



ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS  
2021–2026 M.  
APLINKOS MONITORINGO PROGRAMA

SUDERINTA

Aplinkos apsaugos  
agentūra

.....  
.....

PATVIRTINTA

Šiaulių miesto savivaldybės tarybos  
2021. m. ..balandžio.....1 d.  
sprendimu Nr. T.:81.....

SUDERINTA

Lietuvos geologijos tarnyba  
prie Aplinkos ministerijos

.....  
.....

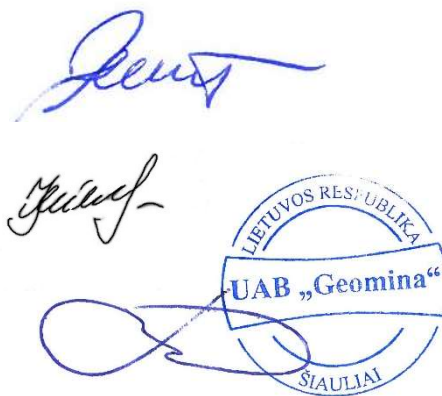
**ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS  
APLINKOS MONITORINGO PROGRAMA  
2021-2026 METAMS**

Programos rengėjai:

Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija  
laboratorijos vadovas Robertas Klimas

UAB „Geomina“ vyr. geologė mgr. Jurgita Miliukienė

UAB „Geomina“ direktorius Mindaugas Čegys



The block contains three blue ink signatures. The first signature is at the top, the second is below it, and the third is at the bottom. To the right of the signatures is a circular official stamp. The stamp has the text 'LIETUVOS RESPUBLIKA' at the top, 'UAB „Geomina“' in the center, and 'ŠIAULIAI' at the bottom.

## TURINYS

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ĮVADAS .....                                                                                                   | 7  |
| 1. ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO TIKSLAS,<br>UŽDAVINIAI, TIRIAMŲ APLINKOS KOMPONENTAI ..... | 8  |
| 2. ŠIAULIŲ MUNICIPALINIS APLINKOS ORO MONITORINGAS .....                                                       | 9  |
| 2.1. Esamos būklės analizė .....                                                                               | 9  |
| 2.2. Aplinkos oro kokybės valdymo priemonių įgyvendinimas Šiauliuose.....                                      | 20 |
| 2.3. Aplinkos oro monitoringo tikslas, uždaviniai, matuojami parametrai.....                                   | 21 |
| 2.4. Aplinkos oro monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas.....                                             | 23 |
| 2.5. Aplinkos oro monitoringo programos įgyvendinimo priemonės.....                                            | 25 |
| 2.6. Aplinkos oro kokybės vertinimo kriterijai .....                                                           | 27 |
| 2.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai .....                                                                | 28 |
| 3. ŠIAULIŲ MIESTO PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ MONITORINGAS .....                                               | 29 |
| 3.1. Esamos būklės analizė .....                                                                               | 29 |
| 3.2. Mieste vykdomos ir planuojamos paviršinių vandens telkinių būklės gerinimo priemonės<br>.....             | 33 |
| 3.3. Paviršinių vandens telkinių monitoringo tikslas ir uždaviniai .....                                       | 34 |
| 3.4. Paviršinių vandens telkinių monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas .....                             | 36 |
| 3.5. Paviršinių vandens telkinių monitoringo programos įgyvendinimo priemonės .....                            | 39 |
| 3.6. Paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo kriterijai .....                                  | 40 |
| 3.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai .....                                                                | 41 |
| 4. TRIUKŠMO STEBĖSENOS VYKDYMAS ŠIAULIŲ MIESTO TRIUKŠMO<br>PREVENCIJOS IR TYLIOSIOSE ZONOSE .....              | 42 |
| 4.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė .....                                                             | 42 |
| 4.2. Triukšmo valdymo priemonių įgyvendinimas Šiaulių mieste .....                                             | 44 |
| 4.3. Triukšmo monitoringo tikslas ir uždaviniai .....                                                          | 46 |
| 4.4. Triukšmo monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas .....                                                | 46 |
| 4.5. Triukšmo monitoringo programos įgyvendinimo priemonės .....                                               | 51 |
| 4.6. Aplinkos triukšmo vertinimo kriterijai .....                                                              | 52 |
| 4.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai .....                                                                | 53 |
| 5. DIRVOŽEMIO MONITORINGAS .....                                                                               | 54 |
| 5.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė .....                                                             | 54 |
| 5.2. Dirvožemio monitoringo tikslas ir uždaviniai .....                                                        | 63 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3. Dirvožemio monitoringo tinklas .....                                                       | 64  |
| 5.4. Dirvožemio monitoringo programos įgyvendinimo priemonės, jų atlikimo terminai .....        | 67  |
| 5.5. Vertinimo kriterijai .....                                                                 | 68  |
| 6. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGAS.....                                                          | 69  |
| 6.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė .....                                              | 69  |
| 6.2. Požeminio vandens monitoringo tikslas ir uždaviniai .....                                  | 119 |
| 6.3. Požeminio vandens monitoringo tinklas .....                                                | 119 |
| 6.4. Požeminio vandens monitoringo programos įgyvendinimo priemonės, jų atlikimo terminai ..... | 123 |
| 6.5. Vertinimo kriterijai .....                                                                 | 126 |
| 6.6. Literatūra.....                                                                            | 127 |
| 7. DUOMENŲ APIE MIESTO APLINKOS BŪKLĘ KAUPIMAS, SAUGOJIMAS IR PATEIKIMAS .....                  | 129 |

### **Paveikslėlių sąrašas**

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 pav. Iš stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių išmestas teršalų kiekis (t/m.) Šiauliuose 2018 m. ....                                               | 9  |
| 2 pav. Stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių emisijų kiekio kitimas Šiauliuose 1996–2018 m. laikotarpiu. ....                                        | 10 |
| 3 pav. Bendrojo vidutinio metinio paros eismo intensyvumo kitimas valstybinės reikšmės keliuose Šiaulių miesto prieigose 2013–2018 m. ....              | 11 |
| 4 pav. Individualių lengvųjų automobilių skaičiaus, tenkančio 1000 gyventojų Šiauliuose, kitimas 2006–2018 m.....                                       | 11 |
| 5 pav. Vidutinė metinė kietųjų dalelių (KD <sub>10</sub> ) koncentracija Šiaulių m. aplinkos ore 2019 m. .                                              | 12 |
| 6 pav. Kietųjų dalelių (KD <sub>10</sub> ) didžiausios vidutinės paros koncentracijos kitimas 2005–2019 m. ....                                         | 13 |
| 7 pav. Kietųjų dalelių (KD <sub>10</sub> ) vidutinės 24 val. koncentracijos viršijimų skaičiaus kitimas Šiauliuose 2005–2019 m.....                     | 13 |
| 8 pav. Vidutinė metinė azoto dioksido (NO <sub>2</sub> ) koncentracija Šiaulių m. aplinkos ore 2019 m..                                                 | 14 |
| 9 pav. Vidutinės metų benzo(a)pireno koncentracijos kietųjų dalelių (KD <sub>10</sub> ) frakcijoje kitimas Šiaulių miesto aplinkos ore 2007–2019 m..... | 15 |
| 10 pav. Vidutinė metinė benzo(a)pireno (BaP) koncentracija Šiaulių m. aplinkos ore 2019 m. ....                                                         | 16 |

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 11 pav. Kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) vidutinės mėnesio ir vidutinės metų koncentracijos kitimas pietinėje miesto dalyje 2015–2019 m. ....             | 19 |
| 12 pav. Indikatorinių aplinkos oro užterštumo tyrimų vietos Šiauliuose .....                                                                           | 23 |
| 13 pav. Bendrojo fosforo ( $P_b$ ) vidutinės metų koncentracijos kitimas paviršiniuose vandens telkiniuose 2011–2019 m.....                            | 30 |
| 14 pav. Bendrojo azoto ( $N_b$ ) vidutinės metų koncentracijos kitimas paviršiniuose vandens telkiniuose 2011–2019 m.....                              | 31 |
| 15 pav. Paviršinių vandens telkinių vidutinis metų vandens skaidrumas 2017–2019 m.....                                                                 | 32 |
| 16 pav. Vidutinės metų chlorofilo „a“ koncentracijos kitimas Šiaulių miesto paviršiniuose vandens telkiniuose 2013–2019 m.....                         | 33 |
| 17 pav. Paviršinių vandens telkinių tyrimo vietos Šiauliuose .....                                                                                     | 38 |
| 18 pav. Triukšmo matavimo vietos Šiauliuose (mokyklų, ligoninių aplinkoje, tyliosiose zonose) .....                                                    | 47 |
| 19 pav. Triukšmo matavimo vietos Šiauliuose ( lopšelių-darželių aplinkoje).....                                                                        | 48 |
| 20 pav. Šiaulių miesto dirvožemio suminio užterštumo rodiklio pasiskirstymas [22].....                                                                 | 55 |
| 21 pav. 2015–2020 m. dirvožemio monitoringo tinklo schema ir užterštumo lygis [22].....                                                                | 58 |
| 22 pav. Dirvožemio 2015–2020 m. laikotarpio suminio užterštumo lygis.....                                                                              | 61 |
| 23 pav. Dirvožemio monitoringo tinklo 2021–2026 m. išdėstymo schema .....                                                                              | 66 |
| 24 pav. Potencialių taršos židinių išsidėstymo schema [16].....                                                                                        | 69 |
| 25 pav. Vandenviečių išsidėstymo schema [16] .....                                                                                                     | 71 |
| 26 pav. Šiaulių miesto geriamojo vandens suvartojimas 1988–2019 m.....                                                                                 | 72 |
| 27 pav. Ūkio subjektų, vykdančių monitoringą, tiriamųjų gręžinių išdėstymo schema (pagal [16]) .....                                                   | 73 |
| 28 pav. Požeminio vandens monitoringo 2015–2020 m. tinklas .....                                                                                       | 77 |
| 29 pav. 2015–2020 m. laikotarpis vidutinis gruntinio ir tarpmoreninio vandens sluoksnių lygis .....                                                    | 79 |
| 30 pav. Gruntinio vandens lygio kaitos 2009–2020 m. grafikai.....                                                                                      | 80 |
| 31 pav. Vandens lygių kaitos grafikai stebimuosiuose vandeninguose sluoksniuose .....                                                                  | 81 |
| 32 pav. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (BIMMS, pagrindiniai anijonai)..... | 85 |
| 33 pav. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (pagrindiniai katijonai) .....      | 86 |

|                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 34 pav. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis).....   | 87  |
| 35 pav. Cheminės sudėties rodiklių kaita šulinio 30s ir gręžinio 17366 vandenyje .....                                                                                              | 91  |
| 36 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai) .....                                         | 95  |
| 37 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai) .....                                                | 96  |
| 38 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis).....               | 97  |
| 39 pav. Gręžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai) .....                           | 104 |
| 40 pav. Gręžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai).....                                   | 105 |
| 41 pav. Gręžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis)..... | 106 |
| 42 pav. Gręžinių viršutinio permo požeminio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai).....                         | 112 |
| 43 pav. Gręžinių viršutinio permo požeminio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai) .....                               | 113 |
| 44 pav. Gręžinių viršutinio permo požeminio cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis).....      | 114 |
| 45 pav. Gruntinio, tarpmoreninio ir permo sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių kaitos grafikai .....                                                              | 117 |
| 46 pav. Gruntinio, tarpmoreninio ir permo sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių kaitos grafikai (tęsinys) .....                                                    | 118 |
| 47 pav. Požeminio vandens monitoringo 2021–2026 m. tinklas .....                                                                                                                    | 122 |

### Lentelių sąrašas

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 lentelė. Aplinkos oro tyrimų difuziniais ėmikliais vietos Šiauliuose 2019 m. ....   | 17 |
| 2 lentelė. Matavimų, atliktų difuziniais ėmikliais 2019 m. Šiauliuose, duomenys ..... | 18 |
| 3 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros .....                 | 22 |
| 4 lentelė. Aplinkos oro užterštumo tyrimo vietų sąrašas .....                         | 24 |
| 5 lentelė. Aplinkos oro monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas .....    | 25 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6 lentelė. Paviršiniuose vandens telkiniuose matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros.....                                      | 35  |
| 7 lentelė. Šiaulių miesto paviršinių vandens telkinių tyrimo vietų sąrašas.....                                                             | 36  |
| 8 lentelė. Paviršinių vandens telkinių monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas .....                                           | 39  |
| 9 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros .....                                                                       | 46  |
| 10 lentelė. Triukšmo matavimo vietos Šiaulių miesto triukšmo prevencijos ir tyliosiose zonose .....                                         | 49  |
| 11 lentelė. Triukšmo monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas .....                                                             | 51  |
| 12 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietų (monitoringo tinklo) duomenys.....                                                             | 57  |
| 13 lentelė. Dirvožemio sunkiųjų metalų ir naftos produktų kiekio tyrimo rezultatai 2015–2020 m. ....                                        | 60  |
| 14 lentelė. Dirvožemio daugiaklių aromatinių angliavandenilių tyrimo rezultatai (2018 m. birželis) .....                                    | 62  |
| 15 lentelė. Želdinių stebėsenai aktualių dirvožemio rodiklių tyrimo rezultatai (2016 ir 2019 metai) .....                                   | 62  |
| 16 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros .....                                                                      | 64  |
| 17 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietų (monitoringo tinklo) 2021–2026 m. duomenys .....                                               | 65  |
| 18 lentelė. Dirvožemio monitoringo programos įgyvendinimo grafikas.....                                                                     | 67  |
| 19 lentelė. Pagrindinė informacija apie vandenvietes.....                                                                                   | 71  |
| 20 lentelė. Šiaulių miesto savivaldybės 2015–2020 m. požeminio vandens monitoringo tinklas .....                                            | 76  |
| 21 lentelė. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties rodiklių vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. ....                 | 84  |
| 22 lentelė. Mikroelementų koncentracijos šulinių ir gręžinių vandeninguosiuose (gruntiniame, tarpmoreniniame ir permo) sluoksniuose.....    | 92  |
| 23 lentelė. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. vidutinės koncentracijos .....               | 94  |
| 24 lentelė. Lengvųjų aromatinių, benzino ir dyzelino bei halogeninių angliavandenilių kiekis .....                                          | 100 |
| 25 lentelė. Tarpmoreninių sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. vidutinės koncentracijos..... | 103 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 26 lentelė. Permo sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. vidutinės koncentracijos ..... | 111 |
| 27 lentelė. Pagrindinė informacija apie 2021–2026 m. požeminio vandens monitoringo tinklą .....                                      | 121 |
| 28 lentelė. Požeminio vandens monitoringo apimtys 2021–2026 m. ....                                                                  | 124 |
| 29 lentelė. Tyrimo metodų sąrašas.....                                                                                               | 125 |

### **Priedai**

1. Potencialūs taršos židiniai (Šiaulių m. sav.) [16]
2. Ūkio subjektų monitoringo programų sąrašas (Šiaulių m. sav. 2020 m.) [16]

## IVADAS

Šiaulių miesto savivaldybės 2020–2022 metų strateginio veiklos plano aplinkos apsaugos programoje, kurios tikslas – pagerinti aplinkos kokybę mieste, kurti darnaus vystymosi principais pagrįstą sveiką ir švarią gyvenamąją aplinką mieste, numatoma vystyti miesto komunalinių atliekų tvarkymo sistemą, gausinti miesto želdinius, gerinti miesto vandens telkinių ir jų prieigų gamtosaugos būklę, vykdyti miesto aplinkos kokybės stebėseną, bendruomenės aplinkosauginį ugdymą bei pašalinti aplinkos teršimo šaltinius.

Paviršinių vandens telkinių ir jų prieigų gamtosaugos būklės gerinimui mieste vykdomas projektas „Šiaulių miesto paviršinių nuotekų tvarkymo sistemos inventorizavimas, paviršinių nuotekų tvarkymo infrastruktūros rekonstravimas ir plėtra“, kurio tikslas – mažinti užtvindymų paviršinėmis nuotekomis riziką ir neigiamą poveikį aplinkai bei ekonomikai Šiaulių mieste. Įgyvendinant projektą rekonstruoti labiausiai susidėvėję esami paviršinių nuotekų tinklus. Kasmet tvarkomos Šiaulių miesto paviršinių vandens telkinių pakrantės ir grioviai, pjaunama žolė, savaiminiai krūmai, surenkamos atliekos, esant poreikiui atliekami griovių gilinimo, pralaidų tvarkymo darbai. Siekiant sutvarkyti ir išvalyti naftos produktais užterštas buvusias naftos bazių ir karines teritorijas Aviacijos g. Šiaulių mieste, įgyvendinamas projektas „Buvusios naftos bazės su aplinkinėmis teritorijomis Šiaulių m., Aviacijos g., sutvarkymas“. Likviduoti teritorijoje esantys avarinės būklės statiniai, apleistų kelių betono dangos, šachtiniai šuliniai, išlygintas žemės paviršius. Naftos produktais užterštose teritorijose atlikti ekogeologiniai tyrimai, įrengti stebimieji ir eksploataciniai gręžiniai, vykdomas naftos produktais užteršto gruntinio vandens valymas hidrodinaminiu ir vakuuminiu metodais.

Aplinkos oro kokybės valdymui mieste įgyvendintas projektas „Aplinkos oro kokybės gerinimas Šiaulių mieste“, kurio tikslas – mažinti aplinkos oro taršą kietosiomis dalelėmis Šiaulių mieste siekiant užtikrinti, kad jų koncentracija aplinkos ore neviršytų žmogaus sveikatai ir aplinkai nepavojingų aplinkos oro užterštumo lygių. Įgyvendinant projekto veiklas, parengtas aplinkos oro kokybės valdymo priemonių planas, įsigyta gatvių valymo ir priežiūros mašina, parengta ir įgyvendinta visuomenės informavimo kampanija apie aplinkos oro kokybės gerinimą.

Miesto želdinių gausinimui, esamų želdinių kokybės gerinimui, vertingų gamtinių teritorijų apsaugai vykdomas želdynų įteisinimas, želdynų ir želdinių inventorizavimas viso miesto mastu, numatoma sutvarkyti Prūdelio tvenkinio kraštovaizdį, Talkšos ežero pietinę ir vakarinę pakrantes bei jų prieigas.

Vadovaujantis LR aplinkos monitoringo įstatymo ir Bendrosiomis savivaldybių monitoringo nuostatomis vykdoma miesto aplinkos kokybės stebėseną, parengta Šiaulių miesto savivaldybės 2021–2026 metų aplinkos monitoringo (oro, vandens, dirvožemio, triukšmo) programa.

## 1. ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO TIKSLAS, UŽDAVINIAI, TIRIAMY APLINKOS KOMPONENTAI

**Monitoringo tikslas** – sukurti bendrą Šiaulių miesto aplinkos kokybės stebėjimo sistemą, kuri būtų skirta aplinkos kokybei valdyti savivaldybės teritorijoje, vykdyti aplinkos stebėseną, remiantis gauta informacija apie aplinkos būklę vertinti ir prognozuoti jos pokyčius bei galimas pasekmes, teikti duomenis bendruomenei, specialistams ir valstybinėms institucijoms bei informaciją grindžiant, planuojant ir įgyvendinant aplinkosaugos priemones. Be to, didinti visuomenės informavimą apie Šiaulių miesto aplinkos būklę ir ugdyti ekologiškai mąstančią visuomenę. Aplinkos monitoringo programą sudaro svarbiausių gamtinės aplinkos komponentų (oro, vandens, dirvožemio) užterštumo bei triukšmo lygio stebėjimų aprašas, tyrimų duomenų apdorojimo, kaupimo, saugojimo ir ataskaitų pateikimo tvarka.

### **Monitoringo uždaviniai:**

- sistemingai stebėti, analizuoti ir prognozuoti gamtinės aplinkos būklę Šiaulių miesto savivaldybėje;
- nustatyti antropogeninio poveikio sąlygotus pokyčius ir galimas pasekmes;
- sprendimus priimančioms institucijoms operatyviai teikti susistemintą informaciją apie aplinkosaugos problemas bei aplinkosaugos priemonių efektyvumą;
- informuoti visuomenę apie aplinkos būklę mieste.

### **Tiriamy aplinkos komponentai:**

Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo 2021–2026 metų programoje numatomas šių aplinkos komponentų tyrimas:

- aplinkos oro;
- vandens (paviršinio, požeminio);
- dirvožemio;
- triukšmo.

Kiekviename aplinkos komponentų monitoringo skyriuje pateikiama esamos būklės analizė, monitoringo tikslas, uždaviniai, įgyvendinimo priemonės ir informacijos teikimo tvarka. Tyrimų apimtys gali būti koreguojamos atsižvelgiant į skiriamą finansavimą, esant poreikiui gali būti atliekami papildomi aplinkos tyrimai, nenumatyti šioje programoje.

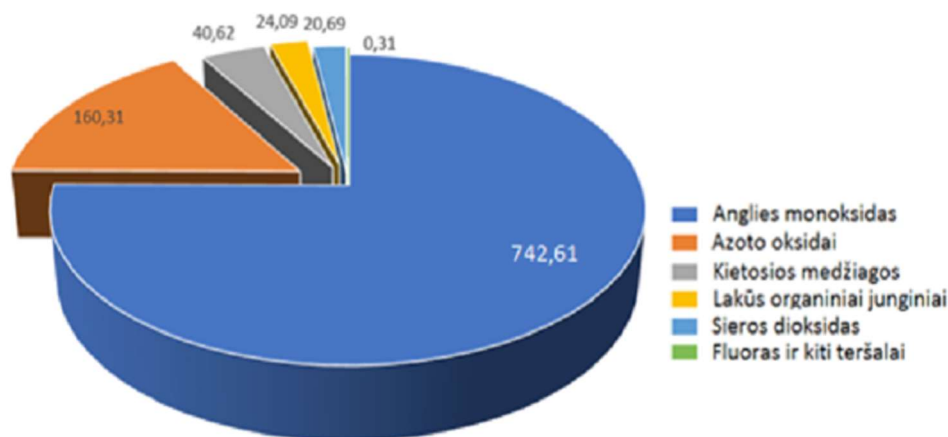
## 2. ŠIAULIŲ MUNICIPALINIS APLINKOS ORO MONITORINGAS

### 2.1. Esamos būklės analizė

Oro monitoringo programa apima savivaldybės teritorijoje vykdomus aplinkos oro kokybės stebėjimus, kitimo vertinimą ir prognozes, vietinių aplinkosaugos priemonių planavimą bei įgyvendinimą, miesto aplinkos oro kokybės valdymą. Oro kokybės tyrimų duomenys naudojami vertinti bei prognozuoti vykstančius savaiminius ir antropogeninio poveikio sąlygotus pokyčius, aplinkos kitimo tendencijas ir galimas pasekmes miesto gyventojų sveikatai. Gauti oro užterštumo tyrimų rezultatai panaudojami planuojant ir įgyvendinant mieste oro taršos mažinimo priemones, sudarant ir vykdant visuomenės sveikatos stebėsenos programas, teritorijų ir ūkio plėtros planavimui, mokslo ir kitoms reikmėms.

Mieste eksploatuojami stacionarūs ir mobilūs aplinkos oro taršos šaltiniai.

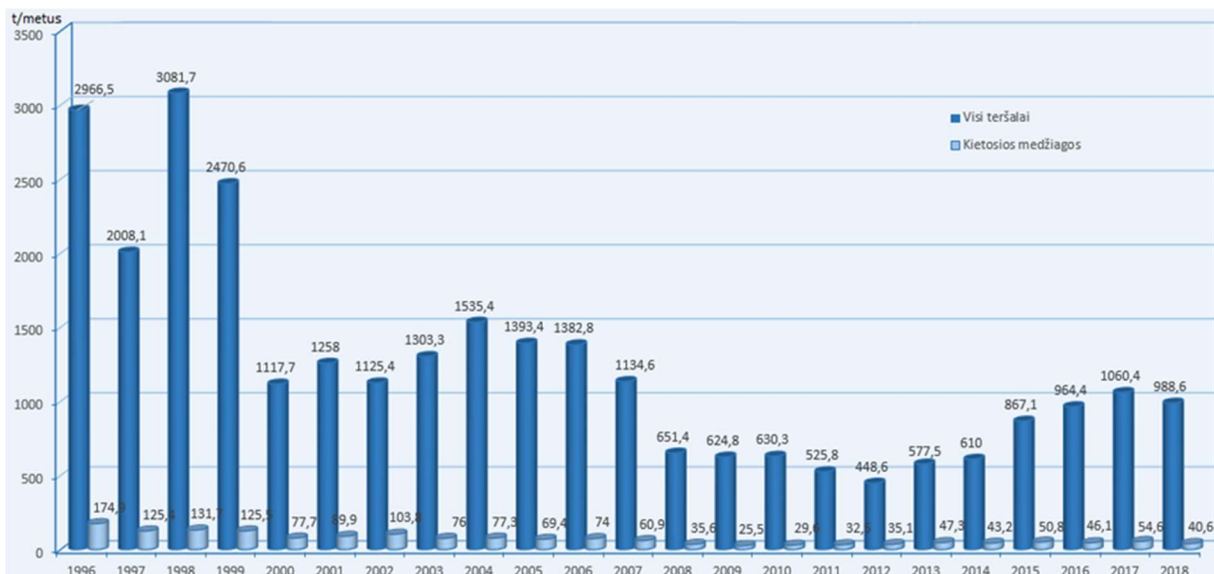
Iš stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių Šiaulių mieste 2018 m. viso išmesta 988,6 t teršalų. Dujinės ir skystosios medžiagos sudaro 95,9 % suminio emisijų kiekio (948 t), kietosios medžiagos 4,1 % (40,6 t). Didžiausią dujinių medžiagų emisijų dalį (78,3 %) sudaro anglies monoksidas 742,6 t ir azoto oksidai (16,9 %) 160,3 t. Lyginant su 2017 m. duomenimis, iš apskaitomų stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių per metus išmetamas teršalų kiekis mieste sumažėjo 71,8 t (6,8 %), nuo 1060,4 t iki 988,6 t, dujinių medžiagų emisijos sumažėjo 5,7 %, nuo 1005,8 iki 948 t, kietųjų medžiagų emisijos sumažėjo 25,6 %, nuo 54,6 iki 40,6 t.



1 pav. Iš stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių išmestas teršalų kiekis (t/m.) Šiauliuose 2018 m.

1996–2018 m. laikotarpiu iš stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių išmetamas teršalų kiekis kito nuo 3081,7 iki 448,6 t. Didžiausias teršalų kiekis išmestas į aplinkos orą 1998 m., mažiausias 2012 m. 1996–2012 m. laikotarpiu teršalų emisijos sumažėjo 7 kartus. 2012–2018 m. laikotarpiu iš aplinkos oro taršos šaltinių išmetamas teršalų kiekis kasmet didėja, ir lyginant su

2018 m. padidėjo 2,2 karto, nuo 448,6 iki 988,6 t, dujinių medžiagų emisijos padidėjo 2,3 karto, nuo 413,5 iki 948 t, kietųjų medžiagų padidėjo 13,5%, nuo 35,1 iki 40,6 t.

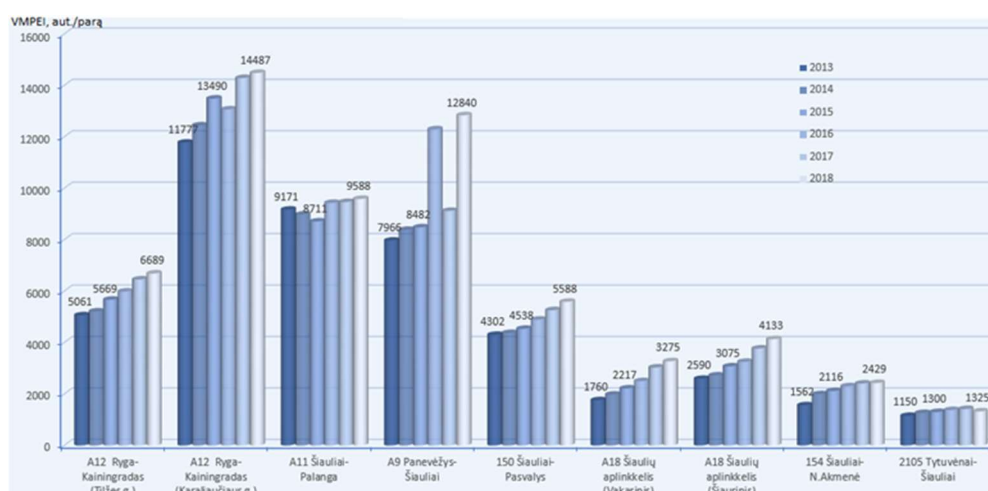


2 pav. Stacionarių aplinkos oro taršos šaltinių emisijų kiekio kitimas Šiauliuose 1996–2018 m. laikotarpiu.

Informacijos šaltinis: Statistikos departamentas (<http://osp.stat.gov.lt/>)

Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenimis, Valstybinės reikšmės keliuose Šiaulių miesto prieigose, bendras vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI) 2018 m. kito nuo 1325 iki 14487 aut./parą, lengvųjų automobilių eismas kito nuo 1239 iki 13891 aut./parą, sunkiųjų automobilių eismo intensyvumas kito nuo 86 iki 1051 aut./parą. Didžiausias eismo intensyvumas kelyje A12 Ryga–Kaliningradas, Karaliaučiaus g. 14487 aut./parą (5,3 mln. aut./metus), kelyje A9 Panevėžys–Šiauliai 12840 aut./parą (4,7 mln. aut./metus) ir kelyje A11 Šiauliai–Palanga 9588 aut./parą (3,5 mln. aut./metus). Didžiausias sunkiųjų automobilių eismas kelyje A18, Šiaulių vakariniame aplinkkelyje (1051 aut./parą), kelyje A12 Ryga–Kaliningradas Tilžės g. 909 aut./parą. ir kelyje A9 Panevėžys–Šiauliai 900 aut./parą.

2013–2018 m. laikotarpiu bendras vidutinis metinis paros eismo intensyvumas kelyje A12 Ryga–Kaliningradas pietinėje miesto dalyje Karaliaučiaus g. padidėjo nuo 11777 iki 14487 aut./parą (23 %), šiaurinėje miesto dalyje, Tilžės g., padidėjo nuo 5061 iki 6689 aut./parą (32 %), kelyje A11 Šiauliai–Palanga padidėjo nuo 9171 iki 9588 aut./parą (4,5 %), kelyje A9 Panevėžys–Šiauliai padidėjo nuo 7966 iki 12840 aut./parą (61%). Lengvųjų automobilių skaičius, tenkantis 1000 Šiaulių miesto gyventojų, 2014–2018 m. laikotarpiu padidėjo nuo 337 iki 395 automobilių (17,2 %).



3 pav. Bendrojo vidutinio metinio paros eismo intensyvumo kitimas valstybinės reikšmės keliuose Šiaulių miesto prieigose 2013–2018 m.



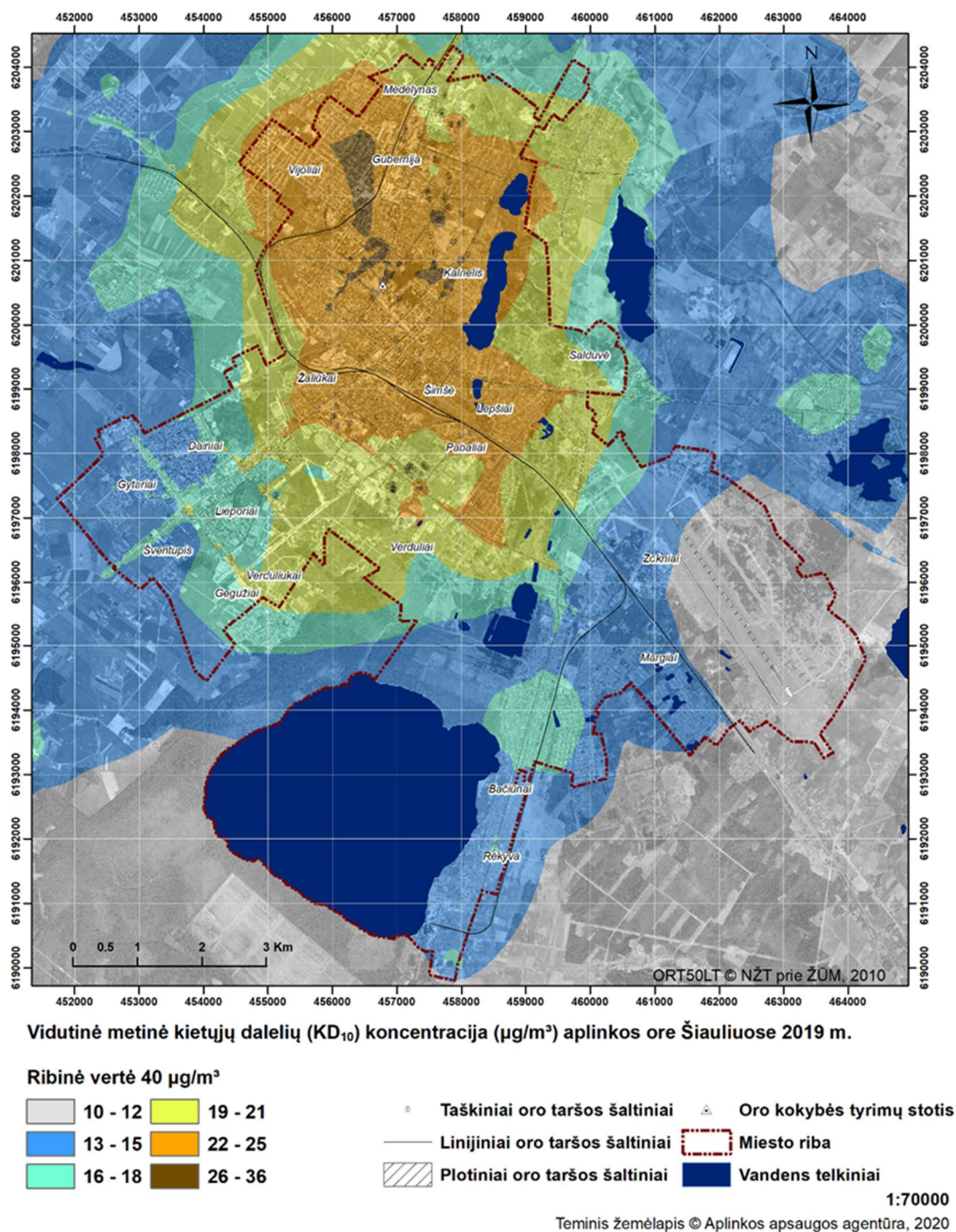
4 pav. Individualių lengvųjų automobilių skaičiaus, tenkančio 1000 gyventojų Šiauliuose, kitimas 2006–2018 m.

Informacijos šaltinis: Statistikos departamentas (<http://osp.stat.gov.lt/>)

### Mieste vykdomi oro kokybės tyrimai.

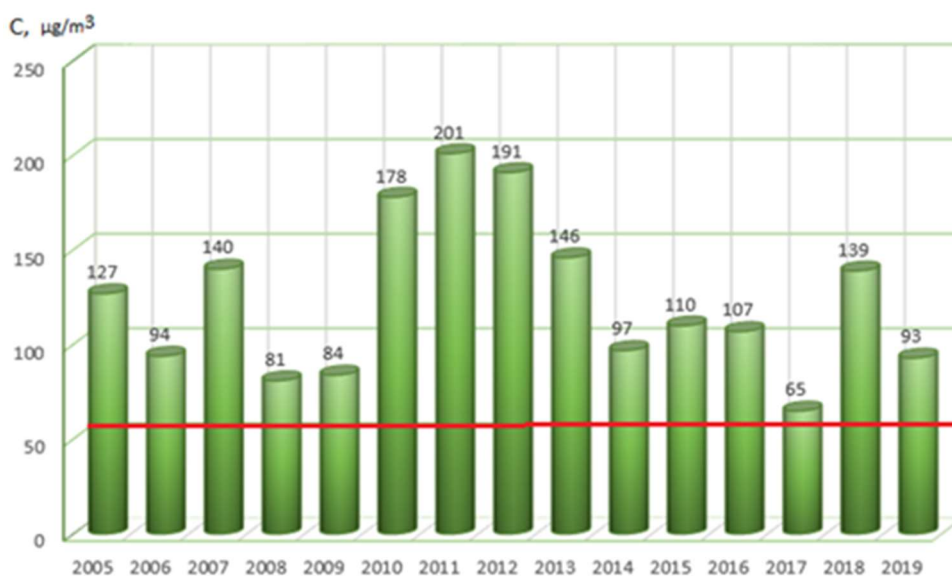
Nuolatiniai oro kokybės tyrimai mieste vykdomi valstybinio oro monitoringo stotyje, esančioje centrinėje miesto dalyje, Aušros alėjos, Žemaitės g. ir Basanavičiaus g. sankryžų rajone. Stotyje nepertraukiamai matuojama kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ), azoto dioksido, sieros dioksido, anglies monoksido, ozono koncentracija, meteorologiniai parametrai, imami mėginiai policiklinių aromatinių angliavandenilių ir metalų koncentracijai nustatyti. 2019 m. kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) vidutinė 24 val. koncentracija 14 dienų viršijo paros ribinę vertę. Sausio mėnesį ribinė vertė buvo viršyta 3 dienas, balandžio mėnesį 10 dienų, rugsėjo mėnesį 1 dieną. Didžiausi viršijimai gauti balandžio mėnesį. Maksimali paros  $KD_{10}$  koncentracija šiomis dienomis kito nuo  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir viršijo ribinę vertę nuo 1,2 iki 1,9 karto. Vidutinė 2019 metų  $KD_{10}$  koncentracija neviršijo ribinės vertės ir sudarė  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Lyginant su 2018 m. tyrimų

duomenimis, dienų skaičius, kai  $KD_{10}$  koncentracija viršijo paros ribinę vertę sumažėjo nuo 29 iki 14. Vidutinė metų koncentracija sumažėjo 1,3 karto – nuo  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



5 pav. Vidutinė metinė kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) koncentracija Šiauliuose aplinkos ore 2019 m.

2010–2019 m. laikotarpiu vidutinė metų  $KD_{10}$  koncentracija neviršijo ribinės vertės ir kito nuo  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Didžiausia koncentracija gauta 2013 m., mažiausia 2017 m. Maksimali paros koncentracija kito nuo  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  iki  $201 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ir viršijo paros ribinę vertę nuo 1,3 iki 4 kartų. Didžiausia koncentracija gauta 2011 m., mažiausia 2017 m.

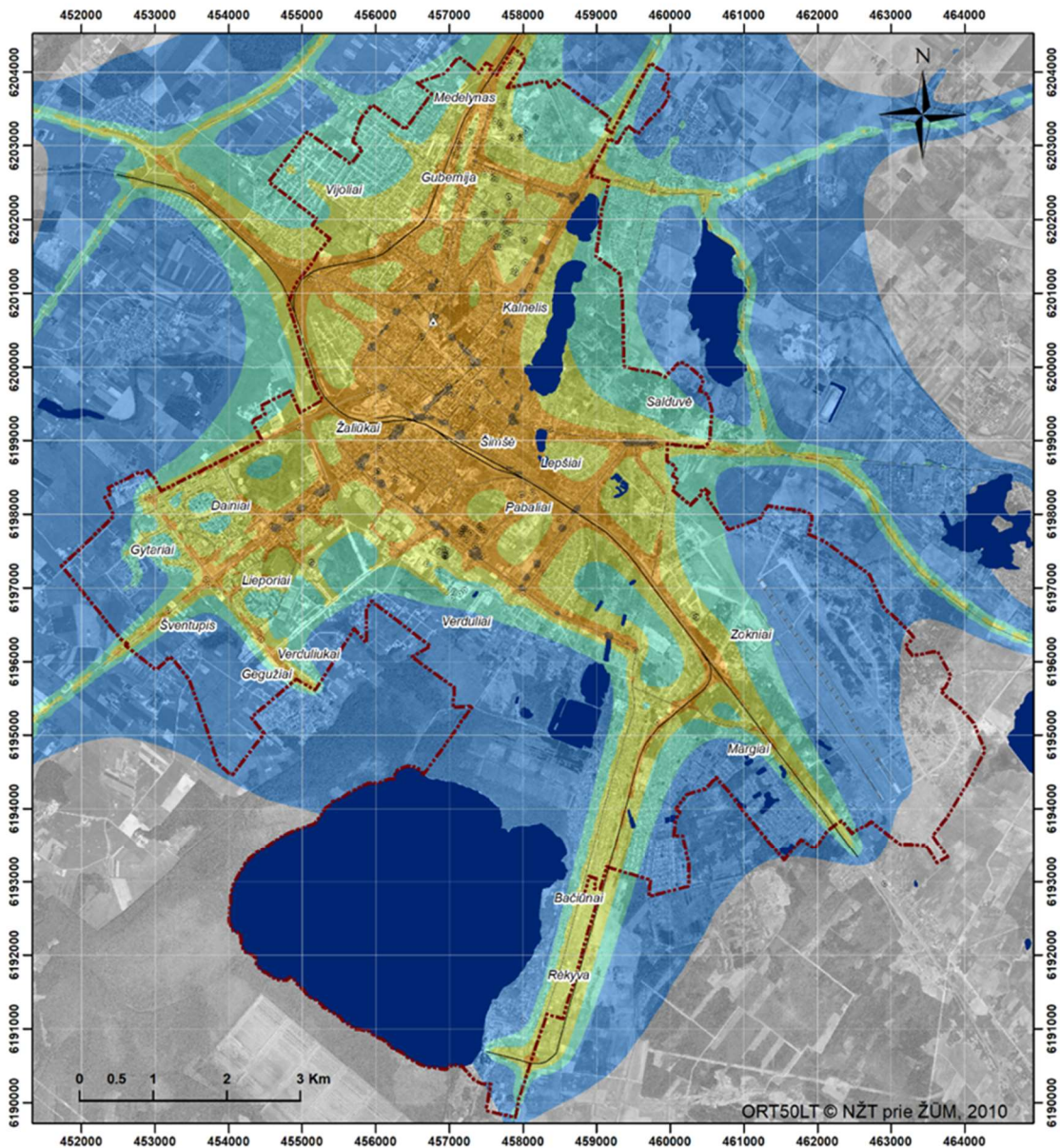


6 pav. Kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) didžiausios vidutinės paros koncentracijos kitimas 2005–2019 m.

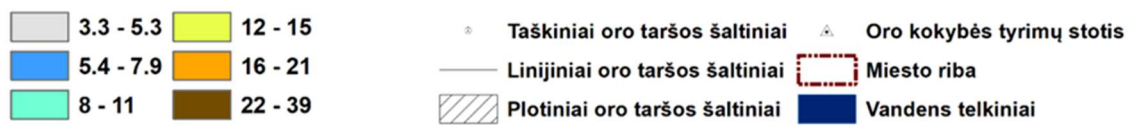


7 pav. Kietųjų dalelių ( $KD_{10}$ ) vidutinės 24 val. koncentracijos viršijimų skaičiaus kitimas Šiauliuose 2005–2019 m. (Leistinas viršijimų skaičius 35 dienos per metus)

Dujinių teršalų ( $CO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $O_3$ ) koncentracija miesto aplinkos ore 2019 m. neviršijo ribinių verčių. Anglies monoksido maksimali 8 val. koncentracija kito nuo  $0,1 \text{ mg/m}^3$  liepos mėn. iki  $2,1 \text{ mg/m}^3$  sausio mėn. Azoto dioksido maksimali valandos koncentracija  $140 \text{ µg/m}^3$ , vidutinė metų koncentracija  $19 \text{ µg/m}^3$ . Sieros dioksido maksimali valandos koncentracija  $16,5 \text{ µg/m}^3$ , maksimali 24 val. koncentracija  $7,1 \text{ µg/m}^3$ , vidutinė metų koncentracija  $4,8 \text{ µg/m}^3$ . Ozono maksimali valandos koncentracija  $120 \text{ µg/m}^3$ , maksimali 8 val. koncentracija  $115 \text{ µg/m}^3$ , didžiausia koncentracija gauta balandžio mėn.



Vidutinė metinė azoto dioksido ( $\text{NO}_2$ ) koncentracija ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aplinkos ore Šiauliuose 2019 m.  
Ribinė vertė  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



1:70000

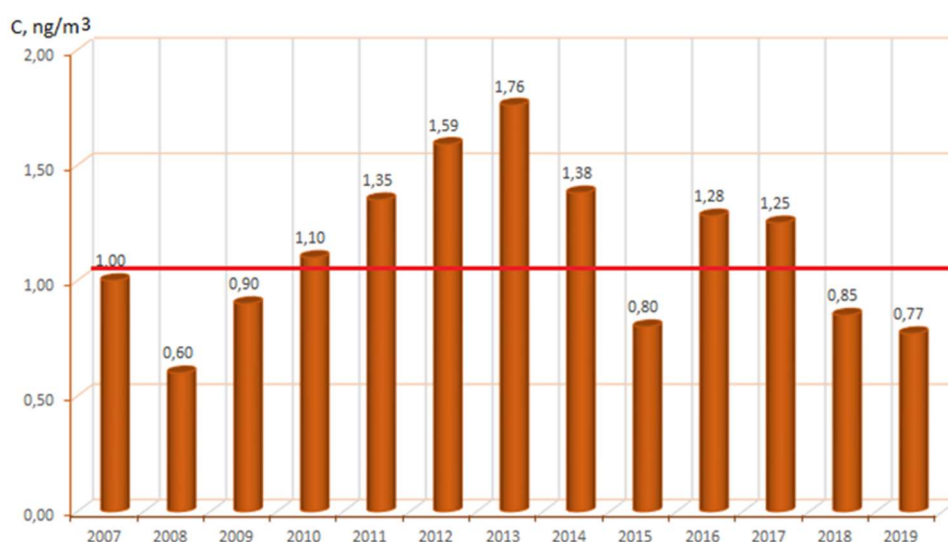
Teminis žemėlapis © Aplinkos apsaugos agentūra, 2020

8 pav. Vidutinė metinė azoto dioksido ( $\text{NO}_2$ ) koncentracija Šiaulių m. aplinkos ore 2019 m.

