

RASEINIŲ RAJONO ORO UŽTERŠTUMO NO₂ IR SO₂ TYRIMAI,
TAIKANT PASYVIŲJŲ SORBENTŲ BEI BIOINDIKACINIUS METODUSNeringa Mikelsonaitė¹, Agnė Kazlauskienė²

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹n.mikelsonaite@gmail.com; ²agne.kazlauskiene@vgtu.lt

Santrauka. Nagrinėjama oro taršos problema Raseinių rajone. Remiantis Kauno regiono aplinkos apsaugos departamentu Raseinių rajono agentūros duomenimis, buvo tiriama 2006–2009 m. laikotarpio SO₂ ir NO₂ išmetimų kitimo tendencija. Pasiūlyti du oro taršos SO₂ ir NO₂ tyrimo metodai: pasyviųjų sorbentų ir bioindikacijos. Tiriant bioindikacijos metodu, siūloma oro užterštumą SO₂ ir NO₂ teršalais vertinti atliekant kerpių (*Lichenes*) testą ir tiriant klevų lapų grybą (*Rhytisma acerinum*). Aprašyta siūlomų metodų atlikimo tvarka. Pirminiai oro kokybės stebėjimai buvo atlikti 2010 m. rudens sezonu, naudojant pasyviuosius sorbentus. Pirminiai rezultatai parodė, kad tirti teršalai neviršijo žmonių apsaugai nustatytų ribinių verčių. Pradėtus tyrimus tikslinga tęsti per 2011 m. pavasario ir vasaros sezonus, siekiant gauti objektyvius ir išsamius oro kokybės tyrimų duomenis Raseinių rajono teritorijoje.

Reikšminiai žodžiai: oro tarša, pasyvieji sorbentai, bioindikacija, kerpių (*Lichenes*) testas, grybas (*Rhytisma acerinum*).

Įvadas

Miestų ir pramonės plėtra lemia kenksmingų teršalų ir jų junginių patekimą į atmosferą. Oro tarša yra nemaloni, kelia sveikatos pavojų žmonėms, žalinga augalams. Oro kokybės nustatymas ir stebėjimas teritorijoje svarbus užtikrinant sveiką gyvenimo aplinką (Janick 1986; Baltrėnas *et al.* 2006; Baltrėnas *et al.* 2008).

Į orą išmetamos kietosios dalelės labai skiriasi pagal fizinę ir cheminę sudėtį. Skirtingi yra dalelių dydžiai ir jų išmetimo šaltiniai. KD10 dalelės (kurių dydis ore mažesnis nei 10 μm) kelia didžiausią susirūpinimą, kadangi jos yra pakankamai mažos, todėl gali prasiskverbti giliai į plaučius ir kelia didelę grėsmę žmogaus sveikatai (Kazlauskienė *et al.* 2008). SO₂ išsiskiria deginant sieros turintį kurą, pavyzdžiui, anglį, orimulsiją ir kt. naftos produktus. Šio teršalo emisija iš transporto yra nereikšminga, kiek daugiau jo išmeta tos transporto priemonės, kurios naudoja dyzelinį kurą. Sieros dioksidas gali turėti tiesioginį žalingą poveikį augalams, taip pat tai yra potencialus ežerų vandens rūgštėjimą lemiantis teršalas (Baltrėnas *et al.* 2006). NO₂ į atmosferą išmetamos visų degimo procesų metu – deginant kurą vidaus degimo varikliuose, katilinėse, jėgainėse ir kitose įmonėse. Pažemio aplinkos ore pagrindinis azoto dioksido šaltinis – automobilių išmetamosios dujos, tačiau jėgainių įtaka priežeminėms azoto dioksido koncentracijoms yra mažesnė, nes iš aukštų kaminų į aplinką patekęs NO₂ išsisklaido aukščiau (Baltrėnas *et al.* 2008). CO dujos yra pavojingos, nes šių dujų buvimo aplinkoje žmogus

nejaučia. Šios dujos išmetamos į atmosferą degimo procesų metu arba oksiduojantis angliavandeniliams ir kitiems organiniams junginiams. Europos miestuose beveik visas CO kiekis (90 %) išmetamas iš kelių transporto priemonių, o kita dalis – iš gyvenamųjų namų ir komercinių pastatų katilinių. Šis junginys atmosferoje išsilaiko apie mėnesį, paskui oksiduojasi į anglies dioksidą (Baltrėnas *et al.* 2006).

