

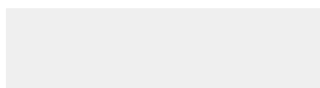
UAB "GEOAPLINKA"



Šiaulių miesto savivaldybės
2024 m. aplinkos monitoringo (požeminio vandens, dirvožemio) ataskaita

Užsakovas: Šiaulių miesto savivaldybė

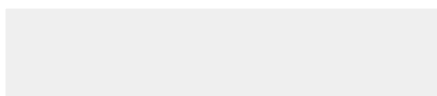
Atlikėjai:



Geologijos magistras
Geologijos magistrė

UAB "GEOAPLINKA"

Direktorius



Vilnius, 2024

UAB "GEOAPLINKA"
Pramonės g. 97
LT – 11115, Vilnius

Juridinio asmens kodas: 302472262
Bankas: AB "SEB bankas"
SWIFT kodas CBVI LT 2X

Tel: +370 662 45049
El. Paštas: info@geoaplinka.lt
Leidimo tirti žemės gelmes Nr. 149



TURINYS

1. Dirvožemio monitoringas.....	2
1.1. Monitoringo tinklas	2
1.2. Atliktų tyrimų apimtys ir metodika	2
1.3. Vertinimo kriterijai	5
1.4. Dirvožemio monitoringo rezultatai	5
2. Požeminio vandens monitoringas	9
2.1. Monitoringo tinklas	9
2.2. Atliktų tyrimų apimtys ir metodika	10
2.3. Gruntinio vandens vertinimo kriterijai	10
2.4. Požeminio vandens monitoringo rezultatai	10
3. Atliktų tyrimų išvados	18
LITERATŪRA	19

Paveikslai

1a pav. Dirvožemio monitoringo tinklo mėginių tyrimo vietos 2024 m.	3
1b pav. Gatvės želdinių (ąžuolų) dirvožemio tyrimo vietos (Prisikėlimo aikštėje)	4
1c pav. Gatvės želdinių (liepų) dirvožemio tyrimo vietos (Dvaro ir Vasario 16-osios g.).....	4
2 pav. Požeminio vandens monitoringo tinklas (2024 m.).....	9

Lentelės

1 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietos 2024 m.	2
2 lentelė. Dirvožemio monitoringo duomenys 2024 m.	6
3 lentelė. Gatvės želdinių (ąžuolų ir liepų) dirvožemio tyrimo rezultatai (2024 m.).....	8
4 lentelė. Gruntinio vandens monitoringo duomenys gręžiniuose, 2024 m.	13
5 lentelė. Gruntinio vandens monitoringo duomenys šuliniuose 2024 m.	16

1. Dirvožemio monitoringas

1.1. Monitoringo tinklas

Pagal Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo programą [15] 2021–2026 metų laikotarpiu dirvožemio monitoringo tinklą sudaro 24 dirvožemio tyrimo vietos, išdėstytos Šiaulių mieste. 2024 metų rugpjūčio mėn. dirvožemio mėginiai buvo paimti ir ištirti penkiose tyrimo vietose: D-5, D-6, D-7, D-13 ir D-23.

1 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietos 2024 m.

Eil. Nr.	Numeris	Adresas	Centro koordinatės LKS-94 koordinatės sistema	
			x	Y
Dirvožemio monitoringo tinklo tyrimo vietos				
1.	D-5	Žemaitės g. 83a	6 200 922	457 002
2.	D-6	Smėlio g. 2	6 201 053	458 059
3.	D-7	Tilžės g. 175	6 200 733	457 835
4.	D-13	Vilniaus g.	6 199 151	458 141
5.	D-23	Liepų g.	6 198 559	452 943
Gatvės želdinių (ąžuolų) dirvožemio tyrimo vietos				
6.	Nr. 1	Prisikėlimo aikštė	6200104	457281
7.	Nr. 2	Prisikėlimo aikštė	6200051	457349
8.	Nr. 3	Prisikėlimo aikštė	6200017	457316
9.	Nr. 4	Prisikėlimo aikštė	6200016	457304
Gatvės želdinių (liepų) dirvožemio tyrimo vietos				
10.	Nr. 5	Vasario 16-osios g.	6199806* 6199611	457273* 457067
11.	Nr. 6	Dvaro g.	6200063* 6199824	457033* 456782

*gatvės želdinių grunto mėginio (sėminių) surinkimo teritorijos pradžios ir pabaigos koordinatės

Želdinių dirvožemio stebėsenai skirti dirvožemio mėginiai ištirti ąžuolų augimvietėje Prisikėlimo aikštėje (1b pav., žymėjimas Nr.1, Nr.2, Nr.3, Nr.4) ir liepų augimvietėje žaliosiose juostose prie gatvių: Vasario 16-osios g. tarp Vytauto g. ir Vilniaus g. (1c pav., žymėjimas Nr. 5); Dvaro g., tarp Vilniaus g. ir Vytauto g. (1c pav., žymėjimas Nr. 6). ąžuolų augimviečių dirvožemis buvo tiriamas kartą per ketvirtį (kovo, gegužės, rugpjūčio ir spalio mėnesiais), liepų – pavasarį ir rudenį (gegužės ir spalio mėnesiais).

