

# DIRVOŽEMIO UŽTERŠTUMO SUNKIAISIAIS METALAIS TYRIMAS

Jovita Zvilnaitė, Vaclovas Tričys

Šiaulių universitetas, Technologijos fakultetas

## Įvadas

Dirvožemis – sudėtinga, nuolat kintanti, gyva polidispersinė sistema [1]. Dėl žmonių veiklos į dirvožemį nuolat patenka įvairūs teršalai. Dirvožemio taršos šaltiniai – pramonė, energetika, transportas ir žemės ūkio bei gyventojų buities veikla. Labai didelį neigiamą poveikį dirvožemiui daro autotransportas – pakelėse aptinkami padidėję švino, cinko, vario kiekiai. Pasklidusios dirvožemio taršos šaltiniai yra žemės ūkio veikla ir rūgštieji lietūs. Tarša taip pat priklauso nuo pramonės įmonių teršalų valymo sistemų patikimumo, vyraujančios vėjo krypties teritorijoje ir kt.

Dirvožemio taršos sunkiaisiais metalais reikia vengti, nes jų perteklius gali sukelti ne tik endeminius susirgimus, susijusius su konkrečiu elementu, bet ir veikti biologinių organizmų augimo ir vystymosi sutrikimus, silpninti imunitetą, pažeisti reproduktyviasias funkcijas. Sunkieji metalai dažnai turi kancerogeninį bei mutageninį poveikį. Jų perteklius nepalankus visai gyvybei, o ilgalaikio poveikio rezultatai sunkiai prognozuojami. Dirvožemio tarša, skirtingai nei oro ir vandens, gali būti ilgą laiką nepastebėta. Dėl dirvožemio buferinių ypatumų, jo savybių ar sudėties pokyčiai gali pasireikšti ne iš karto. Užterštas dirvožemis netinka maisto produkcijai auginti [2].

Sunkiųjų metalų kaupimuisi ir migracijai nemažos įtakos turi dirvožemių fizikinės ir cheminės savybės, kaip dirvožemio rūgštingumas, humuso kiekis, dirvožemio kilmė, sorbciniai ypatumai ir dirvožemio granulimetrinė sudėtis, o ypač jo smulkioji frakcija [3]. Paprastai priemolio dirvožemiuose vyrauja kvarcas ir stambios grunto dalelės (1–0,01 mm), mažai turintys sunkiųjų metalų, o priemoliuose ir molliuose, kurių daugumos dalelių dydis mažesnis už 0,01 mm, yra įvairių mineralų. Juose sunkiųjų metalų būna daugiau.

Šiaulių miesto dirvožemyje sunkiųjų metalų koncentraciją 1989 metais ištyrė Geologijos instituto mokslininkai [4]. Buvo nustatyti sunkiųjų metalų kiekiai centrinėje miesto dalyje, pramoniniame rajone ir aplink didžiąsias pramonės įmones. Miesto pakraščiuose prie magistralinių kelių buvo iširta tik švino koncentracija. Detalūs tyrimų duomenys saugomi miesto savivaldybės Aplinkos skyriuje.

Praėjus dvidešimčiai metų, sumažėjus pramonės

taršai, dirvožemio paviršinio sluoksnio tarša turėtų mažėti, nes kritulių vandeniui (ypač esant rūgšties lietus) tirpinant sunkiųjų metalų druskas, jie pamažu turėtų difunduoti į gilesnius dirvos sluoksnius [5, 6]. Tyrimui buvo pasirinkta Šiaulių miesto zona šalia automagistralės su privačių gyvenamųjų namų valdomis.

