miestų teritorijose jie gali būti pakabinti ant gatvių apšvietimo stulpų, virš tunelių, parkuose, ant pastatų (Kot-Wasik *et al* 2007).

1 lentelė. NO₂, SO₂ ir LOJ sulaikyti naudojama pasyvaus kaupiklio veiklioji cheminė medžiaga, bei analizė metodas (Passam informacija)

Teršalas	NO ₂	SO ₂	LOJ
Veiklioji pasyvaus sorbento cheminė medžiaga	trietanolaminas (patalpintas polipropileno vamzdelyje)	kalio karbonato ir glicerino mišinys (patalpintas polipropileno vamzdelyje)	aktyvuota medžio anglis (patalpinta stikliniame vamzdelyje)
Analizės metodas	Saltzmann'o metodas; spektrofotometrija.	jonų chromatografija.	desorbacijai naudojamas anglies disulfidas, o analizuojama dujų chromatografijos metodu

Matavimai atliekami laikantis Lietuvos standarto LST EN 13528-1,2,3 reikalavimų. Monitoringo metu teršalų, susikaupusių pasyviuose sorbentuose, koncentracijos nustatomos sertifikuotoje Passam AG laboratorijoje Šveicarijoje, akredituotoje pagal ISO/IEC 17025 STS 149 reikalavimus.

Sorbentų eksponavimo vietų parinkimas

Pasyvieji sorbentai teritorijoje išdėstomi pagal šiuos kriterijus (Lietuvos aplinkos oro...2004):

- labiausiai užterštos miesto vietos (t.y. gatvių sankirtos, pasižyminčios didžiausiu autotransporto eismo intensyvumu);
- tankiai apgyvendinti miesto rajonai;
- dažnai žmonių lankomos ir/arba santykinai švarios (rekreacinės) miesto teritorijos;
- būdingos vietos modelių sertifikavimui;
- stacionariųjų oro kokybės matavimo stočių aplinka;
- užmiesčio teritorija skirtingomis kryptimis nuo miesto.

Mažeikių savivaldybės teritorijoje parinktos 13 vietų pasyviesiems sorbentams eksponuoti. Vietos parinktos remiantis oro monitoringo programa 2009–2012 metams, kuri buvo suderinta su

Mažeikių rajono savivaldybės ir Šiaulių regiono aplinkos apsaugos departamento aplinkos apsaugos specialistais. Mažeikių mieste pasyviųjų sorbentų eksponavimui pasirinktos 4 vietos (1, 2 pav.):

- Teritorijoje, gausiai apstatytoje gyvenamaisiais pastatais – 2 vietos.
- Galima didžiausia oro taršos azoto oksidais vieta mieste – 1 vieta.
- Intensyvios pramonės vieta – 1 vieta.

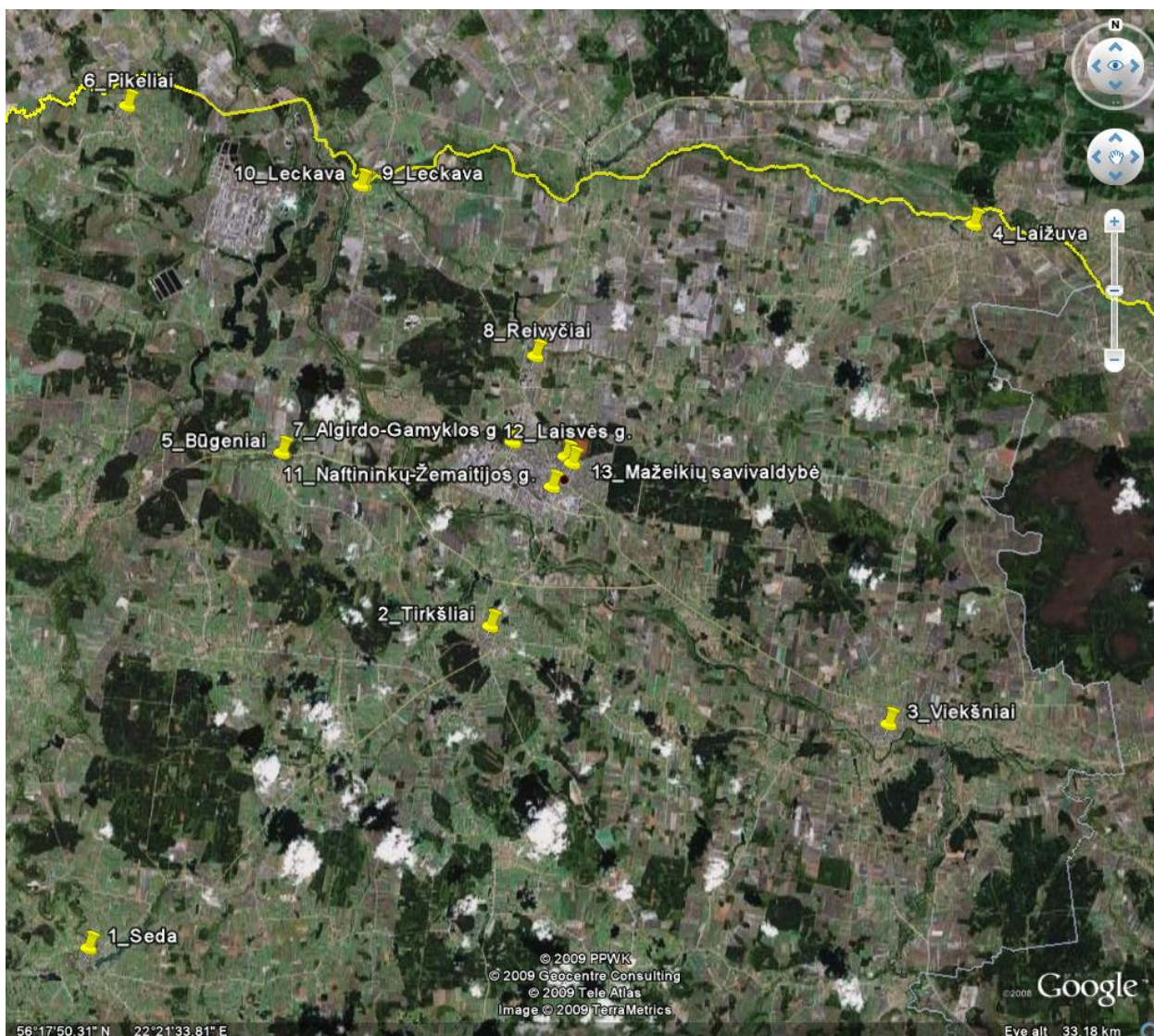
Mažeikių rajone pasyviųjų sorbentų eksponavimui pasirinktos 9 vietos (2 pav.):

- Seniūnijų centruose – 4 vietos
- AB „Orlean Lietuva“ (buvusi AB „Mažeikių nafta“) įtakos zonose – 3 vietos.

Pasyvieji sorbentai pasirinktose vietose tvirtinami prie gatvių apšvietimo stulpų, 3,5 m aukštyje. Ne mažiau 20 % pasirinktų vietų būtina naudoti po du tos pačios rūšies pasyviuosius sorbentus. Po du kiekvienos rūšies sorbentai eksponuoti dvejose vietose (Leckavoje, Nr. 9 ir Nr. 10 bei Mažeikių mieste Nr. 12 ir Nr. 13, 2 lent.).



1 pav. Pasyviųjų sorbentų eksponavimas urbanizuotų teritorijų vietose Mažeikių mieste



2 pav. Viso pasyviųjų sorbentų eksponavimo vietos Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje

Mažeikių rajono oro monitoringo programoje numatytos sorbentų eksponavimo vietos patikslintos – Būgenių seniūnijoje eksponuota tik po vieną kiekvienos rūšies sorbentą, tačiau papildomai įtraukta vieta Pikelių gyvenvietėje, kuri vos kelių kilometrų atstumu pavėjui nuo AB „Orlean Lietuva“ (buvusi AB „Mažeikių nafta“) esanti gyvenvietė.

Tyrimo pasyviaisiais sorbentais įgyvendinimo etapai

Pasyvieji sorbentai oro monitoringo laikotarpiu eksponuojami keturis kartus metus, du kartus per sezoną dviejų savaitių periodui. 2009 metais pasyvieji sorbentai eksponuojami 2 sezonais: vasarą (liepos mėn.) ir rudenį (spalio mėn.), po 2 kartus kas dvi savaites. 2009 m. žiemos ir pavasario sezonais šiais metais sorbentai neeksponuoti, kadangi monitoringo įgyvendinimo projektas pradėtas vykdyti tik pasirašius sutartį, t. y. 2009 m. birželio 8 d.