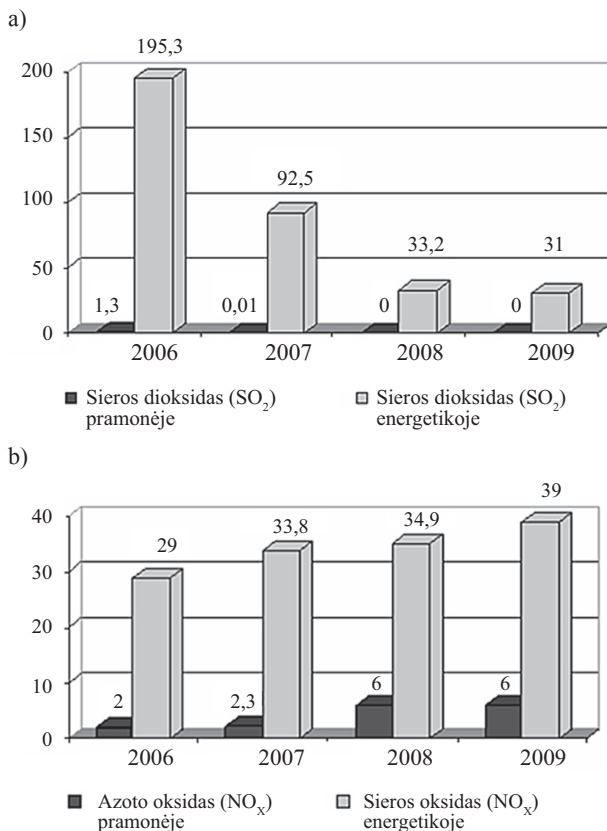
Raseinių rajone į aplinką iš stacionarių taršos šaltinių minėtų teršalus išmeta energetikos, pramonės ir ūkio objektai, taip pat individualūs gyvenamieji namai. Daugiausia teršalų į aplinkos orą patenka iš didžiųjų katilinių, esančių Raseiniuose, Ariogaloje ir Viduklėje, naudojamų daugiabučių gyvenamųjų namų centralizuotam šildymui. Individualių gyvenamųjų namų išmetamų teršalų ypač padaugėja šaltuoju metų laiku, intensyviai kūrenant katilus ir esant nepalankioms taršos sklaidai meteorologinėms sąlygoms, be to, padidėjusi tarša priklauso ir nuo naudojamo kuro rūšies, kokybės, o kartais gali padidėti ir dėl kūrenamų atliekų.

Kauno regiono aplinkos apsaugos departamento Raseinių rajono agentūros 2008 m. duomenimis, aplinkos oro monitoringą turi vykdyti šios Raseinių rajone esančios įmonės: UAB „Raseinių šilumos tinklai“, Nerijaus Balsevičiaus individuali įmonė, UAB „Poraistė“, UAB „Šatrija“, UAB „Nilmamedis“, UAB „RW produktai“, UAB „Skorgenis“, UAB „Julisa“, R. Danilavičiaus individuali įmonė.

Kauno regiono aplinkos apsaugos departamento Raseinių rajono agentūros 2008 m. duomenys apie SO₂ ir NO₂ išmetimų kaitą Raseinių rajone 4 metų laikotarpiu pateikti 1 pav. Sieros dioksido išmetimų, lyginant su ankstesniais metais, gerokai sumažėjo, nes energetikos įmonės vietoj sieringo mazuto naudoja ekologišką kuro rūšį – biokurą. Įdiegus biokuru kūrenamus katilus, sieros dioksido emisijos į atmosferą išliko beveik nepakitusios, o azoto junginių – kas metai laipsniškai didėjo.

Šiuo metu visame Raseinių rajone nėra jokios stacionarios ar mobilios oro taršos stebėjimo stoties. Iki šiol buvo remiamasi tik Kauno apskritimi. Siekiant objektyviai iširti oro taršos intensyvumą SO₂ ir NO₂ teršalais, Raseinių rajone tyrimai bus atliekami naudojant pasyviuosius sorbentus ir augalus – bioindikatorius.

Pagal gautus rezultatus bus galima detaliau įvertinti užterštumo lygį Raseinių rajone, kuriame neatliekama nuolatinių automatinių oro taršos matavimų, ir parinkti tolesnius tyrimo metodus. Teritorijose, kuriose užterštumo lygis yra žemiau žemutinės vertinimo ribos, gali būti taikomas vien tik modeliavimas arba indikatoriniai matavimai (*Environmental analysis* 2010).



1 pav. SO₂ ir NO₂ teršalų išmetimai Raseinių rajone 2006–2009 m. laikotarpiu (Kauno RAAD duomenys)

Fig. 1. Emissions of SO₂ and NO₂ in Raseiniai district for the period 2006–2009 (data from Kaunas RAAD)

Pasyvusis oro tyrimų metodas – paprastas, nesudėtingas, elektros energijos nereikalaujantis oro kokybės nustatymo būdas. Beveik visų pasyviųjų kaupiklių veikimo principas pagrįstas cheminėmis reakcijomis, vykstančiomis ant sorbavimo elemento (impregnuoto filtro ar tinklelio). Teršalo sugėrimo mechanizmas pasyviajame kaupiklyje pagrįstas dujų difuzija per difuzinį sluoksnį iki sorbavimo elemento. Difuzijos procesas aprašomas pirmuoju Fiko (*Fick*) dėsnio, t. y. laisvu dujų ar dalelių judėjimu iš analizuojamosios terpės į kaupiklį dėl teršalo koncentracijų gradiento (Šrevičienė *et al.* 2010).

Pasyvusis sorbentas – tai paprastai nedideli vamzdeliai, kurių vienas galas yra užpildytas sorbentu, gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro, netaikant papildomo aktyvaus oro siurbimo (2 pav.). Oro kokybės tyrimai pasyvaus kaupimo metodu yra pigesni, oro bandinius galima imti daugelyje taškų, tolygiai apimant miesto ar rajono teritoriją. Matavimai atliekami laikantis Lietuvos standarto LST EN 13528-1, 2, 3 reikalavimų. Monitoringo metu teršalų, susikaupusių difuziniuose ėmikliuose, koncentracijos nustatomos sertifikuotoje *Passam AG* laboratorijoje Šveicarijoje, akredituotoje pagal ISO/IEC 17025 STS 149 reikalavimus.

