

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 info@vilniaushidrogeologija.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 2016-2019 M.
APIBENDRINANČIOJI ATASKAITA**

(pagal 2016-2019 m. programą)

UAB “Vilniaus hidrogeologija”
Direktorius

A.Bendoraitis

Vyriausiasis hidrogeologas

Habil. dr. A.Klimas

Vilnius, 2019

TURINYS

	<i>Psl.</i>
1. ĮVADAS.....	4
2. HIDROGEOLOGINĖS SĄLYGOS IR ATLIKTI POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO DARBAI.....	5
2.1. Trumpa hidrogeologinių sąlygų charakteristika.....	5
2.2. Požeminio vandens monitoringo darbų sudėtis ir apimtys.....	6
3. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO REZULTATAI.....	12
3.1. Požeminio vandens lygių, temperatūros ir naftos plėvelės storio kitimas.....	12
3.2. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos pokyčiai.....	17
4. POŽEMINIO VANDENS BŪKLĖS MIESTE ĮVERTINIMAS IR PROGNOZĖ MATEMATINIULOSE – HIDROGEOLOGINIULOSE MODELIULOSE.....	44
4.1. Matematinio modeliavimo metodika.....	44
4.2. Gruntinio vandens hidrocheminių anomalijų poveikio giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams modeliavimas.....	46
4.3. Naftos produktų sklaidos modeliavimas.....	48
4.4. Gaisro “Ekologistikos” įmonėje sukeltos gruntinio vandens taršos hipotetinio poveikio giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams modeliavimas.....	49
5. IŠVADOS.....	59
LITERATŪRA	61

ILIUSTRACIJOS

2.1. Alytaus savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklo schema.....	9
2.2. Geologinis – hidrogeologinis pjūvis A-B.....	10
2.3. Požeminio vandens lygio ir debito Alytaus m. Vidzgirio vandenvietėje kitimo grafikai.....	11
3.1. Požeminio vandens lygio Alytuje svyravimų grafikai.....	14
3.2. Požeminio vandens temperatūros Alytuje svyravimų grafikai.....	15
3.3. Naftos produktų plėvelės storio dinamika buvusios Alytaus naftos bazės rajone.....	16
3.4. Kai kurių rodiklių verčių kitimas gruntiniame ir tarpfluoksniniame vandenyje monitoringo taškuose s25, s25a, 16s ir 28s (2 lapai).....	34
3.5. Kai kurių rodiklių verčių kitimas gruntiniame vandenyje monitoringo taškuose sc90 (sc90a), sc134, sc170 (sc170a), sc182, sc232 (2 lapai).....	36
3.6. Permanganato indekso, ChDS, nitratų, pH ir amonio kitimas gruntiniame ir tarpfluoksniniame vandenyje gręžiniuose 27s ir 26s.....	38
3.7. Bendrojo kietumo, bendrosios mineralizacijos, chloridų, sulfatų ir hidrokarbonatų kitimas gruntiniame ir tarpfluoksniniame vandenyje gręžiniuose 27s ir 26s.....	39
3.8. Chloridų, sulfatų ir nitratų koncentracijų gruntiniame vandenyje pokyčiai įvairiuose miesto gyvenamuosiuose rajonuose.....	40
3.9. Ištirpusių gruntiniame vandenyje aromatinių angliavandenilių (AA) ir benzeno koncentracijų kitimas gręžiniuose 2s, 10s ir 17s.....	41
3.10. Požemio taršos naftos produktais schema.....	42

	<i>Psl.</i>
3.11. Gruntinio vandeningojo sluoksnio užterštumo naftos angliavandeniliais schema pagal 2013 m. būklę.....	43
4.1. Alytaus miesto požeminės hidrosferos matematinio modelio schema plane ir pjūvyje.....	51
4.2. Gruntinio vandens suminio anomalingumo koeficiento pagal chloridus, sulfatus, hidrokarbonatus, bendrąjį kietumą, nitratus (integruota tarša) vertės 2016-2019 m. ankstesnių metų gruntinio vandens taršos fone.....	52
4.3. Vidutinės nitratų koncentracijos 2016-2019 m. savivaldybės bei ūkio subjektų monitoringo taškuose ankstesnių metų gruntinio vandens taršos fone...	53
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.....	54
4.5. Prognozinis 2000 m. buvusių gruntinio horizonto užterštumo anomalijų poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam horizontui, ateityje 25 metus eksploatuojant Strielčių ir Radžiūnų vandenvietes debitu, atitinkančiu patvirtintų išteklių kiekį, o Vidzgirio vandenvietės neeksploatuojant.....	55
4.6. Sumodeliuotas vandenyje ištirpusių naftos produktų koncentracijų, viršijančių 0,1 mg/l, maksimalus sklaidos plotas gruntiniame vandeningajame horizonte, esant dabartiniam NPS teritorijos užterštumo lygiui.....	56
4.7. Prognozinis gaisro UAB "Ekologistika" sukeltos gruntinio vandens taršos poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam sluoksniui, eksploatuojant Alytaus miesto vandenvietes dabartiniu debitu (prognozės laikas - 25 metai, taršos destrukcija neįskaityta).....	57
4.8. Prognozinis gaisro UAB "Ekologistika" sukeltos gruntinio vandens taršos poveikis Žemaitijos-Dainavos vandeningajam sluoksniui, eksploatuojant Alytaus miesto vandenvietes dabartiniu debitu (prognozės laikas - 25 metai, taršos destrukcija įskaityta).....	58

PRIEDAI

1. Išrašas iš paslaugų sutarties.....	63
2. Hidrodinaminių stebėjimų duomenys (2015-2019 m.).....	65
3. Požeminio vandens makrokomponentinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	72
4. Požeminio vandens mikrokomponentinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	76
5. Angliavandeniliai požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	77
6. Specifiniai komponentai (fenoliai) požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	78
7. Biogeniniai komponentai požeminiame vandenyje (išrašas iš duomenų banko).....	79
8. Požeminio vandens dujinė sudėtis (išrašas iš duomenų banko).....	80
9. Vandens bendrosios cheminės analizės, individualių cheminės sudėties rodiklių, sunkiųjų metalų, aromatinių ir daugiaciklių aromatinių angliavandenilių analizės rezultatų protokolai (2019 m.).....	81

1. ĮVADAS

Alytuje savivaldybės požeminio vandens monitoringas atliekamas pagal Lietuvoje galiojančius reikalavimus, t.y. atsižvelgiant į Aplinkos monitoringo įstatymą, Bendruosius savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatus [1], Ūkio subjektų aplinkos monitoringo nuostatus [18], Lietuvos geologijos tarnybos parengtas Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijas [17]. Šis 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 2016-2019 m. laikotarpį, buvo parengta 2015 m. [4], remiantis 2012-2015 m. apibendrinančiąja požeminio vandens monitoringo ataskaita [3].

Miesto teritorijoje esantys ūkio subjektai savo ruožtu pagal atskiras patvirtintas programas vykdo taršos šaltinių ir jų poveikio aplinkai monitoringą ir teikia informaciją valstybės bei savivaldos institucijoms. Alytuje savivaldybės ir ūkio subjektų monitoringai suderinti tarpusavyje ir papildoma vienas kitą [2-7, 10, 13].

Kaip ir kituose panašaus dydžio miestuose, Alytuje požeminio vandens šaltinius jau daug metų neigiamai veikia koncentruota technogeninė apkrova ir intensyvi ūkinė veikla. Nuo miesto taršos pirmiausiai nukenčia neapsaugotas gruntinis vanduo, kurį dalis miesto gyventojų tebegeria iš šachtinių šulinių. Be to, esant palankioms hidrogeologinėms sąlygoms, gruntinis vanduo migruoja gilyn, nešdamas teršalus į tarp sluoksnius vandeninguosius horizontus. Tai gali kelti grėsmę geriamojo tarp sluoksninio 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 buvusiu naftos produktų saugykla buvo susiformavęs didžiulis koncentruotos taršos naftos produktais židinis. Pagrindiniai šio židinio likvidavimo (požemio išvalymo) darbai atlikti 1995-1999 m. [14]. Nors tuomet buvo išsiurbta didesnė virš gruntinio vandens paviršiaus susitelkusių skystų naftos produktų dalis [14, 19], o likusią dalį pradėta šalinti 2017 m. [8], tačiau nepaisant to, gruntinis vanduo čia yra ir dar ilgai bus stipriai užterštas, nes daug naftos produktų yra susikaupę požemio uolienose.

Pagal minėtą programą [4] pirmuosius 3 metus (2016-2018 m.) savivaldybės monitoringo informacija buvo pateikiama trumpose metinėse hidrogeologinėse ataskaitose. Ši ketvirtoji hidrogeologinė ataskaita yra apibendrinančioji, ja remiantis ruošiama nauja savivaldybės požeminio vandens monitoringo programa, todėl joje atlikta viso 2016-2019 m. laikotarpio monitoringo duomenų analizė, atsižvelgiant ir į kai kurių stambiausių miesto ūkio subjektų atliekamo požeminio vandens monitoringo rezultatus, šių duomenų įvertinimas bei reikiamos prognozės matematinuose-hidrogeologiniuose modeliuose.

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

Hidrogeologinė ataskaita sudaryta iš teksto su iliustracijomis ir priedų. Ataskaitą iliustruojantys paveikslai pateikti atitinkamų skyrių pabaigoje. Tekstiniuose prieduose sudėti daugiausia faktiniai 2019 metų monitoringo duomenys (2016-2018 m. duomenys jau buvo pateikti kasmetinėse ataskaitose), kita reikalinga informacija.

