

1.2. DIRVOŽEMIO MONITORINGAS

Svarbūs gyvenamosios gamtinės aplinkos komponentai yra dirvožemis (gruntas), žiemą – sniegas ir vandens baseinų (upių, upelių, ežerų, tvenkinių) dugno nuosėdos. Gamtosauginiu požiūriu dirvožemis yra svarbi teršalus deponuojanti ir tranzitinė terpė. Dirvožemio viršutiniame sluoksnyje (žiemą – sniege) kaupiasi per atmosferą ir kitais keliais pernešama tarša, nuo jo elementai-teršalai nuplaunami į paviršinio vandens baseinus, kur vėl kaupiasi jų dugno nuosėdose, su lietaus ir sniego tirpsmo vandeniu infiltruojasi į gilesnius grunto horizontus ir užteršia šachtinių šulinių vandenį bei juose besikaupiantį dumblą. Be to, dirvožemio (grunto) dulkės yra antrinis atmosferos taršos šaltinis.

Paviršinio dirvožemio ar grunto sluoksnio stebėseną tikslina dėl daugelio priežasčių. Daugiausia į aplinką patenkančių cheminių elementų kaupiasi dirvožemyje ir vandens baseinų dugno nuosėdose. Dirvožemis yra laikomas ir teršalus kaupiančia, ir pernašos terpe. Ne tik dirvožemis, bet ir vandenys teršiami per drenažą (tręšiamos dirvos, netaisyklingai sandėliuojamas mėšlas, srutos), ši tarša sudaro ~70 % visų teršalų. Dirvožemio viršutiniame sluoksnyje kaupiasi ir atmosfera, ir kitais keliais patenkanti tarša, nuo jo elementai – teršalai nuplaunami į paviršinio vandens baseinus, kur vėl kaupiasi upių ir ežerų dugno nuosėdose, su lietaus ir sniego tirpsmo vandeniu infiltruojasi į gilesnius grunto horizontus ir užteršia šachtinių šulinių vandenį bei dugno nuosėdas (dumblą). Iš užteršto dirvožemio ir plikų dangų ar grunto teršalai išpustomi į pažemio oro sluoksnį ir kaupiasi augmenijoje.