Su leistinomis metinėmis vertėmis tiksliausia būtų lyginti vidutines visų metų laikotarpių gautas reikšmes. Šioje ataskaitoje lyginamos tik vasaros ir rudens periodais gautos vertės (kadangi projektas pradėtas vykdyti tik šių metų birželio mėnesį). Tokiu atveju ataskaitoje pateikiamos tik tendencijos, o išsamesnis rezultatai bus pristatyti 2010 m. pabaigoje, turint duomenų apie tiriamų teršalų koncentracijos visų sezonų metu.

Tyrimų pasyviaisiais sorbentais kokybės užtikrinimas

VGTU Aplinkos apsaugos instituto Aplinkos apsaugos ir darbo sąlygų laboratorija, kurios ištakos 1988 metais, turi kvalifikuotus darbuotojus ir technines galimybes vertinti poveikį aplinkos orui ir žmonių sveikatai (Aplinkos apsaugos agentūros leidimai Nr. 1AT-139, Nr. 1AT-171, Valstybinės visuomenės sveikatos priežiūros tarnybos prie sveikatos apsaugos ministerijos Įstaigos atestavimo rizikos veiksnių tyrimui pažymėjimas, 2006 m. gegužės 17 d. Nr. PR-27). Patirtis projektuose su pramonės įmonėmis, bendradarbiavimas su kolegomis iš užsienio, dalyvavimas konferencijose padeda profesionaliai vertinti aplinkos užtaršos problemas.

Kaupikliai perkami ir jų analizė atliekama sertifikuotoje Passam AG laboratorijoje Šveicarijoje, akredituotoje pagal tarptautinį standartą ISO/IEC 17025:2005 „Tyrimų, bandymų ir kalibravimo laboratorijų kompetencijai keliami bendrieji reikalavimai“. Tik pagal šiame dokumente tyrimų laboratorijoms išdėstytus reikalavimus, jos gali pademonstruoti laboratorijoje veikiančią vadybos sistemą, techninę kompetenciją ir galimybę gauti techniškai pagrįstus rezultatus. Vykdam aplinkos oro kokybės tyrimus pasyviaisiais sorbentais Mažeikių rajono teritorijoje, buvo laikomasi Lietuvos standartizacijos departamento patvirtintais dokumentais bei pasyviųjų sorbentų gamintojo nurodytų reikalavimų:

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

Transportuojant kaupiklius tarp matavimo vietų, o po to siunčiant eksponuotus į laboratoriją būtina užtikrinti kaupiklių sandarumą, kad išvengti taršos. Siekiant apsaugoti

kaupiklius nuo meteorologinių veiksnių poveikio ir sumažinti vėjo poveikį, matavimo vietoje kaupikliai kabinami specialiuose gaubtuose. Apatinis gaubto galas paliekamas atviras, pro kurį laisvai patenka oras (LST EN 13528-3). Pagal LST EN 13528-3 standarto reikalavimus siekiant užtikrinti eksponuojamų kaupiklių saugumą, jie turėtų būti tvirtinami 1,5 – 4,0 m aukštyje. Vykdam šio projekto matavimus kaupikliai kabinami 3,5 m aukštyje. Aplinka, kurioje eksponuojami sorbentai, turi būti atvira, neapstatyta pastatais, neapsupta medžiais ar kitais objektais, trikdančiais oro cirkuliaciją toje aplinkoje, bent 1 m atstumu nuo pastato.

Kiekvieno tyrimo metu vienas kaupiklis yra kontrolinis – tuščias mėginys, kuris neeksponuojamas. Jis paliekamas neatidarytas saugojimo vietoje (vėsioje tamsioje vietoje). Pasibaigus tyrimo laikotarpiui, kartu su eksponuotais kaupikliais siunčiamas į laboratoriją analizei. Apie 20 % pasirinktų vietų būtina naudoti po du tos pačios rūšies pasyviuosius sorbentus. Po du kiekvienos rūšies sorbentai eksponuoti dvejose vietose (Leckavoje, Nr. 9 ir Nr. 10 bei Mažeikių mieste Nr. 12 ir Nr. 13, 2 pav.).

Eksponuoti bei kontroliniai kaupikliai prieš tyrimą bei po jo laikomi tamsioje šaltoje vietoje. Naudojamų kaupiklių galiojimo laikas: iki panaudojimo – 6 mėnesiai, po eksponavimo – 4 mėnesiai. Eksponuoti kaupikliai turėtų būti reguliariai siunčiami kas 8 savaites į laboratoriją analizei.

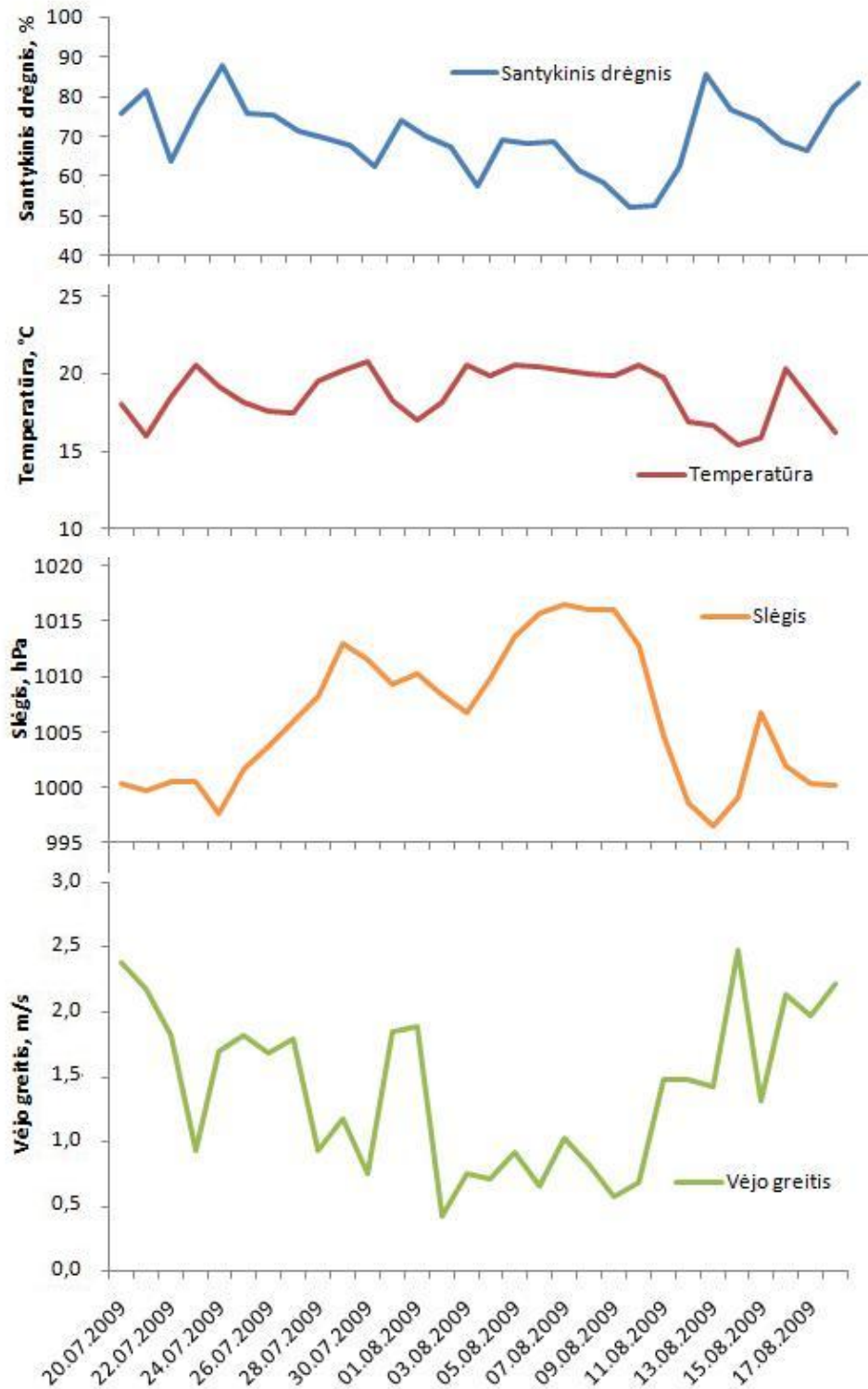
4. ORO KOKYBĖ (NO₂, SO₂, LOJ) MAŽEIKIŲ RAJONO SAVIVALDYBĖS TERITORIJOJE 2009 M. VASAROS IR RUDENS SEZONAIŠ

