

POTENCIALIAI UŽTERŠTO DIRVOŽEMIO VERTINIMAS GARAŽŲ TERITORIJOJE

Aušrinė Oniūnaitė¹, Vaida Šerevičienė²

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Aplinkos inžinerijos fakultetas,
Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra*

El. p. ¹ausrine.oniunaite@vilniustech.lt; ²vaida.sereviciene@vilniustech.lt

Anotacija. Lietuvos geologijos tarnybos duomenimis, Vilniaus mieste yra 751 užteršta teritorija. Tyrimui buvo pasirinkta garažų teritorija, esanti netoli vakarinio aplinkkelio, Loretos Asanavičiūtės gatvėje. Pasirinktoje vietoje buvo paimti 55 mėginiai iš kelių skirtingų gylių (0–10; 10–20; 20–30 cm) ir atlikti tyrimai. Nustatyti dirvožemio parametrai, tokie kaip dirvožemio drėgnis, bendrosios anglies kiekis, dirvožemio rūgštingumas (pH), ir ištirtas sunkiųjų metalų Pb, Cu, Cr, Mn, Zn kiekis dirvožemyje. Nustatyta, kad visuose tirtuose mėginiuose dirvožemio pH buvo silpnai šarminis (8,51–9,29), bendrosios anglies kiekis nedidelis – svyravo nuo 0,04 iki 1,88 %. Sunkieji metalai aptikti visame plote ir visuose tirtuose gyliuose (0–10 cm; 0–20 cm; 20–30 cm). Gautos reikšmės buvo lyginamos su HN 60:2015 normoje esančiomis didžiausiomis leidžiamomis ribinėmis vertėmis. Daugiausia teritorijoje vyraavo švinas (326,67 mg/kg) ir cinkas (425,20 mg/kg). Kiti metalai – chromas (325,50 mg/kg), manganas (1376,67 mg/kg) ir varis (1443,50 mg/kg) – tik keliuose mėginiuose viršijo anksčiau minėtoje higienos normoje leidžiamąsias ribines vertes.

Reikšminiai žodžiai: sunkieji metalai, užteršta teritorija.

Įvadas

Užterštos teritorijos – tai teritorijos, kuriose rasta tarša pavojingosiomis medžiagomis gali sukelti pavojų gamtai arba plačiajai visuomenei. Tai gali būti žemės ūkio objektai, buvusios pavojingųjų medžiagų ar atliekų saugyklos, buvusios karinės teritorijos, apleisti pramoniniai komerciniai arba kiti objektai, kuriuose buvo kažkada naudojamos ar vis dar yra šiuo metu naudojamos pavojingosios cheminės medžiagos (Lietuvos geologijos tarnyba, 2020).

Lietuvoje potencialių taršos židinių vertinimo situacija yra panaši į Europos šalių vidurkį, tačiau užterštoms teritorijoms tirti ir valyti nėra skiriamas pakankamas finansavimas. Lietuvoje yra inventorizuota daugiau kaip 12 tūkst. potencialių taršos židinių, t. y. apie 4 vienetus 1000 gyventojų. Kaip rodo pastarųjų metų ekogeologinių tyrimų praktika, tirtini objektai sudaro per 40 % inventorizuotų potencialių taršos židinių, kuriuos ištyrus nustatyta, kad 35–38 % teritorijų grunto ir/ar požeminio vandens yra pavojingai užteršti (Kadūnas et al., 2011).

Skirstant pagal konkrečios veiklos pobūdį, didžiausią visų potencialių taršos šaltinių dalį sudaro įvairūs technikos priemonių eksploatavimo kiemai, naftos produktų bazės, sąvartynai, trąšų ir pesticidų sandėliai bei degalinės. Apie kiekvieną objektą yra surenkama antropogeninį poveikį atspindinti informacija – tai teritorijoje vykdomos ar vykdytos ūkinės veiklos pobūdis, naudojamos ar naudotos, susidaranti cheminės medžiagos, jų kiekis, objekto padėtis ekosistemoje ir panašiai (Kadūnas et al., 2011). Jei teritorija yra užteršta naftos produktais, reikia atsižvelgti į tos teritorijos paskirtis ir priskirti ją vienai iš keturių kategorijų: labai jautri, jautri, vidutiniškai jautri ir mažai jautri (Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinis dokumentas [LAND], 2009).

Šiuo metu daug visuomenės dėmesio yra nukreipta į garažų masyvus, kurie jau dešimtmečius trūnija ir kelia grėsmę asmenų sveikatai, aplinkai bei turtui. Didžiausia problema – neleistina garažų savininkų veikla,

kuri yra pagrindinė grunto taršos sukėlėja. Dauguma valstybinę žemę užimančių metalinių garažų apskritai yra apleisti arba tapę ne automobilių, o nereikalingų daiktų bei šiukšlių laikymo vieta, kuri skleidžia kenksmingąsias medžiagas į aplinką. Atkreiptinas dėmesys, kad tokios vietos dažniausiai nėra cementuotos, todėl įvairių medžiagų ir tepalų išsipylimai iš karto patenka į dirvožemį.

Dabar masyvos garažų teritorijos yra sparčiai naikinamos, o jų vietose turėtų atsirasti parkai, kempingai, informaciniai centrai ar kitos viešosios erdvės, kuriose galės lankytis žmonės. Todėl būtina gerinti aplinkos kokybę – tirti tokių teritorijų dirvožemį, kuris galimai gali būti užterštas naftos produktais, sunkiaisiais metalais bei saugoti požeminį vandenį nuo esamos ir potencialios taršos aplinkai pavojingosiomis medžiagomis.