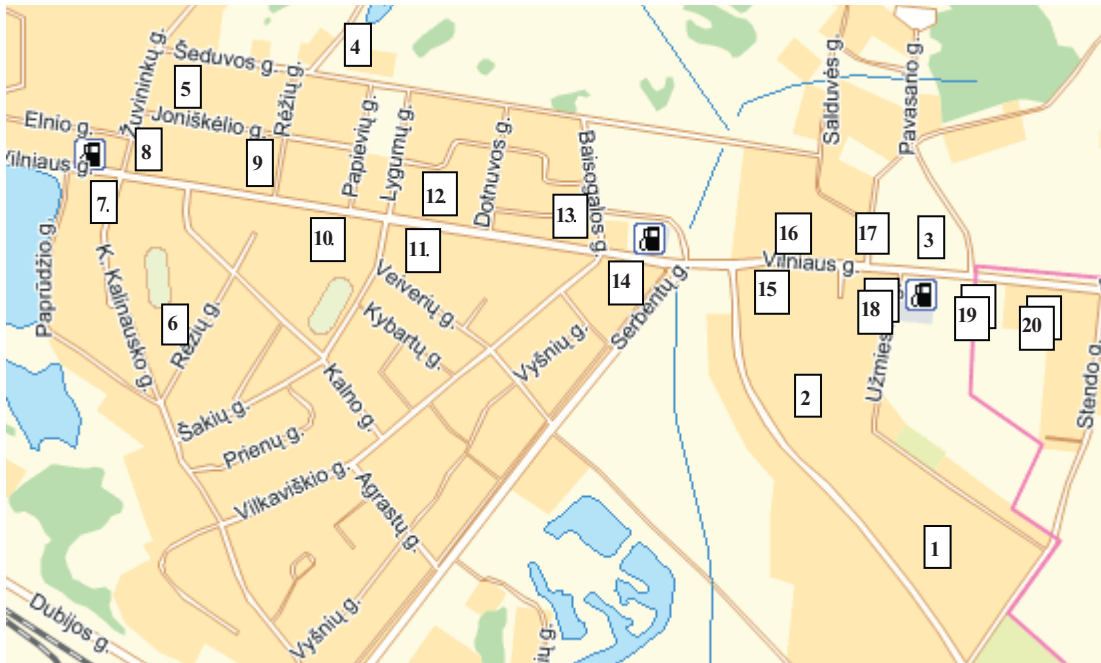
**Darbo tikslas** – nustatyti sunkiųjų metalų koncentracijas Šiaulių miesto dirvožemyje šalia automagistralės Šiauliai – Vilnius.

**Uždaviniai:** iširti dirvožemio užterštumą sunkiaisiais metalais; palyginti švino koncentracijos dirvoje pokytį per 20 metų; įvertinti dirvožemio užterštumą sunkiaisiais metalais prie magistralinio kelio ir individualių namų valdose, už 15 metrų nuo kelio.

**Tyrimo metodika.** Dirvožemio mėginiai šalia magistralinio kelio miesto pakraštyje buvo paimti pagal standartus: ISO 10381-1:2002 ir ISO 10381-2:2002. *Dirvožemio kokybė.* Koncentracijos buvo nustatomos liepsnos ir elektroterminės atominės absorbcijos spektrometriniais metodais pagal standartą ISO 11467:1998. *Dirvožemio kokybė.* Kadmio, chromo, kobalto, vario, švino, mangano, nikelio, cinko nustatymas ekstrahuojant metalus HCl ir HNO<sub>3</sub> 3:1 mišiniu. Metalų koncentracijų matavimai buvo atliekami Šiaulių municipalinėje aplinkos tyrimų laboratorijoje.

## Tyrimo rezultatai

Iš viso buvo paimta 20 dirvožemio mėginių. Dirvožemis – priemolinis. Mėginiai sunumeruoti jų paėmimo eilės tvarka (1 pav.). Kiekvienas mėginys buvo suformuotas iš penkių dirvožemio bandinių, paimtų 1 kv. metro plote iš kampų ir iš vidurio. Šių penkių bandinių dirvožemis sumaišytas ir analizei pateiktas kaip vienas mėginys. Šalia automagistralės Šiauliai–Vilnius paimta 15 mėginių. Dvylika mėginių paimti vieno metro atstumu nuo automagistralės krašto. Trys dvigubi mėginiai (1 pav. 18, 19, 20) paimti vieno metro ir 15 metrų atstumu nuo automagistralės iš privačių gyvenamųjų valdų. Penki mėginių ėmimo taškai (1 pav. 1, 2, 4, 5, 6) buvo parinkti vietose, kur prieš 20 metų buvo imti mėginiai švino kiekiui dirvoje nustatyti. Matavimų duomenys pateikti 1 ir 2 lentelėse.