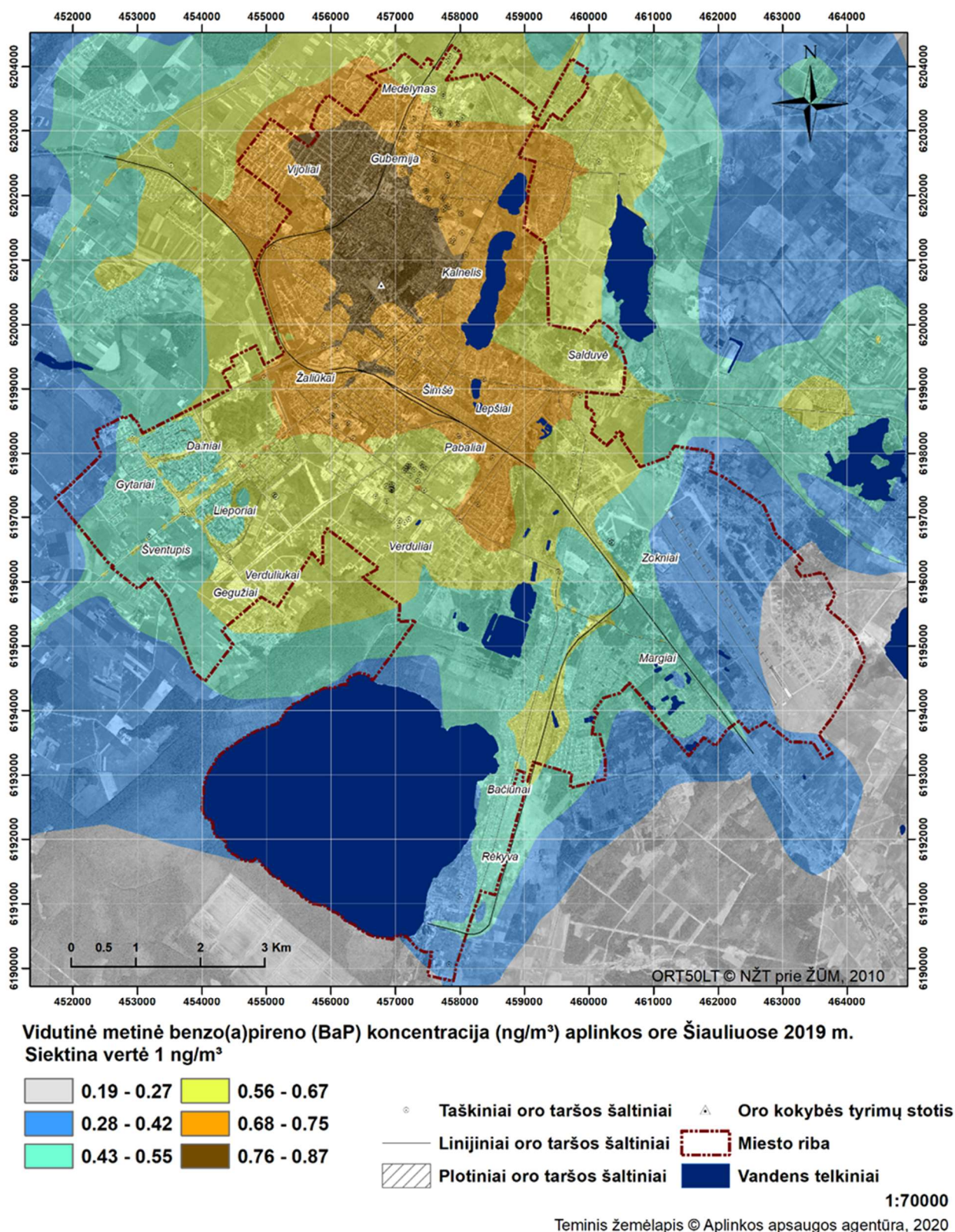
Informacijos šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra

<http://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=bfe7672-391e-4279-9796-39c201ab5148>

2010–2019 m. laikotarpiu sunkiųjų metalų (Pb, As, Ni, Cd) vidutinė metų koncentracija miesto aplinkos ore neviršijo ribinės ir siektinų verčių. 2007–2019 m. laikotarpiu benzo(a)pireno vidutinė metų koncentracija kito nuo 0,60 ng/m<sup>3</sup> iki 1,76 ng/m<sup>3</sup> ir viršijo siektiną vertę (1 ng/m<sup>3</sup>) 2010–2014, 2016, 2017 m. Didžiausi viršijimai gauti 2012, 2013 m, sausio, vasario, kovo, lapkričio ir gruodžio mėn., dėl intensyvaus kietojo kuro deginimo katilinėse. 2019 m. sausio, vasario, lapkričio ir gruodžio mėn. benzo(a)pireno koncentracija miesto aplinkos ore kito nuo 2,82 ng/m<sup>3</sup> iki 1,10 ng/m<sup>3</sup>, vidutinė metų koncentracija neviršijo siektinos vertės ir siekė 0,77 ng/m<sup>3</sup>.



9 pav. Vidutinės metų benzo(a)pireno koncentracijos kietųjų dalelių (KD<sub>10</sub>) frakcijoje kitimas Šiaulių miesto aplinkos ore 2007–2019 m.



10 pav. Vidutinė metinė benzo(a)pireno (BaP) koncentracija Šiaulių m. aplinkos ore 2019 m.

Informacijos šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra  
[http://oras.gamta.lt/files/SIAU\\_2019\\_BaP\\_vid.png](http://oras.gamta.lt/files/SIAU_2019_BaP_vid.png)

Aplinkos apsaugos agentūros projekto „Oro užterštumo lygio įvertinimas Lietuvoje difuzinių šaltinių metodu“ apimtyje, Šiauliuose 2019 m. buvo matuojama azoto dioksido (NO<sub>2</sub>), sieros dioksido (SO<sub>2</sub>), lakiųjų organinių junginių (LOJ) koncentracija septyniose vietose.

1 lentelė. Aplinkos oro tyrimų difuziniais šaltiniais vietos Šiauliuose 2019 m.

| Nr. | Difuzinių šaltinių ekspozicijos vietos |                            | X      | Y       |
|-----|----------------------------------------|----------------------------|--------|---------|
| 1   | Šiauliai05                             | Vaidoto g. Merkinės g.     | 458435 | 6202358 |
| 2   | Šiauliai02                             | Aušros al. Tilžės g.       | 457379 | 6200069 |
| 3   | Šiauliai07                             | Lyros g. Dainų g.          | 453918 | 6198085 |
| 4   | Šiauliai09                             | K. Donelaičio g. Šilėnų g. | 456720 | 6198676 |
| 5   | Šiauliai10                             | Pramonės g. Metalistų g.   | 457398 | 6197424 |
| 6   | Šiauliai11                             | Šaukėnų g. Alksnių g.      | 458564 | 6197330 |
| 7   | OKTS22                                 | Šiauliai OKTS              | 456782 | 6200615 |

Vidutinė 2019 metų azoto dioksido koncentracija tyrimo vietose neviršijo ribinės vertės ir kito nuo 9,5 iki 19,3 µg/m<sup>3</sup>. Didžiausia NO<sub>2</sub> koncentracija gauta transporto poveikio tyrimų vietoje, centrinėje miesto dalyje, Tilžės g. ir Aušros alėjos sankryžos aplinkoje ir pietiniame pramoniniame rajone, Pramonės ir Metalistų g. sankryžos aplinkoje. Vidutinė metų sieros dioksido koncentracija neviršijo metinės ribinės vertės ir kito nuo 0,7 iki 1,5 µg/m<sup>3</sup>. Didžiausia SO<sub>2</sub> koncentracija gauta Tilžės g. ir Aušros alėjos sankryžos aplinkoje. Vidutinė metų benzeno koncentracija neviršijo ribinės vertės ir kito nuo 0,7 iki 1,4 µg/m<sup>3</sup>. Didžiausia benzeno koncentracija gauta Pabaliuose, individualių gyvenamųjų namų aplinkoje, Šaukėnų g. ir Alksnių g. aplinkos ore. Lyginant su 2010–2011 m. tyrimų duomenimis, vidutinė 2019 metų azoto dioksido koncentracija miesto aplinkos ore sumažėjo 1,7 karto, sieros dioksido koncentracija sumažėjo 1,4 karto, benzeno koncentracija sumažėjo 2 kartus.

2 lentelė. Matavimų, atliktų difuziniais ėmikliais 2019 m. Šiauliuose, duomenys

| <b>NO<sub>2</sub></b><br>Tyrimų vieta | Metinis vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | 14-dienų<br>kampanijos<br>maksimumas<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Nešildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Šildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Šiauliai 02                           | 16,1                                     | 27,3                                                         | 20,5                                                 | 11,7                                               |
| Šiauliai 05                           | 14,9                                     | 23,2                                                         | 18,1                                                 | 11,8                                               |
| Šiauliai 07                           | 11,7                                     | 19,7                                                         | 12,2                                                 | 11,1                                               |
| Šiauliai 09                           | 10,6                                     | 23                                                           | 9,9                                                  | 11,2                                               |
| Šiauliai 10                           | 19,3                                     | 27                                                           | 22,8                                                 | 15,9                                               |
| Šiauliai 11                           | 9,5                                      | 21,1                                                         | 7,8                                                  | 11,2                                               |

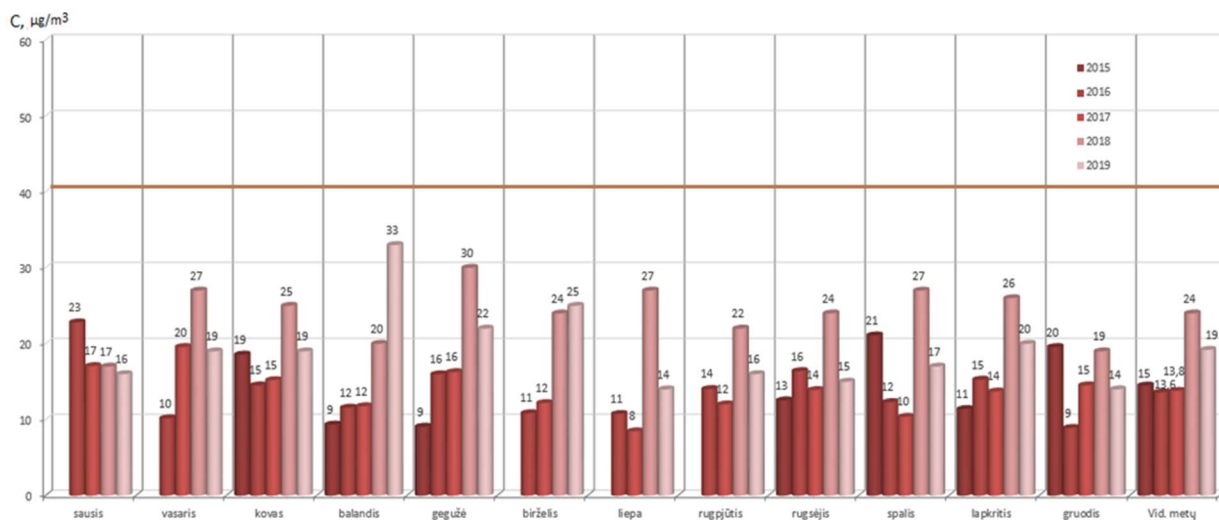
| <b>SO<sub>2</sub></b><br>Tyrimų vieta | Metinis vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | 14-dienų<br>kampanijos<br>maksimumas<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Nešildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Šildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Šiauliai 02                           | 1,5                                      | 5,4                                                          | 0,6                                                  | 2,4                                                |
| Šiauliai 05                           | 1,3                                      | 2,9                                                          | 1,2                                                  | 1,3                                                |
| Šiauliai 07                           | 1                                        | 1,7                                                          | 1                                                    | 1,1                                                |
| Šiauliai 09                           | 0,9                                      | 2                                                            | 1                                                    | 0,7                                                |
| Šiauliai 10                           | 1,3                                      | 3,9                                                          | 0,8                                                  | 1,6                                                |
| Šiauliai 11                           | 0,7                                      | 1,3                                                          | 0,7                                                  | 0,7                                                |

| <b>Benzenas</b><br>Tyrimų vieta | Metinis vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | 14-dienų<br>kampanijos<br>maksimumas<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Nešildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Šildymo sezono<br>vidurkis<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|---------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| OKTS 22                         | 0,8                                      | 1,6                                                          | 0,5                                                  | 1,1                                                |
| Šiauliai 02                     | 0,9                                      | 1,7                                                          | 0,5                                                  | 1,2                                                |
| Šiauliai 05                     | 1                                        | 1,9                                                          | 0,5                                                  | 1,6                                                |
| Šiauliai 07                     | 0,7                                      | 1,2                                                          | 0,5                                                  | 1                                                  |
| Šiauliai 09                     | 1                                        | 1,9                                                          | 0,5                                                  | 1,5                                                |
| Šiauliai 10                     | 1,1                                      | 1,6                                                          | 0,8                                                  | 1,5                                                |
| Šiauliai 11                     | 1,4                                      | 2,5                                                          | 0,4                                                  | 2,4                                                |

| Tyrimo vieta | NO <sub>2</sub><br>koncentracija<br>2010/2011<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | NO <sub>2</sub><br>koncentracija<br>2019<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Tyrimo vieta | SO <sub>2</sub><br>koncentracija<br>2010/2011<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | SO <sub>2</sub><br>koncentracija<br>2019<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Tyrimo vieta | Benzeno<br>koncentracija<br>2010/2011<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | Benzeno<br>koncentracija<br>2019<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Šiauliai 02  | 33,93                                                                 | 16,10                                                            | Šiauliai 05  | 1,81                                                                  | 1,27                                                             | Šiauliai 02  | 1,75                                                          | 0,87                                                     |
| Šiauliai 05  | 20,93                                                                 | 14,94                                                            | Šiauliai 07  | 1,01                                                                  | 1,01                                                             | Šiauliai 09  | 2,08                                                          | 0,98                                                     |
| Šiauliai 07  | 23,79                                                                 | 11,67                                                            | Šiauliai 09  | 1,04                                                                  | 0,88                                                             | Šiauliai 10  | 1,96                                                          | 1,14                                                     |
| Šiauliai 10  | 26,00                                                                 | 19,32                                                            | Šiauliai 10  | 2,00                                                                  | 1,13                                                             | Šiauliai 11  | 2,48                                                          | 1,40                                                     |
| Šiauliai 11  | 11,98                                                                 | 9,52                                                             | Šiauliai 11  | 0,80                                                                  | 0,70                                                             | OKTS 22      | 1,74                                                          | 0,77                                                     |
| OKTS 22      | 27,78                                                                 | 14,64                                                            | OKTS 22      | 1,13                                                                  | 0,89                                                             |              |                                                               |                                                          |

Informacijos šaltinis: Aplinkos apsaugos agentūra  
[http://oras.gamta.lt/files/Galutine\\_ataskaita\\_2020\\_06\\_29.pdf](http://oras.gamta.lt/files/Galutine_ataskaita_2020_06_29.pdf)

Indikatorinių aplinkos oro užterštumo 2019 m. tyrimų duomenimis, azoto dioksido koncentracija miesto teritorijoje neviršijo ribinės vertės ( $0,200 \text{ mg/m}^3$ ) ir kito nuo  $0,012$  iki  $0,141 \text{ mg/m}^3$ , anglies monoksido koncentracija miesto aplinkos ore neviršijo ribinės vertės ( $10 \text{ mg/m}^3$ ) kito nuo  $0,7$  iki  $2,7 \text{ mg/m}^3$ . Didžiausias oro užterštumas gautas centrinėje miesto dalyje, Tilžės g., Aušros alėjos, Žemaitės g. aplinkoje esančių gyvenamosios ir visuomeninės paskirties pastatų teritorijose. Pramonės ir energetikos įmonių išmetamų į atmosferą teršalų poveikis didžiausias gyvenamosios aplinkos ore šalia pietinio ir šiaurinio pramoninių rajonų. Žiemos šildymo sezono metu, individualių gyvenamųjų namų mikrorajonuose (Medelyne, Pabaliuose, Kalniuke, Žaliūkiuose), dėl deginamo kietojo kuro (akmens anglių, pjuvenų briketų, medienos), oro tarša kietosiomis dalelėmis padidėja 2–3 kartus. Vidutinė metų kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{10}$ ) koncentracija tyrimų vietose neviršijo ribinės vertės ir kito nuo  $22,34$  iki  $36,86 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Nuolatinių oro užterštumo matavimų duomenimis, kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{10}$ ) vidutinė paros koncentracija pietinėje miesto dalyje 2019 m. kito nuo  $6$  iki  $56 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Didžiausia koncentracija, viršijanti paros ribinę vertę gauta balandžio 24 d. Vidutinė 2019 metų kietųjų dalelių koncentracija pietinėje miesto dalyje neviršijo ribinės vertės ( $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ) ir siekė  $19 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Kietųjų dalelių koncentracijos padidėjimą ir ribinės vertės viršijimą miesto aplinkos ore balandžio mėn. lėmė transporto išmetami teršalai ir padidėjusi pakeltoji tarša dėl visą balandžio mėnesį trukusio sausringojo laikotarpio.



11 pav. Kietųjų dalelių ( $\text{KD}_{10}$ ) vidutinės mėnesio ir vidutinės metų koncentracijos kitimas pietinėje miesto dalyje 2015–2019 m.

Vidutinė metų kietųjų dalelių koncentracija pietinėje miesto dalyje 2015–2019 m. laikotarpiu kito nuo 13,6 iki 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kompleksinės oro taršos tyrimų biotestavimo metodu duomenimis sąlyginai neužteršta teritorijos dalis sudarė 4 %, mažai užteršta miesto teritorija sudarė 10 %, vidutiniškai užteršta 70 %, stipriai užteršta 16 % miesto teritorijos. Didžiausia kompleksinė oro tarša gauta centrinėje miesto dalyje Tilžės g., Vytauto g., Žemaitės g., Ežero g. gyvenamųjų namų aplinkoje, mažiausia pietinėje miesto dalyje, Gytarių ir Dainų mikrorajonuose esančių daugiabučių gyvenamųjų namų, mokyklų ir lopšelių-darželių aplinkoje. Sniego cheminio užterštumo tyrimų duomenimis, pH vertė sniego mėginiuose kito nuo 5,92 iki 7,25, vidutinė metinė vertė 6,43. Elektrinis laidis kito nuo 14 iki 403  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , vidutinė vertė 57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Sulfatų jonų ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) koncentracija kito nuo 1,0 mg/l iki 6,3 mg/l, vidutinė vertė 2,4 mg/l. Chloridų jonų ( $\text{Cl}^-$ ) koncentracija kito nuo 2,2 iki 49,0 mg/l, vidutinė vertė 11,8 mg/l. Lyginant su 2018 m. tyrimų duomenimis, vidutinė pH vertė sniego mėginiuose sumažėjo nuo 6,86 iki 6,43.

## 2.2. Aplinkos oro kokybės valdymo priemonių įgyvendinimas Šiauliuose

2015–2024 metų Šiaulių miesto strateginio plėtros plano vienas iš prioritetų – kurti draugišką gamtai kokybišką gyvenamąją aplinką. Miesto aplinkos oro taršos mažinimui numatyti uždaviniai:

- skatinti patogaus ir energetiškai efektyvaus būsto plėtrą, esamų pastatų modernizavimą, didinant jų energetinį efektyvumą;
- atnaujinti švietimo, kultūros, sveikatos priežiūros, socialinių paslaugų įstaigų pastatus, mažinant šilumos energijos sunaudojimą;
- mažinti transporto neigiamą poveikį kuriant tinkamą infrastruktūrą, mažinant automobilių spūstis miesto centre, dengiant gatves asfaltu.

Aplinkos oro kokybės valdymui mieste parengta Šiaulių miesto aplinkos oro kokybės valdymo programa 2019-2024 metams. Programoje numatytos ir įgyvendinamos šios techninės ir organizacinės oro taršos mažinimo priemonės:

- pakeltosios taršos mažinimui pavasarį, nutirpus sniegui, operatyviai organizuojamas susikaupusio purvo surinkimas ir išvežimas, gatvių valymui naudojamos mechaninės-vakuuminės mašinos;
- aplinkos oro tarša mažinama kasmet vykdant miesto gatvių, šaligatvių (pėsčiųjų takų), kiemų ir dviračių takų susidėvėjusių (suirusių, deformuotų) kietųjų dangų atnaujinimą, gatvių su žvyro danga asfaltavimą, šaligatvių dangos atnaujinimą, jų priežiūrą valant ir laistant šiltuoju metų laikotarpiu;

- Šiaulių miesto teritorijoje plečiamas dviračių takų tinklas, dviračių, elektrinių paspirtukų dalijimosi sistema;
- vystyti aplinkkelių projektavimą ir tiesimą Šiaulių mieste;
- plėsti elektromobilių įkrovos aikštelių (punktų) tinklą;
- įrengti žaliosios bangos transporto koridorius Šiaulių mieste;
- siūloma įrengti viešojo transporto juostas;
- vykdamas statybos, griovimo, žemės darbus, išvažiuojant iš statybviečių, privaloma plauti transporto priemonių ratus bei uždengti transporto priemonių krovinio erdvę tentais, siekiant sumažinti teršalų sklaidą;
- įgyvendinamos kitos Darnaus judumo, transporto organizavimo ir energijos rūšies pasirinkimo planuose numatytas oro taršos mažinimo priemonės.

AB „Šiaulių energija“, siekdama didinti energijos perdavimo ir paskirstymo saugumą, kokybę ir patikimumą, bei mažinti šilumos perdavimo nuostolius centralizuoto šilumos perdavimo tinkluose, įgyvendina Šiaulių miesto Pietinės katilinės šilumos perdavimo tinklų rekonstravimo projektą. Įgyvendinus projektą, modernizuojamose trasose (8 km.) šilumos nuostoliai sumažės 59 %, dėl mažesnio kuro suvartojimo, sumažės oro tarša, metinis išmetamų ŠESD kiekis 164,83 t CO<sub>2</sub> ekv./metus.

AB „Busturas“ vykdo visuomeninio transporto parko atnaujinimą, teikiamų paslaugų kokybės gerinimą. Seni dyzeliniai autobusai keičiami naujesniais, 2019 m. įsigyta 12 naujų Man Lions City, 6 Karsan Jest miesto autobusai, 15 naudotų dujinių autobusų. Įgyvendinant projektą „Darnus judumas ir kasdienių kelionių modeliavimas Baltijos jūros miestuose“, atliekama lyginamoji analizė, kuri leis miestams įvertinti savo transporto sistemas atsižvelgiant į įvairiarūšiškumą ir nustatyti tobulėjimo galimybes.

Populiarinant visuomeninį transportą, kasmet organizuojami renginiai, skirti Europos judriajai savaitei „Diena be automobilio“. Šiaulių miesto savivaldybės tinklalapyje talpinama ir atnaujinama informacija apie oro užterštumą kietosiomis dalelėmis.

### **2.3. Aplinkos oro monitoringo tikslas, uždaviniai, matuojami parametrai**

Aplinkos oro monitoringo tikslas – gauti operatyvią ir patikimą informaciją apie oro kokybę visoje miesto teritorijoje, reikalingą miesto oro kokybės valdymui, siekiant, kad oro užterštumas neviršytų nustatytų ribinių dydžių.

Aplinkos oro monitoringo uždaviniai:

- nustatyti stacionarių ir mobilių atmosferos teršimo šaltinių daromą poveikį oro kokybei miesto gyvenamojoje ir visuomeninės paskirties aplinkoje;
- įvertinti atmosferos iškritų (sniego) cheminių užterštumą;
- analizuoti oro kokybės pokyčių priežastis, įvertinti įgyvendinamų oro taršos mažinimo priemonių efektyvumą;
- kaupti ir pateikti informaciją apie oro užterštumo lygį visoje miesto teritorijoje atsakingoms institucijoms ir visuomenei.

3 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros

| Eil. Nr. | Matuojami parametrai                                                                                                | Matavimo metodas                                                    | Nuorodos į dokumentus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Azoto oksidai (NO, NO <sub>2</sub> );                                                                               | Chemiliuminescencinis metodas                                       | LAND 51:2003 „Aplinkos oras. Azoto oksidų masės koncentracijos nustatymas. Chemiliuminescencinis metodas“.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2        | Suspenduotos kietosios dalelės (SKD);                                                                               | Svorio metodas                                                      | LAND 26-98/M-06 „Aplinkos oras. Dulkių (kietųjų dalelių) koncentracijos nustatymas. Svorio metodas“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3        | Anglies monoksidas (CO);                                                                                            | Nedispersinis IR spektroskopijos                                    | LAND 52:2003 „Aplinkos oras. Anglies monoksido nustatymas. Nedispersinis infraraudonosios spektroskopijos metodas“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4        | Kietosios dalelės (KD <sub>10</sub> ; KD <sub>2,5</sub> )                                                           | Gravimetrinis metodas<br><br>Beta spinduliuotės absorbcijos metodas | LST EN 12341:2014 „Aplinkos oras. Standartinis gravimetrinis matavimo metodas tyrančiųjų kietųjų dalelių KD <sub>10</sub> arba KD <sub>2,5</sub> masės koncentracijai nustatyti“.<br><br>LST ISO 10473:2001 „Aplinkos oras. Kietųjų dalelių masės nustatymas ant filtro. Beta spinduliuotės absorbcijos metodas“.                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5        | Azoto dioksidas (NO <sub>2</sub> ), Sieros dioksidas (SO <sub>2</sub> ), Benzenas (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ); | Difuzinių ėmiklių metodas                                           | LST EN 13528-1 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai“;<br>LST EN 13528-2 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 2 dalis. Specialieji reikalavimai ir bandymo metodai“<br>LST EN 13528-3 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 3 dalis. Parinkimo, naudojimo ir priežiūros vadovas“. |

## 2.4. Aplinkos oro monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas

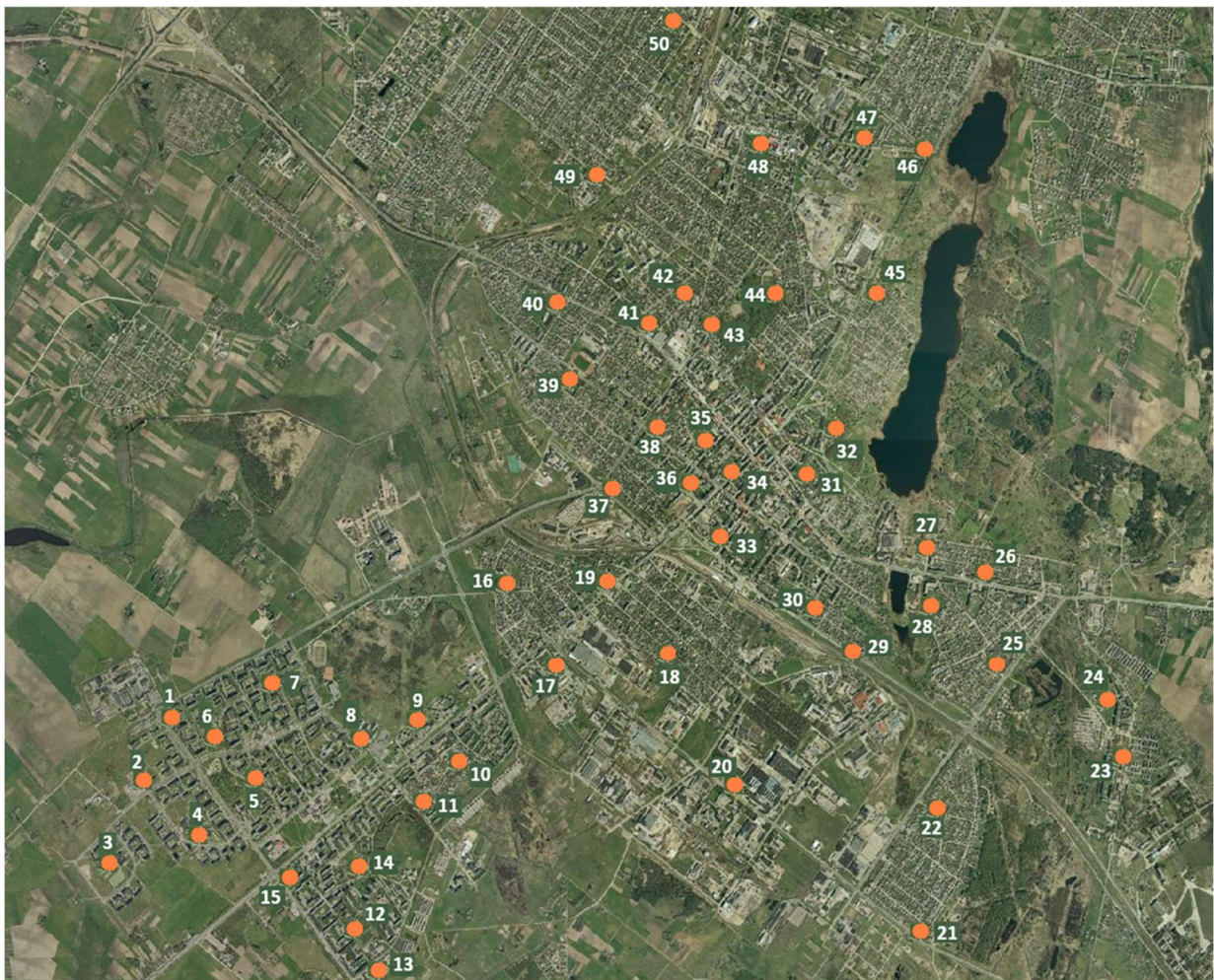
1. Indikatoriniai aplinkos oro užterštumo tyrimai visoje miesto teritorijoje atliekami 50 vietų, tolygiai išdėstytų gyvenamosios ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje. Maršrutiniai oro tyrimai atliekami žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais taip, kad bendra matavimų trukmė tyrimo vietoje sudarytų ne mažiau 14% metų laiko.

2. Difuzinių ėmiklių metodu oro užterštumo tyrimai atliekami 6 vietose žiemos ir vasaros sezonais. Vieno sezono metu difuzinių ėmiklių ekspozicijos trukmė 2 savaitės.

3. Kompleksinė oro tarša biotestavimo metodu tiriama 50 vietų du kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais, bioabsorbentų ekspozicijos trukmė 40 parų.

4. Kritulių (sniego) cheminė tarša tiriama vieną kartą metuose, žiemos sezono metu 50 vietų.

Oro tyrimų vietos pažymėtos schemoje (12 pav.), sąrašas pateiktas 4 lentelėje.



12 pav. Indikatorinių aplinkos oro užterštumo tyrimų vietos Šiauliuose

4 lentelė. Aplinkos oro užterštumo tyrimo vietų sąrašas

| Eil.<br>Nr. | Aplinkos oro tyrimų vietų adresai, pavadinimai |                                                       | Koordinatės (LKS 94) |         |
|-------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|---------|
|             |                                                |                                                       | y                    | x       |
| 1.          | Gegužių g. 85                                  | Pietinė miesto dalis, Dainai, daugiabučiai namai      | 452998               | 6198195 |
| 2.          | K.Korsako g. 22                                | Pietinė miesto dalis, Gytariai, daugiabučiai namai    | 452917               | 6197732 |
| 3.          | Kviečių g. 7                                   | Pietinė miesto dalis, Gytariai, daugiabučiai namai    | 452666               | 6197277 |
| 4.          | K.Korsako g. 6A                                | Pietinė miesto dalis, Gytariai, l/d "Eglutė"          | 453261               | 6197358 |
| 5.          | Dainų g. 28                                    | Pietinė miesto dalis, Dainai, l/d "Dainelė"           | 453573               | 6197774 |
| 6.          | Dainų g. 11                                    | Pietinė miesto dalis, Dainai, l/d "Žiogelis"          | 453354               | 6197998 |
| 7.          | Dainų g. 31                                    | Pietinė miesto dalis, Dainai, l/d "Rugiagėlė"         | 453717               | 6198410 |
| 8.          | Gardino g. 4                                   | Pietinė miesto dalis, Šiaulių prof. rengimo centras   | 454398               | 6198057 |
| 9.          | Tilžės g. 41                                   | Pietinė miesto dalis, l/d "Trys nykštukai"            | 454827               | 6198100 |
| 10.         | Tiesos g. 1                                    | Pietinė miesto dalis, "Rasos" progimnazija            | 455198               | 6197835 |
| 11.         | Statybininkų g. 7                              | Pietinė miesto dalis, Lieporiai, l/d "Pasaka"         | 454788               | 6197608 |
| 12.         | Saulės takas g. 7                              | Pietinė miesto dalis, Lieporiai, l/d "Voveraitė"      | 454303               | 6196797 |
| 13.         | Dariaus ir Girėno g.22                         | Pietinė miesto dalis, Lieporiai, Gegužių progimnazija | 454527               | 6196615 |
| 14.         | V.Grinkevičiaus g. 22                          | Pietinė miesto dalis, Lieporiai, Lieporių gimnazija   | 454429               | 6197170 |
| 15.         | Gegužių g. 37                                  | Pietinė miesto dalis, Dainai, daugiabučiai namai      | 453866               | 6197103 |
| 16.         | Žaliūkių g.76                                  | Šiaulių „Ringuvos“ mokykla                            | 455430               | 6199020 |
| 17.         | Pramonės g. 2                                  | Gyv. namai, Tilžės-Pramonės g. sankryža               | 455805               | 6198580 |
| 18.         | Pagėgių g. 46                                  | Šiaulių profesinio rengimo centro skyrius             | 456632               | 6198547 |
| 19.         | Tilžės g. 85                                   | Centrinė miesto dalis, Ragainės progimnazija          | 456212               | 6199105 |
| 20.         | Pramonės g. 15A                                | Šiaulių Reabilitacijos centras                        | 457066               | 6197715 |
| 21.         | Pramonės g. 67                                 | Pabaliai, individualūs gyvenamieji namai              | 458385               | 6196728 |
| 22.         | Pabalių g. 53                                  | Pabaliai, Normundo Valterio Jaunimo m-kla             | 458452               | 6197539 |
| 23.         | Radviliškio g. 86                              | Zokniai, l/d "Auksinis raktelis"                      | 459843               | 6197981 |
| 24.         | Radviliškio g. 82B                             | Zokniai, Zoknių progimnazija                          | 459653               | 6198259 |
| 25.         | Vyšnių g. 19                                   | Šimšė, individualūs gyvenamieji namai                 | 458954               | 6198512 |
| 26.         | Vilniaus g. 38D                                | Šimšė, l/d "Salduvė"                                  | 458884               | 6199078 |
| 27.         | Žuvininkų g.10                                 | Šimšė, daugiabučiai gyvenamieji namai                 | 458499               | 6199232 |
| 28.         | K.Kalinausko g. 19                             | Šimšė, Salduvės progimnazija                          | 458446               | 6198892 |
| 29.         | Dubijos g. 57                                  | Centrinė miesto dalis, individualūs gyvenamieji namai | 457901               | 6198617 |
| 30.         | Ežero g. 6A                                    | Centrinė miesto dalis, l/d "Žibutė"                   | 457684               | 6198974 |
| 31.         | Šalkauskio g. 3                                | Centrinė miesto dalis, Stasio Šalkauskio gimnazija    | 457550               | 6199667 |
| 32.         | Ežero g.70                                     | Centrinė miesto dalis, l/d "Ežerėlis"                 | 457736               | 6200100 |
| 33.         | Rūdės g. 6                                     | Centrinė miesto dalis, l/d "Ažuoliukas"               | 457205               | 6199312 |
| 34.         | Tilžės g. 137                                  | Centrinė miesto dalis, J. Janonio gimnazija           | 457092               | 6199813 |
| 35.         | A.Mickevičiaus g. 9                            | Centrinė miesto dalis, Centro pradinė mokykla         | 456796               | 6200056 |
| 36.         | P.Cvirkos g. 60                                | Centrinė miesto dalis, l-d "Kregždutė"                | 456726               | 6199693 |
| 37.         | Žemaitės g. 4                                  | Centrinė miesto dalis, individualūs gyvenamieji namai | 456151               | 6199699 |
| 38.         | Vytauto g. 132                                 | Centrinė miesto dalis, Jovaro progimnazija            | 456504               | 6200058 |
| 39.         | Vytauto g. 235                                 | Šiaulių „Dermės“ mokykla                              | 455918               | 6200426 |

| Eil. Nr. | Aplinkos oro tyrimų vietų adresai, pavadinimai |                                                       | Koordinatės (LKS 94) |         |
|----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|---------|
|          |                                                |                                                       | y                    | x       |
| 40.      | Vilniaus g. 297                                | Šiaulių sporto gimnazija                              | 455742               | 6200971 |
| 41.      | M.Valančiaus g. 31A                            | Centrinė miesto dalis, l-d "Žirniukas"                | 456503               | 6200758 |
| 42.      | S.Daukanto g. 71                               | Centrinė miesto dalis, Simono Daukanto gimnazija      | 456768               | 6201118 |
| 43.      | Žemaitės g. 83A                                | Centrinė miesto dalis, Šiaulių suaugusiųjų m-kla      | 456996               | 6200934 |
| 44.      | Dvaro g. 129                                   | Šiaurinė miesto dalis, Vinco Kudirkos progimnazija    | 457563               | 6200918 |
| 45.      | Smėlio g. 2                                    | Kalniukas, individualūs gyvenamieji namai             | 458082               | 6201046 |
| 46.      | Tilžės g. 245                                  | Šiaurinė miesto dalis, individualūs gyvenamieji namai | 458462               | 6201945 |
| 47.      | Spindulio g. 7                                 | Šiaurinė miesto dalis, l-d "Coliukė"                  | 457946               | 6201994 |
| 48.      | J.Basanavičiaus g. 92                          | Šiaurinė miesto dalis, l-d "Sigutė"                   | 457159               | 6201994 |
| 49.      | Birutės g. 40                                  | Medelynai, Medelyno progimnazija                      | 456125               | 6201758 |
| 50.      | V.Bielskio g. 59                               | Šiaurinė miesto dalis, individualūs gyvenamieji namai | 456380               | 6203004 |

## 2.5. Aplinkos oro monitoringo programos įgyvendinimo priemonės

5 lentelė. Aplinkos oro monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas

| Eil. Nr. | Įgyvendinamos priemonės                                                                                                                                                                                                                          | 2021 m.                                        | 2022 m.                                        | 2023 m.                                        | 2024 m.                                        | 2025 m.                                        | 2026 m.                                        |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1.       | Kietųjų dalelių (KD <sub>10</sub> ) koncentracijos matavimai pietinėje miesto dalyje (Gegužių g. 94)                                                                                                                                             | Nuolat                                         | Nuolat                                         | Nuolat                                         | Nuolat                                         | Nuolat                                         | Nuolat                                         |
| 2.       | NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> vidutinės sezono koncentracijos tyrimai ore naudojant difuzinius ėmiklius (6,22,23,36,48, 49 vietos)                                                                           | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais |
| 3.       | CO, NO <sub>2</sub> , NO, SKD, KD <sub>10</sub> , KD <sub>2,5</sub> koncentracijos indikatoriai matavimai visoje miesto teritorijoje (kasmet atnaujinamas 10 tyrimo vietų maršrutas. KD <sub>2,5</sub> koncentracija matuojama 36 ir 49 vietose) | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  | Žiemos, pavasario, vasaros ir rudens sezonais  |

| Eil. Nr. | Igyvendinamos priemonės                                                                                         | 2021 m.                                        | 2022 m.                                        | 2023 m.                                        | 2024 m.                                        | 2025 m.                                        | 2026 m.                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 4.       | Kompleksinės oro taršos įvertimas biotestavimo metodu (50 vietų)                                                | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais | 2 kartus per metus, žiemos ir vasaros sezonais |
| 5.       | Kritulių ( sniego) cheminio užterštumo tyrimai (pH, elektrinis laidis, sulfatai, chloridai) (50 vietų)          | Kartą per metus, žiemos sezoną                 | Kartą per metus, žiemos sezoną                 | Kartą per metus, žiemos sezoną                 | Kartą per metus, žiemos sezoną                 | Kartą per metus, žiemos sezoną                 | Kartą per metus, žiemos sezoną                 |
| 6.       | Gautų tyrimų rezultatų analizė, atvaizdavimas žemėlapiuose, apibendrinimas, ataskaitos parengimas ir pateikimas | Kartą per metus                                | Kartą per metus                                | Kartą per metus                                | Kartą per metus                                | Kartą per metus                                | Kartą per metus                                |

Ėminių ėmimas ir tyrimai turi būti atliekami laboratorijų, turinčių leidimą atlikti taršos šaltinių išmetamų ir (arba) išleidžiamų į aplinką teršalų ir teršalų aplinkos elementuose (ore, vandenyje, dirvožemyje) laboratorinius tyrimus ir (ar) matavimus ir (ar) imti mėginius laboratoriniams tyrimams pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. gruodžio 30 d. įsakymą Nr. D1-711 „Dėl Leidimų atlikti taršos šaltinių išmetamų ir (arba) išleidžiamų į aplinką teršalų ir teršalų aplinkos elementuose (ore, vandenyje, dirvožemyje) laboratorinius tyrimus ir (ar) matavimus ir (ar) imti ėminius laboratoriniams tyrimams atlikti išdavimo, leidimų galiojimo sustabdymo, galiojimo sustabdymo panaikinimo, leidimų galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo“ (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2020 m. birželio 29 d. įsakymo Nr. D1-386 redakcija) nustatytą tvarką arba būti akredituotos kaip atitinkančios standartą LST EN ISO/IEC 17025 konkrečioms teršalams tirti, matuoti, imti ėminius laboratoriniams tyrimams atlikti. Aplinkos monitoringo vykdymui taikomi tyrimų ir matavimų metodai turi atitikti teisės aktuose įtvirtintus reikalavimus.

## 2.6. Aplinkos oro kokybės vertinimo kriterijai

1. Aplinkos oro kokybės vertinimo tvarkos aprašas (*TAR, 2016-10-06, Nr. 24714*).
2. Aplinkos oro užterštumo sieros dioksidu, azoto dioksidu, azoto oksidais, benzeno, anglies monoksidu, švinu, kietosiomis dalelėmis ir ozonu normos (*Žin. 2010, Nr. 82-4364 (2010-07-13)*).
3. Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašas ir teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašas ir ribinės aplinkos oro užterštumo vertės (*Žin. 2007, Nr. 67-2627 (2007-06-16)*).

## 2.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai

1. Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas (Žin., 1992, Nr. [5-75](#); 2004, Nr. [60-2121](#)).
2. Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymas (Žin. 1997, Nr. [112-2824](#)).
3. Lietuvos Respublikos aplinkos oro apsaugos įstatymas (Žin. 1999, Nr. [98-2813](#)).
4. Bendrieji savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatai (Žin. 2004, Nr. [130-4680](#)).
5. Aplinkos oro kokybės vertinimo tvarkos aprašas (TAR, 2016-10-06, Nr. 24714)
6. Aplinkos oro užterštumo sieros dioksidu, azoto dioksidu, azoto oksidais, benzeno, anglies monoksidu, švinu, kietosiomis dalelėmis ir ozonu normos (Žin. 2010, Nr. 82-4364).
7. Teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašas ir teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašas ir ribinės aplinkos oro užterštumo vertės (Žin. 2007, Nr. 67-2627).
8. Nacionalinis oro taršos mažinimo planas (TAR, 2019-04-26, Nr. 6860)
9. Europos aplinkos agentūra. „Europos aplinka. Būklė ir raidos perspektyvos 2020 m.“
10. Aplinkos apsaugos agentūra. Oro kokybės tyrimų duomenys. Prieiga per internetą <http://oras.gamta.lt/cms/index>
11. Aplinkos apsaugos agentūra. „Oro taršos lygio įvertinimas Lietuvoje naudojant difuzinius ėmiklius“ 2020. Prieiga per internetą (Projekto galutinė ataskaita (lietuvių kalba).
12. Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija. Šiaulių municipalinio aplinkos monitoringo 2019 m. ataskaita. Prieiga per internetą [www.matl.lt](http://www.matl.lt).
13. Lietuvos automobilių kelių direkcija. Eismo informacija. Prieiga per internetą <https://lakd.lrv.lt/lt/paslaugos/informacijos-rinkmenos/atvirieji-duomenys-2020>
14. Bartkevičius E. „Bioindikacinių ir biotestavimo metodų panaudojimas aplinkos užterštumo bei pakenktų medynų būklės produktyvumo vertinimui“ K., 1993.