Dabartiniiais laikais yra labai susirūpinta pramoniniuose kraštuose sparčiai didėjančiu sunkiųjų metalų išmetimu į aplinką. Sunkiųjų metalų tarša dirvožemyje yra vyraujanti problema aplinkosaugoje. Per didelis sunkiųjų metalų paplitimas gamtoje laikomas chemine tarša. Pasisavinti augalų sunkieji metalai per maisto grandinę gali patekti ir į žmogaus organizmą ir sukelti ne tik endeminius susirgimus, susijusius su konkrečiu elementu, bet ir veikti biologinių organizmų augimo ir vystymosi sutrikimus, pažeisti produktyvias funkcijas bei silpninti imunitetą (Mažvila, 2001). Yra dvi sunkiųjų metalų elementų grupės. Pirmoji metalų grupė yra mikroelementai, būtini normaliems medžiagų apykaitos procesams veikti (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo), per dideli jų kiekiai yra žalingesni augalams nei žmonėms. Antroji grupė metalų yra tokie elementai, kaip As, Hg, Pb ar Cd, kurių net labai mažos koncentracijos yra kenksmingos žmonėms ir gyvūnams, tačiau teigiamai veikia augalus bei pagreitina jų augimą. Taigi iš principo toksikiškais gali tapti bet kurie sunkiųjų metalų elementai, priklausomai nuo jų koncentracijos ir cheminio junginio formos (Zwolak et al., 2019).

Sunkiųjų metalų kiekis dirvožemyje priklauso nuo daugelio veiksnių: dirvožemio genezės, granulometrinės ir mineralinės sudėties, pH, reljefo, humuso kiekio, sorbcijos talpos, drėgmės režimo, augalijos (Motuzas et al., 2003). Sunkiųjų metalų kiekis taip pat priklauso nuo dirvodarinės uolienos ir nuo dirvožemio naudojimo būdų (Motuzas et al., 2000). Pasikeitus fiziniams ir cheminėms dirvožemio savybėms (esant intensyvesniam drėkinimui, sumažėjus pH) sunkieji metalai gali tapti judrūs. Tokie metalai yra labai aktyvūs ir geba migruoti aplinkoje, užteršti gruntinius vandenius, kaupiasi augaluose ir gyvuose organizmuose.

Didžiausią įtaką sunkiųjų metalų koncentracijai dirvožemyje darantis veiksnys yra pH (Wilcke, 2000). Metalų tirpumas didėja, kai mažėja pH ir, atvirkščiai, tirpumas mažėja, kai pH vertė didėja. Rūgštinėmis sąlygomis adsorbcija yra pagrindinis procesas, kuris mažina sunkiųjų metalų nusodinimą kietoje dirvožemio fazėje ir didina metalų jonų koncentraciją tirpale, atvirkščiai, būna šarminėmis sąlygomis (Rieuwerts et al., 1998). Kai karbonatiniai dirvožemiai yra homogenizuoti, matuojamas dirvožemio pH gali priklausyti nuo karbonatų kiekio. Kai karbonatų kiekis didėja, nustatant dirvožemio pH, toksiniai metalai gali būti išlaikomi kietosios dirvožemio fazės (Wilcke, 2000).

Dirvožemio granulometrinė sudėtis didžiausią įtaką turi Cr, Ni, Cu ir Zn kiekiams. Didžiausi sunkiųjų metalų kiekių skirtumai yra tarp sunkios ir lengvos granulometrinės sudėties dirvožemių, kurie yra labai skirtingi, lyginant su fizinio molio dalelių kiekiu (molinuosiuose dirvožemiuose – daugiau kaip 40 %, smėlinuosiuose dirvožemiuose – iki 20 %). Sunkesnės granulometrinės sudėties dirvožemiuose dažniausiai molio dalelės iš viršutinių sluoksnių yra įplaunamos į žemesnį horizontą – 40–60 cm sluoksnį. Sunkiųjų metalų kiekiams nemažą įtaką turi ne tik fizinio molio dalelių kiekis, smulkiadisversė frakcija (dalelės < 0,002 mm), bet ir dirvodarinės uolienos kilmė (Mažvila, 2001).

Vienas svarbiausių dirvožemio kokybės indikatorių yra organinės medžiagos kiekis. Šis rodiklis lemia daugelį dirvožemio savybių: maisto medžiagų kiekį, vandens infiltraciją ir sulaikymą, teršalų adsorbciją, dirvožemio struktūrą (Mikalauskiene et al., 2011). Taip pat dirvožemio organinės medžiagos kiekis yra pagrindinis veiksnys, kuris lemia metalų migraciją dirvožemyje ir jų patekimą į augalus (Vulkan et al., 2002). Ištirpusios organinės medžiagos koncentracija taip pat turi įtakos metalų tirpumui. Dirvožemio tirpale esanti organinės medžiagos koncentracija gali lengvai varijuoti nedideliais dirvožemio atstumais. Nedideli pH pokyčiai gali padidinti organinės medžiagos koncentracijos variaciją (Wilcke, 2000).

Šio straipsnio tikslas – ištirti garažų teritorijos dirvožemio kokybės rodiklius (pH, bendrosios anglies kiekį, drėgnį) ir galimą sunkiųjų metalų taršą pasirinktoje teritorijoje.

Tyrimų metodikos

Tiriamoji garažų teritorija yra Vilniaus miesto pietvakarinėje dalyje, Loretos Asanavičiūtės gatvėje, prie vakarinio aplinkkelio (1 pav.). Teritorijos plotas yra 196 000 m².

Sąlyginės teritorijos koordinatės pagal LKS sistemą yra 5468112, 251960854. Vietos zona yra mišri miesto zona, žemėnauda – krūmai. Teritorijos tipas yra pramonės, energetikos, transporto ir paslaugų objektai, potipis – garažas. Teritorijoje garažai beveik vis nugriauti, yra likę tik keli, tačiau jie nebeeksploatuojami.