2. HIDROGEOLOGINĖS SĄLYGOS IR ATLIKTI POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO DARBAI

2.1. Trumpa hidrogeologinių sąlygų charakteristika

Alytaus apylinkių (2.1 pav.) 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 tarpfluoksninis 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 dėsningumus 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 svarbiausiuose tarpfluoksniniuose vandeninguosiuose horizontuose (kompleksuose): kvartero (Q); viršutinės kreidos (K_2); apatinės kreidos (K_1). Žemiau slūgso triaso molių 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 tarpfluoksninių (tarpmoreninių) spūdinių vandeningųjų horizontų, iš kurių svarbiausias – Žemaitijos-Dainavos horizontas, suklostytas iš įvairaus rupumo smėlio su žvirgždo, gargždo tarpfluoksniais bei lėšiais. Jo storis siekia 5-25 m. Mieste dar paplitęs Medininkų-Žemaitijos horizontas (anksčiau vadintas Varduvo-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. Svarbesnijį iš jų viršutinės kreidos sluoksnį sudaro didžiulė (apie 100 m) kreidos ir kreidos mergelio nuogulų storumė. Požeminis vanduo glūdi kreidos mikroporose, kavarnose bei plyšiuose. Visus šiuos vandeninguosius sluoksnius ir juos skiriančias vandensparas galime matyti geologiniame-hidrogeologiniame pjūvyje, kertančiame senąją miesto dalį (žr. 2.1, 2.2 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). Vidzgiryje 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 iš dviejų vandenviečių, nes nuo 2001 m. pradžios Vidzgirio vandenvietės eksploatacija buvo laikinai sustabdyta (žr. 2.3 pav.). UAB “Dzūkijos vandenys” duomenimis, 2018 metais iš Radžiūnų vandenvietės buvo vidutiniškai išsiurbiamą 4885 m³/d (iš Žemaitijos-Dainavos sluoksniu – 1800 m³/d, iš viršutinės kreidos sluoksniu – 3085 m³/d), o iš Strielčių vandenvietės – 4485 m³/d vandens; suminis abiejų vandenviečių debitas – 9370 m³/d [10].

2.2. Požeminio vandens monitoringo darbų sudėtis ir apimtys

Pagal galiojančią programą [4] savivaldybės monitoringo tinklas sudarytas iš 26 taškų, t.y. 3 mažiau, nei ankstesnėje monitoringo programoje. Priminsime, jog atsižvelgiant į kiek sumažėjusį požemio užterštumą ir derinant savivaldybės monitoringo tinklą su taršos skystais NP arealų tvarkymo plane [11] rekomenduota monitoringo sistemos išdėstymo schema, buvo atsisakyta kai kurių taršos arealo priegiose buvusių monitoringo taškų – šulinių sc120, sc170a ir sc172a.

Savivaldybės monitoringo tinklas suskirstytas į 1-os ir 2-os eilės tinklą. Pirmąjį sudaro 21 stebėjimo taškas – 14 šulinių ir 7 gręžiniai, o antrąjį – 2 taškai (šuliniai). Į prioritetingo savivaldybės monitoringo sistemą įjungta nemažai gręžinių, išgręžtų buvusioje naftos bazėje bei jos artimiausiose priegiose. 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 svarbiausią tarpmoreninį Žemaitijos-Dainavos vandeninguosius sluoksnius (horizontus) [2-7].

Monitoringo tinklo struktūroje yra 3 paviršinio vandens postai, nes Alytaus savivaldybė vykdo ežerų išvalymo projektą ir yra įsipareigojusi atlikti paviršinių telkinių (Didžiosios Dailidės, Mažosios Dailidės ežerų bei Dailidės ežerėlio) vandens kokybės tyrimus (stebėseną). Be kita ko, šių paviršinių telkinių vandens kokybė integruotai rodo ir į jį išsikraunančio gruntinio vandens kokybės vaizdą.

Visi savivaldybės monitoringo tinklo taškai parodyti 2.1 pav. ir 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. 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 g. 25
2.	sc182	privatus šulinys	gruntinis	Snaigių g. 20
3.	sc190a	privatus šulinys	gruntinis	Giriakalnio g. 43 (stebimas nuo 2012 m., vietoj sc190)
4.	sc21	privatus šulinys	gruntinis	Gedimino g. 15
5.	sc232	privatus šulinys	gruntinis	Domantonių g. 26
6.	sc39	privatus šulinys	gruntinis	Piliakalnio g. 10
7.	sc144	privatus šulinys	gruntinis	Lelijų g. 107
8.	sc134	privatus šulinys	gruntinis	Basanavičiaus g. 7
9.	s25a	privatus šulinys	gruntinis	Seirijų g. 7 (stebimas nuo 2007 m., vietoj s25)
10.	sc220	privatus šulinys	gruntinis	Geležinkelio g. 1
11.	sc90a	privatus šulinys	gruntinis	Ažuolų g. 7 (stebimas nuo 2010 m., vietoj sc90)
12.	sc125	privatus šulinys	gruntinis	Gardino g. 9

2.1 lentelės tęsinys

13.	sc73a	privatus šulinys	gruntinis	Liškiavos g. 14 (stebimas nuo 2005 m., vietoj sc73)
14.	sc111	privatus šulinys	gruntinis	Vytauto g. 37
15.	10s/24579	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
16.	17s/24586	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
17.	2s/35149	gręžinys	gruntinis	buv. naftos bazės teritorija
18.	23s/24592	gręžinys	tarpmoreninis (agl II žm-dn)	buv. naftos bazės teritorija
19.	14s/24583	gręžinys	gruntinis	Bijūnų g.
20.	25s/35150	gręžinys	tarpmoreninis (agl II žm-dn)	Bijūnų g.
21.	28s/35151	gręžinys	tarpmoreninis (agl II md-žm)	Basanavičiaus g.
Požeminio vandens 2-os eilės:				
22.	sc146	privatus šulinys	gruntinis	Lelijų g. 37
23.	sc133	privatus šulinys	gruntinis	Maironio g. 22
Paviršinio vandens:				
24.	p1	Mažosios Dailidės ežeras	paviršinis	
25.	p2	Didžiosios Dailidės ežeras	paviršinis	
26.	p3	Dailidės ežerėlis	paviršinis	

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: bendra (pilna) cheminė analizė, analizė pagal "trumpąjį" sąrašą, biogeninių elementų (azoto ir fosforo junginių), cheminio ir biocheminio deguonies suvartojimo, ištirpusio deguonies, mikroelementų, naftos produktų (aromatinių ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių), fenolių analizė;
- kompiuterinių duomenų bazių papildymas;
- monitoringo informacijos sisteminimas, apdorojimas, analizė, hidrogeologinių išvadų (metinių ir baigiamosios ataskaitų) ruošimas.

Programoje numatyta, jog pagrindiniai monitoringo lauko darbai (vandens mėginių ėmimas) atliekami 2 kartus per metus, t.y. pavasarį (balandžio-gegužės mėn.) ir rudenį (pvz., rugpjūčio-rugsėjo mėn.), o kai kurie iš šių tyrimų – 4 kartus per metus. Su tam tikromis nedidelėmis korektūromis šie darbai 2019 metais taip ir buvo atliekami (2.2 lentelė).

2.2 lentelė. Atliktų 2019 metais požeminio vandens monitoringo darbų apimtys

Darbų rūšis	Mato vnt.	Kiekis
1. Lauko tyrimai:		
Vandens lygio matavimai	1 mat.	16 tšk.x 2 k. + 8 tšk.x 4 k.
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.	22 tšk.x 2 k. + 3 tšk. x 4 k.
2. Laboratoriniai tyrimai:		
Pilna cheminė (makrokomponentų) analizė	1 an.	21
Analizė pagal “trumpąjį” sąrašą: permanganato indeksas (PI), sulfatas, chloridas, nitratas, nitritas (amonis)	1 an.	22
Cheminis deguonies suvartojimas (ChDS)	1 an.	20
Mikroelementai Pb, Ni, Cr, Cd, Mn, Se, Fe, Cu (Hg)	1 an.	5
Aromatiniai angliavandeniliai	1 an.	10
Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai	1 an.	2
Fenoliai	1 an.	6
Ištirpęs deguonis, PI, ChDS, BDS (paviršinio vandens postuose)	1 an.	12
Azoto ir fosforo junginiai (paviršinio vandens postuose)	1 an.	12

Pilna ir trumpa cheminė analizė, biogeninių elementų, aromatinių ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių, fenolių analizė atlikta sertifikuotoje UAB “Grotą” laboratorijoje. Mikroelementai nustatyti sertifikuotoje 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 fizinius-cheminius tyrimus (pH, Eh, savitasis elektros laidis, temperatūra) lauko sąlygomis, prie vandens mėginių ėmimo punktų, atliko UAB “Vilniaus hidrogeologija” (žr. 2, 3 priedus).

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 2016-2019 m. monitoringo duomenis, bet ir dabartinę bei ankstesnę atskirų stambesnių miesto ūkio subjektų (pvz., UAB “Dzūkijos vandenys”, AB Mašinų gamykla “Astra”, AB “Snaigė”, UAB “Litesko” filialo “Alytaus energija”, įvairių degalinių ir kt.) monitoringo informaciją [3, 8, 10, 13, 19].

3. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGO REZULTATAI

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

Atliekamą savivaldybės požeminio vandens monitoringą galima sąlyginai suskirstyti į hidrodinaminį ir hidrocheminį. Hidrodinaminė dalis sudaryta iš vandens lygio ir naftos plėvelės virš gruntinio vandens paviršiaus storio stebėjimų. Visi per nagrinėjamą 2016-2019 m. laikotarpį atliktų matavimų duomenys pateikti 2 priede.

Miestui būdingas raižytas reljefas, o monitoringo tinklas apima įvairius geomorfologinius rajonus, tad jo stebėjimo taškuose (šuliniuose, gręžiniuose) 2016-2019 metais gruntinis vanduo buvo aptinkamas skirtingame gylyje – nuo 0,58-0,73 m (šulinys sc185) iki 11,97-12,74 m (gręž. 14s). Kituose tinklo taškuose jo lygis paprastai slūgso maždaug 3-11 m gylyje. Tad ir vandens lygio abs. aukščių intervalas gana platus – nuo 71,7-72,4 (sc134) iki 156,3-156,4 m NN (sc185). Tarpmoreninio Medininkų-Žemaitijos vandeningojo sluoksnio vandens lygis gręžinyje 28s minėtu laikotarpiu svyravo 16,16-17,91 m gylyje (72,9-74,7 m NN), o Žemaitijos-Dainavos sluoksnio gręžiniuose 23s, 25s jo gylis siekė 29,2-31,6 m (64,1-66,4 m NN – žr. 2 priedą).

Jau anksčiau pastebėta, kad Vidzgirio vandenvietės eksploatacijos nutraukimas 2001 m. (žr. 2.3 pav.) nepadarė žymaus poveikio Žemaitijos-Dainavos sluoksnio vandens lygiui, kuris čia stebimas centrinėje vandenvietės dalyje, gręž. 1729(5žs). Vandens lygio pažemėjimas Žemaitijos-Dainavos sluoksnyje vandenvietėje ir prie jos ribų praktiškai neviršija 1 m [2, 3, 10].

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 (3.1 pav.). Pastebėti 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 sustabdyta Alytaus 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 [2-7].

