



UŽDARYTO IR VEIKIANČIO SĄVARTYŲ LIEKAMOSIOS TARŠOS TYRIMAI IR VERTINIMAS

Greta DAJORAITĖ¹, Aušra ZIGMONTIENĖ², Vaidotas VALSKYS³

^{1,2}VGTU AIF Aplinkos apsaugos katedra

³VU Ekologijos ir aplinkotyros centras

El. paštas: ¹gdajoraite@gmail.com; ²ausra.zigmontiene@vgtu.lt; ³vaidas.valskys@gmail.com

Anotacija. Didelis kiekis atliekų vis dar keliauja į sąvartynus ir tai daugelyje šalių išlieka vienu iš pagrindinių atliekų šalinimo būdų. Lietuvoje tiek veikiančių, tiek uždarytų sąvartynų stebėjimas apsiriboja tik sąvartynų monitoringo programoje nurodytais dujų, filtrato ir požeminio vandens tyrimais, tačiau nėra gamtinės aplinkos tyrimų. Išorinės aplinkos stebėseną svarbi norint iširti galimą sąvartynų poveikį aplinkai. Tyrimams pasirinkti objektai – veikiantis regioninis Kazokiškių ir uždarytas – Kariotiškių sąvartynai. Mėginiai imti 20 m atstumu už sąvartyno teritorijos visomis pasaulio šalių kryptimis – Š, ŠR, R, PR, P, PV, V, ŠV. Pasirinkti tiriamieji objektai – kerpės ir samanės. Biomonitoriuose nustatyti sunkieji metalai – Sr, Mn, Cr. Mėginių ėmimo taške buvo sudaryti du tinkleliai. Pirmasis – 10×50 cm ant pasirinkto medžio kamieno, paimti kerpių bandiniai. Antrasis – 25×25 cm ant dirvožemio paviršiaus, po pasirinkto medžio laja, paimti samanų bandiniai. Kontroliniai mėginiai imti iš Elektrėnų rajone esančio Veprių botaninio draustinio. Sunkiųjų metalų tyrimas buvo atliekamas remiantis rentgeno fluorescencinės spektrometrijos (XRF) analitiniu metodu. Nustatyta, jog biomonitorius, kuriame vyravo didžiausios sunkiųjų metalų koncentracijos, uždarytame Kariotiškių sąvartyne – samanės, o veikiančiame Kazokiškių sąvartyne – kerpės. Atlikus sunkiųjų metalų eksperimentinius tyrimus, matoma tendencija, jog didesnė tarša vyrąja uždarytame Kariotiškių sąvartyne. Galima daryti išvadą, kad liekamoji tarša yra didelė ir todėl dėl mažesnės atliekų kontrolės bei pavojingesnių atliekų kiekio uždaryti sąvartynai yra galimai pavojingesni nei eksploatuojami sąvartynai.

Reikšminiai žodžiai: sąvartynas, sunkieji metalai, samanės, kerpės, biomonitorius.

Įvadas

Kasmet didėjant visuomenės poreikiams, didėja ir vartojimas, o visa tai nulemia ir didėjantį atliekų kiekį. Sąvartynai daugelyje pasaulio šalių išlieka viena iš atliekų šalinimo alternatyvų.

Sąvartynas – tai potencialus taršos židinys. Aplinkos oras yra teršiamas dulkelėmis, kurių sudėtyje yra sunkiųjų metalų, pučiant vėjui pernešamos ir sunkesnės šiukšlės. Susidariusi vandens terpė – filtratas perneša įvairias chemines medžiagas. Organinės kilmės atliekų irimo metu skiriasi biudujos, kurios prisideda prie šiltnamio reiškinių. Sąvartyno eksploatacijos metu tarša kaupiasi ne tik vandenyje, dirvožemyje, bet ir gamtinėje aplinkoje (aerogeniniu būdu (dulka), kietosios dalelės, dulkės, krituliai ir pan.). Net jeigu sąvartynas yra uždarytas ir rekultivuotas, potenciali tarša išlieka, nes sąvartynuose vykstantys cheminiai, fiziniai ir biocheminiai procesai yra ilgalaikiai. Todėl tik atliekant išsamius aplink sąvartyno teritoriją esančios gamtinės aplinkos tyrimus, galima sužinoti ir įvertinti teršalų kaupimąsi ir ilgalaikį sąvartynų poveikį aplinkai.

Tyrimui dėl mažo paplitimo natūralioje gyvojoje gamtoje pasirinkti sunkieji metalai – stroncis, manganas ir chromas. Natūraliai jie yra randami gyvuosiuose organizmuose, tačiau mažomis koncentracijomis. Dėl šios priežasties augalai yra puikūs biomonitoriniai organizmai (Domingo 1994).

Stroncis (Sr) yra natūraliai randamas elementas gamtoje. Šio metalo oksidacinės formos gali būti 0 ir +2. Tačiau gryno metalo gamtoje nėra. Sr randamas junginiuose, mineraliniuose dariniuose. Stroncio junginių yra randama visur – uolienose, dirvožemyje, požeminiame vandenyje, augaluose ir gyvūnuose (Folkeson 1981). Antropogeniniai stroncio šaltiniai yra stiklo atliekos, pirotechnika, dažų atliekos bei vaistiniai produktai. Remiantis kitų mokslininkų tyrimais, stroncio koncentracijos aplinkoje yra labai mažos. Koncentracijų pokyčiams didžiausią įtaką gali daryti akmens anglies deginimo metu susidarantys pelenai bei buitinės atliekos (Sisino *et al.* 2000).