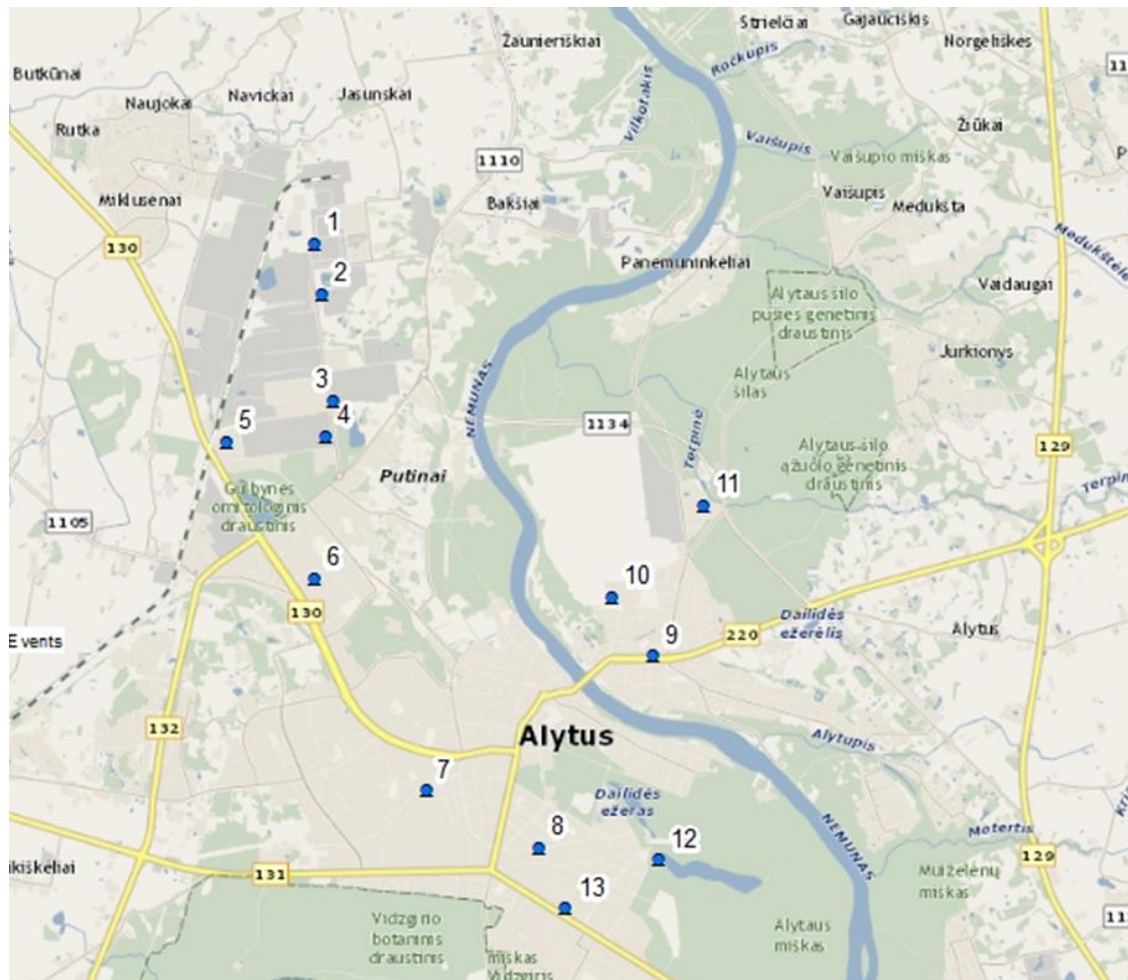
Pagrindinę urbanizuotų ir pramoninių dirvožemių, taip pat sąvartynų ir gretimų jiems teritorijų taršos dalį lemia sunkieji metalai ir kiti toksiniai cheminiai elementai bei naftos produktai. Į dirvožemį patenka daug įvairių teršalų: pavojingų atliekų, kurios dažnai nėra tinkamai tvarkomos, pavojingų cheminių medžiagų, kurios patekusios į orą anksčiau ar vėliau nusėda ant žemės arba išsilieja įvairių nelaimingų atsitikimų metu, sunkieji metalai (Cd, Pb, Cr, Cu).

Vykdamas Alytaus miesto savivaldybės monitoringo 2017-2022 metų programą dirvožemio tyrimai vykdyti 2017 metais 1-6 vietose; 2018 metais – 7-13 vietose (1.2.1 lentelė ir 1.2.1 paveikslas).

1.2.1 lentelė. Užterštų ir potencialiai užterštų teritorijų, socialiai jautrių teritorijų dirvožemio monitoringo vietos

Nr.	Vietovės pav.	Adresas	X	Y
1	Buvusios UAB „Alytaus mėsa“ teritorijoje	Pramonės g. 16	501275,3	6033107
2	Buvusios AB „Alma“ teritorijoje	Pramonės g. 14	501341,4	6032676
3	AB „Snaigė“ teritorijoje	Pramonės g. 4	501446,9	6031774

4	Buvusios AB „Alytaus tekstilė“ teritorijoje	Pramonės g. 1	501382,5	6031472
5	Buvusios AB „Alytaus tekstilė“ teritorijoje	Pramonės g. 114E	500531,9	6031429
6	Užteršta teritorija	Lauko g.	501286	6030271
7	Užteršta teritorija	Sudvajų g. / Topolių g.	502227	6028468
8	Užteršta teritorija	Seinų/ Sakalausko g.	503187,6	6027978,9
9	Alytaus Piliakalnio progimnazijos teritorijoje	A. Juozapavičiaus g. 1	504147,6	6029608
10	Užteršta teritorija	Klevų g. 18	503797,3	6030106
11	AB „Alytaus chemija“ teritorijoje	Sakų g. 3	504587,8	6030885
12	Prie Didžiosios Dailidės ežero		504195,3	6027877,3
13	AB mašinų gamyklos „Astra“ teritorijoje	Gamyklos g.	503414	6027465



