

UŽSAKOVAS:

ALYTAUS MIESTO SAVIVALDYBĖ

Rotušės a., 4, LT-62504 Alytus;
tel. 8-315-55102, faksas 8-315-55191

ATASKAITĄ PARENGĖ:

UAB “VILNIAUS HIDROGEOLOGIJA”

J.Basanavičiaus g. 37-1, LT-03109 Vilnius;
tel. ir faksas 8-5-2135058, el. paštas vh@zmail.lt;
LGT leidimo tirti žemės gelmes Nr. 20, išd. 2002-08-14

Egz. Nr.

Autoriai:

A. Bendoraitis
dr. M. Gregorauskas

**ALYTAUS MIESTO SAVIVALDYBĖS
POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO 2012-2015 M.
APIBENDRINANČIOJI ATASKAITA**

(pagal 2012-2015 m. programą)

UAB “Vilniaus hidrogeologija”
Direktorius

A.Bendoraitis

Vyriausiasis hidrogeologas

Habil. dr. A.Klimas

Vilnius, 2015

TURINYS

	<i>Psl.</i>
1. ĮVADAS.....	4
2. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO DARBŲ SUDĖTIS IR APIMTYS.....	5
3. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO REZULTATAI.....	11
3.1. Trumpa hidrogeologinių sąlygų charakteristika.....	11
3.2. Požeminio vandens lygių, temperatūros ir naftos plėvelės storio kitimas.....	12
3.2. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos pokyčiai.....	13
4. POŽEMINIO VANDENS BŪKLĖS MIESTE ĮVERTINIMAS IR PROGNOZĖ MATEMATINIULOSE – HIDROGEOLOGINIULOSE MODELIOULOSE.....	42
4.1. Matematinio modeliavimo metodika.....	42
4.2. Gruntinio vandens hidrocheminių anomalijų poveikio geriamojo vandens šaltiniams modeliavimas.....	44
4.3. Naftos produktų sklaidos modeliavimas.....	46
5. IŠVADOS.....	55
LITERATŪRA	57

ILIUSTRACIJOS

2.1. Alytaus savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklo schema.....	8
2.1a. Paviršinio vandens monitoringo postų p1 ir p2 schema.....	9
2.1b. Paviršinio vandens monitoringo posto p3 schema.....	10
3.1. Geologinis – hidrogeologinis pjūvis A-B.....	29
3.2. Požeminio vandens lygio ir debito Alytaus m. Vidzgirio vandenvietėje kitimo grafikai.....	30
3.3. Požeminio vandens lygio Alytuje svyravimų grafikai.....	31
3.4. Požeminio vandens temperatūros Alytuje svyravimų grafikai.....	32
3.5. Naftos produktų plėvelės storio dinamika buvusios Alytaus naftos bazės rajone.....	33
3.6. Kai kurių rodiklių verčių kitimas gruntiniame ir tarpsluoksniniame vandenyje monitoringo taškuose s25, s25a, 16s ir 28s (2 lapai).....	34
3.7. Kai kurių rodiklių verčių kitimas gruntiniame vandenyje monitoringo taškuose sc90 (sc90a), sc134, sc170 (sc170a), sc182, sc232 (2 lapai).....	36
3.8. Permanganato indekso, ChDS, nitratų, pH ir amonio kitimas gruntiniame ir tarpsluoksniniame vandenyje gręžiniuose 27s ir 26s.....	38
3.9. Bendrojo kietumo, bendrosios mineralizacijos, chloridų, sulfatų ir hidrokarbonatų kitimas gruntiniame ir tarpsluoksniniame vandenyje gręžiniuose 27s ir 26s.....	39
3.10. Chloridų, sulfatų ir nitratų koncentracijų gruntiniame vandenyje pokyčiai įvairiuose miesto gyvenamuosiuose rajonuose.....	40
3.11. Ištirpusių gruntiniame vandenyje aromatinių angliavandenilių (AA) ir benzeno koncentracijų kitimas gręžiniuose 2s, 10s ir 17s.....	41
4.1. Alytaus miesto požeminės hidrosferos matematinio modelio schema plane ir pjūvyje.....	48

	<i>Psl.</i>
4.2. Gruntinio vandens suminio anomalingumo koeficiento pagal chloridus, sulfatus, hidrokarbonatus, bendrąjį kietumą, nitratus (integruota tarša) vertės 2012-2015 m. ankstesnių metų gruntinio vandens taršos fone.....	49
4.3. Vidutinės nitratų koncentracijos 2012-2015 m. savivaldybės bei ūkio subjektų monitoringo taškuose ankstesnių metų gruntinio vandens taršos fone...	50
4.4. Prognozinis dabartinių gruntinio vandens užterštumo anomalijų poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam sluoksniui, ateityje 25 metus eksploatuojant Strielčių ir Radžiūnų vandenvietes debitu, atitinkančiu patvirtintų išteklių kiekį, o Vidzgirio vandenvietės neeksploatuojant.....	51
4.5. Prognozinis 2000 m. buvusių gruntinio vandens užterštumo anomalijų poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam sluoksniui, ateityje 25 metus eksploatuojant Strielčių ir Radžiūnų vandenvietes debitu, atitinkančiu patvirtintų išteklių kiekį, o Vidzgirio vandenvietės neeksploatuojant.....	52
4.6. Požemio taršos naftos produktais schema.....	53
4.7. Sumodeliuotas vandenyje ištirpusių naftos produktų koncentracijų, viršijančių 0,1 mg/l, maksimalus sklaidos plotas gruntiniame vandeningajame horizonte, esant dabartiniam NPS teritorijos užterštumo lygiui.....	54

PRIEDAI

1. Išrašas iš paslaugų sutarties Nr. 80/2012 (2012-08-03).....	59
2. Hidrodinaminių stebėjimų duomenys (2012-2015 m.).....	61
3. Požeminio vandens makrokomponentinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	68
4. Požeminio vandens mikrokomponentinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	73
5. Angliavandeniliai požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	74
6. Specifiniai komponentai (fenoliai) požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	75
7. Biogeniniai komponentai požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	76
8. Požeminio vandens dujinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	77
9. Vandens bendrosios cheminės analizės, individualių cheminės sudėties rodiklių, sunkiųjų metalų, aromatinių ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių analizės rezultatų protokolai (2015 m.).....	78

1. ĮVADAS

Aplinkos monitoringo įstatyme nurodyta, jog savivaldos institucijos turi organizuoti savivaldybių monitoringą ir vykdyti šias funkcijas: stebėti savo teritorijos gamtinės aplinkos (požeminio vandens) būklę; vertinti ir prognozuoti jos pokyčius bei galimas pasekmes; teikti informaciją visuomenei ir valstybės institucijoms. Savo ruožtu miesto teritorijoje esantys ūkio subjektai vykdo taršos šaltinių ir jų poveikio aplinkai monitoringą ir teikia informaciją valstybės bei savivaldos institucijoms. Ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo programų rengimo, organizavimo ir vykdymo tvarka buvo reglamentuota 2000 m., vėliau (2003, 2009-2011 m.) ji buvo patikslinta [19]. Tuo metu savivaldybių požeminio vandens monitoringas atliekamas, remiantis galiojančiais bendraisiais savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatais [1] bei Lietuvos geologijos tarnybos parengtomis Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijomis [18].

Alytuje savivaldybės ir ūkio subjektų monitoringai suderinti tarpusavyje ir gerai papildo vienas kitą. Kaip ir kituose panašaus dydžio miestuose, požeminio vandens šaltinius čia jau daug metų neigiamai veikia koncentruota technogeninė apkrova ir intensyvi ūkinė veikla. Nuo miesto taršos pirmiausiai nukenčia neapsaugotas gruntinis vanduo, kurį dalis miesto gyventojų tebe geria iš šachtinių šulinių. Be to, esant palankioms hidrogeologinėms sąlygoms, gruntinis vanduo migruoja gilyn, nešdamas teršalus į tarp sluoksnius vandeninguosius horizontus. Tai kelia grėsmę geriamojo tarp sluoksniu spūdinio vandens – pagrindinio centralizuotai tiekiamo geriamojo vandens Alytuje šaltinio – kokybei [2]. Monitoringas čia ypač svarbus ir dėl to, kad neskaitant komunalinės-buitinės ir pramoninės taršos, pačiame mieste gruntiniame sluoksnyje ties buvusią naftos produktų saugyklą yra susiformavęs didžiulis koncentruotos taršos naftos produktais židinis. Šio židinio likvidavimo (požemio išvalymo) darbai atlikti 1995-1999 m. [15]. Nors buvo išsiurbta didesnė virš gruntinio vandens paviršiaus susitelkusių skystų naftos produktų dalis, tačiau gruntinis vanduo čia vis dar yra stipriai užterštas ir toks bus dar ilgą laiką, nes daug naftos produktų susikaupę požemio uolienose.

Alytuje savivaldybės požeminio vandens monitoringas pradėtas vykdyti 1998 m. pabaigoje ir visą šį laiką buvo nenutrūkstamai tęsiamas. Nuo pat pradžių jis atliekamas pagal Alytaus regiono aplinkos apsaugos departamente ir Lietuvos geologijos tarnyboje suderintas programas. Šiuo metu galiojanti programa, apimanti 2012-2015 m. laikotarpį, buvo parengta 2011 m. [7]. Pagal programą pirmuosius 3 metus (2012-2014 m.) monitoringo informacija buvo pateikiama trumpose metinėse hidrogeologinėse ataskaitose [4, 5, 6]. Ši ketvirtoji hidrogeologinė ataskaita yra apibendrinančioji, ja remiantis ruošiamą naują savivaldybės požeminio vandens monitoringo programą, todėl joje atlikta viso 2012-2015 m. laikotarpio monitoringo duomenų analizė, atsižvelgiant ir į stambiausių miesto ūkio subjektų atliekamo požeminio vandens monitoringo rezultatus [9, 10, 11, 12, 14], šių duomenų įvertinimas bei reikiamos prognozės matematinuose hidrogeologiniuose modeliuose.

Požeminio vandens monitoringo lauko darbus atliko UAB “Vilniaus hidrogeologija” specialistai – R.Tamošaitis, M.Paukštė, A.Mališauskas. Vandens cheminės sudėties ir įvairių kokybės rodiklių tyrimai atlikti daugiausia UAB “Grotą” bei UAB “Vandens tyrimai” laboratorijose. Duomenis apdorojo ir šią hidrogeologinę ataskaitą rengė A.Bendoraitis ir dr. M.Gregorauskas, padedant J.Smilgiuvienei ir L.Zdanavičiūtei.

Už pagalbą ir suteiktą informaciją autoriai nuoširdžiai dėkoja Aplinkos apsaugos agentūros Marijampolės ir Alytaus skyriaus vyriausiajai specialistei Dainorai Puvačiauskienei.

2. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO DARBŲ SUDĖTIS IR APIMTYS

Pagal minėtą programą [7] savivaldybės monitoringo tinklas sudarytas iš 29 taškų. Savivaldybės 1-os eilės monitoringo tinklą sudaro 23 stebėjimo taškai – 16 šulinių ir 7 gręžiniai, o 2-os eilės monitoringo tinklą – 3 taškai (šuliniai). Į prioritetinio monitoringo sistemą įjungta nemažai gręžinių, išgręžtų buvusioje naftos bazėje bei jos artimiausiose priegose. Toks šios užterštos zonos monitoringo tinklas kol kas yra optimalus, atsižvelgiant į pasiektus požemio išvalymo rezultatus ir sumodeliuotą taršos sklaidos mieste dinamiką, jis apima tiek gruntinį, tiek produktyvųjį tarpmoreninį Žemaitijos-Dainavos vandeninguosius sluoksnius (horizontus).

Be to, šio monitoringo tinklo struktūroje yra 3 paviršinio vandens postai. Alytaus savivaldybė vykdo ežerų išvalymo projektą ir yra įsipareigojusi atlikti paviršinių telkinių (Didžiosios Dailidės, Mažosios Dailidės ežerų bei Dailidės ežerėlio) vandens kokybės tyrimus (stebėseną). Vienas iš šių postų (Mažosios Dailidės ež.) jau anksčiau buvo įtrauktas į savivaldybės monitoringo programas, o kituose pagal naująją programą stebėjimai pradėti 2012 m.

Visi savivaldybės monitoringo tinklo taškai parodyti 2.1 pav. (detalesnės paviršinio vandens postų p1, p2, p3 situacijos schemos papildomai pateiktos 2.1a ir 2.1b pav.) ir 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Alytaus savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklas

Eil. Nr.	Taško Nr.	Stebėjimo taško tipas	Vandeningasis sluoksnis	Adresas ir pastabos
Požeminio vandens 1-os eilės:				
1.	sc185	privatus šulinys	gruntinis	Turistų 25
2.	sc182	privatus šulinys	gruntinis	Snaigių 20
3.	sc190	privatus šulinys	gruntinis	Giriakalnio 41
	sc190a	privatus šulinys	gruntinis	Giriakalnio 43 (stebimas nuo 2012 m., vietoj sc190)
4.	sc21	privatus šulinys	gruntinis	Gedimino 15
5.	sc232	privatus šulinys	gruntinis	Domantonių 26
6.	sc39	privatus šulinys	gruntinis	Piliakalnio 10
7.	sc144	privatus šulinys	gruntinis	Lelijų 107
8.	sc134	privatus šulinys	gruntinis	Basanavičiaus 7
9.	s25a	privatus šulinys	gruntinis	Seirijų 7 (stebimas nuo 2007 m., vietoj s25)
10.	sc220	privatus šulinys	gruntinis	Geležinkelio 1
11.	sc90a	privatus šulinys	gruntinis	Ažuolų 7 (stebimas nuo 2010 m., vietoj sc90)
12.	sc172	privatus šulinys	gruntinis	Santaikos 2
	sc172a	privatus šulinys	gruntinis	Pulko 100 (stebimas nuo 2015 m. 09 mėn, vietoj sc172)
13.	sc170a	privatus šulinys	gruntinis	Sūduvos 14 (stebimas nuo 2007 m., vietoj sc170)
14.	sc125	privatus šulinys	gruntinis	Gardino 9
15.	sc73a	privatus šulinys	gruntinis	Liškiavos 14 (stebimas nuo 2005 m., vietoj sc73)

2.1 lentelės tęsinys

16.	sc111	privatus šulinys	gruntinis	Vytauto 37
17.	10s/24579	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
18.	17s/24586	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
19.	2s/35149	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
20.	23s/24592	gręžinys	tarpmoreninis (agl II žm-dn)	buv. naftos bazės teritorija
21.	14s/24583	gręžinys	gruntinis	Bijūnų g-vė
22.	25s/35150	gręžinys	tarpmoreninis (agl II žm-dn)	Bijūnų g-vė
23.	28s/35151	gręžinys	tarpmoreninis (agl II md-žm)	Basanavičiaus g-vė
Požeminio vandens 2-os eilės:				
24.	sc146	privatus šulinys	gruntinis	Lelijų 37
25.	sc120	privatus šulinys	gruntinis	Vytauto 5a
26.	sc133	privatus šulinys	gruntinis	Maironio 22
Paviršinio vandens:				
27.	p1	Mažosios Dailidės ežeras	paviršinis	
28.	p2	Didžiosios Dailidės ežeras	paviršinis	
29.	p3	Dailidės ežerėlis	paviršinis	

Kaip jau minėjome ankstesnėse ataskaitose, 2012 m. monitoringo šulinys sc190 tapo neprieinamas stebėjimams, tad vietoj jo buvo parinktas artimiausias kokybiškas stebėjimo taškas – šulinys sc190a (Giriakalnio g. 43). Be to, 2015 m. rudenį (rugsejo mėn.) likvidavus šulinį sc172, buvo parinktas greta esantis tinkamas stebėjimo taškas – šulinys sc172a (Pulko g. 100).