Pagrindinis bioindikacijos metodo privalumas lyginant su aplinkos kokybės (užterštumo) vertinimu matuojant yra tas, kad gyvo organizmo reakcija į antropogeninį poveikį (taip pat ir aplinkos taršą) vertinama rodikliais, turinčiais biologinę prasmę. Tuos rodiklius galima pritaikyti žmogaus aplinkai vertinti (*AEA Technology* 2010). Labai geri užterštos aplinkos bioindikatoriai yra augalai.



2 pav. Pasyvieji sorbentai (kaupikliai), naudojami SO₂ ir NO₂ koncentracijoms aplinkos ore nustatyti (*Environmental analysis* 2010)

Fig. 2. Passive sorbents (capacitors) used for determining the concentration of SO₂ and NO₂ in ambient air (*Environmental analysis* 2010)

Biologinis indikatorius yra gyvasis organizmas ar jų visuma, į užterštumą kenksmingosiomis medžiagomis reaguojanti tam tikrais pokyčiais (poveikio indikatorius, reakcinis indikatorius) arba kaupdami kenksmingas medžiagas (akumuliacinis indikatorius) (Weber, Webster 2002).

Norint iš augalų indikatorių gauti ne tik kokybinę, bet ir kiekybinę informaciją apie aplinkos taršą, reikia nustatyti ryšius tarp teršalų koncentracijos ore ir augalų reakcijos į šiuos teršalus. Tokius ryšius galima nustatyti 3 būdais: pirmasis – augalų pažeidimo laipsnio lyginimas su teršalų koncentracija ore; antrasis – augalų, kaip teršalų absorbentų, naudojimas; trečiasis – teršalų koncentracijos augaluose lyginimas su tų pačių teršalų koncentracija aplinkoje (Stravinskienė 2010).

Aplinkos būklei vertinti dažniausiai naudojamos epifitinės kerpės, kadangi jos greitai ir jautriai reaguoja į aplinkos užterštumą sieros ir azoto oksidais, rūgštėjimą ir užterštumą sunkiaisiais metalais, metilenu, fluoro junginiais, ozonu. Pagal tai, kokios yra epifitinių kerpių rūšys, kada atsiranda arba išnyksta kerpių bendrijos, koks užimamas plotas, gniužulo dydis, plaušų ilgis ir fiziologiniai kerpių pokyčiai, sprendžiama apie oro užterštumą ir teršalų koncentraciją bei žmogaus veiklos sukeltus aplinkos pokyčius (Jucevičienė 2002).

Pagal gautus bendrus rezultatus tiek pasyviųjų sorbentų, tiek bioindikacijos metodais galima detaliau įvertinti užterštumo lygį aglomeracijų ir zonos vietovėse, kuriose neatliekama nuolatinių automatinių oro taršos matavimų, ir parinkti tolesnius tyrimo metodus.

Teritorijose, kuriose taršos lygis yra didesnis už viršutinę leistiną normą, privalomi nuolatiniai oro kokybės tyrimai, o tose, kuriose taršos lygis yra mažesnis, negu žemutinė vertinimo riba, gali būti taikomas vien tik modeliavimas arba indikatoriniai matavimai. Kai nustatytas didžiausias oro taršos lygis yra tarp viršutinės ir žemutinės leistinų normų, vertinant oro kokybę, matavimai būtini, tačiau jų gali būti mažiau, nes matavimų duomenis galima papildyti informacija iš kitų šaltinių (*Environmental analysis* 2010).

Oro taršos tyrimo pasyviaisiais sorbentais metodika

Pasyvieji sorbentai tvirtinami prie specialaus plastmasinio cilindro vidinės sienelės. Pro viršuje ir apačioje esančias cilindro kiaurymes oras laisvai cirkuliuoja, tačiau ekspozavimo laikotarpiu pasyvieji sorbentai yra apsaugoti nuo intensyvios šviesos, kritulių ir stipraus vėjo. Įrenginys kabinaamas 3–4 metrų aukštyje. Aplinka, kurioje eksponuojami sorbentai, turi būti atvira, neapstatyta pastatais, neapsupta

medžių ar kitų objektų, trikdančių orui cirkuliuoti (vėdinti) toje aplinkoje. Taip pat reikia pasirūpinti, kad apsauginis cilindras su įtvirtintais sorbentais nebūtų lengvai prieinamas pašaliniais asmenims.

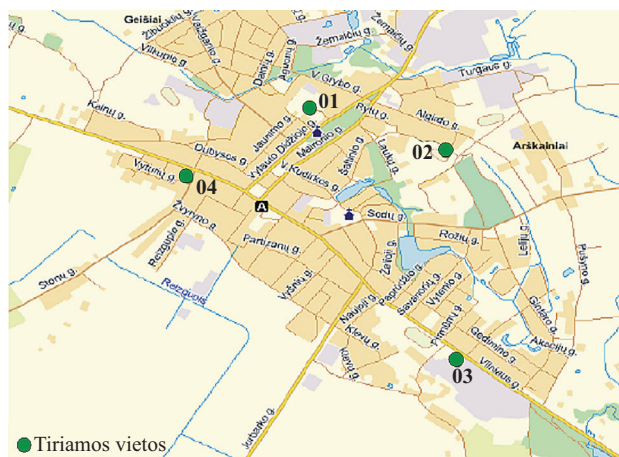
Kalendorinis darbų planas. SO₂, NO₂ koncentracijų matavimai pasyviųjų sorbentų metodu buvo atliekami 2 periodais po 2 savaites rudens sezonu (2010 m. lapkričio 2–16 dienomis ir lapkričio 16–30 dienomis).