### 3. ŠIAULIŲ MIESTO PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ MONITORINGAS

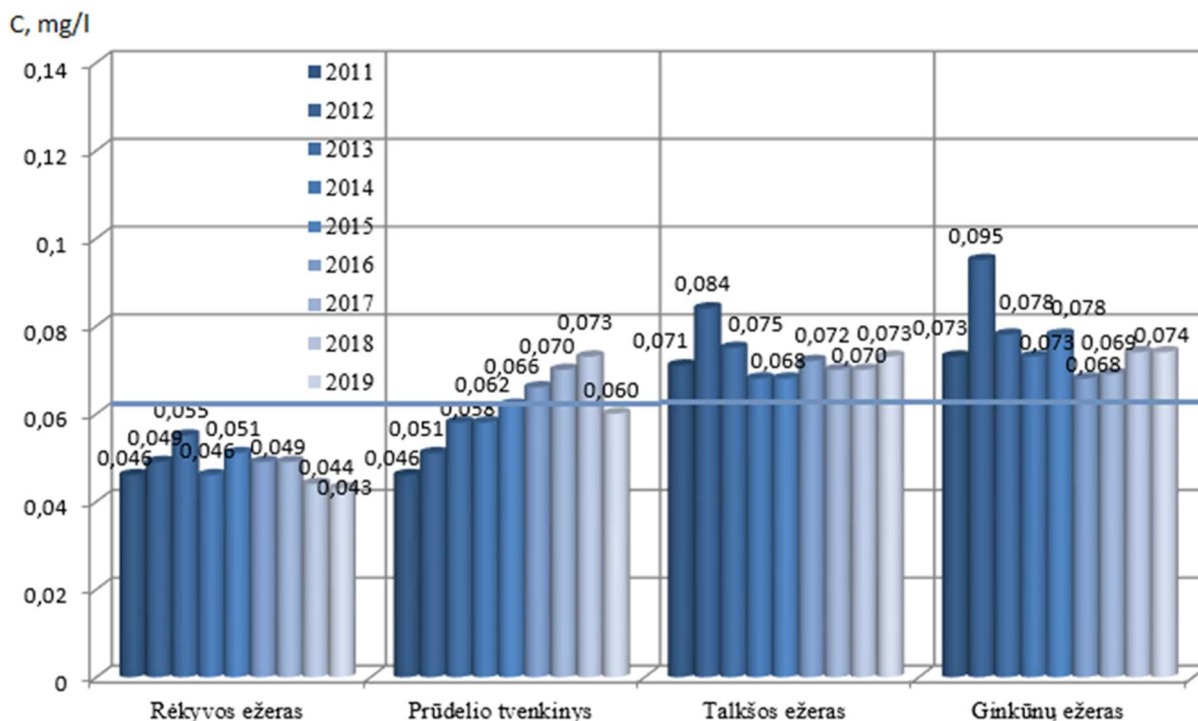
#### 3.1. Esamos būklės analizė

Bendras Šiaulių miesto paviršinio vandens telkinių plotas – 1280 ha ir užima 15,7 % miesto teritorijos. Didžiausi miesto paviršinio vandens telkiniai: Rėkyvos ežeras (dešimtas pagal dydį Lietuvoje, 1179 ha), Talkšos ežeras (56,2 ha), Ginkūnų ežeras (16,6 ha), Prūdelio tvenkinys (4,1 ha), Kulpės upė (25,8 km), Vijolės upelis. Šiaulių miesto paviršinių vandens telkinių būklei įtaką daro ženkli technogeninė apkrova, antropogeninės eutrofizacijos procesai, dugno nuosėdose esantys dideli organinių medžiagų kiekiai, kasmet pasipildantys dėl pakrantėse augančių ir nešienaujamų makrofitų. Tai įtakoja antrinės taršos procesus pačiuose vandens telkiniuose. Talkšos, Ginkūnų ežerų, Prūdelio tvenkinio, Kulpės, Vijolės upių vandens kokybę pablogina maistinių ir organinių medžiagų pritekėjimas su nevalytomis paviršinėmis nuotekomis. Rėkyvos ežeras priskiriamas labai pakeistiems vandens telkiniams. Ežero baseinas sumažęs, po durpių telkinių eksploatacijos dalis buvusio baseino yra žemiau ežero lygio, dėl įrengtos pralaidos Kulpės išteklėjime iš ežero, pakeistas jo hidrologinis režimas, vyksta krantų abrazijs ir ežero seklėjimas. Visuose Šiaulių miesto paviršiniuose vandens telkiniuose stebimi ryškūs azoto junginių sezoniniai pokyčiai – tai vandens ekosistemos atsakomoji reakcija į mineralinių ir organinių medžiagų perteklių.

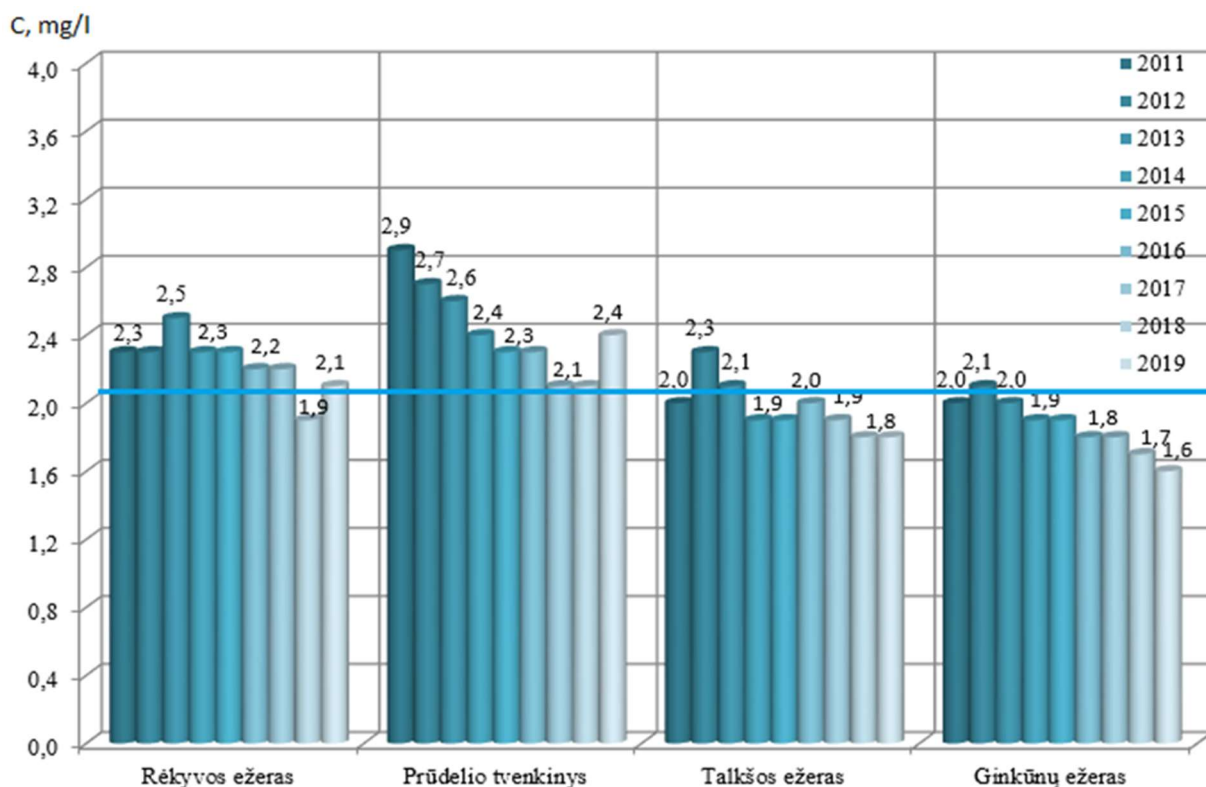
Šiaulių m. savivaldybei priskiriamoje teritorijoje yra vykdomas valstybinis monitoringas Kulpės upėje žemiau Vijolės intako ir Talkšos bei Rėkyvos ežeruose. Kulpėje žemiau Vijolės intako ir Talkšos ežere veiklos monitoringas buvo vykdytas 2017 m., taip pat jis vykdomas 2020 m., Rėkyvos ežere buvo vykdytas 2018 m. Valstybinio monitoringo metu išmatuotų/ištirtų rodiklių (parametrų) pagrindu yra vertinama paviršinių vandens telkinių ekologinė būklė pagal Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodiką, patvirtintą Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymu Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“. Valstybinio monitoringo vidutiniai metų duomenys ir jų įvertinimo pagal atskirus kokybės elementų rodiklius rezultatai yra skelbiami Aplinkos apsaugos agentūros tinklalapyje adresu [www.gamta.lt](http://www.gamta.lt). Šiaulių municipalinio paviršinių vandens telkinių monitoringo duomenimis, Rėkyvos, Talkšos, Ginkūnų ežeruose ir Prūdelio tvenkinyje 2019 m. deguonies koncentracija kito nuo 12,0 iki 5,4 mg/l O<sub>2</sub>. Sausio–vasario mėn. vandens telkinius dengė 16–32 cm storio ledas. Šiuo laikotarpiu deguonies koncentracija Rėkyvos ežere sumažėjo 1,6 karto, nuo 12,0 iki 7,5 mg/l O<sub>2</sub>, Prūdelio tvenkinyje sumažėjo 1,46 karto, nuo 8,2 iki 5,6 mg/l O<sub>2</sub>, Talkšos ežere sumažėjo 1,25 karto, nuo 9,0 iki 7,2 mg/l O<sub>2</sub> ir Ginkūnų ežere sumažėjo 1,7 karto, nuo 9,2 iki 5,4 mg/l O<sub>2</sub>. Mažiausia deguonies koncentracija Rėkyvos, Talkšos

ir Ginkūnų ežeruose išmatuota vasario 14 d., Prūdelio tvenkinyje vasario 8 ir 28 dienomis, bet nepasiekė kritinės koncentracijos (2 mg/l O<sub>2</sub>), nustatytos žuvų apsaugai. Kulpėje ir Vijolėje deguonies koncentracija kito nuo 10,4 iki 6,2 mg/l O<sub>2</sub>, vidutinė metų koncentracija kito nuo 9,5 iki 7,2 mg/l O<sub>2</sub>. Mažiausia deguonies koncentracija išmatuota liepos–rugpjūčio mėn. ir siekė 8,0–6,2 mg/l O<sub>2</sub>. Upių ekologinė būklė gera, kai vidutinė metų deguonies koncentracija yra intervalo 8,50–7,50 mg/l O<sub>2</sub> ribose.

Bendrojo fosforo koncentracija paviršiniuose vandens telkiniuose yra pagrindinis eutrofikaciją įtakojantis veiksnys ir priklauso nuo jo pritekėjimo iš vandens telkinio baseino bei fosforo kiekio dugno nuosėdose. Bendrojo fosforo koncentracija Šiaulių miesto paviršiniuose vandens telkiniuose 2019 m. kito nuo 0,028 iki 0,122 mg/l. Rėkyvos ežere bendrojo fosforo koncentracija kito nuo 0,028 iki 0,063 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota rugsėjo mėn., mažiausia sausio mėn. Talkšos ežere bendro fosforo koncentracija kito nuo 0,057 iki 0,085 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota rugsėjo mėn., mažiausia gegužės mėn. Ginkūnų ežere bendro fosforo koncentracija kito nuo 0,054 iki 0,099 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota lapkričio mėn., mažiausia gegužės mėn. Prūdelio tvenkinyje bendro fosforo koncentracija kito nuo 0,033 mg/l iki 0,122 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota spalio mėn., mažiausia sausio mėn.



13 pav. Bendrojo fosforo (P<sub>b</sub>) vidutinės metų koncentracijos kitimas paviršiniuose vandens telkiniuose 2011–2019 m.

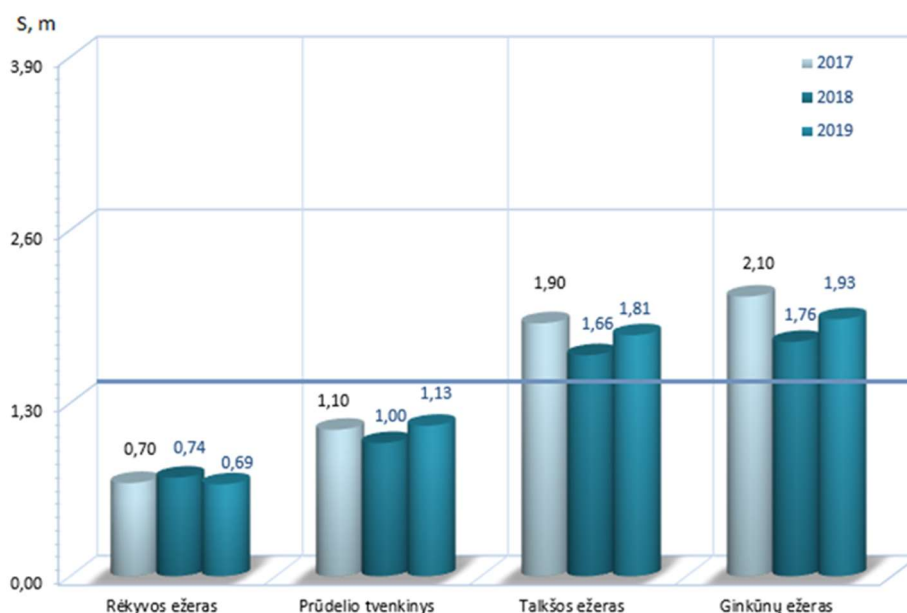


14 pav. Bendrojo azoto ( $N_b$ ) vidutinės metų koncentracijos kitimas paviršiniuose vandens telkiniuose 2011–2019 m.

Bendrojo azoto koncentracija vandens telkiniuose kito nuo 1,3 iki 3,5 mg/l. Šaltuoju periodu didžiąją bendrojo azoto dalį vandens telkiniuose sudaro mineralinis azotas, t.y. nitratai ir amonio azotas, o vegetacijos periodu – organinis azotas. Rėkyvos ežere bendrojo azoto koncentracija kito nuo 1,6 iki 2,5 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota lapkričio mėn., mažiausia kovo mėn. Talkšos ežere bendrojo azoto koncentracija kito nuo 1,4 iki 2,2 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota sausio mėn., mažiausia birželio mėn. Ginkūnų ežere bendrojo azoto koncentracija kito nuo 1,3 iki 1,8 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota gegužės mėn., mažiausia birželio mėn. Prūdelio tvenkinyje bendrojo azoto koncentracija kito nuo 1,6 iki 3,5 mg/l, didžiausia koncentracija išmatuota vasario mėn., mažiausia liepos mėn.

Vidutinė 2019 metų organinių medžiagų ( $BDS_7$ ) koncentracija vandens telkiniuose kito nuo 2,6 iki 4,5 mg/l  $O_2$ . Didžiausia koncentracija gauta Rėkyvos ežere, mažiausia Ginkūnų ežere. 2011–2019 m. laikotarpiu vidutinė metų organinių medžiagų koncentracija Rėkyvos, Talkšos ir Ginkūnų ežeruose nepakito, Prūdelio tvenkinyje padidėjo 10 %. Vertinant vandens telkinių ekologinę būklę pagal vidutinę 2019 metų organinių medžiagų koncentraciją, Talkšos, Ginkūnų ežerų ir Prūdelio tvenkinio ekologinė būklė yra gera, Rėkyvos ežero – vidutinė. I-ojo tipo ežerų ekologinė būklė gera, kai vidutinė metų organinių medžiagų koncentracija neviršija 4,2 mg/l  $O_2$ .

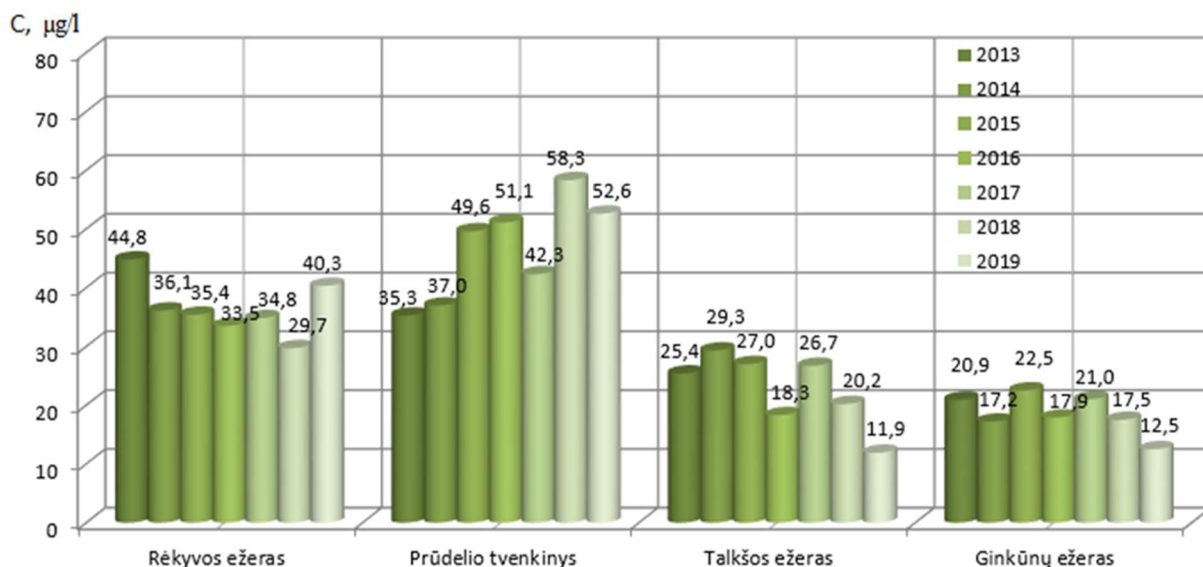
Vandens skaidrumas vandens telkiniuose 2019 m. kito nuo 0,60 iki 2,10 m. Mažiausias vandens skaidrumas išmatuotas liepos, rugpjūčio mėn., didžiausias lapkričio, gruodžio mėn. Rėkyvos ežere vandens skaidrumas mažiausias, ir kito nuo 0,60 m iki 0,80 m. Prūdelio tvenkinyje vandens skaidrumas kito nuo 0,80 m iki 1,10 m, Talkšos ežere nuo 1,40 m iki 2,20 m, Ginkūnų ežere nuo 0,90 m iki 2,30 m. Vidutinė 2019 metų vandens skaidrumo vertė kito nuo 0,69 m iki 1,93 m. Didžiausia vidutinė metų vandens skaidrumo vertė Ginkūnų ežere, mažiausia Rėkyvos ežere. Vidutinė 2019 metų skendinčių medžiagų koncentracija didžiausia Rėkyvos ežere (19 mg/l), mažiausia Talkšos ir Ginkūnų ežeruose (4,5; 4,9 mg/l). Vertinant vandens telkinių ekologinę būklę pagal vandens skaidrumą, Rėkyvos ežero ekologinė būklė bloga, Prūdelio tvenkinio ekologinė būklė vidutinė, Talkšos ir Ginkūnų ežerų ekologinė būklė gera.



15 pav. Paviršinių vandens telkinių vidutinis metų vandens skaidrumas 2017–2019 m.

Šiaulių miesto paviršiniuose vandens telkiniuose vidutinė mėnesio chlorofilo „a“ koncentracija 2019 m. balandžio–gruodžio mėn. kito nuo 1,78 iki 120  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia chlorofilo „a“ koncentracija išmatuota Prūdelio tvenkinyje spalio mėn., mažiausia Ginkūnų ežere gruodžio mėn. Vidutinė 2019 metų chlorofilo „a“ koncentracija vandens telkiniuose kito nuo 11,9 iki 52,6  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia vidutinė metų chlorofilo koncentracija gauta Prūdelio tvenkinyje, mažiausia Talkšos ežere. 2013–2019 m. laikotarpiu vidutinė metų chlorofilo koncentracija Rėkyvos ežere sumažėjo 10 % ir kito nuo 29,7 iki 44,8  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia vidutinė metų chlorofilo koncentracija gauta 2013 m., mažiausia 2018 m. Talkšos ežere vidutinė metų chlorofilo koncentracija sumažėjo 2 kartus ir kito nuo 25,4 iki 11,9  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia vidutinė metų chlorofilo koncentracija gauta 2014 m., mažiausia 2019 m. Ginkūnų ežere vidutinė metų chlorofilo koncentracija sumažėjo 1,7 karto ir kito nuo 22,5 iki 12,5  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia vidutinė metų chlorofilo koncentracija gauta

2015m., mažiausia 2019 m. Prūdelio tvenkinyje vidutinė metų chlorofilo koncentracija padidėjo 1,5 karto ir kito nuo 58,3 iki 35,3  $\mu\text{g/l}$ . Didžiausia vidutinė metų chlorofilo koncentracija gauta 2018m., mažiausia 2013 m.



16 pav. Vidutinės metų chlorofilo „a“ koncentracijos kitimas Šiaulių miesto paviršiniuose vandens telkiniuose 2013–2019 m.

Geros vandens telkinių būklės pasiekimui Šiaulių mieste reikia pagerinti buitės ir lietaus nuotekų surinkimą ir išvalymą, miesto gatvių bei teritorijų priežiūrą, žiemą gatvių barstymui naudoti mažiau druskų.

### 3.2. Mieste vykdomos ir planuojamos paviršinių vandens telkinių būklės gerinimo priemonės

Mažinant su paviršinėmis nuotekomis patenkančių teršalų poveikį miesto paviršinių vandens telkinių būklei, UAB „Šiaulių vandenys“ 2016–2020 m. įgyvendino projektą „Šiaulių miesto paviršinių nuotekų tvarkymo sistemos inventorizavimas, paviršinių nuotekų tvarkymo infrastruktūros rekonstravimas ir plėtra“. Mieste rekonstruoti labiausiai susidėvėję 18,2 km esamo vamzdyno paviršinių nuotekų tinklai, atnaujinti 633 šuliniai, įrengta paviršinių nuotekų valykla-naftos produktų skirtuvas Vilniaus gatvėje, įsigyta paviršinių nuotekų tinklų priežiūrai ir eksploatavimui reikalinga specializuota technika, inventorizuota ir teisiškai įregistruota didžioji dalis (apie 185 km) paviršinių nuotekų tinklų. Paviršinės nuotekos valomos ir paviršinių nuotekų valymo įrenginiuose Kalinausko gatvėje. Nuolat kontroliuojamas paviršinių nuotekų abonentų išleidžiamų nuotekų užterštumas. Kasmet atliekami paviršinio vandens surinkimo griovių gilinimas ir valymas, krantų šienavimas.

Plečiant centralizuoto buitinių nuotekų surinkimo ir išvalymo sistemą, įgyvendinus projektą „Vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo infrastruktūros plėtra Šiauliuose“, įrengti nauji (25 km ilgio) buitinių nuotekų surinkimo tinklai individualių gyvenamųjų namų mikrorajonuose (Medelyne, Pabaliuose, Kalniuke ir centrinėje miesto dalyje esančiuose individualių gyvenamųjų namų mikrorajonuose), atliktas miesto buitinių nuotekų biologinio valymo įrenginių Aukštrakiuose modernizavimas.

Sutvarkyta pietinė Talkšos ežero pakrantė, įrengtas pėsčiųjų/dviračių ir ekologinis – pažintinis takai. Įgyvendinti irklavimo bazės atnaujinimo, irklavimo trasos praplėtimo, ežero prieigose esančių apleistų gamybinių teritorijų pritaikymo rekreacijai projektai.

Kasmet vykdomas paviršinių vandens telkinių pakrančių tvarkymas.

### **3.3. Paviršinių vandens telkinių monitoringo tikslas ir uždaviniai**

Paviršinio vandens monitoringo tikslas – periodiškai vykdyti miesto paviršinio vandens telkinių būklės tyrimus, atlikti išsklaidytos ir sutelktos taršos šaltinių daromo poveikio vertinimą bei prognozę.

Uždaviniai:

- monitoringo programoje numatytose vietose atlikti paviršinio vandens telkinių cheminio užterštumo tyrimus.
- įvertinti mieste esančių sutelktos ir išsklaidytos taršos šaltinių poveikį bei vykdomų paviršinio vandens telkinių kokybės gerinimo priemonių efektyvumą.
- informuoti atsakingas institucijas ir visuomenę apie miesto paviršinio vandens telkinių būklę, jos kitimą bei įgyvendinamų taršos mažinimo priemonių efektyvumą.

6 lentelė. Paviršiniuose vandens telkiniuose matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros

| Eil. Nr. | Matuojami parametrai                                        | Matavimo metodas                                  | Nuorodos į dokumentus                                                                                                                                                                                                                                       | Parametrų taikymas                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1.       | Ištirpęs deguonis (O <sub>2</sub> , mg/l)                   | Elektrocheminis                                   | LST EN 25814:2012 Vandens kokybė. Ištirpusio deguonies nustatymas. Elektrocheminio zondo metodas                                                                                                                                                            | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui                       |
| 2.       | Elektrinis laidis (μS/cm)                                   | Elektrometrinis                                   | LST EN 27888:2002 Vandens kokybė. Savito elektrinio laidžio nustatymas                                                                                                                                                                                      | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui                       |
| 3.       | Aktyvi vandens reakcija pH                                  | Elektrometrinis                                   | LST EN ISO 10523:2012 Vandens kokybė. pH nustatymas                                                                                                                                                                                                         | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojama nuotekose  |
| 4.       | Skendinčios medžiagos (mg/l)                                | Svorio, košiant pro stiklo pluošto koštuvą        | LAND 46:2007 Skendinčių medžiagų nustatymas, košimo pro stiklo pluošto koštuvą metodu                                                                                                                                                                       | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojamos nuotekose |
| 5.       | Organinės medžiagos BDS <sub>7</sub> (mg/l O <sub>2</sub> ) | Elektrocheminis                                   | LAND 47-1:2007 Biocheminis deguonies sunaudojimas per 7 paras (BDS <sub>7</sub> ) nustatymas elektrometriniu metodu<br>LAND 47-2:2007 Neskiestų mėginių biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras (BDS <sub>7</sub> ) nustatymas elektrometriniu metodu | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojamos nuotekose |
| 6.       | Fosfatai (mg/l P)                                           | Spektrometrinis, vartojant amonio molibdatą       | LAND 58-2003 Ortofosforo nustatymas                                                                                                                                                                                                                         | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojami nuotekose  |
| 7.       | Nitritai (mg/l N)                                           | Spektrometrinis                                   | LAND 39-2000 Nitritų kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas                                                                                                                                                                     | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojami nuotekose  |
| 8.       | Nitratai (mg/l N)                                           | Spektrometrinis                                   | LAND 65-2005 Nitratų kiekio nustatymas. Spektrometrinis, su sulfosalicilo rūgštimi                                                                                                                                                                          | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojami nuotekose  |
| 9.       | Amonio azotas (mg/l N)                                      | Spektrometrinis                                   | LAND 38-2000 Amonio kiekio nustatymas. Rankinis spektrometrinis metodas                                                                                                                                                                                     | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojamas nuotekose |
| 10.      | Bendras fosforas (mg/l)                                     | Spektrometrinis, vartojant amonio molibdatą       | LAND 58-2003 Bendro fosforo nustatymas, oksidavus peroksodisulfatu                                                                                                                                                                                          | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojamas nuotekose |
| 11.      | Bendras azotas (mg/l)                                       | Spektrometrinis, mineralizuojant peroksodisulfatu | LAND 59-2003 Vandens kokybė. Azoto nustatymas. 1 dalis. Oksidacinio mineralinimo peroksodisulfatu metodas. LAND 65-2005 Nitratų kiekio nustatymas, vartojant sulfasalicilo rūgštį                                                                           | Ežerų ir upių vandens kokybės vertinimui, matuojamas nuotekose |
| 12.      | Chromas (mg/l)                                              |                                                   | LSTEN ISO 18412:2005 Vandens kokybė. Chromo (IV) nustatymas.                                                                                                                                                                                                | Ežerų ir upių vandens kokybės                                  |

| Eil. Nr. | Matuojami parametrai                 | Matavimo metodas                                         | Nuorodos į dokumentus                                                                                                                                                                                                                                                                           | Parametrų taikymas               |
|----------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|          |                                      | Spektrometrinis<br><br>Atominė absorbcinė spektrometrija | Fotometrinis metodas tirti silpnai užterštą vandenį.<br>LST ISO 11083:2002 Vandens kokybė. Chromo (IV) nustatymas.<br>Spektrometrinis metodas, vartojant 1,5 difenilkarbazidą<br><br>LST ISO 9174:2003 Vandens kokybė. Chromo kiekio nustatymas, atominės absorbcijos spektrometriniai metodai. | vertinimui, matuojamas nuotekose |
| 13.      | Chlorofilas „a“ (µg/l)               | Spektrometrinis                                          | LAND 69-2005. Vandens kokybė. Biocheminių parametrų matavimas. Spektrometrinis chlorofilo „a“ koncentracijos nustatymas. Variantas A                                                                                                                                                            | Ežerų vandens kokybės vertinimui |
| 14.      | Naftos produktai (mg/l)              | Svorio                                                   | LAND 90-2010. Vandens kokybė. Svorio metodas mineralinei naftai (naftos produktams) nustatyti.                                                                                                                                                                                                  | Matuojami nuotekose              |
| 15.      | Vandens skaidrumas, Seki gylis S (m) | Seki diskas                                              | Vandens skaidrumo matavimas Seki disku. Hidromertija (2011).                                                                                                                                                                                                                                    | Ežerų vandens kokybės vertinimui |

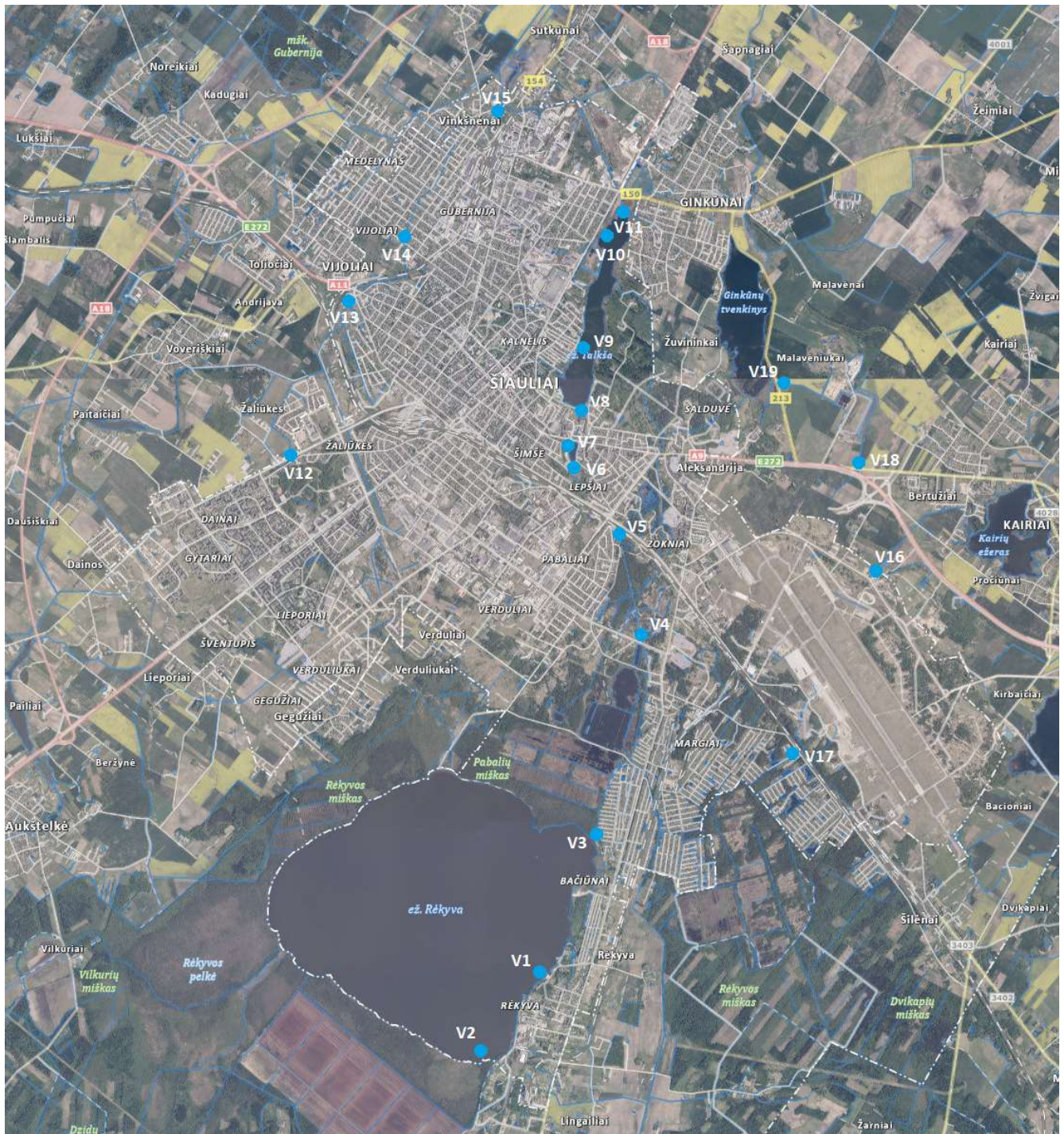
### 3.4. Paviršinių vandens telkinių monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas

Paviršinių vandens telkinių tyrimai atliekami devyniuose vandens telkiniuose, devyniolikoje vietų, tiriama penkiolika parametrų. Vandens mėginiai imami 9 kartus per metus, ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spilio mėn. I pusėje. Tyrimų vietos pažymėtos schemoje (17 pav.), sąrašas pateiktas 7 lentelėje.

7 lentelė. Šiaulių miesto paviršinių vandens telkinių tyrimo vietų sąrašas

| Eil. Nr. | Tyrimo vietos Nr. schemoje | Tyrimo vietos pavadinimas                                                          | X       | Y      |
|----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| 1.       | V1                         | Rėkyvos ežeras (rytinė ežero dalis, ties tiltu)                                    | 6191731 | 457851 |
| 2.       | V2                         | Rėkyvos ežeras (pietrytinė ežero dalis, netoli AB „Rėkyva“ eksploatuojamo durpyno) | 6190761 | 457088 |
| 3.       | V3                         | Kulpė, išteklėjimas iš Rėkyvos ežero                                               | 6193585 | 458552 |
| 4.       | V4                         | Kulpė ties Pramonės g.                                                             | 6196340 | 459212 |
| 5.       | V5                         | Kulpė žemiau Pabalių mikrorajono                                                   | 6197938 | 458799 |
| 6.       | V6                         | Kulpė, išteklėjimas į Prūdelio tvenkinį                                            | 6198843 | 458222 |
| 7.       | V7                         | Prūdelio tvenkinys                                                                 | 6199004 | 458197 |
| 8.       | V8                         | Kulpė, išteklėjimas į Talkšos ežerą                                                | 6199574 | 458361 |
| 9.       | V9                         | Talkšos ežeras ties irklavimo baze                                                 | 6200520 | 458333 |
| 10.      | V10                        | Ginkūnų ežeras                                                                     | 6202087 | 458704 |
| 11.      | V11                        | Kulpė, išteklėjimas iš Ginkūnų ežero                                               | 6202602 | 458900 |
| 12.      | V12                        | Vijolė ties Architektų g.                                                          | 6198973 | 454319 |
| 13.      | V13                        | Vijolė ties Vilniaus g.                                                            | 6201151 | 455169 |
| 14.      | V14                        | Vijolė ties Birutės g.                                                             | 6201906 | 455923 |
| 15.      | V15                        | Vijolė žemiau miesto, ties įtekėjimu į Kulpę                                       | 6203842 | 457268 |

|     |     |                                                                                                         |         |        |
|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| 16. | V16 | Paviršinės (lietaus) nuotekos nuo oro uosto teritorijos į Kairių ežerą (po mechaninių valymo įrenginių) | 6197314 | 462428 |
| 17. | V17 | Paviršinės (lietaus) nuotekos nuo oro uosto teritorijos į Banko kanalą, s/b "Žalgiris" teritorijoje     | 6194780 | 461389 |
| 18. | V18 | Melioracijos griovys aukščiau buitinių atliekų sąvartyno Kairiuose                                      | 6198790 | 462209 |
| 19. | V19 | Melioracijos griovys žemiau buitinių atliekų sąvartyno, ties įtekėjimu į Ginkūnų tvenkinį               | 6199949 | 461108 |



17 pav. Paviršinių vandens telkinių tyrimo vietos Šiauliuose

### 3.5. Paviršinių vandens telkinių monitoringo programos įgyvendinimo priemonės

8 lentelė. Paviršinių vandens telkinių monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas

| Eil. Nr. | Įgyvendinamos priemonės                                                                                                            | 2021 m.                                                                                                                                                                                                               | 2022 m.                                                                                                                                                                                                                | 2023 m.                                                                                                                                                                                                                | 2024 m.                                                                                                                                                                                                                | 2025 m.                                                                                                                                                                                                                | 2026 m.                                                                                                                                                                                                                |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės tyrimai (19 tyrimo vietų, matuojama 15 parametru)                                    | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. I pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) | 9 kartus per metus. Ne rečiau kaip 4 kartus per metus šiltuoju metų laikotarpiu (balandžio mėn. II pusėje-gegužės mėn., liepos mėn. II pusėje, rugpjūčio mėn. II pusėje, rugsėjo mėn. II pusėje-spaliio mėn. I pusėje) |
| 2.       | Ledo storio ir ištirpusio deguonies koncentracijos matavimas žiemos sezoną (Rėkyvos, Talkšos, Ginkūnų ežerai, Prūdelio tvenkinys)  | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                   | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                    | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                    | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                    | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                    | Kartą per savaitę žiemos sezoną, esant ledo dangiai                                                                                                                                                                    |
| 3.       | Paviršinių vandens telkinių tyrimų rezultatų pateikimas atlikus matavimų ciklą                                                     | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                    | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                     | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                     | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                     | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                     | 9 kartus per metus                                                                                                                                                                                                     |
| 4.       | Gautų tyrimų rezultatų analizė, apibendrinimas, ataskaitos apie paviršinių vandens telkinių būklės kitimą parengimas ir pateikimas | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                       | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                        | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                        | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                        | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                        | Kartą per metus                                                                                                                                                                                                        |

Ėminių ėmimas ir tyrimai turi būti atliekami laboratorijų, turinčių leidimą atlikti taršos šaltinių išmetamų ir (arba) išleidžiamų į aplinką teršalų ir teršalų aplinkos elementuose (ore,

vandenyje, dirvožemyje) laboratorinius tyrimus ir (ar) matavimus ir (ar) imti mėginius laboratoriniams tyrimams pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. gruodžio 30 d. įsakymą Nr. D1-711 „Dėl Leidimų atlikti taršos šaltinių išmetamų ir (arba) išleidžiamų į aplinką teršalų ir teršalų aplinkos elementuose (ore, vandenyje, dirvožemyje) laboratorinius tyrimus ir (ar) matavimus ir (ar) imti mėginius laboratoriniams tyrimams atlikti išdavimo, leidimų galiojimo sustabdymo, galiojimo sustabdymo panaikinimo, leidimų galiojimo panaikinimo taisyklių patvirtinimo“ (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2020 m. birželio 29 d. įsakymo Nr. D1-386 redakcija) nustatytą tvarką arba būti akredituotos kaip atitinkančios standartą LST EN ISO/IEC 17025 konkrečioms teršalams tirti, matuoti, imti mėginius laboratoriniams tyrimams atlikti. Aplinkos monitoringo vykdymui taikomi tyrimų ir matavimų metodai turi atitikti teisės aktuose įtvirtintus reikalavimus.

### **3.6. Paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo kriterijai**

1. Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašas (*Žin. 2006, Nr. 5-159*).
2. Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (*Žin., 2007, Nr. 47-1814*).
3. Nuotekų tvarkymo reglamentas. (*Žin. 2006, Nr. 59-2103*).
4. Paviršinių nuotekų tvarkymo reglamentas (*Žin. 2007, Nr. 42-1594*).
5. Darbų organizavimo žuvų dusimo atveju tvarkos aprašas (*Žin. 2011*).

### 3.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai

1. Lietuvos Respublikos vandens įstatymas (Žin. 1997, Nr. 104-2615).
2. Lietuvos Respublikos geriamojo vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo įstatymas (Žin. 2006, Nr. 82-3260).
3. Aplinkos apsaugos agentūra. Lietuvos upių baseinų rajonai. (Prieiga per internetą <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=ac0b650a-77c8-4d43-b453-42a0cb916a38>).
4. Aplinkos apsaugos agentūra. Lielupės Upių baseinų rajono valdymo planas. V. 2017m. (Prieiga per internetą [http://vanduo.gamta.lt/files/LT3400\\_Lielupe\\_RBD\\_Management\\_Plan.pdf](http://vanduo.gamta.lt/files/LT3400_Lielupe_RBD_Management_Plan.pdf)).
5. Aplinkos apsaugos agentūra. Lielupės Upių baseinų rajono priemonių programa. V. 2017 m. (Prieiga per internetą [http://vanduo.gamta.lt/files/LT3400\\_Lielupe\\_RBD\\_Programme\\_of\\_Measures.pdf](http://vanduo.gamta.lt/files/LT3400_Lielupe_RBD_Programme_of_Measures.pdf)).
6. Nuotekų tvarkymo reglamentas. ( Žin. 2006, Nr. 59-2103 ).
7. Paviršinių nuotekų tvarkymo reglamentas (Žin. 2007, Nr. 42-1594).
8. Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašas (Žin. 2006, Nr. 5-159).
9. Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika (Žin., 2007, Nr. 47-1814).
10. Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija. Šiaulių municipalinio aplinkos monitoringo 2019 m. ataskaita. (Prieiga per internetą [www.matl.lt](http://www.matl.lt)).
11. UAB „Šiaulių vandenys“. Vykdomi vandentvarkos projektai. (Prieiga per internetą <https://www.siauliuvandenys.lt/vandentiekio-ir-nuoteku-tinklu-rekonstravimas-siauliu-mieste/>).

## 4. TRIUKŠMO STEBĖSENOS VYKDYMAS ŠIAULIŲ MIESTO TRIUKŠMO PREVENCIJOS IR TYLIOSIOSE ZONOSE

### 4.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė

Igyvendinant ES triukšmo valdymo direktyvos ir LR triukšmo valdymo įstatymo nuostatas, vykdant Valstybinę triukšmo strateginio kartografavimo programą Šiauliuose, buvo įsigyta ir naudojama triukšmo matavimo ir kartografavimo įranga, parengti ir patvirtinti Šiaulių miesto savivaldybės kelių transporto, geležinkelio, oro uosto ir pramoninės veiklos triukšmo žemėlapiai. 2018 m. parengtas ir vykdomas Šiaulių miesto savivaldybės 2019–2023 metų triukšmo prevencijos veiksmų planas, patvirtintos triukšmo prevencijos ir tyliosios zonos, vykdoma triukšmo stebėseną jose. Šiaulių miesto kelių transporto, geležinkelio, oro uosto ir pramoninės veiklos triukšmo žemėlapiai atnaujinti 2017 m. Triukšmo strateginio kartografavimo 2017 m. rezultatais nustatyta, kad didžiuosiuose Lietuvos miestuose pagrindiniu aplinkos triukšmo šaltiniu yra kelių transportas. Vilniaus, Kauno, Klaipėdos ir Šiaulių miestų savivaldybėms atnaujinus strateginius triukšmo žemėlapius nustatyta, kad apie 101 tūkst. (18 %) Vilniaus miesto gyventojų gyveno pastatuose, kurie yra veikiami vidutinio metinio paros triukšmo rodiklio  $L_{dvn}$  ribinį dydį (65 dB) viršijančio kelių transporto triukšmo, Kauno mieste apie 35 tūkst. (apie 12 %) gyventojų, Klaipėdos mieste apie 56 tūkst. (apie 37 %) gyventojų, Šiaulių mieste apie 27 tūkst. (apie 26%) gyventojų. Žalingo triukšmo poveikio visuomenės sveikatai tyrimų duomenimis, Lietuvos gyventojai patiria didžiausią koronarinės širdies ligos riziką dėl aplinkos triukšmo, palyginti su kitų Europos Sąjungos valstybių gyventojais. Pagal įstatymo nuostatas savivaldybės: 1) įgyvendina patvirtintą Valstybinę triukšmo prevencijos veiksmų programą; 2) nustato tyliąsias zonas; 3) rengia teritorijų planavimo sprendinių, susijusių su triukšmo prevencija, viešą svarstymą, poveikio aplinkai vertinimo svarstymą; 4) tvirtina triukšmo prevencijos viešosiose vietose taisykles; 5) tvirtina triukšmo savivaldybės teritorijoje rodiklius; 6) nustato muzikinių ir kitų masinių renginių, kuriuos organizuoja juridiniai ir fiziniai asmenys, trukmę; 7) rengia aglomeracijų strateginius triukšmo žemėlapius; 8) tvirtina gyvenamųjų vietovių teritorijas, kuriose būtina įgyvendinti triukšmo prevencijos ir mažinimo priemones (toliau – triukšmo prevencijos zonos); 9) rengia ir tvirtina savivaldybės triukšmo prevencijos veiksmų planus; 10) nustato pavaldžių viešojo administravimo institucijų kompetenciją triukšmo valdymo srityje ir prižiūri, kaip ji įgyvendinama.; 11) atlieka triukšmo stebėseną (monitoringą) tyliosiose zonose.