Pagal programą savivaldybės monitoringo darbus sudaro:

- vandens lygio ir naftos plėvelės storio matavimai;
- hidrocheminiai tyrimai lauko sąlygomis (pH, Eh, temperatūra, savitasis elektros laidis);
- vandens mėginių paėmimas ir jų laboratoriniai tyrimai;
- kompiuterinių duomenų bazių papildymas;
- monitoringo informacijos sisteminimas, apdorojimas, analizė, trumpų hidrogeologinių ataskaitų apie monitoringo rezultatus (kasmet) ir baigiamosios – apibendrinančiosios hidrogeologinės ataskaitos (paskutiniais programos galiojimo metais) paruošimas.

Programoje numatyta, jog pagrindiniai monitoringo lauko darbai (vandens mėginių ėmimas) atliekami 2 kartus, o kai kurie iš šių tyrimų – 4 kartus per metus. Pastaraisiais metais įvykdyti visi programoje [7] numatyti tyrimai, o kai kurių iš jų atlikta netgi kiek daugiau, nei buvo numatyta (2.2 lentelė).

2.2 lentelė. Požeminio vandens monitoringo darbų 2015 m. apimtys

Darbų rūšis	Mato vnt.	Kiekis
1. Lauko tyrimai:		
Vandens lygio matavimai	1 mat.	27 tšk.x 2 k.+24 tšk. x 2k.
Naftos plėvelės virš gruntinio vandens paviršiaus storio matavimai	1 mat.	3 tšk.x 4 k.

2.2 lentelės tęsinys

Hidrocheminiai tyrimai lauko sąlygomis (pH, Eh, savitasis elektros laidis, temperatūra)	1 tyr.	25 tšk.x 2 k.+3 tšk. x 4 k.
2. Laboratoriniai tyrimai:		
Pilna cheminė (makrokomponentų) analizė	1 an.	24
Analizė pagal "trumpąjį" sąrašą: permanganato indeksas (PI), nitritas (sulfatas), chloridas, nitratas, hidrokarbonatas, amonis	1 an.	25
Cheminis deguonies suvartojimas (ChDS)	1 an.	23
Ištirpęs deguonis	1 an.	2
Ištirpęs deguonis, PI, ChDS, BDS, azoto ir fosforo junginiai (paviršinio vandens postuose)	1 an.	12
Mikroelementai Pb, Ni, Cr, Cd, Mn, Se, Fe, Cu (Hg)	1 an.	8
Aromatiniai angliavandeniliai	1 an.	14
Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai	1 an.	4
Fenoliai	1 an.	14

Metinė hidrocheminių tyrimų apimtis paviršinio ežerų vandens monitoringo taškuose atskirai parodyta 2.3 lentelėje.

2.3 lentelė. Hidrocheminių tyrimų paviršinio vandens taškuose apimtis 2015 m.

Eil. Nr.	Analizės rūšis	Monitoringo taško Nr.	Tyrimų kiekis per metus
1.	Lauko tyrimai (pH, Eh, savitasis elektros laidis, temperatūra)	p1, p2, p3	4
2.	Ištirpęs deguonis	p1, p2, p3	4
3.	Permanganato indeksas, ChDS, BDS ₇	p1, p2, p3	4
4.	Azoto (amonis, nitritai, nitratai, bendras azotas), fosforo (fosfatai, bendras fosforas) junginiai	p1, p2, p3	4
5.	Pilna cheminė analizė (makrokomponentai)	p1	1

Pilna ir trumpa cheminė analizė, aromatinių ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių, fenolių analizė atlikta UAB "Grotas" laboratorijoje. Mikroelementai nustatyti UAB "Vandens tyrimai" laboratorijoje (visų laboratorinių tyrimų protokolų kopijos pateiktos 9 priede, kur nurodyti ir naudojami tyrimų metodai). Vandens lygio, naftos plėvelės storio matavimus ir tam tikrus hidrocheminius tyrimus (pH, Eh, savitasis elektros laidis, temperatūra) lauko sąlygomis, prie vandens mėginių ėmimo punktų, atliko UAB "Vilniaus hidrogeologija" (3 priedas).

Monitoringo duomenys kaupiami UAB "Vilniaus hidrogeologija" kompiuterinėse duomenų bazėse. Paskutiniųjų metų duomenys pateikti šios ataskaitos 2-8 prieduose, jie apibendrinti įvairiose iliustracijose bei lentelėse.

Šiame darbe, remiantis monitoringo informacija ir anksčiau sudarytais filtraciniais ir migraciniais matematiniais modeliais [2], buvo dar kartą įvertinta požeminio vandens būklė bei atliktos galimų jos pokyčių ateityje prognozės. Tikslinant matematinius – hidrogeologinius modelius, panaudojome ne tik Alytaus savivaldybės 2012-2015 m. monitoringo duomenis, bet ir atskirų stambesnių miesto ūkio subjektų (pvz., UAB "Dzūkijos vandenys", AB Mašinų gamykla "Astra", AB "Snaigė", UAB "Litesko" filialo "Alytaus energija", UAB "Alkesta", įvairių degalinių ir kt.) monitoringo informaciją [9, 10, 11, 12, 14].

3. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO REZULTATAI

3.1. Trumpa hidrogeologinių sąlygų charakteristika

Alytaus apylinkių hidrogeologinės sąlygos neblogai žinomos iš įvairių ankstesnių tyrimų, atliktų žvalgant požeminio vandens išteklius, gręžiant pavienius eksploatacinius gręžinius bei atliekant įvairius specialius hidrogeologinius tyrimus. Trumpai priminsime šių sąlygų ypatumus.

Mieste yra du pagrindiniai geriamojo vandens šaltiniai: gruntinis vanduo, kurį gyventojai semia iš nuosavų šachtinių šulinių, ir tarp sluoksninis vanduo, siurbiamas iš gręžinių centralizuotose vandenvietėse, o taip pat iš pavienių individualių gręžinių, kuriuos turi kai kurios miesto įmonės ar privatūs asmenys.

Gruntinis vandeningasis horizontas iš viršaus yra atviras, t.y. jo nedengia vandensparos, jame susikaupęs vanduo neturi spūdzio, jis maitinamas infiltruojantis atmosferiniams krituliams. Šio vandens slūgsojimo sąlygų dėsningumą ir dinamiką Alytuje lemia specifinės geomorfologinės ir geologinės sąlygos. Miesto aukštumos, kuriose pastatytas šiaurinis pramonės rajonas bei visi naujieji gyvenamieji rajonai – Putinų, Dainavos, Vidzgirio, Likiškėlių, Likiškių, Domantonių – apklotos dugninės morenos sluoksniu (priemoliais) bei limnoglacialinėmis nuosėdomis – aleuritais, priesmėliais, juostuotais moliais. Kita miesto dalis yra Nemuno slėnyje, kuriame išsiskiria smėlingos terasos – salpinė ir 4 viršsalpinės [2].

Alytaus rajone ir mieste gėlas požeminis vanduo paplitęs šiuose trijuose svarbiausiose tarp sluoksniniuose vandeninguosiuose horizontuose (kompleksuose): kvartero (Q); viršutinės kreidos (K_2); apatinės kreidos (K_1). Žemiau slūgso triaso molinių regioninė vandenspara, skirianti gėlą nuo mineralizuoto požeminio vandens.

Kvartero vandeningasis kompleksas sudarytas iš įvairaus amžiaus ir litologinės sudėties (smėlis, žvyras) vandeningųjų sluoksnių, kurie atskirti vandensparų (molis, moreninis priemolis, priesmėlis, aleuritas). Šiame iš esmės vieningame komplekse, be jau minėto gruntinio, galima išskirti keletą tarp sluoksninių (tarp moreninių) spūdinį vandeningųjų horizontų, iš kurių svarbiausias – Žemaitijos-Dainavos horizontas, suklostytas iš įvairaus rupumo smėlio su žvirgždo, gargždo tarp sluoksniais bei lėšiais. Jo storis siekia 5-25 m. Mieste dar paplitęs Medininkų-Žemaitijos horizontas (anksčiau vadintas Varduvos-Žemaitijos horizontu) yra pusiau spūdinis ir užima lyg ir tarpinę padėtį tarp gruntinio ir Žemaitijos-Dainavos horizontų. Kreidos vandeningieji sluoksniai paplitę visame mieste ir toli už jo ribų. Svarbesnį iš jų viršutinės kreidos sluoksnį sudaro didžiulė (apie 100 m) kreidos ir kreidos mergelio nuogulų storumė. Požeminis vanduo glūdi kreidos mikroporose, kavernose bei plyšiuose. Visus šiuos vandeninguosius sluoksnius ir juos skiriančias vandensparas galime matyti geologiniame-hidrogeologiniame pjūvyje (3.1 pav.), kertančiame senąją miesto dalį (žr. 2.1 pav.).

Alytaus miestas požeminiu geriamuoju vandeniu nuo seno buvo aprūpinamas iš trijų centralizuotų vandenviečių – Vidzgirio, Radžiūnų ir Strielčių. Hidrogeologų išžvalgytas ir Valstybinėje naudingųjų iškasenų išteklių komisijoje (VIK) patvirtintas eksploatacinių požeminio vandens išteklių kiekis šiose vandenvietėse siekia net 66,3 tūkst. m^3 per parą (m^3/d). Vidzgirio ir Strielčiuose išžvalgyti tik Žemaitijos-Dainavos horizonto ištekliai (atitinkamai, 13,7 ir 27,0 tūkst. m^3/d), o Radžiūnuose – visų trijų pagrindinių horizontų ištekliai: Žemaitijos-Dainavos (3,4 tūkst. m^3/d), viršutinės kreidos (18,2 tūkst. m^3/d) ir apatinės kreidos (4,0 tūkst. m^3/d).

Šiuo metu požeminis vanduo miestui tiekiamas tik iš dviejų vandenviečių, nes nuo 2001 m. pradžios Vidzgirio vandenvietės eksploatacija buvo laikinai sustabdyta. UAB

“Dzūkijos vandenys” duomenimis, 2014 metais iš Radžiūnų vandenvietės buvo vidutiniškai išsiurbiamas 2471 m³/d (iš Žemaitijos-Dainavos sluoksnio – 742 m³/d, iš viršutinės kreidos sluoksnio – 1729 m³/d), o iš Strielčių vandenvietės – 5967 m³/d vandens; suminis abiejų vandenviečių debitas – 8438 m³/d [9].

3.1. Požeminio vandens lygių, temperatūros ir naftos plėvelės storio kitimas

Taigi 2012-2015 m. laikotarpio savivaldybės požeminio vandens monitoringą galima sąlyginai suskirstyti į hidrodinaminį ir hidrocheminį. Šiame skyrelyje panagrinėsime jo hidrodinaminę dalį, sudarytą iš vandens lygio ir naftos plėvelės virš gruntinio vandens paviršiaus storio stebėjimų. Visi per šį laikotarpį atliktų matavimų duomenys pateikti 2 priede.

Monitoringo tinklas apima įvairius miesto geomorfologinius rajonus. Jo stebėjimo taškuose (šuliniuose, gręžiniuose) 2012-2015 metais gruntinis vanduo buvo aptinkamas nuo 0,57-0,81 m (šulinys sc185) iki 12,34-12,96 m (gręž. 14s) gylyje. Kituose tinklo taškuose jo lygis paprastai slūgso maždaug 3-11 m gylyje. Gruntinio vandens lygio abs. aukščių intervalas gana platus – nuo 71,6-72,6 (sc134) iki 156,2-156,4 m NN (sc185). Tarpmoreninio Medininkų-Žemaitijos vandeningojo sluoksnio vandens lygis gręžinyje 28s svyravo 16,41-17,82 m gylyje (73,0-74,4 m NN), o Žemaitijos-Dainavos sluoksnyje gręžiniuose 23s, 25s jo gylis siekė 29,2-31,9 m (63,8-66,4 m NN – žr. 2 priedą).

Kaip jau minėjome, 2001 m. pradžioje buvo sustabdyta Vidzgirio vandenvietės eksploatacija (žr. 3.2 pav.). Jau anksčiau pastebėta, kad eksploatacijos nutraukimas nepadarė žymaus poveikio Žemaitijos-Dainavos sluoksnio vandens lygiui, kuris čia stebimas centrinėje vandenvietės dalyje, gręž. 1729(5žs). Ankstesniais tyrimais ir modeliavimu nustatyta, kad Vidzgirio vandenvietės eksploatacijos hidrodinaminis poveikis aplinkinėse teritorijose nedidelis. Vandens lygio pažemėjimas Žemaitijos-Dainavos sluoksnyje vandenvietėje ir prie jos ribų praktiškai neviršija 1 m [2, 3].

Vandens lygių kitimo mieste tendencijų išaiškinimui sistemingai tęsiami jų svyravimų kai kuriuose charakteringuose savivaldybės monitoringo taškuose grafikai. Tam panaudoti ir UAB “Dzūkijos vandenys” stebėjimų gręžiniuose 26s, 27s duomenys (3.3 pav.). Nustatyta, kad gruntinio vandens lygio svyravimai daugiausiai susiję su gamtiniais veiksniais – ilgalaikiais šio vandens mitybos pokyčiais. Tik tarpmoreninio Žemaitijos-Dainavos horizonto vandens lygio kilimui tam tikros reikšmės turėjo 2001 m. sustabdyta Alytaus centralizuotos Vidzgirio vandenvietės eksploatacija – šio pakilimo amplitudė galėjo siekti keletą dešimčių cm. Tačiau tokie šio tarp sluoksninio požeminio vandens lygio pokyčiai praktiškai neturi įtakos gruntinio vandens lygio svyravimams [2, 3-9].

Kaip matome grafikuose (žr. 3.3 pav.), keletą pastarųjų metų daug kur vandens lygis turėjo tam tikrą žemėjimo tendenciją (lyginant su 2010-2011 m. sandūroje buvusiu jo pakilimu). Panašios tendencijos būdingos tiek gruntinio (įskaitant ir paviršinio Mažosios Dailidės ež. vandens lygį), tiek ir tarpmoreninių sluoksnių (ypač seklesniojo) vandens lygiams. Tačiau bendras hidrodinaminės situacijos pobūdis mieste nepasikeitė. Kaip ir anksčiau, čia tebevyrauja slūgstanti požeminio vandens filtracija: gruntinio vandens lygis slūgso aukščiausiai, todėl šis vanduo gali pertekėti gilyn – pirmiausia į Medininkų-Žemaitijos, o vėliau – ir į Žemaitijos-Dainavos vandeninguosius sluoksnius.

Pažymėtina, kad 3.3 pav. matomi Dailidės Mažojo ežerėlio vandens lygio svyravimai nėra vien tik gamtinės kilmės. Anksčiau kurį laiką (pvz., 2002 ir 2003 m.

pavasariais) į ežerėlį buvo tiekiamas švarus vandens iš miesto vandentiekio tinklo. Dėl to ežerėlio vandens lygis pakildavo apie 1 m, vėliau dėl filtracinių nuostolių jis pamažu slūgo. Be to, įgyvendinant Geologijos ir geografijos instituto specialistų atliktų tyrimų rekomendacijas, kurį laiką Dailidės Didysis ežerėlis buvo papildomas miesto nutekamuoju lietaus vandeniu [3].

Monitoringo metu vandens temperatūra matuojama tuomet, kai semiami jo mėginiai įvairiems hidrocheminiams tyrimams (žr. 3 priedą). Tad šie stebėjimai neapima visos sezoninių pokyčių amplitudės, ir jų analizė nėra labai išsami. Tam tikras temperatūrų pokyčių tendencijas galime matyti sudarytuose grafikuose (3.4 pav.). Jau anksčiau nustatyta, kad didžiausi sezoniniai svyravimai (6-16 °C) būdingi sekiausiai (0,5-2,5 m gylyje) slūgsančiam gruntiniam vandeniui (šul. sc182, sc185). Giliau (10-18 m gylyje) gruntinio vandens temperatūra metų bėgyje stabilesnė ir svyruoja daugiausia tarp 8-12 °C. Gręžinių 14s, 17s, 2s vandens temperatūra paprastai būna kiek aukštesnė, tai siejama su tam tikrais biocheminiais procesais taršos naftos produktais areale, o taip pat ir su kitais reiškiniais [2, 3]. Visuose monitoringo tinklo taškuose paviršinio vandens temperatūra 2012-2015 m. svyravo nuo 1 iki 25 °C, gruntinio vandens – 7,7-17,4 °C, tarp sluoksninio vandens – 9,1-11,6 °C (žr. 3 priedą, 3.4 pav.).