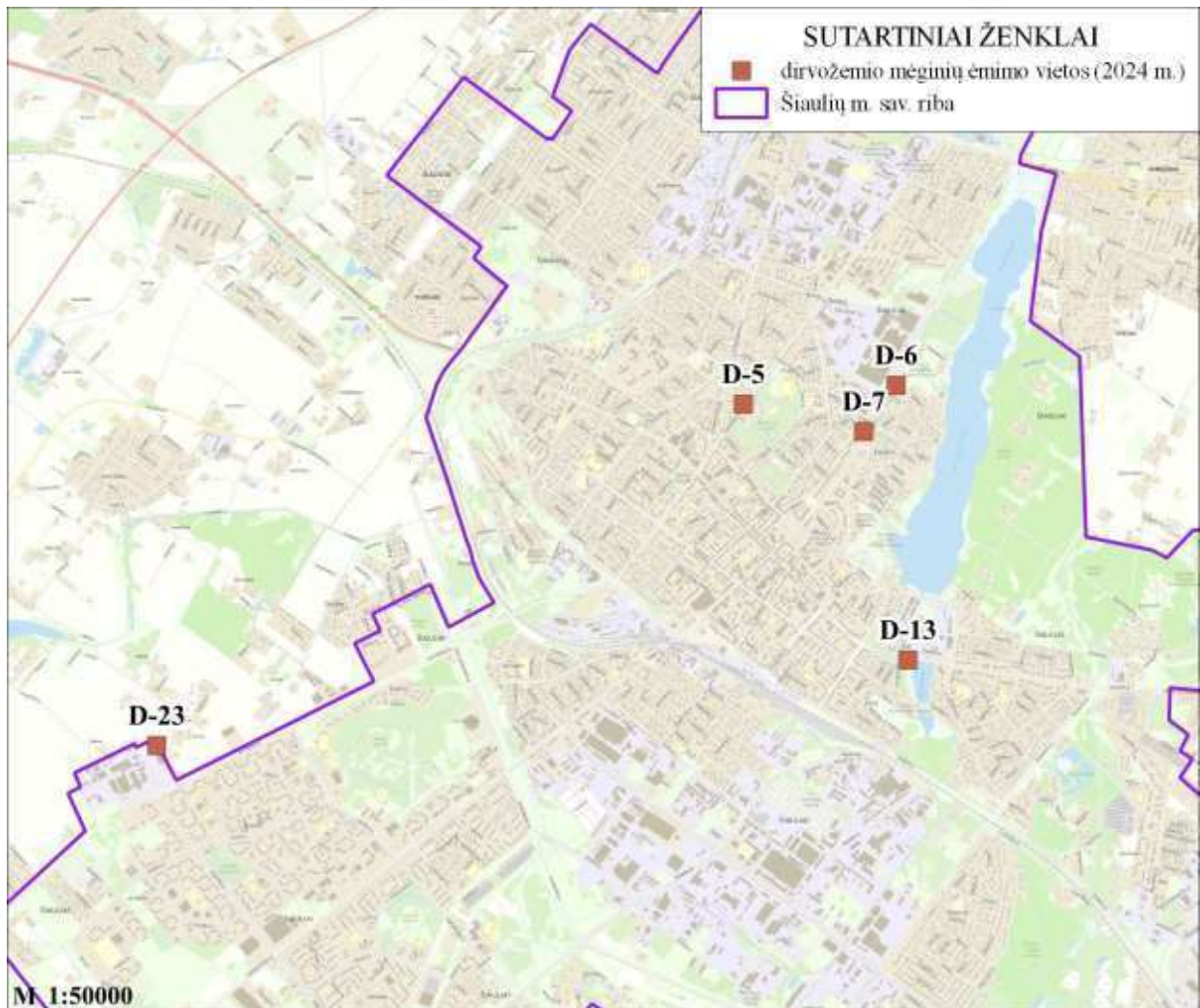
Iš viso 2024 m. dirvožemio tyrimai buvo atlikti 11-oje vietų. Teritorijų adresai ir sąlyginio centro koordinatės pateiktos 1 lentelėje, teritorijų pasiskirstymas Šiaulių miesto savivaldybėje – 1a–1c pav.

1.2. Atliktų tyrimų apimtys ir metodika

Vienos vietos dirvožemio mėginį sudaro 5 sėminiai, kurie buvo imti iš 0–0,25 m paviršinio dirvožemio sluoksnio. Paimtas dirvožemis (apie 0,5 kg) supilamas į polietileninį, maisto produktams laikyti skirtą maišelį. Kiekvieno mėginio grunto maišeliai buvo sunumeruoti. Prieš siunčiant į laboratoriją kruopščiai išmaišyti ir perdėti į specialiai laboratorijai skirtus indus.

Ataskaitiniais metais dirvožemio monitoringo tinklo mėginiuose D-5, D-6 ir D-7 buvo nustatytas sausų medžiagų kiekis, mikroelementų (As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V, Zn, Ag ir Hg) ir dyzelino eilės

(C₁₁-C₂₈), sunkiųjų angliavandenilių (C₂₉-C₄₀) kiekiai bei naftos produktų indeksas (C₁₀-C₄₀). Penkiuose mėginiuose – D-5, D-6, D-7, D-13 ir D-23 – nustatyti daugiaciklių aromatinių angliavandenilių kiekiai.



1a pav. Dirvožemio monitoringo tinklo mėginių tyrimo vietos 2024 m.

Gatvės želdinių dirvožemio kokybės stebėsenos mėginiuose, paimtuose Prisikėlimo aikštėje bei Vasario 16-osios g. ir Dvaro g. atkarpose, buvo tiriami chloridai.

Visi mėginiai imti laikantis standartų [11–14] reikalavimų. Laboratoriniai grunto tyrimai atlikti UAB „Geomina“, UAB „Vandens tyrimai“, Nacionalinio visuomenės sveikatos centro ir Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų laboratorijose. Šios laboratorijos turi Lietuvos Respublikos (LR) aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūros (AAA) leidimus atlikti tokius tyrimus.

2024 m. dirvožemio tyrimų rezultatai pateikti 2 lentelėje, atliktų darbų tyrimo protokolai – prieduose.

1.3. Vertinimo kriterijai

Grunto užterštumo vertinimas buvo atliktas lyginant su šiais Lietuvoje galiojančiais normatyvais:

- Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai [5];
- Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai LAND 9-2009 [6];
- Lietuvos higienos norma HN 60:2015 „Pavojingų cheminių medžiagų ribinės vertės dirvožemyje“ [8].

1.4. Dirvožemio monitoringo rezultatai

Tirtuose trijuose (D-5, D-6 ir D-7) monitoringo tinklo dirvožemio mėginiuose naftos produktų koncentracijų, didesnių už metodo nustatymo ribą (80 mg/kg sauso grunto), nenustatyta. Jokių taršos naftos produktais požymių tirtuose mėginiuose neužfiksuota (2 lentelė).

Šiaulių miesto sav. dirvožemio tyrimų vietos priskiriamos II jautrių taršai kategorijų grupei [5]. Postuose D-5–D-7 daugumos tirtų sunkiųjų metalų koncentracijos buvo nedidelės ir tarpusavyje panašios. Chromo dirvožemio mėginiuose rasta 13–41 mg/kg, mangano – 150–170 mg/kg, vario – 17–28 mg/kg, nikelio – <4–11 mg/kg, arseno – 5–18 mg/kg, vanadžio – 10–14 mg/kg, gyvsidabrio – 0,1–0,29 mg/kg, kadmio – <0,15–0,17 mg/kg, sidabro – 0,0202–0,0389 mg/kg. Cinko kiekis dirvožemyje buvo kaitiesnis. Mėginiuose D-5 ir D-6 jo rasta 28–46 mg/kg, D-7 – koncentracija siekė 110 mg/kg, tačiau RV nesiekė. Kaitus buvo ir švino kiekis. Mėginiuose D-5 ir D-7 jo rasta 13–37 mg/kg, D-6 – 220 mg/kg. Pastarasis kiekis viršijo RV 2,75 karto. Kituose dirvožemio mėginiuose neleistinos taršos sunkiaisiais metalais neužfiksuota.

Penkiuose miesto monitoringo tinklo dirvožemio mėginiuose buvo ištirtas daugiacyklių aromatinių angliavandenilių kiekis (2 lentelė). Labai mažomis šių teršalų koncentracijomis išsiskyrė mėginio D-23 dirvožemis. Šiame mėginyje buvo aptikta tik fluoranteno ir benz(b)fluoranteno pėdsakų (1,5–3,8 µg/kg), o bendras tirtų junginių kiekis sudarė tik 5,3 µg/kg. Kituose dirvožemio mėginiuose aptikti visi šeši tirti junginiai, o bendras daugiacyklių aromatinių angliavandenilių kiekis mėginiuose siekė 263–1320 µg/kg. Šių teršalų kiekis vertinimo kriterijų nesiekė.