Teršalų stebėjimo vietos mieste. Siekiant iširti SO₂ ir NO₂ koncentracijas Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje oro taršos tyrimai atlikti 5-iose tyrimų vietose (4 matavimų vietose Raseinių mieste ir 1 vietoje Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje – Ariogaloje). Visos matavimo vietos Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje parinktos arčiausiai pagrindinių miesto gatvių esančių darželių, mokyklų ir gyvenamųjų namų aplinkoje.

Oro užterštumo tyrimų vietos Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje (3 pav.): 1. Ligoninės g. 4, Raseiniai (Raseinių ligoninė); 2. Ateities g. 23, Raseiniai (Raseinių Šaltinio vid. m-kla); 3. Vilniaus g. 9a, Raseiniai (Raseinių lopšelis-darželis „Liepaitė“); 4. Stonų g. 4, Raseiniai (daugiabučių namų aplinka); 5. Melioratorių g. 9, Ariogala, Raseinių r. sav. (Raseinių rajono Ariogalos prad. m-kla).

Vertinimo kriterijai. Tirtos oro priemaišos vertintos gautus analizės rezultatus lyginant su normomis, nustatytomis pagal ES direktyvų reikalavimus. Kadangi indikatoriniu metodu (pasyviaisiais sorbentais) galima vertinti ilgesnio periodo vidutines koncentracijas, tai NO₂ ir SO₂ tyrimų rezultatai lyginami su 2009 m. galiojančiomis ribinėmis vertėmis aplinkos ore, kurios pateiktos 1 lentelėje.

Prieš ekspozavimą ir po jo visi pasyvūs sorbentai turi būti sandariai uždaryti ir laikomi vėsioje, tamsioje vietoje.



3 pav. Pasyviųjų sorbentų ekspozavimo vietos Raseinių rajone
Fig. 3. The places of exhibiting passive sorbents in Raseiniai district

1 lentelė. Aplinkos oro užterštumo normos (LR aplinkos ministro ir LR sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Dėl aplinkos ministro ir sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymo Nr. 591/640 „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymo“ pakeitimo“. 2010 m. liepos 7 d. Nr. D1-585/V-611)

Table 1. Norms for environmental air pollution in Lithuania

Teršalas	Ribinė vertė, nustatyta žmonių sveikatai apsaugoti, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vidurkinimo laikotarpis)	Kritinis užterštumo lygis, nustatytas augmenijai apsaugoti, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vidurkinimo laikotarpis)
Azoto dioksidas (NO_2)	40 (kalendoriniai metai)	30 (kalendoriniai metai)
Sieros dioksidas (SO_2)	125 (para)	20 (kalendoriniai metai)

Pasibaigus eksponavimo laikui pasyvieji sorbentai išsiųsti į laboratoriją *Passam Ltd.*, kurioje buvo pagaminti. Šioje laboratorijoje buvo atlikta eksponuotų pasyviųjų sorbentų cheminė analizė.

Kad aplinkos oro tyrimo pasyviaisiais sorbentais rezultatai būtų patikimi, minimali matavimų trukmė turi užimti $\geq 20\%$ nustatytos metinės teršalo ribinės vertės vidurkinimo laiko. Taip pat matavimo laikotarpiai turi būti tolygiai pasiskirstę per metus. Siekiant tikslumo ir užtikrinti duomenų kokybę, pasirinktose tyrimo vietose patariama naudoti po 2 tos pačios rūšies pasyviuosius sorbentus. Minimalus duomenų surinkimas turi užimti ne mažiau kaip 90 % tyrimų laiko. Maksimali matavimų neapibrėžtis yra 25–30 % (konkrečiam matavimui 95 % patikimumo intervalas). Pasyviuosius sorbentus transportuojant, eksponuojant ir saugojant reikia laikytis specialių taisyklių ir nurodymų. Pasyvieji sorbentai skirtingais metodais analizuojami akredituotoje laboratorijoje. Rezultatų patikimumas kokybės prasme priklauso nuo teisingo jų interpretavimo (*Lietuvos aplinkos... 2004*).

Kerpių (*Lichenes*) tyrimo metodika

Kerpių (*Lichenes*) tyrimo metodikos esmė – pagal kerpių rūšių gausumą ir dengiamą plotą tam tikrame objekte nustatyti oro užterštumą (Jankūnienė 2009).

Priemonės. Kompasas; matuoklė (metras); vietovės situacinis planas tyrimo objektams žymėti; vokeliai kerpių pavyzdžiams sudėti; 100 cm^2 dydžio rėmelis kerpių dangai nustatyti. Rėmelis daromas iš kartono: kas 1 cm įkerpami jo kraštai, skersai ir išilgai išvarstomas siūlas.