Meteorologinės sąlygos

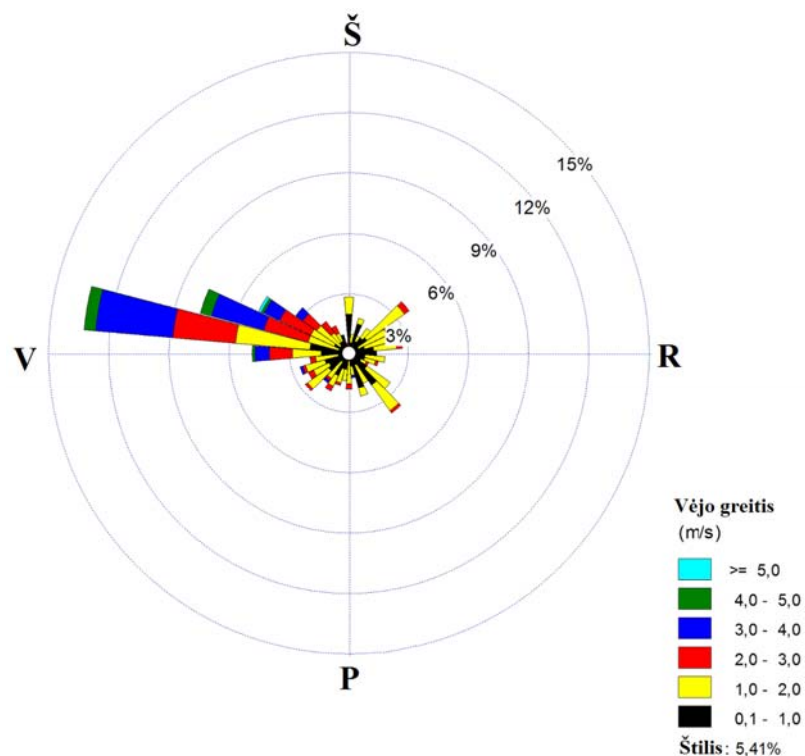
2009 metais Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje oro kokybės tyrimai buvo atliekami dviem etapais po dvi savaites, vasaros sezono metu – 2009 07 20 – 08 18 laikotarpiu, rudens sezono metu - 2009 11 02 – 11 30 laikotarpiu. Informacija apie meteorologines sąlygas pateikta pagal Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenis iš oro monitoringo stotelės esančios Mažeikių mieste. Mažeikių miesto oro monitoringo stotelės vieta – Ventos g. 27 Mažeikiuose. Stotelėje matuojami tokie parametrai:

- kietosios daleles (KD 10) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- sieros dioksidas (SO₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- azoto oksidai (NO₂) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- ozonas (O₃) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$);
- santykinis drėgnis (%);
- slėgis (hPa);
- temperatūra (K);
- vėjo kryptis (°C);
- vėjo greitis (m/s).

Vasaros sezono matavimų metu Mažeikių mieste ir rajone vyravo šilti drėgni orai. Oro temperatūra svyravo nuo 10 iki 26 °C. Vidutinis oro drėgnis 70 % (3 pav.). Vyraujantis vėjas vakarų, šiaurės vakarų. Didžiausias vėjo greitis 5,1 m/s, 5% laiko buvo štilis. Du trečdalius laiko vėjo greitis siekė 0,1 – 2,0 m/s greičio vėjas (4 pav.).

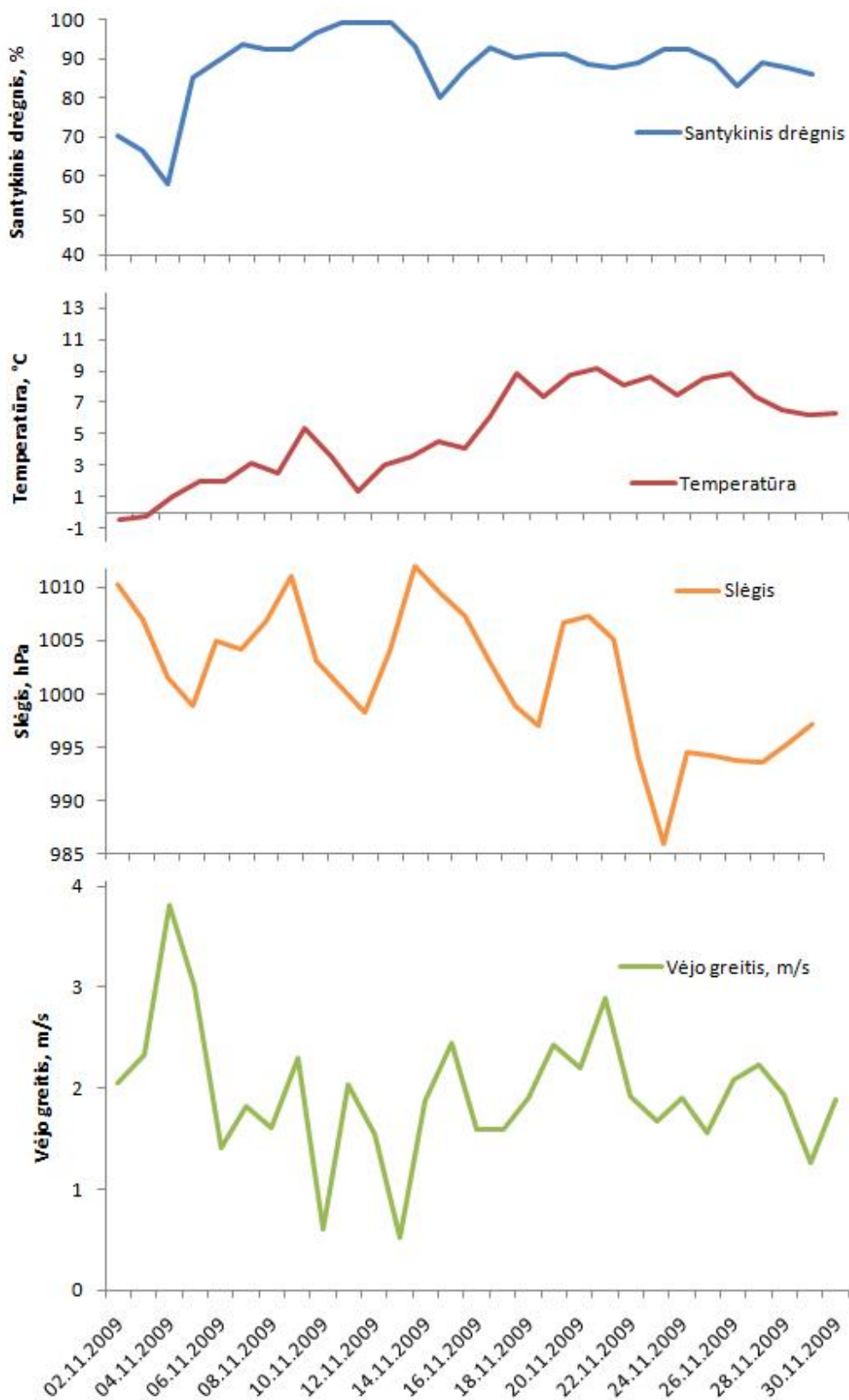


3 pav. Santykinis drėgnis, temperatūra, slėgis ir vėjo greitis 2009 vasaros sezono matavimų metu Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje

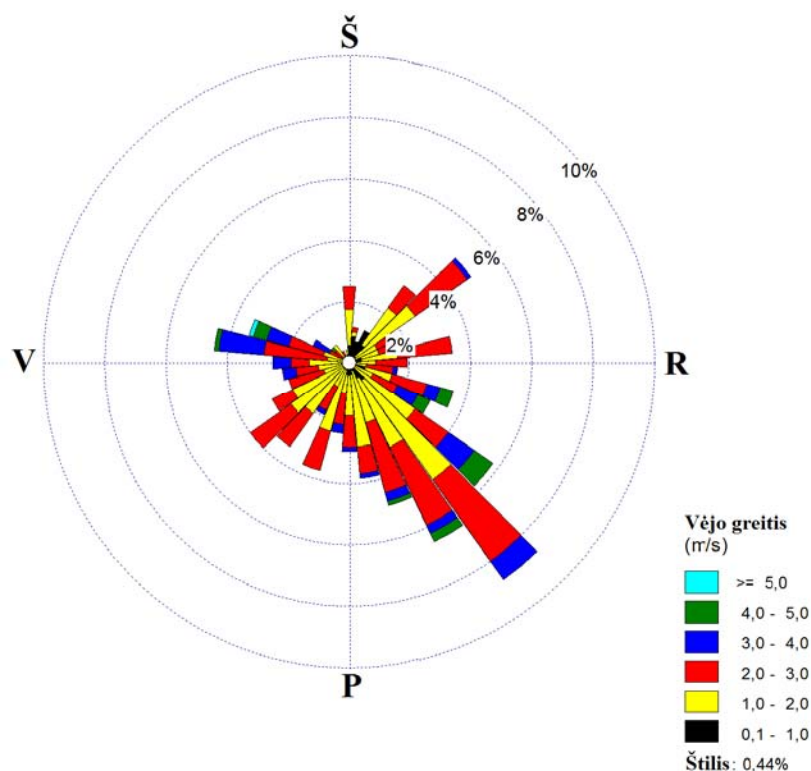


4 pav. Vėjo greičio ir krypties pasiskirstymas Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje vasaros sezono metu

Rudens sezono matavimų pradžioje oro temperatūra siekė 0 °C. Nakties metu ir iš ryto oro temperatūra nukrisdavo žemiau nulio laipsnių. Nuo lapkričio 8 dienos oro temperatūra buvo tik teigiama. Analizuojamo laikotarpio temperatūra svyravo nuo -2 iki 11°C. Vyravo drėgni orai, santykinis drėgnis buvo nuo 50 iki 100 % (5 pav.). Vyraujantis vėjas pūtė iš pietryčių pusės. Štilis beveik nepasireiškė, o 76 % laiko pūtė 1-3 m/s greičio vėjas (6 pav.).