Manganas (Mn) – pakankamai plačiai gamtoje paplitęs cheminis elementas. Smėlio ir priemolio dirvožemiuose foninė koncentracija siekia 427 mg/kg (Gill *et al.* 1975). Manganas augalo organizmuose reguliuoja anglies dioksido bei nitratų įsisavinimą, angliavandenių funkcijas, vandens redukciją fotosintezės metu. Galimi mangano patekimo į aplinką šaltiniai – baterijų, akumuliatorių atliekos, taip pat šis metalas įeina į aliejinių ir akrilinių rudos spalvos dažų sudėtį. Nustatyta tarša mangano junginiais yra užfiksuota degant naftos produktams. Degalų sudėtyje esantis metilciklopentadienilmangano trikarbonilas, kuris dedamas į degalus kaip priedas, neskyla ir yra išmetamas į aplinką. Mokslininkų nustatyta, jog toksiškumas pasireiškia nuo 1200 mg/kg miežiuose, 1400 mg/kg – ryžiuose (Soumare *et al.* 2003).

Žemės plutoje chromo randama nedaug, tik apie 0,03 %. Natūralioje aplinkos temperatūroje šis metalas visiškai atsparus oro ir vandens poveikiui. Tirpsta tik praskiestuose druskos ir sieros tirpaluose (Manfredi *et al.* 2006). Chromas dirvožemyje, kaip ir izomorfinė priemaiša, įeina į sunkiųjų metalų (granatų, amfibolų, piroksenų ir kt.) sudėtį, tačiau daugiausia yra sorbuojamas molio mineralų. Vandenyje jis migruoja su pakibusiomis dalelėmis, todėl kaupiasi vandens telkinių dumblyje. Chromo antropogeniniai šaltiniai – odos bei kailių apdirbimo metu susidaro kancerogeniniai chromo junginiai, chromuotos plieno lydinių, stiklo gamybos atliekos bei suvirinimo elektrodų atliekos. Cr migracija dirvožemyje, paviršiniame ir požeminiame vandenyje priklauso nuo savo formos (Manfredi, Christensen 2009). Ypač kenksmingi divalenciniai ir šešivalenciniai chromo junginiai (Boyle 1999).

Remiantis mokslininkų patirtimi, užtaršos kiekiui nustatyti vienas iš tinkamiausių objektų yra deponuojančios terpės, todėl panaudojant jų koncentracines savybes galima ištirti susikaupusius sunkiųjų metalų kiekius (Butkus *et al.* 2008). Žvelgiant iš ekotoksikologinės perspektyvos padidėjusios sunkiųjų metalų koncentracijos bioindikatoriuose yra žmogaus veiklos rezultatas, darantis žalą gyviesiems organizmams (Christensen 1995).

Vienas iš populiariausių biomonitorių – samanų. Šie augalai neturi išvystytos šaknų sistemos, todėl sugeria visus aplinkinius vandens ir maistinių medžiagų šaltinius (Fdez-Ortiz de Vallejuelo *et al.* 2010). Tai tarsi pasyvus sorbentas, kuriame nusėda tarša. Šie visžaliai daugiamečiai augalai, tiesiogiai paimti iš gamtos, gali nurodyti vyraujančias sunkiųjų metalų koncentracijas (Wolkowski 2003). Remiantis literatūra, sunkiųjų metalų koncentracijos samanose reikšmingai koreliuoja su nustatyta tarša krituliuose (Rimaitytė *et al.* 2006).

Kerpių organizmai yra daugiamečiai, jie auga lėtai ir, skirtingai nuo induočių augalų, augimo metu neatsiskiria dalimis. Šis augalas gali būti naudojamas tiek metalų koncentracijoms matuoti, tiek radioaktyvumui nustatyti (Haapala, Kikuchi 2000). Kerpių porose teršiančios medžiagos yra „surišamos“ grybų siūliniais audiniais. Teršalai yra kaupiami grybo hifų audiniuose. Taip pat daugelis fiziologinių parametrų pakitimų yra naudojami aplinkos taršai įvertinti: fotosintezė (McBean *et al.* 1995), chlorofilo kiekis (Balaguer, Manrique 1991), adenosin 5' trifosfato (ATP) sumažėjimas, kvėpavimo sutrikimas (Makansi 1997), endogeninio auksino pokyčiai bei etileno gamyba (Kum *et al.* 2005).

Tyrimais siekiama nustatyti susikaupusius sunkiųjų metalų kiekius dviejų tipų: veikiančiame ir uždarytame sąvartynuose.

Tyrimo tikslas – įvertinti kompleksinį veikiančio ir uždaryto sąvartyno poveikį aplinkos užterštumui.