Buvusios Alytaus naftos bazės taršos zonoje išgręžtuose gręžiniuose 2s, 10s, 17s sistemingai atliekami naftos produktų (NP) plėvelės storio matavimai (žr. 2.1, 3.1, 3.5 pav.). Priminsime, kad nuo 1995 m. iki 1999 m. rugpjūčio mėn. bazės teritorijoje UAB “Grota” atliko požemio valymo darbus, kurių metu buvo išsiurbta didesnė dalis ten per daugelį metų susikaupusių skystų NP. Po valymo NP sankaupa ant gruntinio vandens paviršiaus liko tik lokaliuose vietose. Buvusios naftos bazės teritorijos vakarinėje dalyje jos plotas – apie 400 m², o NP sluoksnio storis – iki 0,58 m. Už bazės ribų (link Vidzgirio miško) ši sankaupa buvo paplitusi 3200 m² plote, o NP sluoksnio storis dviejuose šuliniuose – 0,3-0,4 m [15].

Atlikus naftos siurbimo darbus, situacija čia dar nėra ir, matyt, dar ilgai nebus stabili, tekant gruntinio vandens srautui ir svyruojant jo lygiui, virš jo esančio NP sluoksnelio storis keičiasi. Tai galima matyti iš 2 priede ir 3.5 pav. parodytų NP sluoksnelio matavimų duomenų ir grafikų. Pastaraisiais metais NP sluoksnelis čia labai suplonėjęs. Pvz., jo storis gręž. 10s (taršos epicentre), po valymo ir kiek vėliau siekęs net 50-92 cm, 2012-2014 m. buvo sumažėjęs iki 1-2 cm, o gręžinyje 2s, kuriame anksčiau maksimalus jo storis siekė 54 cm, – iki 1 cm. Tik 2015 m. jis kiek padidėjo ir gręž. 10 s svyravo apie 1-12 cm, o gręž. 2s – 1-2 cm. Kaip žinoma, tokie reiškiniai gali būti susiję ir su minėtais vandens lygio svyravimais bei NP kaupimusi pačiuose stebėjimo gręžiniuose, kuriuose dažnai jų būna daugiau, nei vandeningajame horizonte už gręžinio sienelės. Susikaupusius naftos produktus iš minėtų gręžinių reikia periodiškai išsemti [2, 3-6].

Gręžinyje 17s pastaraisiais metais fiksuojama tik labai plona, nuo kelių milimetrų iki 1 cm NP plėvelė. Kituose matuotuose taškuose, kaip ir anksčiau, susikaupusių virš gruntinio vandens lygio laisvų naftos produktų kol kas neaptinkama (žr. 2 priedą, 3.5 pav.).

3.2. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos pokyčiai

Gruntinio ir tarp sluoksninio vandens cheminės sudėties formavimosi ir jo taršos pasiskirstymo mieste dėsningumai jau yra žinomi iš įvairių specialių tyrimų ir ilgalaikio požeminio vandens monitoringo rezultatų [2-6, 15]. Alytuje, kaip ir kiekviename panašaus dydžio Lietuvos mieste, gruntinis vanduo yra gerokai užterštas, o įvairiose miesto dalyse

taršos pobūdis ir intensyvumas gerokai skirtingi. Pvz., senojoje miesto dalyje akivaizdžiai pastebimi komunalinės-buitinės taršos požymiai. Be to, čia išsidėstęs ir pagrindinis požeminio vandens taršos židinytis mieste – buvusi naftos bazė ir nuo jos miesto centro link nutįsęs naftos produktų šleifas. Buitinio pobūdžio tarša būdinga ir miesto pakraščiuose esantiems individualių namų kvartalamis. Su miesto pramone sietinos integruotos gruntinio vandens taršos anomalijos daugiausiai formuojasi ties šiauriniu ir pietiniu pramoniniais rajonais (žr. 2.1 pav.).

Dėl mažo hidrocheminių procesų greičio požemyje vandens cheminės sudėties anomalijų pokyčiai nėra staigūs ir dideli. Visgi ilgalaikio monitoringo metu vienur pastebėti tam tikri požemio savivalos reiškiniai, kitur – kiek didėjantis užterštumas. Tai susiję ne vien su realiais pokyčiais, bet ir su didėjančiu atliekamų tyrimų detalumu, naujai ištirtų teritorijų plotais, plečiantis ūkio subjektų monitoringo tinklui mieste, t.y. vis gausėjančia informacija apie gruntinio vandens būklę mieste. Iš įvykusių teigiamų pokyčių pažymėtinas pastaraisiais metais pamažėjęs taršos aromatiniais ir daugiacykliais aromatiniais angliavandeniliais mastas Alytaus naftos bazės poveikio zonoje [4-6], nors, kaip pamatysime, jis dar yra pakankamai didelis.

Kaip ir ankstesniuose darbuose, analizuodami ataskaitinio laikotarpio hidrocheminių tyrimų duomenis, pirmiausia juos palyginsime su geriamojo vandens higienos normos HN 24:2003 reikalavimais [13]. Šis palyginimas gana sąlyginis, nes daugelis stebimųjų monitoringo taškų yra labiausiai užterštoje centrinėje miesto dalyje, kurioje gruntinis vanduo gėrimui nevarojamas (žr. 2.1 pav.). Todėl šiuos duomenis tikslinga palyginti ir su Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimais [8].

Vandens kokybės rodikliai savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklo taškuose apibendrintai parodyti 3.1 lentelėje. Joje Žemaitijos-Dainavos sluoksnio vandenį charakterizuoja bandiniai, paimti iš gręž. 23s, 25s. Visi kiti bandiniai (išskyrus 3 paviršinio vandens postus p1, p2, p3) iš esmės apibūdina gruntinį vandenį; jam čia sąlyginai priskirtas ir Medininkų-Žemaitijos sluoksnio požeminis vanduo. Pastarąjį vandeningąjį horizontą ties 28s gręžiniu tik sąlyginai galima laikyti tarp sluoksniniu, nes čia jį nuo gruntinio skiria labai mažas silpnai laidžių vandeniui nuogulų sluoksnelis. Dėl to šioje vietoje jų vandens cheminė sudėtis yra beveik identiška [2, 3].

Lentelėje 3.1 matome, kad pagal daugelį rodiklių 2012-2015 m. ištirtas gruntinis vanduo atitiko geriamojo vandens normas. Tik atskiruose taškuose DLK viršijo vandens pH rodiklio, organinės medžiagos pagal permanganato indeksą PI, azoto junginių (nitrātų, amonio), o taip pat bendrosios geležies, mangano, chromo, švino, įvairių toksinių angliavandenių koncentracijos (anksčiau kai kuriuose taškuose retsykliais pasitaikydavo ir DLK viršijančių chloridų, sulfatų verčių).

Čia gruntiniame vandenyje visuomet buvo aptinkama gana daug nitrātų. Vis dėlto pastebėta, kad per visą stebėjimų laikotarpį, nors ir gana smarkiai svyruodama, šio komponento vidutinė koncentracija monitoringo tinklo taškuose po truputį mažėjo [2-6]. Tai matome iš vidurkinių ir medianinių NO_3^- reikšmių, kurios 2003 m. maksimaliai siekė 101,7 ir 80,6 mg/l, o pvz., per 2008-2011 m. laikotarpį vidutiniškai sudarė jau tik 67,1 mg/l ir 57,9 mg/l [3]. Vėlesniu 2012-2015 m. periodu nitrātų kiekis vandenyje svyravo nuo 1,4 iki 204 mg/l, jų reikšmių vidurkis siekė 47,3 mg/l, o mediana – 43,7 mg/l (žr. 3.1 lentelę). Tad pavyzdžiui, 2015 m., panašiai kaip ir 2013-2014 m., geriamojo vandens DLK (50 mg/l) viršijo tik 15 iš 43, t.y. apie 35% visų ištirtų gruntinio vandens mėginių. Pastaraisiais metais tik keletas iš šių reikšmių būna didesnės už Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimuose [8] nurodytą leistiną 100 mg/l ribą. Mažėjimo tendenciją turi ir absoliučiai didžiausios nitrātų vertės. Pvz., 2012-

2015 m. maksimali nitrato vertė šulinyje sc134 – 204,0 mg/l, o anksčiau yra buvę ir žymiai didesnių verčių, 2001-2002 m. pasiekusių net 347-359 mg/l [3].

3.1 lentelė. Gruntinio ir tarpsluoksninio vandens cheminė sudėtis savivaldybės monitoringo tinklo taškuose 2012-2015 m.

Rodiklis	DLK pagal HN24:2003	DLK pagal ¹⁾	Gruntinis sluoksnis			agl. Ižm-dn sluoksnis, nuo-iki/vid.
			nuo-iki	vidurkis	mediana	
BM, mg/l	-	-	355-957	576	519	355-574/459
SEL, μS/cm	2500	-	407-1606	918	844	638-974/794
BK, mg-ekv/l	-	-	4,56-16,43	9,5	8,9	5,56-10,91/7,74
pH	6,5-9,5	-	5,24 -8,63	7,46	7,45	7,01-8,01/7,37
Eh, mV	-	-	-44÷564	170	180	-66÷164/25
Temperatūra, °C	-	-	7,7-17,4	10,6	10,3	9,1-11,6/10,2
PI, mg/IO ₂	5,0	-	0,5- 29,8	3,09	1,45	0,58- 6,4 /2,39
ChDS, mg/IO ₂	-	-	<4-56	6,6	4,0	<4-6/4,6
Cl, mg/l	250	500	9,9-222,6	60,3	42,8	31,8-158,3/84,5
SO ₄ , mg/l	250	1000	0,37-113,5	34,7	27,6	4,1-31,9/13,9
HCO ₃ , mg/l	-	-	213-736	404	383	148-469/348
NO ₂ , mg/l	0,50	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
NO ₃ , mg/l	50	100	1,4- 204,0	47,3	43,7	1,28-15,9/5,1
Na, mg/l	200	-	5,1-110,0	39,7	30,9	17,4-48,9/32,8
K, mg/l	-	-	2,4-46,5	12,4	10,1	1,8-22,8/5,5
Ca, mg/l	-	-	74,1-265,0	150,0	139,0	88,3-166,3/117,9
Mg, mg/l	-	-	10,5-46,0	24,3	23,6	4,0-32,3/22,6
Fe bendra, mg/l	0,2	-	0,016- 10,62	1,71	0,185	2,39-10,85/3,90
NH ₄ , mg/l	0,50	-	<0,02- 14,35	0,41	0,02	<0,02- 0,693 /0,18
Mn, mg/l	0,050	-	<0,004- 1,30	0,149	0,065	0,071-0,58/0,204
Cr, μg/l	50	100	<1- 190	27	-	<1-5
Cd, μg/l	5,0	6,0	<0,3	<0,3	-	<0,3
Ni, μg/l	20	100	<2-4	<2	-	<2- 20
Pb, μg/l	25	75	<1- 39	5	-	<1- 26
Cu, mg/l	2,0	2,0	<0,001-0,035	0,10	-	<0,001-0,22
Se, μg/l	10	100	<1-<2	<1	-	<1
Hg, μg/l	1,0	1,0	0,043-0,30	0,10	-	-
DAA*, μg/l	0,10	2,26	<0,09- 3,933	-	-	<0,09
Benz(a)pirenas, μg/l	0,010	1,0	<0,02- 2,77	-	-	<0,02
Benzenas, μg/l	1,0	50	<2,0- 12767	-	-	<2,0
Fenoliai, mg/l	-	2,0	<0,05-1,25	0,166	0,05	<0,05-0,09

Pastabos ir sutrumpinimai:

¹⁾ ribinė vertė požeminiame vandenyje pagal Cheminės medžiagos užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimų 3 priedą, II, III, IV jautrių taršai teritorijų grupėms [8];

BM – bendroji mineralizacija; SEL – savitasis elektros laidis; BK – bendrasis kietumas; PI – permanganato indeksas; ChDS – cheminis deguonies suvartojimas; DAA* – daugiacykliai aromatiniai angliavandeniliai (benzo-b-fluoranteno, benzo-k-fluoranteno, benzo-ghi-perileno, indeno-1,2,3-cd-pireno verčių suma); paryškinta – rodiklių vertės, kurios viršija DLK pagal HN 24:2003.

Didžiausios amonio, organinės medžiagos (pagal permanganato indeksą bei cheminį deguonies suvartojimą ChDS) vertės yra būdingos taršos naftos produktais arealui (ypač grėž. 2s, 17s). Šių grėžinių vandenyje nagrinėjamu laikotarpiu amonio koncentracija siekė iki 1,6-14,4 mg/l, PI rodiklis – iki 4,1-29,8 mg/IO₂, CHDS – 9-56 mg/IO₂. Nemažos šių rodiklių reikšmės nustatytos ir kai kuriuose monitoringo taškuose, esančiuose kitose miesto dalyse (žr. 3 priedą).

Pavieniais atvejais Lietuvos higienos normoje HN 24:2003 nustatytą DLK geriamajam vandeniui viršija ir kai kurių toksinių mikrokomponentų (Cr, Pb) koncentracijos gruntiniame vandenyje. Didžiausi visame monitoringo tinkle chromo kiekiai nuolat aptinkami šuliniuose sc73 (ir sc73a), kurie patenka į iš anksčiau žinomą gruntinio vandens taršos sunkiaisiais metalais (Ni, Cd, Cr) plotą ties pietiniu pramonės rajonu, siejamą su buvusia Alytaus mašinų gamyklos veikla [2, 3, 14]. Daugiamečiai mikroelementų koncentracijų pokyčiai minėtų šulinių vandenyje parodyti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Chromo ir švino koncentracijos šulinio sc73 (sc73a) vandenyje

Data	Mikroelementų koncentracijos, µg/l	
	Chromas, Cr	Švinas, Pb
1999.02.24	78	4,4
1999.09.07	0,5	1
2001.09.25	-	11
2002.08.29	98	3
2003.08.27	53,2	9,5
2004.06.23	41	1
2004.10.15	74	2
2005.04.20	204	1
2005.09.01	4	16
2006.05.24	7	5
2006.09.12	9	1
2007.05.09	102	2
2007.10.29	27	7
2008.09.04	26	<1
2009.05.06	110	<1
2009.09.08	247	<1
2010.09.30	43	3
2011.04.27	27	3
2012.09.10	48	1
2013.06.11	40	<1
2013.10.24	41	5
2014.05.06	41	<1
2014.09.15	70	3
2015.05.11	190	39
2015.09.28	79	<1

Kaip matome lentelėje, apskritai per 2012-2015 metus čia chromo koncentracijos svyravo apie 40-190 µg/l, o švino – < 1-39 µg/l. Taigi chromo koncentracija šiame taške dažnai būdavo didesnė už DLK. Švino kiekiai šiaipjau didesni už foninius, tačiau DLK viršijo tik vienintelė 2015 m. nustatyta vertė (39 µg/l). Kitų toksinių mikroelementų (kadmio, nikelio, vario, seleno, gyvsidabrio) kiekiai atitinka higienos normos reikalavimus geriamajam vandeniui (žr. 4, 9 priedus, 3.1 lentelę). Pačioje AB Mašinų gamyklos “Astra” teritorijoje mikroelementų koncentracijos jau yra šiek tiek sumažėjusios. Požeminio vandens monitoringo duomenimis, šio ūkio subjekto teritorijoje 2015 m. atskiruose stebėjimo taškuose gruntiniame vandenyje chromo kiekiai siekė nuo <1 iki 150 µg/l, nikelio – < 2-3 µg/l [14].