Ažuolų augimo vietose, Prisikėlimo aikštėje, keturis kartus per metus skirtingais sezonais surinktuose dirvožemio mėginiuose chloridų vertės kito nedideliame intervale, tačiau labai išsiskyrė mėginio Nr. 3 vertės. Šio mėginio dirvožemyje pirmoje metų pusėje (kovo ir gegužės mėnesiais) chloridų kiekis siekė 191–399 mg/kg, kai kituose mėginiuose – 17,7–35,2 mg/kg. Antroje metų pusėje (rugpjūčio ir spalio mėnesiais) mėginyje Nr. 3 chloridų buvo rasta ženkliai mažiau – 31,2–73 mg/kg, kituose mėginiuose – 4,6–20,1 mg/kg.

Liepų auginimo vietose (Vasario 16-os ir Varpo gatvėse) chloridų kiekis dirvožemio mėginiuose tirtas du kartus metuose – pavasarį (gegužės mėnesį) ir rudenį (spalio mėnesį). Šių elementų kiekis pavasarį sudarė 13,3–17,7 mg/kg, rudenį buvo didesnis – 14,9–80,5 mg/kg (3 lentelė).

2 lentelė. Dirvožemio monitoringo duomenys 2024 m.

Eil. Nr.	Stebėjimo objektas	Nustatomi parametrai	Vertinimo kriterijus ¹	Matavimų vieta		Matavimo atlikimo data ir laikas	Matavimų rezultatai	Matavimo metodas ²	Laboratorija, atlikusi matavimus	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	D-5	Sausųjų medžiagų kiekis, %	–	X: 6200922 Y: 457002		2024-08-28	80,7	ISO 11465:1993	UAB „Geomina“ leidimas Nr. 1393732	2017.07.27
2.		Dyzelino eilės angliavand.	350 mg/kg [6]				<80,0	LST EN ISO 16703:2011		
3.		Sunkieji angliavandeniliai	1300 mg/kg [6]				<80,0	LST EN ISO 16703:2011		
4.		NP indeksas	200 mg/kg [6]				<80,0	LST EN ISO 16703:2011		
5.		As	20 mg/kg [5; 8]				18	ISO 11047:2004	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29
6.		Cd	1,5 mg/kg [5; 8]				<0,15	ISO 11047:2004		
7.		Cr	80 mg/kg [5; 8]				13	ISO 11047:2004		
8.		Cu	75 mg/kg [5; 8]				17	ISO 11047:2004		
9.		Mn	1500 mg/kg [5; 8]				150	ISO 11047:2004		
10.		Ni	75 mg/kg [5; 8]				<4	ISO 11047:2004		
11.		Pb	80 mg/kg [5; 8]				13	ISO 11047:2004		
12.		V	150 mg/kg [5; 8]				10	ISO 11047:2004		
13.		Zn	300 mg/kg [5; 8]				46	ISO 11047:2004		
14.		Hg	0,5 mg/kg [5; 8]				0,1	ISO 16772:2004		
15.		Ag	0,5 mg/kg [5; 8]				0,0202	LST EN 16170:2016	NVSPL	
16.		Fluorantenas, mg/l	20 000 µg/kg [5]				94	ISO 13859:2014	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29
17.		B(b)fluorantenas, mg/l	2 000 µg/kg [5]				46	ISO 13859:2014		
18.		B(k)fluorantenas, mg/l	10 000 µg/kg [5]				20	ISO 13859:2014		
19.		B(a)pirenas, mg/l	500 µg/kg [5; 8]				53	ISO 13859:2014		
20.		Benzo(ghi)perilenas, mg/l	160 000 µg/kg [5]				30	ISO 13859:2014		
21.		Indeno(1,2,3-cd)pirenas, mg/l	12 000 µg/kg [5]				20	ISO 13859:2014		
22.		PAA bendras	5 000 [8]				263	ISO 13859:2014		
23.	D-6	Sausųjų medžiagų kiekis, %	–	X: 6201053 Y: 458059		2024-08-28	63,7	ISO 11465:1993	UAB „Geomina“ leidimas Nr. 1393732	2017.07.27
24.		Dyzelino eilės angliavand.	350 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011		
25.		Sunkieji angliavandeniliai	1300 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011		
26.		NP indeksas	200 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011		
27.		As	20 mg/kg [5; 8]				11	ISO 11047:2004	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29
28.		Cd	1,5 mg/kg [5; 8]				0,17	ISO 11047:2004		
29.		Cr	80 mg/kg [5; 8]				41	ISO 11047:2004		
30.		Cu	75 mg/kg [5; 8]				24	ISO 11047:2004		
31.		Mn	1500 mg/kg [5; 8]				160	ISO 11047:2004		
32.		Ni	75 mg/kg [5; 8]				11	ISO 11047:2004		
33.		Pb	80 mg/kg [5; 8]				220	ISO 11047:2004		
34.		V	150 mg/kg [5; 8]				14	ISO 11047:2004		