Metodika

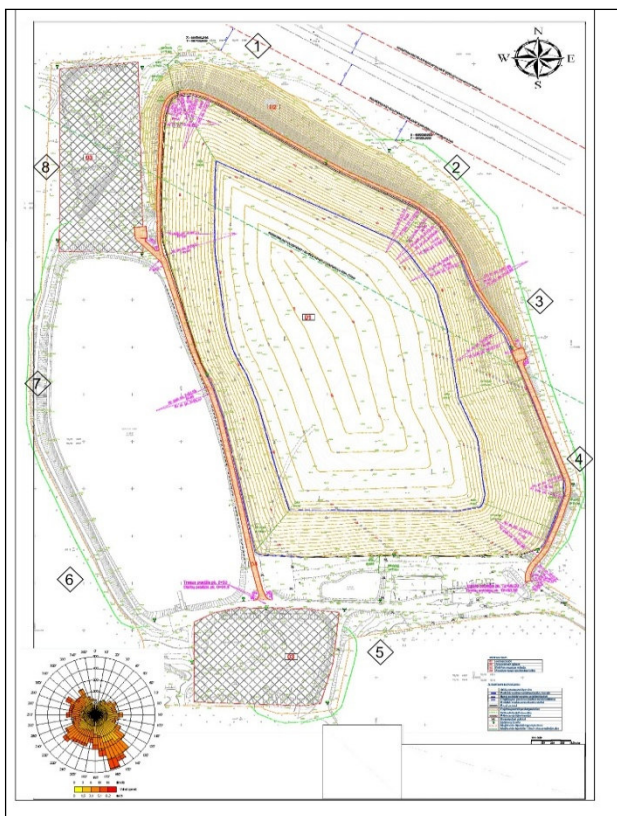
Pasirinkti tiriamieji objektai – veikiantis regioninis Kazokiškių sąvartynas bei uždarytas Kariotiškių sąvartynas.

Uždarytas Kariotiškių komunalinių atliekų sąvartynas yra šiaurės rytų Trakų rajono dalyje, 9 km nuo Vilniaus miesto ribos, 3 km į vakarus nuo Rykantų gyvenvietės ir 0,6 km nuo automagistralės Vilnius–Kaunas. Sąvartyno sklypo ribose yra suprojektuota buvusi dumblo kaupykla, kurioje UAB „Vilniaus vandenys“ šalino dumblą iš Vilniaus miesto nuotekų valymo įrenginių (1 pav.). Šis sąvartynas pradėtas eksploatuoti 1987 m. ir uždarytas 2008 m. (Kriščiūnas 2000).

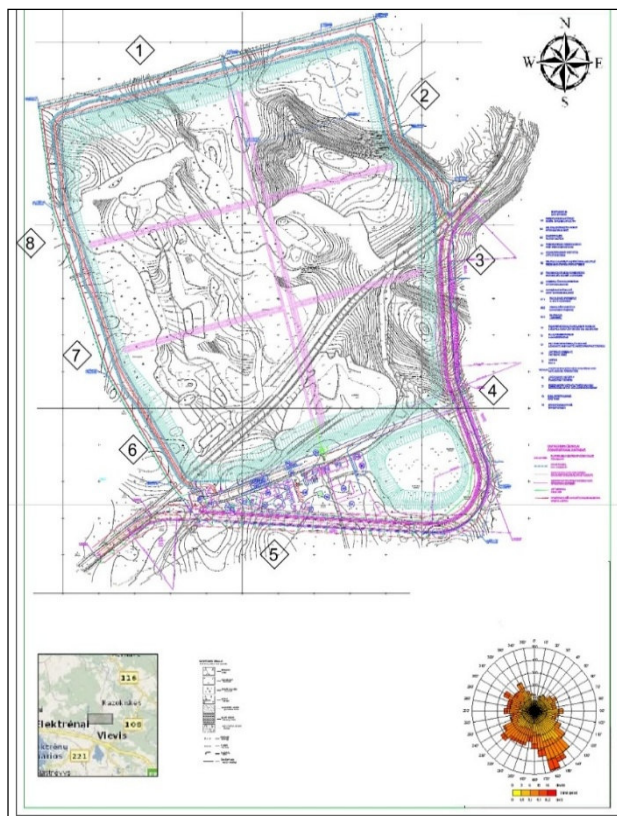
Kazokiškių sąvartynas yra Elektrėnų savivaldybės teritorijos šiaurės rytinėje dalyje, už 3,5 km į šiaurę nuo Vievio miesto, 1,7 km į rytus nuo Zelvės ežero ir 1,6 km į pietus nuo Cielgio upelio beveik išeksploatuoto Kazokiškių žvyro ir smėlio karjero vietoje (2 pav.). Sąvartynas įrengtas 2007 metais ir veikia iki šiol. Sąvartyno projektinis pajėgumas – 339 900 tonų atliekų per metus. Bendras šešių sekcijų atliekų talpos pajėgumas – 6,8 mln. m³ (Lietuvos laisvosios rinkos institutas 2015).

Veikiančiame Kazokiškių ir uždarytame Kariotiškių sąvartynuose pasirinkti aštuoni tiriamieji taškai skirtingomis pasaulio šalių kryptimis: Šiaurės, Šiaurės Rytų, Rytų, Pietryčių, Pietų, Pietvakarių, Vakarių, Šiaurės Vakarių. Šios kryptys pasirinktos siekiant nustatyti taršos sklaidą aplinkoje. Mėginių ėmimo vietovės nutolusios 20 m atstumu nuo sąvartyno teritorijos.