Šiaulių municipalinio triukšmo monitoringo Šiaulių miesto triukšmo prevencijos ir tyliosiose zonose duomenimis, maksimalus triukšmo lygis 2019 m. lopšelių-darželių aplinkoje

kito nuo 60 iki 86 dBA. Didžiausias triukšmo lygis išmatuotas lopšelių-darželių „Ežerėlis“, „Salduvė“, „Pupų pėdas“ ir „Žirniukas“ aplinkoje. Maksimalaus triukšmo ribinio dydžio (70 dBA) viršijimai gauti 17-oje iš 32 tyrimo vietų (53%). Ekvivalentinis triukšmas lopšelių-darželių aplinkoje kito nuo 47 iki 70 dBA. Didžiausias ekvivalentinis triukšmo lygis gautas lopšelių-darželių „Salduvė“, „Ežerėlis“, „Žirniukas“, „Sigutė“ aplinkoje. 2019 m. gauti 3 ekvivalentinio triukšmo ribinio dydžio (65 dBA) viršijimai lopšelių-darželių aplinkoje. Didžiausią įtaką triukšmo viršijimui lopšelių-darželių aplinkoje daro Vilniaus, Ežero, J.Basanavičiaus ir S. Daukanto gatvėmis pravažiuojantys krovininiai automobiliai.

Mokyklų aplinkoje maksimalus triukšmo lygis kito nuo 65 iki 92 dBA. Didžiausias maksimalus triukšmo lygis gautas Zoknių progimnazijos aplinkoje kylant orlaiviams, Šiaulių sporto ir J. Janonio gimnazijos aplinkoje pravažiuojant krovininiais automobiliams ir autobusams. Maksimalaus triukšmo viršijimai gauti 26-oje iš 34 tyrimo vietų (76 %). Ekvivalentinis triukšmas mokyklų aplinkoje kito nuo 49 iki 73 dBA. Didžiausias triukšmo lygis gautas Zoknių, V. Kudirkos ir Ragainės progimnazijų aplinkoje. Ekvivalentinio triukšmo ribinio dydžio viršijimai gauti 10-tyje tyrimo vietų (29 %).

Ligoninių ir gydymo įstaigų aplinkoje maksimalus triukšmo lygis 2019 m. kito nuo 58 iki 87 dBA. Didžiausias triukšmo lygis išmatuotas Šiaulių priklausomybės ligų centro ir Šiaulių reabilitacijos centro aplinkoje. Maksimalaus triukšmo viršijimai (71%) gauti 4-iose iš 7 matavimo vietų. Ekvivalentinis triukšmo lygis ligoninių ir gydymo įstaigų aplinkoje kito nuo 47 iki 68 dBA. Ekvivalentinio triukšmo ribinio dydžio viršijimai gauti 2-ose tyrimo vietose (29 %). Didžiausias triukšmo lygis išmatuotas Šiaulių reabilitacijos centro ir Šiaulių priklausomybės ligų centro aplinkoje.

Maksimalus triukšmo lygis tyliosiose zonose neviršijo ribinio dydžio ir kito nuo 43 iki 54 dBA. Didžiausias triukšmo lygis gautas Centrinio parko tyliojoje zonoje, mažiausias Rėkyvos ežero pakrantės tyliojoje gamtos zonoje. Lyginant su 2018 m. tyrimų duomenimis, maksimalaus triukšmo lygis Centriniam parke padidėjo 4 dBA, Lieporių parke padidėjo 1 dBA, Dainų parke sumažėjo 3 dBA, Gytarių parke ir Rėkyvos ežero pakrantės tyliojoje gamtos zonoje sumažėjo 2 dBA, Zubovo parke sumažėjo 1 dBA, Talkšos miško parke nepakito. Paros triukšmo lygis tyliosiose zonose neviršijo ribinio dydžio ir kito nuo 38 iki 49 dBA. Didžiausias triukšmo lygis gautas pietinėje miesto dalyje, Lieporių parke ir centrinėje miesto dalyje, Zubovo parke dėl autotransporto triukšmo poveikio. Mažiausias paros triukšmo lygis buvo Rėkyvos ežero pakrantės tyliojoje gamtos zonoje. Lyginant su 2018 m., paros triukšmo lygis Rėkyvos ežero pakrantės tyliojoje gamtos zonoje sumažėjo 3 dBA, Zubovo parke ir Talkšos miško parke sumažėjo 1 dBA,

Gytarių parke padidėjo 3 dBA, Lieporių parke padidėjo 1 dBA, Dainų ir Centrinime parkuose nepakito.

Nuolatinių triukšmo matavimų duomenimis, pietiniame gyvenamajame rajone maksimalus triukšmo lygis 2019 m. kito nuo 99 iki 116 dBA ir viršijo dienos ribinį dydį visais mėnesiais nuo 29 iki 46 dBA. Maksimalus triukšmo lygis dienos metu viršijo ribinį dydį nuo 5,1 iki 22,1 % visų atliktų matavimų, vakaro metu maksimalus triukšmo lygis viršijo ribinį dydį nuo 12,1 iki 39,9 %, nakties metu maksimalus triukšmo lygis viršijo ribinį dydį nuo 15,4 iki 46,6 % visų atliktų matavimų. Didžiausi maksimalaus triukšmo viršijimai gauti lėktuvų skrydžių, šventinių salietų metu ir pravažiuojant specialiųjų tarnybų automobiliams su įjungtomis sirenomis. Ekvivalentinis triukšmo lygis dienos metu viršijo ribinį dydį nuo 0,35 iki 6,74 % visų atliktų matavimų, vakaro metu ekvivalentinis triukšmas viršijo ribinį dydį nuo 1,6 iki 24,9 %, nakties metu ekvivalentinis triukšmas viršijo ribinį dydį nuo 3,6 iki 24,3 % visų atliktų matavimų.

Apskaičiuotas vidutinis metų paros ( $L_{dvn}$ ) triukšmo lygis 62 dBA neviršijo ribinio dydžio (65 dBA) ir kito nuo 59 iki 64 dBA, vertinant mėnesių intervalais. Dienos ( $L_d$ ) triukšmo lygis neviršijo ribinio dydžio (65 dBA) ir kito nuo 58 iki 62 dBA. Vakaro ( $L_v$ ) triukšmo lygis neviršijo ribinio dydžio (60 dBA) ir kito nuo 56 iki 60 dBA. Nakties ( $L_n$ ) triukšmo lygis kito nuo 49 iki 56 dBA, ribinio dydžio (56 dBA) viršijimas gautas gruodžio mėn. Lyginant su 2018 m. duomenimis, paros triukšmo ekvivalentinė metų vertė padidėjo 0,6 dBA.

#### 4.2. Triukšmo valdymo priemonių įgyvendinimas Šiaulių mieste

Triukšmo poveikio mažinimui taikomos įvairios urbanistinės, technologinės, administracinės ir konstrukcinės priemonės. Naudojant langus su įvairios konstrukcijos stiklo paketais iš gatvės sklindančio triukšmo lygis gyvenamoje patalpoje gali būti sumažinamas nuo 15 iki 32 dBA. Triukšmo ekranai gali sumažinti triukšmo lygį už ekrano 9–12 dBA. Pagrindinės triukšmo valdymo priemonės: 1) transporto srautų planavimas; 2) teritorijų planavimas, projektų ekspertizė ir statinių priežiūra; 3) žemėtvarka; 4) techninės priemonės triukšmo šaltiniuose (mažesnę triukšmą skleidžiančių šaltinių parinkimas, triukšmo mažinimas šaltinyje, triukšmo mažinimas poveikio vietoje); 5) garso perdavimo mažinimas; 6) ūkinės veiklos sąlygų reglamentavimas ir triukšmo normavimas; 7) triukšmo kontrolė; 8) planuojamos ūkinės veiklos poveikio visuomenės sveikatai ir aplinkai vertinimas, visuomenės sveikatos saugos ekspertizė, triukšmo poveikio visuomenės sveikatai vertinimas; 9) produktų atitikties vertinimas; 10) strateginis triukšmo kartografavimas ir triukšmo lygio ribojimo zonų nustatymas.

Šiaulių miesto savivaldybės tarybos 2020 m. rugsėjo 3 d. sprendimu Nr. T-331 patvirtintos „Triukšmo prevencijos Šiaulių miesto viešosiose vietose taisyklės“. Taisyklių tikslas – reglamentuoti veiklos, kurią vykdant viešosiose vietose skleidžiamas triukšmas, valdymą, siekiant apsaugoti žmonių sveikatą bei aplinką nuo neigiamo triukšmo poveikio ir užtikrinti žmonių gyvenimo kokybę.

Triukšmo valdymui mieste parengtas ir įgyvendinamas Šiaulių miesto savivaldybės 2019–2023 metų triukšmo prevencijos veiksmų planas. Mieste planuojamos ir diegiamos šios triukšmo prevencijos ir mažinimo priemonės:

- 1) gatvių būklės gerinimas, gatvių kapitalinio remonto darbai, pietinio aplinkkelio įrengimas, žvyruotų gatvių priežiūra, naujų asfalto dangų įrengimas;
- 2) viešojo transporto būklės gerinimas, tiekiamų paslaugų kokybės gerinimas, maršrutų tinklo optimizavimas ir plėtra, transporto priemonių parko atnaujinimas;
- 3) bemotorio/elektrinio transporto sistemos plėtra, elektromobilių įkrovimo vietų įrengimas, pėsčiųjų ir dviračių takų infrastruktūros plėtra, Darnaus judrumo priemonių diegimas mieste, dviračių, paspirtukų keitimosi punktų įrengimas, dviračių stoginių įrengimas švietimo įstaigose;
- 4) transporto eismo organizavimo ir valdymo priemonių diegimas, transporto eismo organizavimo specialiojo plano įgyvendinimas, miesto gatvių ir sankryžų pralaidumo didinimas, stacionarių greičio matuoklių įrengimas triukšmo prevencijos zonose, transporto eismo intensyvumo matavimai, visuomeninės paskirties pastatų modernizavimas, „tylos patalpų“ įrengimas švietimo įstaigose, triukšmą mažinančių užtvarų planavimas ir įrengimas, sunkiojo ir lengvojo transporto eismo ribojimas atskirose gatvėse ar jų atkarpose, eismo laiko ribojimas, centrinės miesto dalies automobilių stovėjimo apmokestinamos teritorijos plėtimas;
- 5) geležinkelio triukšmo mažinimo užtvarų įrengimas centrinėje miesto dalyje Žaliūkių g. aplinkoje ir esant galimybei Margių ir Geležinkelio gatvėse, traukos riedmenų atnaujinimas, stabdžių sistemų modernizavimas, bėgių eksploatacijos ir priežiūros kontrolė, sandūrų skaičiaus mažinimas, ruožo Radviliškis-Klaipėda elektrifikavimas;
- 6) orlaivių skrydžių procedūrų laikymasis, jų koregavimas ir kontrolė, triukšmo kontrolės sistemos diegimas;
- 7) Šiaulių pramoninio parko ir laisvosios ekonominės zonos infrastruktūros vystymas, kelio Šiauliai-Panevėžys jungties su Šiaulių industrinio parko teritorija įrengimas, AB „Šiaulių energija“ pietiniame pramoniniame rajone eksploatuojamoje katilinėje tylesnių gamybos technologijų (el. variklių dažnio keitiklių) diegimas, šilumos perdavimo tinklų rekonstravimas;

- 8) Šiaulių miesto tyliųjų zonų įrengimas;
- 9) triukšmo prevencijos priemonių įtraukimas į strateginius veiklos planus.

#### 4.3. Triukšmo monitoringo tikslas ir uždaviniai

Triukšmo monitoringo tikslas – gauti patikimą ir savalaikę informaciją apie mieste esančių triukšmo šaltinių poveikį gyvenamajai ir visuomeninės paskirties aplinkai, gyventojų sveikatai, įvertinti jos kitimo tendencijas ir teikti pasiūlymus triukšmo mažinimui mieste.

Uždaviniai:

- vykdyti ekvivalentinio ir maksimalaus garso lygio matavimus visoje miesto teritorijoje (gyvenamosios ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje);
- įvertinti autotransporto, geležinkelio, pramoninio ir oro uosto triukšmo šaltinių daromą poveikį gyventojų sveikatai;
- siūlyti triukšmo mažinimo priemones, atlikti įgyvendinamų triukšmo mažinimo ir prevencijos priemonių efektyvumo įvertinimą;
- vykdyti ekvivalentinio ir maksimalaus triukšmo lygio matavimus tyliose zonose;
- kaupti, analizuoti ir teikti informaciją apie esamą triukšmo lygį ir jo kitimą miesto gyvenamojoje ir visuomeninės paskirties aplinkoje atsakingoms institucijoms ir visuomenei.

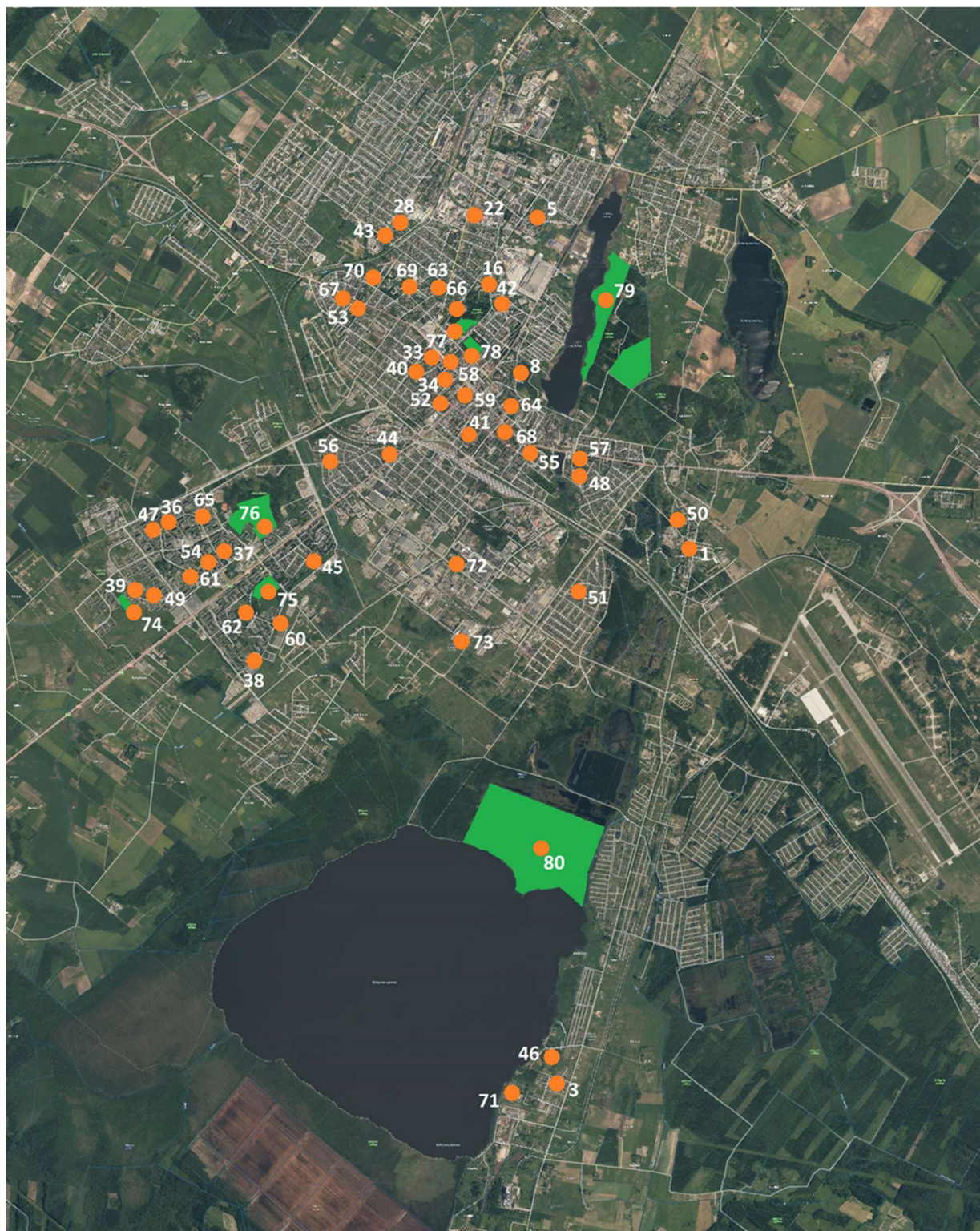
9 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros

| Eil. Nr. | Matuojami parametrai                                                                             | Norminiai dokumentai, reglamentuojantys tyrimų vykdymą                                                                                                            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Ekvivalentinis ir maksimalus garso lygis gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje | HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“.                                                    |
|          |                                                                                                  | LST ISO 1996-1:2005 Akustika. Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir įvertinimas. 1 dalis. Pagrindiniai dydžiai ir įvertinimo tvarka (tapatus ISO 1996-1:2003) |
|          |                                                                                                  | LST ISO 1996-2:2008 Akustika. Aplinkos triukšmo apibūdinimas, matavimas ir įvertinimas. 2 dalis. Aplinkos triukšmo lygių nustatymas (tapatus ISO 1996-2:2007)     |

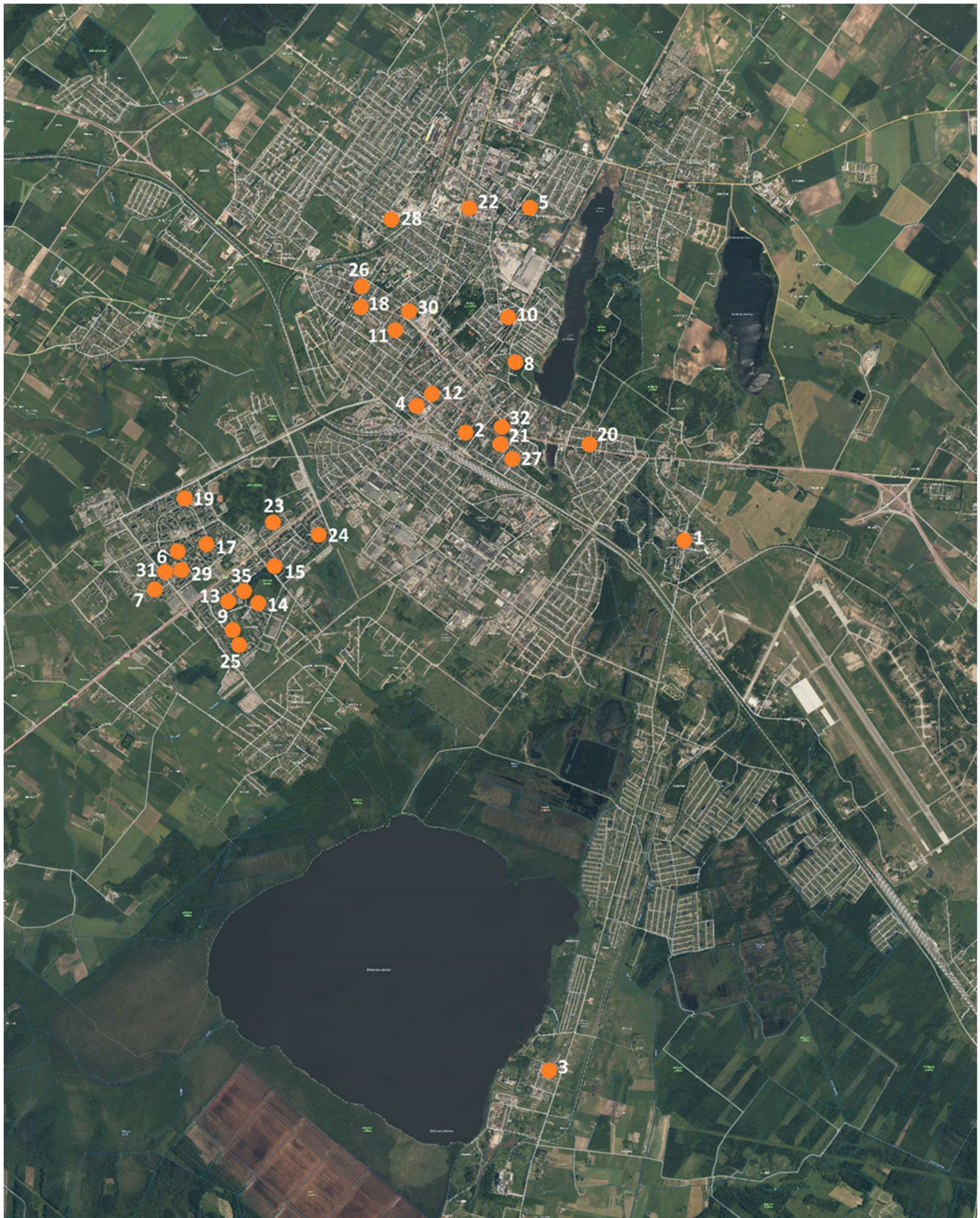
#### 4.4. Triukšmo monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas

Maksimalus ( $L_{AFmax}$ ) ir ekvivalentinis ( $L_{AeqT}$ ) garso slėgio lygiai matuojami Šiaulių miesto triukšmo prevencijos vietose, kurios išdėstytos visoje miesto teritorijoje, gyvenamosios ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje ir septyniose tyliosiose zonose. Tyliosiose zonose maksimalus ir ekvivalentinis garso slėgio lygiai matuojami kasmet, du kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais, dienos, vakaro ir nakties metu. Triukšmo prevencijos zonose maksimalus ir ekvivalentinis garso slėgio lygiai matuojami kasmet, du kartus per metus,

pavasario ir rudens sezonais, dienos metu. Triukšmo matavimo vietų sąrašas ir schema pateikti 10 lentelėje, 18, 19 pav.



18 pav. Triukšmo matavimo vietos Šiauliuose (mokyklų, ligoninių aplinkoje, tyliosiose zonose)



19 pav. Triukšmo matavimo vietos Šiauliuose (lopšelių-darželių aplinkoje)

10 lentelė. Triukšmo matavimo vietos Šiaulių miesto triukšmo prevencijos ir tyliosiose zonose

| Eil.<br>Nr. | Triukšmo matavimo vietos adresas, pavadinimas            | Koordinatės (LKS 94) |         |
|-------------|----------------------------------------------------------|----------------------|---------|
|             |                                                          | X                    | Y       |
| 1           | Radviliškio g. 86, lopšelis-darželis „Aukšinis raktelis“ | 459874               | 6198008 |
| 2           | Rūdės g. 6, lopšelis-darželis „Ažuoliukas“               | 457179               | 6199329 |
| 3           | Pirties g. 8, lopšelis-darželis „Bangelė“                | 458133               | 6191445 |
| 4           | Lydos g. 4, lopšelis-darželis „Berželis“                 | 456541               | 6199636 |
| 5           | Spindulio g. 7, lopšelis-darželis „Coliukė“              | 457943               | 6201973 |
| 6           | Dainų g. 28, lopšelis-darželis „Dainelė“                 | 453562               | 6197761 |
| 7           | K. Korsako g. 6A, lopšelis-darželis „Eglutė“             | 453302               | 6197337 |
| 8           | Ežero g. 70, lopšelis-darželis „Ežerėlis“                | 457752               | 6200086 |
| 9           | Saulės takas 5, lopšelis-darželis „Gintarėlis“           | 454220               | 6196853 |
| 10          | J. Janonio g. 5, lopšelis-darželis „Gluosnis“            | 457734               | 6200691 |
| 11          | Miglovaros g. 26, lopšelis-darželis „Klevelis“           | 456238               | 6200534 |
| 12          | P. Cvirkos g. 60, lopšelis-darželis „Kregždutė“          | 456715               | 6199687 |
| 13          | Krymo g. 3, lopšelis-darželis „Vaikystė“                 | 454216               | 6197119 |
| 14          | Lieporių g. 4, lopšelis-darželis „Bitė“                  | 454599               | 6197098 |
| 15          | Statybininkų g. 7, lopšelis-darželis „Pasaka“            | 454798               | 6197570 |
| 16          | Papilės g. 3, Šiaulių Petro Avižonio ugdymo centras      | 457406               | 6201160 |
| 17          | Dainų g. 88, lopšelis-darželis „Pupų pėdas“              | 454005               | 6197944 |
| 18          | Z. Gėlės g. 6, lopšelis-darželis „Pušėlė“                | 455891               | 6200792 |
| 19          | Dainų g. 31, lopšelis-darželis „Rugiagėlė“               | 453719               | 6198378 |
| 20          | Vilniaus g. 38D, lopšelis-darželis Salduvė               | 458881               | 6199065 |
| 21          | Vytauto g. 57, lopšelis-darželis „Saulutė“               | 457634               | 6199168 |
| 22          | J. Basanavičiaus g. 92, lopšelis-darželis „Sigutė“       | 457149               | 6202008 |
| 23          | Tilžės g. 41, lopšelis-darželis „Trys nykštukai“         | 454806               | 6198111 |
| 24          | Šviesos takas g. 30, lopšelis-darželis „Varpelis“        | 455340               | 6198026 |
| 25          | Saulės takas 7, lopšelis-darželis „Voveraitė“            | 454290               | 6196784 |
| 26          | Darbininkų g. 30, lopšelis-darželis „Žiburėlis“          | 455821               | 6201108 |
| 27          | Ežero g. 6A, lopšelis-darželis „Žibutė“                  | 457689               | 6198981 |
| 28          | Marijampolės g. 8, lopšelis-darželis „Žilvitis“          | 456185               | 6201904 |
| 29          | Dainų g. 11, lopšelis-darželis „Žiogelis“                | 453377               | 6198036 |
| 30          | M. Valančiaus g. 31A, lopšelis-darželis „Žirniukas“      | 456434               | 6200829 |
| 31          | Gegužių g. 51A, VšĮ „Mažieji šnekoriai“                  | 453490               | 6197573 |
| 32          | Vilniaus g. 123A, lopšelis-darželis „Drugelis“           | 457672               | 6199314 |
| 33          | Vilniaus g. 247B, VšĮ Šiaulių Jėzuitų mokykla            | 456715               | 6200276 |
| 34          | A. Mickevičiaus g. 9, Centro pradinė mokykla             | 456827               | 6200080 |
| 35          | Krymo g. 1, VšĮ „Smalsieji pabiručiai“                   | 454449               | 6197301 |
| 36          | Dainų g. 15, „Saulės“ pradinė mokykla                    | 453401               | 6198227 |
| 37          | Dainų g. 45, Dainų progimnazija                          | 454082               | 6197895 |
| 38          | Dariaus ir Girėno g. 22, Gegužių progimnazija            | 454513               | 6196573 |
| 39          | K. Korsako g. 10, Gytarių progimnazija                   | 453089               | 6197406 |
| 40          | Vytauto g. 132, Jovaro progimnazija                      | 456451               | 6200111 |
| 41          | P. Višinskio g. 16, „Juventos“ progimnazija              | 457092               | 6199422 |
| 42          | Dvaro g. 129, Vinco Kudirkos progimnazija                | 457560               | 6200953 |
| 43          | Birutės g. 40, Medelyno progimnazija                     | 456136               | 6201742 |
| 44          | Tilžės g. 85, Ragainės progimnazija                      | 456176               | 6199054 |
| 45          | Tiesos g. 1, „Rasos“ progimnazija                        | 455175               | 6197812 |
| 46          | Poilsio g. 1, Rėkyvos progimnazija                       | 458162               | 6191794 |

| Eil.<br>Nr. | Triukšmo matavimo vietos adresas, pavadinimas                 | Koordinatės (LKS 94) |         |
|-------------|---------------------------------------------------------------|----------------------|---------|
|             |                                                               | X                    | Y       |
| 47          | Dainų g. 13, „Romuvos“ progimnazija                           | 453333               | 6198161 |
| 48          | K. Kalinausko g. 19, Salduvės progimnazija                    | 458420               | 6198929 |
| 49          | K. Korsako g. 8, „Sandoros“ progimnazija                      | 453193               | 6197340 |
| 50          | Radviliškio g. 82B, Zoknių progimnazija                       | 459752               | 6198300 |
| 51          | Pabalių g. 53, Normundo Valterio jaunimo m-kla                | 458467               | 6197547 |
| 52          | Vytauto g. 113, „Santarvės“ gimnazija                         | 456917               | 6199705 |
| 53          | Vilniaus g. 297, Šiaulių sporto gimnazija                     | 455760               | 6200970 |
| 54          | Dainų g. 96, Šiaulių „Spindulio“ ugdymo centras               | 453964               | 6197809 |
| 55          | Vytauto g. 235, Šiaulių „Dermės“ mokykla                      | 455963               | 6200402 |
| 56          | Žaliūkių g. 76, Šiaulių „Ringuvos“ mokykla                    | 455405               | 6199013 |
| 57          | K. Kalinausko g. 17, Šiaulių sanatorinė mokykla               | 458482               | 6199090 |
| 58          | Vilniaus g. 188, Didždvario gimnazija                         | 456968               | 6200299 |
| 59          | Tilžės g. 137, J. Janonio gimnazija                           | 457102               | 6199813 |
| 60          | V. Grinkevičiaus g. 22, Lieporių gimnazija                    | 454435               | 6197150 |
| 61          | Dainų g. 7, „Romuvos“ gimnazija                               | 453722               | 6197637 |
| 62          | Lieporių g. 2, „Saulėtekio“ gimnazija                         | 454779               | 6197079 |
| 63          | S. Daukanto 71, Simono Daukanto gimnazija                     | 456818               | 6201190 |
| 64          | S. Šalkauskio g. 3, Stasio Šalkauskio gimnazija               | 457689               | 6199710 |
| 65          | Dainų g. 33, Šiaulių universitetinė gimnazija                 | 453797               | 6198363 |
| 66          | Žemaitės g. 83A, Šiaulių suaugusiųjų mokykla                  | 456996               | 6200934 |
| 67          | Vilniaus g. 303, Šiaulių sutrikusio vystymosi kūdikių         | 455629               | 6201029 |
| 68          | Vilniaus g. 125, VšĮ Ilgalaikio gydymo ir geriatrijos centras | 457638               | 6199393 |
| 69          | V. Kudirkos g. 99, VšĮ Respublikinė Šiaulių ligoninė          | 456464               | 6201162 |
| 70          | Darželio g. 10, Onkologijos klinika                           | 455644               | 6201197 |
| 71          | Energetikų g. 20A, Šiaulių globos namai                       | 457634               | 6191305 |
| 72          | Pramonės g. 15A, VšĮ Šiaulių reabilitacijos centras           | 457028               | 6197719 |
| 73          | Daubos g. 3, Šiaulių priklausomybės ligų centras              | 456756               | 6197099 |
| 74          | Gytarių parkas, viešoji tylioji zona                          | 452946               | 6197263 |
| 75          | Lieporių parkas, viešoji tylioji zona                         | 454646               | 6197451 |
| 76          | Dainų parkas, viešoji tylioji zona                            | 454337               | 6198289 |
| 77          | Centrinis parkas, viešoji tylioji zona                        | 457082               | 6200677 |
| 78          | Zubovo parkas, viešoji tylioji zona                           | 457181               | 6200438 |
| 79          | Talkšos miško parkas, viešoji tylioji zona                    | 458815               | 6200635 |
| 80          | Rėkyvos ežero pakrantės tylioji gamtos zona                   | 458420               | 6193833 |

#### 4.5. Triukšmo monitoringo programos įgyvendinimo priemonės

11 lentelė. Triukšmo monitoringo programos įgyvendinimo priemonių sąrašas

| Eil. Nr. | Igyvendinamos priemonės                                                                                                                                                         | 2021 m.                                          | 2022 m.                                          | 2023 m.                                          | 2024 m.                                          | 2025 m.                                          | 2026 m.                                          |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1.       | Triukšmo stebėsenos vykdymas tyliosiose zonose (septynios tyliosios zonos matuojamas maksimalus ir ekvivalentinis triukšmo lygiai dienos, vakaro ir nakties metu)               | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais |
| 2.       | Triukšmo stebėsenos vykdymas triukšmo prevencijos zonose (matuojamas maksimalus ir ekvivalentinis triukšmo lygis mokyklų, lopšelių–darželių ir ligoninių aplinkoje dienos metu) | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais | 2 kartus per metus, pavasario ir rudens sezonais |
| 3.       | Nuolatiniai triukšmo lygio matavimai pietinėje miesto dalyje (Gegužių g. 94)                                                                                                    | Nuolat                                           | Nuolat                                           | Nuolat                                           | Nuolat                                           | Nuolat                                           | Nuolat                                           |
| 4.       | Šiaulių miesto triukšmo kartografavimo duomenų atnaujinimas                                                                                                                     | Kartą per 5 metus                                |                                                  |                                                  |                                                  |                                                  |                                                  |
| 5.       | Triukšmo matavimo ir kartografavimo duomenų analizė, apibendrinimas, metinės ataskaitos parengimas ir pateikimas                                                                | Kartą per metus                                  | Kartą per metus                                  | Kartą per metus                                  | Kartą per metus                                  | Kartą per metus                                  | Kartą per metus                                  |

#### 4.6. Aplinkos triukšmo vertinimo kriterijai

Gyvenamųjų ir visuomeninės paskirties pastatų aplinkoje išmatuotas ir modeliavimo būdu apskaičiuotas triukšmo lygis vertinamas pagal jos atitikimą triukšmo ribiniams dydžiams, nustatytiems šiuose teisės aktuose:

1. Lietuvos higienos norma HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ ( *Žin.*, 2011, Nr.: 75 -3638, suvestinė redakcija nuo 2018-02-14).

2. Triukšmo vertinimo ir valdymo modelis, V. 2013. Nacionalinė visuomenės sveikatos priežiūros laboratorija.

#### 4.7. Literatūra ir informacijos šaltiniai

1. Lietuvos Respublikos triukšmo valdymo įstatymas (*Žin.*, 2004, Nr. 164-5971, suvestinė redakcija nuo 2020-09-01).
2. Valstybinė triukšmo strateginio kartografavimo programa (*Žin.*, 2006, Nr.: 68 -2508).
3. Strateginio triukšmo kartografavimo ir Lietuvos Respublikos bendradarbiavimo su kaimyninėmis valstybėmis strateginio triukšmo kartografavimo srityje tvarkos aprašas (*TAR*, 2018-04-25, Nr. 6559, suvestinė redakcija nuo 2018-12-31).
4. Lietuvos higienos norma HN 33:2011 „Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ (*Žin.*, 2011, Nr. 75- 3638, suvestinė redakcija nuo 2018-02-14).
5. LST ISO 1996-1:2005 „Akustika. Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir įvertinimas. 1 dalis. Pagrindiniai dydžiai ir įvertinimo tvarka“.
6. LST ISO 1996-2:2008 „Akustika. Aplinkos triukšmo aprašymas, matavimas ir įvertinimas. 2 dalis. Aplinkos triukšmo lygių nustatymas“.
7. Triukšmo vertinimo ir valdymo modelis, V. 2013. Nacionalinė visuomenės sveikatos priežiūros laboratorija.
8. Šiaulių municipalinė aplinkos tyrimų laboratorija. Šiaulių municipalinio aplinkos monitoringo 2017-2019 m. ataskaitos (*Prieiga per internetą [www.matl.lt](http://www.matl.lt)*).
9. Šiaulių miesto savivaldybės 2019-2023 metų triukšmo prevencijos veiksmų planas (*Prieiga per internetą <https://www.siauliai.lt>* ).
10. Triukšmo prevencijos Šiaulių miesto savivaldybės viešosiose vietose taisyklės (*Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/d0da8be2ee1c11eab72ddb4a109da1b5?jfwid=16j6tpij27>*).

## 5. DIRVOŽEMIO MONITORINGAS

### 5.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė

#### *Objekto charakteristika ir ankstesnių tyrimų apžvalga.*

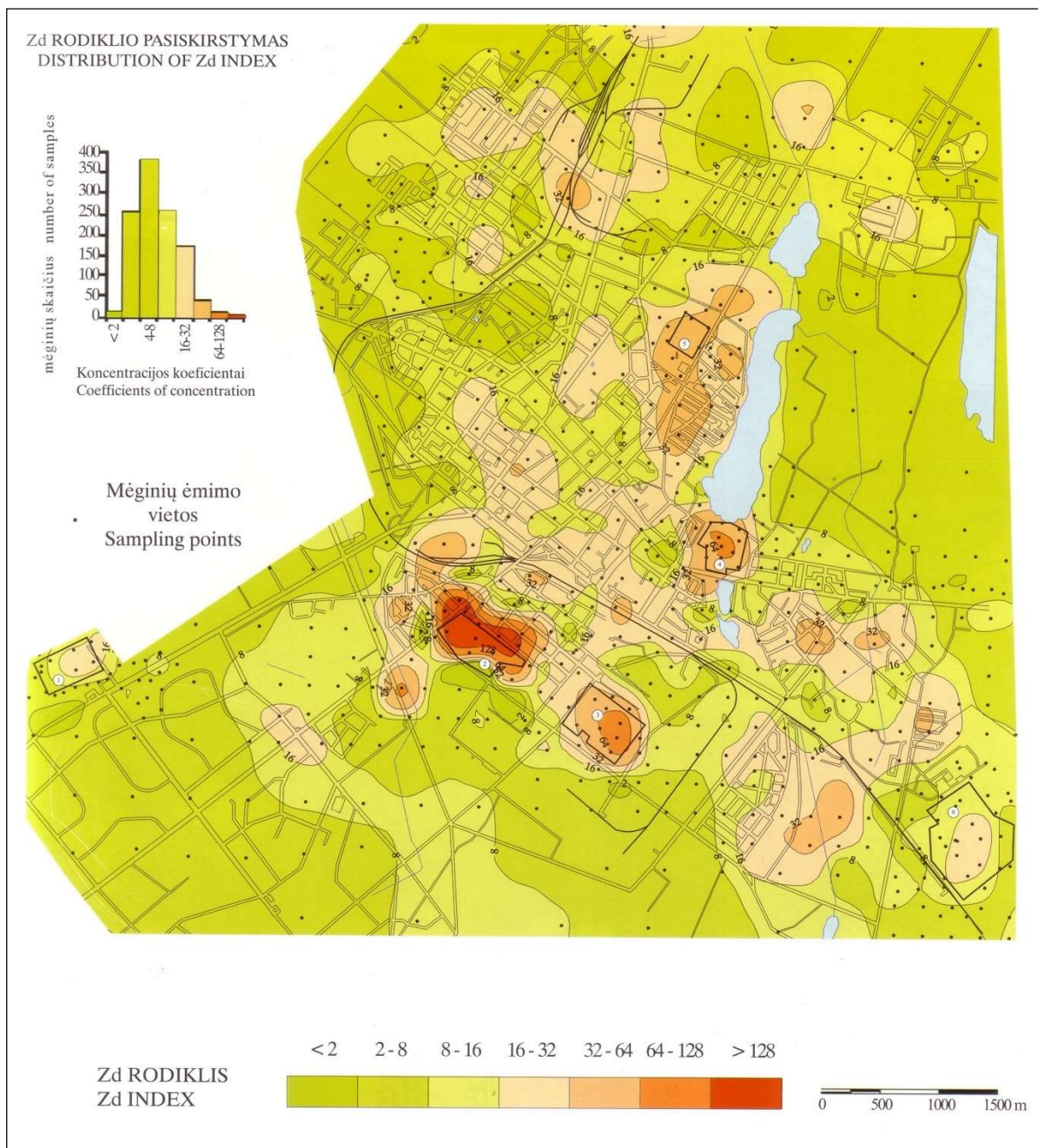
Šiaulių miestui būdingas lygus ir banguotas reljefas. Dalis Šiaulių teritorijos yra Vidurio Lietuvos lengvų ir vidutinių priemolių, karbonatinių glėžiškųjų rudžemių rajone. Šiaurės vakarinėje ir šiaurinėje bei pietinėje Šiaulių miesto dalyje vyrauja užmirkę, neutralios ir šarminės reakcijos dirvožemiai, šiaurės rytinėje ir rytinėje – tokie pat, bet geriau drenuoti. Pietvakariuose ir pietryčiuose yra silpnai rūgščios reakcijos smėlio dirvožemių [17].

Miesto teises Šiaulių miestas gavo 1713 m. 2002 m. Šiauliuose gyveno 133,5 tūkst. gyventojų. Šiaulių senamiestis stipriai nukentėjo karų metu, o infrastruktūros ir naujų namų statyba kultūrinį sluoksnį stipriai suardė. Tačiau kai kuriose vietose kultūrinis sluoksnis siekia 2 m gylį. Šiaulių miesto centro dirvožemiai yra smėlingi, hidrofobiški. Technogeniniai procesai stipriai paveikė ne tik Šiaulių miesto centrą, bet ir pietinę dalį. Miesto pietvakariuose, Lieporiuose, IV-VIII a. buvo geležies rūdos kasimo ir perdirbimo gyvenvietė, šiais laikais prie Rėkyvos ežero eksploatuojamas durpynas [17]. Pietryčiuose, Zokniuose, veikė sovietinės armijos karinis oro uostas. Šiaulių mieste veikė pramonės gigantai: dviračių gamykla „Vairas“, televizorių gamykla „Tauras“, odos perdirbimo įmonė „Stumbras“, elektronikos pramonės įmonė „Nuklonas“, avalynės fabrikas „Elnias“, aviacijos įmonė bei daugelis kitų. Buvusių gamyklų teritorijos palaipsniui tvarkomos. 2010 metais buvusio „Elnio“ fabriko teritorijoje buvo atlikti ekogeologiniai tyrimai, o vėliau sutvarkyta ir pati teritorija. Šiuo metu vyksta teritorijų tvarkymo darbai Zokniuose. Šiaulių miesto teritorijoje yra nustatyta daugiau nei šimtas potencialių taršos židinių (degalinių, naftos bazių, gamybos cechų, garažų katilinių, plovyklų ir kt.). Pagrindiniai taršos židiniai susitelkę šiaurinėje ir pietinėje miesto dalyse esančiuose pramoniniuose rajonuose (detalesnė informacija pateikiame vėlesniame programos skyriuje).

Detalūs Šiaulių miesto dirvožemio tyrimai atlikti 1989–1990 metais [24]. Buvo surinkta 2038 paviršinio dirvožemio sluoksnio mėginių. Iš jų – 977 paimti gyvenamuosiuose kvartaluose (kas 100–150 m) ir artimiausiose miesto apylinkėse (kas 250–500 m), 1061 – stambiausių pramonės įmonių teritorijose ir šalia jų. Tyrimai atlikti naudojant emisinės spektrinės analizės metodą.

Šiaulių apylinkėse grunto geocheminiai tyrimai buvo vykdomi 1997 metais – atliekant Šiaulių ploto geocheminį kartografavimą masteliu 1:50 000 [25]. Šių tyrimų metu buvo tiriama Šiaulių, Radviliškio, Kelmės, Pakruojo rajonų teritorija – 1813,7 km<sup>2</sup> plotas. Tyrimų metu buvo paimta 1762 mėginiai, iš jų 1003 – gamtiniai dirvožemiai. Analitiniai duomenys gauti atlikus

emisinę spektrinę analizę. Tyrimų metu nustatyta, kad Šiaulių apylinkių, kaip ir visos Lietuvos, gamtiniame dirvožemyje didžiausias foninis daugumos elementų kiekis nustatytas priemolio, mažiausias – smėlio mineraliniuose dirvožemiuose. Miškuose, ypač spygliuočių, foninis kiekis dar mažesnis. Mažiausias, tačiau ryškiausia koncentracijų kaita pasižymintis, foninis kiekis nustatytas durpinguose dirvožemiuose [19].



20 pav. Šiaulių miesto dirvožemio suminio užterštumo rodiklio pasiskirstymas [22]

Apibendrinti atliktų tyrimų rezultatai pateikti Lietuvos geocheminiame atlase (20 pav.) [22]. Tyrimų metu intensyviausios suminio dirvožemio užterštumo rodiklio (Zd) vertės

nustatytos šalia pramonės įmonių. Gyvenamuosiuose kvartaluose šis rodiklis retai viršijo 8 (leistino lygio tarša). Šiaulių miesto teritorija pasižymi padidinta Cr, Ni ir Mo bei kai kurių kitų elementų koncentracijomis. Dažniausiai tai metalo ir odos perdirbimo įmonių būdingieji elementai-teršalai. Vakariniame Talkšos ež. krante išsiskiria polielementinė pedogeocheminė anomalija, susiformavusi miesto sniego sąvartyno vietoje. Miesto apylinkėse aptikta daug lokalios taršos anomalijų, kurios gali būti susijusios su savavališkais pramonės ir buitinių atliekų sąvartynais.

Nuo 2007 metų, įsigaliojus Ekogeologinių tyrimų reglamentui, ūkio subjektai – potencialūs gruntinio vandens teršėjai, rengdami požeminio vandens monitoringo programas ekogeologinių tyrimų metu privalėjo atlikti ir teritorijos paviršiaus grunto (iki 1 m gylio) geocheminius tyrimus. Preliminarių ekogeologinių tyrimų metu nustatyta, kad daugumos su naftos produktų saugojimu ir naudojimu susijusių tirtų objektų (degalinių, kuro bazių), kuriuose ūkinė veikla pradėta vykdyti dar tarybiniais laikais, paviršiniame grunte aptikta taršos naftos produktais, tarša sunkiaisiais metalais nepasižymėjo.

