



DIRVOŽEMIO TARŠA SUNKIAISIAIS METALAIS VILNIAUS MIESTO ŠNIPIŠKIŲ MIKRORAJONE

Berta BARTAŠIŪNAITĖ¹, Jonas SATKŪNAS², Vaidotas VALSKYS³, Gytautas IGNATAVIČIUS⁴

VU GMC Biomokslų institutas

*El. paštas: ¹berta.bart@gmail.com; ²jonas.satkunas@lgt.lt; ³vaidas.valskys@gmail.com;
⁴gytautas.ignatavicius@gf.vu.lt*

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjama Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajono dirvožemio tarša sunkiaisiais metalais. Tyrimai atlikti rentgeno fluorescenciniu spektrometru *Niton XL2*. Analizuojami Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajono dirvožemio kokybiniai parametrai: sunkiųjų metalų koncentracijos (As, Cu, Zn, Cr, Pb, Ni, Co, Mn), erdvinis pasiskirstymas. Gauti rezultatai apdoroti „ArcMap“ programine įranga, kuria naudojantis tiriamojoje teritorijoje atlikta sunkiųjų metalų koncentracijų interpoliacija. Pateikiami ir aptariamieji tyrimų duomenys, kurie lyginami su aplinkosauginiais normatyvais bei ankstesniais tyrimų rezultatais. Įvertinamos potencialiai pavojingiausios Šnipiškių mikrorajono teritorijos, kuriose nustatytos didžiausios sunkiųjų metalų koncentracijos. Atlikus išsamius urbanizuotos teritorijos dirvožemio tyrimus, galima įvertinti antropogeninio poveikio mastą, kuris gali būti kenksmingas žmogaus sveikatai ir visai dirvožemio ekosistemai. Tyrimo duomenys, jų rezultatai ir analizė papildė 1999 metais paskelbtus Šnipiškių mikrorajono dirvožemio tyrimus ir leidžia geriau suprasti urbanizuotų teritorijų dirvožemio užterštumo laipsnį bei kitimo tendencijas.

Reikšminiai žodžiai: dirvožemio tarša, sunkieji metalai, rentgeno fluorescencinė spektrometrija, miestų dirvožemiai.

Įvadas

Dirvožemis yra sudėtinga ir kintanti sistema, viena iš pagrindinių žmonių ir ekosistemų gyvenamosios aplinkos komponentų. Jis susideda iš susikaupusių natūralios ir antropogeninės kilmės medžiagų. Šios medžiagos yra aptinkamos dirvožemių profiliuose ir gali kauptis šimtus ar tūkstančius metų (Kowalska *et al.* 2016; Li *et al.* 2013; Manta *et al.* 2002).

Antropogeniniai procesai dažniausiai yra lydimi neigiamo poveikio, kuris pasireiškia kaip tarša. Dirvožemyje gali kauptis su atmosferos iškritomis ir gamybinėmis, statybinėmis, transporto, nuotekų ar buitinėmis atliekomis patekę teršalai. Daugiausiai taršos šaltinių koncentruojasi miestuose, kur vyrauja tankiai apgyvendintos teritorijos (Lu *et al.* 2010; Tomassi-Morawiec *et al.* 2016; Taraškevičius, Zinkutė 2011). Dėl intensyvios antropogeninės veiklos miestų dirvožemiai yra technogeniškai paveikti ir netenka natūraliam dirvožemiui būdingų savybių (Taraškevičius, Zinkutė 2003; Nriagu, Pacyna 1988). Dirvožemio tarša sunkiaisiais metalais visame pasaulyje yra viena pagrindinių problemų, galinčių sukelti didelių ekologinių

problemų (Adomaitis *et al.* 2003; Mikalajūnė, Jasulaitytė 2011).

Sunkieji metalai biologiškai neskaidūs, todėl ilgai išlieka aplinkoje ir yra sunkiai iš jos pašalinami. Visi sunkieji metalai tampa toksiški, esant didelėms jų koncentracijoms (Jarup 2003). Sunkiaisiais metalais užterštas dirvožemis kelia neigiamą poveikį aplinkai ir žmonėms (Jankauskaitė *et al.* 2007; Gregorauskienė 2006). Sunkiųjų metalų poveikis gali būti kancerogeninis, mutageninis, teratogeninis, šių metalų perteklius dirvožemyje gali sukelti endeminius susirgimus, turėti įtakos biologinių organizmų augimo ir vystymosi sutrikimams, pažeisti reproduktyviasias funkcijas, silpninti imunitetą. Sunkiųjų metalų perteklius yra nepalankus visai ekosistemai. Dirvožemio tarša sunkiaisiais metalais ilgą laiką gali būti nepastebėta, o jų poveikio rezultatai sunkiai prognozuojami ateityje (Zvilnaitė, Tričys 2009; Mažvila 2001).

Vienas tankiausiai apgyvendintų rajonų Vilniaus mieste yra Šnipiškių mikrorajonas. Jame įsikūrę apie 20 tūkst. gyventojų, teritorijos plotas siekia 3,1 km², o

tankumas – 4,900 žm./km². Šnipiškės išsidėsčiusios centrinėje miesto dalyje, dešiniajame Neries krante. Teritorija vakaruose ribojasi su Žvėryno ir Šeškinės mikrorajonais, šiaurinėje dalyje – su Baltupių, rytinėje dalyje – su Žirmūnų, o pietinėje dalyje – su Naujamiesčio ir Senamiesčio mikrorajonais (Wikipedia 2016).

Šnipiškės nuo seno buvo laikomos patogiu ir populiariu priemiesčiu. Pastaraisiais metais šis mikrorajonas dažnai vadinamas naujuoju sostinės centru – čia įsikūrę daug turinčių tendenciją plėstis verslo centrų, gatvėse nuolat vyksta intensyvus eismas, plečiasi infrastruktūra. Šio mikrorajono išskirtinumas – urbanistinė įvairovė, kurioje yra ne tik išlikusi dalis senų gyvenamųjų namų (be kanalizacijos, vandentiekio), bet ir sparčiai kuriami nauji gyvenamieji kvartalai (Kešytė 2016).

Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajono dirvožemio taršą sunkiaisiais metalais 1994–1997 m. ištyrė Geologijos ir geografijos instituto bei Lietuvos geologijos tarnybos specialistai, kurie duomenis pateikė 1999 metais išleistame Lietuvos geocheminiame atlase (Kadūnas *et al.* 1999) (1 pav.). Teritorijoje buvo surinkta 517 paviršinio dirvožemio sluoksnio mėginių, iš kurių 270 paimti gyvenamuosiuose kvartaluose, 247 mėginiai – pramonės įmonių teritorijose bei šalia jų. Tyrimo duomenys parodė, kad 30 proc. dirvožemio mėginių priskirti vidutinio užterštumo, 40 proc. pavojingo ir 4 proc. – itin pavojingo užterštumo kategorijai. Suminio užterštumo rodikliui (Z_d) didžiausią įtaką turi Zn, Pb, Hg, Ag, Cd anomaliniai kiekiai. Bendras Šnipiškių mikrorajono dirvožemio užterštumas įvertintas kaip pavojingas ir jį formuoja gyventojų ūkinė-buitinė veikla, pramonės, autoservisų įmonių, garažų, rajoninės katilinės, autotransporto tarša (Kadūnas *et al.* 1999).

Dabartiniu metu Šnipiškių mikrorajono teritorijoje dirvožemis buvo tirtas kelis kartus, tačiau tai tik nedidelė tyrimų dalis, apimanti mažus plotus. Daugiausia buvo tirtos socialiai jautrios viešosios teritorijos (lopšelių-darželių, mokyklų žaidimo aikštelės), gyvenamųjų namų kvartalų kiemai, rekreacinių vietų teritorijos (Taraškevičius 2007; Gasiūnaitė *et al.* 2015; Vilniaus miesto savivaldybės dirvožemio... 2016). Tačiau Šnipiškių mikrorajono dirvožemio tyrimų nepakanka. Trūksta patikimų, išsamų ir detalių duomenų apie mikrorajono dirvožemio taršą sunkiaisiais metalais bei jos erdvinį pasiskirstymą. Šiame straipsnyje yra pateikiami 2016 metų tyrimo duomenys, kurie papildo Šnipiškių mikrorajono ankstesnių tyrimų duomenis ir leidžia geriau suprasti urbanizuoto dirvožemio užterštumo laipsnį bei kitimo tendencijas.



1 pav. 1999 m. Šnipiškių mikrorajono dirvožemio suminio užterštumo (Z_d) žemėlapis (Kadūnas *et al.* 1999) ir 2016 m. mėginių ėmimo schema

Šio darbo tikslas – ištirti ir įvertinti sunkiųjų metalų koncentracijas ir jų pasiskirstymą Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajone.

Metodika

Tyrimo vieta. Tiriamasis dirvožemis yra Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajone, t. y. centrinėje miesto dalyje, tankiai apgyvendintame ir sparčiai besivystančiame mikrorajone.

Anksčiau atliktų tyrimų rezultatai sudarė pagrindą šio tyrimo mėginių ėmimo taškams parinkti. Iš 517 dirvožemio mėginių, surinktų 1994–1997 m., atsižvelgiant į buvusios dirvožemio taršos mastą ir dydį, vyraujančią vietos reljefą ir užstatymą, 2016 m. proporcingai iš viso Šnipiškių mikrorajono vietų buvo paimti 103 mėginiai (1 pav.). Tirtų dirvožemio mėginių koordinatės apskaičiuotos „ArcMap“ programa.

Mėginių ėmimas. Mėginiai buvo renkami 2016 metų spalio–lapkričio mėnesiais. Dirvožemio mėginiai imti nerūdijančio plieno semtuvėliu (2 pav.) „voko“ principu iš paviršinio (0–10 cm) dirvožemio sluoksnio. Iš tiriamosios teritorijos dirvožemio, atsižvelgiant į esančius objektus šalia mėginių ėmimo vietos, pvz., darželio, vaikų žaidimo aikštelių ir pan., paimti 103 mėginiai.



2 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo semtuvėlis

Siekiant išvengti susimaišymo mėginiai buvo sudėti į polietileninius maišelius. Mėginys įregistruojamas nurodant paėmimo vietą, mėginio numerį ir kitą svarbią informaciją. Siekiant išvengti kryžminio užterštumo visa mėginių ėmimo įranga kiekvieną kartą buvo kruopščiai nuvaloma.

Mėginių paruošimas. Surinkti mėginiai transportuojami į laboratoriją, kur dedami į „Petri“ lėkšteles ir džiovinami džiovintuvuose 110 °C temperatūroje iki pastovios masės. Išdžiovinti mėginiai susmulkinami porceliano grūstuvėje iki vienalytės masės. Gauta masė sijojama pro 2,00 mm, 250 μm ir 125 μm tinklelius. Persijota medžiaga pasverama (3–5 g) laboratorinėmis svarstyklėmis ir suberiama į specialias analizei paruoštas kapsules, kurios įstatomos į spektrometrą. Mėginiai tiriami *Thermo Scientific Nitron® XL2* serijos rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometru (RFS). Parinktas optimalus 300 sekundžių matavimo laikas.

Iš viso buvo tirti 28 elementai (As, Hg, Cd, Ba, Sb, Sn, Ag, Pd, Zr, Sr, Rb, Pb, Se, Au, Zn, W, Cu, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, V, Ti, Sc, Ca, K, S). Iš jų aštuonių metalų koncentracijos mėginiuose buvo žemesnės už metodo aptikimo ribą (<LOD). Atlikta metalų, kurie yra antropogeninės kilmės ir potencialiai pavojingi, analizė. Pagal turimus duomenis išsamesnei analizei buvo pasirinkti šie metalai: As, Cu, Zn, Cr, Pb, Ni, Co, Mn.