2 lentelė. Kerpių rūšinės sudėties ir medžių kamienų dengiamumo (%) registravimo pavyzdys (Gries 2003)

Table 2. A registration example of the composition of lichen species and tree trunks coating (Gries 2003)

Tiriamų medžių rūšys	Kerpių pavadinimas	1 medis		2 medis		3 medis		4 medis		Vidurkis	
		<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>k</i>	<i>p</i>
Iš viso padengta, %.....											

k – kamienas; *p* – pagrindas

Tyrimo darbų eiga. Pasirinktoje vietovėje, kuri gali būti įvairaus dydžio (rekomenduojama 500x500 m^2), ištiriame visas kerpių rūšis, esančias ant medžių kamienų. Tirdami keliose vietose, renkamės panašiam tankyje augančius, panašiai apšviestus, apytiksliai vienodo amžiaus (geriau jaunesnius) medžius, nes ant senų gali būti kerpių, išlikusių nuo to laiko, kai toje vietoje aplinka nebuvo užteršta.

Nustatę rūšinę sudėtį, tiriame tų augalų padengimą (procentais). Tam tikslui iš šiaurinės pusės (ją nustatome pagal kompasą) 130–150 cm aukštyje dedame rėmelį ir apskaičiuojame, kiek procentų kamieno ploto dengia kerpės (atitinka rėmelio cm^2 skaičių): pavyzdžiui, jei kerpės visiškai užėmė 14 langelių ir 3 po pusę, tai dangos laipsnis sudarys: $14 + 1,5 = 15,5 \text{ cm}^2$, arba 15,5 %. Duomenys registruojami specialios formos lentelėje (2 lentelė).

Galima nustatyti ne tik bendrą visų rūšių kerpių padengimo laipsnį, bet ir kiekvienos rūšies atskirai. Tikslinga to paties kamieno tyrimus pakartoti 3–4 kartus ir apskaičiuoti vidurkius. Tikslėsius duomenis gausime, matuodami ir stiebų pagrindą. Rekomenduojama tirti ir šakas (Gries 2003).

Kerpių paplitimas įvairiose zonose priklauso nuo SO_2 koncentracijų. Kerpės veikia kompleksas veiksnių, iš kurių pavojingiausi yra SO_2 ir NO_2 , svarbesnis SO_2 , kuris, ištirpęs vandenyje, ilgainiui virsta sieros rūgštimi ir, patekęs į kerpių dumblinio komponento ląsteles, chlorofilą paverčia feofitinu. Tada kerpės gniužule sutrinka medžiagų apykaita ir prasideda irimo procesas (Gries 2003).

Remdamiesi tyrimų duomenimis, visą Raseinių rajoną suskirstysime zonomis (pagal pateiktos lentelės duomenis). Toliau bus daroma išvada apie Raseinių rajono užterštumą ir situaciniame plane pažymimos kerpių zonos (skirtingomis spalvomis). Tyrimai yra labai svarbūs ne tik taršos šaltiniams nustatyti, bet ir istoriniu požiūriu, nes dabartinės būklės įvertinimas labai pravers ateityje, lyginant teigiamus arba neigiamus poslinkius.

Visuose iki šiol pasaulyje ištirtuose didmiesčiuose yra kerpių dykumų, kartais jų pasitaiko ir nedideliuose miesteliuose. Kerpių paplitimas įvairiose zonose priklauso nuo SO₂ koncentracijų. Todėl tiriant kerpes privaloma išskirti tokias zonas.

Iš gautų rezultatų modeliavimo programomis bus atvaizduotas teršalų intensyvumo pasiskirstymas visoje Raseinių rajono teritorijoje.

Užterštumo nustatymas pagal grybą (*Rhytisma acerinum*)

Grybas *Rhytisma acerinum* sukelia kai kurių klevo rūšių lapų ligą. Subrendusiems medžiams šis grybas nekenkia arba kenkia labai nedaug (Weber, Webster 2002). Ant pažeistų lapų atsiranda geltonų dėmių, jose plečiasi smulkios dėmelės, kurios vėliau sudaro stambias, iškilias, blizgančias juodas dėmes su aiškiai pastebimu geltonu apvažu. *Rhytisma acerinum* grybas labai paplitęs ir jį stebėti nesudėtinga, lengva naudotis testu (Jankūnienė 2009).

Tyrimo metodikos esmė – aplinkoje esantis SO₂ stabdo šio grybo vystymąsi. Ten, kur šių dujų gausu, dėmių ant lapų nėra. Jei lapai dėmėti, tai aplinka SO₂ požiūriu yra švari. Šis metodas plačiai taikomas Anglijoje, Vokietijoje, Lenkijoje (Martinionienė 1999). Tiriant naudotos šios priemonės: 1 m² rėmas ir klevo lapai (renkami rudens sezonu). Tyrimo tikslas – nustatyti Raseinių rajono išskirtų teritorijų – prie gyvenamųjų namų, pramonės rajonuose, prie didesnių taršos šaltinių – užterštumą SO₂ ir NO₂. Rugsėjo mėn., prieš krintant lapams, Raseinių rajono teritorijose tyrimams bus pasirinkti klevo medžiai. Nuo kiekvieno pasirinkto medžio apatinės dalies turi būti nuskinta tiek lapų, kad jie be tarpų užklotų 1 m² plotą. Tada suskaičiuojamos 1 m² esančio grybo *Rhytisma acerinum* juodos dėmės (N). Gautas skaičius dalijamas iš 100. Šitai nustatomas lapų dėmėtumo rodiklis (LDR). Atlikus skaičiavimus, gautas LDR lyginamas su aplinkos SO₂ užterštumo skale (Jankūnienė 2009).