5 pav. Santykinis drėgnis, temperatūra, slėgis ir vėjo greitis 2009 vasaros matavimų sezono metu Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje



6 pav. Vėjo greičio ir krypties pasiskirstymas Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje rudens sezono metu

Oro užterštumas antropogeninės kilmės teršalais priklauso ne tik nuo išmetimų dydžio, bet ir nuo to ar jie kaupsis išmetimo vietose ar bus išsklaidyti didesnėje erdvėje. Todėl meteorologinės sąlygos turi didelę įtaką oro kokybei miestuose ir pramonės centruose. Silpnas vėjas, arba štilis, 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 kenksmingas priemaišas (Aplinkos oro kokybė... 2006).

Oro kokybė (NO₂, SO₂, LOJ) Mažeikių miesto ir rajono teritorijoje

Tirtų oro priemaišų vertinimas atliekamas lyginant gautus analizės rezultatus su nustatytomis normomis. Azoto dioksido, sieros dioksido ir benzeno koncentracijos lyginamos su ribinėmis vertėmis nustatytomis pagal Europos Sąjungos direktyvų 1999/30/EB ir 2000/69/EB reikalavimus (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. Nr. 591/640 įsakymas „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymo“ (Žin., 2001, Nr. [106-3827](#))). Toluenas, etilbenzenas, ir orta-, meta-, para-ksilenas nėra įtraukti į sąrašą teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus. Tačiau šie teršalai nuo 2007 m. liepos 1 d. yra ribojami pagal nacionalinius kriterijus (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](#))). Matuojami teršalai, ribinės vertės ir vidurkinimo laikas pateikti 2 lentelėje

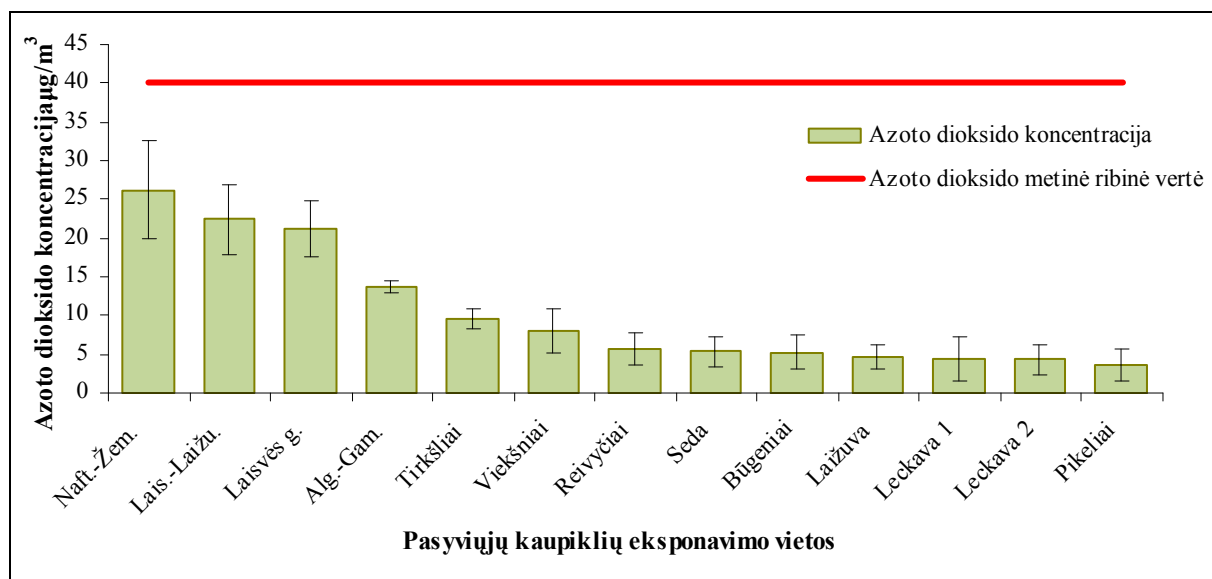
2 lentelė. Aplinkos oro užterštumo normos (LR aplinkos ministro... 2001; LR aplinkos ministro... 2007)

Teršalas	Vidurkinimo laikas	Ribinė vertė, µg/m ³	Leistinas nukrypimo dydis, µg/m ³
NO ₂	1 metai	40	iki 2010 01 01 2,5
SO ₂	1 metai	20	-
Benzenas	1 metai	5	iki 2010 01 01 1
Toluenas	1 para	600	-
Etilbenzenas	1 para	20	-
Ksilenas	1 para	200	-

2009 metais oro kokybės pasyviais sorbentais vasaros ir rudens tyrimų laikotarpiu, Mažeikių mieste ir rajone neužfiksuota tiriamiems oro teršalams nustatytų normų viršijimų.

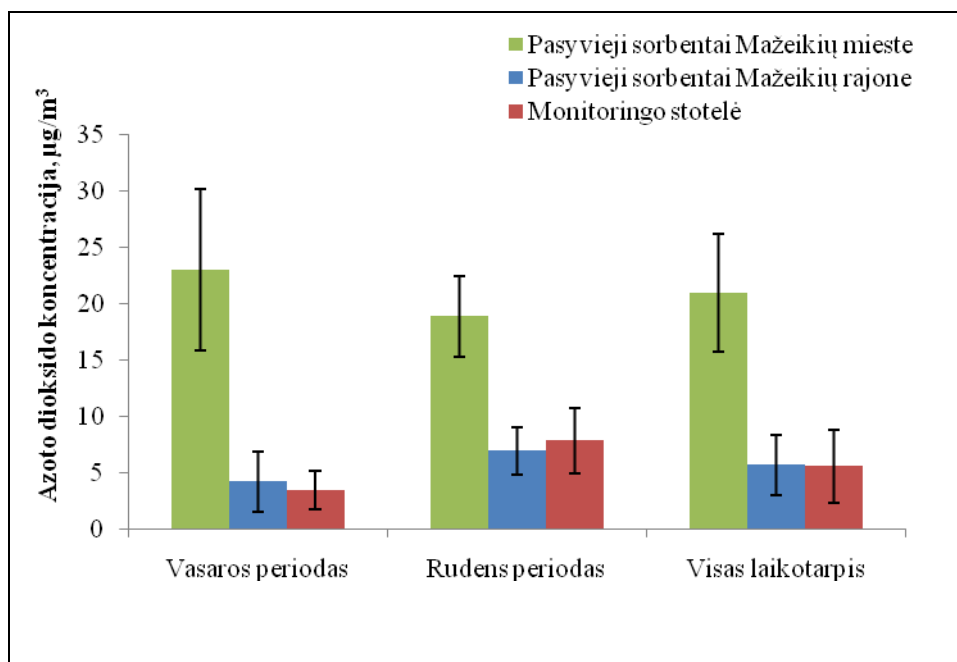
Azoto dioksido koncentracija Mažeikių mieste ir rajone atskirais dviejų sezonų laikotarpiais svyravo nuo 1,40 iki 34,9 µg/m³. Oro kokybės tyrimai pasyviais sorbentais parodė, kad azoto dioksido koncentracija aplinkos ore tiesiogiai priklauso nuo pagrindinio teršėjo – autotransporto. Didžiausios NO₂ koncentracijos užfiksuotos matavimų vietose esančiose

Mažeikių mieste prie intensyvaus eismo gatvių (Naftininkų ir Žemaitijos g. sankirta; Laisvės ir Laižuvos g. sankirta; Laisvės g.; Algirdo ir Gamyklos g. sankirta) (7 pav.).