Šiaulių miesto savivaldybės lygmenyje dirvožemio tyrimai atnaujinti 2009 metais. Parengta dirvožemio monitoringo programa, kuria vadovaujantis 2011–2014 metų laikotarpiu tyrimai numatyti 22 tyrimo taškuose. Dirvožemio monitoringo tinklas buvo sudarytas taip, kad charakterizuotų gyvenamosios ir visuomeninės paskirties skirtingos technogeninės apkrovos teritorijas, sietųsi su kitomis aplinkos monitoringo dalimis (oro, želdinių ir požeminio vandens), atsižvelgiant į miesto teritorijoje nustatytą suminį dirvožemio užterštumą bei esančius taršos šaltinius. Dirvožemio mėginiuose buvo tiriamos bendros As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Ag, V ir Hg koncentracijos, dalyje mėginių – naftos produktų kiekis. Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad tarša naftos produktais dirvožemyje, nepriklausomai ar tai gyvenamieji ar pramoniniai rajonai, paplitusi netoli transporto judrėjimo sričių. Tyrimų duomenimis, miesto teritorijoje padidintas fonines koncentracijas viršijo cinko, nikelio, vario, gyvsidabrio kiekiai. Vertinant pagal suminio užterštumo rodiklį, penkiolikoje mėginių nustatytas leistinas užterštumo lygis, dvejuose – vidutinis, keturiuose – pavojingas užterštumo lygis. Pastaruosiuose užterštumas susijęs su nustatyta padidinta sidabro koncentracija. Atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad prasčiausia dirvožemio kokybė stebima intensyviausios technogeninės apkrovos teritorijose (pvz. šalia kelių, miesto centre), yra ir pavienių taršos židinių. Šių tyrimų pagrindu formuotas tolimesnio 2015–2020 metų laikotarpio dirvožemio monitoringo tinklas.

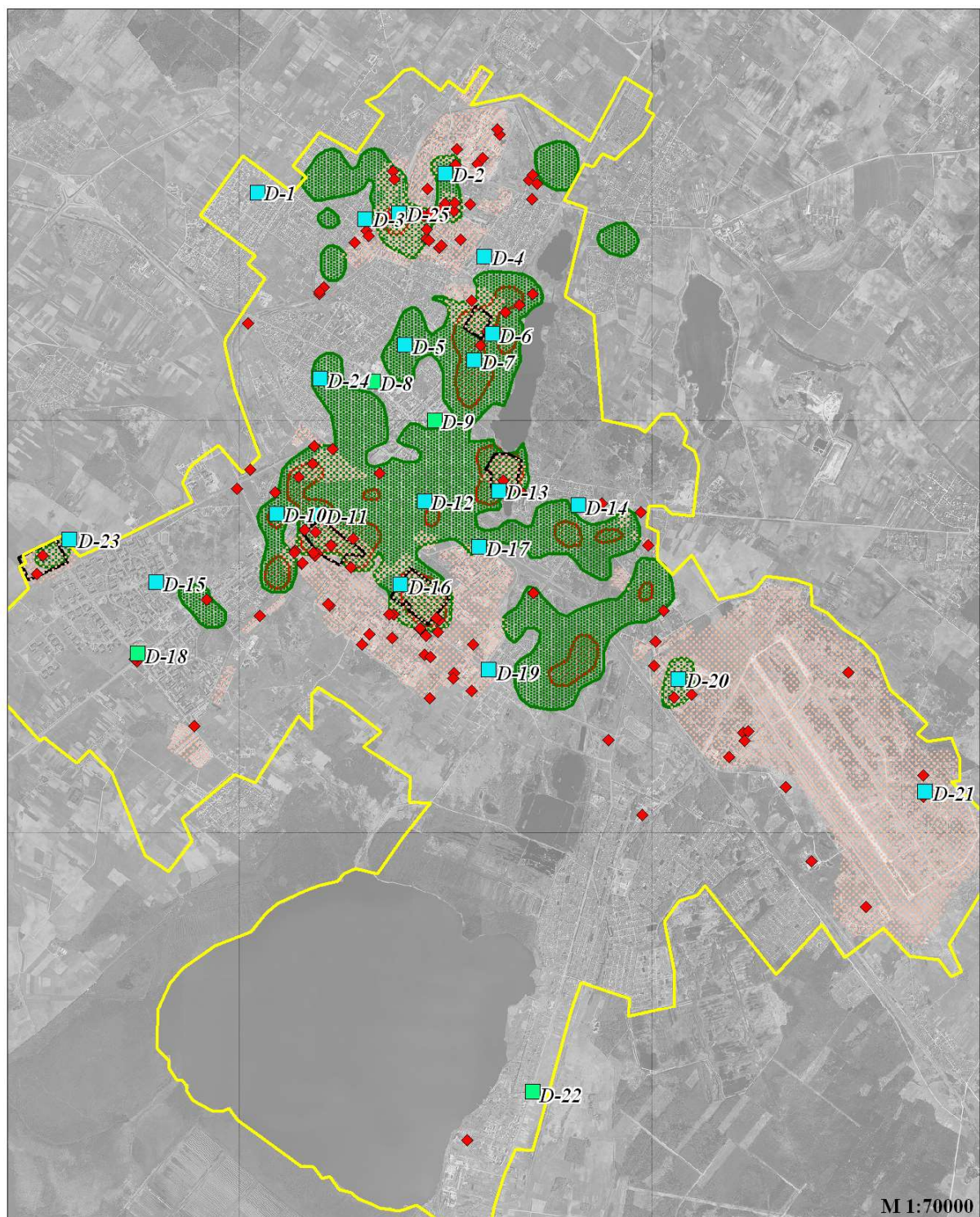
**Dirvožemio būklė ir 2015–2020 m. monitoringo rezultatų apžvalga.**

**Monitoringo tinklas.** Monitoringo tinklą sudarė 25 tyrimo vietos. Dirvožemio monitoringo tinklas buvo sudarytas taip, kad charakterizuotų gyvenamosios ir visuomeninės paskirties skirtingos technogeninės apkrovos teritorijas, sietųsi su kitomis aplinkos monitoringo dalimis (oro, želdinių), atsižvelgiant į miesto teritorijoje nustatytą suminį dirvožemio užterštumą bei esančius taršos šaltinius.

Pagrindiniai duomenys apie mėginių paėmimo vietas (dirvožemio monitoringo tinklą) pateikti 12 lentelėje, mėginių schema – 21 pav.

12 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietų (monitoringo tinklo) duomenys

| Numeris | Adresas                                                    | Centro koordinatės<br>LKS-94 koord. sistema |         |
|---------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|
|         |                                                            | x                                           | y       |
| D-1     | Palangos – Karklų g. sankryža                              | 6 202 763                                   | 455 217 |
| D-2     | J. J. Basanavičiaus g. 146-148                             | 6 202 993                                   | 457 492 |
| D-3     | Marijampolės/ Klaipėdos g. sankryža                        | 6 202 445                                   | 456 522 |
| D-4     | Spindulio g. 7                                             | 6 201 983                                   | 457 965 |
| D-5     | Žemaitės g. 83a                                            | 6 200 922                                   | 457 002 |
| D-6     | Smėlio g. 2                                                | 6 201 053                                   | 458 059 |
| D-7     | Tilžės g. 175                                              | 6 200 733                                   | 457 835 |
| D-8     | Sukilėlių g./Vilniaus g., sukilėlių žudynių vieta ir kapai | 6 200 472                                   | 456 613 |
| D-9     | Tilžės g./Aušros al., Prisikėlimo aikštės dalis            | 6 200 001                                   | 457 366 |
| D-10    | Žaliūkų g. 76                                              | 6 198 873                                   | 455 449 |
| D-11    | Tilžės g. 67                                               | 6 198 861                                   | 455 951 |
| D-12    | Dubijos g. 11                                              | 6 199 019                                   | 457 236 |
| D-13    | Vilniaus g.                                                | 6 199 151                                   | 458 141 |
| D-14    | Vilniaus g. 21                                             | 6 198 975                                   | 459 104 |
| D-15    | Dainų g. 41                                                | 6 198 047                                   | 453 987 |
| D-16    | Išradėjų g. 5                                              | 6 198 017                                   | 456 944 |
| D-17    | Dubijos g. 89                                              | 6 198 475                                   | 457 903 |
| D-18    | Tilžės g. 1 (PC Akropolis)                                 | 6 197 180                                   | 453 766 |
| D-19    | Pramonės/ Pabalių g. sankryža                              | 6 196 980                                   | 458 018 |
| D-20    | Margių g. 16-20                                            | 6 196 873                                   | 460 313 |
| D-21    | Pročiūnų g.                                                | 6 195 504                                   | 463 297 |
| D-22    | Poilsio g./Bačiūnų g.                                      | 6 191 868                                   | 458 551 |
| D-23    | Liepų g.                                                   | 6 198 559                                   | 452 943 |
| D-24    | Vytauto g. 23                                              | 6 200 514                                   | 455 974 |
| D-25    | Bielskio g. 28G                                            | 6 202 514                                   | 456 926 |



#### SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI

-  dirvožemio mėginių ėmimo vieta
-  dirvožemio mėginių, sietinių su želdinių stebėseną, ėmimo vieta

Teritorijos dirvožemio užterštumas (pagal [22]):

-  vidutinio pavojingumo ( $16 < Z_d < 32$ )
-  pavojingas ir ypač pavojingas ( $Z_d > 32$ )

-  didžiausių taršos židinių teritorijos
-  pramoniniai miesto rajonai
-  potencialaus taršos židinio vieta
-  Šiaulių miesto savivaldybės riba

21 pav. 2015–2020 m. dirvožemio monitoringo tinklo schema ir užterštumo lygis [22]

**Monitoringo vykdymo metodika ir apimtys.** Dirvožemio mėginiai buvo imami kartą metuose šiltuoju metų laiku.

**Lauko darbų metodika.** Kiekvieną paimtą mėginį sudarė 5 sėminiai, iš 0–0,15 m paviršinio dirvožemio sluoksnio, išdėstyti 1 m<sup>2</sup> plote voko principu. Paimtas dirvožemis supiltas į polietileninį, maisto produktams laikyti skirtą maišelį. Kiekvieną mėginį sudarė apie 1,5–2,5 kg dirvožemio. Kiekvieno mėginio gruntas, prieš siunčiant į laboratoriją, buvo kruopščiai išmaišomas ir imant iš skirtingų jo vietų perdedamas į specialiai laboratorijai skirtą indą. Mėginiai imti laikantis standartų [10–13] reikalavimų.

**Cheminės sudėties tyrimai.** Dirvožemio mėginiuose buvo tiriamas bendras naftos produktų, As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn, Ag, V ir Hg kiekis, penkiuose mėginiuose – daugiacyklių aromatinių angliavandenilių koncentracija. Mėginių D-8, D-9, D-18 ir D-22 paėmimo vietose vykdoma želdinių būklės stebėseną, todėl šiuose dirvožemio mėginiuose 2016 ir 2019 metais nustatyta chloridų, natrio, kalio, kalcio, magnio, kalio, fosforo koncentracija bei pH. Tyrimai atlikti UAB „Geomina“, UAB „Vandens tyrimai“, Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro filialo, agrocheminių tyrimų laboratorijose, turinčioje Aplinkos ministerijos išduotą leidimą, šios rūšies tyrimams vykdyti. Tyrimų protokolai buvo teikiami metinėse ataskaitose.

**Tyrimų rezultatų vertinimo kriterijai.** 2015–2020 metų aplinkos monitoringo programoje numatyta dirvožemio tyrimų rezultatus vertinti pagal Lietuvos higienos normą HN 60:2004. Joje buvo pateiktos pavojingų cheminių medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos ir jų foniniai kiekiai dirvožemyje, užterštumo laipsnio vertinimo pagal suminį užterštumą ( $Z_d$ ) ir užterštumo chemine medžiaga pavojingumo įvertinimo pagal koeficientą  $K_0$  metodikos. 2016 metais įsigaliojus HN 60:2015 redakcijai, užterštumo vertinimas pagal suminį užterštumą nebenumatomas, tačiau vadovaujantis 2015–2020 metų programa ir išlaikant duomenų analizės nuoseklumą, jis pateikiamas ir šiame dirvožemio tyrimų rezultatų vertinime. Rezultatai taip pat vertinami vadovaujantis Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimais.

**Tyrimų rezultatai.** Dvidešimt penkių dirvožemio mėginių analizės rezultatai rodo, kad miesto teritorijoje padidintas fonines koncentracijas dirvožemyje viršija cinko, vario, gyvsidabrio, arseno koncentracijos (13 lentelė, 22 pav.). Gyvsidabrio kiekis dvejuose mėginiuose viršijo RV (1,4–1,6 karto). Vertinimo kriterijus (RV) taip pat viršijo sidabro kiekis viename mėginyje (1,2 karto). Didžioji dalis nustatytų metalų koncentracijų neviršijo ir foninių reikšmių.

Vertinant pagal suminio užterštumo rodiklį, visuose mėginiuose nustatytas leistinas užterštumo lygis.

Atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad prasčiausia dirvožemio kokybė stebima intensyviausios technogeninės apkrovos (ir buvusios) teritorijose (pvz. šalia kelių, miesto centre), yra ir pavienių taršos židinių. Atskirų sunkiųjų metalų koncentracijų padidėjimą galima sieti su technogeniniu poveikiu. Mieste vyksta naujos statybos bei senųjų taršos židinių tvarkymas, todėl keičiasi ir grunto kokybė. Atliktų tyrimų rezultatai nėra išsamūs, tačiau byloja apie vykstančius dirvožemio kokybės pokyčius. Pasibaigus statybos, rekonstrukcijos ir teritorijų tvarkymo darbams tikslinga būtų pakartoti savivaldybės teritorijoje didelės apimties dirvožemio tyrimus.

13 lentelė. Dirvožemio sunkiųjų metalų ir naftos produktų kiekio tyrimo rezultatai 2015–2020 m.

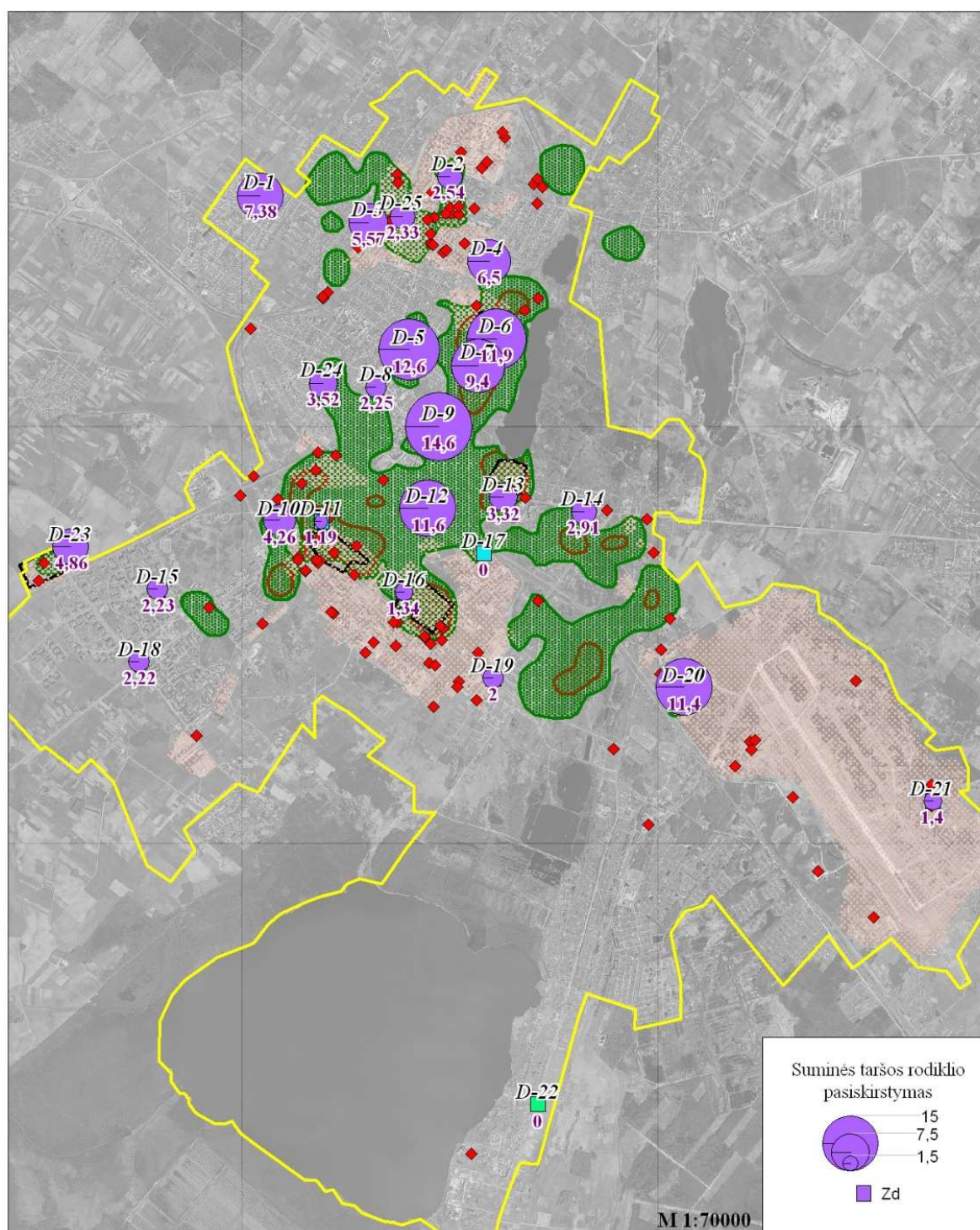
| Analitė/<br>mėginys |      | Cd    | Cr   | Cu  | Mn   | Ni   | Pb   | Zn   | Ag    | V    | Hg     | As   | NP    | Zd   |
|---------------------|------|-------|------|-----|------|------|------|------|-------|------|--------|------|-------|------|
|                     |      | mg/kg |      |     |      |      |      |      |       |      |        |      |       |      |
| Fon. vertė<br>[25]  |      | 0,15* | 33,8 | 9,3 | 356  | 11,9 | 13,3 | 23,9 | 0,065 | 33,3 | 0,075* | 3,57 | -     |      |
| RV [6]              |      | 1,5   | 80   | 75  | 1500 | 75   | 80   | 300  | 0,5   | 150  | 0,5    | 20   | 200** |      |
| D-14                | 2015 | <0,15 | 20   | 15  | 320  | 7    | 10   | 55   | <0,05 | 13   | <0,05  | 3    | <50   | 2,91 |
| D-15                |      | 0,16  | 14   | 18  | 200  | 12   | 6    | 29   | <0,05 | 16   | 0,12   | 1    | <50   | 2,23 |
| D-16                |      | <0,15 | 14   | 7   | 240  | 11   | 6    | 32   | <0,05 | 20   | <0,05  | 2    | <50   | 1,34 |
| D-17                |      | <0,15 | 17   | <4  | 62   | <4   | 2    | <20  | <0,05 | <10  | 0,21   | 1    | <50   | 0    |
| D-19                |      | <0,15 | 30   | 11  | 290  | 9    | 8    | 46   | <0,05 | 28   | <0,05  | 2    | <50   | 2    |
| D-20                | 2016 | <0,15 | 16   | 5   | 220  | 5    | 6    | 32   | 0,62  | 11   | 0,05   | 9    | <50   | 11,4 |
| D-21                |      | <0,15 | 14   | 7   | 350  | 7    | 3    | <20  | <0,05 | 16   | <0,05  | 5    | <50   | 1,40 |
| D-23                |      | <0,15 | 15   | 7   | 280  | 11   | 6    | 37   | 0,28  | 13   | <0,05  | 3    | <50   | 4,86 |
| D-24                |      | <0,15 | 20   | 7   | 320  | 11   | 8    | 39   | 0,18  | 16   | 0,06   | 4    | <50   | 3,52 |
| D-25                |      | <0,15 | 13   | 10  | 200  | 8    | 6    | 36   | <0,05 | 16   | 0,08   | 6    | <50   | 2,33 |
| D-1                 | 2017 | <0,15 | 11   | 8   | 250  | 10   | 4    | <20  | 0,48  | 14   | <0,05  | 3    | <50   | 7,38 |
| D-2                 |      | <0,15 | 14   | 10  | 220  | 10   | 9    | 59   | <0,05 | 13   | <0,05  | 3    | <50   | 2,54 |
| D-3                 |      | <0,15 | 22   | 10  | 210  | 7    | 6    | 39   | 0,29  | 11   | 0,07   | 5    | <50   | 5,57 |
| D-4                 |      | <0,15 | 13   | 9   | 230  | 9    | 9    | 99   | <0,05 | 13   | 0,05   | 12   | <50   | 6,5  |
| D-5                 | 2018 | 0,17  | 18   | 13  | 270  | 8    | 9    | 40   | <0,05 | 18   | 0,8    | 6    | <50   | 12,6 |
| D-6                 |      | 0,22  | 24   | 28  | 210  | 7    | 27   | 100  | 0,09  | 17   | 0,35   | 4    | 107   | 11,9 |
| D-7                 |      | 0,31  | 32   | 17  | 230  | 6    | 34   | 67   | <0,05 | 12   | 0,31   | 3    | 65,6  | 9,4  |
| D-8                 | 2019 | <0,15 | 11   | 9   | 300  | 7    | 11   | 46   | <0,05 | 21   | 0,09   | 4    | <50   | 2,25 |
| D-9                 |      | <0,15 | 11   | 20  | 360  | 9    | 36   | 71   | <0,05 | 20   | 0,72   | 4    | <50   | 14,6 |
| D-18                |      | <0,15 | 12   | 10  | 310  | 14   | 10   | 47   | <0,05 | 25   | <0,05  | 3    | <50   | 2,22 |
| D-22                |      | <0,15 | 13   | 7   | 220  | <4   | 9    | <20  | <0,05 | 16   | <0,05  | 3    | <50   | -    |
| D-10                | 2020 | <0,15 | 18   | 15  | 490  | 15   | 6    | 49   | <0,05 | 21   | <0,05  | 7    | <50   | 4,26 |
| D-11                |      | <0,15 | 14   | 9   | 390  | 12   | 4    | 26   | <0,05 | 14   | <0,05  | 3    | <50   | 1,19 |
| D-12                |      | 0,21  | 18   | 25  | 270  | 12   | 36   | 160  | <0,05 | 13   | 0,15   | 4    | <50   | 11,6 |
| D-13                |      | <0,15 | 27   | 20  | 350  | 11   | 10   | 49   | <0,05 | 12   | <0,05  | 4    | <50   | 3,32 |

Pastabos: RV pateiktos II jautrumo taršai grupės teritorijai;

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| x | – viršijamos foninės vertės [25] |
| x | – padidinta koncentracija        |
| x | – viršijamos RV [6]              |

\*\* – pateikta HN 60:2015 [6] nurodyta RV C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub> eilės angliavandeniliams.

\* – pateikta HN 60:2004 [6] senoje redakcijoje (2004 m.) nurodyta foninė vertė (naujoje 2015 m. HN 60:2015 [6] redakcijoje foninės vertės nenurodytos).



### SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI

-  dirvožemio mėginių ėmimo vieta
-  dirvožemio mėginių, sietinių su želdinių stebėsena, ėmimo vieta

Teritorijos dirvožemio užterštumas (pagal [22]):

-  vidutinio pavojingumo ( $16 < Z_d < 32$ )
-  pavojingas ir ypač pavojingas ( $Z_d > 32$ )

-  didžiausių taršos židinių teritorijos
-  pramoniniai miesto rajonai
-  potencialaus taršos židinio vieta
-  Šiaulių miesto savivaldybės riba

22 pav. Dirvožemio 2015–2020 m. laikotarpio suminio užterštumo lygis

Tirtų mėginių (D-5, D-10, D-14, D-18 ir D-19) grunte aptikta daugiakiklių aromatinių angliavandenilių pėdsakų (14 lentelė). Jų kiekis buvo nedidelis, bendra junginių koncentracija kito 24,78–431 µg/kg ribose ir RV, taikomos gyvenamųjų teritorijų dirvožemiui (II jautrumo taršai kategorija), nesiekė.

14 lentelė. Dirvožemio daugiakiklių aromatinių angliavandenilių tyrimo rezultatai (2018 m. birželis)

| Rodiklis                                  | RV [6]<br>II kat. [5] | D-5   | D-10  | D-14 | D-18  | D-19  |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------|-------|------|-------|-------|
| Fluorantenas, µg/kg                       | 20 000                | 46,7  | 61,6  | 168  | 6,71  | 41,5  |
| Benzo(b)fluorantenas, µg/kg               | 2 000                 | 25,0  | 37,3  | 67,0 | 4,88  | 22,5  |
| Benzo(k)fluorantenas, µg/kg               | 10 000                | 12,6  | 18,7  | 37,2 | 2,33  | 11,8  |
| Benzo(a)pirenas, µg/kg                    | 500                   | 23,5  | 36,7  | 74,4 | 3,05  | 20,8  |
| Benzo(g,h,i)perilenas, µg/kg              | 160 000               | 18,0  | 26,1  | 43,4 | 3,44  | 12,9  |
| Indeno(1,2,3-cd)pirenas, µg/kg            | 12 000                | 18,9  | 26,0  | 41,0 | 4,37  | 17,0  |
| Daugiaciklių aromat. angliav. suma, µg/kg | 5 000                 | 144,7 | 206,4 | 431  | 24,78 | 126,5 |

x – padidinta koncentracija  
x – viršijama RV (II kat.)

Pastabos: Rodiklių vertės pateiktos sausam gruntui; Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimuose [5] nurodytos RV pateiktos II jautrumo taršai kategorijos (jautrioms taršai) teritorijoms.

15 lentelė. Želdinių stebėsenai aktualių dirvožemio rodiklių tyrimo rezultatai (2016 ir 2019 metai)

| Rodiklis                                                  | Metai | D-8   | D-9   | D-18  | D-22  |
|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Judrusis fosforas (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), mg/kg | 2016  | 201   | 406   | 222   | 141   |
|                                                           | 2019  | 432   | 873   | 220   | 68    |
| Judrusis kalis (K <sub>2</sub> O), mg/kg                  | 2016  | 149   | 224   | 140   | 78    |
|                                                           | 2019  | 164   | 193   | 219   | 130   |
| Natris bendrasis (Na), mg/kg<br>judrusis, mg/kg           | 2016  | 31    | 33    | 41    | 32    |
|                                                           | 2019  | 40    | 120   | 52    | 31    |
| Kalcis bendrasis (Ca), mg/kg<br>judrusis, mg/kg           | 2016  | 13752 | 9000  | 20176 | 18592 |
|                                                           | 2019  | 15200 | 16240 | 12630 | 15992 |
| Magnis bendrasis (Mg), mg/kg<br>judrusis, mg/kg           | 2016  | 1568  | 912   | 3120  | 1928  |
|                                                           | 2019  | 1912  | 2576  | 3384  | 1600  |
| Chloridai (Cl), mg/kg                                     | 2016  | 7,1   | 5     | 7,1   | 7,1   |
|                                                           | 2019  | 7,1   | 5,3   | 7,1   | 5,3   |

2016 ir 2019 metais želdinių stebėsenos teritorijų grunte ištirtos fosforo, kalio, natrio, kalcio, magnio chloridų koncentracijos (15 lentelė). Šie rodikliai yra vienas iš veiksnių, nulemiančių želdinių augimo sąlygas. Taršos atžvilgiu jie nėra informatyvūs (išskyrus galbūt chloridą, nors grunto užterštumas juo norminiuose dokumentuose taip pat nėra ribojamas), todėl detaliau nevertinti.

## 5.2. Dirvožemio monitoringo tikslas ir uždaviniai

Urbanizuotų teritorijų paviršinis, technogeniškai paveiktas ir natūraliam dirvožemiui būdingų savybių netekęs grunto sluoksnis yra universali terpė įvairios kilmės teršalams. Jo paviršiuje kaupiasi ir atmosferiniai teršalai, ir gamybinės infrastruktūros, ir buitinės bei gyvenamosios veiklos atliekos, taip pat dangų, statybinių medžiagų bei konstrukcijų, transporto priemonių ir įvairių antropogeninės panaudos medžiagų bei prietaisų dilimo ir korozijos produktai. Neišvengiama jų sudėtinė dalis yra sunkieji metalai ir kiti su jais susiję cheminiai elementai [20].

Paviršinio grunto sluoksnio (dirvožemio) kokybės vertinimas tikslingas dėl šių pagrindinių priežasčių:

- susikaupę teršalai neigiamai veikia pirminio dirvožemio struktūrą, vyksta jo biodegradacija, silpnėja sorbcinės savybės, didėja erozijos pavojus;
- iš jo teršalai išpustomi į pažemio oro sluoksnį, kaupiasi augmenijoje, migruoja į paviršinį ir požeminį vandenį, keldami potencialų pavojų sveikatai ir aplinkos kokybei;
- ant dirvožemio (grunto) paviršiaus kaupiasi ir atmosferiniai teršalai, ir įvairios išmetamos urbanogeninės akumuliacijos veiklos atliekos. Ištyrus grunto paviršiaus sudėtį galima sudaryti teršalų ir sklaidos žemėlapius, parodyti taršos židinio struktūrą, aptikti taršos šaltinius;
- paviršinis dirvožemio ar grunto sluoksnis atspindi pažemio oro, kuriuo kvėpuojame, kokybę. Čia kaupiasi su atmosferiniais krituliais ir gamybinėmis-statybinėmis, transporto dilimo ir dujų, nuotekų bei buitinėmis atliekomis, patekę teršalai.

Teršalai, tarp jų – dauguma sunkiųjų metalų – gyvsidabris (Hg), švinas (Pb), kadmis (Cd), chromas (Cr), varis (Cu), nikelis (Ni), cinkas (Zn), kobaltas (Co), vanadis (V), molibdenas (Mo), manganas (Mn), sidabras (Ag), stroncis (Sr), alavas (Sn) ir visa eilė kitų, pasižymi viena arba keliomis neigiamo poveikio sveikatai savybėmis: kancerogeniniu, mutageniniu, teratogeniniu, arba neurotoksinio poveikio. Ypač pavojingas metalų bendras – sinergetinis poveikis, kai kenksmingas poveikis realizuojamas atskiroms jų koncentracijoms net neviršijant normatyvinių reikšmių. Šie ir kiti toksiniai cheminiai elementai, naftos produktai, pakeičia dirvožemio savaiminio apsivalymo gebą, neigiamai veikia ir jo biologinį aktyvumą.

Naujų statybviečių aplinkoje senasis dirvožemio ar grunto sluoksnis dažnai yra rekultivuojamas atstatant jį ar net naujai formuojant. Tokiu atveju yra palankios sąlygos naujos technogeninės anomalijos formavimuisi arba buvusios taršos mažinimui.

Pagrindinis monitoringo tikslas – stebėti dirvožemio (grunto) užterštumo sunkiaisiais metalais bei naftos produktais pokyčius, juos prognozuoti ir teikti informaciją, reikalingą priimant ūkinius ir kitus svarbius Šiaulių miesto bendruomenei sprendimus.

Pagrindiniai uždaviniai:

- parinktose vietose periodiškai rinkti ėminius dirvožemio (grunto) cheminės sudėties tyrimams;
- surinktuose mėginiuose nustatyti sunkiųjų metalų (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, Hg), naftos produktų kiekius;
- įvertinti dirvožemio cheminės sudėties pokyčius ir jų tendencijas;
- periodiškai teikti žinias apie stebimų objektų užterštumą sunkiaisiais metalais bei naftos produktais;
- rengti pasiūlymus dėl stebimų procesų valdymo ir gautos informacijos naudojimo.

16 lentelė. Matuojami parametrai, matavimo metodai ir procedūros

| <i>Analitė</i>                                             | <i>Tyrimo metodas</i>             | <i>Nuorodos į dokumentus</i>     |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Naftos produktų kiekis                                     | Chromatografija, Svorio metodas   | LAND 89-2010<br>ISO 16703:2004   |
| Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai                | Chromatografija                   | LST EN ISO 9377-2:2002           |
| Mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | Atominė absorbcinė spektrometrija | ISO 15586:2003;<br>LST ISO 11047 |

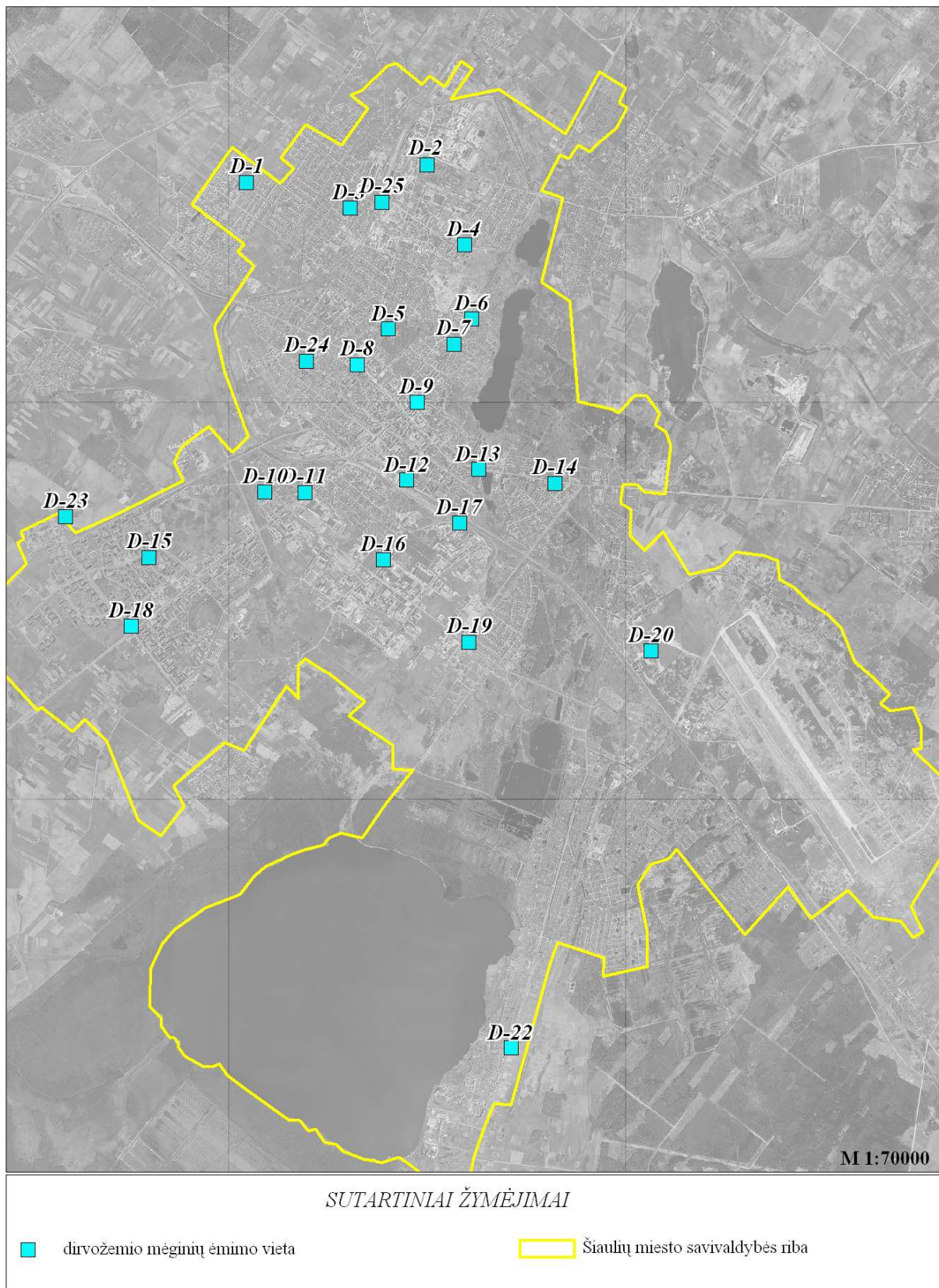
### 5.3. Dirvožemio monitoringo tinklas

2021–2026 metų laikotarpiu dirvožemio tyrimai bus tęsiami ankstesniame – 2015–2020 metų – monitoringo tinkle. Šis tinklas buvo sudarytas taip, kad charakterizuotų gyvenamosios ir visuomeninės paskirties skirtingos technogeninės apkrovos teritorijas, atsižvelgiant į miesto teritorijoje nustatytą suminį dirvožemio užterštumą bei esančius taršos šaltinius. Atsižvelgiant į tai, kad Zoknių oro uosto (Prošiūnų g.) apylinkėse vyksta teritorijų grunto ir požeminio vandens valymo darbai, šioje vietoje dirvožemio tyrimai neplanuojami.

Pagrindiniai duomenys apie mėginių paėmimo vietas pateikti 17 lentelėje, mėginių schema – 23 pav.

17 lentelė. Dirvožemio mėginių paėmimo vietų (monitoringo tinklo) 2021–2026 m. duomenys

| Eil.<br>Nr. | Mėginio<br>numeris | Adresas                                                    | Centro koordinatės<br>LKS-94 koord. sistema |         |
|-------------|--------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------|
|             |                    |                                                            | x                                           | y       |
| 1.          | <b>D-1</b>         | Palangos – Karklų g. sankryža                              | 6 202 763                                   | 455 217 |
| 2.          | <b>D-2</b>         | J. J. Basanavičiaus g. 146-148                             | 6 202 993                                   | 457 492 |
| 3.          | <b>D-3</b>         | Marijampolės/ Klaipėdos g. sankryža                        | 6 202 445                                   | 456 522 |
| 4.          | <b>D-4</b>         | Spindulio g. 7                                             | 6 201 983                                   | 457 965 |
| 5.          | <b>D-5</b>         | Žemaitės g. 83a                                            | 6 200 922                                   | 457 002 |
| 6.          | <b>D-6</b>         | Smėlio g. 2                                                | 6 201 053                                   | 458 059 |
| 7.          | <b>D-7</b>         | Tilžės g. 175                                              | 6 200 733                                   | 457 835 |
| 8.          | <b>D-8</b>         | Sukilėlių g./Vilniaus g., sukilėlių žudynių vieta ir kapai | 6 200 472                                   | 456 613 |
| 9.          | <b>D-9</b>         | Tilžės g./Aušros al., Prisikėlimo aikštės dalis            | 6 200 001                                   | 457 366 |
| 10.         | <b>D-10</b>        | Žaliūkų g. 76                                              | 6 198 873                                   | 455 449 |
| 11.         | <b>D-11</b>        | Tilžės g. 67                                               | 6 198 861                                   | 455 951 |
| 12.         | <b>D-12</b>        | Dubijos g. 11                                              | 6 199 019                                   | 457 236 |
| 13.         | <b>D-13</b>        | Vilniaus g.                                                | 6 199 151                                   | 458 141 |
| 14.         | <b>D-14</b>        | Vilniaus g. 21                                             | 6 198 975                                   | 459 104 |
| 15.         | <b>D-15</b>        | Dainų g. 41                                                | 6 198 047                                   | 453 987 |
| 16.         | <b>D-16</b>        | Išradėjų g. 5                                              | 6 198 017                                   | 456 944 |
| 17.         | <b>D-17</b>        | Dubijos g. 89                                              | 6 198 475                                   | 457 903 |
| 18.         | <b>D-18</b>        | Tilžės g. 1 (PC Akropolis)                                 | 6 197 180                                   | 453 766 |
| 19.         | <b>D-19</b>        | Pramonės/ Pabalių g. sankryža                              | 6 196 980                                   | 458 018 |
| 20.         | <b>D-20</b>        | Margių g. 16-20                                            | 6 196 873                                   | 460 313 |
| 21.         | <b>D-22</b>        | Poilsio g./Bačiūnų g.                                      | 6 191 868                                   | 458 551 |
| 22.         | <b>D-23</b>        | Liepų g.                                                   | 6 198 559                                   | 452 943 |
| 23.         | <b>D-24</b>        | Vytauto g. 23                                              | 6 200 514                                   | 455 974 |
| 24.         | <b>D-25</b>        | Bielskio g. 28G                                            | 6 202 514                                   | 456 926 |



23 pav. Dirvožemio monitoringo tinklo 2021–2026 m. išdėstymo schema

#### 5.4. Dirvožemio monitoringo programos įgyvendinimo priemonės, jų atlikimo terminai

Pagrindiniai numatomi monitoringo darbai:

- grunto mėginių surinkimas;
- grunto mėginių geocheminiai tyrimai;
- monitoringo duomenų apdorojimas ir pateikimas.

**Trumpa darbų metodika.** Monitoringo tinklą sudaro taškiniai dirvožemio mėginiai. Kiekvieną paimtą mėginį turi sudaryti 5 sėminiai (1 m<sup>2</sup> plote) iš 0–0,15 m paviršinio dirvožemio sluoksnio, išdėstyti voko principu. Paimtas dirvožemis supilamas į polietileninį, maisto produktams laikyti skirtą maišelį. Kiekvieną mėginį sudaro apie 1,5–2 kg dirvožemio. Kiekvieno mėginio gruntas, prieš siunčiant į laboratoriją, kruopščiai išmaišomas ir imant iš skirtingų jo vietų perdedamas į specialiai laboratorijai skirtą indą. Mėginiai imti laikantis standartų [10–13] reikalavimų.

Kiekvienais metais bus surenkama po 4–5 dirvožemio mėginius. Tyrimai atliekami vasarą-rudenį. Monitoringo laikotarpiu visuose (24) mėginiuose bus nustatytas mikroelementų ir dyzelino eilės (C<sub>11</sub>-C<sub>28</sub>), sunkiųjų angliavandenilių (C<sub>29</sub>-C<sub>40</sub>) kiekis ir naftos produktų indeksas (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>). Penkiuose pasirinktuose mėginiuose bus nustatyta daugiacyklių aromatinių angliavandenilių koncentracija. Esant poreikiui, mėginių ėmimo vietos ir atliekamų tyrimų apimtys gali būti koreguojamos.

Mėginiai bus tiriami laboratorijose, turinčiose tyrimams leidimus, išduotus pagal Leidimų atlikti aplinkos taršos šaltinių išmetamų į aplinką teršalų tyrimus išdavimo tvarkos aprašą, patvirtintą Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. gruodžio 30 d. įsakymu Nr. D1-711. Monitoringo vykdymo laikotarpiu, pasirinktais metais, tikslinga dalį dirvožemio mėginių paraleliai išsiųsti palyginamiesiems tyrimams trims laboratorijoms. Monitoringo programos įgyvendinimo grafikas pateiktas 18 lentelėje.

18 lentelė. Dirvožemio monitoringo programos įgyvendinimo grafikas

| Darbai                                                                             | Tyrimo vieta                 | Periodiškumas |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------|
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-14, D-15, D-16, D-17, D-19 | 2021 m.       |
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-20, D-23, D-24, D-25       | 2022 m.       |
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-1, D-2, D-3, D-4           | 2023 m.       |

| <i>Darbai</i>                                                                      | <i>Tyrimo vieta</i>    | <i>Periodiškumas</i>                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-5, D-6, D-7          | 2024 m.                                                       |
| Daugiacikliai aromatiniai angliavandeniliai                                        | 5 pasirinkti taškai    |                                                               |
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-8, D-9, D-18, D-22   | 2025 m.                                                       |
| Naftos produktų kiekis, mikroelementai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Mn, Ag, V, Hg) | D-10, D-11, D-12, D-13 | 2026 m.                                                       |
| Duomenų ir ataskaitos pateikimas                                                   |                        | Metinė ataskaita teikiama kiekvienais metais, atlikus tyrimus |

### 5.5. Vertinimo kriterijai

Dirvožemio monitoringo rezultatai lyginami su galiojančiomis ribinėmis vertėmis pagal HN 60:2015 [6], ribinėmis vertėmis pagal LAND 9-2009 [5] ir geocheminio fono (cheminių elementų natūraliu vietiniu geocheminiu kiekiu) rodikliais [25].

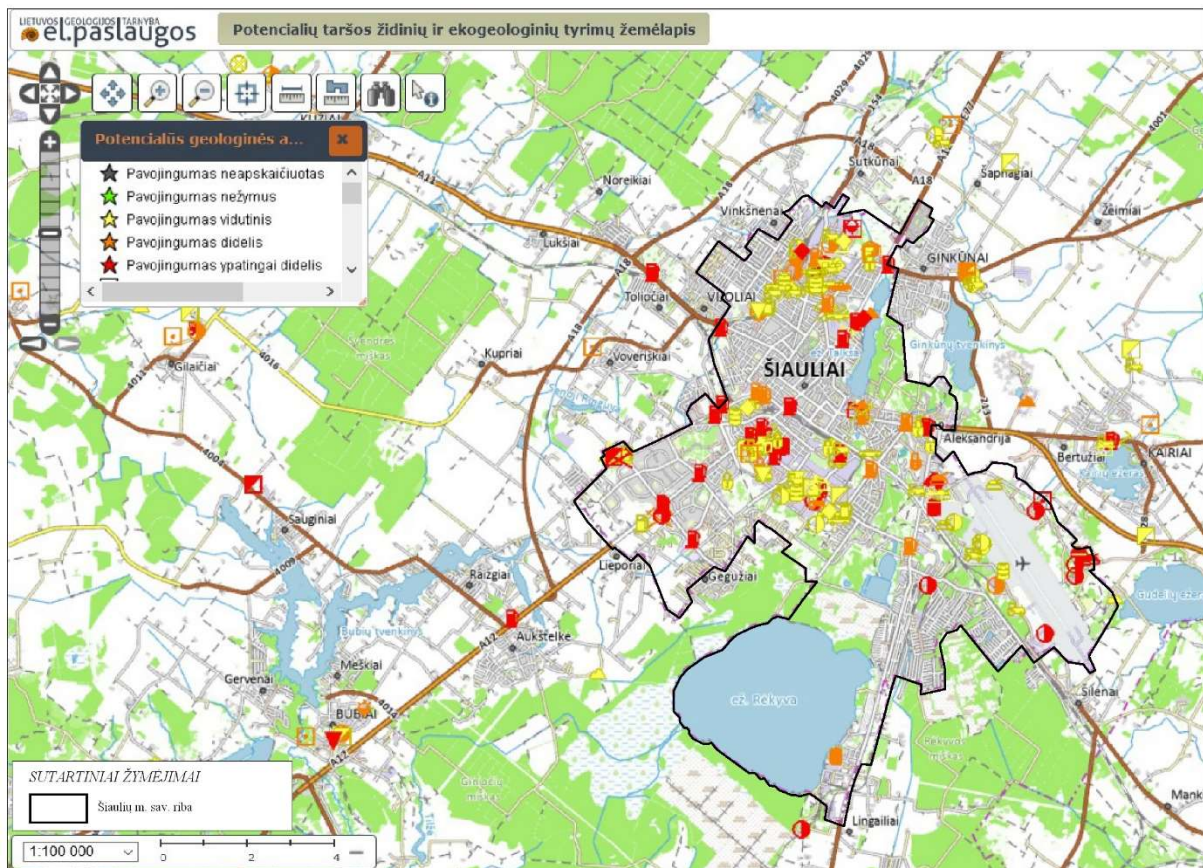
Dirvožemio monitoringo programa sudaryta bei monitoringas bus vykdomas vadovaujantis šiais dokumentais [1–13].