1 paveikslas. Tiriamosios teritorijos vieta Vilniaus mieste, Loretos Asanavičiūtės gatvėje

Artimiausi gyvenamieji namai yra už ~40 m į pietus ir už ~100 m į šiaurę. Atstumas iki arčiausiai esančios Neries upės iš rytinės pusės yra apie 3,9 km, o iš vakarinės pusės – už daugiau nei 5 km. Šalia yra „Pasakų“ parkas, kuris yra gana lankoma žmonių vieta. Artimiausios saugoma teritorija yra „Natura 2000“ priklausanti teritorija – Neries upė – buveinių apsaugai svarbi teritorija. Kadangi atstumai yra gana dideli, šioms saugomoms teritorijoms garažų teritorijoje esanti tarša nesukelia galimai neigiamo poveikio.

Teritorijoje garažai pradėti griauti 2011 m. dėl vakarinio aplinkkelio statybos. Tačiau iki šios dienos nebeeksploatuojama garažų teritorija dar nėra sutvarkyta. Garažų savininkų palikti daiktai (atliekos) teritoriją pavertė atliekų sąvartynu, skleidžiančiu į aplinką kenksmingas medžiagas. Įvairios pavojingosios ir nepavojingosios atliekos (automobilių dalys, padangos, tekstilė, tepalai, statybinės medžiagos) tiesiog paliktos įvairiose teritorijos vietose.

Mėginių ėmimo vietos. Dirvožemio mėginiai buvo imti kastuvėliu tinklelio principu iš paviršinio dirvožemio sluoksnio – 0–10 cm gylio. Kadangi sunkieji metalai dažnai būna tirpių ir judrių cheminių junginių formų, jie gali migruoti į gilesnius dirvožemio sluoksnius, todėl mėginiai imti ir iš gilesnių sluoksnių – 20 cm ir 30 cm

gylių (2 pav., 1 lentelė). Dirvožemio mėginiai buvo dėdami į plastikinius, sandarius uždaromus maišelius.

1 lentelė. Dirvožemio mėginių kiekiai

Gylis, cm	Mėginių numeriai	Mėginių kiekis
0–10	1–34	34
10–20	1, 4, 7, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 28, 31	12
20–30	1, 4, 7, 13, 14, 15, 21, 28, 31,	9



- ◇ Mėginiai imti iš visų trijų gylių (0–10; 10–20; 20–30 cm)
- Mėginiai imti iš dviejų gylių (0–10 ir 10–20 cm)

2 paveikslas. Dirvožemio mėginių ėmimo taškai

Dirvožemio mėginiai imti laikantis ISO 18400-107:2017 (2017) standarto reikalavimų. Mėginiams paimti ir laikyti buvo naudojamos inertinės medžiagos. Paimti 55 mėginiai. Atvežti mėginiai buvo palikti išdžiūti kambario temperatūroje. Džiovinta iškart atvežus dirvožemio mėginius į laboratoriją, siekiant sumažinti mikroorganizmų veiklą.

pH buvo nustatomas pagal Lietuvos standartą „Dirvožemio kokybė. pH nustatymas“ (ISO 10390:2005, 2005). pH nustatyti buvo naudojami orasausiai dirvožemio mėginiai. pH buvo nustatomas imant 10 ml dirvožemio mėginius ir supilant juos į stiklinius užsukamus 100 ml buteliukus, į kuriuos buvo įpilta 50 ml dejonizuoto vandens. Buteliukai buvo įstatyti į kratytuvą ir kratomi 60±10 min. Sukračius buvo laukiama 1 val. Prieš matuojant buvo sukalibruotas pH matuoklis, naudojant du buferinius tirpalus, kurių pH skirtingas – 4,0 ir 7,0.

Dirvožemio drėgmės nustatymas. Vandens kiekis dirvožemyje nustatytas pagal ISO 11465:1993(E) (1993) standartą, gravimetrinę analizę – remiantis dirvožemio

masės skirtumu prieš ir po išdžiovinimo bei išreiškiant procentais sauso dirvožemio masėje. Pasverama apie 10 g orausio dirvožemio mėginio, prieš tai pasvėrus indelį, į kurį įpilamas dirvožemis, ir džiovinama 105 °C temperatūros krosnyje iki pastovios masės. Išdžiovinti mėginiai atvėsunami iki kambario temperatūros. Drėgnis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W_{H_2O} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100 \%, \quad (1)$$

čia W_{H_2O} – vandens kiekis sausoje medžiagoje; m_0 – tuščio indo masė gramais; m_1 – indo su dirvožemiu prieš džiovinant masė gramais; m_2 – indo su išdžiovintu dirvožemiu masė gramais.

Organinė anglis nustatoma SSM-5000A kieto mėginio modulio „Shimadzu TOV-V“ serijos bendrosios anglies analizatoriumi. Prietaiso veikimas pagrįstas sauso mėginio deginimu 900 °C, infraraudonųjų spindulių kamera matuojant išsiskyrusį anglies dioksido (CO₂) kiekį. Analizei buvo pasverta po 600 mg kiekvieno mėginio. Ypač buvo svarbu homogenizuoti kietuosius mėginius.

Granulimetrinės sudėties nustatymas. Dirvožemis dažniausiai klasifikuojamas remiantis dalelių dydžio pasiskirstymu. Dirvožemiams, kuriuose yra mažiau nei 10 % smulkių dalelių, taikomas sijojimo metodas. Sijojimas yra procesas, kai dirvožemis priskiriamas tam tikrai klasei, persijojus jį per tam tikro dydžio sietus. Granulimetrinė dirvožemio sudėtis nustatyta remiantis Lietuvos standartu „Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Laboratoriniai grunto bandymai. 4 dalis. Granuliuometrinės sudėties nustatymas“ (LST EN ISO 17892-4:2017). Dirvožemio mėginiai buvo sijoti per įvairaus dydžio sietus ir tokiu būdu buvo sugrupuoti į atitinkamo dydžio: 2,5 mm, 2 mm, 1,6 mm ir 200 μm ir 50 μm frakcijas. Minėtas metodas buvo taikomas visiems necementuotiems dirvožemiams, kurių dalelių dydis yra mažesnis nei 125 mm.