1 pav. Dirvožemio mėginių ėmimo vietos

1 lentelė. Sunkiųjų metalų kiekiai dirvožemio mėginiuose, mg/kg

Mėginio nr.	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
1	8,8	22,5	14,1	8,4	23,1
2	8,5	20,0	14,7	10,2	29,2
3	8,5	20,0	7,6	10,2	18,0
4	10,2	28,8	7,5	17,6	23,4
5	16,1	101,9	11,4	10,2	38,6
6	9,2	21,7	11,4	10,7	10,1
7	10,7	30,0	17,5	10,9	13,3
8	16,8	42,3	23,7	15,3	14,5
9	14,7	36,0	50,0	10,2	10,1
10	50,0	61,2	11,2	10,7	10,7
11	21,7	50,0	12,1	11,9	14,3
12	15,0	61,0	46,0	11,3	20,4
13	11,0	18,0	22,5	11,3	20,9
14	10,0	26,2	11,2	10,2	14,5
15	18,3	71,7	7,9	11,3	17,2
16	11,0	38,7	13,7	9,5	10,3
17	16,7	58,0	16,6	15,9	16,9
18	8,3	30,0	6,7	10,7	13,9
19	10,0	42,8	8,8	11,3	17,5
20	10,0	42,8	8,8	10,1	15,1
Foninė konc.	<b>11</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>15</b>
DLK*	100	300	100	75	100

\* Didžiausia leidžiama koncentracija

2 lentelė. Mėginių, kuriuose viršytos foninės koncentracijos, skaičius

Mat. vnt.	Metalai				
	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
Vienetai	8	10	2	0	11
Procentai	40	50	10	0	55

Lentelėje surašytų tyrimų duomenų reikšmių dydžiams palyginti pateikiamos foninės metalų koncentracijos priemolio dirvoje, kurios parodo natūraliai dirvoje esančius sunkiųjų metalų kiekius, kai dirva nėra veikiamas vietinių taršos objektų. Papildomai pateiktos ir didžiausios leidžiamos sunkiųjų metalų koncentracijos [7].

Vario koncentracija dirvožemio mėginiuose kito 8,3–50,0 mg/kg intervale. Viename mėginyje vario kiekis dirvoje daugiau nei 4 kartus viršijo foninę koncentraciją ir sudarė 0,5 DLK. Foninė vario koncentracija viršyta 8 mėginiuose. Varis į dirvą patenka su nuotėkomis, įvairiomis trąšomis, dulkėmis, tačiau labiausiai tikėtina, kad vario koncentracija dirvoje padidėja ir pasiskirsto netolygiai, gyventojams naudojant Bordo mišinį, kaip fungicidą nuo augalų ligų ir kenkėjų. Šio mišinio sudėtyje yra vario sulfato. Siekiant sumažinti vario junginių kaupimąsi dirvožemyje, reiktų pakeisti minėtą fungicidą į efektyvesnius ir savaime suyrančius junginius, kurių šiuo metu yra rinkoje.

Cinko koncentracija viršijo foninę pusėje tirtų mėginių. Cinkas į aplinką gali patekti su nuotekomis, trąšomis, pesticidais, o daugiausia nuo cinkuotos skardos stogų dangos, lietvamzdžių, buityje vartojamų cinkuotos skardos indų bei vamzdžių.

Chromo koncentracija daugumoje mėginių, o nikelio – visuose mėginiuose buvo mažesnė už foninę koncentraciją ir problemų dėl šių metalų koncentracijos tiriamoje teritorijoje neturėtų kilti.

Švino koncentracija mėginiuose kito nuo 10,1 iki 38,6 mg/kg. Šis metalas dėl jo junginių toksiškumo yra labiausiai vengtinas dirvožemyje, nes lengvai gali pereiti į augalus ir kauptis juos vartojančių gyvūnų organizmuose bei nepalankiai veikti jų gyvybines funkcijas [8].