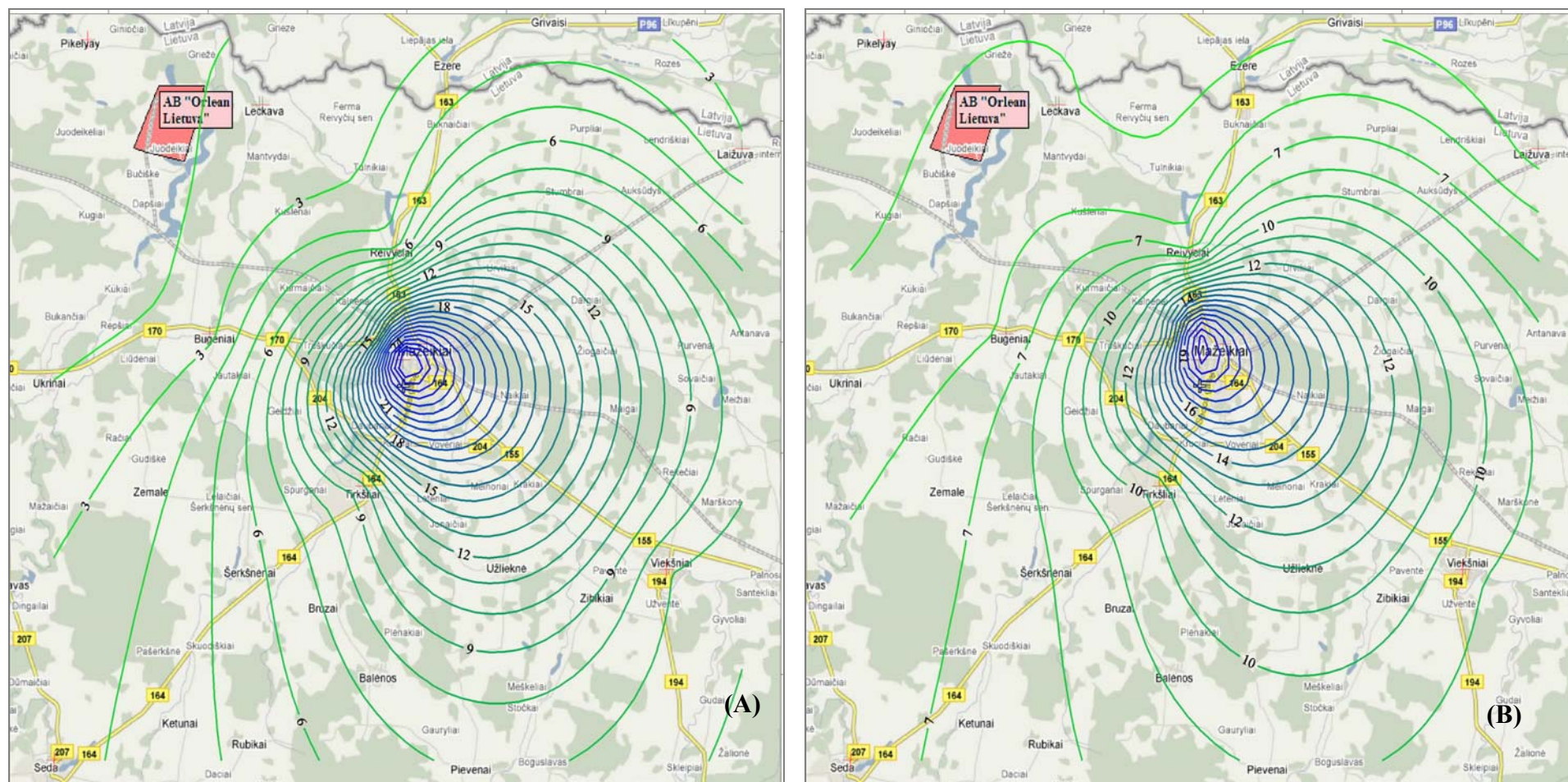
7 pav. Azoto dioksido koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis ($n = 4$) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų vasaros ir rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Mažeikių mieste oro kokybę nuolatos matuoja oro monitoringo stotelė. Ši monitoringo stotelė reprezentuoja foninę miesto oro kokybę. Lygindami azoto dioksido koncentraciją su pasyviųjų sorbentų parodymais, matome, kad kaupiklių kabančių ne prie intensyvaus eismo gatvių koncentracija panaši į foninę oro monitoringo stotelės koncentraciją. 8 paveiksle palygintos azoto dioksido koncentracijos išmatuotos pasyviaisiais kaupikliais miesto teritorijoje prie intensyvaus eismo gatvių (4 matavimų vietos), rajono teritorijoje ne prie intensyvaus eismo gatvių (9 matavimų vietos) ir oro monitoringo stotelės parodymai.



8 pav. Azoto dioksido koncentracija ir standartinis nuokrypis išmatuotas pasyviaisiais sorbentais (miesto ir rajono teritorijoje) ir monitoringo stotelėje (miesto teritorijoje)

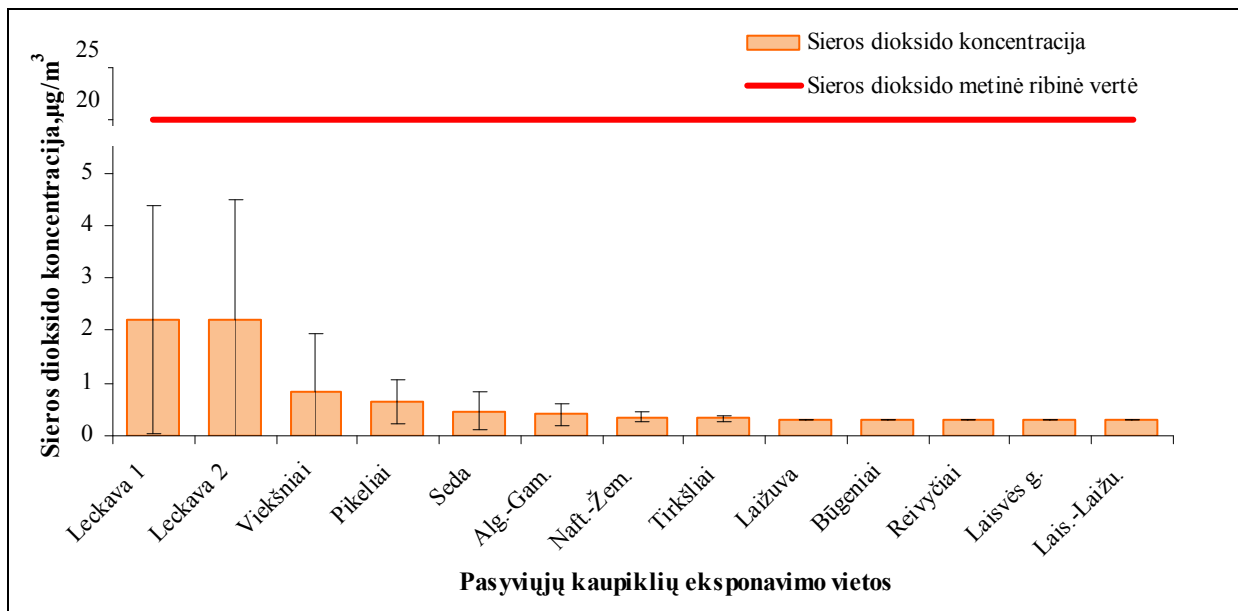
9 pav. pateikta azoto dioksido koncentracijos sklaida Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje 2009 metų vasaros ir rudens sezonu. Vidutinė azoto dioksido koncentracija Mažeikių mieste (Naftininkų ir Žemaitijos g. sankirta; Laisvės ir Laižuvos g. sankirta; Laisvės g.; Algirdo ir Gamyklos g. sankirta) buvo $20,9 \pm 5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kai tuo tarpu kitose devyniose matavimo vietose (Tirkšlių, Viekšnių, Reivyčių, Sedos, Būgenių, Laižuvos, Leckavos ir Pikelių miesteliuose), esančiose toliau nuo intensyvaus eismo gatvių, išmatuota koncentracija buvo 3 – 6 kartus mažesnė ir vidutiniškai siekė $5,66 \pm 1,95 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



9 pav. Azoto dioksido koncentracijos izolinijos $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mažeikių mieste ir rajone parodo šio teršalo sklaidą teritorijoje:

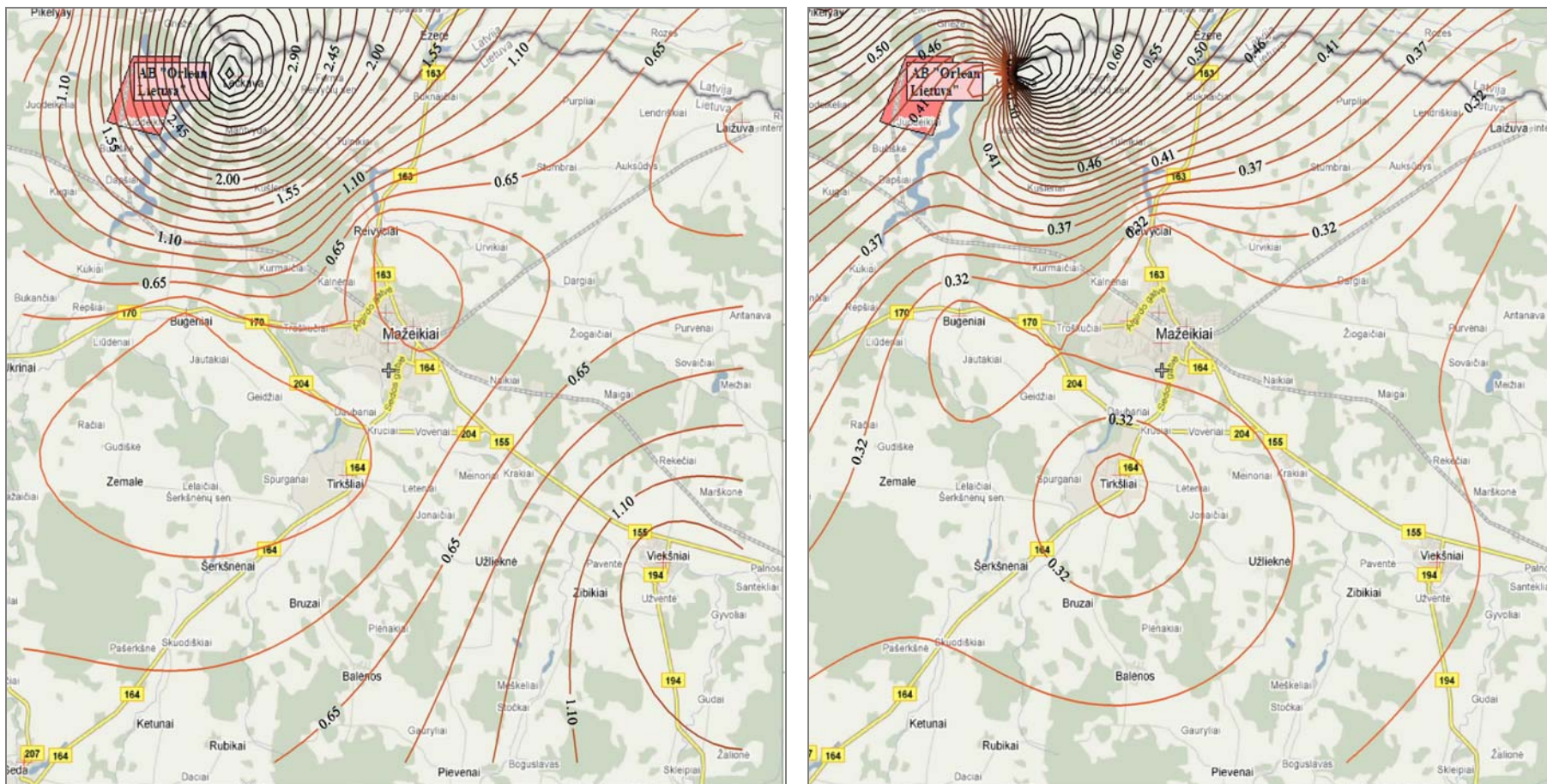
A – vasaros sezonu (2009 07 20 – 08 18); B – rudens sezonu (2009 11 02 – 11 30)

Sieros dioksido koncentracija Mažeikių mieste ir rajone neviršijo leistinos ekosistemų apsaugai nustatytos metinės normos $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Skirtinguose rajono vietose šio teršalo koncentracija svyravo nuo $0,30$ iki $5,50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 pav.).



10 pav. Sieros dioksido koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis ($n = 4$) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų vasaros ir rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

11 pav. pateikta sieros dioksido koncentracijos sklaida Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje 2009 metų vasaros ir rudens sezonu. Didžiausios SO_2 koncentracijos užfiksuotos Leckavoje, miestelyje į rytus nuo AB „Orlean Lietuva“, vidutiniškai $3,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Didesnis SO_2 kiekis nustatytos vasaros periodu, pučiant vakarų, šiaurės vakarų vėjui.

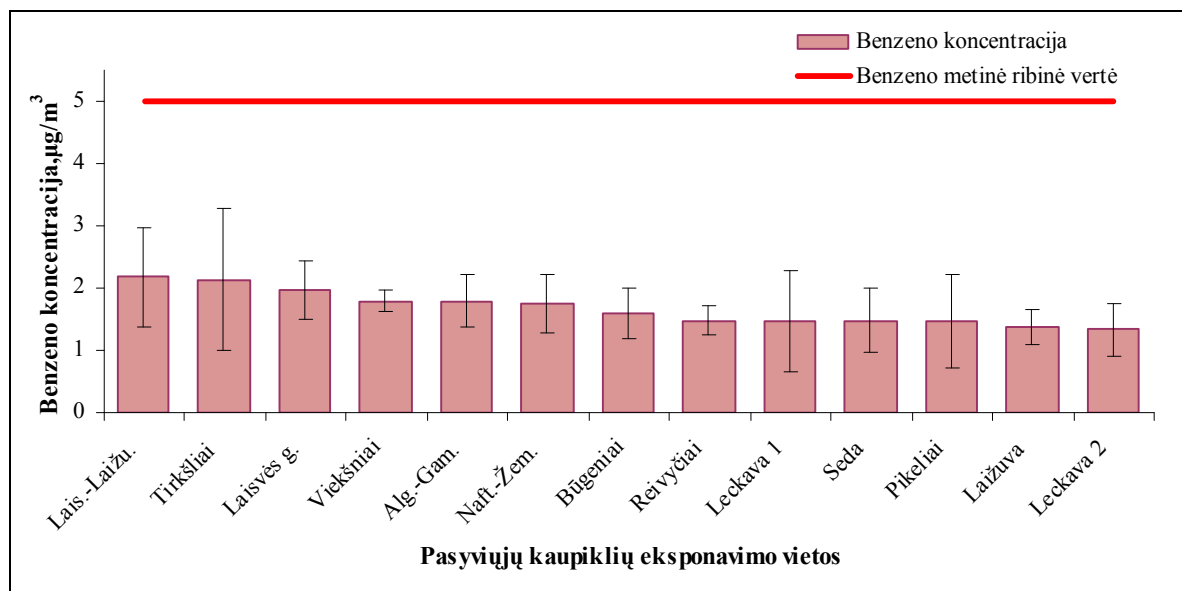


11 pav. Sieros dioksido koncentracijos izolinijos $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mažeikių mieste ir rajone parodo šio teršalo sklaidą teritorijoje:

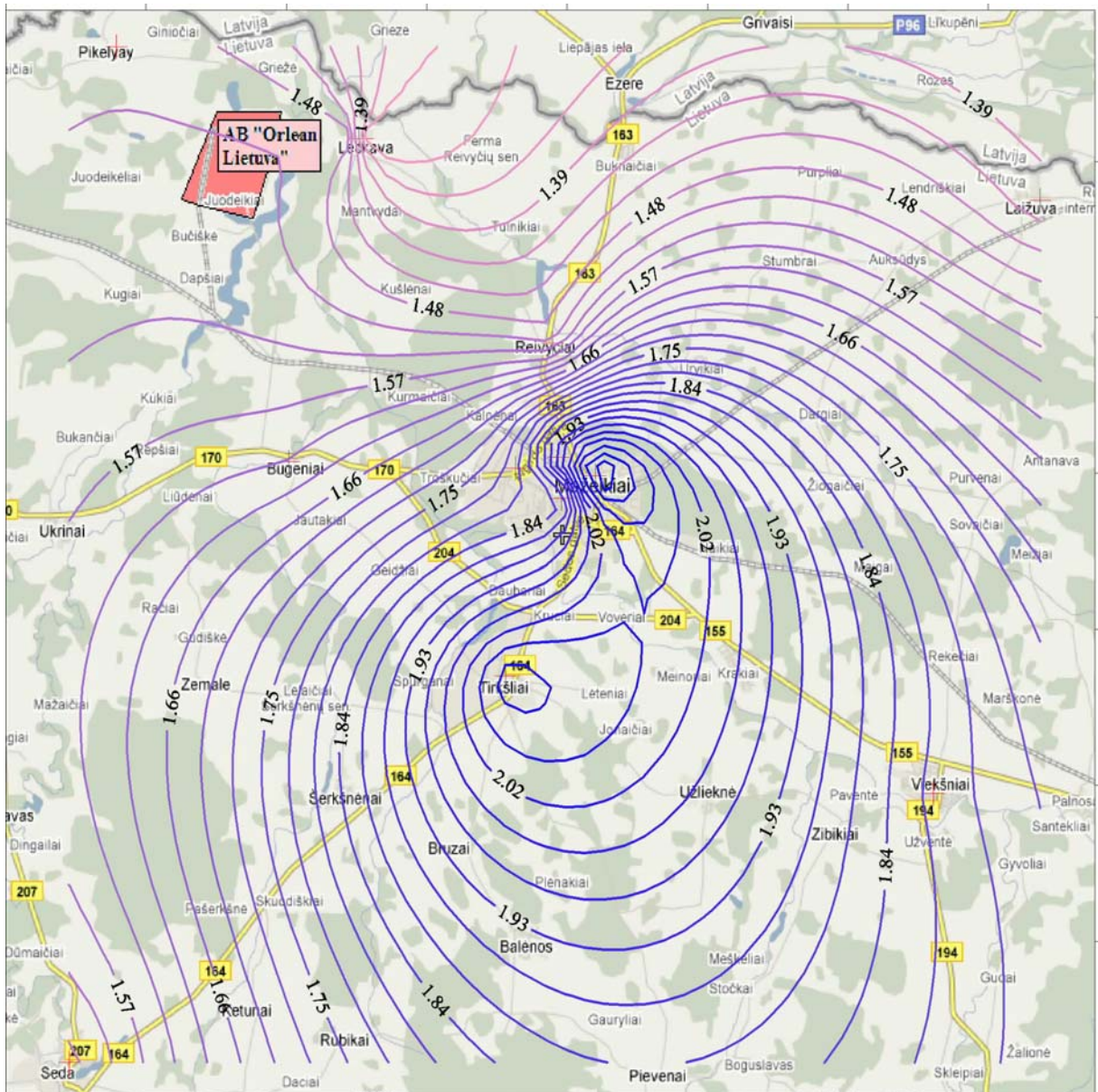
A – vasaros sezonu (2009 07 20 – 08 18); B – rudens sezonu (2009 11 02 – 11 30)