Vandens kokybės kitimą laike padeda analizuoti specialūs grafikai, sudaryti tipingose miesto vietose anksčiau parinktiems tipingiems monitoringo taškams [3]. Pvz., 3.6 pav. 2 lapuose parodyti grafikai, charakterizuojantys gruntinio (šulinys s25, o nuo 2007 m. – s25a) ir Medininkų-Žemaitijos sluoksnių (gręžiniai 16s, 28s) vandenį. Šie

taškai yra beveik miesto centre, naftos dėmės periferijoje (žr. 2.1 pav.). Tarp sluoksnių vanduo čia silpnai izoliuotas nuo gruntinio vandens, tad abiejų sluoksnių vandens kokybė yra panaši ir turinti nemažą antropogeninės taršos požymių, apie kuriuose galima spręsti iš padidėjusių organinės medžiagos (pagal PI ir ChDS), azoto junginių (nitrato, amonio), o taip pat chloridų, sulfatų ir kt. komponentų koncentracijų. Požeminio vandens kokybė atskirais laikotarpiais pasižymėjo tam tikrais pokyčiais, kurių ryškėjančios tendencijos buvo apibūdintos dar ankstesniuose darbuose [3]. Kai kurios iš šių tendencijų išliko, o kitos pakeitė savo pobūdį (žr. 3.6 pav. 1, 2 lapus).

Pvz., gruntiniam vandeniui čia būdingi didesni cheminių komponentų pokyčiai ir „šuoliai“. Grafikuose matome akivaizdžiai augančias tik jo bendrojo kietumo bei pH rodiklio vertes. Anksčiau laipsniškai didėjusios bendrosios mineralizacijos, chloridų, hidrokarbonatų vertės pastaruoju metu stabilizuojasi. Vanduo tebe pasižymi mažėjančiomis laike sulfatų, nitrato koncentracijomis. Gilesniojo sluoksnio vandenyje daugelis šių tendencijų ganėtinai supanašėja, tik ne tokios ryškios, o atskirais atvejais (pvz., bendrojo kietumo) – netgi priešingos (žr. 3.6 pav. 1, 2 lapus).

Minėtuose monitoringo taškuose per nagrinėjamą laikotarpį ištirtos mikroelementų vertės iš esmės atitiko geriamojo vandens standartus, nors retsykiais ir viršydavo gamtinį foną. Kaip žinoma, praityje čia būta ir gerokai didesnių už fonines švino, nikelio, chromo verčių [2, 3].

3.7 paveiksle 2-se lapuose parodytas plataus makrokomponentų spektro (bendrojo kietumo, bendrosios mineralizacijos, chloridų, sulfatų, hidrokarbonatų, PI, ChDS, nitrato, pH, amonio) kitimas kituose monitoringo taškuose – šuliniuose sc90 (nuo 2010 m. – sc90a), sc134, sc170 (sc170a), sc182, sc232 (3.7 pav.). Šių grafikų sudarymui jau anksčiau parinkti būdingi savivaldybės monitoringo taškai, iš esmės galintys charakterizuoti visą jo tinklą [3].

Kaip matome 3.7 pav., nagrinėjamų rodiklių verčių pokyčiai per stebėjimų laikotarpį buvo nevienareikšmiai ir gana dideli. Tai gali būti susiję ne tik su taršos intensyvumo pasikeitimais, bet ir sezonine kai kurių komponentų koncentracijų kaita, kurią lemia vandens kiekio (lygio) gruntiniame horizonte svyravimai. Ryškėjančios atskirais laikotarpiais požeminio vandens kokybės pokyčių tendencijos buvo apibūdintos ankstesniuose darbuose [3]. Daugelis anksčiau pastebėtų dėsningumų ir tendencijų išliko ir 2012-2015 m. Minėtų grafikų visuma rodo tam tikrą vandens bendrosios mineralizacijos, sulfatų, nitrato, dalinai – bendrojo kietumo verčių mažėjimą bei pH rodiklio didėjimą. Kol kas nelabai pastebimas ir organinės medžiagos pagal PI, ChDS kiekių sumažėjimas (žr. 3.7 pav., 1-2 lapai). Šias ir kitas tendencijas ateityje dar labiau išryškins monitoringo tąsa.

3.3 lentelėje parodytos apibendrintos kai kurių gruntinio vandens kokybės rodiklių vertės įvairiais stebėjimų laikotarpiais tam tikrose monitoringo taškų grupėse, charakterizuojančiose įvairius miesto gyvenamuosius rajonus – individualių namų kvartalus, kuriuose gyventojai dar vartoja gruntinį vandenį. Kaip matome 2.1 pav., šuliniai sc134, sc144 ir sc146 apibūdina centrinę, šul. sc182, sc185, sc190 – vakarinę, o sc21, sc39 ir sc232 – rytinę miesto dalis. Lentelėje pateikti duomenys leidžia pamatyti tam tikrus vandens kokybės pokyčius, kurie, kaip ir anksčiau, nėra vienareikšmiai. Visgi daugeliu atvejų, lyginant vidurkines arba medianines reikšmes, pastebimos tokių taršos rodiklių, kaip nitratai, sulfatai, vyraujančios mažėjimo tendencijos. Vidutinės nitrato koncentracijos beveik visais nagrinėjamais periodais viršijo HN 24:2003 leistiną ribą (50 mg/l). Dar sudėtingiau keičiasi organinės medžiagos (pagal PI), chloridų koncentracija. Kai kurių rodiklių vidutinių verčių pokyčiai akivaizdžiai matomi ir sudarytose specialiose diagramose (žr. 3.10 pav.).

3.3 lentelė. Kai kurių gruntinio vandens kokybės rodiklių pokyčiai įvairiuose miesto gyvenamuosiuose rajonuose

Monitoringo taškų grupė	Stebėjimų periodas	Reikšmė	Vandens kokybės rodiklių vertės				
			Cl, mg/l	BK, mg-ekv/l	PI, mg/IO ₂	SO ₄ , mg/l	NO ₃ , mg/l
<i>(centrinė miesto dalis)</i>	1998-2000 m.	minimali	48.00	6.40	0.80	31.30	17.00
		maksimali	94.00	17.09	36.00	166.00	389.72
		vidurkis	67.98	12.01	7.92	103.68	188.63
		mediana	60.60	11.22	1.92	89.66	161.79
	2001-2003 m.	minimali	27.10	7.34	1.57	31.70	66.40
		maksimali	104.00	14.20	4.80	121.00	359.00
		vidurkis	62.86	10.58	2.62	71.62	193.32
		mediana	52.40	10.19	2.51	57.40	151.00
	2004-2007 m.	minimali	12.60	5.14	0.96	14.48	23.89
		maksimali	104.00	12.27	13.00	115.00	274.00
		vidurkis	46.08	8.18	3.27	55.05	115.90
		mediana	32.28	7.58	2.80	46.47	103.63
	2008-2011 m.	minimali	8.96	5.04	0.50	12.00	13.37
		maksimali	104.00	11.61	8.44	80.60	222.85
		vidurkis	55.74	8.22	2.91	46.63	105.88
		mediana	67.84	8.14	2.25	39.09	65.24
	2012-2015 m.	minimali	18,86	4,56	1,16	16,07	20,95
		maksimali	88,36	14,47	5,11	104,20	203,98
		vidurkis	49,22	9,52	2,31	40,31	81,56
		mediana	50,92	9,19	2,04	36,93	69,44
<i>(vakarinė miesto dalis)</i>	1998-2000 m.	minimali	18.80	6.20	0.86	32.70	0.00
		maksimali	270.00	13.69	35.20	197.00	73.07
		vidurkis	49.17	8.45	4.75	64.80	35.58
		mediana	29.10	7.84	2.00	53.12	32.91
	2001-2003 m.	minimali	6.73	4.50	1.25	7.80	6.06
		maksimali	72.30	12.00	6.77	62.40	203.00
		vidurkis	37.01	8.70	3.09	43.50	84.77
		mediana	26.50	7.80	3.20	42.60	71.70
	2004-2007 m.	minimali	8.99	4.47	0.74	27.25	5.03
		maksimali	91.20	14.20	16.00	67.90	269.00
		vidurkis	34.93	9.09	5.07	42.27	84.98
		mediana	18.90	9.20	3.83	35.67	57.45
	2008-2011 m.	minimali	5.77	3.08	0.87	12.71	5.95
		maksimali	75.34	11.48	11.90	67.30	204.60
		vidurkis	37.18	7.95	4.63	44.17	75.08
		mediana	33.53	8.72	3.71	46.55	57.79
	2012-2015 m.	minimali	10,71	5,76	0,5	16,65	1,86
		maksimali	131,6	11,43	3,49	51,43	113,86
		vidurkis	41,65	8,74	1,74	37,79	43,86
		mediana	29,75	8,38	1,45	41,14	37,88
<i>(rytinė miesto dalis)</i>	1998-2000 m.	minimali	20.90	6.79	0.16	22.50	27.33
		maksimali	78.78	10.30	7.52	109.00	126.22
		vidurkis	43.48	8.27	1.80	58.91	57.47
		mediana	41.45	8.09	1.52	61.15	45.32
	2001-2003 m.	minimali	11.00	7.39	1.10	22.80	30.20
		maksimali	56.70	9.79	3.52	129.00	190.00
		vidurkis	34.91	8.42	2.12	63.65	81.55
		mediana	43.20	7.99	2.20	53.70	79.70

3.3 lentelės tęsinys

	2004-2007 m.	minimali	8.34	6.33	0.50	19.90	28.70
		maksimali	38.44	10.50	4.23	84.50	117.00
		vidurkis	23.68	8.04	2.14	40.78	72.84
		mediana	24.64	7.99	2.23	39.25	80.60
	2008-2011 m.	minimali	10.37	6.35	0.86	19.05	28.58
		maksimali	49.00	10.03	4.36	71.09	101.55
		vidurkis	28.69	7.89	2.01	36.85	68.99
		mediana	27.55	7.81	1.45	33.58	70.97
	2012-2015 m.	minimali	13,32	5,95	0,87	3,42	3,13
		maksimali	41,0	10,01	5,24	37,1	71,88
		vidurkis	22,87	8,00	2,03	28,47	52,95
		mediana	23,35	8,02	1,45	29,38	57,26

Simboliai: BK – bendrasis kietumas; PI – permanganato indeksas.

Paviršinio vandens kokybė Alytuje anksčiau buvo tiriama tik Mažosios Dailidės ežere (monitoringo taškas p1). Jau minėjome, kad kurį laiką ežeras buvo papildomas geriamuoju vandeniu iš miesto vandentiekio tinklų [3]. Nuo 2012 m. pagal naująją monitoringo programą [7] papildomai pradėti Didžiosios Dailidės ežero (monitoringo postas p2) bei Dalidės ežerėlio (p3) vandens kokybės stebėjimai. Pagrindinių tiriamųjų rodiklių spektras bei tyrimų rezultatai parodyti 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Kai kurių paviršinio vandens kokybės rodiklių vertės 2012-2015 m.

Rodikliai	Rodiklių vertės paviršinio vandens postuose, nuo-iki/vidutinės (1eilutėje – 2012 m., 2 – 2013 m., 3 – 2014 m., 4 – 2015 m.)		
	p1 Mažosios Dailidės ež.	p2 Didžiosios Dailidės ež.	p3 Dailidės ež.
Temperatūra, °C	6,0-19,1 8,0-23,2 1,7-17,8 1,0-25,2	5,6-18,4 9,1-24,0 1,4-17,9 0,8-24,4	6,3-20,2 8,1-20,7 1,4-18,6 1,0-24,8
SEL, µS/cm	248-434/370 229-485/407 117-505/390 480-614/546	569-589/579 631-808/730 105-716/560 625-750/676	350-399/375 275-459/391 353-513/440 300-564/430
pH	7,7-8,25/7,9 7,2-8,05/7,7 7,7-8,49/7,9 7,08-8,34/7,8	7,55-8,09/7,8 7,85-8,21/7,7 7,52-8,04/7,7 7,74-8,05/7,9	7,33-8,96/8,1 7,13-7,93/7,6 8,02-8,18/8,1 8,15-9,28/8,5
Eh, mV	146÷289/218 75÷217/170 140-244/180 181-228/200	165÷284/225 15÷233/172 135-283/200 134-232/185	182÷228/205 95÷246/202 188-294/220 196-254/217
PI, mg/IO ₂	4,65-7,56/6,1 2,15-8,73/5,9 5,53-8,73/6,9 4,96-7,27/6,5	5,24-6,69/6,0 2,8-12,8/6,7 7,07-10,7/6,5 4,36-8,15/6,0	7,85-8,44/8,1 1,85-13,6/8,7 3,78-9,31/6,8 5,26-12,2/9,4
ChDS, mg/IO ₂	22-31/26,5 9-18/14 13-25/19 13-26,5/20,2	7-32/19,5 11-18/15,5 13-28/20,5 10-26/18,3	33-39/36 9-33/22 14-38/23 17-31/25
BDS ₇ , mg/IO ₂	15-20/17,5 7-13/10 9-18/12,8 7-18/12	6-21/13,5 6-14/10,5 7-16/13,3 7-16/11,5	19-20/19,5 6-21/14 8-24/14 11-20/14,8

3.4 lentelės tęsinys

NO ₂ , mg/l	<0,05 <0,2 <0,2 <0,2	<0,05 <0,2 <0,2 <0,2	<0,05 <0,2 <0,2 <0,2
NO ₃ , mg/l	<0,5-0,775 <1,0 <1,0-1,88 <1,0-1,08	<0,5-1,32 <1,0 <1,0 <1,0	<0,5 <1,0 <1,0 <1,0
NH ₄ , mg/l	0,234-0,257 <0,02-0,395 <0,02-0,231 <0,02	<0,05 <0,02-1,149/0,66 <0,02-0,024 <0,02	<0,05-0,279 <0,02-1,921/0,53 <0,02-0,269 <0,02
Azotas (N) bendras, mg/l	0,46-1,18/0,79 0,08-1,1/0,47 0,104-0,86/0,61 0,8-1,8/1,25	0,41-1,38/0,90 0,18-1,4/0,73 0,11-0,74/0,44 1,0-1,2/1,1	0,39-1,01/0,70 0,12-1,8/0,64 0,12-0,88/0,56 0,9-1,4/1,13
Fosforas (P) bendras, mg/l	0,021-0,095/0,058 0,026-0,638/0,19 0,036-0,647/0,20 0,035-0,073/0,050	0,027-0,094/0,061 0,025-0,263/0,091 0,031-0,074/0,049 0,031-0,047/0,042	0,025-0,081/0,053 0,022-1,046/0,289 0,034-0,076/0,051 0,034-0,049/0,043
Fosfatas (PO ₄), mg/l	0,021-0,09/0,056 0,018-0,629/0,18 0,029-0,612/0,17 0,031-0,059/0,042	0,025-0,091/0,058 0,021-0,251/0,086 0,030-0,046/0,037 0,029-0,041/0,037	0,025-0,074/0,050 0,021-0,998/0,274 0,031-0,051/0,042 0,027-0,039/0,035
Ištirpęs deguonis (O ₂), mg/l	5,6-6,0/5,8 5,1-6,0/5,7 4,8-6,1/5,4 4,5-6,4/5,8	5,0-6,8/5,9 5,3-6,5/6,0 4,6-6,2/5,5 5,0-5,8/5,6	6,0-7,0/6,5 6,0-7,0/6,4 4,3-6,0/5,1 5,0-6,4/5,8

Mažosios Dailidės ežero vanduo, 2015 m. duomenimis, yra 320-349 mg/l bendrosios mineralizacijos, kuri, lyginant su ankstesniais metais, jau šiek tiek padidėjusi, kalcio hidrokarbonatinės chloridinės sudėties. Vandens bendrasis kietumas – 3,6-5,6 mg-ekv/l, jame nemažai ištirpusios organinės medžiagos (PI – 5,0-7,3 mg/lO₂), tačiau palyginus nedaug azoto grupės junginių: nitritų, amonio <0,2 mg/l, nitratų – apie 1 mg/l (žr. 3, 9 priedus).

Pilna vandens makrokomponentinės sudėties analizė 2014 m. papildomai buvo atlikta ir kituose dviejuose ežerėliuose [6]. Ji parodė, kad visų jų vandens cheminė sudėtis gana artima, tik Didžiosios Dailidės ežero vandenyje daugiau chlorido (132,8 mg/l) ir natrio, tad ir jo bendroji mineralizacija siekia 416 mg/l, kai Dalidės ežerėlio – 309 mg/l. Kaip ir Mažojoje Dailidėje, kituose 2 ežeruose taipogi užfiksuota padidėjusi organinės medžiagos (pagal PI, ChDS, BDS) koncentracija. Tikėtina, kad tai gali būti susiję su tam tikra tarša, patenkančia iš gretimų gyvenamųjų rajonų (žr. 2.1 pav.).