Pagal nustatytas koordinatas išsirenkamas tinkamiausias medis. Siekiant mažesnės duomenų variacijos pasirenkamas panašus medžių amžius bei fiziologinė būseną



1 pav. Uždarytas Kariotiškių sąvartynas ir jame nurodytos mėginių ėmimo vietos (1–8)



2 pav. Veikiantis Kazokiškių sąvartynas ir jame nurodytos mėginių ėmimo vietos (1–8)

(pakrypimo laipsnis, lajos padėtis ir pan.) (Kricke 2002). Tyrimams pasirinkti dviejų rūšių medžiai: paprastasis klevas (*Acer platanoides L.*) ir karpotasis beržas (*Betula pendula Roth*). Šios medžių rūšys pasirinktos dėl plataus paplitimo Lietuvos miškuose.

Ant pasirinkto medžio kamieno sudaromas tinklelis (10x50 cm) kerpių bandiniams paimti (remiantis kerpių stebėsenos standartizuotu protokolu (ANPA 2001)). Samanų bandiniai buvo imami 1 metro atstumu nuo medžio, po medžių laja. Mėginiai surenkami tinklelio principu – 25x25 cm ploto.

Samanų mėginiai imami naudojantis pincetu, siekiant atskirti juos nuo dirvožemio ar nuo kito augalo prisitvirtinusio paviršiaus. Bandymams imama tik viršutinioji samanų dalis. Mėginiai dedami į sandarius polietilinius maišelius, siekiant išvengti kontakto su aplinka.

Kontroliniai ėminiai paimti iš Elektrėnų savivaldybėje esančios teritorijos. Pasirinkta antropogeniškai mažai paveikta vietovė – Veprių botaninis draustinis. Iš viso paimti 34 mėginiai.

Kerpių ir samanų identifikavimas vykdomas laboratorijoje, remiantis Nimis, Martellos 2008 metų nomenklatura. Naudojantis mikroskopu, mėginiai buvo atsargiai išvalyti, siekiant pašalinti nereikalingų medžiagų likučius, pavyzdžiui, žievės liekanas, dulkes bei dirvožemio daleles.

Tik periferinis (viršutinysis) kerpių gniužulas naudojamas analizei (5 mm nuo kerpių gniužulo augimo vietos buvo pašalinti). Samanų tyrimams naudojamas taip pat tik viršutinysis (rizoidai tyrimams yra netinkami) sluoksnis. Kerpių ir samanų mėginiai džiovinami pastovioje kambario temperatūroje iki pastovios masės. Sudžiovintus mėginiai homogenizuojami (sumalami).

Sunkiųjų metalų tyrimas atliktas remiantis rentgeno fluorescencinės spektrometrijos (XRF) analitiniu metodu (Bradl 2005).

Rezultatai ir jų analizė

Eksperimentinių tyrimų metu samanų ir kerpių bandiniuose nustatytos sunkiųjų metalų koncentracijos. Ne visuose taškuose pavyko rasti ir paimti kerpių mėginiai. Kazokiškėse rastos kerpės – 1, 3, 4, 6, 8 taškuose, o Kariotiškių sąvartyne – 1, 2, 3, 4, 7, 8 bandinių ėmimo vietose. Šis faktas rodo, kad veikiančiame sąvartyne, kuriame taršos procesas vis dar tebevyksta, kerpių organizmai aptinkami daug rečiau, o uždarytame sąvartyne – aplinkinė teritorija yra iš dalies palanki kerpėms augti.

Stroncio koncentracijos samanų ir kerpių bandiniuose Kariotiškių sąvartyne pavaizduotos 3 paveiksle. Didžiausios Sr koncentracijos užfiksuotos samanų bandiniuose (4, 6, 8 mėginių ėmimo vietos). Ketvirtojoje

bandinių ėmimo vietoje stroncio koncentracija samanose buvo daugiau nei 6 kartus didesnė nei kontroliniame variante.

Ženkliai didesnės, palyginti su kontroliniu variantu, Sr koncentracijos kerpių mėginiuose nustatytos trečiojoje bandinių ėmimo vietoje veikiančiame Kazokiškių sąvartyne. Šiame taške nustatyta stroncio koncentracija buvo 3 kartus didesnė, palyginti su kontroliniu variantu. Kerpės – tai biomonitorius, kuris yra labai jautrus taršos poveikiui, todėl sukaupti dideli sunkiųjų metalų kiekiai indukuoja didžiulę aplinkinės teritorijos taršą.

Galima daryti išvadą, jog Kariotiškių sąvartyne daugiau sunkiųjų metalų rasta samanų bandiniuose, o veikiančiame Kazokiškių sąvartyne – kerpėse. Didesnė tarša Sr metalu buvo užfiksuota veikiančiame Kazokiškių sąvartyne.

Kariotiškių sąvartyno aplinkinėje teritorijoje nustatyta, jog daugiausia mangano sukaupęs biomonitorius yra samanose (4 pav.). Samanose nustatyta Mn koncentracija buvo didesnė visuose bandinių ėmimo vietose (nuo 1,4 karto iki 12 kartų), palyginti su kontroliniu variantu. Didžiausia tarša užfiksuota 1, 4, 8 taškuose. Kerpėse taip pat nustatytas ženklus (Mn) metalo koncentracijos padidėjimas 4 ir 7 taškuose. Tik 8 taške nustatyta mangano koncentracija neviršijo kontrolinių rodiklių.