Tiriant Mažeikių miesto ir rajono oro kokybę buvo matuojamas lakiųjų organinių junginių (LOJ) kiekis aplinkos ore. Vienas svarbiausių LOJ yra benzenas, nes jis yra indikatorius kitiems organiniams junginiams. Jeigu benzeno koncentracija neviršija nustatytų metinių normų ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), tai reiškia, kad kitų organinių junginių koncentracijos neturi neigiamo poveikio žmonių sveikatai.

Benzeno koncentracijos 2009 metų rudens sezono metu visose matavimų vietose buvo mažesnės už nustatytą ribinę vertę. Koncentracijos tarp matavimo taškų nežymiai skyrėsi, svyravo nuo $0,90$ iki $2,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 pav.). 13 pav. pateikta benzeno koncentracijos sklaida Mažeikių rajono savivaldybės teritorijoje 2009 metų rudens sezonu.



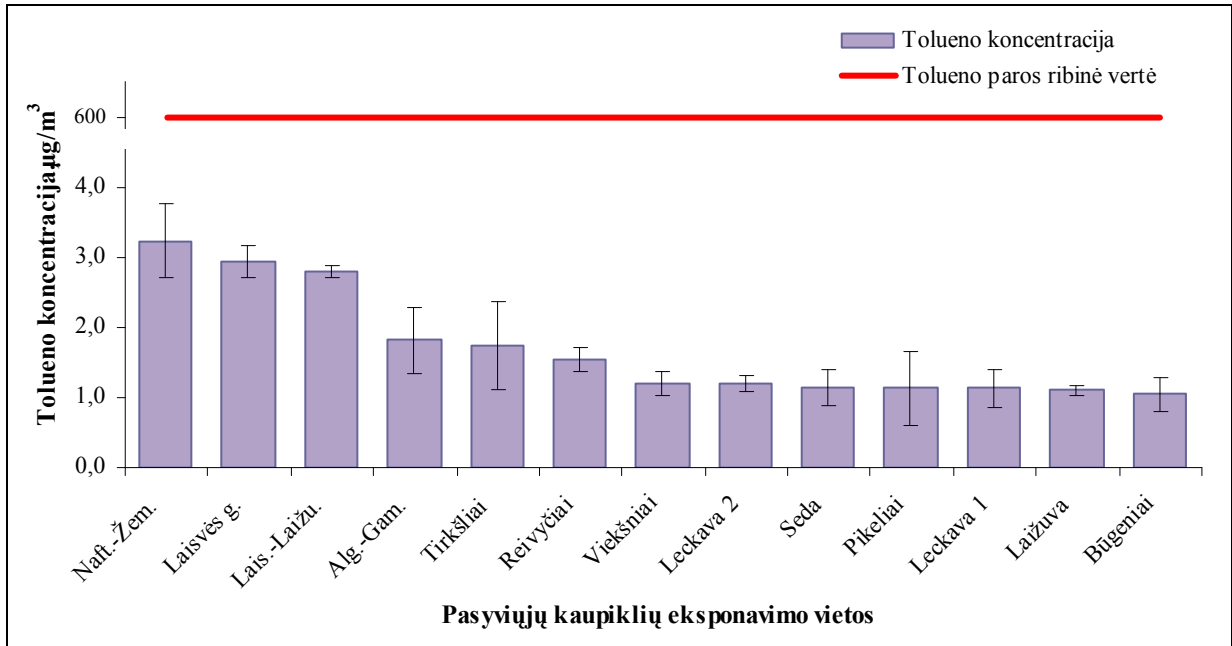
12 pav. Benzeno koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis ($n = 2$) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pastaba: paveiksle pateikiami tik rudens sezono metu gauti rezultatai, kadangi vasaros sezono duomenys buvo nepatikimi ir bus patikslinti kitais metais



13 pav. Benzeno koncentracijos izolinijos $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Mažeikių mieste ir rajone parodo šio teršalo sklaidą teritorijoje rudens sezonu

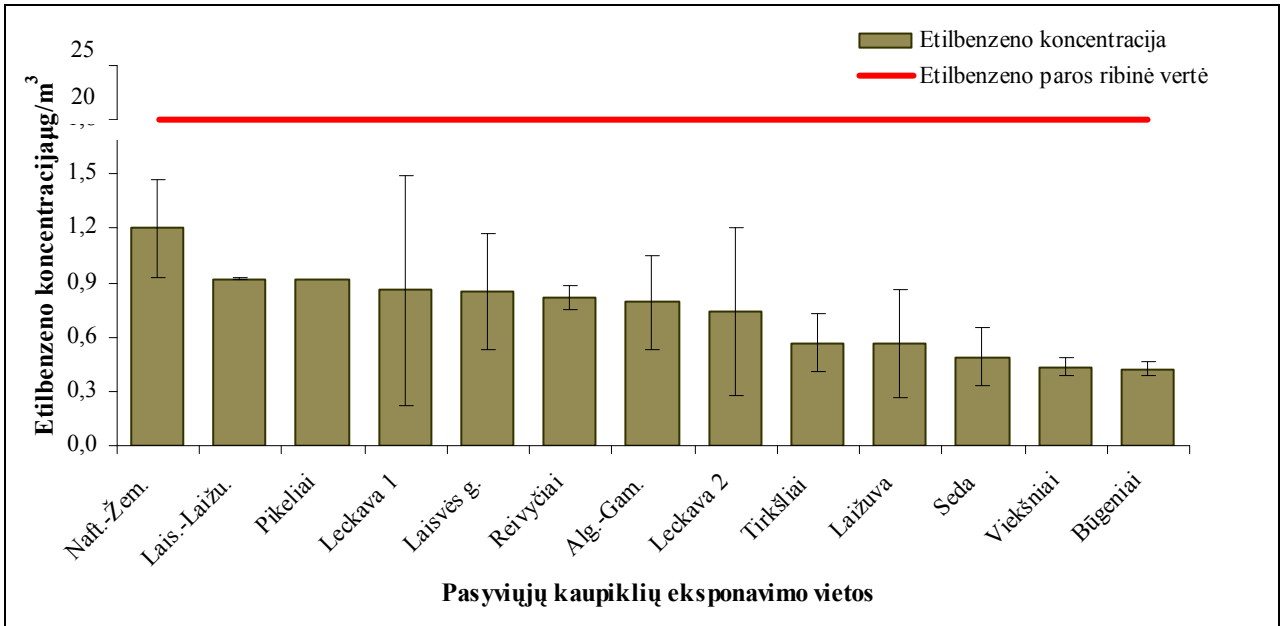
Oro monitoringo metu taip pat buvo stebimi kiti lakieji organiniai junginiai: toluenas, etilbenzenas, (orto-; meta-; para-) ksilenas. Pagal Europos Sąjungos kriterijus toluenas, etilbenzenas ir ksilenas nėra ribojami aplinkos ore. Tačiau nuo 2007 metų liepos 1 dienos šie teršalai ribojami pagal nacionalinius kriterijus, tačiau nustatytos tik paros ribinės vertės. Tad šių lakiųjų organinių junginių vertinimas atliekamas lyginant gautus analizės rezultatus su nustatytais paros (24 valandų) normomis.

Nei vienas iš šių teršalų neviršijo nustatytos atitinkamos ribinės vertės. Tolueno koncentracija svyravo nuo $0,76$ iki $3,60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o vidutinė analizuojamu laikotarpiu buvo $1,69 \pm 0,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kai tuo tarpu leistina ribinė vidutinė paros vertė yra $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14 pav.).