1.2.1. pav. Užterštų ir potencialiai užterštų teritorijų, socialiai jautrių teritorijų dirvožemio monitoringo vietos

1.2.1.METODAI IR PROCEDŪROS:

1. ISO 10694:1995. Soil quality. Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis).
2. ISO 11263:1994. Soil quality. Determination of phosphorus. Spectrometric determination of phosphorus soluble in sodium hydrogen carbonate solution
3. ISO 11265:1994. Soil quality. Determination of the specific electrical conductivity.
4. ISO 11272:1998 . Soil quality. Determination of dry bulk density.
5. ISO 11464:1994. Soil quality. Pretreatment of samples for physico-chemical analyses.
6. ISO 11465: 1993: Determination of dry matter and water content on a mass basis: Gravimetric method.
7. ISO 14869-1:2001. Soil quality. Dissolution for the determination of total element. Part 1: Dissolution with hydrofluoric and perchloric acids.
8. ISO 14255:1998. Soil quality. Determination of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and total soluble nitrogen in air-dry soils using calcium chloride solution as extractant.
9. ISO 15903:2002. Soil quality. Format for recording soil and site information.
10. ISO 16133:2004. Soil quality. Guidance on the establishment and maintenance of monitoring programmes.
11. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita: monografija; T.R. Adomaitis [et al.]; sudarė J. Mažvila; Lietuvos žemdirbystės inst. Agrocheminių tyrimų centras, Kaunas: LŽI, 1998.
12. LST CEN ISO/TS 17892-4:2005. Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Laboratoriniai grunto bandymai. 4 dalis. Granulimetrinės sudėties nustatymas (ISO/TS 17892-4:2004).
13. LST CEN ISO/TS 17892-4:2005/AC:2006 Geotechniniai tyrinėjimai ir bandymai. Laboratoriniai grunto bandymai. 4 dalis. Granulimetrinės sudėties nustatymas (ISO/TS 17892-4:2004).
14. LST ISO 10381-1:2005. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 1 dalis. Ėminių ėmimo programų sudarymo vadovas (tapatus ISO 10381-1:2002).
15. LST ISO 10381-2:2005. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 2 dalis. Ėmimo būdų vadovas (tapatus ISO 10381-2:2002).
16. LST ISO 10390:2005. Dirvožemio kokybė. pH nustatymas (tapatus ISO 10390:2005).

1.2.2 lentelė. Pavojingų cheminių medžiagų ribinių verčių lentelė (HN 60:2015)

Medžiagos pavadinimas	Didžiausia leidžiama koncentracija (DLK), mg/kg
Chromas (Cr)	80
Cinkas (Zn)	300
Kadmis (Cd)	1,5
Nikelis (Ni)	75
Švinas (Pb)	100
Kobaltas (Co)	40
Varis (Cu)	75
Gyvsidabris (Hg)	0,5
Manganas (Mn)	1500
Molibdenas (Mo)	5
Naftos produktai (bendras angliavandenilių kiekis C ₅ -C ₄₀)	5300
Nitratai (NO ₃)	130

Judrusis P (P₂O₅). Judrusis P tai fosforo ir deguonies junginys (P₂O₅), kuris dirvožemyje atlieka mineralinio junginio vaidmenį ir dalyvauja augalų apykaitos procesuose. Patręštuose dirvožemiuose judriojo P kiekis būna didesnis, netręštuose – mažesnis.

Dirvožemio pH. Tai yra vienas iš svarbiausių dirvožemio cheminių savybių rodiklių. Visos (bio)cheminės reakcijos dirvožemyje priklauso nuo protonų H⁺ aktyvumo, kuris išmatuojamas kaip dirvožemio pH. Daugumos natūralių dirvožemių pH reikšmės (nustatytos CaCl₂ ištraukoje) svyruoja nuo < 3,00 (ypač rūgštūs) iki 9,00 (labai šarminiai). Dirvožemiai skirstomi į: 9.0 (labai šarmiškas); 8.0 (šarmiškas); 7.0 (neutralus); 6.0 (vidutinio rūgštumo); 5.0 (labai rūgštus); 4.0 (ypač rūgštus).