Kariotiškių sąvartyno aplinkinėje teritorijoje nustatyta, jog daugiausia mangano sukaupęs biomonitorius yra samanose (4 pav.). Samanose nustatyta Mn koncentracija buvo didesnė visose bandinių ėmimo vietose (nuo 1,4 karto iki 12 kartų), lyginant su kontroliniu variantu. Didžiausia tarša užfiksuota 1, 4, 8 taškuose. Kerpėse taip pat

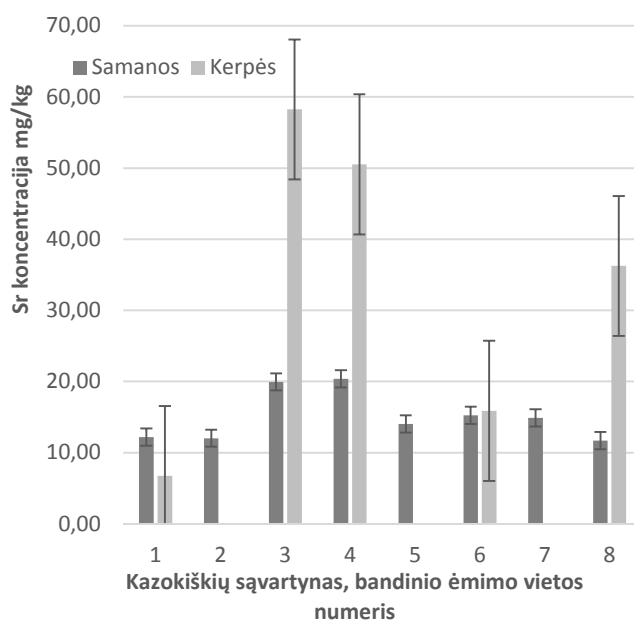
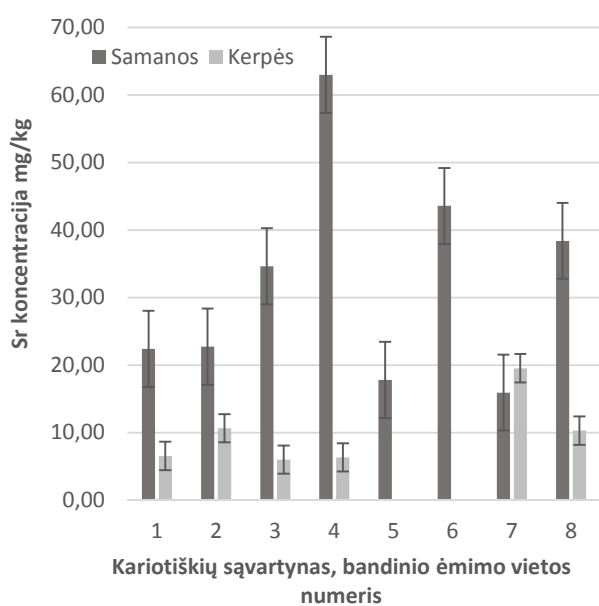
nustatytas ženklus (Mn) metalo koncentracijos padidėjimas 4 ir 7 taškuose. Tik 8 taške nustatyta mangano koncentracija neviršijo kontrolinių rodiklių.

Veikiančiame Kazokiškių sąvartyne nustatytas biomonitorius, kuriame didžiausios mangano koncentracijos – samanose. Čia matoma tendencija, jog didžiausios mangano koncentracijos ištirtuose bandiniuose buvo 3, 4, 8 bandinių ėmimo vietose (4 pav.). Lyginant su kontroliniu variantu ketvirtame taške Mn koncentracija buvo 8,7 karto didesnė nei kontroliniame variante.

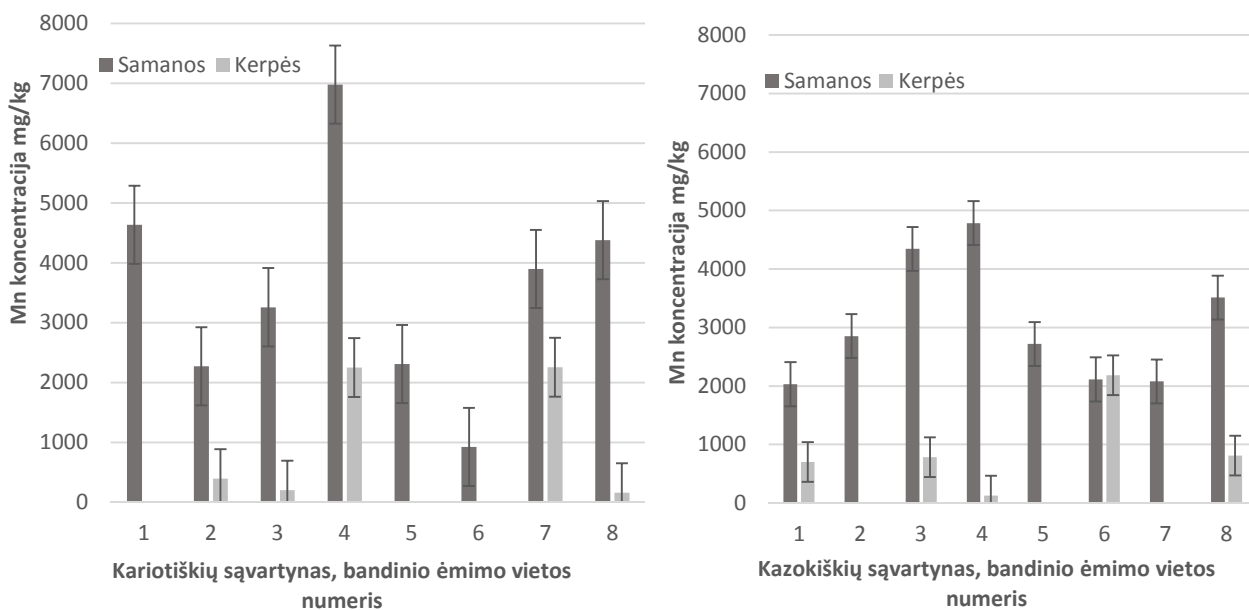
Mažiausios koncentracijos užfiksuotos 6, 7 bandinių ėmimo vietose, tačiau net jose (Mn) koncentracija buvo 3,6–3,4 karto didesnė (lyginant su kontroliniu variantu). Mn koncentraciją 4 taške galėjo nulemti šioje vietovėje esanti atliekų rūšiavimo linija, kuri padidina atliekų aerogeninę taršą. Veikiančiame Kazokiškių sąvartyne didžiausios mangano koncentracijos nustatytos samanų bandiniuose. Taip pat netoli bandinių ėmimo vietos yra kelias Vievis–Kazokiškės–Paparčiai–Žasliai.