Eil. Nr.	Stebėjimo objektas	Nustatomi parametrai	Vertinimo kriterijus ¹	Matavimų vieta		Matavimo atlikimo data ir laikas	Matavimų rezultatai	Matavimo metodas ²	Laboratorija, atlikusi matavimus	
				koordinatės	atstumas nuo taršos šaltinio, km				leidimo ar akreditacijos pažymėjimo Nr.	leidimo ar akreditacijos pažymėjimo išdavimo data
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35.	D-7	Zn	300 mg/kg [5; 8]	X: 6200733 Y: 457835		2024-08-28	28	ISO 11047:2004	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29
36.		Hg	0,5 mg/kg [5; 8]				0,26	ISO 11047:2004		
37.		Ag	0,5 mg/kg [5; 8]				0,0299	LST EN 16170:2016		
38.		Fluorantenas, mg/l	20 000 µg/kg [5]				250	ISO 13859:2014		
39.		B(b)fluorantenas, mg/l	2 000 µg/kg [5]				160	ISO 13859:2014		
40.		B(k)fluorantenas, mg/l	10 000 µg/kg [5]				63	ISO 13859:2014		
41.		B(a)pirenas, mg/l	500 µg/kg [5; 8]				160	ISO 13859:2014		
42.		Benzo(ghi)perilenas, mg/l	160 000 µg/kg [5]				89	ISO 13859:2014		
43.		Indeno(1,2,3-cd)pirenas, mg/l	12 000 µg/kg [5]				74	ISO 13859:2014		
44.		PAA bendras	5 000 [8]				796	ISO 13859:2014		
45.		Sausųjų medžiagų kiekis, %	–				86,6	ISO 11465:1993		
46.		Dyzelino eilės angliavand.	350 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011	UAB „Geomina“ leidimas Nr. 1393732	2017.07.27
47.		Sunkieji angliavandeniliai	1300 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011		
48.		NP indeksas	200 mg/kg [6]				<80	LST EN ISO 16703:2011		
49.		As	20 mg/kg [5; 8]				5	ISO 11047:2004	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29
50.		Cd	1,5 mg/kg [5; 8]				<0,15	ISO 11047:2004		
51.		Cr	80 mg/kg [5; 8]				24	ISO 11047:2004		
52.		Cu	75 mg/kg [5; 8]				28	ISO 11047:2004		
53.		Mn	1500 mg/kg [5; 8]				170	ISO 11047:2004		
54.		Ni	75 mg/kg [5; 8]				7	ISO 11047:2004		
55.		Pb	80 mg/kg [5; 8]				37	ISO 11047:2004		
56.		V	150 mg/kg [5; 8]				14	ISO 11047:2004		
57.		Zn	300 mg/kg [5; 8]				110	ISO 11047:2004		
58.		Hg	0,5 mg/kg [5; 8]				0,29	ISO 16772:2004		
59.		Ag	0,5 mg/kg [5; 8]				0,0389	LST EN 16170:2016	NV SPL	2012.10.29
60.		Fluorantenas, mg/l	20 000 µg/kg [5]				470	ISO 13859:2014		
61.		B(b)fluorantenas, mg/l	2 000 µg/kg [5]				230	ISO 13859:2014		
62.		B(k)fluorantenas, mg/l	10 000 µg/kg [5]				100	ISO 13859:2014		
63.		B(a)pirenas, mg/l	500 µg/kg [5; 8]				260	ISO 13859:2014		
64.		Benzo(ghi)perilenas, mg/l	160 000 µg/kg [5]				140	ISO 13859:2014		
65.		Indeno(1,2,3-cd)pirenas, mg/l	12 000 µg/kg [5]				120	ISO 13859:2014		
66.		PAA bendras	5 000 [8]				1320	ISO 13859:2014		
67.	D-13	Fluorantenas, mg/l	20 000 µg/kg [5]			2024-08-28	170	ISO 13859:2014	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas	2012.10.29
68.		B(b)fluorantenas, mg/l	2 000 µg/kg [5]				82	ISO 13859:2014		
69.		B(k)fluorantenas, mg/l	10 000 µg/kg [5]				35	ISO 13859:2014		
70.		B(a)pirenas, mg/l	500 µg/kg [5; 8]				86	ISO 13859:2014		

Eil. Nr.	Stebėjimo objektas	Nustatomi parametrai	Vertinimo kriterijus ¹	Matavimų vieta		Matavimo atlikimo data ir laikas	Matavimų rezultatai	Matavimo metodas ²		Laboratorija, atlikusi matavimus	
				koordinatės	atstumas nuo taršos šaltinio, km					leidimo ar akreditacijos pažymėjimo Nr.	leidimo ar akreditacijos pažymėjimo išdavymo data
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
71.		Benzo(ghi)perilenas, mg/l	160 000 µg/kg [5]				53	ISO 13859:2014	Nr. 983766		
72.		Indeno(1,2,3-cd)pirenas, mg/l	12 000 µg/kg [5]				26	ISO 13859:2014			
73.		PAA bendras	5 000 [8]				452	ISO 13859:2014			
74.	D-23	Fluorantenas, mg/l	20 000 µg/kg [5]	X: 6198559 Y: 452943		2024-08-28	3,8	ISO 13859:2014	UAB „Vandens tyrimai“ leidimas Nr. 983766	2012.10.29	
75.		B(b)fluorantenas, mg/l	2 000 µg/kg [5]				1,5	ISO 13859:2014			
76.		B(k)fluorantenas, mg/l	10 000 µg/kg [5]				<1,0	ISO 13859:2014			
77.		B(a)pirenas, mg/l	500 µg/kg [5, 8]				<1,0	ISO 13859:2014			
78.		Benzo(ghi)perilenas, mg/l	160 000 µg/kg [5]				<1,0	ISO 13859:2014			
79.		Indeno(1,2,3-cd)pirenas, mg/l	12 000 µg/kg [5]				<1,0	ISO 13859:2014			
80.		PAA bendras	5 000 [8]				5,3	ISO 13859:2014			

Pastabos:

¹Teisės aktuose patvirtintos ribinės, siektinos arba kitos norminės vertės, su kuriomis bus lyginami matavimų rezultatai. Biologiniams matavimams bei stebėjimams (tarp jų ir ekotoksikologiniams), kuriems ribinės vertės nenustatytos, nurodomos kontrolinių matavimų ar kitos norminės (referentinės) vertės.

²Galiojantis teisės aktas, kuriuo įteisintas matavimo metodas, galiojancio standarto žymuo ar kitas metodas. **Metodas nurodytas pateikiamuose protokoluose.**

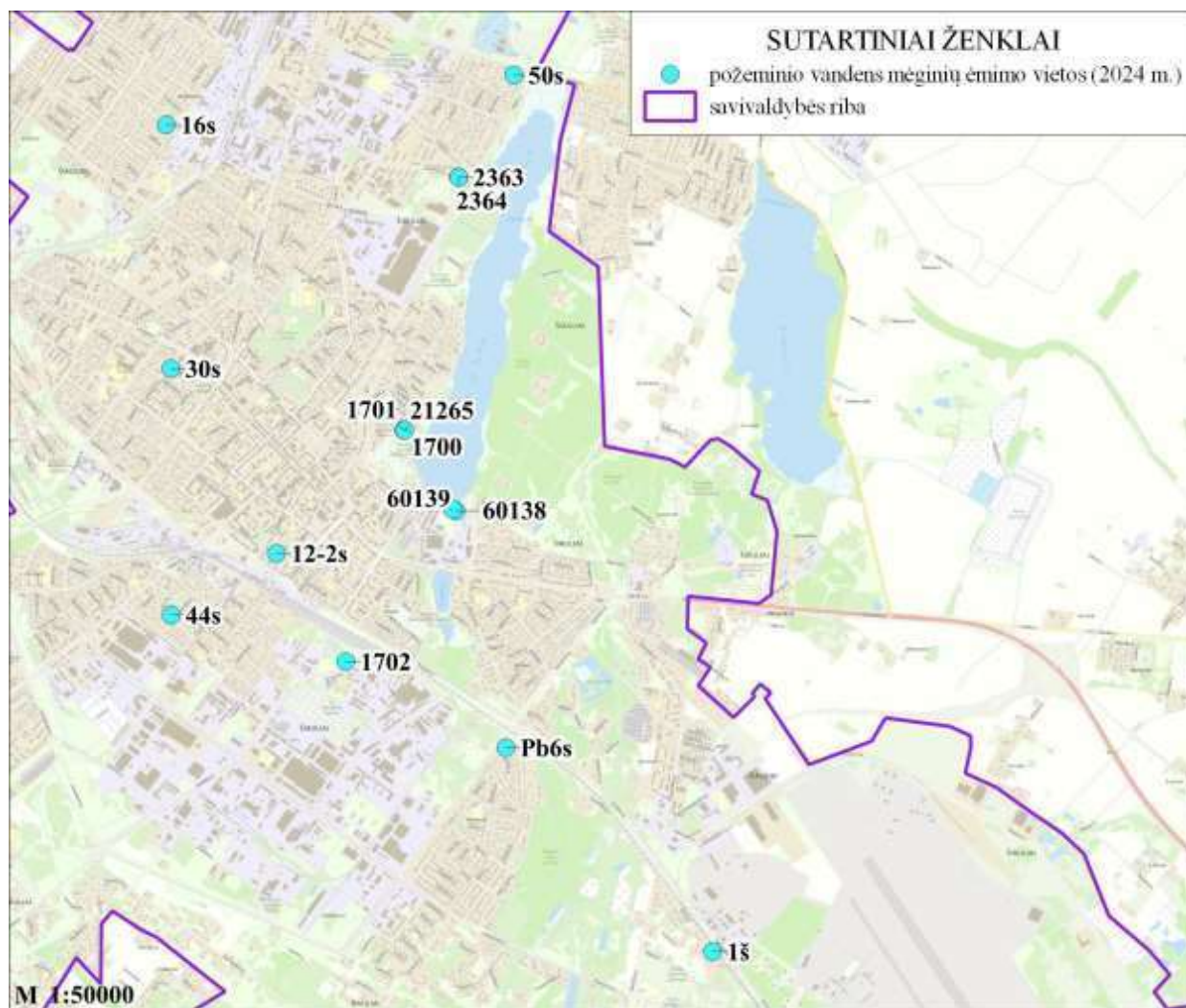
3 lentelė. Gatvės želdinių (ąžuolų ir liepų) dirvožemio tyrimo rezultatai (2024 m.)