## 6. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGAS

### 6.1. Esamos būklės ir atliktų tyrimų analizė

#### *Objekto charakteristika.*

**Potencialūs geologinės aplinkos taršos židiniai.** Požeminis vanduo intensyviai gali būti teršiamas lokaliuose plotuose, kuriuose sukonzentruoti įvairūs pramonės, transporto, karinės paskirties ar cheminių medžiagų kaupimo objektai. Šie objektai gali daryti gan žymią, tačiau lokalią, įtaką požeminio vandens būklei. Jiems apibūdinti įvesta geologinės aplinkos taršos židinio (PTŽ) sąvoka. Duomenys apie šiuos objektus kaupiami valstybinėje geologijos informacinėje sistemoje GEOLIS [16]. Šios sistemos duomenimis, Šiaulių miesto savivaldybės teritorijoje priskaičiuojami 164 potencialūs taršos židiniai, iš jų 116 – veikiantys (1 priedas).



24 pav. Potencialių taršos židinių išsidėstymo schema [16]

Potencialūs taršos židiniai pasklidę visoje Šiaulių miesto savivaldybės teritorijoje. Tačiau didžiausia jų koncentracija šiaurinėje, pietrytinėje (Zuoknių oro uosto teritorijos apylinkės) ir centrinėje miesto teritorijos dalyje piečiau geležinkelio Klaipėda–Vilnius.

Iš visų PTŽ pramonės energetikos, transporto ir paslaugų objektams priskiriami 123, teršiančių medžiagų kaupimo ir regeneravimo objektams – 41 židiniai. Daugumoje tai smulkūs pavieniai taršos židiniai – degalinės (31 vnt.), technikos kiemai (20 vnt.), įvairių organizacijų

gamybos cechai (12 vnt.), technikos kiemai (20 vnt.), automobilių demontavimo aukštelės (11 vnt.), nedidelės nuotekų valyklos (10 vnt.) ir pan., savivaldybės teritorijoje įregistruotos 22 naftos bazės, 9 katilinės, 3 sąvartynai. Keliančių mažą pavojų požeminiam vandeniui tarp šių objektų nėra, vidutinį pavojų kelia 101 objektas, didelį pavojų – 29 ir ypatingai didelį pavojų 32 objektai (21, 24 pav.).

Kaip istorinės taršos židiniai paminėtinos yra „Autotransporto“ (Žemaitės g.), „Baltik vairas“ (Tilžės/Pramonės g.), „Tauras“ (Pramonės g.), „Elnias“ (Vilniaus g.), „Stumbras“ (Tilžės g.), Mėsos kombinato ir kt. buvusių bei esamų didelių įmonių teritorijos. Buvusio „Stumbro“ odos gamyklos teritorijoje pastatytas prekybos centras „Tilžė“. Kitoje odų perdirbimo teritorijoje, Pramonės g., taip pat pastatytas prekybos centras „Bruklinas“.

Buvusio „Elnio“ fabriko teritorijoje atlikti detalūs ekogeologiniai tyrimai, teritorija sutvarkyta dar 2015 metais. Šio teritorijos požeminio vandens kokybės stebėseną vykdoma dvejuose Šiaulių miesto savivaldybės monitoringo tinklo gręžiniuose. 2016 metais atlikti vieno iš intensyvesnės taršos objektų UAB „Odos gaminiai“ ir Ko teritorijos, esančios Pročiūnų g. 2, preliminarūs ekogeologiniai tyrimai.

Zokniuose dauguma registruotų potencialių taršos židinių yra ypatingai didelio pavojingumo požeminiam vandeniui. Šiuo metu baigiami vieno iš tokių objektų – buvusios naftos bazės ir jos aplinkinių teritorijų (Aviacijos g. Zokniai), valymo darbai. Rengiamasi pradėti valyti ir antrą naftos produktais užterštą teritoriją Zokniuose.

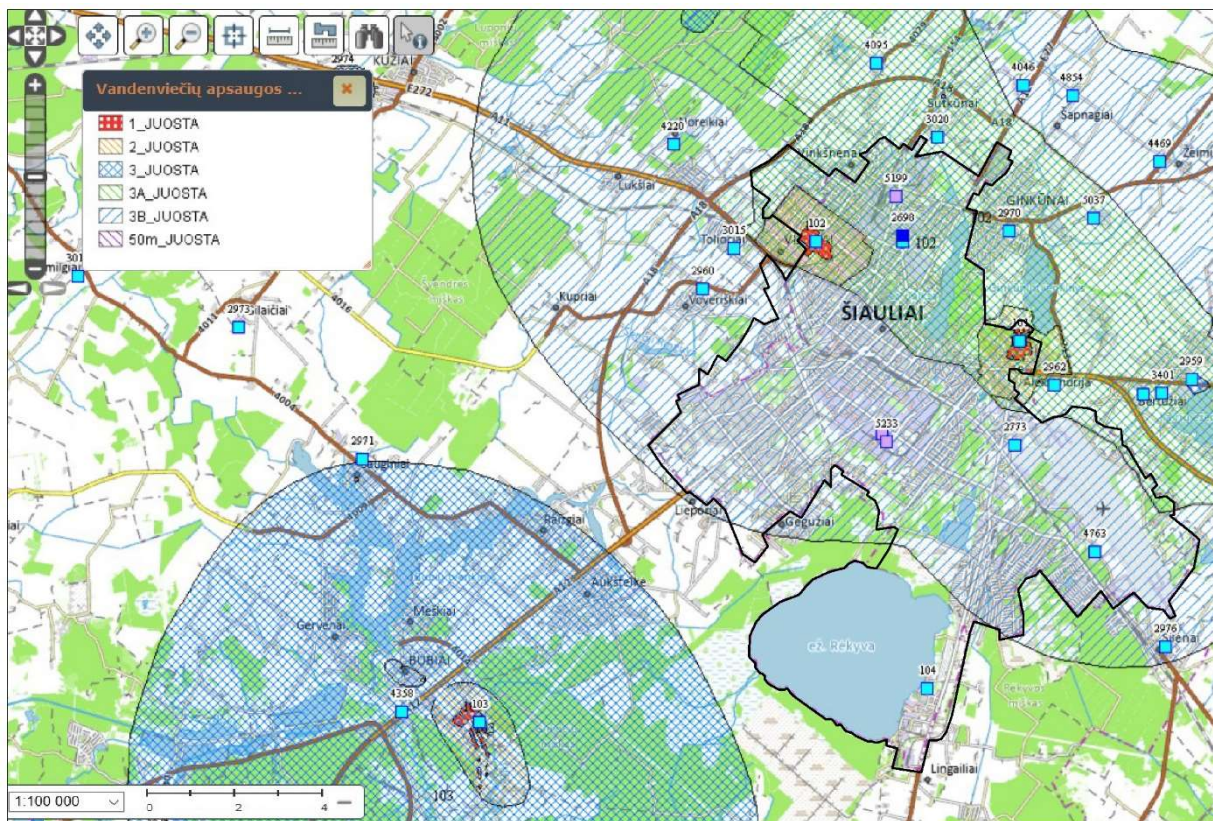
Daugelyje kitų gamybinių teritorijų tyrimai nebuvo atlikti, išskyrus epizodinius pavienius dirvožemio geocheminius tyrimus, o pagal dabartinę ten esančių įmonių veiklą jie jau neprivalomi. Tokie objektai kelia didžiausią grėsmę paviršiniam ir požeminiam vandeniui, bet dar daugelį metų veikiausiai taip ir liks savaiminiam apsivalymui. Kiekvienas naujas potencialus geologinės taršos židinis prisideda prie bendros antropogeninės apkrovos didinimo.

**Požeminio vandens vartotojai.** Šiaulių miesto savivaldybėje yra dešimt viešojo vandens tiekimo ir žinybinių (įmonių) vandenviečių (25 pav., 19 lentelė). Visos jos įrengtos į nuo taršos apsaugotus giliuosius prekvartero sluoksnius. Pagrindinis vandeningasis sluoksnis – viršutinio-vidurinio devono Šventosios-Upninkų ir Stipinų svitos bei viršutinis permas.

Miesto gyventojus geriamuoju vandeniu aprūpina Šiaulių II (Birutės) ir Šiaulių I (Lepšių) vandenvietė (Bubių vandenvietė neveikia), jas eksploatuoja UAB „Šiaulių vandenys“. Beveik visa miesto teritorija patenka į šių vandenviečių apsaugos zonas. Žinybinės vandenvietės vandeniu aprūpina konkrečius ūkio subjektus.

19 lentelė. Pagrindinė informacija apie vandenvietes

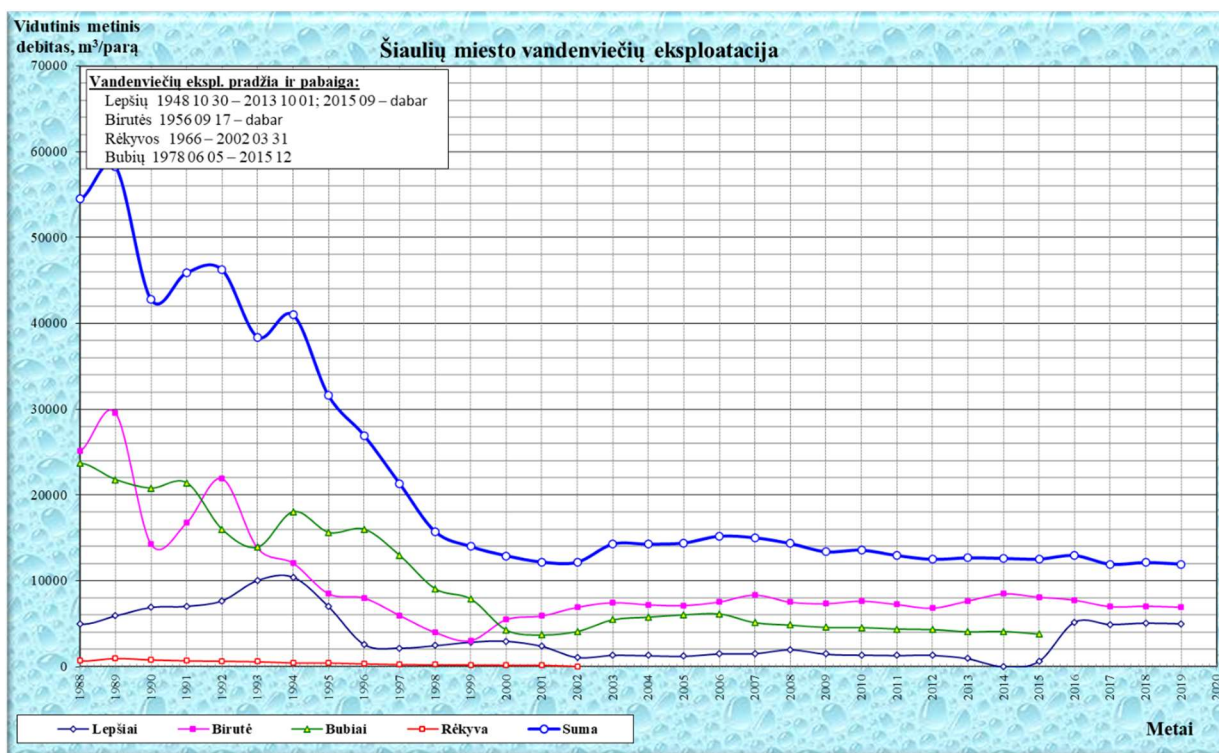
| Registro numeris | Pavadinimas                         | Būklė        | Išteklį rūšis      | Geologinis indeksas | Adresas                                          |
|------------------|-------------------------------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------------------|
| 5199             | UAB "Šiaulių hidrogeologija"        | Naudojamas   | Gamybinis vanduo   | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m., J. Basanavičiaus g. |
| 102              | Šiaulių II (Birutės)                | Naudojamas   | Gėlas vanduo       | D3st; P2            | Šiaulių m. sav., Šiaulių m.                      |
| 2698             | Šiaulių "GUBERNIJOS"                | Nenaudojamas | Mineralinis vanduo | D3šv+ D2up          | Šiaulių m. sav., Šiaulių m.                      |
| 3646             | UAB MV Group Asset Management Dvaro | Nenaudojamas | Gėlas vanduo       | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m., Dvaro g.            |
| 101              | Šiaulių I (Lepšių)                  | Naudojamas   | Gėlas vanduo       | D3st; P2            | Šiaulių m. sav., Šiaulių m.                      |
| 2355             | AB "Šiaulių energija"               | Naudojamas   | Gamybinis vanduo   | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m., Pramonės g.         |
| 5233             | UAB "Elga" (Šiaulių m.)             | Naudojamas   | Gamybinis vanduo   | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m., Pramonės g.         |
| 2773             | PĮ "Odos gaminiai"                  | Naudojamas   | Gėlas vanduo       | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m.                      |
| 4763             | Karinių oro pajėgų aviacijos bazė   | Naudojamas   | Gėlas vanduo       | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m., Aerouosto g.        |
| 104              | Rėkyvos                             | Nenaudojamas | Gėlas vanduo       | P2                  | Šiaulių m. sav., Šiaulių m.                      |



25 pav. Vandenviečių išsidėstymo schema [16]

Per pastaruosius 30 metų UAB „Šiaulių vandenys“ miestui geriamąjį vandenį tiekiamų vandenviečių eksploatacijoje įvyko nemažai esminių pokyčių. Vanduo miestui buvo tiekiamas ne tik iš Birutės ir Lepšių vandenviečių bet ir iš Rėkyvos bei Bubių vandenviečių (26 pav.). Rėkyvos vandenvietė sustabdyta 2002, Bubių – 2015 metais.

UAB „Šiaulių vandenys“ išgaunamo vandens kiekis, iki tol nuolat didėjęs, nuo 1990 metų pradėjo sparčiai mažėti. Jeigu 1989 metais buvo išgaunama vidutiniškai 58 239 m<sup>3</sup>/parą vandens (maksimali eksploatacija), tai 2002 metais vandens buvo išgaunama tik 12 163 m<sup>3</sup>/parą (mažiausias suvartojimas). Po to eksploatacija po truputį didėjo ir 2006 metais jo buvo išgaunama jau 15 190 m<sup>3</sup>/parą. Tai buvo paskutiniai metai, kai vyravo gavybos debito augimo tendencija. Nuo 2007 metų išgaunamo vandens kiekis palaipsniui mažėjo ir 2012 metais sudarė 12 498 m<sup>3</sup>/parą, o 2019 – 11 940 m<sup>3</sup>/parą. Vienintelis didesnis gavybos pakilimas fiksuotas 2016 metais – 12 943 m<sup>3</sup>/parą.



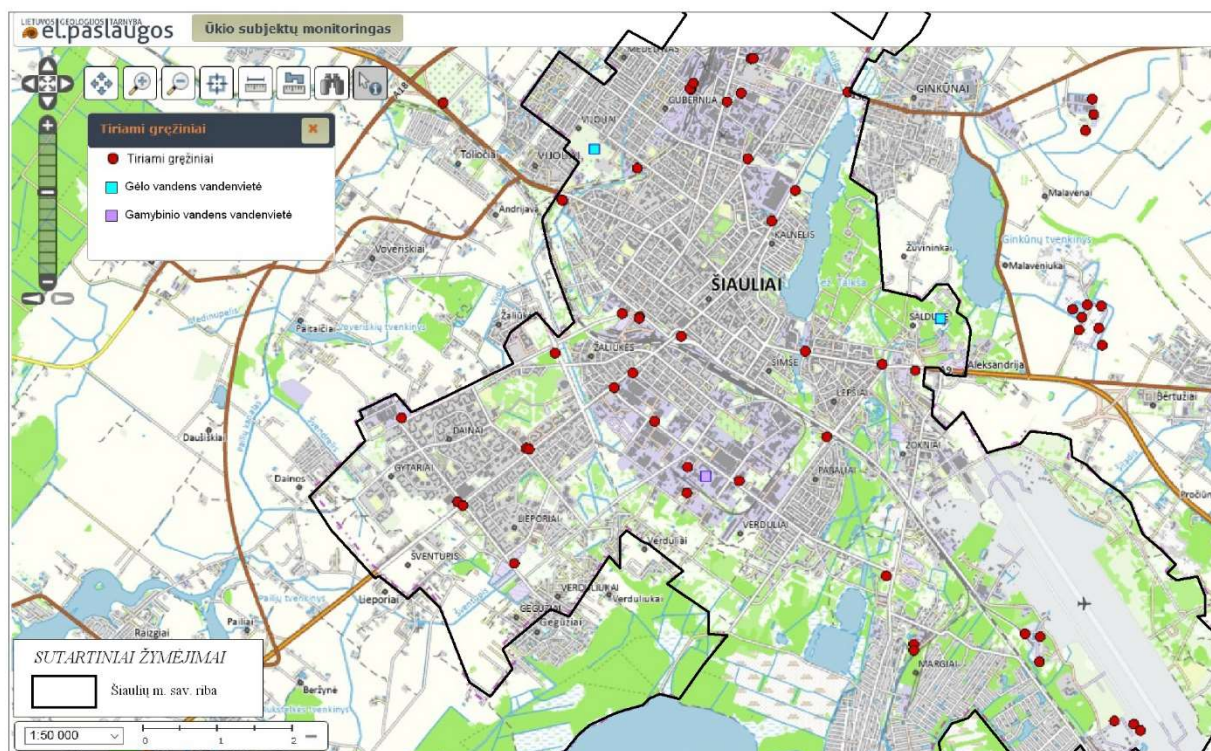
26 pav. Šiaulių miesto geriamojo vandens suvartojimas 1988–2019 m.

Vandentiekio ir kanalizacijos tinklas apima praktiškai visą miesto teritoriją (prie UAB „Šiaulių vandenys“ tinklų prisijungę apie 98,9 % gyventojų). Miesto teritorijoje yra ir nežymi dalis gyventojų, kurie nors turi galimybę prisijungti prie centralizuotų vandentiekio ir kanalizacijos tinklų, tačiau dėl ekonominių ar kitų susiklosčiusių priežasčių vandeniui apsirūpina individualiai.

Individualiam vandens tiekimui vanduo dažniausiai išgaunamas šachtiniais šuliniais iš gruntinio vandeningojo sluoksnio, dalis gyventojų vandeniu apsirūpina individualiais gręžiniais iš tarpmoreninių ar gilesnių sluoksnių.

Individualiam vandens tiekimui išgaunamas gruntinis vanduo antropogeninio poveikio atžvilgiu yra lengviausiai pažeidžiamas dėl mažiausios, lyginant su kitais vandeningaisiais sluoksniais, gamtinės saugos ir netinkamos gruntinio vandens gavybos įrenginio (šulinio) vietos. Arčiausiai žemės paviršiaus slūgsantis gruntinis vanduo formuojasi paviršiniam vandeniui filtruojantis per nestorą paviršinių uolienu (miesto teritorijoje tai dažnai piltinis gruntas) sluoksnį ir yra jautriausias antropogeniniam poveikiui. Šachtiniais šuliniais gruntinis vanduo daugeliu atveju išgaunamas tose vietose, kur jį labiausiai veikia pačių gyventojų sukeliamą buitinę-komunalinę taršą (kiemuose, šalia ūkinių pastatų ar daržų). Nors praktiškai visiems miesto gyventojams yra sudaryta galimybė naudotis viešuoju vandentiekiu, tačiau individualūs vandens vartotojai išlieka rizikos grupe, jie vartoja neleistinai užterštą vandenį. Be to, gyventojų išgaunamo ir vartojamo gruntinio vandens kokybę kontroliuojama silpniausiai, dažniausiai tą paliekant pačių vandens vartotojų kompetencijai.

**Ne savivaldybės lygio monitoringas.** Šiaulių miesto savivaldybės teritorijoje valstybinio lygmens poveikio požeminiam vandeniui monitoringo tyrimo vietų (postų) nenumatyta [16].



27 pav. Ūkio subjektų, vykdančių monitoringą, tiriamųjų gręžinių išdėstymo schema (pagal [16])

GEOLIS [16] pateikiamais duomenimis, šios programos rengimo metu Šiaulių miesto savivaldybėje yra 31 ūkio subjektas, kuris vykdo poveikio požeminiam vandeniui monitoringą pagal parengtas ir nustatyta tvarka suderintas programas (2 priedas). Iš jų 28 yra ūkio subjektai – potencialūs požeminio vandens teršėjai, 3 ūkio subjektai – požeminio vandens išteklių vartotojai (vandenvietės). Potencialių požeminio vandens teršėjų grupėje yra 23 degalinės, 1 pavojingų atliekų aikštelė (UAB „Žalvaris“, Bielskio g. 30), 1 katilinė (AB „Šiaulių energija“, Pramonės g. 2), 2 naftos objektai (kuro saugyklos), 1 transporto infrastruktūros objektas (Lietuvos kariuomenės karinių oro pajėgų aviacijos bazė, Lakūnų g. 3). Visuose šiuose ūkio subjektuose monitoringo metu tiriamas gruntinio vandens sluoksnis. Trijose UAB „Šiaulių vandenys vandenvietėse (Lepšių, Birutės ir Bubių) ir AB „Šiaulių energija“ vandenvietėje monitoringo tikslu tiriamas gilesniųjų (devono ir permio) vandeningųjų sluoksnių vanduo. Bėgant laikui, atsižvelgiant į vykdomą veiklą bei daromą poveikį požeminio vandens kokybei, tyrimus vykdančių objektų skaičius kinta.

Potencialios taršos objektuose poveikio požeminiam vandeniui monitoringo vykdymui paprastai įrengiama po 1–3 monitoringo gręžinius į gruntinį vandeningąjį sluoksnį. Vandenvietėse stebima gavybos gręžinių vandens kokybė, specialiuose monitoringo gręžiniuose fiksuojami eksploatacinių ir gretimų požeminio vandens sluoksnių lygiai.

Ūkio subjektų vykdomas požeminis monitoringas skirtas stebėti konkretaus objekto ūkinės veiklos poveikį aplinkai. Tyrimai koncentruojami tik objekto teritorijoje. Objektui nekeliant taršos, duomenys atspindi bendros technogeninės apkrovos poveikį gruntinio vandens kokybei. Ūkio subjektų vykdomo poveikio požeminiam vandeniui monitoringo duomenys galėtų būti reikšmingi išsamios Šiaulių miesto požeminės hidrosferos būklės vertinimui.

### ***Požeminio vandens būklė ir 2015–2020 m. monitoringo rezultatų apžvalga.***

Šiaulių miesto teritorijoje požeminio vandens stebėjimai, kurie galėtų būti pavadinti miesto požeminio vandens monitoringo užuomazga, prasidėjo jau gana seniai (maždaug nuo 1968 m.). Apie 1980–1985 metus mieste buvo numatytos požeminio vandens tyrimo vietos, priskirtos valstybinio monitoringo tinklui. Vėliau, apie 1998 metų monitoringą perėmė savivaldybė ir jį vykdė priklausomai nuo turimų lėšų. 2003 metais monitoringo tinklas buvo performuotas ir tyrimai pradėti vykdyti gan nuosekliai.

Pasikeitus teisinei bazei, pirmoji poveikio požeminiam vandeniui monitoringo programa parengta 2007 metais ir apėmė 2008–2012 metų laikotarpį [26]. Šioje monitoringo programoje suformuoto monitoringo tinklo pagrindu, siekiant išsaugoti tyrimų tęstinumą ir rezultatų

palyginamumą, tyrimai tęsti ir vėlesniais metais. Vėliausioji Šiaulių miesto požeminio vandens monitoringo programa parengta 2015 metais ir apėmė 2015–2020 m. laikotarpį [27].

Šioje rengiamoje programoje apžvelgiami 2015–2020 metų (6 m.) laikotarpiu atliktų požeminio vandens tyrimų rezultatai, gręžinių būklė ir požeminio vandens cheminė sudėtis, įvertinama miesto technogeninė situacija. Rezultatai lyginami su ankstesnio – 2009–2014 metų (taip pat 6 m.) laikotarpio požeminio vandens monitoringo rezultatais.

**Monitoringo tinklas.** 2015–2020 metų Šiaulių miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklas suformuotas taip, kad užtikrintų sistemingos tęstinės informacijos apie vandens kokybę gavimą atsižvelgiant į požeminio (gruntinio) vandens vartotojus teritorijose kur nėra vandentiekio ir kanalizacijos tinklų ar jie įvesti vėliausiai, į teritorijas iš kurių į miesto centralizuoto vandens vandenvietes gali pakliūti tarša, specifinės, paprastai pramoninės ar istorinės, likusios iš senesnių laikų, taršos teritorijas. Tokiu būdu monitoringo tinklą sudarė 24 tyrimo taškai (28 pav., 20 lentelė).

14 tyrimo taškų įrengta į gruntinio vandens sluoksnį, iš jų 7 yra specialūs monitoringo gręžiniai ir 7 gyventojų šachtiniai šuliniai. Į tarpmoreninį sluoksnį yra įrengti 6 monitoringo taškai, iš jų yra 2 specialūs monitoringo ir 4 požeminio vandens gavybos gręžiniai. Į viršutinio permo sluoksnį įrengti 4 tyrimo taškai – 1 specialiai monitoringui ir 3 eksploataciniai gręžiniai.

**Monitoringo vykdymo metodika ir apimtys.** Savivaldybės požeminio vandens monitoringo darbai vykdyti du kartus per metus: pavasarį ar rudenį pakaitomis. Dažnesni ir išsamesni buvo lengviausiai pažeidžiamo gruntinio vandens cheminės būklės stebėjimai, geriau apsaugoto nuo taršos tarpmoreninio ir permo sluoksnio vandens tyrimai vykdyti rečiau.

**Vandens lygio matavimas.** Požeminio vandens lygiai buvo matuojami du kartus per metus – pavasarį ar rudenį pakaitomis. Vandens lygiai matuoti tuose monitoringo taškuose, kuriuose yra techninės galimybės tai atlikti – visuose specialiuose monitoringo gręžiniuose ir šuliniuose bei privačiame gręžinyje 43328, įrengtame į tarpmoreninį vandeningąjį sluoksnį. Iš viso lygio matavimai vykdyti 18-je monitoringo taškų (14 gruntinio sluoksnio, 3 tarpmoreninio ir 1 permo sluoksnio tyrimo taškas).

**Vandens cheminės sudėties tyrimai.** Gruntiniame vandenyje (7 šuliniai ir 3 gręžiniai, išskyrus Zoknių oro uosto prieigų ir buvusio „Elnio“ fabriko teritorijos gręžinius) kartą per metus (pavasarį arba rudenį) buvo tirama bendroji cheminė sudėtis, permanganato ir bichromato indeksai. Du kartus per monitoringo laikotarpį (2016 ir 2018 metais) ištirti detergentai (SPAM) ir sunkieji metalai.

20 lentelė. Šiaulių miesto savivaldybės 2015–2020 m. požeminio vandens monitoringo tinklas

| Eil.<br>nr. | Gręžinio/šulinio numeriai              |          |         | Adresas                    | LKS-94 koordinatės |         | Taško tipas          |
|-------------|----------------------------------------|----------|---------|----------------------------|--------------------|---------|----------------------|
|             | Programoje                             | registro | papild. |                            | x                  | y       |                      |
|             | Gruntinis vandeningas sluoksnis        |          |         |                            |                    |         |                      |
| 1           | 16s                                    | –        | 16s     | Sodo g. 45                 | 6 202 240          | 456 327 | šulinys              |
| 2           | 30s                                    | –        | 30s     | Valančiaus g. 16           | 6 200 543          | 456 360 | šulinys              |
| 3           | 44s                                    | –        | 44s     | Pagėgių g. 13              | 6 198 829          | 456 361 | šulinys              |
| 4           | Pb6s                                   | –        | Pb6s    | Pabalių g. 6               | 6 197 906          | 458 687 | šulinys              |
| 5           | 12-2s                                  | –        | 12-2s   | Kražių g. 19a              | 6 199 258          | 457 094 | šulinys              |
| 6           | 1š                                     | –        | 1š      | Margių g. 20               | 6 196 487          | 460 124 | šulinys              |
| 7           | 50s                                    | –        | 50s     | Pasvalio g. 50a            | 6 202 586          | 458 743 | šulinys              |
| 8           | 1702                                   | 1702     | 1657    | Ragainės g.                | 6 198 505          | 457 575 | monitoringo gręžinys |
| 9           | 1701                                   | 1701     | 1656    | Uosių g.                   | 6 200 116          | 457 980 | monitoringo gręžinys |
| 10          | 2364                                   | 2364     | 1654    | Spindulio g.               | 6 201 876          | 458 359 | monitoringo gręžinys |
| 11          | 35849                                  | 35849    | –       | Pročiūnų g.                | 6 197 921          | 461 909 | monitoringo gręžinys |
| 12          | 35854                                  | 35854    | –       | Pročiūnų g.                | 6 195 491          | 463 237 | monitoringo gręžinys |
| 13          | 60138                                  | 60138    | Nr.1    | Elnio g. 17                | 6 199 554          | 458 342 | monitoringo gręžinys |
| 14          | 60139                                  | 60139    | Nr.2    | Elnio g. 17                | 6 199 565          | 458 317 | monitoringo gręžinys |
|             | Tarpmoreniniai vandeningi sluoksniai   |          |         |                            |                    |         |                      |
| 15          | 1700                                   | 1700     | 1655    | Uosių g.                   | 6 200 117          | 457 981 | monitoringo gręžinys |
| 16          | 2363                                   | 2363     | 1653    | Spindulio g.               | 6 201 875          | 458 360 | monitoringo gręžinys |
| 17          | 43328                                  | 43328    | –       | Pasvalio g. 50a            | 6 202 583          | 458 747 | eksploatacinis gręž. |
| 18          | 13571                                  | 13571    | –       | Medvėgalio g. 16           | 6 202 312          | 455 568 | eksploatacinis gręž. |
| 19          | 17366                                  | 17366    | –       | Montvilos g. 3a            | 6 200 442          | 456 490 | eksploatacinis gręž. |
| 20          | 26565                                  | 26565    | –       | Gytarių g. 24              | 6 197 706          | 452 765 | eksploatacinis gręž. |
|             | Viršutinio permo vandeningas sluoksnis |          |         |                            |                    |         |                      |
| 21          | 21265                                  | 21265    | 26      | Uosių g.                   | 6 200 116          | 457 984 | monitoringo gręžinys |
| 22          | 3255                                   | 3255     | –       | Aleksandrija, Šiaulių raj. | 6 199 201          | 460 790 | eksploatacinis gręž. |
| 23          | 20699                                  | 20699    | –       | J.Basanavičiaus g. 101a    | 6 202 887          | 457 339 | eksploatacinis gręž. |
| 24          | 26596                                  | 26596    | –       | Aerouosto g. 11            | 6 197 205          | 460 066 | eksploatacinis gręž. |

Zoknių oro uosto prieigų gręžiniuose 35849 ir 35854 kartą per dvejus metus (2015, 2017 ir 2019 metais) buvo tiriama bendroji cheminė sudėtis, permanganato ir bichromato skaičius, lengvieji aromatiniai ir halogeniniai angliavandeniliai.

Buvusio „Elnio“ fabriko teritorijos gręžinių 60138 ir 60139 gruntiniame vandenyje kartą per metus buvo tiriama bendroji cheminė sudėtis, permanganato ir bichromato skaičius, sunkiųjų metalų koncentracija, kartą per monitoringo laikotarpį (2018 metais) – detergentai (SPAM).

Monitoringo taškuose, įrengtuose į tarpmoreninius (6 gręžiniai) ir permo (4 gręžiniai) vandeningus sluoksnius, kartą per dvejus metus (2015, 2017 ir 2019 metais) buvo tiriama bendra cheminė sudėtis, permanganato ir bichromato skaičius, kartą per programos vykdymo laikotarpį (2015 metais) ištirti detergentai (SPAM) ir sunkieji metalai.



*SUTARTINIAI ŽYMĖJIMAI*

- gruntinio vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys
- gruntinio vandeningojo sluoksnio tyrimo šulinys
- tarpmoreninio vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys
- permo vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys

28 pav. Požeminio vandens monitoringo 2015–2020 m. tinklas

Vandens mėginiai požeminio vandens tyrimui imti tiesiogiai iš gręžinio panardinamu siurbliu, prieš tai juos tinkamai išpumpavus – pakeitus vandens tūrį ne mažiau kaip tris kartus. Šulinių vanduo buvo semiamas specialia semtuve ar prie šulinių esančia vandens pakėlimo įranga. Mėginių ėmimo metu lauko sąlygomis išmatuoti fizikiniai-cheminiai rodikliai – pH, Eh ir SEL (savitasis elektros laidis).

Atliekant lauko hidrocheminius tyrimus, vadovautasis LGT parengtomis metodinėmis rekomendacijomis [9], imant ir gabenant mėginius vadovautasis minėtomis rekomendacijomis ir šios rūšies darbus reglamentuojančiais galiojančiais Lietuvos Respublikos standartais [14, 15]. Lauko prietaisai, kurie naudoti matavimams atlikti, buvo kalibruojami, matavimai atliekami laikantis prietaiso naudojimo instrukcijų.

Laboratoriniai tyrimai buvo atliekami laboratorijose, turinčiose Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos ar įgaliotos Europos Sąjungos institucijos išduotą leidimą tos rūšies tyrimams bei atitinkančiose savivaldybių monitoringo nuostatuose [1] išskeltus reikalavimus.

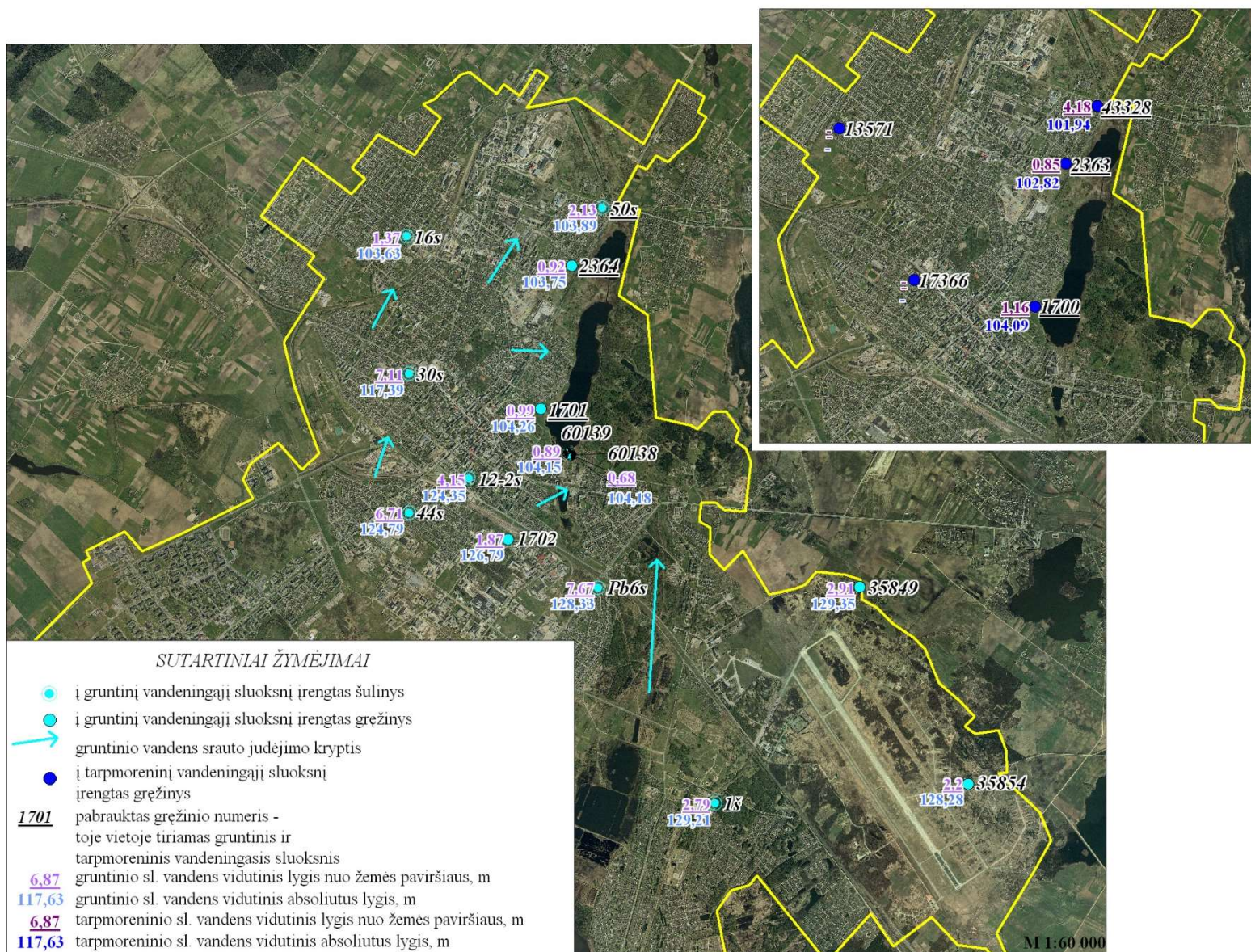
### ***Požeminio vandens lygių matavimo rezultatai.***

*Gruntinio vandens lygiai.* Gruntinio vandens lygio tyrimai vykdyti septyniuose šuliniuose ir septyniuose monitoringo gręžiniuose. 2015–2020 metų vidutinis vandens lygis pagal absoliutų aukštį šuliniuose ir gręžiniuose pateiktas 29 pav. Gruntinio vandens lygio pokyčiai per dvylikos metų laikotarpį (2009–2020 m.) pateikti 30 pav.

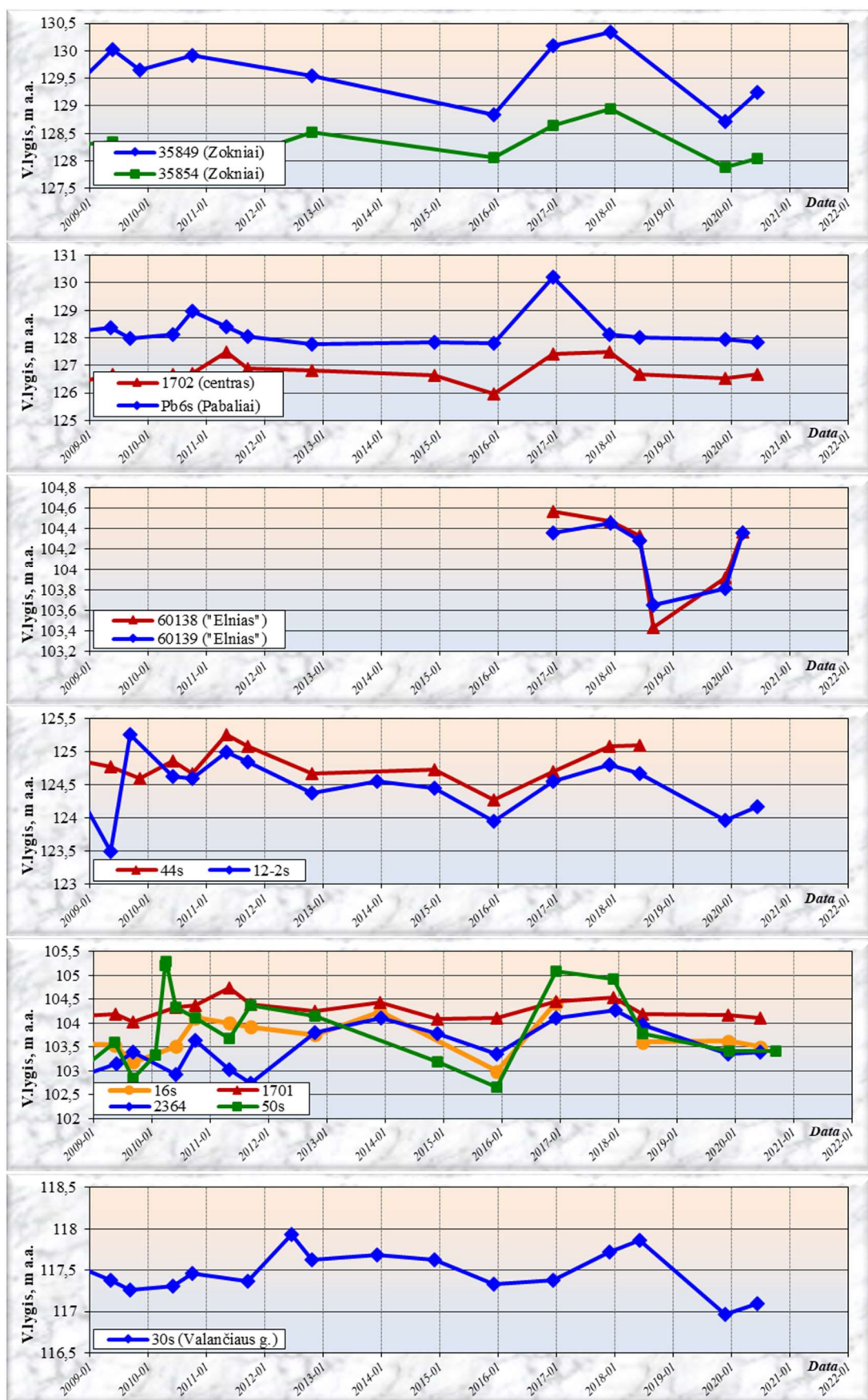
2015–2020 metais atlikti 78 gruntinio vandens lygio matavimai. Vandens lygio kaitos intervalas gana didelis – 0,29–8,18 m (vid. 3,06 m) nuo ž. pav. Vidutinis gruntinio vandens lygis tyrimo taškuose (šuliniuose ir gręžiniuose) buvo 0,68–7,67 m nuo ž. pav. Arčiausiai žemės paviršiaus (iki 1 m gylio) vidutinis gruntinis vanduo slūgso tyrimo vietose, išdėstytose prie paviršinio vandens telkinių (gr. 60138, 60139, 1701 – Talkšos ež., 2364 – Ginkūnų ež.). Giliau nei 5 m nuo ž. pav. vidutinis vandens lygis sutiktas pietvakarinėje miesto dalyje šuliniuose 30s, 44s, Pb6s.

Gruntinio vandens lygio altitudės kito 98,03–130,34 m (vid. 115,28 m) abs.a. ribose. Visą monitoringo laikotarpį gruntinio vandens srauto struktūra nepakito. Gruntinio vandens srautas atiteka nuo Rėkyvos ežero pusės (vandens lygio vidutinės altitudės 128–129 m), o išsikrauna į Talkšos ežerą, Švedės tvenkinį, Švedės, Vijolės ir Kulpės upelius (vandens lygio vidutinės altitudės 103–104 m). Bendra gruntinio vandens srauto filtracijos kryptis miesto teritorijoje (išskyrus Zoknių oro uosto teritoriją, iš kurios gruntinis vanduo išsikrauna Gudelių ežero link) nukreipta į šiaurę, o atskirose dalyse orientuota link artimiausių paviršinio vandens telkinių.

*Tarpmoreninių sluoksnių vandens lygis.* Tarpmoreninių sluoksnių vandens lygiai monitoringo laikotarpiu tirti trijuose gręžiniuose. Šių vandeningųjų sluoksnių vandens lygis išmatuotas 15 kartų, vanduo aptiktas 0,25–4,22 (vid. 1,64 m) gylyje nuo ž. pav., jo altitudės buvo 101,2–104,31 m (vid. 103,15 m) abs.a. Arčiausiai žemės paviršiaus vanduo sutiktas gr. 2363 (vid. 0,85 m), giliausiai – gr. 43328 (4,18 m).