RFS įrenginys. Tyrimai atlikti rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometru (RFS). Tai analitinis metodas, kai tyrimo metu dirvožemio mėginys yra veikiamas rentgeno spinduliais. Šiuo metodu Šnipiškių mikrorajono dirvožemis jau buvo tirtas 2015 ir 2016 metais (Gasiūnaitė *et al.* 2015; Vilniaus miesto savivaldybės dirvožemio... 2016). Kitas metodas, panaudotas ankstesnių tyrimų metu

(Taraškevičius 2007), yra optinė atominė emisinė spektrofotometrinė analizė. Jos metu yra naudojamas šviesos spinduliuotės intensyvumas iš liepsnos, plazmos ar kibirkšties tam tikru bangos ilgiu, siekiant nustatyti norimo elemento kiekį mėginyje.

Užterštumo koeficiento (K_0) ir suminio užterštumo rodiklio (Z_d) nustatymo metodika. Siekiant palyginti cheminės medžiagos koncentraciją dirvožemyje su DLK, nustatomas dirvožemio užterštumo koeficientas K_0 , kuris yra lygus:

$$K_0 = C / DLK, \quad (1)$$

C – cheminės medžiagos koncentracija tiriamajame dirvožemio mėginyje (mg/kg); DLK – cheminės medžiagos didžiausia leistina koncentracija dirvožemyje (mg/kg).

Pagal gautus rezultatus nustatomas dirvožemio pavojingumo laipsnis: leistinas, kai $K_0 < 1$; vidutinio pavojingumo, kai $1 < K_0 < 3$; pavojingas, kai $3 < K_0 < 10$; ypač pavojingas, kai $K_0 > 10$.

Kai tiriamasis objektas (dirvožemis) užterštas kelių medžiagų ar cheminių elementų, yra naudojamas Z_d rodiklis (Lietuvos higienos norma 60:2004). Suminio užterštumo rodiklis (Z_d) yra apskaičiuojamas:

$$Z_d = \sum K_k - (n-1), \quad (2)$$

n – cheminių elementų skaičius; K_k – cheminio elemento koncentracijos koeficientas, kuris apskaičiuojamas:

$$K_k = C / C_f, \quad (3)$$

C – nustatyta cheminio elemento koncentracija mėginyje (mg/kg); C_f – cheminio elemento foninė koncentracija (mg/kg).

K_k reikšmės sumuojamos tik tada, jeigu koncentracijos koeficientas yra >1 . Pagal gautus rezultatus nustatomos dirvožemio užterštumo kategorijos: leistinas užterštumo laipsnis, kai $Z_d < 16$; vidutinio pavojingumo, kai $16 < Z_d < 32$; pavojingas, kai $32 < Z_d < 128$; ypač pavojingas, kai $Z_d > 128$.

Rezultatai ir jų analizė

Atlikus 103 mėginių analizę RFS metodu, nustatytos sunkiųjų metalų koncentracijos Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje. Iš viso nustatytos 20 metalų koncentracijos, kurios buvo aukštesnės už aptikimo ribą. Rezultatų palyginimas ir dirvožemio kokybės vertinimas bei analizė atlikta pagal didžiausias leistinas sunkiųjų metalų dirvožemyje koncentracijas, kurios buvo reglamentuotos **Higienos normoje 60:2004**, fonines sunkiųjų metalų kon-

centracijas dirvožemyje, pateiktas Lietuvos geocheminiame atlase (Kadūnas *et al.* 1999) bei pagal gautas Z_d reikšmes ir interpoliacijos rezultatus.

Analizė pagal DLK ir užterštumo koeficientą (K_0).

Didžiausia arseno koncentracija siekia 36,05 mg/kg, kuri DLK (10 mg/kg) viršija 3,6 karto (1 lentelė). Iš viso 18 mėginių (tai sudaro 17 proc. visų mėginių) As koncentracija viršijo DLK (3 pav.). Vario didžiausia koncentracija yra 212,40 mg/kg, kuri DLK (100 mg/kg) viršija 2,1 karto. Iš viso DLK vario koncentracija viršijo 7 mėginiuose (7 proc.). Cinko didžiausia nustatyta koncentracija yra 2853,86 (mg/kg), kuri DLK (300 mg/kg) viršija 9,5 karto. Pagal DLK, Zn koncentracijos buvo viršytos 32 mėginiuose (31 proc.). Chromo koncentracijos 2 mėginiuose (2 proc.) viršijo DLK, atitinkamai 1,3 ir 2,2 karto. Didžiausia švino koncentracija siekė 2593,30 mg/kg, kuri DLK (100 mg/kg) viršija net 25,9 karto. Iš viso 25 mėginiuose (24 proc.) Pb koncentracija viršijo DLK. Iš visų surinktų 103 mėginių tik viename jų (1 proc.) buvo rasta nikelio koncentracija, kuri buvo lygi 194,33 mg/kg ir DLK (75 mg/kg) viršijo 2,6 karto. Kobalto koncentracijos 4,0–6,8 kartus viršija DLK, svyruoja tarp 121,33–205,26 mg/kg. Pagal DLK, Co koncentracijos buvo viršytos 3 mėginiuose (3 proc.). Mangano koncentracijos siekia nuo 145,04 mg/kg iki 1023,78 mg/kg. Vidutinė Mn koncentracija sudaro 438,24 mg/kg. Iš visų paimtų dirvožemio mėginių nei viename mėginyje nebuvo viršyta DLK (1500 mg/kg).