Mėginio Nr.	Tiriamas rodiklis	Nustatyta vertė			
		2024-03-21	2024-05-10	2024-08-28	2024-10-17
Prisikėlimo aikštė Nr.1	Chloridai (Cl), mg/kg	35,2	17,7	9,3	9,7
Prisikėlimo aikštė Nr.2		17,7	17,7	4,6	6,3
Prisikėlimo aikštė Nr.3		399	191	73	31,2
Prisikėlimo aikštė Nr.4		17,7	13,3	7,5	20,1
Vasario 16-os g. Nr.5			17,7		80,5
Dvaro g. Nr.6			13,3		14,9

2. Požeminio vandens monitoringas

2.1. Monitoringo tinklas

Šiaulių m. savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklą 2021–2026 m. laikotarpiu sudaro 22 tyrimo taškai. Šiais (2024 m.) ataskaitiniais metais požeminio vandens tyrimai buvo atlikti kartą metuose (pavasari) 15-oje vietų (2 pav.). Iš jų 12 tyrimo taškų yra įrengti į gruntinio vandens sluoksnį (7 – gyventojų šachtiniai šuliniai, 5 – monitoringo gręžiniai); 2 monitoringo gręžiniai (1700 ir 2363) – į tarpmoreninį vandeningąjį sluoksnį; 1 monitoringo gręžinys (21265) – į viršutinio permo vandeningąjį sluoksnį.



2 pav. Požeminio vandens monitoringo tinklas (2024 m.)

2.2. Atliktų tyrimų apimtys ir metodika

2024 m. tyrimai gręžiniuose atlikti pavasarį.

Visuose tirtuose taškuose (monitoringo gręžiniuose ir šuliniuose) (15 vnt.) buvo matuojamas požeminio vandens lygis. Vandens lygis monitoringo tyrimo vietose matuotas tam pritaikyta įranga – elektrine garsine matuokle. Matavimo tikslumas siekė $\pm 0,5$ cm. Šuliniuose lygis matuotas nuo šulinio rentinio viršaus, gręžiniuose – nuo niveliuoto matavimo taško.

Požeminio vandens mėginiai laboratoriniam tyrimams buvo imami tik iš tyrimo taškų (monitoringo gręžinių ir šulinių), įrengtų į gruntinį vandeningąjį sluoksnį (12 vnt.). Mėginių ėmimo metu, portatyviniu multimetru HACH HQ 40d multi buvo išmatuoti kaitūs fizikiniai-cheminiai rodikliai: temperatūra, pH, Eh, savitasis elektros laidis (SEL).

Laboratorijoje atlikti gruntinio vandens cheminės sudėties tyrimai, t. y. nustatytas kietumas, bendroji ištirpusių mineralinių medžiagų suma, ištirtos pagrindinių anijonų ir katijonų koncentracijos bei organinių medžiagų (permanganato bei bichromato rodikliai), sunkiųjų metalų kiekiai bei SPAM.

Visi mėginiai imti laikantis standartų [9–10] reikalavimų. Laboratoriniai gruntinio vandens tyrimai atlikti UAB „Geomina“ ir UAB „Vandens tyrimai“ laboratorijose. Šios laboratorijos turi LR aplinkos ministerijos AAA leidimus atlikti tokius tyrimus.

2024 m. gruntinio vandens tyrimų rezultatai pateikti lentelėse, atliktų darbų tyrimo protokolai – prieduose.

2.3. Gruntinio vandens vertinimo kriterijai

Gruntinio vandens užterštumo vertinimas buvo atliktas lyginant su šiais Lietuvoje galiojančiais normatyvais:

- Lietuvos higienos norma HN 24:2023 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ [7];
- Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai [5];
- Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka [4].

2.4. Požeminio vandens monitoringo rezultatai

Požeminio vandens lygis.

2024 metų pavasarį, vieną kartą prieš imant vandens mėginius, buvo matuotas vandens lygis gruntiniame (septyniuose šuliniuose ir penkiuose monitoringo gręžiniuose), tarpmoreniniame (dvejuose monitoringo gręžiniuose) ir permio (viename monitoringo gręžinyje) vandeningajame sluoksnyje. Vandens lygio matavimo rezultatai pateikti 4 ir 5 lentelėse bei prieduose.

Šiais ataskaitiniais metais *gruntinio vandens* lygis tirtuose šuliniuose ir gręžiniuose siekė 0,46–7,99 m nuo žemės paviršiaus. Metinis vandens lygio vidurkis šuliniuose siekė 4,14 m, gręžiniuose –

1,01 m. Vandens absoliutiniai aukščiai kito nuo 103,7 iki 130,35 m. Nuo žemės paviršiaus giliausiai vanduo laikėsi šulinyje Pb6s, aukščiausiai – gręžinyje Nr. 1701, pagal absoliutinius aukščius – aukščiausiai vanduo buvo šulinyje 1š, žemiausiai – gręžinyje 60139.

Lyginant *tarpmoreniniam sluoksnyje* įrengtų gręžinių vandens lygį, aukščiausiai vanduo buvo išmatuotas gręžinyje 1700 (0,53 m nuo ž. pav.; 104,72 m abs.a.), žemiau buvo gręžinio 2363 vanduo (1,42 m nuo ž. pav.; 103,42 m abs. a.).

Viršutinio permovandeningajame sluoksnyje esančio gręžinio 21265 požeminis vanduo siekė 17,27 m nuo ž. pav. (87,98 m abs. a.).

Požeminio vandens būklė.