SM koncentracija dirvožemio mėginiuose buvo nustatoma remiantis LST ISO 11047:2004 (2004) standartu. Mikrobangų mineralizatoriuje („Milestone“ firmos) „karališkame vandenyje“ buvo mineralizuojami dirvožemio mėginiai. Buvo naudojamas 20 ml azoto rūgšties ir 60 ml vandenilio chlorido rūgšties mišinys. Po mineralizavimo indelis su mėginiu buvo atvėsintas iki 50–70 °C. Mėginių ekstraktuose buvo nustatomos sunkiųjų metalų koncentracijos, naudojant atominės absorbcijos spektrometrą „Buck Scientific 210 VGP“ su acetileno ir oro liepsna. Iš gautų rezultatų pagal formulę iš ISO 11466:1995 (1995) standarto buvo apskaičiuotas sunkiojo metalo kiekis mėginyje:

$$W_{(M)} = \frac{(\rho_1 - \rho_2)}{m} \times f \times V, \quad (2)$$

čia $W_{(M)}$ – sunkiųjų metalų koncentracija mėginyje, mg/kg; ρ_1 – elemento koncentracija ekstrahuotame mėginyje, mg/l; ρ_2 – elemento koncentracija tuščiajame mėginyje, mg/l; f – praskiedimo koeficientas, jei mėginys buvo skiedžiamas; V – mėginio tūris, L; m – analizei paimto mėginio masė, kg.

Pagrindinis dirvožemio užterštumo pavojingosiomis cheminėmis medžiagomis nustatymo rodiklis yra cheminės medžiagos ribinė vertė (toliau – RV) dirvožemyje. Dirvožemio užterštumas sunkiaisiais metalais nustatomas atsižvelgiant į cheminės medžiagos patikslintą ribinę vertę (toliau – RV_p), kuri lygi (HN 60: 2015):

$$RV_p = RV \times \frac{A + (B \times M(\%)) + (C \times OM(\%))}{A + (B \times 10) + (C + 3)}, \quad (3)$$

čia $M(\%)$ – tiriamo dirvožemio molio dalelių kiekis, %. Šiuo atveju nustatytas dirvožemio molio dalelių kiekis yra mažiau kaip 10 %, todėl į formulę įrašoma vertė atitinkamai yra 10 %; $OM(\%)$ – dirvožemio organinės medžiagos kiekis, %. Nustatytas dirvožemio organinės medžiagos kiekis yra mažiau kaip 3 %, į formulę įrašoma vertė atitinkamai yra 3 %.

A, B, C – koeficientai, kurių vertės priklauso nuo sunkiųjų metalų (pateikti HN 60:2015 2 priede).

Nustatytos sunkiųjų metalų koncentracijos lyginamos su apskaičiuotomis ir patikslintomis (RV_p) koncentracijų vertėmis, pateiktomis HN 60:2015. Rezultatai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Perskaičiuotos sunkiųjų metalų ribinės vertės (RV) į patikslintas ribines vertes (RV_p)

Sunkusis metalas	Sunkiųjų metalų koncentracija, mg/kg	
	HN 60:2015 (RV)	HN 60:2015 (RV _p)
Pb	80	~79
Cr	80	~77
Cu	75	~70
Zn	300	300
Mn	1500	–

Vertinant dirvožemio užterštumą sunkiaisiais metalais, apskaičiuojamas cheminės medžiagos užterštumo koeficientas K_k :

$$K_k = \frac{C}{C_f}, \quad (4)$$

čia C – nustatytas cheminio elemento kiekis tiriamajame dirvožemio mėginyje, mg/kg; C_f – foninis cheminio elemento kiekis tiriamajame dirvožemio mėginyje, mg/kg.

Kadangi dirvožemis yra užterštas ne viena chemine medžiaga arba cheminiu elementu (metalu), bet keliais, todėl jo užterštumo laipsnis vertinamas pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d , kuris lygus:

$$Z_d = \sum K_i - (n - 1), \quad (5)$$

čia n – cheminių elementų kiekis; K_i – koncentracijos koeficientų K_k suma.

Apskaičiavus Z_d rodiklį, teritoriją galima priskirti vienai iš kategorijų, pateiktų HN 60:2004 (3 lentelė).

3 lentelė. Dirvožemio užterštumo laipsnio įvertinimas pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d (HN 60:2004, 2004a)

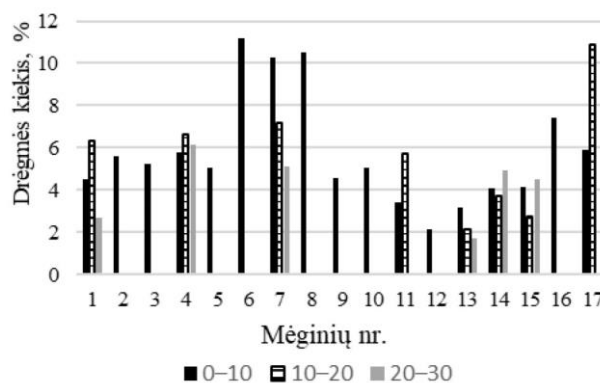
Dirvožemio užterštumo kategorija ir laipsnis	Z_d
Leidžiamasis	$Z_d < 16$
Vidutinio pavojingumo	$16 < Z_d < 32$
Pavojingas	$32 < Z_d < 128$
Ypač pavojingas	$128 < Z_d$

Rezultatai ir jų analizė

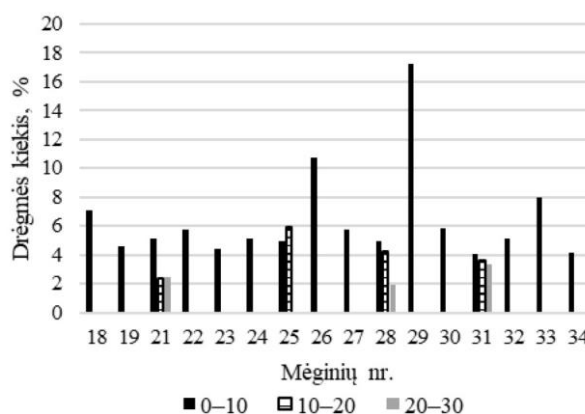
Ištyrus mėginių pH, buvo nustatyta, kad teritorijos tirtuosiuose taškuose vyrauja šarminė terpė (8,51–9,29). Nepriklausomai nuo dirvožemio gylių, visų mėginių pH vertė buvo didesnė nei 8.