Įvairių junginių tirpumas dirvožemyje yra veikiamas dirvožemio pH (pvz., sunkiųjų metalų) bei mikroorganizmų aktyvumas. Dirvožemio pH dažnai vadinamas pagrindiniu dirvožemio kintamuoju, kuris daro poveikį eilei cheminių reakcijų ir procesų. Dirvožemio reakcija reiškiamą neigiamu vandenilio jonų logaritmu: $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$. Vandenilio jonų koncentracijai didėjant, t.y. neigiamam logaritmui mažėjant, rūgštumas didėja, o laipsnio rodikliui didėjant rūgštumas mažėja. Dirvožemiai, kurių $\text{pH} < 7$, yra rūgštūs, o tų, kurių $\text{pH} > 7$ yra traktuojami kaip šarminiai. Jei pH lygus 7, dirvožemis vadinamas „neutraliu“ (nei rūgščiu, nei šarminiu). Rūgšti dirvožemio reakcija būna tuomet, kai dirvožemio tirpale ar sorbuojamame komplekse vyrauja H⁺ jonai, neutrali – kai santykis tarp H⁺ ir OH⁻ jonų lygus, o šarminė – kai vyrauja OH⁻ jonai.

Dirvožemio pH žymiai paveikia maisto medžiagų prieinamumą ir mikroorganizmus. Esant mažam pH, Al, Fe ir Mn tampa tirpesniais ir gali būti toksiški augalams. Padidėjus pH, jų tirpumas sumažėja. Augalams gali susidaryti kai kurių elementų trūkumas, kai pH padidėja iki neutralaus.

Viena iš svarbiausių problemų augalų augimui rūgščiame dirvožemyje yra aliuminio toksiškumas. Aliuminis dirvožemio tirpale yra sunykusių šaknų ir jautrių augalų viršūnių priežastis. Toksiškumo laipsnis priklauso nuo augalo tipo ir Al junginio. Mažas pH gali taip pat padidinti sunkiųjų metalų tirpumą, kurie gali taip pat būti žalingi augalams. Nerūgščiuose dirvožemiuose aliuminio aptinkama netirpių aliumosilikatų arba oksidų formos; jie neigiamo poveikio nedaro.

Dirvožemio pH yra dirvožemio chemijos ir derlingumo rodiklis. pH veikia elementų cheminį aktyvumą bei daugelį kitų dirvožemio savybių. Skirtingi augalai geriausiai auga, esant skirtingoms dirvožemio pH reikšmėms. Dirvožemio pH reguliuoja cheminę ir biologinę veiklą, kuri vyksta dirvožemyje ir taip pat indikuoja apie vietos klimata, augaliją ir hidrologines sąlygas, kuriomis jis yra susidaręs. Dirvožemio pH (kiek jis yra rūgštus ar šarminis) yra veikiamas dirvodarinės uolienos, kritulių ir kitų iškritų, patenkančių į dirvožemį, cheminės sudėties, žemės ūkio ir organizmų (augalų, gyvūnų ir mikroorganizmų), gyvenančių ir tarpstančių dirvožemyje, veiklos. Pavyzdžiui, pušies spygliai yra labai rūgštūs ir jiems irstant, jie gali sumažinti dirvožemio pH.

Dirvožemio rūgštumo formos yra trys: 1) aktyvusis rūgštumas (angl. *active acidity*, dėl H^+ ir Al^{3+} jonų dirvožemio tirpale); 2) mainų rūgštumas (angl. *exchangeable acidity*, sudaro aliuminio ir vandenilio jonai, kurie pakankamai lengvai iš dirvožemio sorbuojamojo komplekso išstumiami neutralių druskų tirpalais) ir 3) hidrolizinis (angl. *residual acidity*, gali būti neutralizuotas kalkėmis ar kitomis šarminėmis medžiagomis, bet negali būti nustatytas mainų reakcijomis). Šie trys rūgštumo tipai sudaro bendrą dirvožemio rūgštumą. Bendras rūgštumas aktyvusis rūgštumas + mainų rūgštumas + rezervinis rūgštumas.