Kaip matome sistemingai tęsiamuose grafikuose, iki 2018 m. pavasario dar tęsėsi anksčiau prasidėjęs gruntinio vandens lygio kilimas (3.1 pav.). Vėliau šis lygis pradėjo žemėti ir iki 2019 m. pab. daugelyje monitoringo taškų nukrito iki minimalių daugiamečių reikšmių. Panašios tendencijos būdingos tiek gruntinio, tiek ir tarpmoreninių sluoksnių vandens lygiams. Vandens lygio kritimas ypač pastebimas Alytaus ežerėliuose.

Priminsime, kad 3.1 pav. matomi Mažosios Dailidės ež. vandens lygio svyravimai nėra vien tik gamtinės kilmės, nes 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].

Visgi 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.

Vandens temperatūros stebėjimai neapima visos sezoninių pokyčių amplitudės, nes ji matuojama tik tuomet, kai semiami mėginiai įvairiems hidrocheminiams tyrimams (žr. 3 priedą). Tam tikras temperatūrų pokyčių tendencijas galime matyti specialiuose grafikuose (3.2 pav.). Stebėjimai rodo, jog didžiausi sezoniniai svyravimai (6-16 °C) būdingi sekliausiai (0,5-2,5 m gylyje) slūgsančiam gruntiniam vandeniui (šul. sc182, sc185). Giliau (10-18 m gylyje) gruntinio vandens temperatūra metų cikle būna stabilesnė ir svyruoja daugiausia tarp 8-13 °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 [2-7]. Visuose monitoringo tinklo taškuose paviršinio vandens temperatūra 2016-2019 m. svyravo nuo 0-1 iki 20-23 °C, gruntinio vandens – 8,0-14,3 °C, tarpsluoksninio vandens – 9,7-10,2 °C (žr. 3 priedą, 3.2 pav.).

Buvusios Alytaus naftos bazės taršos zonoje išgręžtuose gręžiniuose 2s, 10s, 17s sistemingai atliekami naftos produktų (NP) plėvelės storio matavimai (žr. 2.1, 2.2, 3.3 pav.). Priminsime, kad nuo 1995 m. iki 1999 m. rugpjūčio mėn. bazės teritorijoje UAB “Grotą” 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 [14].

Visi vėlesnių stebėjimų duomenys rodo, jog 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 sluoksnio storis keičiasi. Per stebėjimų laikotarpį iš esmės jam buvo būdingos mažėjimo tendencijos. Tai galima matyti iš 2 priede ir 3.3 pav. parodytų NP sluoksnelio matavimų duomenų ir grafikų. 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 2019 m. svyravo apie 6-22 cm. Labai plona, nuo 0 iki 1 cm NP plėvelė fiksuojama ir gręžiniuose 17s bei 2s (pastarajame anksčiau maksimalus jo storis siekė iki 54 cm). Kituose matuotuose taškuose, kaip ir anksčiau, susikaupusių virš gruntinio vandens lygio laisvų naftos produktų kol kas neaptikta.

Priminsime, jog 2013 m. UAB “Grotą” šioje teritorijoje atliko papildomus išsamius taršos laisvaisiais naftos produktais arealų ekogeologinius tyrimus ir nustatė, jog anksčiau užfiksuotos lokalių NP sankaupos yra iš esmės išlikę, tik kiek pasislinkę gruntinio srauto kryptimi [19]. Remiantis šiais tyrimais, buvo parengtas NP užterštų teritorijų tvarkymo planas, kurio tikslas – pašalinti skystuosius NP, sumažinti grunto bei gruntinio vandens užterštumo lygį ir sudaryti sąlygas jo savaiminiam apsivalymui [11].

Minėtame tvarkymo plane numatyti požemio valymo darbai ir atitinkami stebėjimai jau yra pradėti 2017 m. rudenį, juos atlieka UAB “Ekovalis” kartu su UAB “Ekometrija” [8]. Naftos produktų šalinimas atliekamas 5-se išskirtuose plotuose naudojant pasyvaus valymo būdą, t.y. su skimeriais – gertuvais. Darbus numatoma baigti 2021 metais, tuomet paaiškės ir jų rezultatai.

3.2. Požeminio vandens cheminė sudėtis ir jos pokyčiai

Požeminio vandens cheminės sudėties formavimosi ir jo taršos pasiskirstymo mieste dėsninumai jau yra žinomi iš įvairių specialiųjų tyrimų ir ilgalaikio požeminio vandens monitoringo rezultatų [2-7, 8, 14, 19]. Nustatyta, jog gruntinis vanduo Alytuje, kaip ir kiekviename panašaus dydžio Lietuvos mieste, yra gerokai užterštas. Pagrindinis jo taršos šaltinis – tai buvusi naftos bazė ir nuo jos miesto centro link nutįsęs naftos produktų šleifas. Buitinio pobūdžio tarša būdinga tiek centrinei daliai, tiek ir miesto pakraščiuose esantiems individualiųjų namų kvartalam. Su miesto pramone sietinos integruotos gruntinio vandens taršos anomalijos daugiausiai formuojasi ties šiauriniu ir pietiniu pramoniniais rajonais (žr. 2.1 pav.).

Mažas hidrocheminių procesų greitis požemyje lemia tai, jog 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 pamažėjusios nitratų koncentracijos bei taršos aromatiniais ir daugiacykliais aromatiniais angliavandeniliais mastas Alytaus naftos bazės poveikio zonoje [3, 5-7], nors, kaip pamatysime, jis dar yra pakankamai didelis.

Analizuodami hidrocheminių tyrimų duomenis, juos palyginsime su geriamojo vandens higienos normos HN 24:2017 reikalavimais [12]. Šis palyginimas gana sąlyginis, nes daugelis stebimųjų monitoringo taškų yra labiausiai užterštoje centrinėje miesto dalyje, kurioje gruntinis vanduo gėrimui nevertojamas (žr. 2.1 pav.). Todėl šiuos duomenis tikslinga palyginti ir su Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimais [9].

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 vandeniu nuogulų sluoksnelis. Dėl to šioje vietoje jų vandens cheminė sudėtis yra beveik identiška [2-7].

3.1 lentelė. Gruntinio ir tarp sluoksninio vandens cheminė sudėtis savivaldybės monitoringo tinklo taškuose 2016-2019 m.

Rodiklis	DLK pagal HN24:2017	DLK pagal ¹⁾	Gruntinis sluoksnis			agl Ižm-dn sluoksnis, nuo-iki/vid.
			nuo-iki	vidurkis	mediana	
			(1 eilutėje – 2016 m., 2 eilutėje – 2017 m., 3 eilutėje – 2018 m., 4 eilutėje – 2019 m. duomenys)			
BM, mg/l	-	-	307-999	565	497	373-500/437
			344-896	532	484	378-534/456
			270-847	555	492	303-605/454
			333-717	497	489	374-529/452
SEL, μS/cm	2500	-	433-1635	903	829	622-931/784
			371-1680	867	769	610-968/783
			365-1328	824	783	600-974/773
			500-1345	819	787	604-992/779

3.1 lentelės tęsinys

BK, mg-ekv/l	-	-	4,63-11,39 3,81-14,06 4,25-13,94 4,93-11,43	8,05 7,40 8,45 8,36	7,4 7,22 7,7 9,05	4,79-6,36/5,58 5,63-7,33/6,48 6,31-10,3/8,31 6,74-9,56/8,15
pH	6,5-9,5	-	6,52-8,37 6,9-8,2 6,89-8,21 6,69-8,12	7,70 7,49 7,53 7,48	7,88 7,44 7,58 7,49	7,16-7,86/7,60 7,12-7,7/7,45 7,09-7,59/7,38 7,04-7,55/7,33
Eh, mV	-	-	-19÷282 -15÷244 -27÷167 -20÷127	175 137 98 78	205 133 102 85	14÷81/45 10÷28/18 -12÷24/12 19÷31/26
Temperatūra, °C	-	-	8,8-17,1 7,6-13,8 7,7-12,8 8,0-14,3	10,5 10,2 10,2 10,4	10,2 10,2 10,0 10,3	8,6-11,2/9,8 9,7-10,7/10,1 9,8-10,8/10,2 9,7-10,2/9,9
PI, mg/IO ₂	5,0	-	2,11- 38,4 0,6- 40,0 0,58- 16,0 0,5- 48,45	5,94 3,54 4,01 3,89	3,77 1,45 2,91 1,54	3,82- 5,74 /4,78 1,75-2,11/1,93 0,87-2,91/2,4 1,54-2,15/1,85
ChDS, mg/IO ₂	-	-	5-58 6-93 <4-41 <4-197	23,4 14,9 7,1 16,4	18,5 8,0 4,0 4,15	25-36/30,5 7-9/8,0 <4-4/4 4,7-5,6/5,15
Cl, mg/l	250	500	13,5-243,2 10,1-188,7 5,95-160,7 8,05-177,6	61,8 63,9 47,7 54,3	49,6 53,6 39,7 47,8	35,8-178,3/107,0 39,9-152,4/89,2 34,3-119,3/78,3 31,4-135,8/74,2
SO ₄ , mg/l	250	1000	<1-96,3 <1-178,1 <1-114,9 <1-90,6	35,6 37,9 35,4 30,7	31,4 29,6 28,2 22,3	6,99-3,7/21,3 12,2-15,3/13,3 8,2-26,7/15,5 7,61-12,9/9,7
HCO ₃ , mg/l	-	-	229-620 275-868 231-668 265-598	415 450 435 406	427 393 418 400	185-385/285 392-465/429 409-437/423 376-404/390
NO ₂ , mg/l	0,50	-	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2
NO ₃ , mg/l	50	100	<1- 170,8 1,64- 104,9 1,17- 98,8 1,81- 124,8	45,4 40,4 35,5 36,3	38,5 36,0 38,3 33,7	<1-5,36 1,03-2,88/1,86 1,07-6,75/3,01 5,58-5,86/5,71
Na, mg/l	200	-	12,8-145,1 9,9-107,1 11,2-85,6 9,5-87,0	51,4 38,9 38,6 37,0	35,6 31,1 33,6 33,3	25,2-64,8/45,0 24,2-40,1/32,2 22,1-43,6/29,9 22,1-37,5/29,8
K, mg/l	-	-	3,9-43,8 1,9-32,3 2,4-30,2 3,4-29,1	16,6 14,3 11,8 11,7	13,5 16,1 10,9 10,6	2,47-30,5/16,5 2,07-2,83/2,45 1,13-2,72/1,71 3,08-4,55/3,8
Ca, mg/l	-	-	70,4-177,3 57,4-215,2 67,6-227,8 78,3-181,1	120,5 110,8 132,7 132,8	109,0 105,4 119,1 145,7	82,2-86,3/84,3 76,1-96,1/86,1 17,9-156,2/89,0 99,8-145,2/122,5