Vadovaujantis galiojančia paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika [16], šių vandens telkinių, priskiriant juos ežerams arba tvenkiniams ir karjerams, ekologinė būklė pagal bendrąjį azotą, vertinant pagal visų 2012-2015 m. tyrimų duomenų metinius vidurkius, yra labai gera ($N_b < 1,30$ mg/l). Taip pat ją galima apibūdinti ir pagal daugelį šiuo periodu užfiksuotų faktinių stebėjimų rezultatų, išskyrus pavienius bandinius, kuomet azoto kiekis ežeruose viršydavo šią ribą ir siekė iki 1,8 mg/l (žr. 3.4 lentelę), taigi vandens telkiniai praktiškai atitiko geros būklės kriterijus ($N_b - 1,30-1,80$ mg/l).

Tuo metu pagal bendrąjį fosforą ši būklė būna ganėtinai įvairi: pagal atskiras reikšmes ji tai labai gera ($P_b < 0,04$ mg/l), tai gera ($P_b - 0,040-0,060$ mg/l), vidutinė ($P_b - 0,061-0,090$ mg/l), bloga ($P_b - 0,091-0,140$ mg/l) ar net labai bloga ($P_b > 0,140$ mg/l). Pagal

bendrojo fosforo reikšmių metinius vidurkius Mažosios Dailidės ež. būklę 2012 m. galima apibūdinti kaip gerą, 2013 ir 2014 m. – labai blogą ir 2015 m. – vėl gerą. Analogiškai Didžiosios Dailidės ež. būklė 2012 m. buvo vidutinė, 2013 m. – bloga, 2014 ir 2015 m. – gera. Tuo metu Dailidės ežerėlio būklė tik 2013 m. buvo labai bloga, o 2012, 2014 ir 2015 m. – gera.

Tačiau atidžiau pažiūrėję į visų tyrimų rezultatus, pamatysime, kad didžiausi bendrojo fosforo kiekiai dažniausiai nustatomi tik pavasarinio mėginių ėmimo metu, vėliau P_b koncentracijos gerokai sumažėja (žr. 3.4 lentelę, 9 priedą). Pvz., 2014 m. Mažosios Dailidės ež. vandenyje pavasarį (kovo mėn.) fosforo kiekis siekė 0,647 mg/l, taigi vandens telkinys buvo labai blogos būklės. Tuo metu visais kitais periodais P_b koncentracijos neviršijo 0,036-0,049 mg/l, taigi šiuo atžvilgiu vandens telkinio būklė atitiko geros arba labai geros būklės reikalavimus [6].

Žemaitijos-Dainavos vandeningojo sluoksnio požeminio vandens cheminė kokybė stebima gręžiniuose 23s ir 25s, kurie patenka į taršos naftos produktais arealą (žr. 2.1, 3.1 pav.). Nustatyta, jog minėta tarša daro tam tikrą įtaką ir šiam gana giliai slūgsančiam vandeningajam sluoksniui.

Gręžinių 23s ir 25s vandens apibendrintą makrokomponentinę sudėtį, remiantis 2012-2015 m. duomenimis, galima išreikšti tokiomis formulėmis (ekv/%):

Gręž. 23s: $M_{0,36-0,40} \frac{HCO_3\ 77-80\ Cl\ 17-19\ SO_4\ 2-3}{Ca\ 62-66\ Mg\ 21-23\ Na\ 11-15}$

Gręž. 25s: $M_{0,49-0,57} \frac{HCO_3\ 39-67\ Cl\ 28-51\ SO_4\ 4-8}{Ca\ 61-65\ Mg\ 4-23\ Na\ 14-26}$

Gręž. 23s vanduo yra palyginus mažai pakitusios kalcio hidrokarbonatinės sudėties. Tuo tarpu gręž. 25s vandens sudėtis dėl mineralizuoto vandens prietakos iš netoliese esančio jo iškrovos židinio [2, 3] būna žymiai įvairesnė. Tai labiau pastebima, analizuojant daugiamečius (ypač ankstesnio periodo) duomenis

Žemaitijos-Dainavos sluoksnio požeminis vanduo jau seniai čia pasižymi ir padidinta bendrosios geležies, mangano, kai kurių kitų mikrokomponentų koncentracija. Pvz., abiejuose gręžiniuose anksčiau būdavo aptinkami randami didoki, neretai viršijantys DLK geriamajame vandenyje, švino, o gręžinyje 25s – dar ir nikelio kiekiai. Ataskaitiniu 2012-2015 m. laikotarpiu šiuose gręžiniuose geležies koncentracija siekė 2,39-10,85 mg/l (vidutiniškai apie 3,9 mg/l), mangano – 0,071-0,58 mg/l (vid. 0,2 mg/l). Švino kiekiai svyravo tarp <1-26 μ g/l, nikelio – <2-20 μ g/l, tuo metu kitų ištirtųjų toksinių mikroelementų koncentracijos buvo nedidelės ir neviršijo foninių reikšmių (žr. 3.1 lentelę, 4, 9 priedus).

Gręžiniuose 26s, 27s, išgręžtuose tarp buvusios naftos bazės ir Vidzgirio vandenvietės, kuriuose monitoringą atlieka UAB “Dzūkijos vandenys”, galima stebėti požeminio vandens, tekančio iš miesto pusės link Vidzgirio vandenvietės, kokybę. Priminsime, kad gręž. 26s įrengtas į Žemaitijos-Dainavos, o gręž. 27s – į gruntinį vandeninguosius sluoksnius (žr. 2.1, 3.1 pav.). Remiantis paskutiniųjų metų duomenimis, papildėme savo anksčiau sudarytus įvairių cheminių rodiklių kitimo minėtuose gręžiniuose grafikus (žr. 3.8, 3.9 pav.). Sukaupiti duomenys rodo, jog tiek Žemaitijos-Dainavos, tiek ir gruntinio sluoksnio vanduo šiame rajone ganėtinai švarus. Pvz., gruntiniame sluoksnyje (gręž. 27s) 2015 m. užfiksuoti palyginus nedideli organikos (PI – 1,45 mg/IO₂, ChDS – 7 mg/IO₂), nitratų (3,2 mg/l), amonio (<0,02 mg/l), chloridų (25,6 mg/l), sulfatų (32,7 mg/l) kiekiai; vandens bendroji mineralizacija – 372 mg/l. Tuo tarpu

Žemaitijos-Dainavos sluoksnio (gręž. 26s) vandens bendroji mineralizacija siekė 433 mg/l, chloridų kiekis – 75,8 mg/l, sulfatų – 9,8 mg/l, PI – 2,33 mg/IO₂, ChDS – 10 mg/IO₂, nitratų jame nerasta Kaip ir kitur Alytaus apylinkėse, šiame tarpsluoksniniame vandenyje nemažai gamtinės kilmės geležies (apie 2,4 mg/l) bei amonio (0,89 mg/l).

Minėtuose grafikuose matome, jog per visą stebėjimų laikotarpį (nuo 1996 m.) vandens kokybės rodiklių reikšmės gana stipriai “šokinėjo”. Tikėtina, kad kai kuriais atvejais tai gali būti susiję ir su nuolatine monitoringo vykdytojų kaita (tarplaboratoriniais tyrimų rezultatų neatitikimais, ne visada kokybiškai atliktais ar nepakankamos trukmės vandens išpumpavimais iš gręžinių ir pan.). Tikrosios vandens kokybės pokyčių tendencijos kol kas dar nelabai aiškios, kokių nors akivaizdesnių vandens kokybės prastėjimo požymių ligi šiol neišryškėjo (žr. 3.8, 3.9 pav.).

Vandenyje ištirpę naftos produktai, t.y. aromatiniai (AA) ir daugiacikliai aromatiniai (DAA) angliavandeniliai, o taip pat fenoliai jau daug metų tiriami tik minėtame taršos šiais produktais areale – monitoringo taškuose 2s, 10s, 14s, 17s, 23s, 25s, s25 (s25a), 28s, sc170 (sc170a) ir šalia jo ribų (sc120). Visi svarbiausi angliavandenilių tyrimų įvairiais laikotarpiais rezultatai, lyginant juos su 1999 m. pab. – 2000 m. (t.y. tuoj po UAB “Grotą” atliktų NP valymo darbų) duomenimis, pateikti 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. Vandenyje ištirpę angliavandeniliai

Tyrimų laiko- tarpis	Taš- ko Nr.	Koncentracija, µg/l					Anglia- vandenilių suma, mg/l
		Benzpire- nas	DAA*	DAA suma	Benzolas (benzenas)	Aromatinių angliavand. suma	
1	2	3	4	5	6	7	8
Gruntinis horizontas:							
1	2s	-	-	-	-	-	-
2		0,014	0,04	11,226	41100	115000	140
3		-	-	-	41500	116100	143
4		0,011	0,071	35,664	44700	117700	135
5		-	-	-	-	-	-
6		0,00	0,00	22,339	31200	105800	123,2
7		-	-	-	30500	80800	113,2
8		0,016	0,13	56,936	28300	86400	136,3
9		-	-	-	4550	24800	32,82
10		0,00	0,00	5,066	27500	68200	72,85
11		-	-	-	19439	38837	38,35
12		<0,002	0,006	6,215	11442	46415	51,65
13		-	-	-	26200	74900	80,8
14		<0,002	<0,026	1,84	17818	35752	-
15		0,103	<0,162	5,2	15723	38521	-
16		-	-	-	13301	58361	-
17		0,027	0,095	-	15527	56054	-
18		-	-	-	12015	54423	-
19		0,024	<0,032	2,83	25874	150206	-
20		-	-	-	12550	30899	-
21		0,327	0,67	284,8	10137	56053	-
22		-	-	-	12767	38856	-
23		0,563	1,289	1,852	7773	15862	-
24		-	-	-	749	6565	-
25		0,076	1,073	1,149	9158	18981	-
26		-	-	-	2510	7057	-
27		0,479	0,974	100,897	5739	13446	-

1	10s	0,001	0,0018	178,913	12490	67740	-
2		0,00	0,030	81,462	1680	49800	103
3		-	-	-	13800	76600	126
4		0,003	0,011	11,045	12800	62000	86,2
5		-	-	-	-	-	-
6		0,00	0,00	21,469	9390	56800	83,1
7		-	-	-	2290	37900	121,5
8		0,006	0,038	28,747	5440	36600	55,98
9		-	-	-	27000	84300	139,2
10		0,00	0,00	2,718	5800	21500	36,75
11		-	-	-	3302	72243	322,47
12		<0,002	0,019	4,813	3170	30841	136,25
13		-	-	-	-	-	-
14		<0,002	0,077	5,08	3013	15206	-
15		0,036	<0,097	6,08	2032	22777	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	1742	18438	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	1052	5757	-
21		-	-	-	1606	18080	-
22		-	-	-	1398	9636	-
23		0,728	1,316	2,044	623	1943	-
24		-	-	-	453	1748,1	-
25		0,123	1,615	1,738	750	2156	-
26		-	-	-	360	6354	-
27		2,77	3,933	189,09	742	34060	-
13	11s	-	-	-	85,3	2030	6,04
1	14s	-	-	-	-	-	-
2		0,00	0,00	0,240	7,49	7,49	0,05
3		-	-	-	0,00	0,00	0,00
4		0,00	0,00	0,056	4,97	4,97	<0,05
5		-	-	-	0,00	0,00	0,00
6		0,00	0,00	0,013	27,4	28,5	0,10
7		-	-	-	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,005	0,00	0,00	0,00
9		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06
10		0,00	0,00	0,549	<1,0	<1,0	<0,06
11		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,01
12		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	38,0	144,0	0,3
14		<0,002	<0,026	<0,1	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	<1,0	<1,0	-
17		<0,002	<0,026	-	50,3	263,5	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	<2,0	<2,0	-
20		-	-	-	<2,0	<2,0	-
21		-	-	-	<2,0	<2,0	-
22		-	-	-	<2,0	<2,0	-
23		-	-	-	<2,0	<2,0	-
24		-	-	-	<2,0	<2,0	-
25		<0,02	<0,09	<0,11	<2,0	<2,0	-
26		-	-	-	<2,0	<2,0	-
27		-	-	-	<2,0	<2,0	-
1	17s	0,0057	0,00886	77,795	1120	2522	-
2		0,010	0,035	19,675	2550	14300	38,3
3		-	-	-	2730	10700	16,6
4		0,00	0,00	12,915	3580	10700	16,4

5	17s	-	-	-	1100	6520	10,6	
6		0,00	0,00	11,926	1400	7090	12,5	
7		-	-	-	362	1400	2,33	
8		0,00	0,00	5,216	903	5520	10,23	
9		-	-	-	385	4060	9,82	
10		0,00	0,00	1,437	1130	3670	7,42	
11		-	-	-	426	2348	4,77	
12		<0,002	<0,026	-	434	3753	7,17	
13		-	-	-	1770	6930	9,25	
14		<0,002	<0,026	0,63	175	1911	-	
15		<0,002	<0,026	3,04	521	2796	-	
16		-	-	-	456	3883	-	
17		-	-	-	1062	4615	-	
18		-	-	-	317,1	2136,3	-	
19		-	-	-	-	-	-	
20		-	-	-	611	1572,2	-	
21		-	-	-	255	1670	-	
22		-	-	-	34	950,6	-	
23		0,036	0,178	0,214	82	691,8	-	
24		-	-	-	<2,0	28	-	
25		-	-	-	136	1190,4	-	
26		-	-	-	92	793,9	-	
27		-	-	-	59	632,9	-	
1		s25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2			0,012	0,053	0,276	0,00	0,00	0,00
3			-	-	-	-	-	-
4			0,00	0,00	0,025	0,00	0,00	0,00
5	-		-	-	-	-	-	
6	0,00		0,00	0,052	0,00	0,00	0,00	
7	-		-	-	-	-	-	
8	0,00		0,00	0,156	0,00	0,00	0,00	
9	-		-	-	-	-	-	
10	0,00		0,00	0,031	<1,0	<1,0	<0,06	
11	-		-	-	-	-	-	
12	<0,002		<0,026	-	<1,0	<1,0	<0,06	
14	s25a	<0,002	0,035	0,85	<1,0	<1,0	-	
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-	
16		-	-	-	-	-	-	
17		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	-	
18		-	-	-	-	-	-	
19		-	-	-	-	-	-	
20		-	-	-	-	-	-	
21		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
22		-	-	-	-	-	-	
23		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
24		-	-	-	-	-	-	
25		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
26		-	-	-	-	-	-	
27		<0,02	<0,09	<0,43	<2,0	<2,0	-	
1	sc120	-	-	-	0,00	0,00	0,00	
2		-	-	-	0,00	0,00	0,00	
3		-	-	-	-	-	-	
4		-	-	-	0,00	0,00	0,00	
5		-	-	-	-	-	-	
6		-	-	-	0,00	0,00	0,00	
7		-	-	-	-	-	-	
8		-	-	-	0,00	0,00	0,00	
9		-	-	-	-	-	-	
10		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06	