Rezultatai ir jų analizė

Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje oro užterštumo NO₂ ir SO₂ tyrimai buvo atlikti 5-iose tyrimų vietose (keturiose vietose Raseinių mieste ir vienoje matavimo vietoje Raseinių

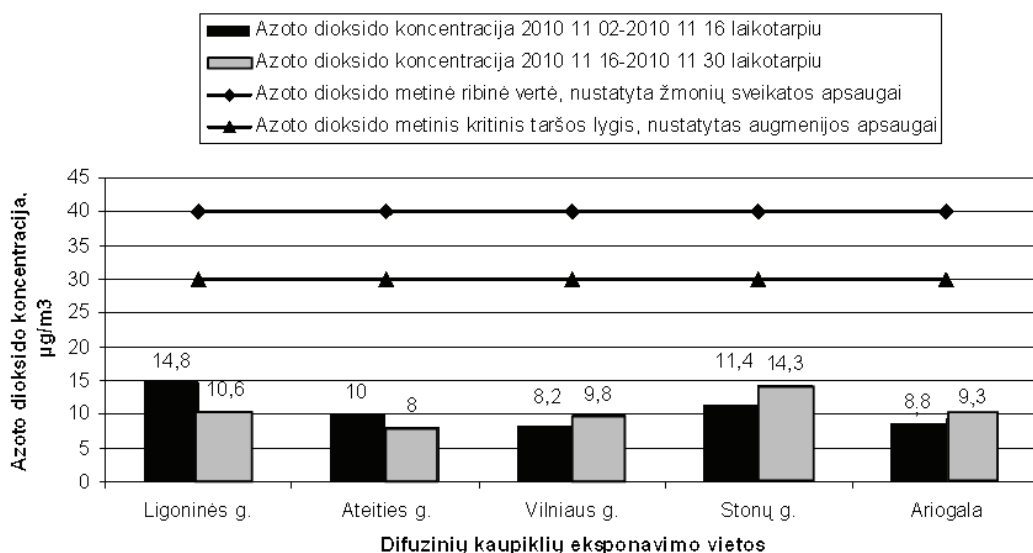
rajono savivaldybės teritorijoje – Ariogaloje). Visos matavimo vietos Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje parinktos arčiausiai pagrindinių miesto gatvių esančių darželių, mokyklų ir gyvenamųjų namų aplinkoje. SO₂, NO₂ koncentracijų matavimai pasyviųjų sorbentų metodu buvo atliekami 2 periodais po 2 savaites rudens sezonu (2010 m. lapkričio 2–16 dienomis ir lapkričio 16–30 dienomis). Difuziniai ėmikliai pasirinktose vietose, kaip to reikalauja metodika, buvo pritvirtinti prie gatvių apšvietimo stulpų 3,5 m aukštyje. Gauti NO₂ ir SO₂ teršalų koncentracijų rezultatai skirtingais laikotarpiais pateikti 4 ir 5 paveiksluose.

NO₂ koncentracija aplinkos ore Raseinių rajone 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis svyravo nuo 8,2 iki 14,8 μg/m³, 2010 m. lapkričio 16–30 dienomis kito 8,0–14,3 μg/m³ ribose. 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis didžiausia NO₂ koncentracija užfiksuota matavimo vietoje, esančioje Ligoninės g. 4, prie Raseinių ligoninės, 2010 m. lapkričio 2–16 d. – 14,3 μg/m³ Stonų g. Mažiausia NO₂ koncentracija (8,2 μg/m³), nustatyta difuziniais kaupikliais pirmuoju tirtu periodu 2010 m. lapkričio mėn., buvo matavimo vietoje, esančioje Vilniaus g. 9a. Antruoju matavimo periodu mažiausia NO₂ koncentracija (8,0 μg/m³) nustatyta Ateities g. 23. Tačiau nei vienoje matavimų vietoje nei vienu tirtu periodu oro taršos azoto dioksidu (NO₂) nenustatyta – ji yra 2,70–5,0 karto mažesnė už žmonių sveikatai apsaugoti nustatytą metinę ribinę vertę (40 μg/m³) bei 2,03–3,75 karto mažesnė už metinį kritinį taršos lygį, nustatytą augmenijai apsaugoti (30 μg/m³).

Rudens sezono metu abiem tirtais periodais SO₂ koncentracija Raseinių rajone neviršijo nei žmonių sveikatai apsaugoti nustatytos paros ribinės vertės (125 μg/m³), nei leistinos ekosistemoms apsaugoti nustatytos metinės ribinės vertės 20 μg/m³. Skirtingose matavimų vietose šio teršalo koncentracija svyravo nuo 0,3 iki 2,0 μg/m³ (5 pav.). Didžiausia SO₂ koncentracija (1,0 μg/m³) užfiksuota 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis Ligoninės g. 4 [01 matavimo vieta], o kituose matavimų taškuose SO₂ koncentracija tesiekė 0,3 μg/m³. 2010 m. lapkričio 16–30 dienomis SO₂ koncentracijos kitimo ribos ore buvo 0,4–2,0 μg/m³.