3.1 lentelės tęsinys

Mg, mg/l	-	-	13,6-32,6 11,5-40,3 10,6-31,3 11,7-29,0	24,7 22,8 20,6 21,0	24,6 23,2 19,3 22,0	5,91-27,5/16,7 22,3-30,8/26,6 17,9-30,4/22,9 21,4-28,1/24,8
Fe bendra, mg/l	0,2	-	<0,01- 8,479 0,039- 9,425 0,011-0,138 0,021- 2,944	4,34 2,52 0,075 1,48	4,34 0,31 0,075 1,48	4,24 2,46 2,41 -
NH ₄ , mg/l	0,50	-	<0,02- 0,87 <0,02- 19,1 <0,02- 4,97 <0,02- 9,625	0,08 0,65 0,25 0,47	0,02 0,049 0,02 0,02	<0,02 <0,02-0,053 <0,02-0,454 0,27- 1,137
Mn, mg/l	0,050	-	<0,004- 0,072 0,008- 0,31 0,023-0,038 <0,004- 0,28			0,22 0,094 0,076 0,16
Cr, µg/l	50	100	1-11 1-150 <1-11 1-25			3 2 1 3
Cd, µg/l	5,0	6,0	<0,3 <0,3 <0,3 <0,3			<0,3 <0,3 <0,3 <0,3
Ni, µg/l	20	100	<2 <2-3 <1-<2 <2			<2 <2 <2 <2
Pb, µg/l	10	75	<1-2 <1-4 <1-1 <1-7			<1 <1 <1 1
Cu, mg/l	2,0	2,0	0,002-0,012 0,004-0,006 0,002-0,004 0,002-0,006			<0,001 <0,001 0,001 0,002
Se, µg/l	10	100	<1 <1 <1 <1			<1 <1 <1 <1
Hg, µg/l	1,0	1,0	<0,1 <0,1 <0,1 <0,1			- - - -
DAA*, µg/l	0,10	2,26	<0,09 <0,09 <0,117- 1,144 <0,11			- - - -
Benz(a)pirenas, µg/l	0,010	1,0	<0,02 <0,02 0,045-1,14 <0,02- 0,032			- - - -
Benzenas, µg/l	1,0	50	<2,0- 8903 <2,0- 8322 <2,0- 9364 <2,0- 6280			<2,0 <2,0 <2,0 <2,0

3.1 lentelės tęsinys

Fenoliai, mg/l	-	2,0	<0,05-1,13	0,28	0,05	-
			<0,05-1,184	0,28	0,05	<0,05
			<0,05-1,1	0,27	0,05	<0,05
			<0,05-2,17	0,488	0,05	<0,05

Pastabos ir sutrumpinimai:

¹⁾ ribinė vertė požeminiame vandenyje pagal Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimų 3 priedą, II, III, IV jautrių taršai teritorijų grupėms [9]; BM – bendroji mineralizacija; SEL – savitasis elektros laidis; BK – bendrasis kietumas; PI – permanganato indeksas; ChDS – cheminis deguonies suvartojimas; DAA* – daugiacikliai 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 24:2017.

Lentelėje 3.1 matome, kad pagal daugelį rodiklių 2016-2019 m. ištirtas gruntinis vanduo atitiko geriamojo vandens normas. Tik atskiruose taškuose DLK viršijo organinės medžiagos pagal permanganato indeksą PI, azoto junginių (nitratų, amonio), o taip pat bendrosios geležies, mangano, chromo, įvairių toksinių angliavandenių koncentracijos (anksčiau kai kuriuose taškuose reikšmingai pasitaikydavo ir DLK viršijančių švino, pH rodiklio, chloridų, sulfatų verčių).

Gruntiniame vandenyje visuomet buvo aptinkama gana daug nitratų. Tačiau pastebėta, kad per visą stebėjimų laikotarpį, nors ir gana smarkiai svyruodama, jų vidutinė koncentracija po truputį mažėjo [2, 3, 5, 6, 7]. Tai matome iš vidurkinių ir medianinių NO₃⁻ reikšmių, kurios, pvz., 2003 m. maksimaliai siekė 101,7 ir 80,6 mg/l, per 2008-2011 m. laikotarpį – atitinkamai 67,1 mg/l ir 57,9 mg/l, o 2012-2015 m. – jau tik 47,3 mg/l ir 43,7 mg/l [3].

Tuo metu 2016-2019 m. šio komponento koncentracija monitoringo tiklo taškuose buvo dar truputį mažesnė, ir svyravo nuo 1 iki 170,8 mg/l, jo visų reikšmių vidurkis sudarė 35,5-45,4 mg/l, mediana – 33,7-38,5 mg/l (žr. 3.1 lentelę). Tad pavyzdžiui, 2019 m. geriamojo vandens DLK (50 mg/l) viršijo tik 4 iš 38, t.y. apie 11% visų ištirtų gruntinio vandens mėginių. Šiais metais tik viena iš nustatytų reikšmių buvo didesnė už Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimuose [9] nurodytą leistiną 100 mg/l ribą. Mažėjimo tendenciją turi ir absoliučiai didžiausios nitratų vertės. Pvz., 2016-2019 m. maksimali nitratų vertė šulinyje sc134 – 170,8 mg/l, o anksčiau yra buvę ir žymiai didesnių verčių, 2001-2002 m. pasiekusių net 347-359 mg/l.

Labiausiai padidėjusios amonio, organinės medžiagos (pagal permanganato indeksą bei cheminį deguonies suvartojimą ChDS) vertės būdingos taršos naftos produktais arealui (ypač grėž. 2s, 17s). Šių grėžinių vandenyje 2016-2019 m. amonio koncentracija siekė iki 5,0-9,6 mg/l, PI rodiklis – iki 16-48,5 mg/IO₂, CHDS – 41-197 mg/IO₂. Eilę metų nemažos minėtų rodiklių reikšmės nustatomos ir kai kuriuose monitoringo taškuose, esančiuose kitose miesto dalyse (žr. 3 priedą).

Mikroelementų pokyčių stebėjimai pastaraisiais metais sistemingai atliekami keliuose monitoringo taškuose, įskaitant šulinį sc73a (anksčiau – šul. sc73), kuris patenka į žinomą gruntinio vandens taršos sunkiaisiais metalais (Ni, Cd, Cr) plotą ties pietiniu pramonės rajonu, siejamą su buvusia Alytaus mašinų gamyklos (dabar – AB „Astra“) veikla [2, 3, 13]. Čia kai kurių toksinių mikrokomponentų (Cr, Pb) koncentracijos neretai viršydavo Lietuvos higienos normoje HN 24:2003 (ir HN 24:2017) nustatytą DLK geriamajame vandenyje (3.2 lentelė). Kaip matome lentelėje, per 2016-2019 metus čia chromo koncentracijos svyravo apie 4-150 µg/l, o švino – < 1-7 µg/l. Taigi chromo koncentracija šiame taške reikšmingai būdavo didesnė už DLK. Švino kiekiai šiaipjau didesni už foninius, tačiau DLK neviršijo.

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

Laikotarpis, data	Mikroelementų koncentracijos, µg/l	
	Chromas, Cr	Švinas, Pb
1998-2000 m.	0,5-78	1-4,4
2001-2003 m.	53,2-98	3-11
2004-2007 m.	4-204	1-16
2008-2011 m.	26-247	<1-3
2012-2015 m.	40-190	<1-39
2016.06.27	11	<1
2017.05.09	150	4
2017.09.28	5	<1
2018.05.08	4	<1
2018.09.26	11	<1
2019.05.06	25	<1
2019.09.18	11	7

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 2019 m. atskiruose stebėjimo taškuose gruntiniame vandenyje chromo kiekiai siekė nuo <1 iki 50 µg/l, nikelio – < 2-12 µg/l, švino - <1-3 µg/l [13].

Vandens kokybės kitimą laike padeda analizuoti specialūs daugiamečiai grafikai, sudaryti tipingose miesto vietose anksčiau parinktiems tipingiems monitoringo taškams [3-7]. Pirmiausia 3.4 paveiksle 2 lapuose parodyti gruntinio (šulinys s25, o nuo 2007 m. – s25a) ir Medininkų-Žemaitijos sluoksnių (gręžiniai 16s, 28s) vandens kokybės pokyčiai. Šie monitoringo 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 nemažų 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. Gruntiniam vandeniui čia būdingi didesni cheminių komponentų pokyčiai ir “šuoliai”. Grafikuose matome akivaizdžiai augančias jo bendrojo kietumo bei pH rodiklio vertes. Daugelio kitų komponentų vertės pastaruoju metu stabilizuojasi, o pvz., chloridų, sulfatų, nitrato koncentracijos sistemingai mažėja. Gilesniojo sluoksnio vandenyje daugelis šių tendencijų ganėtinau supanašėja, tik ne tokios ryškios, o atskirais atvejais (pvz., bendrojo kietumo) – netgi priešingos.

Minėtame monitoringo taške 28s per nagrinėjamą laikotarpį ištirtos mikroelementų (Pb, Cd, Ni, Cr, Cu, Se) vertės iš esmės atitiko geriamojo vandens standartus. Kaip žinoma, praeityje čia būta gerokai didesnių už fonines švino, nikelio, chromo verčių [2, 3].

Kitame paveiksle (žr. 3.5 pav.) 2-se lapuose parodytas to paties makrokomponentų spektro (bendrojo kietumo, bendrosios mineralizacijos, chloridų, sulfatų, hidrokarbonatų, PI, ChDS, nitrato, pH, amonio) kitimas šuliniuose sc90 (nuo 2010 m. – sc90a), sc134, sc170 (sc170a), sc182, sc232. Šių grafikų sudarymui jau anksčiau buvo parinkti būdingi savivaldybės monitoringo taškai, iš esmės galintys charakterizuoti visą jo tinklą mieste [3]. Šiuose taškuose 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. Tačiau akivaizdu, jog daugelis

anksčiau pastebėtų dėsningumų ir tendencijų išliko ir 2016-2019 m. Minėtų grafikų visuma rodo tam tikrą vandens bendrosios mineralizacijos, sulfatų, nitratų, dalinai – bendrojo kietumo verčių mažėjimą bei pH rodiklio didėjimą.

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, apibendrintos 3.3 lentelėje.