Aktyvusis rūgštumas – tai H^+ jonų aktyvumas dirvožemio tirpale. Jis apima labai nedidelę dalį bendro dirvožemio rūgštumo, lyginant su mainų ir likusiu rūgštumu. Nežiūrint to, aktyvusis rūgštumas yra labai svarbus, nes apsprendžia daugelio junginių tirpumą ir sudaro dirvožemio tirpalo terpę, kurios yra veikiamos augalų šaknys ir mikroorganizmai.

Mainų rūgštumas yra susijęs su mainų aliuminio ir vandenilio jonais, kurių gausu rūgščiuose dirvožemiuose. Šie jonai gali patekti į dirvožemio tirpalą katijonų mainų neutralia druska, tokia kaip KCl, proceso metu. Patekęs į dirvožemio tirpalą, aliuminis hidrolizuojasi, suformuodamas papildomą H^+ . Mainų rūgštumas ypač rūgščiuose dirvožemiuose paprastai yra

tūkstantį kartų didesnis nei aktyvusis rūgštumas dirvožemio tirpale. Net vidutiniškai rūgščiuose dirvožemiuose kalkių, reikalingų neutralizuoti šio tipo rūgštumą, paprastai daugiau kaip 100 kartų didesnė nei reikalinga neutralizuoti dirvožemio tirpalą (aktyvųjį rūgštumą).

Hidrolizinis rūgštumas. Mainų ir aktyvusis rūgštumas sudaro tik dalį bendro dirvožemio rūgštumo. Likęs hidrolizinis rūgštumas (arba rezervinis) yra susijęs su vandenilio ir aliuminio jonais (įskaitant aliuminio hidroksi jonus), kurie yra surišti nemainų formose organinėje medžiagoje ir moliuose. Kai pH padidėja, surištas vandenilis disocijuoja ir surišti aliuminio jonai atlaisvinami ir iškrenta kaip amorfinis $Al(OH)_3$. Šie pokyčiai atlaisvina neigiamas katijonų vietas ir padidina katijonų mainų gebą. Hidrolizinis rūgštumas yra daug didesnis nei aktyvusis ir mainų rūgštumas. Jis gali būti 1000 kartų didesnis nei dirvožemio tirpalo (aktyvusis) smėlio dirvožemyje ir 50 000 ar net 10 000 kartų didesnis priemoliuose turtinguose organine medžiaga.

Sunkieji metalai (Cd, Cr, Ni, Pb, Mn, Mo; Cu, Zn, Co, Hg). Tai metalai, kurie pasižymi dideliu tankiu – apie $5,0 \text{ g/cm}^3$ ar didesniu. Tai bendras apibrėžimas, naudojamas nurodyti tokius teršalus kaip kadmis, varis, švinas, arsenas, chromas, gyvsidabris, selenas ir cinkas. Dauguma tų metalų, net nedidelėmis koncentracijomis, yra nuodingi žmogui. Tie metalai gali būti vandenyje kaip tirpių druskų katijonai; jie paprastai atsiranda dėl pramonės keliamos taršos.

1.2.2 TYRIMO REZULTATAI

1.2.3- 1.2.4 lentelėse pateiktos 2017 m. Alytaus miesto savivaldybės teritorijoje atliktų viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatų suvestinės

1.2.3. lentelė. 2017 m. viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatų suvestinė

Medžiagos pavadinimas	Ėminio adresas ir tyrimo rezultatai					
	Pramonės g. 16	Pramonės g. 14	Pramonės g. 4	Pramonės g. 1	Pramonės g. 114E	Lauko g.
pH	7,1	7,2	7,0	7,3	7,1	7,2
Judrusis fosforas (P_2O_5) mg/kg	289	438	120	145	388	241
Judrusis kalis (K_2O) mg/kg	260	110	184	106	256	296
Kalcis (Ca) mg/kg	18440	26700	9520	13248	7316	21904
Magnis (Mg) mg/kg	1464	924	1396	540	932	1016
Azotas (nitratinis plus nitritinis suma) mg/kg	1.9	0.46	5.6	1.95	1.76	1.04
Azotas (amoniakinis) mg/kg	1.54	0.32	2.69	0.54	0.22	0.00
Mineralinis azotas mg/kg	3.44	0.78	8.29	2.49	1.98	1.04