Lyginant abiejų sąvartynų daromą įtaką aplinkos taršai, matoma tendencija – didžiausios mangano koncentracijos vyravo samanose. Didesnė tarša Mn metalu nustatyta uždarytame Kariotiškių sąvartyne.

Atlikus chromo koncentracijos analizę (5 pav.) uždaryto Kariotiškių sąvartyno aplinkinėje teritorijoje, matomos labai didelės koncentracijos. Antrajame taške chromo koncentracija samanose buvo 1824,99 mg/kg. Visuose tirtuose taškuose samanų koncentracijos viršijo kontrolinius rezultatus nuo 2,5 iki 9 kartų. Kerpėse chromo absorbcija buvo mažesnė, tačiau visuose taškuose (išskyrus 4) koncentracijos viršijo kontrolinius rezultatus.



3 pav. Stroncio koncentracija Kariotiškių ir Kazokiškių sąvartynų aplinkinėje teritorijoje



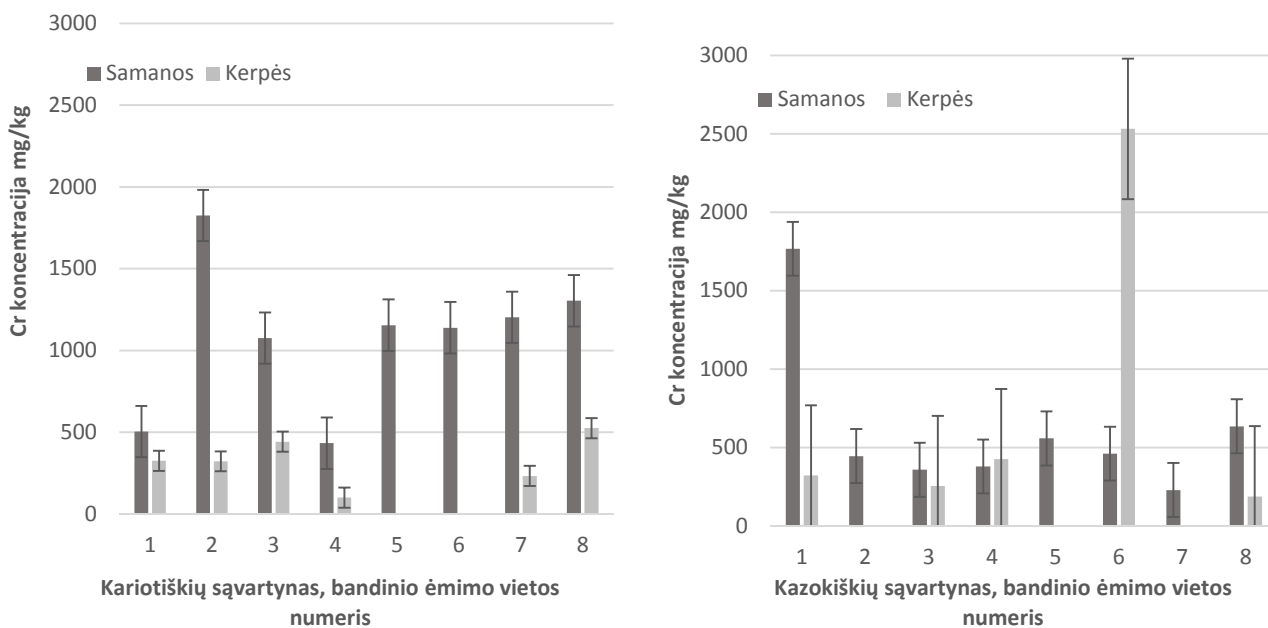
4 pav. Mangano koncentracija Kariotiškių ir Kazokiškių sąvartynų aplinkinėje teritorijoje

Veikiančiame Kazokiškių sąvartyne matomas ženklaus koncentracijos padidėjimas pirmojoje ir šeštojoje bandinių ėmimo vietose. Samanosose nustatyta didžiausia koncentracija – 1767,26 mg/kg buvo 8,8 karto didesnė, o kerpėse – 2531,81 mg/kg – 23 kartus didesnė lyginant su kontrolių bandinių rezultatais.