Tirtuosiuose mėginiuose drėgmės kiekis buvo nedidelis, nė viename mėginyje dirvožemio drėgnis nesiekė net 20 %. Dirvos drėgniui daugiausia įtakos turi kritulių kiekis. Drėgmės kaupimąsi dirvožemyje lemia dirvožemio poringumas, granulimetrinė dirvožemio sudėtis, dirvožemio struktūra (Radzevičius, 2013). Daugiausia drėgmės nustatyta 29 mėginyje – 17,19 %, o mažiausiai buvo 30 mėginio giliausiame sluoksnyje (20–30 cm) – 1,73 % (3, 4 pav.)

Bendrosios anglies dirvožemyje matavimo rezultatai parodė, kad didžiausias kiekis yra paviršiniame sluoksnyje (vidutinė koncentracija – 59,65 %), o gilesniuose dirvožemio sluoksniuose kiekis mažėja (vidutinė koncentracija – 40,35 %). Daugiausia bendrosios anglies aptikta teritorijos kraštinėje dalyje, 26 mėginyje (1,82 %) ir 33 mėginyje (1,88 %). Rasta vidutinio stiprumo koreliacija tarp bendrosios anglies kiekio ir granulimetrinės sudėties, 2 mm, 1,6 mm ir 900 μm frakcijų ($r = 0,58$; $r = 0,62$, $r = 0,66$).

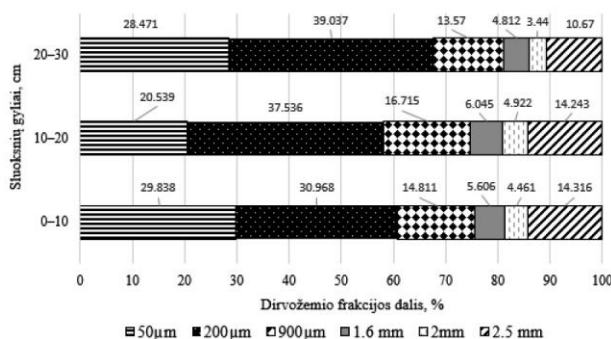


3 paveikslas. Dirvožemio drėgmės kiekis tirtuosiuose mėginiuose (1–17 matavimo vietose)



4 paveikslas. Dirvožemio drėgmės kiekis tirtuosiuose mėginiuose (18–34 matavimo vietose)

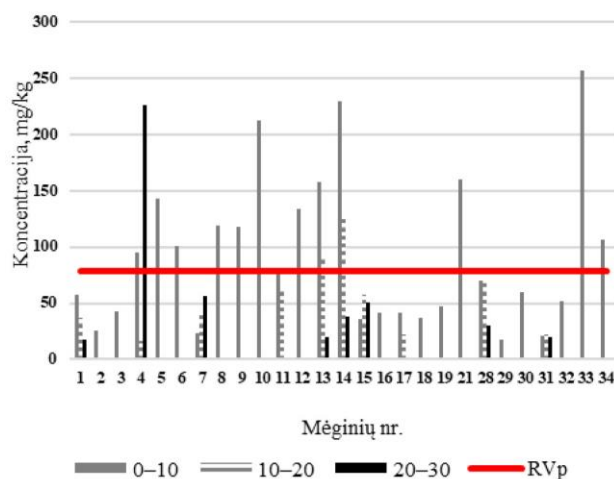
Atlikus granulimetrinės sudėties tyrimą, nustatyta, kad teritorijos dirvožemyje visų trijų analizuotų sluoksnių (0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm) granulimetrinė sudėtis labai panaši, daugiausia vyrauja smulkusis smėlis (frakcija iki 200 μm) – 35,85 %, o mažiausią dalį sudaro smulkusis žvirgždas (frakcija iki 2 mm) – 4,27 % (5 pav.).



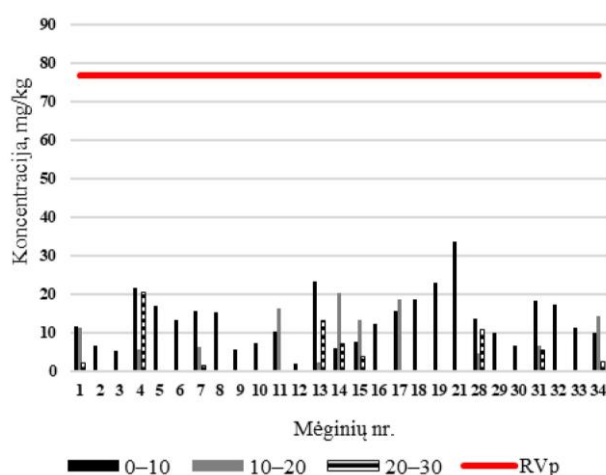
5 paveikslas. Dirvožemio mėginių granulimetrinės sudėties pasiskirstymas sluoksniuose procentais

Vertinant sunkiųjų metalų koncentraciją, kiekvieno mėginio tyrimų rezultatai lyginami su HN 60:2015 pateiktomis pavojingųjų cheminių medžiagų patikslintomis ribinėmis vertėmis (RV_p).