1.2.4. lentelė. viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatai

Medžiagos pavadinimas	Didžiausia leidžiama koncentracija (DLK), mg/kg	Ėminio adresas ir tyrimo rezultatai					
		Pramonės g. 16	Pramonės g. 14	Pramonės g. 4	Pramonės g. 1	Pramonės g. 114E	Lauko g.
Chromas (Cr)	80	11,7	9,73	14,1	9,2	9,0	12,1
Cinkas (Zn)	300	43,7	36,8	40,3	28,2	33,0	47,2
Kadmis (Cd)	1,5	0,17	0,093	0,18	0,11	0,12	0,11
Nikelis (Ni)	75	7,37	5,15	11,4	6,23	5,83	7,22
Švinas (Pb)	100	13,1	4,9	8,07	6,93	6,33	10,6
Kobaltas (Co)	40	6,5	5,63	6,8	5,07	4,77	5,7
Varis (Cu)	75	9,37	6,53	12,4	5,7	5,57	7,03
Gyvsidabris (Hg)	0,5	0,040	0,017	0,064	0,030	0,031	0,035
Manganas (Mn)	1500	193	183	138	202	220	249
Molibdenas (Mo)	5	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2	<2,2
Naftos produktai (bendras angliavandenilių kiekis C ₅ -C ₄₀)	5300	304	197	507	234	232	216

Viršutinių dirvožemio sluoksnių prie Alytaus miesto taršos objektų pH koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 7,0 iki 7,3, o tai rodo, kad dirvožemiai yra šarminiai.

Viršutinio dirvožemio sluoksnio Alytaus miesto taršos objektų sunkiųjų metalų (Cd, Cr, Ni, Pb, Mn, Mo; Cu, Zn, Co, Hg). koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu neviršijo dirvožemio sunkiųjų metalų koncentracijoms teisės aktuose nustatytų ribinių verčių. Nors palyginus pagal vietas, koncentracijos išsidėstė nevienodai.

1.2.5-1.2.6 lentelėse pateiktos 2018 m. Alytaus miesto savivaldybės teritorijoje atliktų viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatų suvestinės

1.2.5. lentelė. 2018 m. viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatų suvestinė

Medžiagos pavadinimas	Ėminio adresas ir tyrimo rezultatai						
	Sudvaju g. / Topolių g.	Seinų/ Sakalausko g.	A. Juozapavičiaus g. 1	Klevų g. 18	Sakų g. 3	Prie Dailidės ežero	AB mašinų gamyklos „Astra“ teritorijoje Gamyklos g.
pH	7,3	7,1	7,6	7,6	7,7	7,8	7,8
Judrusis fosforas (P ₂ O ₅) mg/kg	103	151	696	286	226	248	585
Judrusis kalis (K ₂ O) mg/kg	149	76	280	94	79	58	306
Kalcis (Ca) mg/kg	27580	1602	27470	21200	56200	37725	37675

Magnis (Mg) mg/kg	1760	250	2170	1340	1270	1432	1050
Azotas (nitratinis plus nitritinis suma) mg/kg	3,22	0,89	6,93	0,44	6,14	5,51	4,84
Azotas (amoniakinis) mg/kg	9,01	1,34	0,90	2,36	1,29	0,76	2,79
Mineralinis azotas mg/kg	12,23	2,23	7,83	2,8	7,43	6,27	7,63