Matoma tendencija, jog aplinkinėse sąvartynų teritorijose didžiausia tarša nustatyta 4, 6, 8, 1 taškuose. Ketvirtąjo taško lokacija abiejų sąvartynų atžvilgiu yra netoliese kelio, kuriuo buvo gabenamos atliekos, taip pat Kazokiškių sąvartyne – šioje vietoje yra atliekų rūšiavimo linija, kuri padidina aerogeninę atliekų taršą. Šeštojo taško

vietoje Kariotiškių sąvartyne 2011 metais į sąvartyno teritoriją buvo išsiliejęs nuotekų dumblas (į aplinką išsiliejo apie 200 tonų dumblo). Teritorija buvo išvalyta, tačiau tarša vis dar atsispindi rezultatuose. Aštuntajame ir pirmuosiuose taškuose matoma ženkli vyraujančių vėjų įtaka (3, 4 pav.).

Lyginant abiejų sąvartynų aplinkinės taršos rezultatus, nustatyta, jog biomonitorinis organizmas, kuris daugiausia sukaupe Cr metalo, – samanos, o didesnė aplinkinės teritorijos tarša užfiksuota šiuo metu tebeveikiančiame Kazokiškių sąvartyne.



5 pav. Chromo koncentracija Kariotiškių ir Kazokiškių sąvartynų aplinkinėje teritorijoje

Išvados

1. Kariotiškių sąvartyne buvo rasta kerpių šešiose vietose iš aštuonių, o Kazokiškių sąvartyne – penkiose vietose ir aštuonių. Šis rodiklis yra vienas iš indikatorių, kuris rodo, jog veikiančiame sąvartyne kerpėms yra daug sunkiau prisitaikyti ir išlikti, o uždarytame sąvartyne stebima tendencija, jog kerpių randama vis daugiau.

2. Atlikus tyrimus, nustatyta, jog uždarytame Kariotiškių sąvartyne daugiausia stroncio akumulavęs biomonitorius buvo – samanų, o veikiančiame Kazokiškių sąvartyne – kerpės. Didesnė tarša Sr metalu buvo nustatyta uždarytame Kariotiškių sąvartyne.

3. Nustačius sąvartynų aplinkinėje teritorijoje mangano koncentracijas, matoma tendencija, jog didžiausios šio metalo koncentracijos vyravo samanose. Uždarytame Kariotiškių sąvartyne tarša Mn metalu buvo didesnė, lyginant su tebeveikiančiu Kazokiškių sąvartynu.

4. Atlikus analizę, buvo matomos didesnės chromo koncentracijos tebeveikiančiame Kazokiškių sąvartyne, kuriame biomonitorius, sukaukęs daugiausia Cr metalo, – kerpės. Uždarytame Kazokiškių sąvartyne, skirtingai nei veikiančiame sąvartyne, daugiau chromo buvo sukauptos samanų.

5. Atlikus sunkiųjų metalų natūrinius tyrimus, nustatyta, jog didesnė tarša vyrauja uždarytame Kariotiškių sąvartyne. Galima daryti išvadą, kad liekamoji tarša yra didelė ir uždaryti sąvartynai yra galimai pavojingesni nei eksploatuojami sąvartynai dėl mažesnės atliekų kontrolės bei pavojingesnių atliekų kiekio.

6. Biomonitorius, kuriame vyravo didžiausios sunkiųjų metalų koncentracijos Kariotiškių sąvartyne, – samanų, o veikiančiame Kazokiškių sąvartyne – kerpės. Veikiančiame sąvartyne tarša sunkiaisiais metalais vis dar vyksta, taigi kerpės, kaip tiriamasis organizmas, yra labiau tinkamos nustatyti aktyviajai taršai, o samanų – sėslūs daugiamečiai augalai, nurodantys ilgalaikę taršą.

Literatūra

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA). 2001. *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora Mediterranea*. Manuale ANPA, Marzo. 212 p.

Balaguer, L.; Manrique, E. 1991. Interaction between sulfur dioxide and nitrate in some lichens, *Environmental and Experimental Botany* 31: 223–227.

Boyle, D. J. K. 1999. Comprehensive solid waste planning strategies, *Journal of Resource Management and Technology* 17: 193–199.

Bradl, H. 2005. Heavy metals in the environment: origin, *Interaction and Remediation* 52: 58–98.

Butkus, D.; Pliopaitė Bataitienė, I.; Bataitis, T. 2008. 90Sr kaupimosi paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) medienoje

tyrimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(3): 121–127.

<https://doi.org/10.3846/1648-6897.2008.16.121-127>

Christensen, J. M. 1995. Human exposure to toxic metals: factors influencing interpretation of biomonitoring results, *Science of the Total Environment* 166: 89–135.

[https://doi.org/10.1016/0048-9697\(95\)04478-J](https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04478-J)

Domingo, J. L. 1994. Metal-induced developmental toxicity in mammals, *Journal of Toxicology and Environmental Health* 42: 123–141.