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
2016-2019 m.	minimali	5,95	4,25	0,75	5,59	3,18	
	maksimali	70,08	11,43	16,0	96,25	170,77	
	vidurkis	39,63	7,76	3,36	35,40	53,93	
	mediana	39,97	7,68	2,29	23,12	35,08	
<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

3.3 lentelės tęsinys

	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
	2016-2019 m.	minimali	10,14	5,94	0,5	16,52	1,75
		maksimali	133,0	10,73	5,13	46,89	80,25
		vidurkis	48,43	7,70	2,10	31,84	36,11
		mediana	26,01	7,09	1,45	31,30	40,13
sc21, sc39, sc232 (rytinė miesto dalis)	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
	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
2016-2019 m.	minimali	7,89	3,81	0,6	12,61	22,82	
	maksimali	30,62	7,25	3,62	34,25	104,91	
	vidurkis	17,57	6,03	1,97	25,41	47,54	
	mediana	18,12	6,06	1,75	26,54	41,48	

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

Čia šuliniai sc134, sc144 ir sc146 apibūdina centrinę, šul. sc182, sc185, sc190 – vakarinę, o sc21, sc39 ir sc232 – rytinę miesto dalis. Pateikti duomenys leidžia pamatyti tam tikrus vandens kokybės pokyčius, kurie, kaip ir anksčiau, nėra vienareikšmiai. Visgi daugeliu atvejų, lyginant vidurkinės arba medianinės reikšmės, pastebimos tokių taršos rodiklių, kaip nitratai, sulfatai, vyraujančios mažėjimo tendencijos. Vidutinės nitratų koncentracijos daugelį nagrinėjamų periodų viršijo HN 24:2017 leistiną ribą (50 mg/l) ir tik 2016-2019 m. nusileido žemiau jos. Dar sudėtingiau keičiasi organinės medžiagos (pagal PI), chloridų koncentracija. Kai kurių rodiklių vidutinių verčių pokyčiai dar akivaizdžiau matomi sudarytose specialiose diagramose (žr. 3.8 pav.).

Paviršinio vandens kokybė Alytuje sistemingai tiriama Mažosios Dailidės (monitoringo postas p1) bei (nuo 2012 m.) – Didžiosios Dailidės (p2) ir Dailidės (p3) ežerėliuose. Pagrindiniai tiriami rodikliai bei tyrimų rezultatai 2016-2019 metais parodyti 3.4 lentelėje.

Detaliau tiriamas Mažosios Dailidės ežero vanduo, 2019 m. duomenimis, yra 347 mg/l bendrosios mineralizacijos, kalcio magnio natrio hidrokarbonatinės chloridinės sudėties. Jo bendrasis kietumas – 4,66 mg-ekv/l, ištirpusių chloridų koncentracija – 78,7 mg/l, sulfatų – 29,8 mg/l (žr. 3, 9 priedus).

3.4 lentelė. Kai kurių paviršinio vandens kokybės rodiklių vertės 2015-2019 m.

Rodikliai	Rodiklių vertės paviršinio vandens postuose, nuo-iki/vidutinės (1eil. – 2016 m., 2 – 2017 m., 3 – 2018 m., 4 - 2019 m.)		
	p1 Mažosios Dailidės ež.	p2 Didžiosios Dailidės ež.	p3 Dailidės ež.
Temperatūra, °C	1,2-23,2 0,9-18,7 0,2-20,0 3,5-12,3	0,6-22,5 1,1-19,5 0,2-20,9 3,4-17,0	0,3-20,7 0,7-19,2 0,6-23,3 3,5-14,5
SEL, µS/cm	583-632/608 212-572/466 563-688/610 547-690/621	541-636/588 117-560/422 501-566/538 530-560/547	317-577/404 310-529/443 431-702/528 538-580/554
pH	7,35-8,21/7,9 7,77-8,53/8,1 7,80-8,49/8,1 7,82-8,20/8,0	7,70-8,38/8,0 8,10-8,39/8,2 7,86-8,40/8,2 7,40-8,06/7,8	7,91-8,81/8,4 8,02-8,52/8,3 7,97-8,76/8,2 7,75-8,37/8,0
Eh, mV	254÷294/280 212÷284/240 103-247/200 150-191/177	212÷294/191 244÷248/247 125-255/210 180-201/190	264÷295/277 227÷286/260 134-267/220 182-209/191
PI, mg/IO ₂	3,85-6,94/5,4 1,78-4,36/3,4 4,36-10,1/7,2 2,18-7,08/4,9	4,15-6,94/5,5 1,78-4,28/3,1 4,65-11,6/7,6 4,0-12,77/7,4	4,85-11,1/8,0 6,22-7,56/7,0 7,27-16,0/10,9 3,85-15,69/9,1
ChDS, mg/IO ₂	16-20/18,0 8-19/11,7 9-16/13,0 9-29/19,8	11-21/16 7-16,6/10,9 10-16/12,3 7-41/21,7	17-31/24 14-21,3/11,8 15-24/18,7 7-127/47,7
BDS ₇ , mg/IO ₂	8-14/11 4,04-17/8,26 6-12/9,25 6-18/12,5	7-15/11 4-18/8,05 6-12/8,25 5-27/14,25	9-19/14 2,68-15/8,67 8-18/12,25 5-21/13,75
NO ₂ , mg/l	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2	<0,2 <0,2 <0,2 <0,2
NO ₃ , mg/l	<1,0 <1,0-3,36 <1,0-1,72 <1,0-1,1	<1,0 <1,0-3,72 <1,0-2,17 <1,0-2,05	<1,0 <1,0 <1,0 <1,0-1,41
NH ₄ , mg/l	<0,02-0,523 <0,01-0,206 <0,02 <0,02-1,696	<0,02-0,539 <0,02-0,222 <0,02 <0,02-1,791	<0,02-0,203 <0,02-0,026 <0,02-1,994 <0,02-4,373
Azotas (N) bendras, mg/l	1,1-1,5/1,23 1,2-1,5/1,3 1,1-1,4/1,33 1,2-2,8/1,68	1,1-1,4/1,27 1,1-1,95/1,39 1,1-1,8/1,3 1,1-2,6/1,65	1,2-1,7/1,37 1,1-1,33/1,18 1,1-2,6/1,6 1,1-5,9/2,7
Fosforas (P) bendras, mg/l	0,035-0,071/0,056 0,014-0,179/0,099 0,036-0,058/0,042 0,036-0,047/0,042	0,034-0,056/0,045 0,039-0,386/0,172 0,037-0,063/0,045 0,039-0,051/0,044	0,033-0,058/0,048 0,044-0,089/0,065 0,034-0,083/0,047 0,038-0,071/0,050
Fosfatas (PO ₄), mg/l	0,031-0,058/0,046 0,010-0,174/0,092 0,031-0,051/0,037 0,031-0,038/0,035	0,033-0,051/0,042 0,033-0,377/0,155 0,029-0,054/0,037 0,029-0,047/0,036	0,029-0,052/0,042 0,034-0,079/0,057 0,029-0,071/0,041 0,033-0,049/0,037

3.4 lentelės tęsinys

Ištirpęs deguonis (O ₂), mg/l	7,2-7,3/7,3 4,7-10,0/6,4 5,2-8,16/7,1 4,15-6,4/5,1	6,8-7,2/7,0 1,4-10,3/6,6 4,8-8,96/5,9 4,08-5,85/5,0	5,7-6,6/6,2 2,2-6,9/5,0 4,2-6,88/5,6 4,55-6,9/5,4
--	---	--	--

Anksčiau atlikti kitų dviejų ežerėlių detalūs makrokomponentinės sudėties tyrimai parodė, kad visų jų vandens cheminė sudėtis gana artima, tik Didžiosios Dailidės ežero vandenyje daugiau chlorido ir natrio, tad ir jo bendroji mineralizacija kiek didesnė [3]. Tą akivaizdžiai rodo ir daugiamečiai SEL matavimų duomenys (žr. 3.4 lentelę).

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.).

Pažiūrėkime, kokia yra šių vandens telkinių ekologinė būklė, remiantis galiojančia paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, priskiriant juos ežerams arba tvenkiniams ir karjerams [15]. Kaip matome lentelėje, **pagal bendrąjį azotą** nagrinėjamu laikotarpiu visų ežerėlių būklė kiek prastėjo. Vertinant pagal 2019 m. tyrimų duomenų metinius vidurkius, Mažosios ir Didžiosios Dailidės ež. būklė buvo gera (N_b – 1,00-2,00 mg/l), o Dailidės ež. – vidutinė (2,01-3,00 mg/l). Dažniausiai kaip gerą ją galima apibūdinti ir pagal daugelį 2016-2019 m. užfiksuotų faktinių stebėjimų rezultatų, išskyrus epizodą 2019 m. rudenį, kai azoto kiekis Dailidės ež. pasiekė 5,9 mg/l ir atitiko blogos būklės kriterijus (N_b – 3,01-6,00 mg/l). Šiuo laiku prastesnė buvo ir kitų ežerėlių būklė, nes visi jie (o ypač Dailidės ež.) buvo gerokai nusekę (žr. 3 priedą).

Tuo metu **pagal bendrąjį fosforą** ši būklė būna įvairesnė: pagal P_b vidutinės 2019 metų vertės, siekiančias 0,042-0,050 mg/l, visuose šiuose telkiniuose ji yra gera (P_b – 0,040-0,060 mg/l), o per eilę metų sezoninėms reikšmėms keičiantis nuo 0,014 iki 0,386 mg/l, ši būklė dažniausiai svyruoja tarp labai geros (P_b<0,04 mg/l), geros ir vidutinės (P_b – 0,061-0,090 mg/l). Ir tik epizodiškai ji tampa bloga (P_b – 0,061-0,140 mg/l) arba labai bloga (P_b >0,14 mg/l).

Ganėtinai ryškiai metų bėgyje keičiasi trečiojo ekologinės būklės rodiklio – biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) – vertės. Pvz., pagal šį rodiklį ežerų būklė įvairiais 2019 m. laikotarpiais svyruoja nuo vidutinės iki labai blogos. Dažniausiai ji būna bloga (6,1-8,0 mg/IO₂) bei labai bloga (>8,0 mg/IO₂), rečiau – vidutinė (4,3-6,0 mg/IO₂). Kaip matome 3.4 lentelėje, nagrinėjamu laikotarpiu visų ežerėlių vandenyje vidutinės metinės vertės viršijo 8,0 mg/IO₂, taigi atitiko labai blogos būklės kriterijus.

Žemaitijos-Dainavos vandeningojo sluoksnio požeminio vandens cheminė kokybė stebima gręžiniuose 23s ir 25s, kurie patenka į taršos naftos produktais arealą (žr. 2.1, 2.2 pav.). Nustatyta, jog minėta tarša daro tam tikrą įtaką ir šiam gana giliai slūgsančiam vandeningajam sluoksniui [2-7].