1.2.6 lentelė. viršutinio dirvožemio sluoksnio tyrimų rezultatai

Medžiagos pavadinimas	Didžiausia leidžiama koncentracija (DLK), mg/kg	Ėminio adresas ir tyrimo rezultatai						
		Sudvųjų g. / Topolių g.	Seinų/ Sakalausko g.	A. Juozapavičiaus g. 1	Klevų g. 18	Sakų g. 3	Prie Dailidės ežero	AB mašinų gamyklos „Astra“ teritorijoje Gamyklos g.
Chromas (Cr)	80	12,4	19,4	6,20	7,13	5,97	46,1	12,0
Cinkas (Zn)	300	50,3	43,33	88,0	130	158	103	225
Kadmis (Cd)	1,5	0,16	0,34	0,16	0,15	0,16	0,90	0,21
Nikelis (Ni)	75	9,40	18,9	4,40	6,73	4,57	41,5	7,30
Švinas (Pb)	100	6,47	2,5	13,4	7,93	14,3	8,37	17,3
Kobaltas (Co)	40	2,53	0,63	1,73	1,33	1,23	1,37	1,97
Varis (Cu)	75	9,27	8,80	10,9	10,9	7,90	22,9	15,7
Gyvsidabris (Hg)	0,5	0,03	0,009	0,094	0,023	0,030	0,039	0,026
Manganas (Mn)	1500	250	34,7	260	196	192	172	233
Molibdenas (Mo)	5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Naftos produktai (bendras angliavandenilių kiekis C ₅ -C ₄₀)	5300	211	142	195	3090	553	304	381

Viršutinių dirvožemio sluoksnių prie Alytaus miesto taršos objektų pH koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 7,0 iki 7,3, o tai rodo, kad dirvožemiai yra šarminiai.

Viršutinio dirvožemio sluoksnio Alytaus miesto taršos objektų sunkiųjų metalų (Cd, Cr, Ni, Pb, Mn, Mo; Cu, Zn, Co, Hg). koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu neviršijo dirvožemio sunkiųjų metalų koncentracijoms teisės aktuose nustatytų ribinių verčių. Nors palyginus pagal vietas, koncentracijos išsidėstė nevienodai.

IŠVADOS

Išnagrinėjus 2017 - 2018 m. Alytaus miesto prie taršos šaltinių atliktų viršutinių dirvožemio sluoksnių tyrimo rezultatus galima suformuluoti tokias išvadas:

Viršutinių dirvožemio sluoksnių prie Alytaus miesto taršos objektų pH koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 7.0 iki 7,8 o tai rodo, kad dirvožemiai yra šarminiai.

Viršutinio dirvožemio sluoksniu Alytaus miesto taršos objektų sunkiųjų metalų (Cd, Cr, Ni, Pb, Mn, Mo; Cu, Zn, Co, Hg). koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu neviršijo dirvožemio sunkiųjų metalų koncentracijoms teisės aktuose nustatytų ribinių verčių.

Didžiausios koncentracijos nustatytos vietuose:

chromo (Cr), kadmio (Cd), nikelio (Ni), kobalto (Co), vario (Cu), gyvsidabrio (Hg) ir naftos produktų (bendrasis angliavandenilių kiekis C5-C40) koncentracijos viršutiniame dirvožemio sluoksnyje nustatytos taške **Nr. 3** - AB „Snaigė“ teritorijoje; Pramonės g. 4;

cinko (Zn); Švino (Pb) ir Mangano (Mn) koncentracijos viršutiniame dirvožemio sluoksnyje nustatytos taške **Nr. 6** - Lauko g. **Nr. 12** prie Dailidės ežero; taške **Nr. 13**, AB mašinų gamyklos „Astra“ teritorijoje, Gamyklos g.;

gyvsidabrio (Hg) ir mangano (Mn) koncentracijos - taške **Nr. 9** Alytaus Piliakalnio progimnazijos teritorijoje, A. Juozapavičiaus g. 1;

didžiausios kobalto (Co) koncentracijos nustatytos taške **Nr. 7** Sudvajų g. / Topolių g.; naftos produktų (bendrasis angliavandenilių kiekis C5-C40) - Klevų g. 18.

Tiriamuoju laikotarpiu identifikuota, kad Alytaus miesto aplinkos taršos šaltiniai neigiamos įtakos tirtiems viršutiniams dirvožemio sluoksniams nedaro.