1 lentelė. Sunkiųjų metalų koncentracijos Šnipiškių mikrorajono dirvožemio mėginiuose (mg/kg)

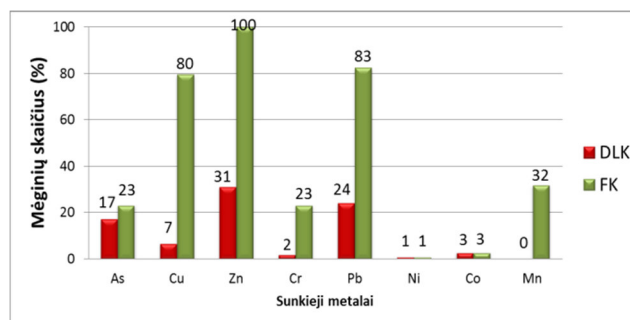
Koncentracija	Min	Max	Vid.	FK ¹	DLK ²
As	5,77	36,05	12,68	2,9	10
Cu	18,98	212,40	51,50	9,6	100
Zn	36,13	2853,86	287,05	28,9	300
Cr	13,34	217,03	42,95	35,7	100
Pb	10,06	2593,30	97,14	14,9	100
Ni	194,33	194,33	194,33	13,8	75
Co	121,33	205,26	158,96	5	30
Mn	145,04	1023,78	438,24	449	1500

¹FK – foninė koncentracija pagal Lietuvos geocheminį atlasą.

²DLK – didžiausia leistina koncentracija pagal **HN 60:2004**.

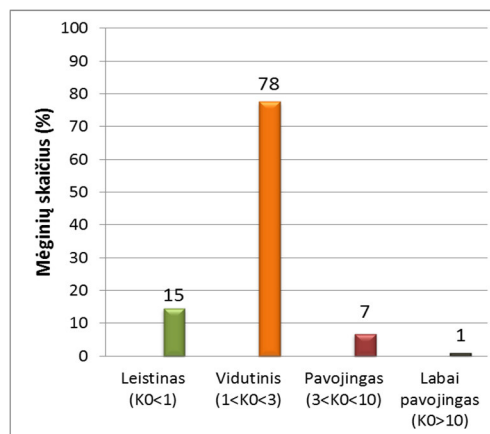
Vidutiniam pavojingumui ($1 < K_0 < 3$) priskirta 80 mėginių (78 proc.), kuriuose didelėmis koncentracijomis vyrauja Zn (29 mėginiuose), Pb (24 mėginiuose), As (17 mėginių), Cu (7 mėginiuose), Cr (2 mėginiuose), Ni (1 mėginyje). Pavojingai užterštumo kategorijai ($3 < K_0 < 10$) priskirti 7 mėginiai (7 proc.), iš kurių 3 mėginiuose vyrauja

didelės Zn, kituose 3 mėginiuose – Co, o 1 mėginyje – As koncentracijos. Labai pavojingai kategorijai ($K_0 > 10$) priskirtas vienas mėginys (1 proc.), kuriame rasta didelė Pb koncentracija.



3 pav. DLK ir FK viršijusių mėginių skaičius (%)

Pagal K_0 koeficientą, dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnis 15 mėginių (15 proc.) priklauso leistinai užterštumo kategorijai ($K_0 < 1$) (4 pav.).



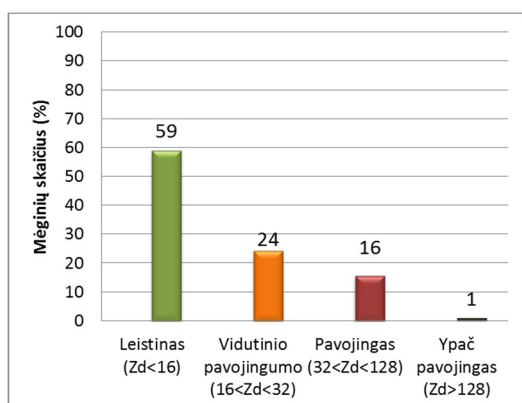
4 pav. Dirvožemio užterštumo pavojingumo laipsnio K_0 pasiskirstymas tirtuose mėginiuose (%)

Analizė pagal fonines reikšmes. Iš 103 surinktų mėginių 24 mėginiuose (23 proc.) buvo viršyta arseno foninė koncentracija (2,9 mg/kg). As koncentracijos iki 12,4 karto viršijo foninę koncentraciją (3 pav.). 80 mėginių (80 proc.) vario koncentracija buvo didesnė už foninę koncentraciją (9,6 mg/kg), kurią viršijo iki 22,1 karto. Foninė cinko koncentracija (28,9 mg/kg) viršyta visuose 103 mėginiuose (100 proc.) iki 98,7 kartų. Chromo koncentracija pagal foninę koncentraciją (35,7 mg/kg) buvo viršyta 24 mėginiuose (23 proc.) iki 6,0 karto. Švino koncentracija pagal foninę koncentraciją (14,9 mg/kg) viršyta 85 mėginiuose (83 proc.). Pb koncentracijos iki 174,0 karto viršijo foninę koncentraciją. Foninė nikelio koncentracija (13,8 mg/kg) buvo viršyta tik viename mėginyje (1 proc.) 14,1 karto. 3 mėginiuose (3 proc.) kobalto koncentracija buvo didesnė už foninę koncentraciją (5 mg/kg),

kurių viršijo nuo 24,3–41,0 karto. Foninė mangano koncentracija (449 mg/kg) buvo viršyta 33 mėginiuose (32 proc.) iki 2,3 karto.

Analizė pagal suminį užterštumą (Z_d). Atlikus dirvožemio užterštumo laipsnio įvertinimą pagal suminio užterštumo rodiklį (Z_d), buvo nustatyta, kad 61 mėginys (59 proc.) priskirtas I kategorijai – leistinam užterštumo laipsniui ($Z_d < 16$) (5 pav.). 25 mėginiai (24 proc.) buvo priskirti II kategorijai – vidutinio pavojingumo laipsniui ($16 < Z_d < 32$). 16 mėginių (16 proc.) priskirta III kategorijai – pavojingam užterštumo laipsniui ($32 < Z_d < 128$) ir vienas (1 proc.) mėginys buvo priskirtas IV kategorijai – ypač pavojingam užterštumo laipsniui ($Z_d > 128$). Jo apskaičiuota Z_d reikšmė siekė 189,62. Tyrimų rezultatai rodo, jog tiriamosios teritorijos dirvožemyje yra padėjusios sunkiųjų metalų koncentracijos. Visas Šnipiškių mikrorajono dirvožemis priskirtas vidutiniškai pavojingam (Z_d vidutiniškai lygus 20,46).