Gręžinių 23s ir 25s vandens apibendrintą makrokomponentinę sudėtį, remiantis 2016-2019 m. duomenimis, galima išreikšti tokiomis formulėmis (ekv/%):

$$\text{Gręž. 23s: } M_{0,30-0,38} \frac{HCO_3 81 - 85 Cl 12 - 15 SO_4 2 - 4}{Ca 55 - 64 Mg 23 - 30 Na 12 - 16}$$

$$\text{Gręž. 25s: } M_{0,50-0,61} \frac{HCO_3 34 - 69 Cl 28 - 57 SO_4 2 - 8}{Ca 51 - 64 Na 14 - 34 Mg 6 - 28}$$

Matome, kad gręž. 23s vanduo tebėra palyginus mažai pakitusios kalčio, kalčio magnio hidrokarbonatinės sudėties. Tuo metu gręž. 25s vandens sudėtis dėl mineralizuoto vandens prietakos iš netoliese esančio jo iškrovos židinio būna žymiai įvairesnė [2-7].

Šio vandeningojo 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 2016-2019 m. laikotarpiu geležies ir mangano vertės siekė atitinkamai 2,41-4,24 mg/l ir 0,076-0,22 mg/l. Tuo metu 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, 2.2 pav.). Sistemingai tęsiami grafikai (žr. 3.6, 3.7 pav.) rodo, jog tiek Žemaitijos-Dainavos, tiek ir gruntinio sluoksnio vanduo šiame rajone ganėtinai švarus. Jame palyginus nedaug organikos, nitratų, sulfatų (pastarieji 2 rodikliai dar pasižymi ir mažėjimo laike tendencijomis). Tik kaip ir kitur Alytaus apylinkėse, čia tarp sluoksniniame vandenyje nemažai gamtinės kilmės geležies (apie 1,8-2,3 mg/l), mangano (0,08-0,11 mg/l) bei amonio (iki 0,6 mg/l).

Vandenyje ištirpę naftos produktai, t.y. aromatiniai (AA) ir daugiacikliai aromatiniai (DAA) angliavandeniliai, o taip pat fenoliai jau daug metų tiriami minėtame taršos šiais produktais areale – monitoringo taškuose 2s, 10s, 14s, 17s, 23s, 25s, s25 (s25a), 28s, sc170 (sc170a) ir šalia jo ribų (sc120). Kaip minėjome, pastarieji 2 taškai iš naujosios monitoringo programos buvo išeliminuoti, tad ir 2019 m. tyrimai juose nebuvo atliekami. Svarbiausi angliavandenilių tyrimų 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
<i>Gruntinis horizontas:</i>							
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	2s	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	-
28		-	-	-	8903	29808	-
29		-	-	-	8628	27068	-
30		-	-	-	6211	14984	-
31		<0,02	<0,09	-	8322	25423	-
32		-	-	-	<2,0	<2,0	-
33		0,054	<0,117	<0,171	9365	15766	-
34		-	-	-	75	2189	-
35		0,032	<0,09	<0,122	6280	13921	-
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	-
28		<0,02	<0,09	56,69	2178	45376	-
29		-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	194	903,4	-
31		<0,02	<0,09	-	2,2	2,2	-
32		-	-	-	573	3824	-
33		1,14	1,144	2,284	139	3756	-
34		-	-	-	894	17960	-
35		-	-	-	-	-	-
13	11s	-	-	-	85,3	2030	6,04
1	14s	-	-	-	-	-	-
2		0,00	0,00	0,240	7,49	7,49	0,05

3	14s	-	-	-	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	-	
28		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
29		-	-	-	-	-	-	
30		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
31		-	-	-	-	-	-	
32		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
33		-	-	-	-	-	-	
34		-	-	-	<2,0	<2,0	-	
35		<0,02	<0,09	<0,11	-	-	-	
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	-		-	-	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	17s	-	-	-	59	632,9	-
28		-	-	-	97	1390	-
29		-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	28	2555,9	-
31		-	-	-	11	108,8	-
32		-	-	-	78	1216	-
33		0,045	0,126	0,171	33	748,5	-
34		-	-	-	64	595,6	-
35		-	-	-	49	1385,8	-
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	-
28		-	-	-	<2,0	<2,0	-
29		-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	-	-	-
31		-	-	-	<2,0	<2,0	-
32		-	-	-	-	-	-
33		-	-	-	<2,0	<2,0	-
34		-	-	-	-	-	-
35		-	-	-	<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		-	-	-	-	-	-
12		-	-	-	<1,0	<1,0	<0,06
13		-	-	-	-	-	-
14		-	-	-	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-

17	sc120	-	-	-	<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		<0,002	<0,026	<0,1	<1,0	<1,0	-
15		-	-	-	<1,0	<1,0	-
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	<1,0	<1,0	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-

20	28s	-	-	-	-	-	-
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	-
28		-	-	-	<2,0	<2,0	-
29		-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	-	-	-
31		-	-	-	<2,0	<2,0	-
32		-	-	-	-	-	-
33		-	-	-	<2,0	<2,0	-
34		-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	<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	-	
28	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
29	-	-	-	-	-	-	
30	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
31	-	-	-	-	-	-	
32	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
33	-	-	-	-	-	-	
34	-	-	-	<2,0	<2,0	-	
35	-	-	-	-	-	-	
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	25s	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		-	-	-	-	-	-
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	-
28		-	-	-	-	-	-
29		-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	<2,0	<2,0	-
31		-	-	-	-	-	-
32		-	-	-	<2,0	<2,0	-
33		-	-	-	-	-	-
34		-	-	-	<2,0	<2,0	-
35		-	-	-	-	-	-

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 24:2017); c) 1-29 – 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; 28 – 2016 m. birželis; 29 – 2016 m. spalio; 30 – 2017 m. gegužė; 31 – 2017 m. rugsėjis; 32 – 2018 m. gegužė; 33 – 2018 m. rugsėjis; 34 – 2019 m. gegužė; 35 – 2019 m. rugsėjis.

Per visą ligšiolinių tyrimų laikotarpį daugiausiai gruntiniame vandenyje ištirpusių naftos produktų, kurių pagrindinę dalį sudaro aromatiniai angliavandeniliai (AA), buvo aptinkama buvusioje šios taršos epicentre – gręž. 2s, 10s, mažiau – gręž. 17s. Pvz., gręžinyje 2s AA koncentracija 2019 m. siekė iki 13921 µg/l, gręž. 10s – iki 17960 µg/l, o gręž. 17s – iki 1386 µg/l.

Jau seniau pastebėta, kad angliavandenilių koncentracijos nėra pastovios ir pasižymi mažėjimo laike tendencijomis [3-7]. Tai galime matyti ataskaitoje pateiktuose grafikuose, kuriuose parodytas tiek suminių aromatinių angliavandenilių verčių, tiek benzeno koncentracijų minėtuose trijuose gręžiniuose kitimas (3.9 pav.). Veikiausiai dėl minėtų laisvų NP sancaupų poslinkių su gruntinio vandens srautu gręžinyje 10s (dalinai – ir 2s bei 17s) pastaraisiais metais pastebimas ištirpusių vandenyje NP koncentracijų “šokinėjimas”. Pavyzdžiui, gręžinyje 2s AA koncentracija 2001 m. buvo 115000 µg/l, o vidutinė per 2004-2007 m., 2008-2011 m. bei 2012-2015 m. laikotarpius – atitinkamai 57010 µg/l, 51840 µg/l ir 22403 µg/l. Tuo metu 2016-2019 m. ji svyravo tarp 2189-29808

µg/l. Apskaičiuotas AA koncentracijos vidurkis šiuo nagrinėjamu laikotarpiu sudarė apie 16145 µg/l.

Gręžinyje 10s AA reikšmės paprastai būna labiau išbarstytos, tad pokyčiai dar sudėtingesni, nei gręžinyje 2s (žr. 3.9 pav.). Stebėjimų pradžioje maksimali AA koncentracija šiame gręžinyje buvo apie 67740 µg/l (atskiri „šuoliai“ siekė ir iki 84300 µg/l); 2004-2007 m. laikotarpiu jos vidutinė vertė – apie 42660 µg/l, 2008-2011 m. – 15660 µg/l, 2012-2015 m. – 10568 µg/l, o 2016-2019 m. – 11970 µg/l.

Panašios tendencijos būdingos ir gręžinio 17s vandeniui, kuriame maksimali AA koncentracija 2001 m. sudarė 14300 µg/l, o vidutinė 2016-2019 m. – apie 1143 µg/l (žr. 3.5 lentelę, 3.9 pav.).

Toksiškojo benzeno kiekis gręžinyje 2s mažėjo nuo 41100 µg/l (2001 m.) iki 75-9365 µg/l (2016-2019 m.). Gręžinyje 10s benzeno koncentracija atitinkamai keitėsi nuo 12490 µg/l (1999-2000 m.) iki 139-2178 µg/l (2016-2019 m.), o gręžinyje 17s – nuo 2550 µg/l (2001 m.) iki 11-97 µg/l (2016-2019 m.).

Tolstant nuo taršos epicentro link naftos dėmės periferijos, NP koncentracija vandenyje tampa žymiai mažesnė. Visuose kituose 2016-2019 m. ištirtuose savivaldybės monitoringo taškuose nei benzeno, nei aromatinių angliavandenilių apskritai neaptikta (t.y. jų koncentracija mažesnė nei 2 µg/l).

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

Daugiaciklių aromatinių angliavandenilių (DAA) tyrimai 2016-2019 m. buvo atliekami tik taršos naftos produktais epicentre, minėtuose gręžiniuose 2s, 10s, 14s, 17s. Jų kiekiai, 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 1,144 µg/l ir 1,14 µg/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 [9].

Nedidelių NP koncentracijų jau anksčiau buvo pastebėta ir Žemaitijos-Dainavos horizonto vandenyje [2], tačiau 2016-2019 m. gręž. 23s ir 25s jokių 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 2016-2019 m. gruntiniame sluoksnyje svyravo nuo <0,05 iki 2,17 mg/l; didžiausias kiekis, kaip ir anksčiau, užfiksuotas gręžinyje 2s (žr. 3.1 lentelę, 6 priedą). Kaip matome, tik vienetinė maksimali vertė yra viršijusi leistiną ribą (2 mg/l) pagal Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimus.