2024 metais požeminio vandens cheminė būklė, pagal monitoringo programą [15], buvo tiriama visuose monitoringo taškuose, įrengtuose į gruntinį vandeningąjį sluoksnį. Gruntinio vandens mėginiai buvo paimti penkiuose gręžiniuose ir septyniuose šuliniuose, jų tyrimų rezultatai pateikti 4 ir 5 lentelėje bei prieduose.

Gręžiniuose įrengtuose į gruntinį vandeningąjį sluoksnį vandenilio jonų koncentracija kito 7,69–8,58 ribose (vid. 8,06). Ataskaitiniais metais monitoringo tyrimo vietose dominavo silpnai šarminis gruntinis vanduo. Dažniausiai šių gręžinių vandenyje vyravo redukcinės sąlygos, tik ties gręžiniu 1701 nustatyta teigiama Eh vertė – 193 mV. Tai reiškia, jog pastarojo gręžinio vanduo buvo prisotintas deguonimi.

Aptariant gręžinių 1701, 1702 ir 2364 vandens būklę, gręžiniuose 1701 ir 1702 rasti padidinti chlorido ir natrio kiekiai. Jie atitinkamai siekė 150–157 mg/l ir 99–106 mg/l. Viršijimų nenustatyta, tačiau šių cheminių komponentų didelė koncentracija neabejotinai reiškia taršą akmens druska (NaCl), kuri naudojama šaltuoju metų laiku sniego tirpinimui nuo gatvių dangos. Lyginant su 2023 m. tyrimų duomenimis [18] ženklus pablogėjimas matomas gręžinio 1701 vandenyje, o gręžinio 1702 vandenyje šių elementų kiekis išliko praktiškai nepakitęs.

Gręžinio 2364 vandens kokybė buvo pakankamai gera, tirtų jonų reikšmės buvo artimos gamtiškai švariam vandeniui, lyginant su pernai metais išliko stabilios.

Sunkiųjų metalų kiekiai gręžinių 1701, 1702 ir 2364 buvo nedideli, koncentracijos taršos nerodo. Gręžinio 2364 vandenyje aptikta 0,23 mg/l SPAM.

Buvusio „Elnio“ fabriko teritorijos gręžiniuose pagal absoliutinius aukščius pavasarį vanduo laikėsi praktiškai vienodame lygyje (103,70–103,71 m intervale). „Elnio“ teritorijoje paimtuose gręžinių 60138 ir 60139 bandiniuose išlikęs didesnis cheminio deguonies suvartojimo (ChDS) ir permanganato skaičius (PS), o tai rodo intensyvią požeminio vandens taršą organine medžiaga. Aukščiausi ChDS (221 mgO₂/l) ir PS (101 mgO₂/l) rodikliai nustatyti gręžinio 60138 vandenyje. Lyginant su pernai metais, šių rodiklių vertės gręžinyje kelis kartus mažesnės. Gręžinio 60139 vandenyje ištirpusios organinės medžiagos rodiklių vertės tik nežymiai mažesnės (ChDS – 182 mgO₂/l, PS – 101 mgO₂/l).

Gręžinių 60138, 60139 vandenyje išliko didelis kietumas (16,3–18,2 mg-ekv/l) ir hidrokarbonatų kiekis (949–1240 mg/l), o tai rodo senos gruntinio vandens taršos degradaciją. Vandenyje nustatytas nežymiai padidintas natrio ir chloridų vertės, kurios atitinkamai siekė 73,3–85,7 mg/l ir 17,9–74,2 mg/l. Lyginant su pernai metais šių rodiklių vertės vandenyje mažesnės. Gręžinių vandenyje ženkliai sumažėjusi ir tarša amoniu. Jo kiekis gręžinio 60138 vandenyje sumažėjo nuo 117 mg/l iki 26,5 mg/l, 60138 – nuo 5,05 mg/l iki 3,76 mg/l. Gręžinio 60138 vandenyje amonio kiekis nors ir ženkliai mažesnis, tačiau vis dar viršijo DLK.

Šiais ataskaitiniais metais gręžinių 60138 ir 60139 vandenyje buvo tirti chromo ir kitų sunkiųjų metalų kiekiai. Gręžinyje 60138 chromo kiekis siekė 140 µg/l ribose (pernai – 250 µg/l), 60138 – 190 µg/l (pernai – 200 µg/l). Aptiktos koncentracijos viršijo RV. Tarša chromu kasmet vis mažėja.

Kitų sunkiųjų metalų kiekiai gręžinių 60138 ir 60139 buvo nedideli, koncentracijos taršos nerodo. Gręžinio 2364 vandenyje aptikta 0,23 mg/l SPAM.

4 lentelė. Gruntinio vandens monitoringo duomenys gręžiniuose, 2024 m.

Eil. Nr.	Nustatomas parametras	Matavimo vnt.	Matavimo metodas ²	Laboratorija ²	Vertinimo kriterijus ³	Matavimų rezultatas					
						Data 2024-03-15					
						Gręžinio Nr ⁴ .					
						1701	1702	2364	60138	60139	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	
1.	Natris	mg/l				106	99	16,5	73,3	85,7	
2.	Kalis	mg/l				6,39	2	4,15	57,9	22,1	
3.	Magnis	mg/l				29,5	56,5	33,1	56,5	50,3	
4.	Kalcis	mg/l				81	91,1	87	271	243	
5.	Amonis	mg/l			12,86 (4)	0,08	0,035	8,33	26,5	3,76	
6.	Nitritai	mg/l			1 (5)	<0,09	0,11	<0,09	0,96	0,87	
7.	Nitratai	mg/l			100 (5)	<0,14	<0,14	<0,14	0,16	0,15	
8.	Hidrokarbonatai	mg/l				303	443	383	1240	949	
9.	Sulfatai	mg/l			1000 (5)	13,3	0,2	0,25	17,6	101	
10.	Chloridai	mg/l			500 (5)	150	157	21,3	74,2	47,9	
11.	Bendroji geležis	mg/l				51,4	54,8	145	50,7	47,4	
12.	Eh	mV				193	-93	-154	-97	-77	
13.	pH	vnt. d.				8,58	8,15	8,07	7,81	7,69	
14.	T	°C				7,5	7,4	7,2	5,8	5,8	
15.	Permanganato indeksas	mg/l				7,17	3,31	14,4	101	101	
16.	SEL	µS/cm				842	1155	853	1895	1536	
17.	Bendras kietumas	mg-ekv./l				6,46	9,19	7,07	18,2	16,3	
18.	Karbonatinis kietumas	mg-ekv./l				4,96	7,27	6,29	18,2	15,6	
19.	ChDS	mg/l				16,1	<6,0	43,6	221	182	
20.	Ištirpusių min. medž. suma	mg/l				689	849	554	1818	1504	
21.	Vandens lygis	m				0,46	1,3	0,8	1,15	1,34	
22.	Chromas	µg/l			100 (5)	5,1	5,7	3,7	140	190	
23.	Kadmis	µg/l			6 (5)	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	
24.	Švinas	µg/l			75 (5)	8,2	1	1,2	4	3,7	
25.	Cinkas	µg/l			1000 (5)	<40	<40	<40	<40	<40	
26.	Varis	µg/l			2000 (5)	7,1	5	<1	11	11	
27.	Nikelis	µg/l			100 (5)	6,4	<2	<2	25	9,8	
28.	Arsenas	µg/l			50 (5)	<1	<1	<1	8,6	15	
29.	SPAM	mg/l				<0,02	<0,02	0,23	<0,02	<0,02	

Pastabos:

² Matavimo metodas ir laboratorija lentelėje gali būti nenurodyti, jeigu jie nurodyti tyrimų protokole.