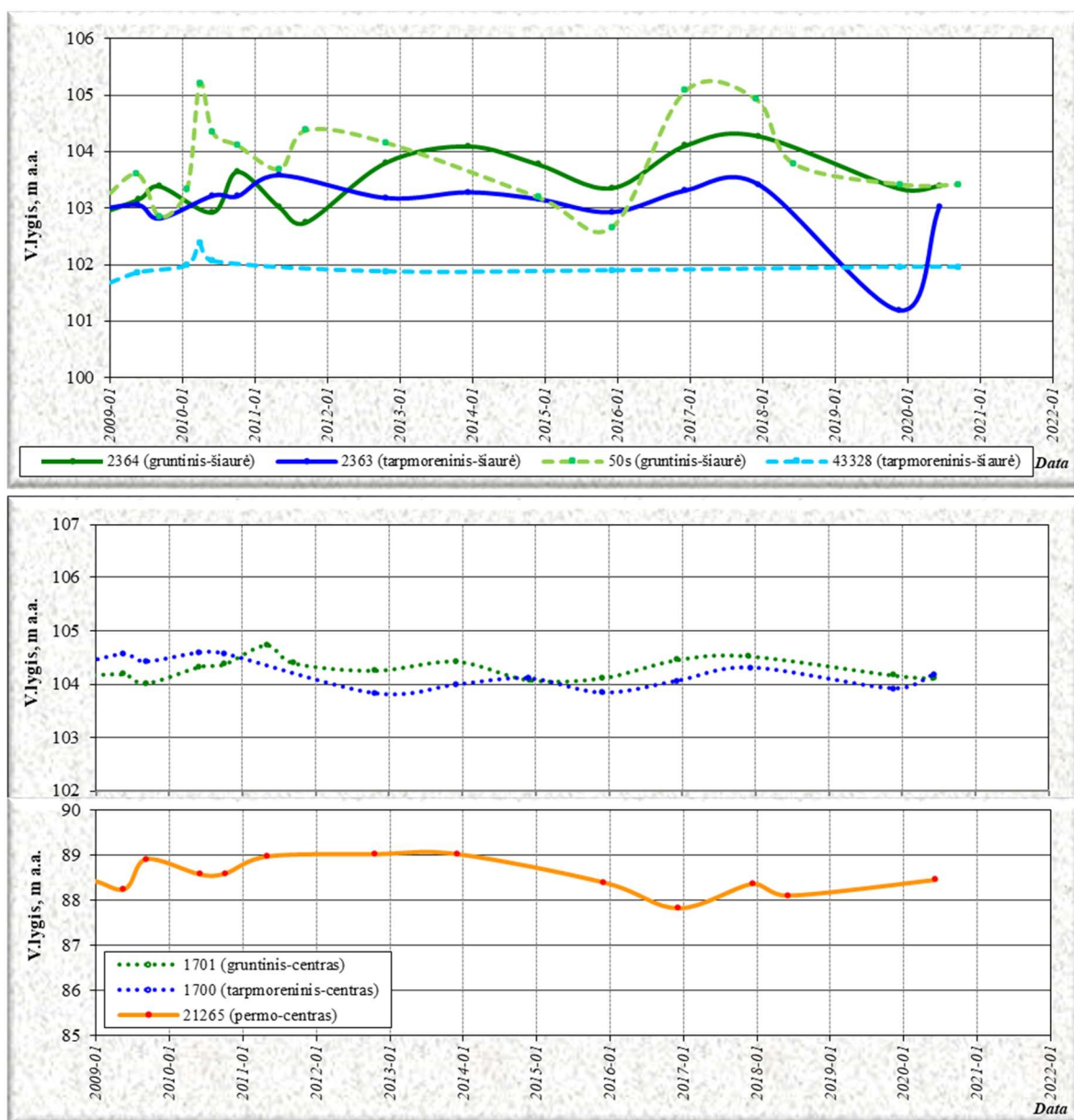
29 pav. 2015-2020 m. laikotarpis vidutinis gruntinio ir tarpmoreninio vandens sluoksnių lygis



30 pav. Gruntinio vandens lygio kaitos 2009–2020 m. grafikai

Aukščiausiai tarpmoreninio vandens piezometrinis absoliutus lygis laikėsi centrinėje miesto dalyje esančiame gręžinyje 1700 (vid. 104,09 m), žemiausiai – šiaurinėje dalyje esančiame gr. 43328 (101,94 m) (29, 31 pav.).

*Viršutinio permio sluoksnio vandens lygis.* Viršutinio permio sluoksnio vandens lygis buvo išmatuotas viename gręžinyje 21265 (5 matavimai). Jis laikėsi 16,79–17,42 m (vid. 17,02 m) gylyje nuo žemės paviršiaus, jo altitudė siekė 87,83–88,46 m (vid. 88,23 m) abs. a. Nuo 2016 metų rudens vandens lygis palaipsniui kyla (31 pav.).



31 pav. Vandens lygių kaitos grafikai stebimuosiuose vandeninguose sluoksniuose

*Požeminio vandens lygių tarpusavio pasiskirstymas.* Palyginimui gruntinio ir tarpmoreninio (gręžinių grupės 50s/43328 ir 2364/2363 – šiaurinė miesto dalis), gruntinio,

tarpmoreninio ir permo (1701/1700/21265 centrinė miesto dalis) vandeningųjų sluoksnių ilgalaikės vandens lygio kaitos grafikai pateikti 31 pav.

Pastaruosius šešerius metus praktiškai visuose tyrimo taškuose gruntinio (šulinyje 50s, gr. 2364 bei gr. 1701) vandens lygis buvo aukštesnis už tarpmoreninio (gr. 43328, 2363 ir 1700) požeminio vandens sluoksnio absoliutų lygį. Išimtis tik gr. 1701, kurio gruntinio vandens lygis 2020 metų rudenį nustatytas nežymiai žemesnis (118,11 m), nei toje vietoje slūgsančio tarpmoreninio požeminio vandens (gr. 1700 – 104,18 m). Vyraujantis lygių pasiskirstymas rodo, kad gruntinis vanduo slūgso aukščiau ir papildo giliau slūgsančių tarpmoreninių ir viršutinio permo sluoksnių vandens išteklius. Kartu tai reiškia, į gilesnius sluoksnius kartu su užterštu gruntiniu vandeniu gali patekti ir teršalai. Pastarųjų dvylikos metų tyrimo rezultatai rodo, kad tokia hidrodinaminė sistema nėra pastovi. Tyrimo istorijoje yra buvę nemažai atvejų, kai tarpmoreninio vandens statinis lygis yra buvęs aukštesnis nei gruntinio vandeningojo sluoksnio (31 pav.). Tokiu atveju gruntinis vanduo, o kartu ir tarša nebepatenka į gilesnius sluoksnius. Tai, kad tiek tarpmoreninių sluoksnių, tiek gruntinio vandens lygis yra panašus, taip pat rodo glaudų šių sluoksnių hidrodinaminį ryšį.

Permo sluoksnio absoliutus vandens lygis visada buvo gerokai žemiau nei gruntinio ir tarpmoreninių sluoksnių vandens lygis. Permo sluoksnio vandens išteklius visada papildo aukščiau slūgsančių sluoksnių vanduo, tad sąlygos patekti taršai į šį sluoksnį Šiaulių mieste yra gana palankios. Tiesa, permo sluoksnis nuo paviršinės taršos yra gan gerai apsaugotas jį dengiančių nuogulų, tad intensyvios taršos patekimas apsunkintas.

### ***Požeminio vandens cheminės sudėties tyrimų rezultatai.***

***Vertinimo kriterijai.*** Požeminio vandens būklė vertinta pagal šiuose norminiuose dokumentuose pateiktus vertinimo kriterijus:

- Lietuvos higienos norma HN 24:2003 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Joje pateiktos geriamojo vandens (tame tarpe ir šulinių) toksinių rodiklių ribinės rodiklio vertės (RRV) ir indikatorinių rodiklių specifikuotos rodiklių vertės (SRV). Ji taikoma tik geriamajam, t.y. šulinių ir vandens gavybos gręžinių vandeniui.
- Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai (toliau tekste – Reikalavimai). Juose pateiktos teršiančių medžiagų ribinės vertės (RV) požeminiame vandenyje.

- Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka. Joje pateiktos cheminių medžiagų didžiausios leistinos koncentracijos (DLK), taikomos tuo atveju, kai medžiagų kiekio nereglamentuoja kiti teisės aktai.
- Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai LAND 9-2009. Jame pateiktos taršos naftos produktais grunte (dirvožemyje) ir požeminiame vandenyje ribinės vertės (RV). Šis dokumentas taikomas naftos produktais užterštomis teritorijoms.

### ***Gruntinis vanduo.***

Pastaruosius šešerius metus Šiaulių miesto teritorijoje gruntinio vandens kokybė stebėta keturiolikoje taškų – septyniuose gręžiniuose ir septyniuose šuliniuose. Visuose šuliniuose ir gręžiniuose, išskyrus gr. 60138 ir 60139, įrengtus buvusioje „Elnio“ fabriko teritorijoje, vandens tyrimai buvo vykdomi ir ankstesniu šešerių metų (2009–2014 m.) monitoringo laikotarpiu. Tad vandens kokybės pokyčių palyginimui pateikiami ir ankstesnio (2009–2014 m.) laikotarpio apibendrinti tyrimo rezultatai (21, 23 lentelės, 31–38 pav.).

Miesto stebimieji gręžiniai įrengti kitokiose sąlygose nei gyventojų šuliniai. Be to, skiriasi ir gruntinio vandens vertinimo norminė bazė – gyventojų šulinių vanduo gali būti vartojamas maisto ir buities reikmėms, tad jis turi atitikti HN24:2017 [7] reikalavimus. Todėl monitoringo gręžinių ir gyventojų šulinių tyrimo rezultatai pateikti atskirai.

### ***Šulinių gruntinio vandens kokybė.***

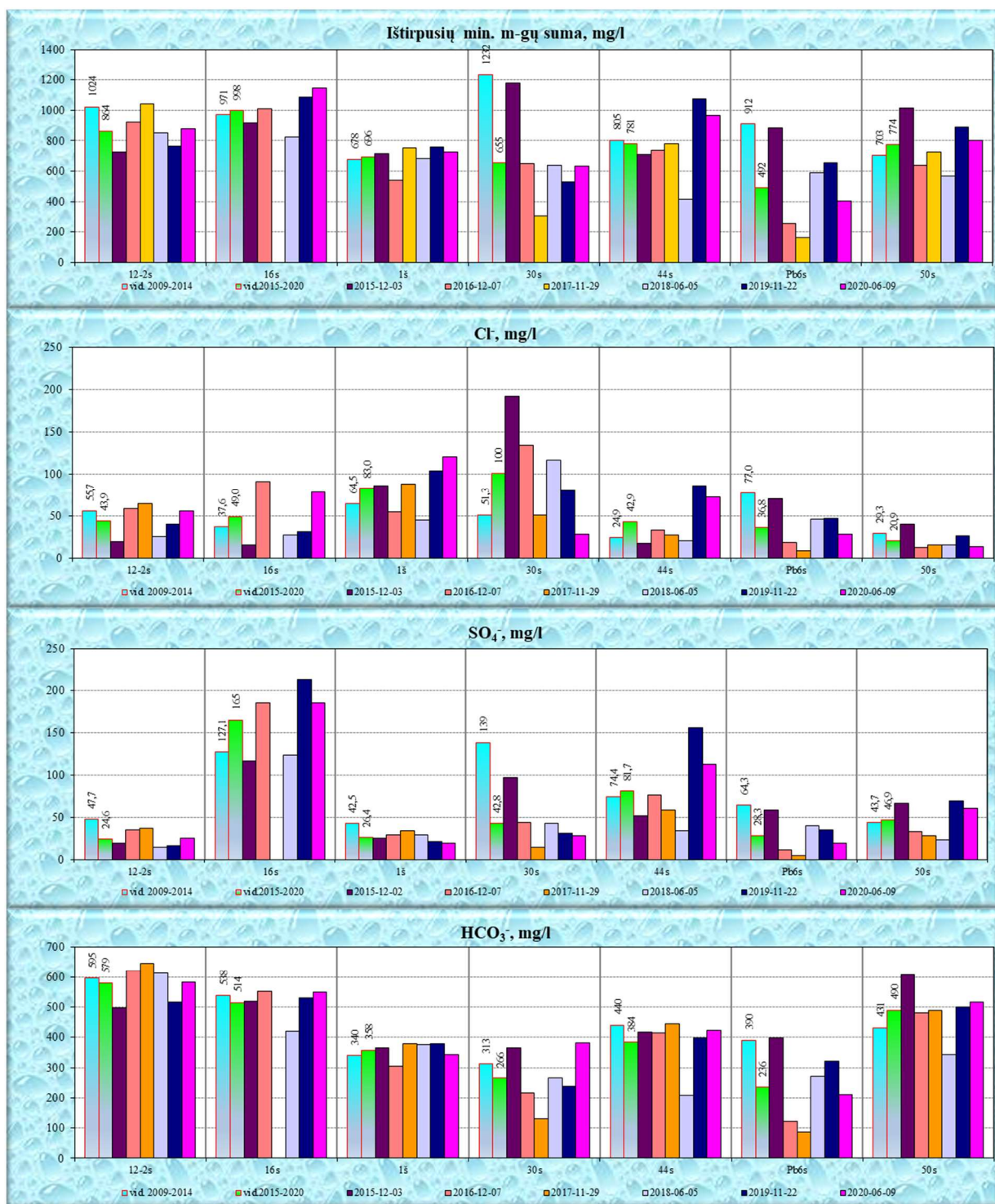
2014–2020 metų laikotarpiu šulinių vandens kokybė (bendroji cheminė sudėtis, vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis) ištirta 41 mėginyje. Tyrimų metu nustatyta, kad gruntinio vandens mineralizacija mėginiuose buvo kaiti – bendroji ištirpusių mineralinių medžiagų suma (BIMMS) kito 163–1177 mg/l ribose. Tik šulinių 1š ir Pb6s nei viename vandens mėginyje BIMMS neviršijo maksimalios gėlo vandens mineralizacijos (1 g/l). Atskiruose šuliniuose ji vidutiniškai sudarė 429–997 mg/l (vid. 751 mg/l), didžiausia nustatyta šulinyje 16s. Lyginant su ankstesniu (2009–2014 m.) monitoringo laikotarpiu vidutinė vandens mineralizacija šuliniuose sumažėjusi nuo 903 mg/l iki 751 mg/l (skirtumas 152 mg/l) (21 lentelė). Ženkiausiai vidutinė BIMMS mažėjo šulinyje 30s (nuo 1232 mg/l iki 655 mg/l, skirtumas 577 mg/l), Pb6s (nuo 912 mg/l iki 492 mg/l, skirtumas 420 mg/l). Šulinių 16s, 1š, 50s vandenyje vidutinė BIMMS per pastaruosius šešerius metus buvo nežymiai didesnė nei ankstesniu šešerių metų laikotarpiu.

21 lentelė. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties rodiklių vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. ir 2015–2020 m.

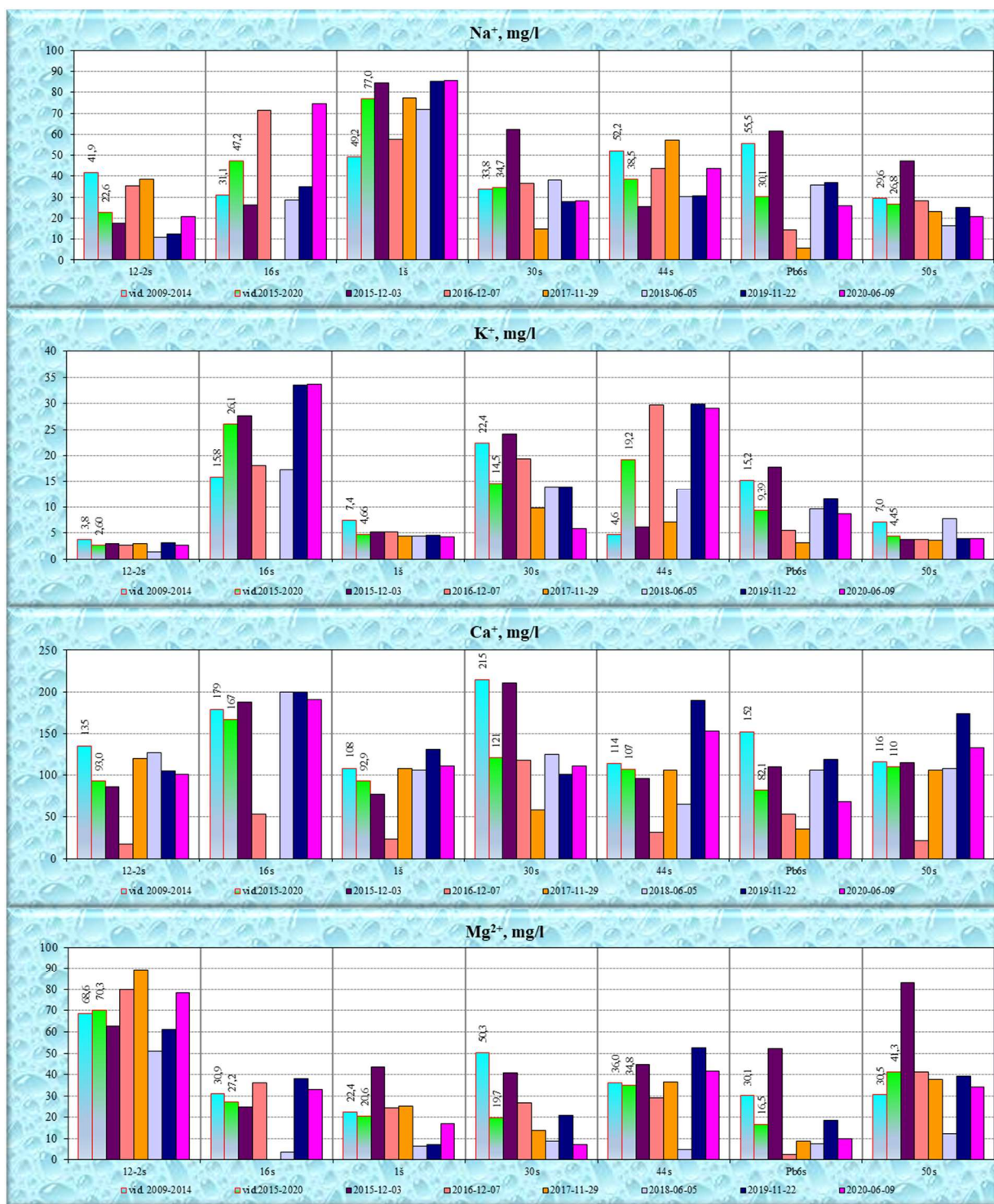
| Rodikliai                               | Laikotarpis            | SRV<br>[7] | RRV<br>[7] | 12-2s          | 16s            | 1š             | 30s            | 44s            | 50s            | Pb6s           | Vid.           |
|-----------------------------------------|------------------------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| BIMMS,<br>mg/l                          | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 1024<br>864    | 971<br>998     | 678<br>696     | 1232<br>655    | 805<br>781     | 703<br>774     | 912<br>492     | 904<br>751     |
| PS,<br>mg O/l                           | 2009-2014<br>2015-2020 | 5,0        | –          | 1,04<br>0,85   | 11,1<br>12,4   | 1,56<br>0,71   | 4,22<br>24,2   | 1,28<br>1,94   | 2,53<br>0,98   | 1,61<br>1,05   | 3,33<br>6,03   |
| ChDS,<br>mg O/l                         | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 5,62<br>5,5    | 35,5<br>42,5   | 7,57<br>5,74   | 16,8<br>61,3   | 4,92<br>8,48   | 6,18<br>7,53   | 7,45<br>5,12   | 12,0<br>19,5   |
| Cl <sup>-</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | 250        | –          | 55,7<br>43,9   | 37,6<br>49,0   | 64,5<br>83,0   | 51,3<br>100    | 24,9<br>42,9   | 29,3<br>20,9   | 77,0<br>36,8   | 48,6<br>53,8   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | 250        | –          | 47,7<br>24,6   | 127,1<br>165   | 42,5<br>26,4   | 139<br>42,8    | 74,4<br>81,7   | 43,7<br>46,9   | 64,3<br>28,3   | 76,9<br>59,4   |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 595<br>579     | 538<br>514     | 340<br>358     | 313<br>266     | 440<br>384     | 431<br>490     | 390<br>236     | 435<br>404     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | 0,5        | 0,000<br>0,070 | 0,197<br>0,132 | 0,000<br>0,017 | 0,198<br>0,000 | 0,019<br>0,022 | 0,009<br>0,022 | 0,034<br>0,040 | 0,065<br>0,043 |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | 50         | 75,3<br>27,4   | 9,68<br>2,37   | 43,0<br>34,0   | 407<br>56,0    | 58,6<br>72,7   | 15,1<br>34,0   | 127<br>53,4    | 105<br>40,0    |
| Na <sup>+</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | 200        | 41,9<br>22,6   | 31,1<br>47,2   | 49,2<br>77,0   | 33,8<br>34,7   | 52,2<br>38,5   | 29,6<br>26,8   | 55,5<br>30,1   | 41,9<br>39,6   |
| K <sup>+</sup> ,<br>mg/l                | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 3,76<br>2,60   | 15,8<br>26,1   | 7,39<br>4,66   | 22,4<br>14,5   | 4,63<br>19,2   | 7,05<br>4,45   | 15,2<br>9,39   | 10,9<br>11,6   |
| Ca <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 135<br>93,0    | 179<br>167     | 108<br>92,9    | 215<br>121     | 114<br>107     | 116<br>110     | 152<br>82,1    | 146<br>110     |
| Mg <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –          | –          | 68,6<br>70,3   | 30,9<br>27,2   | 22,4<br>20,6   | 50,3<br>19,7   | 36<br>34,8     | 30,5<br>41,3   | 30,1<br>16,5   | 38,4<br>32,9   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 0,5        | –          | 0,012<br>0,006 | 0,283<br>0,243 | 0,011<br>0,004 | 0,034<br>0,098 | 0,024<br>0,018 | 0,017<br>0,013 | 0,015<br>0,079 | 0,056<br>0,066 |

|   |                         |
|---|-------------------------|
| x | – viršijama RRV [7];    |
| x | – viršijama SRV [7];    |
| x | – atkreiptinas dėmesys. |

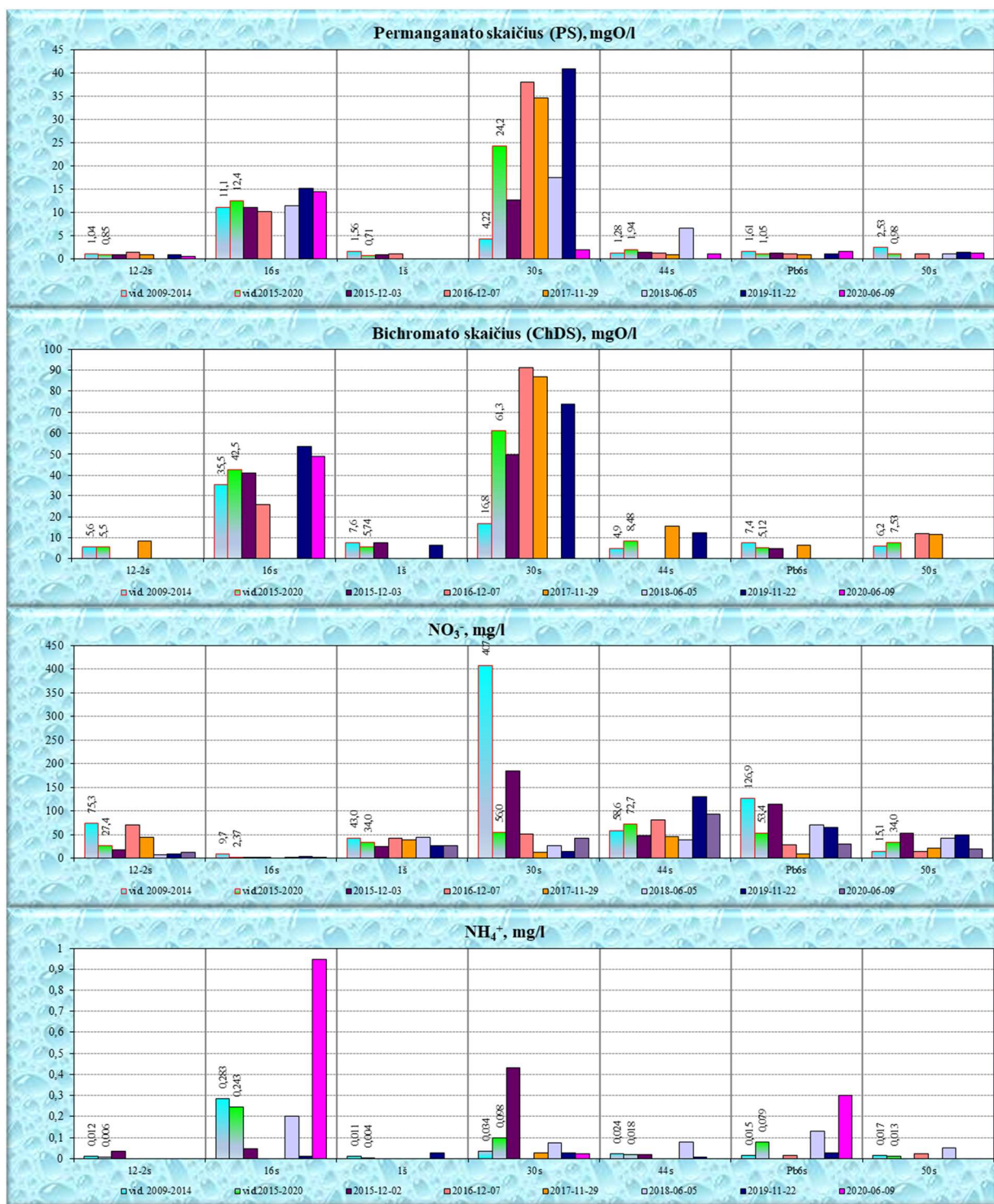
Gruntinis vanduo gyventojų šuliniuose buvo švariai gamtinei aplinkai būdingo kalcio hidrokarbonatinio tipo. Pagrindinių anijonų – hidrokarbonatų – kiekis mėginiuose kito dideliame intervale – 87,3–646 mg/l. Vidutinės koncentracijos šuliniuose sudarė 236–579 mg/l (vid. 404 mg/l). Didesnis hidrokarbonatų kiekis vyravo šuliniuose 12-2s (vid. 597 mg/l), 16s (vid. 514 mg/l) 50s (vid. 490 mg/l), mažiausi kiekiai aptikti šulinių Pb6s (vid. 236 mg/l), 30s (vid. 266 mg/l) vandenyje. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu šių junginių vidutinis kiekis tiriamos teritorijos gruntiniame vandenyje sumažėjęs – nuo 435 mg/l iki 404 mg/l (skirtumas 28 mg/l). Ženkiausiai vidutinis hidrokarbonatų kiekis sumažėjo šulinyje Pb6s (nuo 390 mg/l iki 236 mg/l, skirtumas 154 mg/l), nežymiai šulinio 30s ir 44s vandenyje (skirtumas 47–56 mg/l). Jų kiekis išaugo šulinio 50s (vid. nuo 431 mg/l iki 490 mg/l, skirtumas 58 mg/l) ir 1š (skirtumas 17 mg/l) vandenyje. Padidėjusios hidrokarbonatų vertės rodo, kad vandenyje vyksta organinės



32 pav. Šulinių grunto vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (BIMMS, pagrindiniai anijonai)



33 pav. Šulinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (pagrindiniai kationai)



34 pav. Šulinių grunto vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos 2009–2014 m. (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis)

taršos degradacijos procesai, kurių metu pakitus karbonatų pusiausvyrai, didesnis hidrokarbonato kiekis ištirpsta iš vandenį talpinančio grunto. Pastarųjų metų rezultatai rodo, kad šis procesas daugumos šulinių vandenyje buvo silpnėjęs.

Sulfatų koncentracija šulinių vandens mėginiuose kito taip pat dideliame intervale – 4,52–213 mg/l. Vidutiniškai šuliniuose sudarė 24,6–165 mg/l (vid. 59,4 mg/l). Padidinta, ir auganti, šių anijonų koncentracija išsiskyrė šulinio 16s vanduo, jame sulfatų kiekis kito 117–213 mg/l ribose (vid. 165 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 127 mg/l). Aptiktos koncentracijos padidintos, tačiau SRV, taikomos geriamam vandeniui, neviršijo. Kituose šuliniuose vidutinis sulfatų kiekis siekė iki 81,7 mg/l (44s). Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu vidutinis sulfatų kiekis tiriamos teritorijos šulinių vandenyje sumažėjęs (nuo 76,9 mg/l iki 59,4 mg/l). Sulfatų koncentracija per pastaruosius šešerius metus mažėjo keturių tiriamų šulinių vandenyje, intensyviausiai šulinyje 30s – nuo vid. 139 mg/l iki 42,8 mg/l (skirtumas 96 mg/l). Kituose šuliniuose skirtumas sudarė 16–36 mg/l. Intensyviausias kiekio augimas stebimas jau minėto šulinio 16s vandenyje – vid. nuo 127 mg/l iki 165 mg/l (skirtumas 38 mg/l).

Chloridų koncentracija šulinių vandens mėginiuose kito taip pat dideliame intervale – 8,63–213 mg/l, tačiau nei viename jų SRV neviršijo. Šulinių vandenyje vidutiniškai chloridų rasta 20,9–100 mg/l (vid. 53,8 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – vid. 48,6 mg/l). Didžiausia, padidinta, tačiau šešerių metų laikotarpyje mažėjusia, chloridų koncentracija išsiskyrė šulinio 30s vanduo (28,3–192 mg/l). Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu šių anijonų kiekis šulinio vandenyje išaugęs (vid. nuo 51,3 mg/l iki 100 mg/l, skirtumas 49,2 mg/l). Chloridų vidutinė koncentracija augo ir šulinių 16s, 1š, 44s vandenyje, tačiau vidutinės koncentracijos ir augimo tempas nustatyti mažesni (skirtumas 11,4–18,4 mg/l). Chloridų koncentracijos ryški mažėjimo tendencija vyravo šulinio Pb6s vandenyje, vidutinis kiekis sumažėjo nuo 77 mg/l iki 36,8 mg/l (skirtumas 40,2 mg/l). Kituose šuliniuose (12-2s ir 50s) vidutinės chloridų koncentracijos sumažėjimas nežymus – 8,4–11,9 mg/l.

Tarp pagrindinių katijonų visų šulinių vandenyje dominavo kalcis – 18–211 mg/l, vidutiniškai šuliniuose sudarė 82,1–117 mg/l. Didžiausia vidutinė kalcio koncentracija nustatyta šulinio 16s vandenyje, mažiausia – Pb6s. Visuose šuliniuose 2015–2020 m. laikotarpiu vidutinė kalcio koncentracija nustatyta 7–94 mg/l mažesnė nei buvo prieš šešerius metus. Labiausiai jo kiekis mažėjo šulinių 30s, Pb6s, 12-2s vandenyje. Vidutinė visų tiriamų šulinių koncentracija sumažėjusi nuo 146 mg/l iki 110 mg/l (skirtumas 36 mg/l).

Magnio šulinių gruntinio vandens mėginiuose rasta 2,42–89,2 mg/l. Vidutinė jo koncentracija šuliniuose sudarė 16,5–70,3 mg/l (vid. 32,9 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – 38,4

mg/l). Didžiausia jo koncentracija išsiskyrė šulinio 12-2s vanduo. Lyginant su ankstesniu laikotarpiu magnio vidutinis kiekis didėjo šio (skirtumas 1,72 mg/l) ir šulinio 50s (skirtumas 10,8 mg/l) vandenyje. Kitų šulinių vandenyje magnio vidutiniškai rasta 1,16–30,6 mg/l mažiau.

Natrio šulinių gruntinio vandens mėginiuose aptikta 5,64–85,8 mg/l, vidutinė koncentracija šuliniuose sudarė 22,6–77 mg/l (vid. 39,6 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – 41,9 mg/l). Padidinta šio anijono koncentracija išsiskyrė šulinys 1š. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu šio šulinio vandenyje vidutinis natrio kiekis išaugo nuo 49,2 mg/l iki 77 mg/l (skirtumas 27,9 mg/l). Šio anijono kiekis didėjo, tačiau labai nežymiai, ir šulinių 16s (skirtumas 16,1 mg/l), 30s (skirtumas 0,89 mg/l) vandenyje. Kitų šulinių vandenyje vidutinė natrio koncentracija nustatyta 2,75–25,4 mg/l mažesnė nei buvo 2009–2015 m. laikotarpiu.

Kalio katijono šulinių vandens mėginiuose rasta 1,34–33,7 mg/l. Vidutinės koncentracijos šulinių vandenyje buvo gan skirtingos ir sudarė 2,6–26,1 mg/l (vid. 11,6 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – 10,9 mg/l). Didžiausiu, padidintu, kalio kiekiu išsiskyrė šulinio 16s (vid. 26,1 mg/l) ir 44s (vid. 19,2 mg/l) vanduo. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu jo kiekis šiose vietose dar labiau išaugo. Kitų šulinių vandenyje šio katijonų vidutinė koncentracija per pastaruosius šešerius metus sumažėjo.

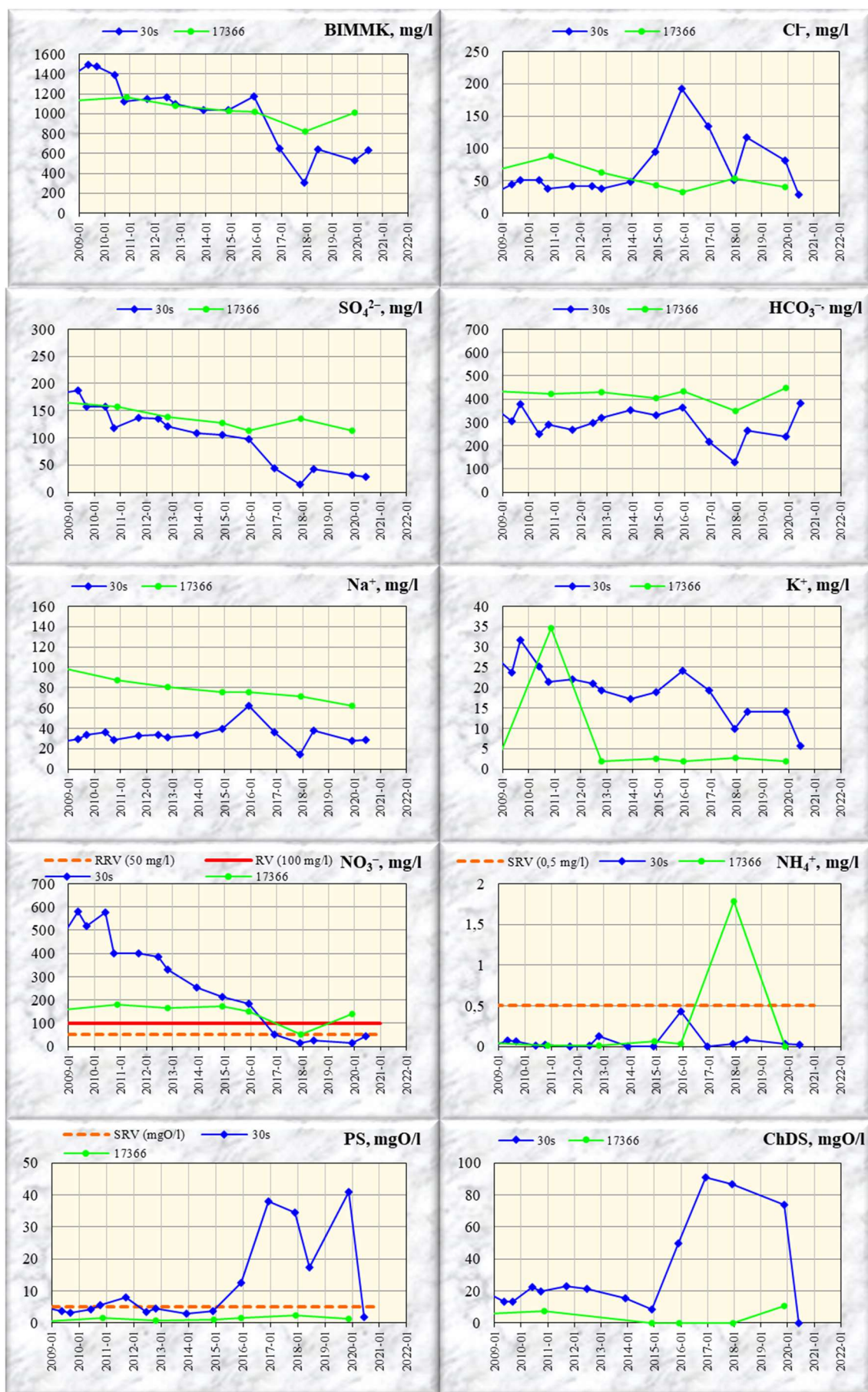
Šulinių gruntiniame vandenyje buvo tiriami ir ištirpusios organinės medžiagos kiekio rodikliai. PS (permanganato skaičiaus) rodiklis, atspindintis vandenyje ištirpusios lengvai oksiduojamos organinės medžiagos kiekį, mėginių vandenyje sudarė 0,46–40,9 mgO/l. Tai labai didelis šio parametro kitimo intervalas. Vidutinė PS rodiklio šulinių vandenyje vertė kito 0,71–24,3 mgO/l ribose (vid. 6,03 mgO/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – 3,33 mgO/l). ChDS (bichromato indeksas) rodiklis, atspindintis bendrą vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekį, kito taip pat dideliame intervale – 4,98–91,2 mgO/l ribose. Vidutiniškai šuliniuose jo kiekis sudarė 5,12–61,3 mgO/l (vid. 19,5 mgO/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – vid. 12 mgO/l). Kaip rodo tyrimo rezultatai, Šiaulių miesto šulinių gruntiniame vandenyje vidutinis ištirpusios organinės medžiagos kiekis per pastaruosius šešerius metus yra išaugęs. Išaugusią vidutinę koncentraciją lėmė ženkliai išaugęs organinės medžiagos kiekis šulinio 30s vandenyje ir padidintas, tačiau nežymiai didesnis nei ankstesniais metais, kiekis šulinyje 16s. Šulinio 30s vandenyje PS rodiklis kito 1,98–40,9 mgO/l ribose (vid. 24,2 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 4,22 mgO/l) ir SRV viršijo iki 8 kartų. ChDS rodiklis kito 49,8–91,2 mgO/l (vid. 61,3 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 16,8 mgO/l). Lyginant su ankstesniais metais šio šulinio vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis išaugo daugiau nei keturis kartus. Šulinio 16s vandenyje PS rodiklis kito 10,2–15,1 mgO/l (vid. 12,4 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 11,1 mgO/l) ir

SRV viršijo iki 3 kartų. ChDS rodiklis kito 25,9–53,7 mg/l ribose (vid. 42,5 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 35,5 mgO/l). Šio šulinio vandenyje organinės medžiagos kiekis augo nežymiai. Kitų tiriamųjų šulinių gruntiniame vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekiai (PS – vid. iki 1,94 mgO/l, ChDS – vid. iki 8,48 mgO/l) ir koncentracijos pokyčiai nežymūs.

Vienas pagrindinių gėrimui vartojamo gruntinio vandens kokybės rodiklių – mineralinio azoto junginių koncentracijos. Šiuos junginius sudaro toksiški elementai – nitritas ir nitratas bei indikatorinis rodiklis – amonis. Nitritų koncentracija šulinių vandenyje daugeliu atvejų nesiekė metodų nustatymo ribos ir tik pavieniuose mėginiuose jo aptikta iki 0,31 mg/l. Rastas kiekis rodė nežymią šviežią gruntinio vandens taršą, tačiau RRV nesiekė. Šulinių vanduo nepasižymėjo ir tarša amoniu. Šio junginio taip pat rasta nevisuose mėginiuose, o aptikta didžiausia koncentracija siekė 0,95 mg/l (2020 m. šulinyje 12-2s) ir SRV viršijo 1,9 karto. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu vidutinė amonio koncentracija išaugo šulinių 30s (nuo 0,034 mg/l iki 0,098 mg/l) ir Pb6s (nuo 0,015 mg/l iki 0,079 mg/l) vandenyje. Kitų šulinių vandenyje ji sumažėjusi, ryškiausiai – šulinio 16s vandenyje (vid. nuo 0,283 mg/l iki 0,243 mg/l).

Šulinių gruntiniam vandeniui nebūdinga tarša nitrito ir amonio junginiais, tačiau situacija su nitratais visiškai kita. Šių teršalų kiekis šulinių vandenyje gan žymus. Jų aptikta visuose 41-ame tirtame mėginyje, o koncentracijos sudarė 1,29–185 mg/l. Dešimtyje (25 proc.) tirtų mėginių jų kiekis viršijo RRV (iki 3,7 karto), taikomą geriamam vadeniui. Per pastaruosius šešerius metus tik šulinių 16s ir 1š vandenyje nei viename mėginyje nitratų kiekis nesiekė RRV. Šulinio 16s vanduo išsiskyrė labai nedideliu (mažiausiu) šių teršalų kiekiu – vid. 2,37 mg/l. Ankstesniu monitoringo laikotarpiu šių teršalų šulinio vandenyje buvo randama daugiau – vid. 9,68 mg/l. Šulinių 12-2s, 1š ir 50s vandenyje nitratų koncentracija buvo didesnė, vidutiniškai siekė 27,4–34 mg/l. Lyginant su ankstesniais metais, vandens kokybė pagerėjusi šulinyje 12-2s (nitratų kiekis sumažėjęs vid. nuo 75,3 mg/l iki 27,4 mg/l) ir 1š (nuo vid. 43 mg/l iki 34 mg/l), bet šulinio 50s vandenyje nitratų vidutinis kiekis išaugęs nuo 15,1 mg/l iki 34 mg/l. Intensyviausia tarša nitratai išlikusi šulinių 30s, 44s ir

Pb6s vandenyje. Šiose vietose RRV viršija ne tik atskirų mėginių, bet ir šulinių vidutinės nitratų koncentracija. Juose vidutinės koncentracijos kito 53,4–72,7 mg/l ribose. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu tarša ženkliai sumažėjusi šulinio Pb6s vandenyje (vid. nuo 127 mg/l iki 53,4 mg/l). Tačiau didžiausi kokybės gerėjimo pokyčiai įvyko šulinio 30s vandenyje, kur vidutinė nitratų koncentracija nuo 407 mg/l (2009–2014 m.) per pastaruosius šešerius metus sumažėjo iki 56 mg/l. 2017–2020 m. laikotarpiu šio šulinio vandenyje nitratų kiekis kito 13,3–43,3 mg/l ribose ir RRV nesiekė. Šio šulinio nitratų ir kitų pagrindinių rodiklių



35 pav. Cheminės sudėties rodiklių kaita šulinio 30s ir gręžinio 17366 vandenyje

22 lentelė. Mikroelementų koncentracijos šulinių ir gręžinių vandeninguosiuose (gruntiniame, tarpmoreniniame ir permo) sluoksniuose

| Gręžinio Nr.<br>(kadastru)                   | Ėminio<br>paėmimo<br>data, laikas | Cd, µg/l | Pb, µg/l | Cr, µg/l | Mn, µg/l | Zn, µg/l | Cu, µg/l | Ni, µg/l | Fe bendroji,<br>mg/l | SPAM, mg/l |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------|------------|
| Vertinimo<br>kriterijai                      | RRV/SRV [7]                       | 5        | 10       | 50       | 50       | -        | 2000     | 20       | 0,2                  | -          |
|                                              | RV [4]                            | 6        | 75       | 100      | -        | 1000     | 2000     | 100      | -                    | -          |
| <b>Gruntinis vandeningasis sluoksnis</b>     |                                   |          |          |          |          |          |          |          |                      |            |
| 1701                                         | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | 4        | 450      | <40      | <1       | <2       | 12,5                 | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 4        |          | <40      | <1       | <2       | 2,42                 | <0,02      |
| 1702                                         | 2016-12-07                        | <0,3     | 1        | 3        | 170      | 410      | 36       | 4        | 12,4                 | 0,02       |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 3        | 755      | 120      | 6        | <2       | 41,3                 | <0,02      |
| 2364                                         | 2016-12-07                        | <0,3     | 3        | 5        | 1100     | <40      | 2        | <2       | 92,1                 | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | 5        | 19       | 2310     | <40      | 10       | 4        | 48,3                 | 0,29       |
| 60138                                        | 2016-12-07                        | <0,3     | 2        | 88       | 640      | <40      | 16       | 14       | 1,91                 | 0,04       |
|                                              | 2017-12-06                        | <0,3     | 2        | 130      | 759      | <40      | 6        | 6        | -                    | -          |
|                                              | 2018-08-30                        | <0,3     | 2        | 1400     | 1400     | 86       | 220      | 32       | 40,5                 | -          |
|                                              | 2019-11-21                        | <0,3     | <1       | 1000     | 1645     | <40      | 29       | 10       | -                    | -          |
|                                              | 2020-03-10                        | <0,3     | <1       | 43       | 868      | <40      | 9        | 8        | -                    | -          |
| 60139                                        | 2016-12-07                        | <0,3     | 5        | 220      | 460      | 100      | 63       | 15       | 3,25                 | 0,04       |
|                                              | 2017-12-06                        | <0,3     | <1       | 33       | 208      | <40      | 7        | 5        | -                    | -          |
|                                              | 2018-08-30                        | <0,3     | 2        | 1200     | 840      | 51       | 67       | 18       | 45                   | <0,02      |
|                                              | 2019-11-21                        | <0,3     | 1        | 1100     | 1680     | <40      | 37       | 75       | -                    | -          |
|                                              | 2020-03-10                        | 1,8      | <1       | 150      | 1585     | <40      | 10       | 10       | -                    | -          |
| 12-2s                                        | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | <1       | 23       | <40      | 2        | <2       | 0,018                | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | <1       | 33       | <40      | <1       | <2       | 0,21                 | <0,02      |
| 16s                                          | 2016-12-07                        | <0,3     | 1        | <1       | 22       | 67       | 7        | 3        | 0,089                | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | 3        | 2        | 54       | 70       | <1       | 3        | 1,6                  | <0,02      |
| 1š                                           | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | 5        | 9        | <40      | 38       | 260      | <0,018               | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 4        | 139      | <40      | 10       | <2       | 0,051                | <0,02      |
| 30s                                          | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | 2        | 29       | <40      | 8        | <2       | 0,43                 | 0,02       |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 3        | 59       | <40      | 3        | <2       | 0,13                 | <0,02      |
| 44s                                          | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | 1        | 7        | <40      | 4        | 2        | <0,018               | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 3        | 127      | 390      | 19       | 4        | 0,28                 | <0,02      |
| 50s                                          | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | 2        | <4       | <40      | 2        | <2       | 0,022                | 0,02       |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | 2        | 83       | <40      | 5        | <2       | 0,51                 | <0,02      |
| Pb6s                                         | 2016-12-07                        | <0,3     | <1       | <1       | <4       | 170      | 3        | <2       | 0,074                | <0,02      |
|                                              | 2018-06-05                        | <0,3     | <1       | <1       | 32       | 86       | 3        | <2       | 0,13                 | <0,02      |
| <b>Tarpmoreninis vandeningasis sluoksnis</b> |                                   |          |          |          |          |          |          |          |                      |            |
| 26565                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 18       | 500      | 5        | 5        | 0,12                 | <0,02      |
| 13571                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 47       | <40      | 4        | 2        | 1,13                 | <0,02      |
| 17366                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 7        | <40      | <1       | <2       | -                    | <0,02      |
| 1700                                         | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | 5        | 260      | 200      | <1       | <2       | 0,97                 | <0,02      |
| 2363                                         | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 14       | <40      | <1       | <2       | 1,31                 | <0,02      |
| 43328                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | 1        | 38       | <40      | 1        | 2        | 2,41                 | <0,02      |
| 43328                                        | 2019-11-25                        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 2,35                 | -          |
| <b>Permo vandeningasis sluoksnis</b>         |                                   |          |          |          |          |          |          |          |                      |            |
| 3255                                         | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 29       | <40      | 1        | <2       | 0,17                 | <0,02      |
| 20699                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 93       | <40      | 1        | 7        | 2,22                 | <0,02      |
| 21265                                        | 2015-12-03                        | <0,3     | <1       | <1       | 34       | <40      | <1       | <2       | 0,55                 | <0,02      |
| 26596                                        | 2015-12-02                        | <0,3     | <1       | <1       | 23       | <40      | 1        | <2       | 0,046                | <0,02      |

|   |                                                                                   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| x | – viršijama RV [4] ar RRV [7];                                                    |
| x | – viršijama SRV [7];                                                              |
| x | – padidėjusi rodiklio vertė                                                       |
| x | – šulinys / vandens gavybos gręžinys, vandens kokybė vertinama pagal RRV/SRV [7]; |

Pastabos : RV pateiktos II-IV jautrumo taršai grupės teritorijai.

ilgalaikės kaitos (2009–2020 m.) grafikas pateiktas 11 pav. Gruntinio vandens užterštumas azoto junginiais dažniausiai siejamas su netvarkinga vietine nuotekų surinkimo sistema, gyventojų bandymu ūkininkauti ar netgi laikyti gyvulius. Tai gali sąlygoti ir kita namų ūkiuose vykdoma veikla (verslas) ar taršos migracija iš gretimų užterštų teritorijų.