Tarpmoreninio Žemaitijos-Dainavos vandeningojo sluoksniu vandenyje (gręž. 23s) 2016-2019 m. fenolių kiekis, kaip ir daugelyje gruntinio vandens taškų, dažniausiai buvo mažesnis, nei 0,05 mg/l. Tik 2015 m. gręžinyje 23s buvo užfiksuota kiek 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]. 2016-2019 metų savivaldybės požeminio vandens monitoringo programoje numatyta, jog jos pabaigoje, panaudojant naujausių tyrimų duomenis, šiame modelyje bus patikslinta miesto urbanizuotos teritorijos įtaka giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams. Toliau trumpai aptarsime šio vertinimo metodiką ir 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 yra 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. Viršutine hidrodinamine 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. Modelį asloja apatinės kreidos molingo smėlio ir aleurito storemė, 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 ištekčiai buvo įskaitomi tik vandeninguosiuose sluoksniuose.

Požeminės hidrosferos matematinis modeliavimas remiasi diferencialinių lygčių sistemomis, aprašančiomis erdvinius (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 – vandengražos koeficientas; t – laikas.

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

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

čia 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, radioaktyvųjų 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 pradinio 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 koordinačių 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 giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams modeliavimas

Gruntinio vandeningojo sluoksnio požeminio vandens kokybė yra vienas pagrindinių veiksnių, apsprendžiančių giliau slūgsančių tarpstuoksninių 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 ankstesniais metais sudarytas gruntinio vandens suminio anomalingumo koeficiento žemėlapis [2] (4.2 pav.). Suminio anomalingumo koeficiento dabartinių verčių nustatymui panaudota naujausia – 2016-2019 metų savivaldybės bei stambesnių ūkio subjektų (AB “Astra”, AB

“Snaigė”, UAB “Dzūkijos vandenys”, UAB “Litesko”, UAB “Alkesta”, įvairių degalinių) pastarųjų bei ankstesnių metų požeminio vandens monitoringo medžiaga. Kaip ir minėtame darbe [2], anomalingumas įvertintas naudojant tuos pačius hidrocheminius rodiklius – chloridus, sulfatus, hidrokarbonatus, bendrąjį kietumą bei nitratų, 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 2016-2019 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 anksčiau, didžiausios suminės taršos anomalijos yra centrinėje miesto dalyje bei šiauriniame pramoniniame rajone (žr. 4.2 pav.). Palyginus su ankstesnių metų duomenimis, daugelyje centrinių miesto dalies monitoringo taškų, kur anksčiau buvo fiksuojamos didžiausios anomalingumo koeficiento vertės ($A_n > 10$), A_n sumažėjo iki 5-7. 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 lokaliai taršos židiniai ($A_n > 5-10$) ties anksčiau nenagrinėtomis degalinėmis (žr. 4.2 pav.).

Suminės taršos centrinėje miesto dalyje palaispni mažėjimo faktą iliustruoja ir 4.3 pav. pateiktas nitratų vidutinių koncentracijų 2016-2019 metais gruntiniame vandenyje žemėlapis. Iš jo matyti, kad, palyginus su ankstesnių metų tyrimo duomenimis, nitratų koncentracijos daugelyje tyrimo taškų yra 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.

Matematiname 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 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 apsijungusios 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 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). Tai reiškia, kad ir blogiausiu atveju šio produktyviojo vandeningojo sluoksnio tarša neleisčių mastų neįgautų. Kadangi pastarieji procesai neišvengiamai vyksta, tik, kaip minėta, jie nebuvo įskaitomi modelyje, realus patekęs į eksploatuojamą vandeningąjį sluoksnį taršos kiekis bus dar mažesnis. Tačiau 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.

4.3. Naftos produktų sklaidos modeliavimas

Ruošiant Alytaus miesto požeminio vandens šaltinių apsaugos valdymo planą, buvo sudarytas skystų naftos produktų migracijos iš buvusios Alytaus naftos produktų saugyklos (NPS) teritorijos matematinis modelis [2]. 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.

2016-2019 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 2016-2019 m. būklė ankstesniame šios taršos fone parodyta 3.10 pav. 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 angliavandenilių suma gręžinyje Nr. 2s vidutiniškai sumažėjo nuo 115000 iki 16145 $\mu\text{g/l}$, o gręžinyje Nr. 10s – nuo 67740 iki 11970 $\mu\text{g/l}$ (žr. 3.5 lentelę, 3.9, 3.10 pav.). Procentine išraiška šis koncentracijos sumažėjimas sudaro atitinkamai 86% ir 82%. Modelyje buvo pabandyta įvertinti, kiek toks skystų NP koncentracijos sumažėjimas gali atsilipti 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 2016-2019 metų monitoringo duomenis priimtume, jog vandenyje

ištirpusių skystų NP koncentracija vidutiniškai yra sumažėjusi 84% (42 mg/l), tai šiuo metu NPS teritorijoje ji vidutiniškai turėtų siekti apie 8 mg/l. Tokia ji ir užduota modelyje prognoziniais įvertinimams.

Modeliavimo rezultatai pateikti 4.6 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 250-280 m, pietų kryptimi – apie 50-75 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 realaus 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), kas neblogai sutapo su faktiniais stebėjimų duomenimis [2]. Tai patvirtino tą faktą, kad šiame sluoksnyje užfiksuotos NP koncentracijos nebuvo atsitiktinės. Akivaizdu, kad šiuo metu, sumažėjus ištirpusių NP koncentracijoms gruntiniame vandenyje NPS teritorijoje ir neveikiant Vidzgirio vandenvietei, vandenyje ištirpusių naftos produktų patekimo į produktyvųjį Žemaitijos-Dainavos vandeningąjį sluoksnį galimybės yra dar mažesnės.

4.4. Gaisro “Ekologistikos” įmonėje sukeltos gruntinio vandens taršos hipotetinio poveikio giliau slūgsantiems gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams modeliavimas

Matemaciniame modelyje papildomai buvo pabandyta įvertinti 2019 m. spalio mėnesį UAB „Ekologistika“ padangų perdirbimo gamykloje vykusio gaisro galimai sukeltos gruntinio vandens taršos poveikį giliau slūgsantiems miesto gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams.

Gaisro rezultate susiformavęs gruntinio vandens taršos arealas bei taršos mastas šiuo metu nežinomi. Viešojoje erdvėje pateiktoje informacijoje minima, kad artimiausiose gyventojų šuliniuose gruntinio vandens tarša padangų degimo produktais neužfiksuota. Todėl manytina, jog toks taršos arealas galimai susiformavo tik pačioje gaisravietėje ir jos artimiausiose priegose, kur gruntinį vandenį talpina daugiausiai molingos nuogulos su smėlio intarpais, apsunkinančios taršos migraciją. Modelyje šis arealas buvo gerokai padidintas – modeliuojant buvo skaitoma, kad gruntinis vanduo užsiteršė visoje buvusios AB „Alytaus tekstilė“ teritorijoje (4.7 pav.).

Norint įvertinti taršos dalį, patenkančią iš taršos arealo gruntiniame vandenyje į giliau slūgsantį bei Strielčių vandenvietėje ir gyventojų individualiais gręžiniais eksploatuojamą Žemaitijos-Dainavos vandeningąjį sluoksnį, buvo modeliuojama vadinamoji santykinė koncentracija. Tam gaisro paveiktame gruntinio vandens areale buvo užduota hipotetinė tarša, kur teršiančių medžiagų koncentracija yra 1 (arba 100 %), o giliau slūgsančiuose spūdiniuose vandeninguosiuose sluoksniuose – 0. Modelyje, sekant jos migraciją gilyn, galima įvertinti, kokia gruntinio vandens taršos dalis (%) gali pasiekti giliau slūgsančius miesto gėlo geriamojo požeminio vandens šaltinius bei įvertinti šios taršos sklaidos plotą.

Modeliuojant buvo laikoma, kad Alytaus vandenvietės ir toliau bus eksploatuojamos debitais, artimais dabartiniams, o hipotetinės taršos lygis gaisro paveiktame areale išliks nepakitęs. Prognozės laikas – 25 metai.

Modeliavimas atliktas dviem variantais:

- Modelyje įskaityti tik advekcijos (taršos migracijos su požeminio vandens srautu ir maišymosi su gėlu gilesnių sluoksnių vandeniu) procesai. Mažinantys migruojančių teršiančių medžiagų koncentraciją sorbcijos bei biodegradacijos (taršos destrukcijos) procesai nebuvo įskaitomi.
- Modelyje papildomai įskaityti taršos destrukcijos procesai, panaudojant anksčiau aprašytame naftos produktų migracijos modelyje taikytus migracinius parametrus [2].

Modelio pirmojo varianto rezultatai, kai neįskaitomi taršos destrukcijos procesai, pavaizduoti 4.7 pav. Matome, jog šiuo ekstremaliu atveju ties gaisraviete į Žemaitijos-Dainavos vandeningąjį sluoksnį per 25 metus galėtų patekti iki 10-12% taršos, esančios gruntiniame vandenyje. Patekusi į šį sluoksnį, tarša toliau migruotų daugiausiai į rytus, Nemuno link, bei šiek tiek į šiaurę-šiaurės rytus, link Strielčių vandenvietės. Nemuną galėtų pasiekti apie 1-2% taršos, esančios gruntiniame vandenyje gaisravietėje, t.y. dėl maišymosi su gėlu vandeniu ir atsiskiedimo procesų ji jau jau būtų sumažėjusi apie 50-100 kartų (žr. 4.8 pav.). Strielčių vandenvietei bei arčiausiai esančiai Miklusėnų gyvenvietei ji pavojaus nekeltų.

Vykstant taršos destrukcijos procesams, jos sklaidos Žemaitijos-Dainavos vandeningajame sluoksnyje arealas per 25 metus būtų gerokai mažesnis – keletas šimtų metrų nuo gaisravietės, jį pasiektų tik 0,04-0,06% taršos, esančios gruntinio vandens taršos areale (žr. 4.8 pav).

Nors aprašomas modelis yra hipotetinis, jis leidžia orientaciniai įvertinti taršos migracijos kryptis ir jos sklaidos bei gyventojų individualiems grėžiniams pavojų keliantį arealą. Akivaizdu, jog didėjant vandens paėmimui Strielčių vandenvietėje, šis arealas veikiausiai plėstųsi. Tad ateityje, atlikus gaisravietės ekogeologinius tyrimus, modelis galėtų būti tikslinamas bei papildytas taršos migracijos gruntiniame vandenyje galimybių vertinimu.