<https://doi.org/10.1080/15287399409531868>

Fdez-Ortiz de Vallejuelo, S.; Arana, G.; de Diego, A.; Madariaga, J. M. 2010. Risk assessment of trace elements in sediments: the case of the estuary of the Nerbioilbaizabal River (Basque Country), *Journal of Hazardous Materials* 181: 565–573.

<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.05.050>

Folkesson, L. 1981. Heavy metal accumulation in the moss *Pleurozium schreberi* in the surroundings of two peat-fired plants in Finland, *Annales Botanici Fennici* 18: 245–253.

Gill, R.; Martin, M. H.; Nickless, G.; Shaw, T. L. 1975. Regional monitoring of heavy metal pollution, *Chemosphere* 2: 113–118. [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(75\)90024-7](https://doi.org/10.1016/0045-6535(75)90024-7)

Haapala, H.; Kikuchi, R. 2000. Biomonitoring of the distribution of dust emission by means of a new SEM/EDX technique, *Environmental Science Pollution Research* 7(4): 180–189. <https://doi.org/10.1007/BF02987345>

Kricke, R. 2002. Measuring bark pH, in P. L. Nimis, Ch. Scheidegger, P. A. Wolseley. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens* 245: 333–336.

Kriščiūnas, V. 2000. *Kariotiškių sąvartyno dujų tyrimai / Galutinė ataskaita* [interaktyvus], [žiūrėta 2016 m. rugsėjo 30 d.]. Vilnius, BKG, 2000. Prieiga per internetą: <http://www.lei.lt/Opet/pdf/Krisciunas.pdf>

Kum, V. A.; Sharp, A.; Harnpornchai, N. 2005. Improving the solid waste management in Phnom Penh city: a strategic approach, *Waste Management* 25: 101–109.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.09.004>

Lietuvos laisvosios rinkos institutas. 2015. *Kazokiškių sąvartynas Vilniuje UAB „VAATC“ atvejo analizė 2015* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. sausio 30 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.llri.lt/wp-content/uploads/2015/09/Kazokiskiu-savartynas-UAB-VAATC.pdf>

Makansi, J. 1997. Co-combustion: burning biomass, fossil fuels together simplifies waste disposal, cuts fuel cost, *Power* 21: 11–18.

Manfredi, C.; Carrasco, B.; Ayora, S.; Alonoso, J. C. 2006. *Bacillus subtilis* RecO nucleates RecA onto SsbA-coated single-stranded DNA, *The Journal of Biological Chemistry* 283: 24837–24847.

Manfredi, S.; Christensen, T. H. 2009. Environmental assessment of solid waste landfilling technologies by means of LCA-modeling, *Waste Management* 29: 32–43.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.021>

McBean, E. A.; Rovers, F. A.; Farquhar, G. J. 1995. *Solid waste landfill engineering and design*. Prentice-Hall, New Jersey 20: 42–73.

Rimaityte, I. G.; Denafas, V.; Racys, A. 2006. Implementation of life cycle assessment tools for evaluation of municipal waste management scenarios, *Environmental Research, Engineering and Management* 2: 68–76.

Sisinno, C. L.; Oliveira-Filho, E. C.; Dufraier, M. C.; Moreira, J. C.; Paumgarten, F. J. R. 2000. Toxicity evolution of a municipal leachate using zebrafish acute tests Bull, *Environmental*

Contamination and Toxicology 64: 107–113.

<https://doi.org/10.1007/s001289910017>

Soumare, F.; Tack, M.; Verloo, M. 2003. Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application, *Waste Management* 23: 517–522.

Wolkowski, R. 2003. Nitrogen management considerations for landspreading municipal solid waste compost, *Journal of Environmental Quality* 32: 1844–1850.

<https://doi.org/10.2134/jeq2003.1844>

LANDFILLS RESIDUAL POLLUTION RESEARCH AND EVALUATION

G. Dajoraitė, A. Zigmontienė, V. Valskys

Summary

A huge amount of waste still goes to landfills and this is one of the main ways to dispose of waste in the world. Both active and closed landfills' supervision is restricted to the analysis of gas, leachate and groundwater, as indicated in the monitoring programme. However, since there is no research of the surrounding environment, it is very important to investigate the pollution of closed and active landfills. Two landfills were chosen for the analysis – the active landfill of Kazokiškės and the closed one of Kariotiškės. Samples were taken from the area about 20 meters from the landfills to the cardinal directions – N, NE, E, SE, S, SW, W, NW. Lichens and moss were selected as the objects of the research. The heavy metals detected and analysed were Sr, Mn, Cr. In the sampling point two nets were made. The first one (10x50) was formed on the chosen tree trunk, where the lichens samples were taken from. The second one (25x25 cm) was formed on the soil surface, under the tree canopy, where the samples of moss were gathered. Control samples were taken from the area of Vepriai Botanical Reserve in Elektrėnai district. The heavy metal analysis was performed by employing the X-ray fluorescence spectrometry (XRF) analytical method. The analysis revealed that the biomonitor, which contains the largest concentration of heavy metals in the closed landfill of Kariotiškės, is moss, and in the active landfill of Kazokiškės – lichens. It has been observed that the closed landfill of Kariotiškės contains greater pollution. It can be concluded that the residual pollution is significant and that the closed landfills pose a greater risk than the active landfills.

Keywords: landfill, heavy metals, mosses, lichens, biomonitor.