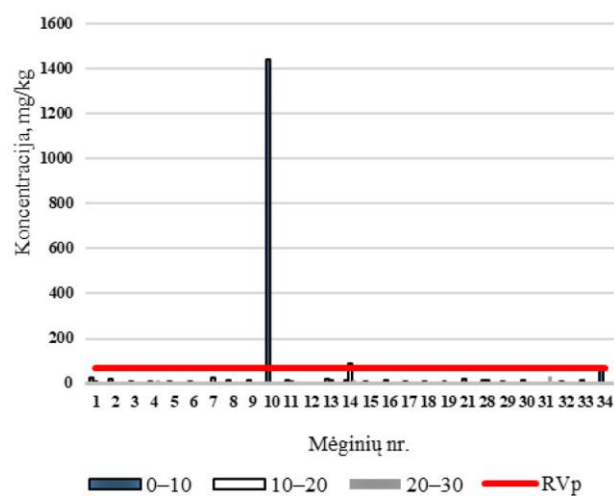
Švino koncentracijos mėginiuose kito nuo 17,50 mg/kg iki 326,67 mg/kg (6 pav.). Iš tirtų 55 mėginių net 16-oje koncentracija buvo didesnė nei HN 60:2015 perskaičiuota patikslinta leidžiamoji ribinė vertė ($RV_p = 79$ mg/kg). Daugiausia viršytos ribinės vertės buvo 4-o mėginio antrajame sluoksnyje (226,50 mg/kg), 14 mėginio pirmajame sluoksnyje (229,67 mg/kg) bei 33 mėginyje (257,50 mg/kg). Apskaičiuojant švino vidutines vertes visoje tirtoje teritorijoje pagal gylius, nustatyta, kad didžiausi švino koncentracijos kiekiai yra pirmajame sluoksnyje (100,1 mg/kg), o mažiausiai – trečiajame sluoksnyje (87,13 mg/kg) (11 pav.). Chromo tirtuose mėginiuose buvo rasti nedideli kiekiai (1,55–23,43 mg/kg) ir jo patikslinta leidžiamoji ribinė vertė ($RV_p = 77$ mg/kg) nebuvo viršyta nė viename mėginyje (7 pav.). Lyginant tarpusavyje vidutines chromo koncentracijas skirtinguose dirvožemio sluoksniuose, reikšmės yra panašios: 0–10 cm – 13,29 mg/kg, 10–20 cm – 11,02 mg/kg, 20–30 cm – 7,48 mg/kg (11 pav.). Chromo koreliacija su kitais parametrais (pH, drėgme, granulimetrine sudėtimi ir bendrosios anglies kiekiu) yra labai silpna, metalo koreliacijos koeficientas su išvardytais parametrais visur buvo mažesnis nei 0,2 ($r < 0,2$). Vario koncentracija mėginiuose kito nuo 4,02 iki 88,45 mg/kg (8 pav.). Dešimtajame mėginyje varis patikslintą ribinę vertę viršijo 19 kartų (1443,50 mg/kg) ($RV_p = 70$ mg/kg). Didžiausia vidutinė vario koncentracija apskaičiuota pirmajame sluoksnyje (86,09 mg/kg), o mažiausia (11,47 mg/kg) – giliausiame sluoksnyje (11 pav.). Manganas patikslintų ribinių verčių neviršijo nė viename mėginyje ($RV = 1500$ mg/kg). Jo koncentracija, kaip ir vario, smarkiai išsiskyrė 10 mėginyje (1376,67 mg/kg). Apskaičiuotas vario ir mangano koreliacijos koeficientas ($r = 0,96$) parodė stiprų tarpusavyje metalų ryšį. Mangano vidutinė koncentracija pirmajame sluoksnyje (143,5 mg/kg) buvo daugiau nei du kartus didesnė už antrajame (66,4 mg/kg) ir trečiajame sluoksnyje (55,5 mg/kg) apskaičiuotas vidutines koncentracijas (11 pav.). Cinko koncentracijos mėginiuose kito nuo 14,40 iki 405,5 mg/kg (10 pav.). Patikslinta ribinė vertė ($RV_p = 300$ mg/kg) buvo viršijama trijuose mėginiuose: 6 – 307,00 mg/kg, 21 – 300,17 mg/kg, 34 – 325,33 mg/kg. Didžiausia cinko koncentracija apskaičiuota antrajame dirvožemio sluoksnyje (188,67 mg/kg) (11 pav.).



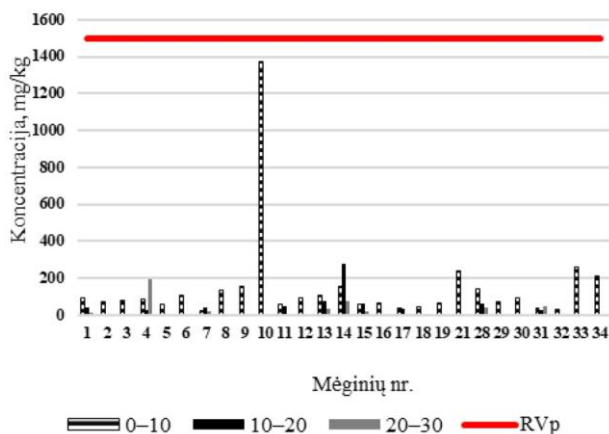
6 paveikslas. Švino koncentracijos tirtuosiuose mėginiuose