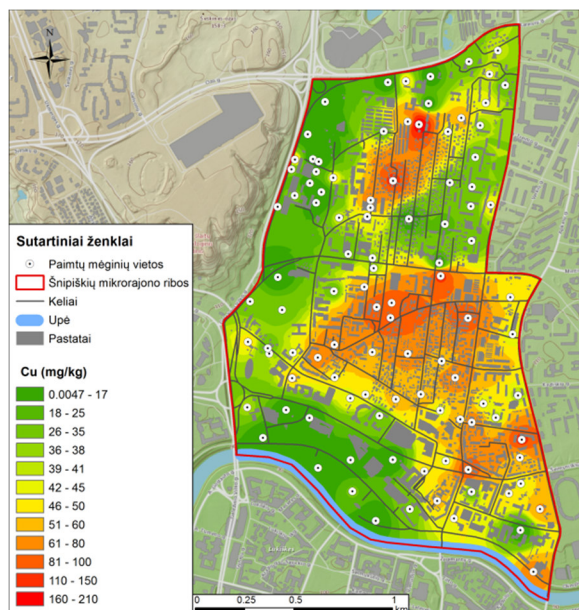
Lietuvos geocheminiame atlase pateikti dirvožemio užterštumo laipsnio įvertinimai pagal suminį užterštumo rodiklį (Z_d) nurodo, kad 26 proc. visų mėginių buvo priskirti I kategorijai – leistinam užterštumo laipsniui. 30 proc. visų stebėjimo taškų priskirti II kategorijai – vidutinio pavojingumo, net 40 proc. visų mėginių – III kategorijai (pavojingam užterštumo laipsniui) ir 3 proc. mėginių buvo priskirti IV kategorijai – ypač pavojingam dirvožemio užterštumo laipsniui. Bendras Šnipiškių mikrorajono dirvožemis priskirtas pavojingam (Kadūnas *et al.* 1999).



5 pav. Dirvožemio suminis užterštumo laipsnio Z_d pasiskirstymas tirtuose mėginiuose (%)

Interpoliacijos rezultatų analizė. Naudojant „ArcMap“ programinės įrangos IDW interpoliatorių, buvo atlikta gautų tyrimų rezultatų geostatistinė analizė, sudaryti Cu, Zn, Cr ir Pb koncentracijų ir suminio užterštumo rodiklio (Z_d) reikšmių pasiskirstymo žemėlapiai.

Vario (Cu) koncentracijų židiniai Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje pasiskirstę netolygiai (6 pav.).



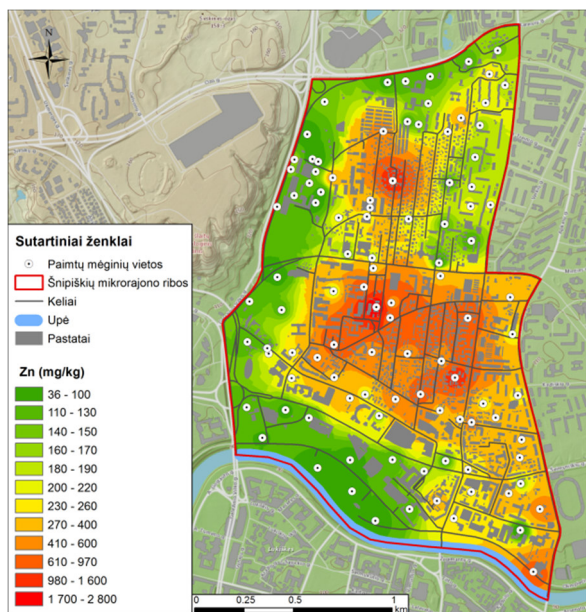
6 pav. Cu koncentracijų (mg/kg) pasiskirstymas Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje

Didžiausių koncentracijų plotai (110–210 mg/kg) išsidėstę mikrorajono šiaurinėje, centrinėje ir pietrytinėje dalyje. Šiaurinėje ir centrinėje Šnipiškių dalyje dirvožemio taršą gali formuoti automobilių garažai, autoservisai, didelis automobilių srautas keliuose bei jų išmetamosios dujos, taip pat gyventojų ūkinė-buitinė veikla. Šioje mikrorajono dalyje seniau buvę sodai tapo tankiai apgyvendintais gyvenamaisiais kvartalais, taip pat iki šiol yra išlikę keletas gyvenamųjų namų be kanalizacijos ir vandentiekio. Tokių namų yra ir centrinėje mikrorajono dalyje. Pietrytinėje dalyje vario taršą gali formuoti gatvėje vykstantis intensyvus eismo srautas.

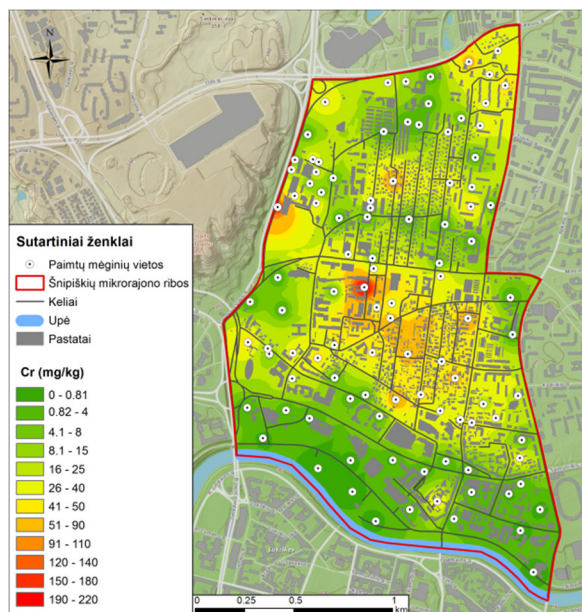
Mažiausios vario koncentracijos (23–41 mg/kg) yra Šnipiškių mikrorajono pietvakarinėje, vakarinėje bei šiaurės rytinėje dalyje.