Iš viso švino foninė koncentracija buvo viršyta 11 iš 20 tirtų mėginių. Nors didžiausia išmatuota koncentracija sudarė apie 39 procentus DLK, tačiau tirtroje zonoje jau dabar reiktų rekomenduoti gyventojams neauginti maistinių ar pašarinių augalų. Atskiruose matavimo taškuose švino koncentracijai įtakos galėjo turėti netoliese esančiuose garažuose neteislingai eksploatuojami ir nukenksminami automobilių akumuliatoriai.

Atlikti matavimai papildė informaciją apie miesto dirvožemio taršą sunkiaisiais metalais.

### Švino kiekio dirvožemyje pokyčio palyginimas po 20 metų

Švino koncentracijos dirvožemyje pokyčiui per 20 metų nustatyti buvo matuotos koncentracijos tose vietose, kur dirvožemis buvo tirtas anksčiau (1 pav. 1, 2, 4, 5, 6 taškai). Tyrimo duomenys pateikti trečiojoje lentelėje.

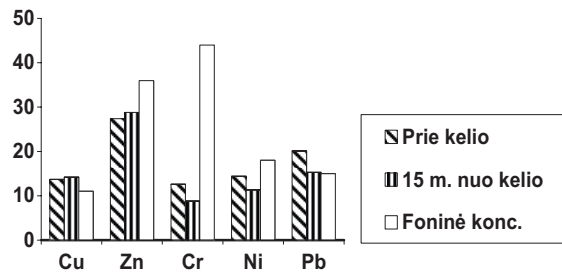
3 lentelė. Švino kiekio dirvožemyje pokytis per 20 metų

Mėg. nr.	Pb <sup>2+</sup> , mg/kg	
	1989	2009
1	22,2	23,1
2	28,0	29,2
4	24,0	23,4
5	37,5	38,6
6	11,5	10,1

Lentelėje pateikti skaičiai liudija, kad per 20 metų švino koncentracija dirvožemyje iš esmės nepakito ir daugeliu atvejų, kaip ir anksčiau, viršijo foninę šio metalo koncentraciją. Laukto švino kiekio sumažėjimo dirvoje nenustatyta. Tikriausiai tam turėjo įtakos nemažėjantys transporto išmetamų metalų kiekiai [9] bei su oro pernašomis į matavimo plotą patenkantys Zoknių aerouosto kilimo–leidimosi tako aplinkoje susidarantys teršalai.

### Dirvožemio tyrimas privačiose valdose

Siekiant nustatyti metalų koncentracijų skirtumus prie automagistralės ir už 15 metrų nuo kelio esančiose privačiose gyvenamosiose valdose, buvo tirti 3 dirvožemio mėginiai iš gyvenamųjų sklypų plotų, kur auginamos daržovės. Papildomai ties tais pačiais sklypais paimti mėginiai ir nuo automagistralės. Gautų matavimų vidurkiai pateikti 2 paveiksle.



2 pav. Sunkiųjų metalų kiekiai šalia automagistralės ir gyventojų sklypuose 15 metrų nuo kelio, mg/kg

Gyvenamuosiuose sklypuose chromo, nikelio ir švino koncentracijos yra mažesnės negu prie automagistralės. Švino koncentracija prie kelio viršijo foninę, o vario abiejų matavimų vidurkiai buvo didesni už foninę koncentraciją.

Iš tirtų penkių sunkiųjų metalų šalia Šiauliai–Vilnius automagistralės dirvožemyje santykinai didžiausios yra cinko koncentracijos, tačiau cinkui ir DLK yra triskart didesnė. Šiame tyrime cinko chromo ir nikelio koncentracijos dirvoje nesiekė foninių, o skirtumai tarp koncentracijų šalia kelio ir už 15 metrų – neesminiai.

Remiantis šio tyrimo duomenimis, galima teigti, kad gyvenamuosiuose sklypuose sunkiųjų metalų koncentracijoms dirvožemyje automagistralė esminės įtakos neturi. Kiti kenksmingi veiksniai, sklindantys nuo automagistralės: variklių išmetimo dujos, triukšmas bei dulkės šiame tyrime nebuvo nagrinėti.