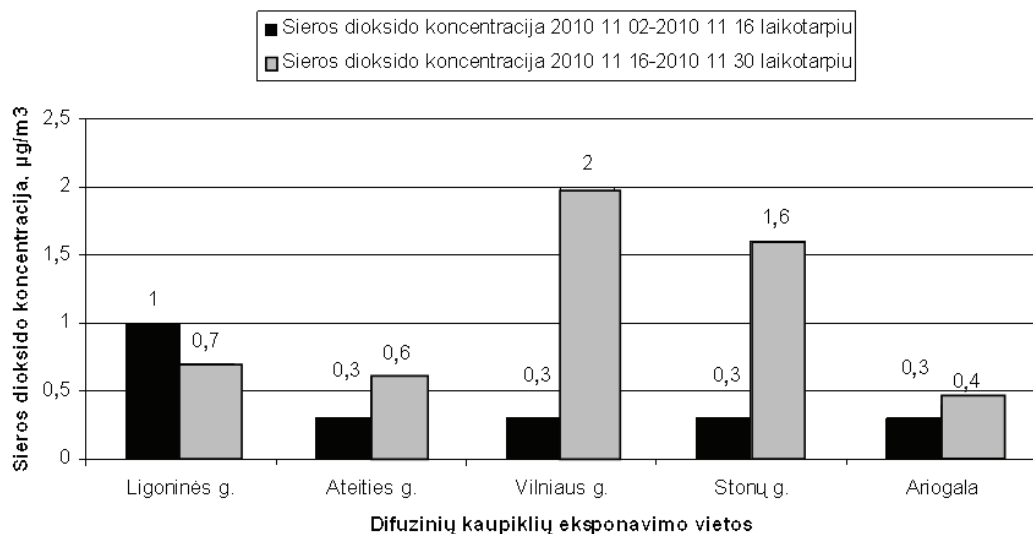
2010 m. lapkričio 16–30 dienomis Ateities g. 23 [02], Vilniaus g. 9a [03] ir Stonų g. 4 [04] matavimų vietose nustatyta padidėjusi SO₂ koncentracija ore, lyginant su 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis, tačiau gautos SO₂ reikšmės neviršijo ribinių verčių.

Ypatingas dėmesys skirtas azoto dioksidui (NO₂) ir sieros dioksidui (SO₂), kadangi pagal ES direktyvų reikalavimus, siekiant apsaugoti žmonių sveikatą, jų vidutinės metinės koncentracijos aplinkos ore nuo 2010 m. ribojamos atitinkamai 40 ir 125 μg/m³. Taip pat siekiant įvertinti kompleksškai NO₂ ir SO₂ poveikį aplinkai, jų koncentracijos



4 pav. Azoto dioksido (NO₂) koncentracija aplinkos ore Raseinių rajone 2010 m. rudens sezonu

Fig. 4. The concentration of nitrogen dioxide (NO₂) in ambient air in Raseiniai district in the autumn of 2010



5 pav. Sieros dioksido (SO₂) koncentracija aplinkos ore Raseinių rajone 2010 m. rudens sezonu

Fig. 5. The concentration of sulphur dioxide (SO₂) in ambient air in Raseiniai district in the autumn of 2010

lyginamos su augmenijai apsaugoti nustatytais kritiniais taršos lygiais, kurie atitinkamai buvo 30 ir 20 µg/m³.

Oro kokybė, naudojant difuzinius kaupiklius (pasyviuosius sorbentus) 2010 m. rudens sezonu buvo stebėta 5 vietose Raseinių rajono teritorijoje. Rudens sezonu nei žmonių sveikatai apsaugoti nustatytų ribinių verčių, nei metinio kritinio taršos lygio, nustatyto augmenijai apsaugoti, viršijimo neužfiksuota nei vieno teršalo tyrimo atveju. Pradėtus tyrimus pagal monitoringo programą tikslinga tęsti

2011 m. pavasario ir vasaros sezonais, siekiant gauti objektyvius ir išsamius oro kokybės tyrimų duomenis Raseinių rajono teritorijoje.

Oro taršos SO₂ ir NO₂ tyrimai bioindikaciniais metodais bus atliekami liepos–rugsėjo mėnesiais. Tada bus galima palyginti gautus rezultatus su pasyviųjų sorbentų metodo būdu gautais kelių sezonų rezultatais ir objektyviai įvertinti bioindikacinių metodų tinkamumą oro taršos stebėjimams.