Cinko (Zn) koncentracijos tiriamojoje teritorijoje taip pat yra pasiskirsčiusios netolygiai (7 pav.). Didžiausios koncentracijos (980–2800 mg/kg) nustatytos centrinėje ir šiaurinėje. Taip pat didelės koncentracijos (410–970 mg/kg) yra centrinėje bei pietrytinėje mikrorajono dalyje.

Padidėjusioms cinko koncentracijoms Šnipiškių mikrorajone įtakos gali turėti skardiniai senų pastatų stogai. Tokių pastatų mikrorajone yra daug ir jie daugiausiai koncentruojasi centrinėje, kiek mažiau – šiaurinėje dalyje.



7 pav. Zn koncentracijų (mg/kg) pasiskirstymas Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje



8 pav. Cr koncentracijų (mg/kg) pasiskirstymas Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje

Centrinėje bei pietrytinėje dalyje dideli cinko kiekiai į dirvožemį gali patekti dėl šalia vykdomų statybų, dėl transporto keliamų dulkių bei kartu su išmetamosiomis dujomis šalia gatvių.

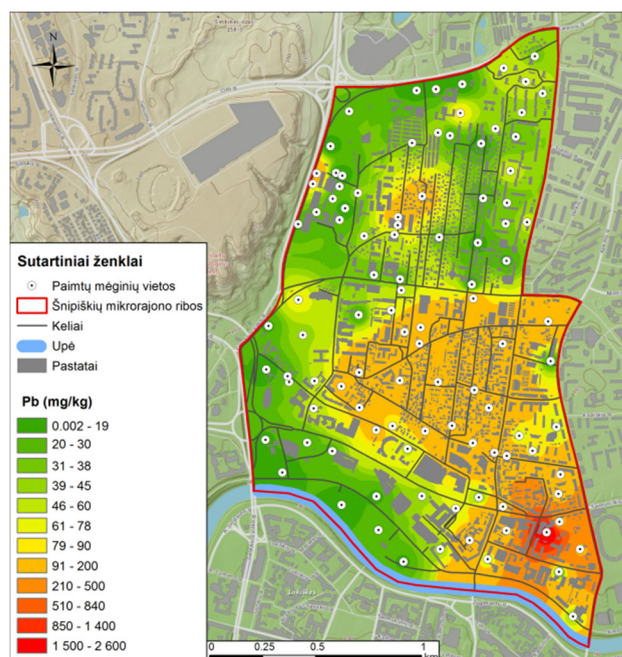
Mažiausios cinko koncentracijos (36–150 mg/kg) yra pietvakarinėje ir vakarinėje Šnipiškių mikrorajono dalyje.

Chromo (Cr) koncentracijų žemėlapis (8 pav.) rodo, jog yra vienas koncentruotas židiny (220 mg/kg), išsidėstęs centrinėje mikrorajono dalyje. Šiame židinyje imtas mėginys, esantis prie Rudnios g. Netoli imto mėginio vietos stovi keli seni, nebenaudojami garažai, šalia kurių įsikūrusi metalo apdirbimo įmonė, automobilių servisas, todėl tikėtina, kad tai galėjo lemti dideles chromo koncentracijas dirvožemyje.

Taip pat padidėjusios chromo koncentracijos (150–180 mg/kg) nustatytos šiaurės vakarinėje mikrorajono dalyje. Vieta, iš kurios imtas mėginys, yra šalia judrios Geležinio Vilko g. Taip pat netoliese yra statybos produkcijos sertifikavimo centras, automobilių servisas, automobilių stovėjimo aikštelė. Visa tai galėjo turėti įtakos dirvožemio taršai.

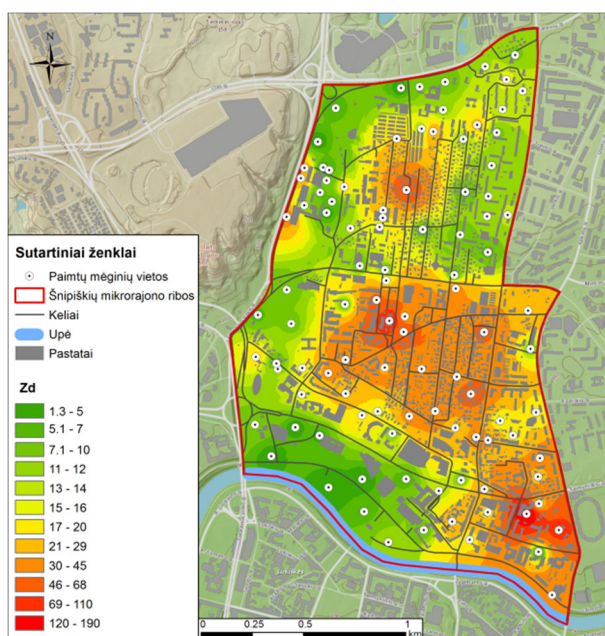
Mažiausios chromo koncentracijos (13–15 mg/kg) nustatytos pietinėje Šnipiškių mikrorajono dalyje, prie Neries upės.

Švino (Pb) koncentracijų žemėlapyje (9 pav.) taip pat išryškėja vienas koncentruotas židiny (1500–2600 mg/kg). Jis yra pietrytinėje tiriamosios teritorijos dalyje, netoli Vilniaus „Santaros“ progimnazijos. Šalia tirtojo dirvožemio vykdomos statybos, netoli yra daugiabučių kiemai, automobilių stovėjimo aikštelės. Visa tai galėjo veikti padidėjusias švino koncentracijas.