4. IŠVADOS

1. Alytaus savivaldybės požeminio vandens monitoringas 2019 m. buvo tęsiamas pagal patvirtintą 2016-2019 m. programą: 26-se monitoringo tinklo taškuose tiriama gruntinio, tarp sluoksninio ir paviršinio vandens cheminė sudėtis bei matuojamas vandens lygis ir naftos plėvelės virš gruntinio vandens paviršiaus storis buvusios Alytaus naftos bazės teritorijoje. Gruntinio ir tarp sluoksninio vandens lygis pasižymi tam tikrais sezoniniais ir daugiamečiais svyravimais. Didesnioji miesto dalis yra požeminio vandens mitybos srityje, čia užterštas gruntinis vanduo gali pertekėti gilyn – į Medininkų-Žemaitijos bei Žemaitijos-Dainavos tarp sluoksninius horizontus.

2. Naftos plėvelės storio matavimai rodo, jog taršos areale situacija nėra stabili, jo centre (gręž. 2s, 10s, 17s) NP sluoksnelio storis 2016-2019 m. svyravo nuo kelių milimetrų iki 6-24 cm. Šiuos pokyčius dalinai galėjo lemti ir čia 2017 m. rudenį pradėti požemio valymo darbai, kurių tikslas – pašalinti skystuosius NP, sumažinti grunto bei gruntinio vandens užterštumo lygį ir sudaryti sąlygas jo savaiminiam apsivalymui. Darbus pagal UAB “Grota” parengtą tvarkymo planą atlieka UAB “Ekovalis” kartu su UAB “Ekometrija”. Naftos produktai šalinimi 5-se plotuose naudojant skimerius – gertuvus. Šiuos darbus numatoma baigti 2021 metais, tuomet paaiškės ir jų rezultatai.

3. Gruntinis vanduo mieste vis dar žymiai užterštas nitratais (nors jų kiekis monitoringo tinkle jau apčiuopiamai sumažėjęs ir 2016-2019 m. svyravo nuo 1 iki 170,8 mg/l, o jo visų reikšmių vidurkis sudarė 35,5-45,4 mg/l), kitais azoto junginiais (amoniu), o taip pat neoksiduota organine medžiaga. Gerokai padidėjusios amonio, organinės medžiagos (pagal PI ir ChDS) vertės būdingos taršos naftos produktais arealui (ypač gręž. 2s, 17s), kur 2016-2019 m. amonio koncentracija siekė iki 5,0-9,6 mg/l, PI – iki 16-48,5 mg/lO₂, CHDS – 41-197 mg/lO₂. Visame monitoringo tinkle įvairūs gruntinio ir tarp sluoksninio vandens cheminės sudėties rodikliai pasižymi gana sudėtingais pokyčiais. Nuolat papildomi specialūs grafikai rodo, jog daugelis anksčiau nustatytų dėsningumų ir tendencijų išliko ir 2016-2019 m. – pastebimas vandens bendrosios mineralizacijos, sulfatų, nitratų, dalinai – bendrojo kietumo verčių mažėjimas, pH rodiklio didėjimas ir kt.

4. Stebimame gruntinio vandens taršos sunkiaisiais metalais plote ties pietiniu pramonės rajonu per 2016-2019 m. laikotarpį chromo koncentracijos svyravo apie 4-150 µg/l (retsykiausiai viršijo DLK geriamajame vandenyje), o švino – < 1-7 µg/l (neviršijo DLK). 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.

5. Tiriant Alytaus paviršinio vandens telkinių (Mažosios ir Didžiosios Dailidės ežerų bei Dailidės ežerėlio) vandens kokybės rodiklius, nustatyta, jog remiantis galiojančia metodika, šių vandens telkinių, priskiriant juos ežerams arba tvenkiniams ir karjerams, ekologinė būklė pagal bendrąjį azotą per 2015-2019 m. laikotarpį kiek prastėjo. Vertinant pagal 2019 m. tyrimų duomenų metinius vidurkius, Mažosios ir Didžiosios Dailidės ež. būklė buvo gera, o Dailidės ež. – vidutinė. Dažniausiai kaip gerą ją galima apibūdinti ir pagal daugelį 2016-2019 m. periodu užfiksuotų faktinių stebėjimų rezultatų, išskyrus epizodinį azoto kiekio padidėjimą 2019 m. rudenį, kai Dailidės ež. atitiko blogos būklės kriterijus. Šiuo laiku prastesnė buvo ir kitų ežerėlių būklė, nes visi jie (o ypač Dailidės ež.) buvo gerokai nusekę. Bendrojo fosforo atžvilgiu ši būklė būna įvairesnė: pagal P_b vidutinės 2019 m. vertės visuose šiuose telkiniuose ji yra gera, o per eilę metų sezoninėms reikšmėms keičiantis nuo 0,014 iki 0,386 mg/l, ši būklė dažniausiai svyruoja tarp labai geros, geros bei vidutinės, ir tik labai epizodiškai ji tampa bloga arba labai bloga. Trečiojo ekologinės būklės rodiklio – biocheminio deguonies suvartojimo – vertės

metų bėgyje ganėtinai ryškiai keičiasi. Pvz., pagal jas ežerų būklė įvairiais 2019 m. sezonais svyruoja nuo vidutinės iki labai blogos. Ir per visą nagrinėjamą laikotarpį dažniausiai ji būdavo bloga bei labai bloga, rečiau – vidutinė.

6. Naftos produktų (aromatinių AA ir daugiacyklių aromatinių angliavandenilių DAA) 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 2016-2019 m. siekė 2189-29808 $\mu\text{g/l}$ (vidutiniškai apie 16145 $\mu\text{g/l}$), gręžinyje 10s – vidutiniškai apie 11970 $\mu\text{g/l}$, o gręžinyje 17s – apie 1143 $\mu\text{g/l}$. Ištirpusio toksiško benzeno gręžinyje 2s šiuo periodu aptikta iki 75-9365 $\mu\text{g/l}$, gręž. 10s – 139-2178 $\mu\text{g/l}$, o gręž. 17s – 11-97 $\mu\text{g/l}$. Daugelyje kitų monitoringo taškų nei benzeno, nei aromatinių angliavandenilių kol kas apskritai nerasta, t.y. jų koncentracija mažesnė nei 2 $\mu\text{g/l}$.

7. DAA tyrimai 2016-2019 m. buvo atliekami tik taršos naftos produktais epicentre, gręžiniuose 2s, 10s, 14s, 17s. Jų kiekiai, 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 iki 1,144 $\mu\text{g/l}$ ir 1,14 $\mu\text{g/l}$. Taršos naftos produktais areale tiek gruntiniame, tiek tarpsluoksniniame vandenyje visada buvo aptinkama nemažai ištirpusių fenolių. Jų koncentracijos 2016-2019 m. svyravo nuo <0,05 iki 2,17 mg/l ; didžiausias kiekis, kaip ir anksčiau, užfiksuotas gręžinyje 2s. Tačiau tik vienetinė maksimali vertė yra viršijusi leistiną ribą (2 mg/l) pagal Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimus. Tolesnes šių ir kitų minėtų taršos rodiklių pokyčių tendencijas parodys monitoringo tąsa.

8. 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 tarpsluoksniniam 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 horizonte atžvilgiu šios prognozės yra palankesnės.

9. Matematiname modelyje papildomai buvo pabandyta įvertinti 2019 m. spalio mėnesį UAB „Ekologistika“ padangų perdirbimo gamykloje vykusio gaisro galimai sukeltos gruntinio vandens taršos poveikį giliau slūgsantiems miesto gėlo geriamojo požeminio vandens šaltiniams. Nors aprašomas modelis yra hipotetinis, jis leidžia orientaciniai įvertinti taršos migracijos kryptis ir jos sklaidos bei gyventojų individualiems gręžiniams pavojų keliantį arealą. Didėjant vandens paėmimui aplinkinėse vandenvietėse, šis arealas greičiausiai plėstųsi. Tad ateityje, atlikus gaisravietės ekogeologinius tyrimus, modelis galėtų būti tikslinamas bei papildytas taršos migracijos gruntiniame vandenyje galimybių vertinimu.

10. Savivaldybės požeminio vandens monitoringas Alytuje neabejotinai turi būti toliau tęsiamas. Kol kas nematyti itin svarbių priežasčių, dėl kurių reikėtų iš esmės keisti ir monitoringo tinklą bei atliekamų darbų apimtį, kurios šiuo metu iš esmės yra būtinos ir pakankamos požeminės hidrosferos būklės stebėjimams, kontrolei ir prognozei. Tačiau ateityje, atsižvelgiant į besikeičiantį požemio užterštumą, paaiškėjus gaisro „Ekologistikos“ įmonėje sukeltiems padariniams ir pan., monitoringo apimtys galėtų būti šiek tiek pakoreguotos, t.y. optimizuotos.

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 2012-2015 m. apibendrinančioji ataskaita (pagal 2012-2015 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2015.
4. Bendoraitis A., Gregorauskas M. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2016-2019 m. programa. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2015.
5. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2016 m. rezultatai (pagal 2016-2019 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2016.
6. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2017 m. rezultatai (pagal 2016-2019 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2017.
7. Bendoraitis A. Alytaus miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo 2018 m. rezultatai (pagal 2016-2019 m. programą). UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2018.
8. Buvusios naftos bazės teritorijos Alytaus miesto savivaldybėje, Santaikos g., sutvarkymo pažangos 8-oji ataskaita. UAB "Ekovalis", UAB "Ekometrija". V., 2019.
9. Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai (Žin., 2008, Nr. 53-1987).
10. Gregorauskas M. Alytaus miesto vandenviečių poveikio požeminiam vandeniui monitoringo 2016-2018 metais apibendrinančioji ataskaita. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2019.
11. Januševičiūtė D., Štuopis A. ir kt. Alytuje, Santaikos g-vėje buvusioje naftos produktų bazėje ir jos gretimybėse naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo planas. UAB "Grotas". V., 2013.
12. Lietuvos higienos norma HN 24:2017. Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai.
13. Mališauskas A. AB Mašinų gamyklos "Astra" poveikio požeminiam vandeniui monitoringo pagal 2019-2023 m. programą 2019 metų ataskaita. UAB "Vilniaus hidrogeologija". V., 2019.
14. 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.
15. Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (Suvestinė redakcija nuo 2018-10-24).
16. Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka (Žin., 2003, Nr. 17-770).
17. Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijos (Žin., 2011, Nr. 3-114).
18. Ūkio subjektų aplinkos monitoringo nuostatai (Žin., 2009, Nr. 113-4831; Žin., 2011, Nr. 148-6962).
19. Štuopis A. ir kt. Buvusios naftos produktų bazės ir jos gretimybių teritorijos, užterštos laisvaisiais naftos produktais, Alytuje, Santaikos g., papildomo ekogeologinio tyrimo ataskaita. UAB "Grotas". V., 2013.



P R I E D A I