Išvados

1. Naudojant difuzinius kaupiklius (pasyviusius sorbentus) 2010 m. rudens sezono metu oro kokybė buvo stebėta 5-iose Raseinių rajono vietose. Rudens sezonu nei žmonių sveikatai apsaugoti nustatytų ribinių verčių, nei metinio kritinio taršos lygio, nustatyto augmenijai apsaugoti, viršijimų neužfiksuota nei vieno tirtu teršalo atveju (NO₂, SO₂).
2. 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis didžiausia NO₂ koncentracija (14,3 µg/m³) užfiksuota matavimo vietoje, esančioje Ligoninės g. 4, prie Raseinių ligoninės, ir 2010 lapkričio 2–16 d. – Stonų g. Didžiausia SO₂ koncentracija (1,0 µg/m³) užfiksuota 2010 m. lapkričio 2–16 dienomis Ligoninės g. 4.
3. Kartu atliekant kiekybinį (pasyviųjų sorbentų) ir kokybinį (organizmų bioindikacijos) oro užterštumo tyrimo metodus bus galima objektyviai įvertinti aplinkos oro kokybę Raseinių rajono gyvenamojoje ir visuomeninės paskirties aplinkoje, parinkti tolesnius oro taršos matavimo metodus.
4. Ten, kur tarša nėra didelė, oro taršos tyrimus tikslinga atlikti pasitelkiant augalų bioindikacines savybes. Bioindikaciniai metodai galėtų puikiai pakeisti brangiau kainuojančius oro taršos tyrimus pasyviaisiais sorbentais.
5. Iš gautų bioindikacinių augalų rodiklių visą Raseinių rajoną galima suskirstyti į zonas pagal teršalų pasiskirstymo pažemio sluoksniuose intensyvumą. Tačiau pasyviųjų sorbentų metodu dėl riboto mėginių skaičiaus tokias zonas išskirti gana sunku. Reikalingas didelis kiekis mėginių, kurie reikalauja daug finansinių lėšų.

Literatūra

- AEA Technology. NO₂ Diffusion Tubes for LAQM: Guidance Note for Local Authorities [interaktyvus]. 2010, [žiūrėta 2010 m. gruodžio 13 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.aeat.co.uk/cms/>>.
- 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. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.65-75
- 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.
- Environmental analysis [interaktyvus]. 2010, [žiūrėta 2010 m. lapkričio 28 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.passam.ch>>. doi:10.1080/16486897.2006.9636900
- Gries, C. 2003. *Lichens as Indicators of Air Pollution. Lichen Biology*. Cambridge: University Press. 255 p.
- Janick, J. 1986. *Horticultural Science*. 4th ed. Purdue University: W. H. Freeman and Company. Printed in the United States of America, New York. 746 p.

- Jankūnienė, A. 2009. Vilniaus miesto oro užterštumo SO₂ įvertinimas naudojant bioindikatorius – grybą (*Rhytisma Acerinum*) ir kerpes (*Lichenes*), *Mokslas – Lietuvos ateitis [Science – future of Lithuania]* 1(4): 56–59. doi:10.3846/168
- Jucevičienė, N. 2002. *Pasyviosios ir aktyviosios lichenoidinacijos metodų taikymo miestų aplinkos monitoringo sistemoje tyrimai*. Kaunas: VDU leidykla. 84 p.
- Kazlauskienė, A.; Pottala, J.; Petronis, V. 2008. Research of dustiness on gravelled roads in Lithuania, in *Proceedings of 7th International Conference “Environmental Engineering”*, vol. 1. Vilnius: Technika, 169–174.
- Lietuvos aplinkos oro kokybės tyrimų pasyviaisiais sorbentais programa [interaktyvus]. 2004. Prieiga per internetą: <<http://aaa.am.lt/VI/files/0.600212001088751997.pdf>>.
- Martinionienė, J. 1999. *Ekologijos užduotys: metodinė medžiaga*. Kaunas: Šviesa. 112 p.
- Stravinskienė, V. 2010. Medžių būklės stebėseną ir vertinimą Kauno miesto aplinkoje, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 18(3): 217–225. doi:10.3846/jeelm.2010.25
- Šerevičienė, V.; Valuntaitė, V.; Paliulis, D. 2010. Impregnuojančio tirpalo įtakos difuzinių kaupiklių efektyvumui eksperimentiniai tyrimai, *Mokslas – Lietuvos ateitis [Science – future of Lithuania]* 2(5): 103–108. doi:10.3846/mla.2010.100
- Weber, R. W. S.; Webster, J. 2002. Teaching techniques for mycology: 18. *Rhytisma acerinum*, cause of tar-spot disease of sycamore leaves, *Mycologist* 16(3): 120–123. doi:10.1017/S0269915X02002070

RESEARCH ON AIR POLLUTANTS NO₂ AND SO₂ IN RASEINIAI AREA USING PASSIVE SORBENTS AND BIO INDICATIVE METHODS

N. Mikelsonaitė, A. Kazlauskienė

Abstract

The carried out research analyzes air pollution in Raseiniai area. SO₂ and NO₂ exhaustion analysis is based on data for the period 2006–2009 provided by Kaunas Environmental protection department. Two air pollution research methods based on passive sorbents and bio indicators are proposed. The amount of SO₂ and NO₂ air pollutants is determined by conducting moss (*Lichenes*) tests and analyzing the fungus of maple leaves (*Rhytisma acerinum*). The performed research also describes the methods applied for analysis. Initial air quality monitoring using passive sorbents was carried out in the autumn of 2010. The primary results of this research revealed that the amount of analyzed air pollutants was below the permissible norm. In order to get reliable and objective results, research will be continued in the spring and summer of 2011.

Keywords: air pollution, passive sorbents, bio-indicators, lichens (*Lichenes*) test fungus (*Rhytisma acerinum*).