9 pav. Pb koncentracijų (mg/kg) pasiskirstymas Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje

Suminio užterštumo rodiklio (Z_d) pasiskirstymo žemėlapis (10 pav.) rodo, kad ypač pavojingai užterštas dirvožemis ($Z_d > 128$) yra Šnipiškių mikrorajono pietryčiuose ir jo didžiausio taršos židinio Z_d reikšmė siekia 189,6. Pavojingai užterštas dirvožemis ($32 < Z_d < 128$) nustatytas pietrytinėje, centrinėje ir šiaurinėje dalyje. Pietrytinėje dalyje yra dar vienas taršos židinys, kurio Z_d reikšmė siekia 80,1. Centrinėje dalyje yra vienas ryškus taršos židinys – jo Z_d reikšmė lygi 119,3 bei dar keturi didelės taršos židiniai (Z_d reikšmė kinta nuo 46,0 iki 68,9). Šioje Šnipiškių dalyje yra daugiausiai pavojingai užteršto dirvožemio plotų. Šiaurinėje dalyje yra nedidelė teritorija, kurioje nustatytas pavojingai užterštas dirvožemis. Joje Z_d reikšmė lygi 74,1. Vidutinio pavojingumo užterštas dirvožemis ($16 < Z_d < 32$) daugiausia plyti centrinėje tiriamosios teritorijos dalyje. Tokio dirvožemio nedideli plotai yra pietrytinėje, vakarinėje bei šiaurinėje dalyje. Mažiausiai užterštas dirvožemis, kuris priskiriamas leistino pavojingumo kategorijai ($Z_d < 16$), išsidėstęs pietvakarinėje dalyje abiejose Upės g. pusėse, prie Neries upės. Vakarinėje dalyje yra nedidelis plotas, išsidėstęs netoli Geležinio Vilko g. ir Žalgirio g. sankryžos, šiaurės vakarinėje dalyje – netoli Geležinio Vilko g. ir Ozo g. sankryžos, šiaurinėje dalyje – netoli Ozo g., prie Vilniaus licėjaus ir šiaurės rytinėje dalyje netoli Kalvarijų g., tarp daugiabučių.



10 pav. Z_d reikšmių pasiskirstymas Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje

Apibendrinant erdvinį dirvožemio taršos pasiskirstymą Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajone, buvo nustatyta, kad labiausiai užterštas dirvožemis išsidėstęs

centrinėje bei pietrytinėje dalyje. Tai gali lemti čia esančios pramonės įmonės, autoservisai, automobilių garažai, taip pat intensyvus eismas gatvėse ir gyventojų ūkinė-buitinė veikla bei kiti veiksniai. Šiose mikrorajono dalyse ypač didelė dirvožemio antropogeninė apkrova.

Mažiausiai užterštas dirvožemis buvo nustatytas Šnipiškių mikrorajono pietvakarinėje, vakarinėje, šiaurinėje ir šiaurės vakarinėje dalyje nedideliais plotais palei mikrorajono ribas. Tam įtakos gali turėti šiose teritorijose mažiausiai vykdoma antropogeninė veikla – šie plotai yra mažiausiai užstatyti, arti nėra jokių pramonės objektų ir kitų taršos šaltinių. Bet taršą šiuose plotuose gali lemti intensyvūs autotransporto srautai.

Palyginus 2016 metų ir 1999 metų (Kadūnas *et al.* 1999) sudarytą suminio užterštumo rodiklio (Z_d) pasiskirstymo žemėlapi, galima teigti, kad pagrindiniai taršos židiniai mikrorajono dirvožemyje išlieka tie patys, tačiau sumažėjo pavojingai užterštų dirvožemių plotų. Mažiausiai užterštų dirvožemių plotai irgi išlieka tie patys ir per 20 metų jų net padaugėjo.

Išvados

1. Vilniaus miesto Šnipiškių mikrorajono dirvožemyje cinko DLK buvo viršyta net 32 mėginiuose (31 proc. visų mėginių), švino – 25 mėginiuose (24 proc.), arseno – 18 mėginių (17 proc.), vario – 7 mėginiuose (7 proc.), kobalto – 3 mėginiuose (3 proc.), chromo – 2 mėginiuose (2 proc.), nikelio – 1 mėginyje (1 proc.). Mangano DLK nebuvo viršyta nei viename mėginyje.

2. Pagal užterštumo koeficientą (K_0) labai pavojingai kategorijai ($K_0 > 10$) priskirtas 1 mėginys (viršyta Zn koncentracija), pavojingai kategorijai ($3 < K_0 < 10$) – 7 mėginiai (viršyta Zn, Co, As koncentracija), vidutinio pavojingumo kategorijai ($1 < K_0 < 3$) – 80 mėginių (viršyta Zn, Pb, As, Cu).

3. Fonines koncentracijas visuose tirtuosiuose mėginiuose viršija Cu (iki 22,1 karto) ir Zn (iki 98,7 karto), 85 mėginiuose viršija Pb (iki 174,0 karto), 33 mėginiuose – Mn (iki 2,3 karto), 24 mėginiuose – As (iki 12,4 karto), 3 mėginiuose – Co (iki 41,0 karto) ir 1 mėginyje viršijo Ni (14,1 karto).

4. Pagal suminį užterštumo rodiklį (Z_d) paaiškėjo, kad 1 mėginys (1 proc. visų mėginių) priskirtas ypač pavojingam užterštumo laipsniui, 16 mėginių (16 proc.) – pavojingo užterštumo, 25 mėginiai (24 proc.) – vidutinio pavojingumo laipsniui, leistino užterštumo laipsniui – 61 mėginys (59 proc.). Bendras Z_d vidurkis siekia 20,46 – Šnipiškių mikrorajono dirvožemis yra vidutiniškai užterštas sunkiaisiais metalais.

5. Pagal Cu, Zn, Cr ir Pb koncentracijų pasiskirstymo žemėlapius matyti, kad šių sunkiųjų metalų didžiausios koncentracijos vyrauja centrinėje, pietrytinėje bei šiaurinėje dalyje. Bendras Z_d pasiskirstymas vyrauja tose pačiose vietose ir išsiskiria vienu ryškiausiu taršos židiniu (Z_d lygus 189,6), kuriame vyrauja ypač užterštas dirvožemis bei dar 7 taršos židiniai (Z_d lygus nuo 46,0 iki 119,3), kuriuose vyrauja pavojingai užterštas dirvožemis.