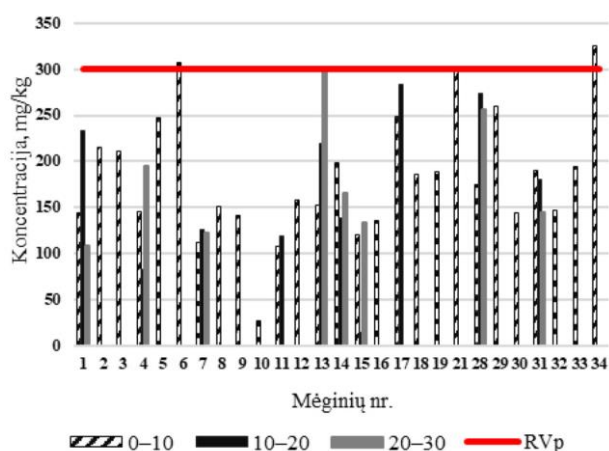
7 paveikslas. Chromo koncentracijos tirtuosiuose mėginiuose



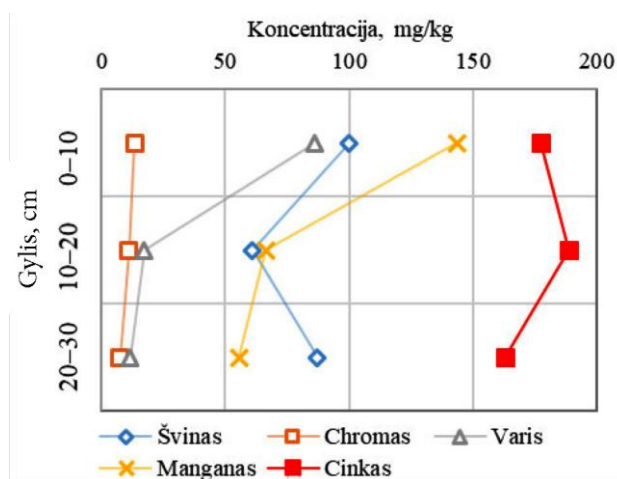
8 paveikslas. Vario koncentracijos tirtuosiuose mėginiuose



9 paveikslas. Mangano koncentracija mėginiuose



10 paveikslas. Cinko koncentracija mėginiuose



11 paveikslas. Sunkiųjų metalų pasiskirstymas pagal sluoksnius

Apskaičiavus užterštumo koeficientą kiekvieno sunkiojo metalo atskirai ir įvertinus foninį to elemento kiekį, buvo gauta Z_d suma 18,25, kuri atitinka vidutinio pavojingo užterštumo laipsnį ($16 < Z_d < 32$).

Vidutiniškai užterštų dirvožemių plotuose rekomenduojama atlikti detalius dirvožemio tyrimus ir vykdyti nuolatinę dirvožemio užterštumo stebėseną. Taip pat vidutiniškai užterštų dirvožemių kenksmingumą reikėtų šalinti šarminėmis uolienomis, sorbentais arba padengti nelaidžia atmosferiniams krituliams danga ar statiniais. Tokio laipsnio užterštumo vietose nerekomenduojama vaikams žaisti ir sportuoti atviro grunto vietose. Atviros žaidimų aikštelės privalo būti padengtos žaliaja veja arba tvirta, nuolatos nuo dulkių plaunama danga.

Išvados

1. Tirtosios metalinių garažų teritorijos dirvožemio mėginiuose nustatytas pH buvo silpnai šarminis. Analizuojant tyrimo rezultatus galima daryti išvadą, kad pH neturėjo įtakos sunkiųjų metalų paplitimui tirtosioje teritorijoje.

2. Vidutinis visos tirtosios teritorijos dirvožemio drėgnis yra 5,46 %. Sunkiųjų metalų koreliacinis ryšys su dirvožemio drėgmės kiekiu yra nedidelis, skirtingų sunkiųjų metalų jis kinta nuo $-0,02$ iki $0,15$.

3. Dirvožemio mėginiuose daugiausia vyrauja smulkusis smėlis (frakcija iki $200 \mu\text{m}$) – 35,85 %, o mažiausią dalį sudaro smulkusis žvirgždas (frakcija iki 2 mm) – 4,27 %.

4. Bendrosios anglies kiekis dirvožemio mėginiuose yra nedidelis, jis svyruoja nuo $0,04 \%$ iki $1,88 \%$.

5. Sunkiųjų (Pb, Cr, Cu, Zn ir Mn) metalų koncentracijos tirtosioje teritorijoje buvo skirtingos. Švino koncentracija viršijo patikslintą ribinę vertę (RV_p) (79 mg/kg) 16 mėginių, vidutinė koncentracija ($77,28 \text{ mg/kg}$) buvo artima RV_p . Taip pat patikslintą ribinę vertę viršijo varis (75 mg/kg) – dviejuose mėginiuose (vidutinė koncentracija visos teritorijos mėginiuose – $46,61 \text{ mg/kg}$) bei cinkas (300 mg/kg) – trijuose mėginiuose (vidutinė koncentracija visos teritorijos mėginiuose – $178,42 \text{ mg/kg}$). Chromo (RV_p (Cr) – 80 mg/kg) ir mangano (RV_p (Mn) – 1500 mg/kg) koncentracijos mėginiuose neviršijo patikslintų leidžiamųjų ribinių verčių (vidutinė koncentracija visos teritorijos mėginiuose buvo atitinkamai $11,83 \text{ mg/kg}$ ir $113,44 \text{ mg/kg}$).

6. Įvertinus teritorijos užterštumo laipsnį sunkiaisiais metalais pagal suminį užterštumo rodiklį Z_d , nustatytas teritorijos užterštumo laipsnis yra vidutinio pavojingumo ($Z_d 18,25$).