³ Nurodomos teisės aktuose patvirtintos ribinės vertės, su kuriomis bus lyginami matavimų rezultatai.

⁴ Stebimojo gręžinio identifikavimo numeris Žemės gelmių registre.

(4) Dėl pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarkos patvirtinimo;

(5) Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai

Šulinių vandens būklė. Šuliniuose vyravo oksidacinės, silpnai šarminio pH (7,78–8,79) sąlygos (5 lentelė).

Visų tirtų šulinių vanduo buvo kalcio hidrokarbonatinio tipo, tai reiškia, jog juose vyravo hidrokarbonatai (vid. 405 mg/l) ir kalcis (vid. 117 mg/l). Šuliniuose 16s, Pb6s ir 44s rasti nežymiai padidinti natrio (48–51,8 mg/l) ir chloridų (58,7–70 mg/l) kiekiai, kurie, kaip anksčiau minėta, yra gali būti sietini su šaltuoju metų laiku kelių barstymui naudojamos akmens druskos patekimu į gruntinį vandenį. Šulinys 16s išsiskyrė didžiausiu sulfatų kiekiu, 92,8 mg/l, tačiau ši vertė vertinimo kriterijų nesiekė. Likusiuose šuliniuose sulfatų koncentracijos kito 5,49–52,5 mg/l ribose. Kalio kiekiai kito tarp 2,62 ir 19,5 mg/l, padidintu kalio kiekiu išsiskyrė šulinio 12-2s vanduo – 73,6 mg/l. Magnio vandenyje rasta 27–51,6 mg/l.

Vandens kokybę vertinant pagal „Ekogeologinių tyrimų reglamento“ [9] reikalavimus, vidutį užterštumą indikuojantis SEL rodiklis nustatytas dviejuose šuliniuose – 16s (1090 μ S/cm) ir Pb6s (1036 μ S/cm). Likusiuose šuliniuose vandens užterštumas mažas, SEL kito 305–843 μ S/cm intervale.

Aukšti PS rodikliai, viršijantys higienos normose (HN 24:2023) nustatytą rodiklio ribinę vertę, aptikti šuliniuose 16s (13,3 mgO/l) ir 12-2s (14,3 mgO/l). Kitų šulinių vandenyje PS rodiklis kito 1,9–3,43 mgO/l ribose.

Visuose šuliniuose daugiau ar mažiau buvo rasta nitratų. Dviejuose šuliniuose, 12-2s ir Pb6s, nustatyti viršijimai, kur nitratų kiekiai atitinkamai siekė 63,9 mg/l ir 89,3 mg/l, kituose šuliniuose jų rasta 2,73–33 mg/l. Nitritų koncentracijos visuose mėginiuose nesiekė metodo nustatymo ribos (<0,09 mg/l), amonio – aptikta tik viename mėginyje (12-2s 0,16 mg/l).

Sunkiųjų metalų koncentracijos šulinių gruntiniame vandenyje buvo nežymios ar nesiekė metodo nustatymo ribos. Vandenyje neaptikta ir SPAM.

Santykinai geros kokybės vanduo buvo šuliniuose 1š (Margių g. 20) ir 50s (Pasvalio g. 50a). Juose nė vienos tirtos cheminės analitės vertė nebuvo padidinta, neviršijo nustatytų vertinimo kriterijų. Tačiau daugumos šulinių gruntinis vanduo buvo paveikti taršos. Šiaulių miesto gyventojai naudojami centralizuotu miesto vandentiekiu, tad tikėtina, kad daugumos šulinių vanduo nėra naudojamas gėrimui ar buities reikmėms.

5 lentelė. Gruntinio vandens monitoringo duomenys šuliniuose 2024 m.

Eil. Nr.	Nustatomas parametras	Matavimo vnt.	Matavimo metodas ²	Laboratorija ²	Vertinimo kriterijus ³	Matavimų rezultatas						
						Data 2024 03 15						
						Gręžinio Nr ⁴ .						
						12-2s	16s	1š	30s	44s	50s	Pb6s
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12
1.	Natris	mg/l			200 (7)	17,1	51,8	11,1	29,9	48	18,7	48,1
2.	Kalis	mg/l				73,6	19,4	19,5	16,7	3,9	2,62	13,7
3.	Magnis	mg/l				33,1	38,1	35,6	35,6	33,1	51,6	27
4.	Kalcis	mg/l				111	162	44,5	123	52,6	152	174
5.	Amonis	mg/l			0,5 (7)	0,16	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011
6.	Nitritai	mg/l			0,5 (7) 1 (5)	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09
7.	Nitratų	mg/l			50 (7) 100 (5)	63,9	2,73	7,21	33	17,7	11,4	89,3
8.	Hidrokarbonatai	mg/l				433	508	207	448	200	593	449
9.	Sulfatai	mg/l			250 (7) 1000 (5)	37,3	92,8	5,46	29,5	14,9	44,6	52,5
10.	Chloridai	mg/l			250 (7) 500 (5)	3,15	70,2	5,63	26,3	62,5	14,4	58,7
11.	Bendroji geležis	mg/l			200 (7)	0,51	0,12	0,21	0,036	0,14	0,052	0,078
12.	T	°C				7,9	7,2	6,1	8,9	9,1	8,8	9,1
13.	Eh	mV				87	120	93	-52	86	23	-6
14.	pH	vnt. d.			6,5-9,5 (7)	7,24	7,95	8,79	7,78	8,57	7,84	8,07
15.	Permanganato indeksas	mg/l			5 (7)	14,3	13,3	1,9	3,43	3	2,33	2,39
16.	SEL	µS/cm			2500 (7)	843	1090	305	730	506	811	1036
17.	Bendras kietumas	mg-ekv./l				8,28	11,2	5,15	9,09	5,35	11,8	10,9
18.	Karbonatinis kietumas	mg-ekv./l				7,1	8,33	3,8	7,35	3,29	9,71	7,37
19.	ChDS	mg/l				52,8	28	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	<6,0
20.	Ištirpusių min. medž. suma	mg/l				772	945	348	742	433	888	912
21.	Vandens lygis	m				3,23	1,25	1,65	6,62	7,02	1,24	7,99
22.	Chromas	µg/l			50 (7) 100 (5)	7,1	1,3	1,5	1,8	1,3	1,6	2,1
23.	Kadmis	µg/l			5 (7) 6 (5)	1	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
24.	Švinas	µg/l			10 (7) 75 (5)	95	<1	<1	<1	<1	<1	<1
25.	Cinkas	µg/l			1000 (5)	1100	85	<40	<40	<40	<40	<40
26.	Varis	µg/l			2000 (7) (5)	270	6,6	2,2	2,1	2,8	7,6	12
27.	Nikelis	µg/l			20 (7) 100 (5)	3,7	<2	<2	<2	<2	<2	<2
28.	Arsenas	µg/l			10 (7) 50 (5)	<1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1

29.				<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
29.			mg/l		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

Pastabos:

² Matavimo metodas ir laboratorija lentelėje gali būti nenurodyti, jeigu jie nurodyti tyrimų protokole.