Literatūra

- Adomaitis, T.; Mažvila, J.; Eitminavičius, L. 2003. A comparative study of heavy metals in the soils of cities and arable lands, *Ekologija* Nr. 3.
- Gasiūnaitė, U.; Valskys, V.; Ignatavičius, G. 2015. Vilniaus miesto lopšelių-darželių žaidimų aikštelių dirvožemio užterštumo sunkiaisiais metalais tyrimas, iš *18-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, Aplinkos apsaugos inžinerija, 2015 m. balandžio 9 d., Vilnius, Lietuva, 20.
- Gregorauskienė, V. 2006. Geocheminės taršos Lietuvos miestuose kartografavimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 14: 52a–57a.
- HN 60:2004. *Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje*.
- Jankauskaitė, M.; Taraškevičius, R.; Zinkutė, R.; Veteikis, D. 2007. Relationship between landscape self-regulation potential and topsoil additive contamination by trace elements in Vilnius city, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16: 5–14. <https://doi.org/10.3846/1648-6897.2008.16.5-14>
- Jarup, L. 2003. Hazards of heavy metal contamination, *British Medical Bulletin* 68: 167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>
- Kadūnas, V.; Budavičius, R.; Gregorauskienė, V.; Katinas, V.; Kliaugienė, E.; Radzevičius, A.; Taraškevičius, R. 1999. *Lietuvos geocheminis atlasas* [Geochemical Atlas of Lithuania]. Vilnius: Geologijos institutas, Lietuvos geologijos tarnyba.
- Kešytė, L. 2016. *Kokia yra Vilniaus Šnipiškių ateitis?* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. sausio 7 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.15min.lt/naujiena/aktualu/lietuva/kokia-yra-vilniaus-snipiskiu-ateitis-56-570085>
- Kowalska, J.; Mazurek, R.; Gasiorek, M.; Setlak, M.; Zaleski, T.; Waroszewski, J. 2016. Soil pollution indices conditioned by medielav metallurgical activity – a case study from Krakow (Poland), *Environmental Pollution* 218: 1023–1036. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.053>
- Li, X.; Liu, L.; Wang, Y.; Luo, G.; Chen, X.; Yang, X.; Hall, M.; Guo, R.; Wang, H.; Ciu, J.; He, X. 2013. Heavy metal contamination of urban soil in an old industrial city (Shenyang) in Northeast China, *Geoderma* 192: 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.08.011>
- Lietuvos higienos norma HN 60:2004. Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje. Patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. kovo 8 d. įsakymu Nr. V-114.*
- Lu, Y.; Yin, W.; Zhu, F.; Zhang, G. 2010. The spatial distribution and sources of metals in urban soils of Guangzhou, China, in *19th World Congress of Soil Science*, 1–6 August, Brisbane, Australia.
- Manta, S. D.; Angeloneb, M.; Bellancaa, A.; Neria, R.; Sprovincia, M. 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy, *The Science of the Total Environment* 300: 229–243. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00273-5](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00273-5)
- Mažvila, J. 2001. *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*: monografija. Kaunas: LŽI agrocheminių tyrimų centras, 343–345.
- Mikalajūnė, A.; Jasulaitytė, G. 2011. Cleaning of soil contaminated with heavy metals using red clovers, in *Environmental Engineering, the 8th International Conference*, 19–20 May, Vilnius, Lithuania.
- Nriagu, J.; Pacyna, J. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace metals, *Nature* 333: 134–139. <https://doi.org/10.1038/333134a0>
- Wikipedia. 2016. *Šnipiškės* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. sausio 5 d.]. Prieiga per internetą: <https://en.wikipedia.org>
- Taraškevičius, R. 2007. *Gyvenamųjų ir rekreacinių teritorijų dirvožemio užterštumo laipsnio įvertinimas* (darbų, atliktų pagal 2006 m. lapkričio mėn. 28 d. sutartį 06/50415, ataskaitos santrauka).
- Taraškevičius, R.; Zinkutė, R. 2003. Urbanizuotų teritorijų išskaldytosios taršos suformuotų pedogeocheminių anomalijų kaitos prognozavimo galimybės, *Geografijos metraštis* 36(2): 163–168.
- Taraškevičius, R.; Zinkutė, R. 2011. Lietuvos miestų geocheminės anomalijos ir jų sklaida, *Baltica* 24: 163–168.
- Tomassi-Morawiec, H.; Bojakowska, I.; Dusza-Dobek, A.; Pasieczna, A. 2016. *Geochemical Atlas of Warsaw and Environs*. Warsaw: Geological Institute of Polish; National Research Institute.
- Vilniaus miesto savivaldybės dirvožemio, užterštų dangų būklės monitoringo vykdymas 2016 metais ir apibendrinanti ataskaita už 2007–2016 metus*. UAB “DGE Baltic Soil and Environment”, 2016.
- Zvilnaitė, J.; Tričys, V. 2009. Dirvožemio užterštumo sunkiaisiais metalais tyrimas, *Jaunųjų mokslininkų darbai* 3(24): 160–163.

SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS IN VILNIUS CITY ŠNIPIŠKĖS MICRODISTRICT

B. Bartašiūnaitė, J. Satkūnas, V. Valskys, G. Ignatavičius

Summary

Heavy metals in urban soils constitute a world-wide problem due to the negative impact on the environment and people. To evaluate soil quality, a total of 103 soil samples were collected from different areas throughout the Šnipiškės microdistrict of the Vilnius city. Concentrations of heavy metals (As, Cu, Zn, Cr, Pb, Ni, Co, Mn) and their distribution were analysed. Measurements of concentrations were carried out using the X-ray fluorescence spectrometer. The results were compared with background and maximum allowed concentrations and processed using the ArcMap software (IDW interpolator) which helps to create maps of interpolation of heavy metals concentrations in the urban soil and identify the most contaminated areas. The research data, results and analysis complements the 1999 year research of soil contamination in the Vilnius city, Šnipiškės microdistrict and adds to a better understanding of the soil contamination rates and trends in urban areas. The research carried out has confirmed that the investigated territory soils are highly polluted with heavy metals.

Keywords: soil contamination, heavy metals, X-ray fluorescence spectrometry, urban soils.