11	sc120	-	-	-	-	-	-
12		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	-	-	-
14		-	-	-	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	<1,0	<1,0	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-
21		-	-	-	-	-	-
22		-	-	-	-	-	-
23		-	-	-	<2,0	<2,0	-
24		-	-	-	-	-	-
25		-	-	-	<2,0	<2,0	-
26		-	-	-	-	-	-
27		-	-	-	<2,0	<2,0	-
1	sc170	-	-	-	0,00	6,47	<0,05
2		0,00	0,00	0,040	0,00	0,00	0,00
3		-	-	-	-	-	-
4		0,00	0,00	0,022	0,00	0,00	0,00
5		-	-	-	-	-	-
6		-	-	-	-	-	-
7		-	-	-	-	-	-
8		0,00	0,00	0,042	0,00	0,00	0,00
9		-	-	-	-	-	-
10		0,00	0,00	0,008	<1,0	<1,0	<0,06
11		-	-	-	-	-	-
12		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06
14	sc170a	<0,002	<0,026	<1,0	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-
21		-	-	-	<2,0	<2,0	-
22		-	-	-	-	-	-
23		-	-	-	<2,0	<2,0	-
24		-	-	-	-	-	-
25		-	-	-	<2,0	<2,0	-
26		-	-	-	-	-	-
27		<0,02	<0,09	<0,43	<2,0	<2,0	-
5	sc172	-	-	-	-	-	-
6		0,00	0,00	0,008	0,00	0,00	0,00
Medininkų - Žemaitijos horizontas:							
1	28s	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2		0,00	0,00	0,008	0,00	0,00	0,00
3		-	-	-	0,00	0,00	0,00
4		0,00	0,00	0,011	0,00	0,00	0,00
5		-	-	-	0,00	0,00	0,00
6		0,00	0,00	0,031	0,00	0,00	0,00
7		-	-	-	0,00	0,00	0,00
8		0,00	0,00	0,137	0,00	0,00	0,00
9		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06
10		0,00	0,00	0,003	<1,0	<1,0	<0,06
11		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,01
12		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06

14	28s	<0,002	<0,026	<0,1	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	<1,0	<1,0	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-
21		-	-	-	<2,0	<2,0	-
22		-	-	-	-	-	-
23		-	-	-	8,7	90,1	-
24		-	-	-	-	-	-
25	<0,02	<0,09	<0,11	<2,0	<2,0	-	
26	-	-	-	-	-	-	
27	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
Žemaitijos - Dainavos horizontas:							
1	23s	0,000	0,00	0,009	3,25	3,25	-
2		0,014	0,046	0,479	7,50	8,13	0,05
3		-	-	-	0,00	0,00	0,00
4		0,00	0,00	0,006	0,00	0,00	0,00
5		-	-	-	16,2	16,2	0,05
6		0,00	0,00	0,025	1,9	1,9	0,03
7		-	-	-	-	-	-
8		0,00	0,00	0,016	0,00	0,00	0,00
9		-	-	-	-	-	-
10		0,00	0,00	0,032	<1,0	<1,0	<0,06
11		-	-	-	-	-	-
12		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	-	-	-
14		<0,002	<0,026	<0,1	<1,0	<1,0	-
15		<0,002	<0,026	<0,123	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	<1,0	<1,0	-
18	-	-	-	-	-	-	
19	-	-	-	-	-	-	
20	-	-	-	-	-	-	
21	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
22	-	-	-	-	-	-	
23	<0,02	<0,09	<0,11	<2,0	<2,0	-	
24	-	-	-	-	-	-	
25	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
26	-	-	-	-	-	-	
27	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
1	25s	-	-	-	-	-	-
2		0,00	0,00	0,069	0,00	0,00	0,00
3		-	-	-	0,00	0,00	0,00
4		0,00	0,00	0,219	0,00	0,00	<0,05
5		-	-	-	0,00	0,00	0,00
6		0,00	0,00	0,148	0,00	17,7	<0,08
7		-	-	-	-	-	-
8		0,00	0,00	0,008	0,00	0,00	0,00
9		-	-	-	-	-	-
10		0,00	0,00	0,571	<1,0	<1,0	<0,06
11		-	-	-	-	-	-
12		<0,002	<0,026	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	<1,0	<1,0	-
14		<0,002	<0,026	<0,1	-	-	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	<1,0	<1,0	-

18	25s	-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-
21		-	-	-	<2,0	<2,0	-
22		-	-	-	-	-	-
23		-	-	-	<2,0	<2,0	-
24		-	-	-	-	-	-
25		-	-	-	<2,0	<2,0	-
26		-	-	-	-	-	-
27		<0,02	<0,09	<0,43	<2,0	<2,0	-

Pastabos:

a) DAA – daugiacykliai aromatiniai angliavandeniliai; b) *normuojama benzo-b-fluoranteno, benzo-k-fluoranteno, benzo-ghi-perileno, indeno-1,2,3-cd-pireno verčių suma (pagal HN 24:2003); c) 1-23 – tyrimų laikotarpiai: 1 – 1999 m. pab.-2000 m.; 2 – 2001 m.; 3 – 2002 m. balandis; 4 – 2002 m. rugpjūtis; 5 – 2003 m. gegužė; 6 – 2003 m. rugpjūtis; 7 – 2004 m. birželis; 8 – 2004 m. spalio; 9 – 2005 m. balandis; 10 – 2005 m. rugsėjis; 11 – 2006 m. gegužė; 12 – 2006 m. rugsėjis; 13 – 2007 m. gegužė; 14 – 2007 m. spalio; 15 – 2008 m. rugsėjis; 16 – 2009 m. gegužė; 17 – 2009 m. rugsėjis; 18 – 2010 m. gegužė; 19 – 2010 m. rugsėjis; 20 – 2011 m. balandis; 21 – 2012 m. rugsėjis; 22 – 2013 m. birželis; 23 – 2013 m. spalio; 24 – 2014 m. gegužė; 25 – 2014 m. rugsėjis; 26 – 2015 m. gegužė; 27 – 2015 m. rugsėjis.

Lentelėje visų pirma matome, kad daugiausiai gruntiniame vandenyje ištirpusių naftos produktų, kurių pagrindinę dalį sudaro aromatiniai angliavandeniliai (AA), yra buvusiame šios taršos epicentre – grėž. 2s, 10s, mažiau – grėž. 17s. Atlikti daugiamečiai stebėjimai parodė, jog angliavandenilių koncentracijos nėra pastovios ir turi tam tikrą mažėjimo laike tendenciją. Tai galime matyti ataskaitoje pateiktuose grafikuose, kuriuose parodytas tiek suminių aromatinių angliavandenilių verčių, tiek benzeno koncentracijų minėtuose trijuose grėžiniuose kitimas (3.11 pav.).

Pavyzdžiui, grėžinyje 2s AA koncentracija 2001 m. buvo 115000 µg/l, o vidutinė per 2004-2007 m. bei 2008-2011 m. laikotarpius – atitinkamai 57010 µg/l ir 51840 µg/l [3]. Tuo tarpu 2012-2015 m. ji svyravo tarp 6565-56053 µg/l. Apskaičiuotas AA koncentracijos vidurkis šiuo nagrinėjamu laikotarpiu sudarė apie 22403 µg/l.

Grėžinyje 10s AA reikšmės paprastai būna labiau išbarstytos, tad pokyčiai dar sudėtingesni, nei grėžinyje 2s (žr. 3.11 pav.). Per visą stebėjimų laikotarpį AA koncentracija šiame grėžinyje keitėsi nuo 67740-84300 iki 1748 µg/l. 2004-2007 m. laikotarpiu jos vidutinė vertė – apie 42660 µg/l, 2008-2011 m. – apie 15660 µg/l. Nagrinėjamu 2012-2015 m. periodu AA koncentracija siekė 1748-34060 µg/l ir vidutiniškai sudarė apie 10568 µg/l.

Panašios tendencijos būdingos ir grėžinio 17s vandeniui, kuriame maksimali AA koncentracija 2001 m. sudarė 14300 µg/l, o vidutinė 2008-2011 m. – apie 3000 µg/l. Tuo metu 2012-2015 m. ji keitėsi nuo 28 iki 1670 µg/l, vidutiniškai sudarydama apie 851 µg/l (žr. 3.5 lentelę, 3.11 pav.).

Toksiškojo benzeno kiekis grėžinyje 2s mažėjo nuo 41100 µg/l (2001 m.) iki 749-12767 µg/l (2012-2015 m.), pastaruoju laikotarpiu vidutiniškai sudarydamas apie 6976 µg/l. Grėžinyje 10s benzeno koncentracija atitinkamai keitėsi nuo 12490 µg/l (1999-2000 m.) iki 360-1606 µg/l (2012-2015 m.), o grėžinyje 17s – nuo 2550 µg/l (2001 m.) iki <2-255 µg/l (2012-2015 m.).

Kaip ir anksčiau, tolstant nuo taršos epicentro link naftos dėmės periferijos, NP koncentracija vandenyje tampa žymiai mažesnė. Visuose kituose 2012-2015 m. ištirtuose savivaldybės monitoringo taškuose nei benzeno, nei aromatinių angliavandenilių apskritai neaptikta (t.y. jų koncentracija mažesnė nei 2 µg/l). Tik grėžinyje 28s 2013 m. nustatytas

tam tikras angliavandenilių kiekis (žr. 3.5 lentelę), kuris veikiausiai gali būti sietinas su kokia nors vietine tarša ar atsitiktine tyrimų paklaida.

Kaip ir anksčiau [3], naftos produktų sklaidos link Vidzgirio vandenvietės analizei buvo panaudoti UAB “Dzūkijos vandenys” monitoringo gręžiniuose 26s, 27s duomenys (žr. 4.6 pav). Nei gruntiniame (gręž. 27s), nei Žemaitijos-Dainavos (gręž. 26s) vandeninguosiuose sluoksniuose benzeno ir apskritai aromatinių angliavandenilių ligi šiol neaptikta [9].

Ataskaitiniu laikotarpiu daugiaciklių aromatinių angliavandenilių (DAA) tyrimai buvo atliekami taršos naftos produktais areale, monitoringo taškuose 2s, 10s, 14s, 17s, 23s, 25s, 28s, sc170a. Jų kiekiai 2012-2015 m., kaip ir anksčiau, buvo palyginus nedideli, normuojamų DAA suma ir benz(a)pireno koncentracija tik gręžiniuose 2s, 10s, 17s yra viršijusi geriamojo vandens normatyvus ir daugiausiai siekė atitinkamai iki 3,933 $\mu\text{g/l}$ ir 2,77 $\mu\text{g/l}$ (žr. 3.5 lentelę, 9 priedą). Pažymėtina, kad ligi šiol nustatyti DAA ir benz(a)pireno kiekiai tik viename bandinyje (gręž. 10s) viršijo leistinas ribas pagal jau minėtus Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimus [8].

Nedidelių NP koncentracijų jau anksčiau buvo pastebėta ir Žemaitijos-Dainavos horizonto vandenyje [3], tačiau 2012-2015 m. gręž. 23s ir 25s nei aromatinių, nei daugiaciklių aromatinių angliavandenilių neaptikta, t.y. jų kiekiai buvo mažesni už laboratorinių tyrimų jautrumo ribas.

Taršos naftos produktais areale visada buvo aptinkama nemažai ištirpusių vandenyje fenolių. Jų koncentracijos 2012-2015 m. gruntiniame sluoksnyje svyravo nuo $<0,05$ iki 1,25 mg/l ; didžiausias kiekis, kaip ir anksčiau, užfiksuotas gręžinyje 2s (žr. 3.1 lentelę, 6 priedą). Kone visais atvejais nustatytos fenolių koncentracijos viršydavo ankstesnę DLK geriamajame vandenyje, kuri pagal HN 48-1994 buvo 0,001 mg/l . Jos dažnai viršijo ir LGT nustatytos pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį tvarkos reikalavimus: kai ūkio subjekto apylinkėse požeminis vanduo naudojamas gėrimo ir buities reikmėms, didžiausia jame leidžiama fenolių koncentracija yra 0,005 mg/l [17]. Anksčiau šis kiekis sistemingai būdavo viršijamas monitoringo taškuose 2s, 14s, 17s, s25a. Tačiau pažymėtina, kad ligi šiol nustatyti fenolių kiekiai kol kas dar neperžengė leistinos ribos pagal Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimus, pagal kuriuos ši riba siekia 2 mg/l [8].

Tarpmoreninio Žemaitijos-Dainavos vandeningojo sluoksnio vandenyje (gręž. 23s, 25s) 2012-2015 m. fenolių kiekis, kaip ir daugelyje gruntinio vandens taškų, dažniausiai buvo mažesnis, nei 0,05 mg/l . Tik 2015 m. gręžinyje 23s užfiksuota didesnė vertė – 0,09 mg/l (žr. 3.1 lentelę, 6, 9 priedus). Tolesnes šių ir kitų minėtų taršos rodiklių pokyčių tendencijas parodys monitoringo tąsa.

4. POŽEMINIO VANDENS BŪKLĖS MIESTE ĮVERTINIMAS IR PROGNOZĖ MATEMATINIUOSE-HIDROGEOLOGINIUOSE MODELIUOSE

Ruošiant Alytaus miesto požeminio vandens šaltinių apsaugos valdymo planą ir vertinant miesto urbanizuotos teritorijos įtaką giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams, 2000 metais buvo sudarytas miesto bei jo apylinkių požeminės hidrosferos matematinis modelis [2]. 2012-2015 metų savivaldybės požeminio vandens monitoringo programoje numatyta, jog šio laikotarpio pabaigoje, panaudojant naujausių tyrimų duomenis, modelyje bus patikslinta miesto urbanizuotos teritorijos įtaka giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams. Tad toliau ir aptarsime atliktų vertinimų metodiką bei gautus rezultatus.

4.1. Matematinio modeliavimo metodika

Priminsime, jog Alytaus miesto bei apylinkių požeminės hidrosferos erdvinio matematinio modelio filtracinėje schemoje yra išskirti 9 struktūriniai vienetai (modeliuojami sluoksniai) (4.1 pav.):

- gruntinis vandeningasis sluoksnis;
- vandeniui silpnai laidūs dariniai, skiriantys gruntinį vandeningąjį sluoksnį nuo žemiau slūgsančių Medininkų-Žemaitijos bei Žemaitijos-Dainavos vandeningųjų sluoksnių;
- Medininkų-Žemaitijos vandeningasis sluoksnis;
- vandeniui silpnai laidūs dariniai, skiriantys Medininkų-Žemaitijos bei Žemaitijos-Dainavos vandeninguosius sluoksnius;
- Žemaitijos-Dainavos vandeningasis sluoksnis;
- vandeniui silpnai laidūs dariniai, skiriantys Žemaitijos-Dainavos bei viršutinės kreidos vandeninguosius sluoksnius;
- viršutinės kreidos vandeningasis sluoksnis;
- vandeniui silpnai laidūs dariniai, skiriantys viršutinės bei apatinės kreidos vandeninguosius sluoksnius;
- apatinės kreidos vandeningasis sluoksnis.

Modelio teritorija (žr. 4.1 pav.) yra suskaidyta į skaičiuojamuosius blokus tolygiu žingsniu kas 250 m, bendras modelio blokų skaičius visuose modeliuojamuose sluoksniuose – 38250. Planinėse modelio ribose vandeninguose sluoksniuose užduota I-o tipo ribinė sąlyga $H=f(x, y, t)$, t.y. iš regioninio modelio [2] gautos kintančios laike pjezometrinio lygio vertės. Planinėse silpnai laidžių darinių išplitimo ribose užduota II-o tipo ribinė sąlyga $Q=0$, t.y. nelaidi riba. Viršutinė hidrodinaminė modelio riba yra gruntinio vandens lygis bei Nemuno minimalus daugiametis vandens lygis, užduoti kaip I-o tipo ribinė sąlyga $H=const$. Modeliuojant buvo laikoma, kad gruntinio vandens lygis nežemės, kol vertikali srūva iš jo į žemiau slūgsančius vandeninguosius sluoksnius neviršys gruntinio sluoksnio infiltracinės mitybos. Modelio asloje slūgso apatinės kreidos molingo smėlio ir aleurito storumė, sporadiškai paplitę jūros moliai ir aleuritai. Čia užduota II-o tipo ribinė sąlyga $Q=0$. Vandeninguose sluoksniuose buvo modeliuojama tiek horizontali, tiek vertikali filtracija bei migracija, o silpnai laidžiuose dariniuose – tik vertikali. Stangrūs ištekliai buvo įskaitomi tik vandeninguosiuose sluoksniuose.