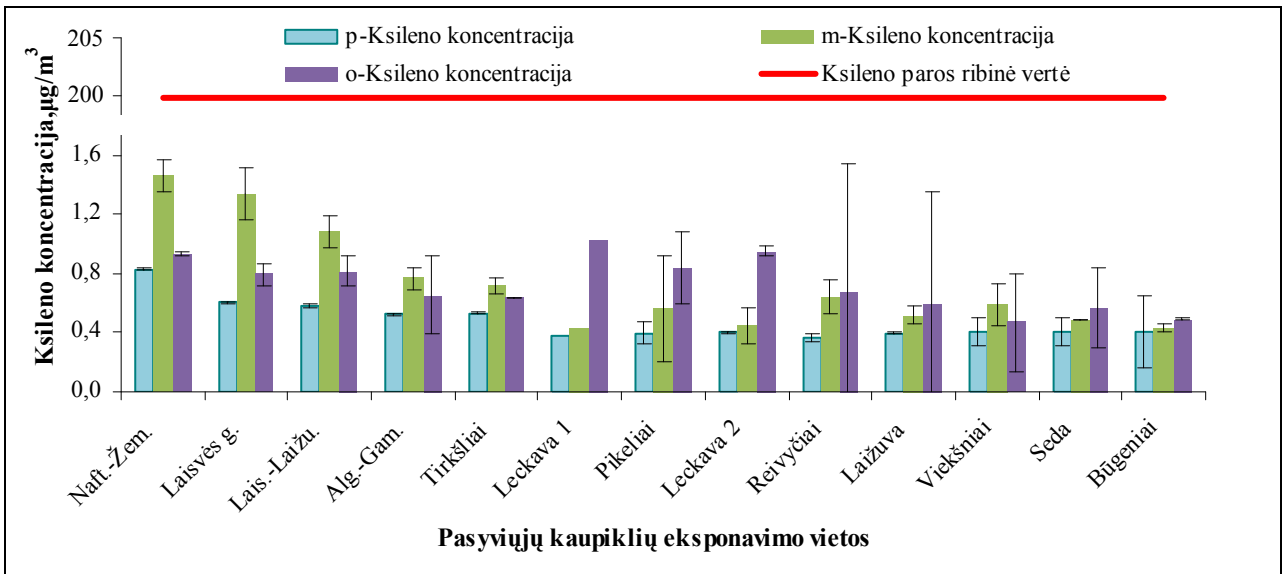


14 pav. Tolueno koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis ($n = 2$) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pastaba: paveiksle pateikiami tik rudens sezono metu gauti rezultatai, kadangi vasaros sezono duomenys buvo nepatikimi ir bus patikslinti kitais metais

Etilbenzeno koncentracija analizuojamu laikotarpiu buvo nedidelė, svyravo nuo $0,35$ iki $1,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15 pav.). Ksileno koncentracija svyravo skirtingose tyrimų vietose taip pat nežymiai, o vidutinė koncentracija tesiekė $0,60 \pm 0,14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (16 pav.).



15 pav. Etilbenzeno koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis (n = 2) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė 20 µg/m³. Pastaba: paveiksle pateikiami tik rudens sezono metu gauti rezultatai, kadangi vasaros sezono duomenys buvo nepatikimi ir bus patikslinti kitais metais



16 pav. Ksileno koncentracija ir matavimų standartinis nuokrypis (n = 2) Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė 200 µg/m³. Pastaba: paveiksle pateikiami tik rudens sezono metu gauti rezultatai, kadangi vasaros sezono duomenys buvo nepatikimi ir bus patikslinti kitais metais koncentracija Mažeikių mieste ir rajone 2009 metų rudens sezono metu, bei metinė ribinė vertė

Nei vienas iš tiriamų lakiųjų organinių junginių teršalų neviršijo nustatytų metinių ar paros normų. Nors LOJ koncentracijos buvo nedidelės, tačiau užfiksuotos nežymiai didesnės koncentracijos matavimų taškuose išdėstytuose arčiau autotransporto eismo.

2010 metais bus toliau stebima oro kokybė 13-oje savivaldybės monitoringo taškų. Žiemos ir pavasario sezono rezultatai suteiks informacijos apie oro kokybę pirmojo pusmečio metu, t.y. informacijos, kuriai sukaupti 2009 metais nebuvo galimybių. Vasaros ir rudens rezultatai patikslins 2009 m. rezultatus.

2010 m. svarbūs tuo, kad pagal ES reikalavimus vidutinės metinės teršalų koncentracijos aplinkos ore turi būti sumažintos iki numatyto lygio (NO_2 – iki $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; SO_2 – $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeno – iki $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Todėl tolesni oro kokybės tyrimai pasyviuoju metodu bus svarbūs patikslinant ir papildant informaciją apie oro kokybę.

IŠVADOS IR TOLESNI TYRIMAI

1. Remiantis 2008 metais patvirtinta „Mažeikių rajono savivaldybės oro monitoringo programa 2008–2012 metams“ savivaldybės teritorijoje stebėti trys teršalai – azoto dioksidas, sieros dioksidas ir lakieji organiniai junginiai (LOJ) (benzenas, toluenas ir ksilenas, (BTX)). Ypatingas dėmesys ataskaitoje skirtas azoto dioksidas (NO_2), sieros dioksidui (SO_2) ir benzenui (C_6H_6), kadangi pagal ES direktyvų reikalavimus, jų vidutinė metinė koncentracija aplinkos ore nuo 2010 m. privalo neviršyti atitinkamai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vertinant poveikį ekosistemoms, vidutinė paros – $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ir $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nors tyrimai buvo atliekami 2009 m. antrąjį pusmetį, tačiau koncentracijos buvo lyginamos jau su 2010 m. nustatytais vertėmis.
2. Oro kokybės stebėjimai pasyviuoju būdu 2009 m. vasaros ir rudens sezonų metu buvo stebėti 4 vietose Mažeikių mieste ir 9 Mažeikių rajono teritorijoje. Visose tirtose vietose nagrinėtų teršalų koncentracijos neviršijo ribinių verčių ir vidutiniškai siekė $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 , $0,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2 ir $1,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ C_6H_6 .
3. Apie 3,5 karto didesnė NO_2 ir apie 1,3 karto didesnės C_6H_6 koncentracijos nustatytos intensyvaus transporto zonose. Tai patvirtina, kad transportas yra svarbus šių teršalų šaltinis.
4. Siekiant tiksliau įvertinti oro kokybę teritorijoje ir lyginti su vidutinėmis metinėmis vertėmis, būtina turėti informacijos apie oro taršą kiekvieno sezono metu per visus metus, todėl 2010 m. tyrimų rezultatai papildys ir patikslins šių metų rezultatus.

NAUDOTOS LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. 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(3): 613–620.
2. Aplinkos oro kokybės tyrimų pasyviaisiais sorbentais programos mažeikių mieste ataskaita už 2005/2006 m. Aplinkos apsaugos agentūra. 2006. Prieiga internete: http://oras.gamta.lt/files/Aplinkos_oro_kokybes_tyrimu_Pasyviais_sorbentais_programos_Mazeikiu_mieste.pdf
3. Baltrėnas, P.; Zaveckytė, J.; Kazlauskienė, A.; Ščupakas, D. 2006. Pakelės žolinės augmenijos augimo intensyvumo matematinis modeliavimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14(4): 215–224.
4. Baltrėnas, P.; Vaitiekūnas, P.; Vasarevičius, S.; Jordaneh, S. 2008. Automobilių išmetamų dujų sklaidos modeliavimas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 65–75.
5. Butkus, D. and Baltrėnaitė, E. 2007. Transport of heavy metals from soil to *Pinus sylvestris* L. and *Betula pendula* trees. *Ekologija* 53(1): 29–36.
6. COM (1998) 591 final. Proposal for a COUNCIL DIRECTIVE relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air.
7. Duffy, B. L.; Nelson, P. F. 1996. Non-Methane exhaust composition in the Sydney harbour tunnel: a focus on benzene and 1,3-butadiene. *Atmospheric Environment* 30: 2759-2768
8. Girgždys, A. 2000. *Aplinkos monitoringas*. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 120 p.
9. Janick J. 1986. Horticultural science, 4th ed. Purdue University: W.H. Freeman and Company; 1986. p. 746. Printed in the United States of America, New York.
10. Lietuvos aplinkos oro kokybės tyrimų pasyviaisiais sorbentais programa. 2004. Aplinkos apsaugos agentūros Automatizuotų matavimo sistemų sk. vedėjo Juozo Molio pristatymas. 2004 m. vasario 7 d. Prieiga internete: <http://aaa.am.lt/VI/files/0.600212001088751997.pdf>

11. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos 2006. Šiaulių regiono aplinkos apsaugos departamentas. 2006 m. aplinkos oro kokybė. Esama būklė. Prieiga internete: <http://srd.am.lt/VI/index.php#a/290>
12. 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](#)).
13. 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](#)).
14. Oil refinery permits. 2007. Report of the Environmental Integrity Project. 110 p. Prieiga internete: <http://www.environmentalintegrity.org/pub474.cfm>.
15. Šiaulių regiono aplinkos apsaugos departamentas. 2007. Aplinkos oro kokybės valdymas. Prieiga internete: <http://srd.am.lt/VI/index.php#a/502>.
16. Yilmaz, S.; Zengin, M. 2004. Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. *Environmental International* 29:1041–1047.