³ Nurodomos teisės aktuose patvirtintos ribinės vertės, su kuriomis bus lyginami matavimų rezultatai.

⁴ Stebimojo gręžinio identifikavimo numeris Žemės gelmių registre.

(4) Dėl pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarkos patvirtinimo;

(5) Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai;

(7) HN 24:2023.

3. Atliktų tyrimų išvados

1. Tirtuose Šiaulių miesto sav. monitoringo tinklo dirvožemio mėginiuose naftos produktų nerasta, viename mėginyje aptiktas ribines vertes viršijantis švino kiekis, kituose mėginiuose neleistinos taršos mikroelementais nenustatyta. Tirtų dirvožemio mėginių grunte aptikta daugiacyklių aromatinių angliavandenilių, tačiau koncentracijos vertinimo kriterijų nesiekė.

2. Į gruntinį vandeningą sluoksnį įrengtų gręžinių 1701 ir 1702 vandenyje rasti padidinti chlorido ir natrio kiekiai. Viršijimų nenustatyta, tačiau šio cheminio komponento didelė koncentracija siejama su tarša druska (NaCl), kuri naudojama šaltuoju metų laiku sniego tirpinimui nuo gatvių dangos. Gręžinio 2364 vandens kokybė išliko gera, tirtų jonų reikšmės buvo artimos gamtiškai švariam vandeniui.

3. Buvusio „Elnio“ fabriko teritorijoje esančių gręžinių 60138 ir 60139 vandenyje išliko padidinti ChDS ir PS rodikliai, kurie rodo intensyvią požeminio vandens taršą organine medžiaga. Lyginant su pernai metais abiejų gręžinių vandenyje nustatyta ženkliai mažesnė tarša amoniu, nors jo kiekis gręžinyje 60138 vis dar viršijo DLK. Gręžiniuose 60138 ir 60139 chromo koncentracijos viršijo RV, tačiau stebimas chromo kiekio mažėjimas. Taršos kitais sunkiaisiais metalais neaptikta.

4. Šiaulių miesto teritorijos šulinių gruntiniame vandenyje tarp tirtų jonų vyravo hidrokarbonatai ir kalcis. Šuliniuose 16s, Pb6s ir 44s rasti gamtiškai švariai aplinkai nebūdingi natrio ir chloridų kiekiai. Šulinio 16s vandenyje išliko didžiausias sulfatų kiekis. Visgi nė viename šulinyje pagrindinių anijonų ar katijonų vertė nesiekė ir neviršijo vertinimo kriterijų.

5. Higienos normose (HN 24:2023) nustatyta PS rodiklio ribinė vertė buvo viršyta šuliniuose 16s ir 12-2s.

6. Didžiausia nitratų vertė nustatyta šuliniuose 12-2s, Pb6s. Jų kiekiai viršijo rodiklio ribines vertes. Amonio ir nitritų šulinių vandenyje praktiškai neaptikta.

7. Santykinai geros kokybės vanduo buvo šuliniuose 1š ir 50s. Juose nė vienos tirtos cheminės analitės vertė nebuvo padidinta, neviršijo nustatytų vertinimo kriterijų.

8. Dauguma šulinių buvo paveikti taršos, tačiau Šiaulių miesto gyventojai naudojami centralizuotu miesto vandentiekiu, tad tikėtina, kad daugumos šulinių vanduo nėra naudojamas gėrimui ar buities reikmėms.

LITERATŪRA

1. Bendrieji savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatai. Valstybės žinios, 2004, Nr. 130-4680, su vėlesniais pakeitimais.
2. Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijos. Valstybės žinios, 2011, Nr. 3-114, su vėlesniais pakeitimais.
3. Požeminio vandens monitoringas: metodinės rekomendacijos. Sudarė: A. Domaševičius, J. Giedraitienė, V. Gregorauskienė ir kt.; ats. red. K. Kadūnas. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius, 1999.
4. Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka. Valstybės žinios, 2003, Nr. 17-770, su vėlesniais pakeitimais.
5. Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai. Valstybės žinios, 2008, Nr. 53-1987, su vėlesniais pakeitimais.
6. Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai LAND 9-2009. Valstybės žinios, 2009, Nr. 140-6174, su vėlesniais pakeitimais.
7. Lietuvos higienos norma HN 24:2023 Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai. Valstybės žinios, 2003, Nr. 79-3606, su vėlesniais pakeitimais.
8. Lietuvos higienos norma HN 60:2015 „Pavojingųjų cheminių medžiagų ribinės vertės dirvožemyje“. Valstybės žinios, 2004, Nr. 41-1357, su vėlesniais pakeitimais.
9. LST ISO 5667-11:2009. Vandens kokybė. Bandinių ėmimas: 11-oji dalis. Nurodymai, kaip imti požeminio vandens bandinius. Lietuvos standartizacijos departamentas, Vilnius, 2009.
10. LST EN ISO 5667-3:2006 Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3-oji dalis. Nurodymai, kaip konservuoti ir tvarkyti vandens mėginius. Lietuvos standartizacijos departamentas, Vilnius, 2006.
11. LST ISO 10381-1:2002. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 1 dalis. Ėminių ėmimo programų sudarymo vadovas.
12. LST ISO 10381-2:2002. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 2 dalis. Ėmimo būdų vadovas.
13. LST ISO 10381-3:2003. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 3 dalis. Saugos vadovas.
14. LST ISO 10381-5:2005. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 5 dalis. Miesto ir pramoninių sklypų dirvožemio taršos tyrimo vadovas.
15. J. Miliukienė ir kt. Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo programa 2021–2026 metams. Šiaulių m. savivaldybė, UAB „Geomina“. Šiauliai, 2020.
16. J. Miliukienė. Šiaulių miesto savivaldybės požeminio vandens ir dirvožemio monitoringas 2021 m. UAB „Geomina“. Šiauliai, 2021.
17. Šiaulių miesto savivaldybės 2022 m. aplinkos monitoringo (požeminio vandens, dirvožemio) ataskaita. UAB „Geoaplinka“. Vilnius, 2022.
18. Šiaulių miesto savivaldybės 2023 m. aplinkos monitoringo (požeminio vandens, dirvožemio) ataskaita. UAB „Geoaplinka“. Vilnius, 2023.
19. www.geoportal.lt (kartografinė informacija)