Požeminės hidrosferos matematinis modeliavimas remiasi diferencialinių lygčių sistemomis, aprašančiomis erdvinis (trimačius) požeminio vandens filtracijos ir taršos migracijos procesus. Erdviniuose modeliuose trimatė požeminio vandens filtracija izotropinėje aplinkoje bendru atveju aprašoma lygtimi (McDonald, Harbough, 1988; Harbough et al., 2000; Harbough, 2005) :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_{xx} \frac{\partial H}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{yy} \frac{\partial H}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{zz} \frac{\partial H}{\partial z} \right) - q = \mu \frac{\partial H}{\partial t}, \quad (4.1)$$

čia k – filtracijos koeficientas; H – spūdis; q – debitas; x, y, z – linijinės koordinatės; μ – vandengrąžos koeficientas; t – laikas.

Erdvinis vandenyje ištirpusios medžiagos pernešimas modelyje aprašomas lygtimi (Zheng, 1990; Zheng, Wang, 1999) :

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial}{\partial x_i} (v_i C) + \frac{q_s}{n} C_s + \sum_{k=1}^N R_k, \quad (4.2)$$

kur C – vandenyje ištirpusio cheminio elemento koncentracija; t – laikas; x_i – atstumas pagal atitinkamos Dekarto koordinatės ašį; D_{ij} – hidrodinaminės dispersijos koeficientas; v_i – tikrasis filtracijos greitis; q_s ir C_s – papildomo taršos prietakos arba nuotekos šaltinio debitas ir koncentracija; n – aktyvus poringumas; $\sum_{k=1}^N R_k$ – cheminių reakcijų parametras, apjungiantis sorbciją, biodegradaciją, radioaktyvųjį skilimą ir kitus procesus.

Turint sukalibruotą erdvinį požeminio vandens filtracijos modelį, atskiruose jo blokuose užduodamas tam tikras elementarių dalelių skaičius p ir modeliuojama jų migracija trimatėje baigtinių skirtumų celėje pagal tėkmės liniją erdvėje ir laike. Bendru atveju tokia migracija (x koordinatės kryptimi) aprašoma lygtimi (Pollock, 1994):

$$x_p(t_2) = x_1 + \left(\frac{1}{A_x} \right) \left\{ v_{x_p}(t_1) \exp(A_x \Delta t) - v_{x_1} \right\}, \quad (4.3)$$

čia $A_x = \frac{v_{x_2} - v_{x_1}}{\Delta x}$, x_p – elementarios dalelės padėtis skaičiuojamuoju laiko momentu; x_1 – elementarios dalelės padėtis pradiniu laiko momentu; v – tikrasis srauto tėkmės greitis; t_1 ir t_2 – pradinis ir skaičiuojamasis laiko momentai (analogiškos lygtys yra ir migracijos y bei z koordinatės ašių atžvilgiu atveju).

Šis metodas leidžia, uždavus tam tikrą kiekį elementarių dalelių ant modelio ribų arba vandenviečių blokuose, analizuoti kintančias laike ir erdvėje jų migracijos trajektorijas. Dalelių migracijos modeliavimas gali būti atliekamas dviem kryptimis – pirmyn (pagal požeminio srauto tėkmės kryptį) ir atgal – prieš srautą. Pirmuoju atveju modelyje gaunamas hidrodinaminis tinklelis, leidžiantis įvertinti požeminio vandens arba teršiančių medžiagų migracijos kryptis ir laiką bei susidaryti aiškų vaizdą, kaip požemyje teka vanduo. Antruoju atveju galima įvertinti plotus, iš kurių vanduo per tam tikrą laiką pasiekia vandenvietę, t.y. apibrėžti jos kaptazo sritis visuose modelyje užduotuose tarpusavyje sąveikaujančiuose vandeninguose sluoksniuose. Tam reikalingas

sukalibruotas erdvinis požeminio vandens filtracijos modelis, kuriame papildomai užduodamas vandeningųjų horizontų bei silpnai laidžių darinių aktyvusis poringumas.

Sudarant erdvinis požeminio vandens filtracijos ir migracijos matematinius modelius, visa modeliuojama požeminės hidrosferos storumė (vandeningieji ir vandeniui silpnai laidūs dariniai) yra suskaidoma į skaičiuojamuosius blokus tiek horizontalia, tiek vertikalia kryptimis Gaunamas erdvinis skaičiuojamųjų blokų tinklas ir kiekviename šių blokų, uždavus reikalingus filtracinius parametrus bei pradines ir ribines sąlygas, yra sprendžiama aukščiau pateiktos diferencialinės lygtys. Šiame darbe naudotoje programinėje įrangoje jos yra aproksimuotos baigtinių skirtumų metodais.

Alytaus miesto matematiniame modelyje požeminio vandens filtracijos procesų modeliavimui panaudota JAV Geologijos tarnybos licencinė programinė įranga MODFLOW2005 (Harbough, 2005) ir MODFLOW-USG (Panday et al., 2013), požeminio vandens kokybės modeliavimui – MT3DMS (Zheng, Wang, 1999), vandenviečių kaptazo sričių nustatymui – MODPATH5.0 (Pollock, 1994). Jų valdymui, grafiniam vaizdavimui bei rezultatų analizei taikyta JAV kompanijos Environmental Simulations Inc. licencinė programinė sistema Groundwater Vistas Enterprise v6 (Rumbaugh, 2011).

4.2. Gruntinio vandens hidrocheminių anomalijų poveikio geriamojo vandens šaltiniams modeliavimas

Gruntinio vandeningojo sluoksnio požeminio vandens kokybė yra vienas pagrindinių veiksnių, lemiančių giliau slūgsančių tarp sluoksnių požeminio vandens šaltinių kokybės pokyčius. Vertinant gruntinio vandens cheminės sudėties anomalijų įtaką giliau slūgsantiems požeminio vandens šaltiniams, reikalingas kompleksinis rodiklis, apibendrintai atspindintis šių anomalijų poveikį, nes, kaip yra žinoma, atskirų gruntinio vandens hidrocheminės sudėties komponentų anomalijos mieste skiriasi savo intensyvumu, paplitimo plotu ir vieta. Ruošiant Alytaus miesto požeminio vandens šaltinių apsaugos valdymo planą, gruntinio vandens kokybės būklei įvertinti buvo naudojamas vadinamasis suminio anomalingumo koeficientas A_n [2], įvertintas kiekvienam išbandytam gręžiniui ar šuliniui ir rodantis, kiek pagal visus įskaitytus rodiklius vandens cheminė sudėtis skiriasi nuo fono. Priminsime, jog jis apskaičiuojamas pagal formules:

$$A_n = \sum_{i=1}^n (K_i) - (n-1), \quad (4.4)$$

$$K_i = C_i / C_o. \quad (4.5)$$

Čia A_n - suminio anomalingumo koeficientas, K_i - i -ojo komponento (vandens cheminės sudėties rodiklio) koncentracijos koeficientas, n - kintamųjų (rodiklių) skaičius, C_i - i -ojo komponento koncentracija vandens analizėje, C_o - jo foninė vertė.

Gruntinio vandens dabartinių taršos anomalijų poveikio giliau slūgsantiems gėlo požeminio vandens šaltiniams įvertinimui pirmiausia buvo patikslintas 2000 m. sudarytas gruntinio vandens suminio anomalingumo koeficiento žemėlapis (4.2 pav.). Suminio anomalingumo koeficiento dabartinių verčių nustatymui panaudota naujausia – 2012-2015 metų savivaldybės bei visos eilės ūkio subjektų (AB “Astra”, AB “Snaigė”, UAB “Dzūkijos vandenys”, UAB “Litesko”, UAB “Alkesta”, įvairių degalinių – Statoil, Lukoil

Baltija, Neste oil, Emsi, Ventus, Baltic Petroleum – ir kt.) požeminio vandens monitoringo medžiaga. Kaip ir minėtame darbe [2], anomalingumas įvertintas naudojant tuos pačius hidrocheminius rodiklius – chloridus, sulfatus, hidrokarbonatus, bendrąjį kietumą bei nitratus, rodančius integruotą (komunalinę-buitinę ir pramoninę) gruntinio vandeningojo sluoksnio taršą. Be to, skaičiavimams naudotos tos pačios minėtų hidrocheminių komponentų koncentracijų foninės vertės (chloridų – 40, sulfatų – 70, hidrokarbonatų – 360, nitratų – 40 mg/l, bendrojo kietumo – 8,8 mg-ekv/l).

Dabartinės gruntinio vandens suminio užterštumo anomalijos, išskirtos pagal 2012-2015 metų hidrocheminių tyrimų duomenis, pavaizduotos 4.2 pav. Čia matyti, jog pagrindiniai gruntinio vandens užterštumo arealai išliko tose pačiose vietose, kaip ir ankstesnių tyrimų metu [2], tačiau eilėje monitoringo taškų stebimas suminės taršos sumažėjimas. Kaip ir 2000 metais, didžiausios suminės taršos anomalijos yra centrinėje miesto dalyje bei šiauriniame pramoniniame rajone (žr. 4.2 pav.). Palyginus su 2000 m. tyrimo duomenimis, daugelyje centrinės miesto dalies monitoringo taškų, kur anksčiau buvo fiksuojamos didžiausios anomalingumo koeficiento vertės ($A_n > 10$), A_n sumažėjo iki 5-7 (žr. 4.2 pav.). Gruntinio vandens anomalingumo koeficiento vertės ties AB “Astra” teritorija sumažėjo nuo 5-10 iki 2-5, ties Vidzgirio mišku – nuo 2-3 iki 1,5-2. Išliko ankstesniais metais užfiksuota gruntinio vandens taršos anomalija ($A_n > 10$) šiaurinėje miesto dalyje ties UAB “Litesko”, išryškėjo nauji lokalios taršos židiniai ($A_n > 5-10$) anksčiau nenagrinėtose Statoil, Lukoil Baltija, Neste oil, Milčija degalinėse (žr. 4.1 pav.). Suminės taršos centrinėje miesto dalyje palaiptinio mažėjimo faktą iliustruoja ir 4.3 pav. pateiktas nitratų vidutinių koncentracijų 2012-2015 metais gruntiniame vandenyje žemėlapis. Iš jo matyti, kad, palyginus su ankstesnių metų tyrimo duomenimis, nitratų koncentracijos daugelyje tyrimo taškų yra kažkiek pamažėjusios (žr. 4.3 pav.).

Vertinant gruntinio vandens cheminės sudėties anomalijų įtaką giliau slūgsantiems požeminio vandens šaltiniams, suminis anomalingumo koeficientas yra tinkamas rodiklis. Jis yra tarsi sąlyginis konservatyvus (nesorbuojamas, neskylantis, neveikiamas destrukcijos procesų) hidrocheminis komponentas. Sekant jo migraciją gilyn, galima įvertinti, koku laipsniu ir kokiose vietose jis gali pakeisti žemiau slūgsančių vandeningųjų sluoksnių hidrocheminį foną. Tą galima paaiškinti paprastu pavyzdžiu. Tarkime, kad gruntinis vanduo mieste yra užterštas konservatyviu komponentu, pavyzdžiui, chloridais, o giliau slūgsančiame eksploatuojamame vandeningajame sluoksnyje jo koncentracija lygi nuliui. Migraciniame modelyje gautume chloridų prieaugį produktyviame sluoksnyje vandenvietės eksploatacijos eigoje bei išryškintume plotus, kur tas prieaugis gali vykti intensyviausiai.

Matematiniame modelyje, modeliuojant taršos migraciją gilyn, migracijos sąlygos buvo maksimaliai pagerintos. Buvo laikoma, kad dabartinis gruntinio vandens užteršimo lygis išliks toks pat ir ateityje. Mažinantys taršą sorbcijos, biodegradacijos procesai nebuvo įskaitomi. Modelyje įskaityti tik advekcijos (taršos migracijos su požeminio vandens srautu ir maišymosi) bei hidrodispersijos procesai (horizontalia ir vertikalia kryptimi).

Prognoziniuose skaičiavimuose modelyje buvo laikoma, kad Radžiūnų ir Strielčių vandenvietės bus eksploatuojamos maksimaliais debitais, atitinkančiais patvirtintų išteklių kieki, o Vidzgirio vandenvietė ir ateityje neveiks. Prognozės laikas – 25 metai.

Modeliavimo rezultatai pateikti 4.4 pav. Palyginimui 4.5 pav. yra pateiktas ankstesniame darbe [2] atlikto modeliavimo rezultatas, kuomet buvo vertinamas 2000 metais buvusių gruntinio vandens užterštumo anomalijų poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam sluoksniui.

Iš 4.4 pav. pateiktų rezultatų matyti, jog, kaip ir ankstesnių vertinimų metu, didžiausias gruntinio vandens užterštumo poveikis eksploatuojamam Žemaitijos-Dainavos vandeningam sluoksniui ateityje gali būti stebimas šiauriniame bei pietiniame pramoniniuose rajonuose ir Vidzgirio gyvenamajame rajone. Čia maksimalios anomalingumo koeficiento vertės eksploatuojamame sluoksnyje siekia 0,75-1,2, palyginus su anomalijomis gruntiniame vandenyje, jos yra sumažėjusios 10-15 ir daugiau kartų, anomalijos yra susijungusios ir pasislinkusios požeminio vandens srauto migracijos kryptimi (žr. 4.4 pav.). Likusioje miesto teritorijoje gruntinio vandens hidrocheminių anomalijų poveikis giliau slūgsantiems vandeningiesiems sluoksniams yra mažesnis. Palyginus su 2000 m. modeliavimo rezultatais, matyti, kad gruntinio vandens poveikio produktyviajam Žemaitijos-Dainavos sluoksniui vietos yra praktiškai tos pačios, o poveikio laipsnis – artimas (žr. 4.4, 4.5 pav.). Prognozinės anomalingumo koeficiento vertės didžiausio intensyvumo anomalijų vietose yra sumažėjusios 0,1-0,2. Išimtis – jau minėtas šiaurinis pramoninis rajonas, kur modelyje aiškiai fiksuojamas mažai kintantis taršos poveikis iš UAB “Litesko” teritorijos (žr. 4.4, 4.5 pav.).

Apibendrinant modeliavimo rezultatus galima pasakyti, jog į Žemaitijos-Dainavos vandeningąjį sluoksnį gali patekti iki 10-15% taršos, esančios gruntiniame vandenyje mieste (jei neįskaitomi taršos destrukcijos ir sorbcijos procesai). Kadangi pastarieji procesai neišvengiamai vyksta, tik, kaip minėta, jie nebuvo įskaitomi modelyje, realus patekęs į eksploatuojamą vandeningąjį sluoksnį taršos kiekis bus dar kiek mažesnis, tačiau ties gruntinio vandens taršos anomalijomis jis vis dar bus ganėtinai didelis. Modelis aiškiai rodo, jog apskritai egzistuoja palankios sąlygos gruntinio vandens taršai migruoti gilyn, todėl ir toliau yra būtinas ne tik gruntinio, bet ir tarp sluoksninio požeminio vandens monitoringas mieste.

4.2. Naftos produktų sklaidos modeliavimas

Ruošiant Alytaus miesto požeminio vandens šaltinių apsaugos valdymo planą, ankstesniame darbe [2] buvo sudarytas ir skystų naftos produktų migracijos iš buvusios Alytaus naftos produktų saugyklos (NPS) teritorijos matematinis modelis. Priminsime, kad jame buvo atkurta skystų NP migracija iš saugyklos 1970-1995 metų laikotarpiu bei atlikti prognoziniai skaičiavimai, leidę įvertinti maksimalų NP sklaidos plotą bei jų įtaką Vidzgirio vandenvietėje išgaunamo požeminio vandens kokybei.

2012-2015 metais, vykdant savivaldybės monitoringą, buvo atliekami hidrocheminiai tyrimai ir NPS bei jai gretimoje teritorijoje. Gauta nauja informacija leido modelyje kiek pakoreguoti ankstesnius prognozinius skaičiavimus bei vertinimus.