Literatūra

International Organization for Standardization. (1993). *Soil quality – Determination of dry matter and water content on*

- a mass basis – Gravimetric method (ISO 11465:1993). <https://www.iso.org/standard/20886.html>
- International Organization for Standardization. (1995). *Soil quality -- Extraction of trace elements soluble in aqua regia* (ISO 11466:1995).
- International Organization for Standardization. (2017). *Soil quality – Sampling – Part 201: Physical pretreatment in the field* (ISO 18400-201:2017). <https://www.iso.org/standard/62366.html>
- Kadūnas, K., Radienė, R., & Šugalskienė, J. (2011). Užterštų teritorijų tyrimo raida Lietuvoje. *Baltica (Special Issue Geosciences in Lithuania: Challenges and Perspectives)*, 24, 61–64. https://gamtostyrimai.lt/uploads/publications/docs/61_da4be355e9712e935fe18884dfc01bc7.pdf
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. (2004a). Įsakymas dėl Lietuvos higienos normos „Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje“ patvirtinimo (HN 60:2004). *Valstybės žinios*, 2004-03-17, Nr. 41-1357. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.228693>
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. (2004b). Įsakymas dėl Lietuvos higienos normos „Pavojingųjų cheminių medžiagų ribinės vertės dirvožemyje“ patvirtinimo (HN 60:2015). *Valstybės žinios*, 2004-03-17, Nr. 41-1357. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.228693/asr>
- Lietuvos geologijos tarnyba. (2020). *Ekologinių tyrimų vertinimas*. Ekogeologinės aplinkos stebėseną. https://www.lgt.lt/index.php/lt/?option=com_content&view=article&id=378:2001-12&catid=238:biuleteniai
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2009). Įsakymas dėl Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento „Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai“ patvirtinimo (LAND 9-2009). *Valstybės žinios*, 2009-11-26, Nr. 140-6174. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.359066/XSnQWiOqAQO>
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2004). *Dirvožemio kokybė. Kadmio, chromo, kobalto, vario, švino, mangano, nikelio ir cinko nustatymas ekstrahuojant dirvožemį karališkuoju vandeniu. Liepsnos ir elektroterminės atominės absorbcijos spektrometriniai metodai* (tpt ISO 11047:1998) (LST ISO 11047:2004).
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2005). *Dirvožemio kokybė. pH nustatymas* (tapatus ISO 10390:2005) (LST ISO 10390:2005). Vilnius.
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2017). *Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Laboratoriniai grunto bandymai. 4 dalis. Granulometrinės sudėties nustatymas* (LST EN ISO 17892-4:2017). Vilnius.
- Mažvila, J. (2001). *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose: monografija*. LŽI Agrocheminių tyrimų centras.
- Mikalauskiene, R., Butkus, D. ir Pliopaitė-Bataitienė, I. (2011). ¹³⁷Cs ir ⁴⁰K savitųjų aktyvumų santykių tyrimas ir vertinimas priesmėlio ir priemolio dirvožemyje. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, 3(5), 37–42. <https://doi.org/10.3846/mla.2011.084>
- Motuzas, A., Vaisvalavičius, R., Mažvila, J. ir Antanaitis, A. (2000). Sunkiųjų metalų kiekio sunkios granulometrinės sudėties dirvožemiuose ir jų smulkiadispersėje frakcijoje palyginamieji tyrimai. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, LŽŪU, Nr. 72, 25–36.
- Motuzas, A., Vaisvalavičius, R., Prosyčevas, I. ir Trimirka, V. (2003). Sunkiųjų metalų kiekių dirvožemyje ir jo molio frakcijoje tyrimas rentgeno fluorescencinės spektrinės analizės metodu. *Vagos: mokslo darbai*, LŽŪU, 59(12), 150.
- Radzevičius, A. (2013). *Nearimnio žemės dirbimo, šiaudų ir žaliosios trąšos įterpimo poveikis dirvožemio fizikinėms savybėms ir sliėkų kiekiui auginant miežius*. Akademijs. <https://hdl.handle.net/20.500.12259/114230>
- Rieuwerts, J. S., Thornton, I., Farago, M. E., & Ashmore, M. R. (1998). Factors influencing metal bioavailability in soils: Preliminary investigations for the development of a critical load approach for metals. *Journal of Chemical Speciation and Bioavailability*, 10(2), 61–76. <https://doi.org/10.3184/095422998782775835>
- Vulkan, R., Mingelgrin, U., Ben-Asher, J., & Frenkel, H. (2002). Copper and zinc speciation in the solution of a soil-sludge mixture. *Journal of Environmental Quality*, 31(1), 193–203. <https://doi.org/10.2134/jeq2002.1930>
- Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E., & Stawarczyk, K. (2019). Sources of soil pollution by heavy metals and their accumulation in vegetables: A review. *Water and Air Pollution Journal*, 230(7), 164. <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4221-y>
- Wilcke, W. (2000). Small-scale. Variability of metal concentrations in soil leachates. *Soil Science Journal*, 64(1), 138–143. <https://doi.org/10.2136/sssaj2000.641138x>

ESTIMATION OF POTENTIALLY CONTAMINATED SOIL IN THE GARAGE AREA

A. Oniūnaitė, V. Šerevičienė

Summary

According to the data of the Lithuanian Geological Survey, there are 751 contaminated territories in Vilnius. A garage area near the western bypass on Loreta Asanavičiūtė Street was selected for the study. 55 samples from different depths (0–10; 10–20; 20–30 cm) were taken from the selected location and the tests were performed. The parameters of soil moisture, total carbon content, soil acidity (pH) and the content of heavy metals Pb, Cu, Cr, Mn, Zn in the soil were determined. In all samples, the soil pH was found to be weakly alkaline (8.51–9.29), the total carbon content was low, ranging from 0.04 to 1.88%. Heavy metals were detected in the whole area and in all depths studied (0–10 cm; 0–20 cm; 20–30 cm). The obtained values were compared with the maximum permissible limit values in HN 60:2015 norms. Lead (326.67 mg/kg) and zinc (425.20 mg/kg) predominated in the area. The other metals like chromium (325.50 mg/kg), manganese (1376.67 mg/kg) and copper (1443.50 mg/kg) exceeded the permissible limits in only a few samples.

Keywords: heavy metals, contaminated area.