### Išvados

1. Dirvožemyje šalia automagistralės Šiauliai–Vilnius sunkiųjų metalų (vario, cinko, chromo, nikelio ir švino) koncentracijos yra žymiai mažesnės už didžiausias leidžiamas koncentracijas, tik atskirais atvejais viršija fonines šių metalų koncentracijų reikšmes.
2. Švino koncentracija didesnėje mėginių dalyje viršijo foninės koncentracijos normą priemolio dirvožemiui.
3. Per dvidešimt praėjusių metų tirtoje teritorijoje švino koncentracija dirvoje nepakito.
4. Automagistralės skleidžiama tarša neturi es-

minės įtakos sunkiųjų metalų koncentracijoms šalia esančių gyvenamųjų sklypų dirvožemyje.

### Literatūra

1. Ozolinis R., 2005, *Aplinkos išteklių. Oras, dirvožemis, vanduo*. Kaunas.
2. Mažvila J., 2001, *Sunkieji metalai Lietuvos dirvožemiuose ir augaluose*. Kaunas.
3. Jankauskas B., 1996, *Dirvožemio erozija*. Vilnius.
4. Taraškevičius R., Zinkutė R., 2003, Urbanizuotų teritorijų grunto dangos kokybės higieninis geocheminis įvertinimas. *Geografijos metraštis*. Nr. 36 (1). P. 161–170.
5. Brazauskienė D., 2004, *Agroekologija ir chemija*. Kaunas.
6. Dirvožemio tarša. Prieiga per internetą: [2009-05-05]. <<http://www.biologams.chem.lt.net/Ekologija%20Lietuvoje,%20jos20perspektyvos.doc>>.
7. Pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos dirvožemyje. Lietuvos higienos norma HN 60:2004.
8. *Švinas ir sveikata. Pasaulinė sveikatos organizacija*, 1995, Vilnius.
9. Mobilųjų šaltinių emisija į aplinkos orą. <[http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article\\_id=4269](http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article_id=4269)>.

## RESEARCH ON CONTAMINATION OF THE SOIL WITH HEAVY METALS

*Jovita Zvilnaitė, Vaclovas Tričys*

### Summary

The article presents the results of the measurement of the concentration of heavy metals, such as copper, zinc, chromium, nickel and lead, in the soil. The research was carried out in Šiauliai city near the highway Šiauliai-Vilnius. The change of quantity of lead in the soil during the last 20 years was investigated and the impact of the distance from the highway on the concentration of metals was assessed.

It was determined that the concentration of metals in the area assessed is much lower than the maximum permitted concentration and in certain cases it exceeds the background values of the concentration of these metals. The lead concentration in most of the samples exceeded the level of the background concentration. The lead concentration in the soil did not change over the last 20 years in the area assessed. The pollution caused by the highway does not have a major impact on the concentration of heavy metals in the soil of surrounding individual plots.

**Keywords:** soil, heavy metals, copper, zinc, chromium, nickel, lead.

## DIRVOŽEMIO UŽTERŠTUMO SUNKIAISIAIS METALAIS TYRIMAS

*Jovita Zvilnaitė, Vaclovas Tričys*

### Santrauka

Straipsnyje pateikti sunkiųjų metalų – vario, cinko, chromo, nikelio ir švino – koncentracijų matavimo dirvožemyje rezultatai. Tyrimas vykdytas Šiaulių mieste šalia automagistralės Šiauliai–Vilnius. Palygintas švino kiekio dirvoje pokytis per praėjusius 20 metų. Kartu buvo tirta atstumo nuo automagistralės įtaka metalų koncentracijai dirvoje.

Nustatyta, kad metalų koncentracijos matavimo teritorijoje yra žymiai mažesnės už didžiausias leidžiamas koncentracijas, tik atskirais atvejais viršija fonines šių metalų koncentracijų reikšmes. Švino koncentracija didesnėje mėginių dalyje viršijo foninės koncentracijos normą. Per dvidešimt praėjusių metų tirtoje teritorijoje švino koncentracija dirvoje nepakito. Automagistralės skleidžiama tarša neturi esminės įtakos sunkiųjų metalų koncentracijoms šalia esančių gyvenamųjų sklypų dirvožemyje.

**Prasminiai žodžiai:** dirvožemis, sunkieji metalai, varis, cinkas, chromas, nikelis, švinas.

Įteikta 2009-08-24