Faktinė NPS ir gretimos teritorijos užterštumo 2012-2015 m. būklė ankstesniame šios taršos fone parodyta 4.6 paveikslėlyje. Dabartinei vandenyje ištirpusių skystų naftos produktų koncentracijai įvertinti panaudoti labiausiai “apkrautų” gręžinių – Nr. 2s ir 10s – tyrimų duomenys. Kaip jau minėjome, jie rodo, jog per monitoringo laikotarpį vandenyje ištirpusių aromatinių angliavandenių suma gręžinyje Nr. 2s sumažėjo nuo 115000 iki 22403 $\mu\text{g/l}$, o gręžinyje Nr. 10s – nuo 67740 iki 10568 $\mu\text{g/l}$ (žr. 3.5 lentelę, 4.6 pav.). Procentine išraiška šis koncentracijos sumažėjimas sudaro atitinkamai 80% ir 84%. Modelyje buvo pabandyta įvertinti, kiek toks skystų NP koncentracijos sumažėjimas gali atsiliepti maksimalaus jų sklaidos ploto dydžiui.

2000 metais, atliekant prognozinius skaičiavimus, modelyje buvo naudojama tuo metu NPS teritorijoje fiksuota ištirpusių NP koncentracija gruntiniame vandenyje – 50 mg/l [2]. Jei pagal 2012-2015 metų monitoringo duomenis priimtume, jog per šį laikotarpį

vandenyje ištirpusių skystų NP koncentracija vidutiniškai sumažėjo 80% (40 mg/l), tai šiuo metu NPS teritorijoje ji vidutiniškai turėtų siekti apie 10 mg/l. Tokia ji ir užduota modelyje prognoziniam įvertinimams.

Modeliavimo rezultatai pateikti 4.7 pav. Iš jų matyti, kad, sumažėjus vandenyje ištirpusių NP koncentracijai NPS teritorijoje, maksimalus jų sklaidos arealas kiek pasikeičia. Palyginus su 2000 metais nustatytu plotu, prognozinis arealas šiaurės rytų kryptimi sumažėja 260-300 m, pietų kryptimi – apie 60-80 m. Tai rodo, jog natūrali skystų NP destrukcija daro teigiamą poveikį jų sklaidos arealo mažėjimui. Kartu yra akivaizdu, jog ši destrukcija yra labai lėtas procesas.

2000 m. migraciniame modelyje buvo įvertintos ir ištirpusių NP migracijos gilyn į Vidzgirio vandenvietėje eksploatuojamą Žemaitijos-Dainavos sluoksnį galimybės – parodyta, jog šis procesas nekelia didelio pavojaus. Modeliavimu nustatyta, kad per 1970-1995 m. laikotarpį Žemaitijos-Dainavos vandeningajame sluoksnyje po NPS teritorija ir artimiausiose jos priegose ištirpusių NP koncentracija galėjo siekti 0,001-0,0075 mg/l (Vidzgirio vandenvietėje – 10^{-7} - 10^{-8} mg/l) ir neblogai sutapo su faktiniais stebėjimų duomenimis [2]. Be kita ko, tai patvirtino faktą, kad šiame sluoksnyje anksčiau užfiksuotos NP koncentracijos nebuvo atsitiktinės.

Modeliavimo rezultatai rodo, jog šiuo metu, apnykus ištirpusių NP koncentracijoms gruntiniame vandenyje NPS teritorijoje ir neveikiant Vidzgirio vandenvietei, vandenyje ištirpusių naftos produktų patekimo į produktyvųjį Žemaitijos-Dainavos vandeningąjį sluoksnį galimybės dar šiek tiek sumažėjo.

4. IŠVADOS

1. Alytaus savivaldybės požeminio vandens monitoringas 2015 m. buvo tęsiamas pagal patvirtintą 2012-2015 m. programą. Monitoringo darbų metu 29-se monitoringo tinklo taškuose tiriama gruntinio, tarpfluoksninio ir paviršinio vandens cheminė sudėtis bei matuojamas vandens lygis ir naftos plėvelės virš gruntinio vandens paviršiaus storis buvusios Alytaus naftos bazės teritorijoje.

2. Gruntinio ir tarpfluoksninio vandens lygis pasižymi tam tikrais sezoniniais ir daugiamečiais svyravimais. Keletą pastarųjų metų daug kur vandens lygis turėjo tam tikrą žemėjimo tendenciją. Didesnioji miesto dalis yra požeminio vandens mitybos srityje, čia užterštas gruntinis vanduo gali pertekėti gilyn – į Medininkų-Žemaitijos bei Žemaitijos-Dainavos tarpfluoksninius horizontus. Naftos plėvelės storio matavimai rodo, jog atlikus naftos valymo (išsiurbimo) darbus, taršos areale situacija nėra stabili. Arealo centre (grėž. 2s, 10s) NP sluoksnelio storis yra sumažėjęs, jis 2012-2015 m. svyravo apie 1-12 cm.

3. Gruntinis vanduo mieste vis dar žymiai užterštas nitratais, nors jų kiekis savivaldybės monitoringo tinklo taškuose jau apčiuopiamai sumažėjęs ir 2012-2015 m. vidutiniškai siekė apie 44-47 mg/l (maksimalus – 204 mg/l), kitais azoto junginiais (amoniu), o taip pat neoksiduota organine medžiaga. Didelės amonio, organinės medžiagos (pagal permanganato indeksą bei cheminį deguonies suvartojimą) vertės būdingos taršos naftos produktais arealui (ypač grėž. 2s, 17s). Šių grėžinių vandenyje amonio koncentracija siekė iki 14,4 mg/l, PI rodiklis – iki 29,8 mg/IO₂, CHDS – iki 56 mg/IO₂. Visame monitoringo tinkle įvairūs gruntinio ir tarpfluoksninio vandens cheminės sudėties rodikliai pasižymi gana sudėtingais pokyčiais, kuriuos rodo nuolat papildomi ir tęsiami specialūs grafikai. Juose jau kurį laiką pastebimas tam tikras nitratų, sulfatų koncentracijų gruntiniame vandenyje mažėjimas, pH rodiklio verčių didėjimas. Kokių nors labiau apčiuopiamų teigiamų organinės medžiagos koncentracijų pokyčių kol kas neištyškėjo.

4. Alytaus paviršinio vandens telkinių (Mažosios ir Didžiosios Dalidės ežerų bei Dalidės ežerėlio) vandens kokybės rodikliai tiriami 4 kartus per metus. Nustatyta, jog remiantis galiojančia paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, šių vandens telkinių ekologinė būklė pagal bendrąjį azotą, vertinant pagal visų 2012-2015 m. tyrimų duomenų metinius vidurkius, yra labai gera ($N_b < 1,30$ mg/l). Taip pat ją galima apibūdinti ir pagal daugelį šiuo periodu užfiksuotų faktinių stebėjimų rezultatų, išskyrus pavienius atvejus, kuomet azoto kiekis ežeruose viršydavo šią ribą ir siekė iki 1,8 mg/l, taigi vandens telkiniai praktiškai atitiko geros būklės kriterijus ($N_b - 1,30-1,80$ mg/l). Tuo metu pagal bendrąjį fosforą ši būklė būna ganėtinai įvairi: pagal atskiras reikšmes ji tai labai gera ($P_b < 0,04$ mg/l), tai gera ($P_b - 0,040-0,060$ mg/l), vidutinė ($P_b - 0,061-0,090$ mg/l), bloga ($P_b - 0,091-0,140$ mg/l) ar net labai bloga ($P_b > 0,140$ mg/l). Tačiau pastebėta, jog didžiausi bendrojo fosforo kiekiai ežerų vandeniui būdingi dažniausiai pavasarį, vėliau jie gerokai sumažėja. Tad nuo vasaros iki žiemos vandens telkinių būklė pagal šį rodiklį žymiai pagerėja. Kol kas stebėjimai vykdomi dar palyginus neilgą laiką, tad tikrąsias šių paviršinių telkinių vandens kokybės kitimo tendencijas išryškins monitoringo tąsa.

5. Nuo seno žinomame gruntinio vandens taršos sunkiaisiais metalais plote ties pietiniu pramonės rajonu (šul. sc73, sc73a) 2012-2015 m. buvo fiksuojama didoka chromo (40-190 µg/l) ir švino (< 1-39 µg/l) koncentracija. Kitų mikroelementų kiekiai čia palyginus nedideli ir gana stabilūs. Ši anomalija susijusi su buvusia Alytaus mašinų gamyklos (dabar – AB “Astra”) galvaninio cecho veikla. Pastaruoju metu tokia veikla čia nevykdoma, tad ir pačioje šios įmonės teritorijoje buvusi tarša palaipsniui blėsta. Mieste,

taršos naftos produktais zonoje, 2012-2015 m. ištirtųjų toksinių mikroelementų koncentracijos tiek gruntiniame, tiek ir tarp sluoksniame vandenyje dažniausiai buvo palyginus nedidelės, tik taršos NP areale viršydavo gamtinį foną, o kai kada – ir DLK geriamajam vandeniui.

6. Naftos produktų (aromatinių AA ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių) bei fenolių tyrimų buv. Alytaus naftos bazės poveikio zonoje rezultatai rodo, kad užterštumo mastas dar yra pakankamai didelis, nors per visą monitoringo laikotarpį jis turėjo mažėjimo tendenciją. Taršos epicentre, gręžinyje 2s AA koncentracija 2012-2015 m. siekė 6565-56053 $\mu\text{g/l}$ (vidutiniškai apie 22403 $\mu\text{g/l}$), gręžinyje 10s – 1748-34060 $\mu\text{g/l}$ (vidutiniškai apie 10568 $\mu\text{g/l}$), o gręžinyje 17s – 28-1670 $\mu\text{g/l}$ (vidutiniškai apie 851 $\mu\text{g/l}$). Ištirpusio toksinio benzeno gręžinyje 2s šiuo periodu aptikta 749-12767 $\mu\text{g/l}$, gręž. 10s – 360-1606 $\mu\text{g/l}$, o gręž. 17s – <2-255 $\mu\text{g/l}$. Daugelyje kitų monitoringo taškų nei benzeno, nei aromatinių angliavandenilių kol kas apskritai nerasta. Tik naftos „dėmės“ periferijoje, gręž. 28s 2013 m. nustatytas tam tikras angliavandenilių kiekis, kuris veikiausiai gali būti sietinas su kokia nors vietine tarša ar atsitiktine tyrimų paklaida.

7. Ataskaitiniu laikotarpiu daugiacyklių aromatinių angliavandenilių tyrimai buvo atliekami taršos naftos produktais areale, monitoringo taškuose 2s, 10s, 14s, 17s, 23s, 25s, 28s, sc170a. Normuojamų DAA suma ir benz(a)pireno koncentracija 2012-2015 m. gręžiniuose 2s, 10s, 17s viršijo geriamojo vandens normatyvus ir siekė atitinkamai iki 3,933 $\mu\text{g/l}$ ir 2,77 $\mu\text{g/l}$. Nedidelių NP koncentracijų jau anksčiau buvo pastebėta ir Žemaitijos-Dainavos horizonto vandenyje, tačiau 2012-2015 m. gręž. 23s ir 25s nei aromatinių, nei daugiacyklių aromatinių angliavandenilių neaptikta, t.y. jų kiekiai buvo mažesni už laboratorinių tyrimų jautrumo ribas.

8. Taršos naftos produktais areale tiek gruntiniame, tiek tarp sluoksniame vandenyje visada buvo aptinkama nemažai ištirpusių fenolių. Jų koncentracijos 2012-2015 m. gruntiniame sluoksnyje svyravo nuo <0,05 iki 1,25 mg/l ; didžiausias kiekis, kaip ir anksčiau, užfiksuotas gręžinyje 2s. Tačiau pažymėtina, kad ligi šiol nustatytos jų koncentracijos kol kas neperžengė leistinų ribų pagal Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimus. Tarp moreninio Žemaitijos-Dainavos vandeningojo sluoksnio vandenyje 2012-2015 m. fenolių kiekis, kaip ir daugelyje gruntinio vandens taškų, dažniausiai buvo mažesnis, nei 0,05 mg/l . Tik 2015 m. gręžinyje 23s dėl kol kas neaiškių priežasčių užfiksuota gerokai padidėjusi vertė – 0,09 mg/l . Tolesnes šių ir kitų minėtų taršos rodiklių pokyčių tendencijas parodys monitoringo tąša.

9. Šiame darbe, remiantis naujausia savivaldybės ir stambiausių ūkio subjektų Alytuje požeminio vandens monitoringo informacija, buvo iš naujo atliktas matematinis-hidrogeologinis modeliavimas ir įvertintas pakitusių gruntinio vandens taršos anomalijų poveikis pagrindiniam Alytuje geriamojo vandens šaltiniui – Žemaitijos-Dainavos tarp sluoksniui vandeningajam horizontui. Atlikti keli modeliavimo variantai parodė, jog prognoziniai vandens kokybės pokyčiai bus šiek tiek kitokie, nei nustatyti ankstesniuose modeliuose, tačiau naftos produktų sklaidos gruntiniame ir Žemaitijos-Dainavos horizonto atžvilgiu šios prognozės yra palankesnės.

10. Savivaldybės požeminio vandens monitoringas Alytuje neabejotinai turi būti ir toliau tęsiamas. Kol kas nematyti svarbių priežasčių, dėl kurių būtų galima iš esmės keisti ir monitoringo tinklą, tačiau atsižvelgiant į kiek mažėjantį požemio užterštumą, jis galėtų būti šiek tiek pakoreguotas, t.y. optimizuotas. Atliekamų savivaldybės monitoringo darbų apimtys iš esmės yra būtinos ir pakankamos požeminės hidrosferos būklės stebėjimams, kontrolei ir prognozei, tačiau galėtų būti kažkiek koreguojamos, atsižvelgiant į mieste nustatytus ir prognozuojamus dėsningumus, sumažėjusį užterštumą (ypač naftos produktais) naujausius norminius dokumentus ir kt.

LITERATŪRA

1. Bendrieji savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatai (Žin., 2004, Nr. 130-4680; 2007, Nr. 75-2994).
2. Bendoraitis A., Gregorauskas M., Klimas A., Mikšienė L. Alytaus miesto požeminio vandens šaltinių apsaugos valdymo planas. UAB "Vilniaus hidrogeologija" ataskaita. V., 2000.
3. Bendoraitis A., Gregorauskas M. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2008-2011 m. apibendrinančioji ataskaita (pagal 2008-2011 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2011.
4. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2012 m. rezultatai (pagal 2012-2015 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2012.
5. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2013 m. rezultatai (pagal 2012-2015 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2013.
6. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2014 m. rezultatai (pagal 2012-2015 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2014.
7. Bendoraitis A., Gregorauskas M. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2012-2015 m. programa. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2011.
8. Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai (Žin., 2008, Nr. 53-1987).
9. Gregorauskas M. Alytaus miesto vandenviečių poveikio požeminiam vandeniui monitoringo (pagal 2013-2015 m. programą) 2014 metų ataskaita. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2014.
10. Gudavičius V. UAB "Alkesta" gamybinės teritorijos Alytuje, Naujoji g. 118, požeminio vandens monitoringo vykdymo 2014 m. ataskaita. Jonyno ecofirma. V., 2015.
11. Laurinavičius A. UAB "Litesko" filialo "Alytaus energija" aplinkos (poveikio požeminiam vandeniui) monitoringo 2014 m. ataskaita. M.Čegio įmonė. Šiauliai, 2014.
12. Laurinavičius A. AB "Snaigė" teritorijos aplinkos (poveikio požeminiam vandeniui) monitoringo 2014 m. ataskaita. M.Čegio įmonė. Šiauliai, 2014.
13. Lietuvos higienos norma HN 24:2003. Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai (Žin., 2003, Nr. 79-3606).
14. Mališauskas A. AB Mašinų gamyklos "Astra" poveikio požeminiam vandeniui monitoringo pagal 2014-2018 m. programą 2015 metų ataskaita. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2015.
15. Marcinonis A., Legačinskaitė V., Abromavičiūtė A. Buvusios Alytaus naftos produktų bazės rajone naftos produktais užteršto gruntinio vandeningo horizonto valymo 1998-1999 m. rezultatai. UAB "Grotas". V., 1999.
16. Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (Žin., 2010, Nr. 29-1363).
17. Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka (Žin., 2003, Nr. 17-770).
18. Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijos (Žin., 2011, Nr. 3-114).
19. Ūkio subjektų aplinkos monitoringo nuostatai (Žin., 2009, Nr. 113-4831; Žin., 2011, Nr. 148-6962).



P R I E D A I