Šulinių gruntiniame vandenyje 2016 ir 2018 metais buvo tiriamas mikroelementų, bendrosios geležies ir SPAM kiekis (22 lentelė). Kadmio koncentracija visuose mėginiuose nesiekė metodo nustatymo ribos ( $<0,3 \mu\text{g/l}$ ). Švino rasta tik šulinio 16s vandenyje ( $1\text{--}3 \mu\text{g/l}$ ). Chromo, cinko, vario ir nikelio koncentracijos buvo nežymios ir RRV nesiekė. Išimtis nikelio kiekis šulinio 1š 2016 metų mėginyje, kai jo kiekis siekė  $260 \mu\text{g/l}$  ir RRV viršijo 13 karų. 2018 metais pakartojus tyrimą, nikelio vandenyje neaptikta.

Šulinių vandenyje aptiktas padidintas mangano ir bendrosios geležies kiekis. Mangano koncentracija siekė iki  $139 \mu\text{g/l}$  ir SRV viršijo iki 2,8 karto. Bendrosios geležies aptikta iki  $1,6 \text{ mg/l}$  ir SRV viršijo iki 8 kartų. Šių medžiagų padidintų koncentracijų neaptikta tik šulinio Pb6s gruntiniame vandenyje. Šulinių 30s ir 50s vandenyje 2016 metais ištirtuose mėginiuose aptikta SPAM pėdsakų ( $0,02 \text{ mg/l}$ ). Vėlesnių tyrimų metu šių medžiagų nenustatyta ( $<0,02 \text{ mg/l}$ ).

2015–2020 metais vykdyto šulinių gruntinio vandens monitoringo rezultatai rodo, kad miesto teritorijoje esančių šachtinių šulinių vandens cheminė sudėtis kito individualiai, taršos požymių vandenyje išliko. Stebėtina, kad šulinių vandenyje vyravo kalcio, hidrokarbonatų, nitratų, sulfatų kiekio mažėjimo, o ištirpusios organinės medžiagos, chloridų, kalio koncentracijos augimo, tendencijos. Nors nitratų kiekis daugumos šulinių vandenyje mažėjo, tačiau jis išliko pagrindiniu probleminiu rodikliu.

#### *Gręžinių gruntinio vandens kokybė.*

2015–2020 metų laikotarpiu Šiaulių miesto monitoringo tinklo gręžiniuose 1701, 1702 ir 2364 buvo stebimas miesto bendros technogeninės apkrovos poveikis gruntinio vandens kokybei. Gręžiniuose 35849, 35854 (Zoknių teritorija) bei 60138, 60139 (buvusio „Elnio“ fabriko teritorija) stebima buvusių potencialų taršos židinių poveikis gruntinio vandens kokybei. Priklausomai nuo tiriamo objekto, monitoringo programoje buvo numatytos ir skirtingos tyrimų apimtys. Zoknių teritorijos monitoringo gręžiniuose papildomas dėmesys buvo skiriamas taršos naftos produktais stebėsenai, bendrosios cheminės sudėties tyrimų apimtys buvo mažesnės nei kituose gręžiniuose. Buvusios „Elnio“ fabriko teritorijos monitoringo gręžiniuose padidintas dėmesys skirtas sunkiųjų metalų koncentracijoms. Šių gręžinių vandens kokybė tiriama tik nuo

2016 metų ir jų vandens cheminė sudėtis ženkliai skiriasi nuo kitų Šiaulių miesto savivaldybės gruntinio vandens monitoringo vietų, todėl nagrinėjama atskirai.

2015–2020 metų laikotarpiu Šiaulių miesto savivaldybės teritorijos gruntinio vandens monitoringo gręžinių (išskyrus buvusios „Elnio“ fabriko teritorijos gręžinius) mėginiuose buvo atlikti 24 bendrosios cheminės sudėties tyrimai. Tirtuose mėginiuose BIMMS kito 268–1222 mg/l ribose (36–38 pav.), vidutiniškai gręžiniuose sudarė 444–880 mg/l (teritorijoje vid. 726 mg/l, ankstesniu (2009–2014 m.) laikotarpiu – vid. 701 mg/l) (23 lentelė). Nežymiai padidintos (BIMMS >1 g/l) mineralizacijos atvejai mėginiuose fiksuoti tik 2015 metais gr. 1701 ir 1702

23 lentelė. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. vidutinės koncentracijos

| Rodikliai                               | Laikotarpis            | RV [4],<br>DLK [3] | 1701          | 1702          | 2364          | 35849         | 35854         | 60138      | 60139      | Vid.**        |
|-----------------------------------------|------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|---------------|
| BIMMS,<br>mg/l                          | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 814<br>880    | 947<br>852    | 491<br>444    | 629<br>728    | 624<br>725    | -<br>1269  | -<br>1688  | 701<br>726    |
| PS,<br>mg O/l                           | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 2,19<br>2,60  | 1,85<br>1,85  | 12,3<br>13,1  | 6,30<br>3,56  | 13,6<br>18,4  | -<br>207   | -<br>253   | 7,25<br>7,90  |
| ChDS,<br>mg O/l                         | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 6,75<br>10,9  | 8,90<br>15,1  | 26,9<br>34,1  | -<br>11,8     | -<br>177      | -<br>283   | -<br>255   | 14,2<br>49,8  |
| Cl <sup>-</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | 500                | 180<br>378    | 295<br>165    | 76,1<br>31,3  | 4,20<br>21,5  | 3,20<br>10,9  | -<br>58,8  | -<br>99,2  | 112<br>121    |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | 1000               | 87,3<br>18,8  | 1,83<br>2,89  | 21,3<br>0,32  | 1,90<br>14,6  | 0<br>12,1     | -<br>196   | -<br>103   | 22,5<br>9,75  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 304<br>193    | 372<br>455    | 240<br>294    | 458<br>493    | 487<br>522    | -<br>660   | -<br>1028  | 372<br>391    |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 1                  | 0,00<br>0,000 | 0,00<br>0,000 | 0,00<br>0,018 | 0,00<br>0,000 | 0,00<br>0,093 | -<br>0,123 | -<br>0,098 | 0,00<br>0,022 |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 100                | 0,00<br>0,047 | 0,80<br>0,020 | 0,00<br>0,232 | 5,75<br>1,77  | 0,00<br>0,00  | -<br>0,165 | -<br>0,123 | 1,31<br>0,414 |
| Na <sup>+</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 59,3<br>87,5  | 80,1<br>99,4  | 37,0<br>17,2  | 3,90<br>61,4  | 1,70<br>6,06  | -<br>114   | -<br>146   | 36,4<br>54,3  |
| K <sup>+</sup> ,<br>mg/l                | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 22,5<br>11,2  | 2,42<br>2,79  | 3,17<br>3,85  | 4,40<br>2,30  | 2,50<br>5,30  | -<br>17,5  | -<br>27,1  | 6,99<br>5,09  |
| Ca <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 107<br>135    | 116<br>74,0   | 66,0<br>56,9  | 135<br>121    | 119<br>135    | -<br>170   | -<br>168   | 108<br>105    |
| Mg <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 48,8<br>52,6  | 73,4<br>50,5  | 20,3<br>19,5  | 15,7<br>12,8  | 7,00<br>23,2  | -<br>35,0  | -<br>54,6  | 33,1<br>31,7  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 12,86*             | 0,42<br>1,24  | 0,16<br>0,337 | 1,54<br>5,76  | 0,00<br>0,045 | 3,07<br>10,1  | -<br>8,36  | -<br>52,9  | 1,04<br>3,49  |

x – viršijama RV [4]; *Pastabos:*\* DLK [3] vertės pateiktos, kai gruntinis vanduo nenaudojamas gėrimo ir buities reikmėms, vertinimo kriterijus taikomas tik amoniui, jo DLK perskaičiuota iš amonio azoto (NH<sub>4</sub>-N) vertės (10 mg/l); RV [4] reikšmės pateiktos II-IV jautrumo taršai grupės teritorijai; \*\* vidutinė vertė pateikiama neįtraukiant gręžinių 60138 ir 60139 (buvusio „Elnio“ fabriko teritorija) tyrimo rezultatų.



36 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai)



37 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai)



38 pav. Gręžinių gruntinio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2015–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis)

vandenyje. Mažiausia vandens mineralizacija išliko gr. 2364. Kituose buvo didesnė, viršijo 700 mg/l. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu vidutinė BIMMS nežymiai išaugo gr. 1701, 35849 ir 35854 vandenyje.

Gręžinių gruntiniame vandenyje vyraujantys anijonai yra hidrokarbonatai. Jų koncentracija mėginių vandenyje buvo labai kaiti – 45,7–700 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose 193–522 mg/l (teritorijoje vid. 391 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 372 mg/l). Didžiausias hidrokarbonatų kiekis aptiktas gr. 35854, mažiausias – gr. 1701. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu vienintelio gr. 1701 vandenyje hidrokarbonatų koncentracija sumažėjo (vid. nuo 304 mg/l iki 193 mg/l, skirtumas 111 mg/l.). Gręžinio vandenyje įsivyravo chloridai.

Chloridų koncentracija gręžinių vandens mėginiuose buvo taip pat labai kaiti – 2,64–491 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose 10,9–378 mg/l (vid. 121 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 112 mg/l). Padidintos chloridų koncentracijos išliko gr. 1701 ir 1702 vandenyje, tačiau nei viena analizė RV neviršijo. Šių gręžinių vandenyje chloridų kiekis kito intensyviausiai. Gręžinio 1701 vandenyje vidutinė koncentracija lyginant su ankstesniu laikotarpiu išaugo nuo 180 mg/l iki 378 mg/l (skirtumas 198 mg/l), gr. 1702 sumažėjo vid. nuo 295 mg/l iki 165 mg/l (skirtumas 130 mg/l). Kitų gręžinių vandenyje vidutinė chloridų koncentracija buvo nedidelė, artima gamtiškai švariam vandeniui (10,9–31,3 mg/l).

Sulfatų kiekis gręžinių mėginių vandenyje kito 0,1–101 mg/l ribose, vidutiniškai gręžiniuose buvo nedidelės ir sudarė 0,32–18,8 mg/l (vid. 9,75 mg/l, ankstesniu laikotarpiu vid. 22,5 mg/l). Pastaruosius šešerius metus šių anijonų koncentracija gruntiniame vandenyje padidinta nebuvo. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu ryškiausi jų koncentracijos pokyčiai vyko gr. 1701 – vidutinis kiekis sumažėjo nuo 87,3 mg/l iki 18,8 mg/l (skirtumas 68,5 mg/l).

Pagrindinio katijono – kalcio jono gruntiniame vandenyje rasta 14–217 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose 56,9–135 mg/l (vid. 150 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 108 mg/l). Mažiausia jo koncentracija išliko gr. 2364. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu labiausiai kalcio kiekis kito gr. 1702 – vidutinė koncentracija sumažėjo nuo 116 mg/l iki 74 mg/l (skirtumas 42 mg/l).

Natris yra antras pagal gausumą katijonas gruntiniame vandenyje. Jo mėginiuose rasta 0,56–116 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose buvo 6,06–99,4 mg/l (vid. 54,3 mg/l, ankstesniu laikotarpiu 36,4 mg/l). Padidintos, apie vandens taršą bylojančios, natrio koncentracijos išliko gr. 1701 ir 1702 vandenyje. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu čia natrio kiekis dar labiau augo. Jo kiekis didėjo ir gr. 35849 vandenyje.

Magnio gręžinių gruntiniame vandenyje aptikta 3,72–85,4 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose – 12,8–52,6 mg/l (vid. 31,7 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 33,1 mg/l). Aukštesnėmis magnio koncentracijomis pasižymėjo gr. 1701 ir 1702 vanduo. Pastarojo gręžinio vandenyje magnio koncentracija per pastaruosius šešerius metus pakito labiausiai – sumažėjo vid. nuo 73,4 mg/l iki 50,5 mg/l (skirtumas 22,9 mg/l). Vidutinis magnio kiekis mažėjo ir gr. 2364, 35849 vandenyje, tačiau vidutinės koncentracijos pokytis labai nežymus (iki 3 mg/l). Kitų gręžinių (1701, 35854) vandenyje magnio daugėjo (skirtumas 3,81–16,2 mg/l).

Kalio katijono gręžinių gruntinio vandens mėginiuose rasta nedaug – 1,1–16 mg/l. Vidutinės koncentracijos gręžinių vandenyje buvo gan nedidelės ir sudarė 2,3–11,2 mg/l (vid. 5,09 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – 6,99 mg/l). Didžiausiu teritorijoje kalio kiekiu išsiskyrė gręžinio 1701 (vid. 11,1 mg/l) vanduo. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu jo kiekis šioje vietoje sumažėjo beveik dvigubai (vid. nuo 22,5 mg/l iki 11,2 mg/l). Kitų gręžinių vandenyje šio katijonų vidutinė koncentracija per pastaruosius šešerius metus kito skirtingai, tačiau pokyčiai ir pačios koncentracijos nežymūs. Tiriamoje teritorijoje vidutinis kalio kiekis vandenyje sumažėjęs.

Šiaulių miesto gruntinio vandens monitoringo gręžiniuose tarša organine medžiaga nėra paplitusi. Tarp nagrinėjamų gręžinių išimtis yra gr. 35854 (Zoknių teritorija), kuriame fiksuojama istorinė tarša naftos produktais, o tai yra tiesioginis organinės medžiagos šaltinis. PS rodiklis visų tirtų gręžinių vandenyje kito 1,15–24,2 mgO/l ribose (vid. 7,90 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 7,25 mgO/l). Vidutiniškai gręžiniuose jo vertės sudarė 1,85–18,4 mgO/l, padidintu kiekiu išsiskyrė minėtasis gr. 35854. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu PS rodiklis šio gręžinio vandenyje išaugo (vid. nuo 13,6 mgO/l iki 18,4 mgO/l, skirtumas 4,8 mgO/l). Kituose gręžiniuose PS rodiklio vertė kito nežymiai.

ChDS rodiklio vertė miesto gruntinio vandens gręžinių mėginiuose siekė iki 325 mgO/l, didžiausios koncentracijos fiksuotos jau minėtame gr. 35854 (vid. 177 mgO/l). Kitų gręžinių vandenyje šio rodiklio vertė buvo nedidelė – vid. 10,9–34,1 mgO/l. Tačiau lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu, visų gręžinių vandenyje šio vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekio rodiklio vertė, nors nežymiai, bet augo. Pastaraisiais metais gruntiniame vandenyje buvo juntamas intensyvesnis technogeninės apkrovos poveikis.

Tarp tirtų mineralinio azoto junginių (nitritų, nitratų, amonio), gręžinių vandenyje, skirtingai nei nustatyta šuliniuose, dominuoja amonis. Jo aptikta praktiškai visuose tirtuose mėginiuose, o koncentracija kito 0,018–25,7 mg/l ribose. Vertinimo kriterijus (DLK) viršijo tik gr. 35854 2015 metais aptikta koncentracija (beveik du kartus). Gręžiniuose vidutinis amonio

kiekis sudarė 0,337–10,1 mg/l (vid. 3,49 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – 1,04 mg/l). Padidintas jo kiekis vyravo gr. 35854, jame stebimas ir intensyviausias koncentracijos augimas (vid. nuo 3,07 mg/l iki 10,1 mg/l, skirtumas 7,02 mg/l). Šio gręžinio vandenyje stebima tarša naftos produktais. Žinoma, kad panašios amonio koncentracijos požeminiame vandenyje gali susidaryti taršos naftos produktais vietose dėl aktyvios mikroorganizmų, perdirbančių organinę medžiagą, biocheminės veiklos. Jiems žuvus, į vandenį patenka ir azoto turinčių junginių. Kitų gręžinių vandenyje amonio koncentracija taip pat augo, tačiau vidutinė koncentracija didėjo mažiau (skirtumas 0,04–4,21 mg/l). Nitratų ir nitritų gręžinių vandenyje rasta tik pavieniuose mėginiuose: nitritų – iki 0,28 mg/l, nitratų – iki 2 mg/l. Tai labai nedidelės koncentracijos ir ženklės taršos nesudaro.

Gręžinių (išskyrus Zoknių teritoriją) vandenyje, kaip ir šuliniuose, 2016 ir 2018 metais buvo tiriamas sunkiųjų metalų, bendrosios geležies ir SPAM kiekis. Gruntiniame vandenyje neleistinos taršos neaptikta. Tačiau vandenyje vyravo padidintos mangano (iki 2310 µg/l), bendrosios geležies (iki 92,1 mg/l) koncentracijos. Šių medžiagų kiekis gruntiniam vandeniui nėra ribojamas, tačiau lyginat su geriamojo vandens vertinimo kriterijais – juos stipriai viršija.

24 lentelė. Lengvųjų aromatinių, benzino ir dyzelino bei halogeninių angliavandenilių kiekis

| Gręžinio Nr. (kadastru) | Vandeningasis sluoksnis | Ėminio paėmimo data, laikas | Benzenas, µg/l | Toluenas, µg/l | Etil-Benzenas, µg/l | p- ir m- Ksilenai, µg/l | o- Ksilenas, µg/l | C <sup>6</sup> -C <sup>10</sup> suma, mg/l | C <sup>10</sup> -C <sup>28</sup> suma, mg/l | Chlordibrommetanas, µg/l | Chloroformas, µg/l | Bromdichlormetanas, µg/l | Bromoformas, µg/l | 1,2-Dichloretanas (DCA), µg/l | Trichloretanas (TCE), µg/l | Tetrachloretanas (PCE), µg/l |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Vertinimo kriterijus    |                         | RV [4]                      | 50             | 1000           | 300                 | 500                     | -                 | -                                          | -                                           | -                        | -                  | -                        | -                 | 400                           | 500                        | 100                          |
|                         |                         | RV [5]                      | -              | -              | -                   | -                       | -                 | 2                                          | -                                           | -                        | -                  | -                        | -                 | -                             | -                          | -                            |
|                         |                         | DLK [3]                     | 10             | -              | -                   | -                       | -                 | -                                          | -                                           | -                        | 200                | -                        | -                 | 30                            | -                          | -                            |
| 35849                   | grunt.                  | 2015-12-01                  | <2,0           | <2,0           | <2,0                | <2,0                    | <2,0              | <0,10                                      | <0,10                                       | <0,10                    | <0,10              | <0,10                    | <0,10             | <2,0                          | <0,10                      | <0,10                        |
| 35849                   | grunt.                  | 2017-12-06                  | <2,0           | <2,0           | <2,0                | <2,0                    | <2,0              | <0,10                                      | <0,10                                       | <0,1                     | <0,1               | <0,1                     | <0,1              | <2                            | <0,1                       | <0,1                         |
| 35849                   | grunt.                  | 2019-11-21                  | <2,0           | <2,0           | <2,0                | <2,0                    | <2,0              | <0,11                                      | <0,39                                       | <0,10                    | <0,10              | <0,10                    | <0,10             | <2,0                          | <0,10                      | <0,10                        |
| 35854                   | grunt.                  | 2015-12-01                  | 268            | <2,0           | 34                  | 32,2                    | 22,3              | 0,92                                       | 4,98                                        | -                        | <0,10              | <0,10                    | <0,10             | <2,0                          | <0,10                      | <0,10                        |
| 35854                   | grunt.                  | 2017-12-06                  | <2,0           | <2,0           | <2,0                | <2,0                    | <2,0              | <0,10                                      | 0,73                                        | <0,1                     | <0,1               | <0,1                     | <0,1              | <2                            | <0,1                       | <0,1                         |
| 35854                   | grunt.                  | 2019-11-21                  | 44,8           | <2,0           | 7,7                 | 21                      | 3,51              | 0,66                                       | 1,46                                        | <0,10                    | <0,10              | <0,10                    | <0,10             | <2,0                          | <0,10                      | <0,10                        |

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| x | – viršijama RV [4, 5];      |
| x | – viršijama DLK [3];        |
| x | – padidėjusi rodiklio vertė |

Pastabos : RV pateiktos II jautrumo taršai grupės teritorijai.

Zoknių teritorijos gręžiniuose 35849 ir 35854 kartą per du metus (2015, 2017 ir 2019 metais) buvo tiriamas lengvųjų aromatinių, benzino, dyzelino eilės bei halogeninių angliavandenilių kiekis. Taršos naftos produktais buvo aptinkama gr. 35854 mėginiuose (24 lentelė). Mėginiuose aptikta lengvųjų aromatinių, benzino (iki 0,92 mg/l) ir dyzelino (iki 4,98 mg/l) eilės angliavandenilių. Tarša, kuri šioje vietoje likusi dar nuo sovietmečio, gręžinyje

pasirodydavo epizodiškai. Gręžinių 35849 ir 25854 apylinkėse yra nustatyta ir daugiau senų užterštų naftos produktais teritorijų. Vienoje tokių teritorijų šiuo metu baigiami valymo darbai, kitoje – planuojama pradėti artimiausiais metais. Sutvarkytose teritorijose planuojama įrengti poveikio požeminiam vandeniui monitoringo tinklą. Atsižvelgiant į šias aplinkybes šiuo metu tęsti savivaldybės monitoringą gr. 35849 ir 25854 netikslinga.

Buvusio „Elnio“ fabriko monitoringo gręžinių 60138 ir 60139 gruntinio vandens kokybė buvo labai kaiti ir bloga (39–41 pav.). Šiuose gręžiniuose vyravo nestabili, padidinta vandens mineralizacija. BIMMS kito 551–4179 mg/l ribose, vidutiniškai gr. 60138 sudarė 1269 mg/l, gr. 60139 – 1688 mg/l. Didžiausia mineralizacija ir prasčiausia vandens kokybė nustatyta 2018 ir 2019 metais. Tais metais vandenyje nustatytos labai didelės chloridų (iki 347 mg/l), sulfatų (iki 757 mg/l), hidrokarbonatų iki 2699 mg/l koncentracijos. Jų kiekiai buvo ženkliai padidinti, tačiau RV neviršijo. Vandenyje natrio kiekis siekė iki 356 mg/l, kalio – 55,3 mg/l, kalcio – 313 mg/l, magnio – 97,6 mg/l. Nustatytas ir padidintas (labai didelis) vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis (PS – iki 748 mgO/l, ChDS – iki 912 mgO/l). Šių katijonų ir organinės medžiagos kiekis gėrimui nenaudojamame gruntiniame vandenyje nėra ribojamas, tačiau tokios didelės koncentracijos byloja apie stiprią vandens taršą. Gręžinių vandenyje nustatyta neleistina tarša amoniu. Jo kiekis gr. 60138 siekė iki 26,1 mg/l, gr. 60139 – iki 255 mg/l. Tokios koncentracijos DLK viršijo 2–20 kartų. Vandenyje vyravo padidintos chromo koncentracijos, kurios siekė iki 1400 µg/l ir RV viršijo iki 14 kartų. Stebėtina, kad tokia bloga gruntinio vandens kokybė gręžiniuose nustatyta tik 2018 ir 2019 metais. Tiek ankstesniais (2016, 2017 metais), tiek vėliau (2020 metais) gruntinio vandens kokybė šiose tyrimo vietose buvo ženkliai geresnė, bendroji cheminė sudėtis artima kitų miesto teritorijoje esančių monitoringo gręžinių vandeniui. Monitoringo gręžiniai įrengti naujai sutvarkytoje buvusio fabriko teritorijoje. Trumpalaikė tarša galėjo susidaryti suintensyvėjus gruntinio vandens nuotėkiui (pvz. dėl kritulių kiekio) iš teritorijos periferijų per šviežiai supiltą, pakankamai nesutankėjusį gruntą. Tikslesnes priežastis bus galima įvardinti turint ilgesnės stebėsenos rezultatus.

*Apibendrinimas.* 2015–2020 metų tyrimų rezultatai rodo, kad miesto monitoringo gręžiniuose, kaip ir šuliniuose, gruntinio vandens sudėtis kito gan individualiai, keitėsi ir taršos požymiai. Tačiau gręžinių vandenyje vyravo padidintos natrio ir chlorido koncentracijos (taršos židiniuose teršiančių medžiagų sąrašas ilgesnis), o per pastaruosius šešerius metus tarša šiomis medžiagomis visumoje intensyvėjo, išaugo ir amonio koncentracijos.

Tiek šulinių, tiek gręžinių gruntinio vandens kokybė pirmiausia atspindi artimiausiose teritorijose aplinkinėse vykdomos ūkinės veiklos poveikį gruntinio vandens kokybei, cheminei

sudėčiai. Einant laikui, tyrimo vietas gruntinio vandens srauto judėjimo kryptimi pasiekia ir tarša iš atokesnių teritorijų. Šią migraciją įtakoja eilė faktorių (geologinės-hidrogeologinės sąlygos, kritulių kiekis, komunikacijų ir statinių tankumas, pačios taršos intensyvumas ir pan.). Tad ilgalaikės gruntinio vandens kaitos tendencijos gali būti nulemtos ne tik lokaliajoje vietoje, bet ir didesnėje teritorijoje vykdomos ūkinės veiklos. Nors konkrečias pokyčių priežastis dažnai sunku įvardinti, tačiau ilgalaikiai stebėjimai pastoviai tinkle leidžia pamatyti vandens kokybės dinamiką, nulemtą platesnio masto priežasčių.

### ***Tarpmoreninių sluoksnių vanduo.***

Tarpmoreninių sluoksnių vandens kokybė tirta šešiuose gręžiniuose, du gręžiniai monitoringo, kiti – vandens gavybos. Tyrimai vykdyti kartą per du metus (2015, 2017 ir 2019 metais), bendroji cheminė sudėtis ištirta 19-je mėginių (papildomas tyrimas 2020 metais gr. 43328), 2015 metais ištirtas sunkiųjų metalų ir SPAM kiekis. Šių sluoksnių vandens cheminės sudėties tyrimų apibendrinti rezultatai pateikti 22 ir 25 lentelėje, cheminės sudėties kaitos grafikai – 35 ir 39–41 pav.

Tarpmoreninių sluoksnių vandenyje BIMMS kito dideliame 341–1067 mg/l intervale. Gręžiniuose ji taip pat buvo gan skirtinga – vid. 344–972 mg/l. Mažiausia vandens mineralizacija išliko gr. 2363 vandenyje ir monitoringo laikotarpiu ji buvo stabili. Didžiausia vandens mineralizacija nustatyta gr. 1700 (monitoringo) ir 17366 (gavybos). Šiuose gręžiniuose pavieniuose mėginiuose buvo aptinkama BIMMS, viršijanti 1 g/l. Pastaruoju monitoringo laikotarpiu gr. 1700 vandenyje vyravo mineralizacijos augimo tendencija (BIMMS padidėjo vid. nuo 817 mg/l (2009–2014 m. laikotarpiu) iki 972 mg/l (skirtumas 154 mg/l). Didesnė nei ankstesniu (2009–2014 m. laikotarpiu) monitoringo laikotarpiu vid. BIMMS nustatyta ir gr. 13571, 26565 ir 43328. Gręžinio 17366 vandenyje vid. mineralizacija sumažėjo nuo 1055 mg/l iki 950 mg/l (skirtumas 105 mg/l). Šio gręžinio vandenyje stebima didžiausia tarp gręžinių mineralizacijos mažėjimo tendencija.

Tarpmoreniniame vandeningajame sluoksnyje tarp pagrindinių anijonų dominuoja hidrokarbonatai. Jų gręžinių vandens mėginiuose aptikta 18,7–450 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose koncentracija sudarė 27,2–422 mg/l (vid. 308 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 307 mg/l). Mažiausia hidrokarbonatų koncentracija išsiskyrė gr. 1700 (27,2 mg/l) ir 2363 (vid. 176 mg/l) vanduo. Gręžinyje 1700 hidrokarbonatas nėra vyraujantis anijonas. Kitose tyrimo vietose šių anijonų kiekis sudarė vid. 392–422 mg/l. Lyginant su ankstesniu laikotarpiu hidrokarbonatų koncentracija visuose gręžiniuose išliko gan stabili.

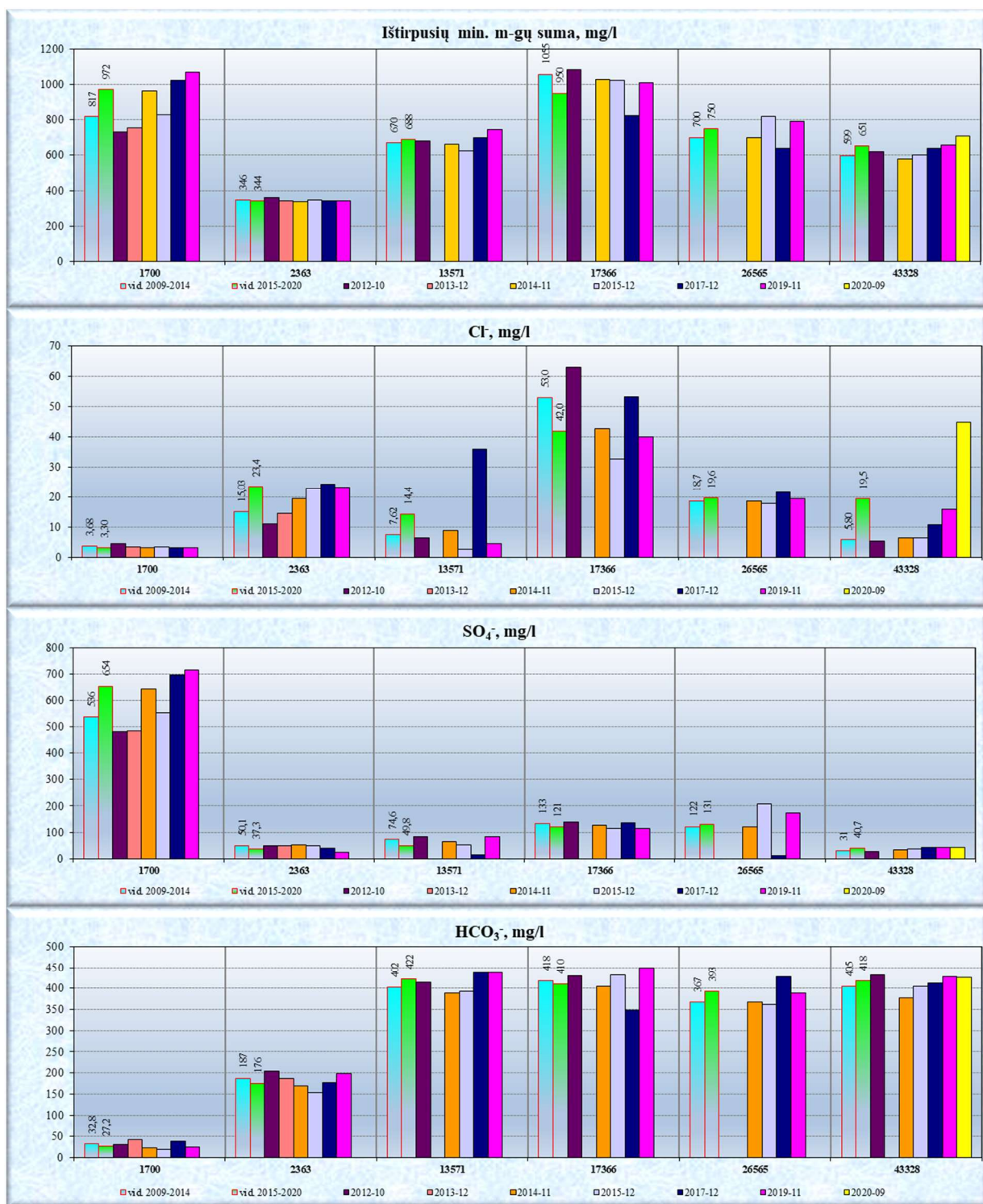
25 lentelė. Tarpmoreninių sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–20120 m. vidutinės koncentracijos

| Rodikliai                               | Laikotarpis            | RV [4],<br>DLK [3] | RRV,<br>SRV [7] | 1700         | 2363           | 13571          | 17366          | 26565          | 43328          | Vid.           |
|-----------------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| BIMMS,<br>mg/l                          | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 817<br>972   | 346<br>344     | 670<br>688     | 1055<br>950    | 700<br>750     | 599<br>651     | 698<br>726     |
| PI,<br>mg O/l                           | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 5,0             | 4,37<br>7,27 | 0,80<br>1,22   | 1,19<br>1,62   | 0,87<br>1,77   | 0,66<br>1,95   | 0,55<br>1,62   | 1,41<br>2,58   |
| ChDS,<br>mg O/l                         | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 9,25<br>24,0 | 4,40<br>7,84   | 19,5<br>10,1   | 4,89<br>6,76   | 4,89<br>7,45   | 11,7<br>12,6   | 9,10<br>11,5   |
| Cl <sup>-</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | 500                | 250             | 3,68<br>3,30 | 15,0<br>23,4   | 7,62<br>14,4   | 53,0<br>42,0   | 18,7<br>19,6   | 5,80<br>19,5   | 17,3<br>20,4   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | 1000               | 250             | 536<br>654   | 50,1<br>37,3   | 74,6<br>49,8   | 133<br>121     | 122<br>131     | 31<br>40,7     | 158<br>172     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 32,8<br>27,2 | 187<br>176     | 402<br>422     | 418<br>410     | 367<br>393     | 405<br>418     | 302<br>308     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 1                  | 0,5             | 0,00<br>0,00 | 0,00<br>0,00   | 0,00<br>0,067  | 0,00<br>0,00   | 0,00<br>0,00   | 0,00<br>0,123  | 0,00<br>0,032  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 100                | 50              | 0,00<br>0,00 | 1,03<br>0,053  | 2,29<br>0,367  | 170<br>114     | 0,340<br>1,82  | 1,55<br>0,073  | 29,2<br>19,4   |
| Na <sup>+</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | 200             | 100<br>103   | 47,6<br>46,6   | 113<br>127     | 77,8<br>69,8   | 24,2<br>33,9   | 16,7<br>18,3   | 63,2<br>66,5   |
| K <sup>+</sup> ,<br>mg/l                | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 7,69<br>7,74 | 5,34<br>4,79   | 3,90<br>4,36   | 2,16<br>2,20   | 8,08<br>7,58   | 3,29<br>12,0   | 5,08<br>6,45   |
| Ca <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 87,6<br>125  | 11,9<br>20,5   | 98,0<br>45,5   | 171<br>153     | 131<br>127     | 115<br>105     | 102<br>96,0    |
| Mg <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | –                  | –               | 46,0<br>48,9 | 27,4<br>30,6   | 36,5<br>24,3   | 31,7<br>37,6   | 28,2<br>34,8   | 20,7<br>36,5   | 31,7<br>35,4   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 12,86*             | 0,5             | 2,74<br>2,05 | 0,067<br>0,197 | 0,100<br>0,310 | 0,030<br>0,604 | 0,360<br>0,313 | 0,270<br>0,355 | 0,594<br>0,638 |

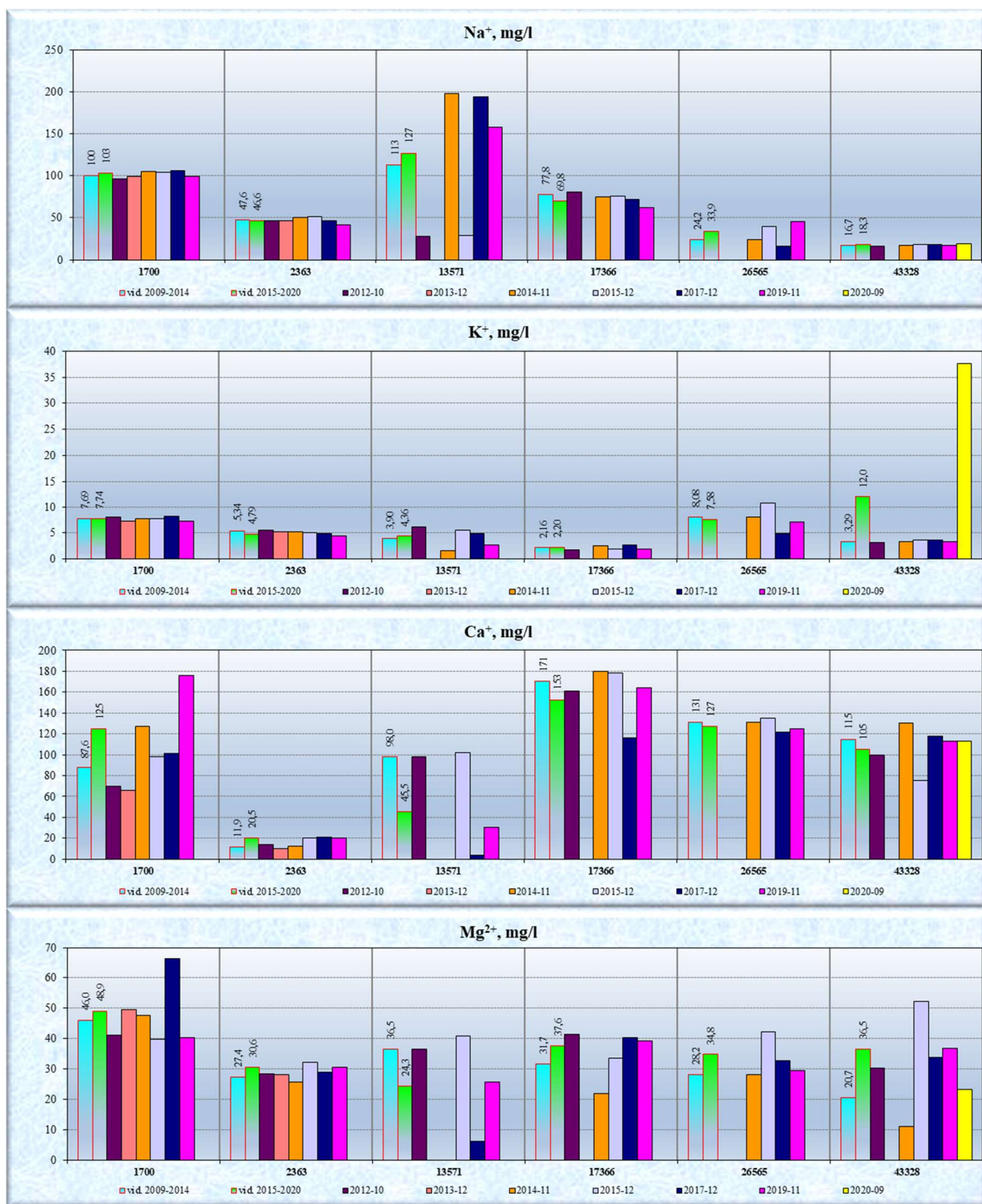
|   |                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------|
| x | – viršijama RV [4], RRV [7];                                            |
| x | – viršijama DLK [3], SRV [7];                                           |
| x | – atkreiptinas dėmesys.                                                 |
| x | – vandens gavybos gręžinys, vandens kokybė vertinama pagal SRV/RRV [7]. |

Pastabos: \* – DLK perskaičiuota iš amonio azoto (NH<sub>4</sub>-N) vertės (10 mg/l); DLK [3] vertės pateiktos, kai požeminis vanduo nenaudojamas gėrimo ir buitės reikmėms; RV [4] reikšmės pateiktos II-IV jautrumo taršai grupės teritorijai.

Sulfatų koncentracija gręžinių mėginiuose šešerių metų laikotarpiu taip pat kito dideliame intervale – 12,9–714 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose sudarė 37,3–654 mg/l (vid. teritorijoje – 172 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – vid. 158 mg/l). Labai didelė šių anijonų koncentracija išsiskyrė gr. 1700 vanduo (552–714 mg/l, vid. 654 mg/l), padidinta – gr. 17366 (vid. 121 mg/l) ir 26565 (vid. 131 mg/l). Pastaraisiais metais gręžinyje 1700 vyravo šio anijono kiekio augimo tendencija, lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu vidutinė koncentracija išaugo nuo 536 mg/l iki 654 mg/l (skirtumas 118 mg/l). Gręžinys 1700 pagal paskirtį yra monitoringo, tad aptiktos sulfatų koncentracijos RV nesiekė. Geriamajame vandenyje toks sulfatų kiekis SRV viršytų 2,2–2,9 karto. Sulfatų kiekis didėjo ir gr. 26565 bei 43328, tačiau pokytis nebuvo didelis.



39 pav. Grėžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai)



40 pav. Grėžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai)



41 pav. Grėžinių tarpmoreninių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis)

Kituose gręžiniuose vidutinė sulfatų koncentracija mažėjo, intensyviausia gr. 13571 (vid. nuo 74,6 mg/l iki 49,8 mg/l, skirtumas 25 mg/l).

Chloridų tarpmoreninio sluoksnių požeminio vandens mėginiuose rasta 2,67–53,3 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose sudarė 3,3–42,0 mg/l (vid. 20,4 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 17,3 mg/l). Aukštesne šių anijonų koncentracija pasižymėjo gr. 17366, tačiau jos nebuvo ženkliai padidintos, o pastaraisiais metais kiekis sumažėjęs. Mažu ir labai stabiliu chloridų kiekiu išsiskyrė gr. 1700 vanduo (vid. 3,3 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 3,68 mg/l). Kituose tyrimo vietose stebimas vidutinio chloridų kiekio augimas, o gr. 43328 ir 2363 šios koncentracijos augo nuosekliai.

Vieno iš pagrindinių katijonų – kalcio, kiekis tarpmoreninio sluoksnio požeminio vandens gręžinių mėginiuose kito 4,14–178 mg/l ribose. Gręžiniuose vidutinė koncentracija taip pat buvo labai skirtinga – 20,5–153 mg/l. Mažiausia koncentracija stebima gr. 2363 (vid. 20,5 mg/l) ir 13571 (vid. 45,5 mg/l) vandenys. Čia kalcis nėra vyraujantis katijonas. Gręžinio 13571 vandenyje lyginant su ankstesniu laikotarpiu jo ženkliai sumažėjusi (nuo 98 mg/l iki 46 mg/l). Kituose teritorijos gręžiniuose kalcio vidutinis kiekis kelis kartus didesnis (vid. 105–153 mg/l), o lyginant su ankstesniu laikotarpiu – nežymiai mažėjo. Kalcio kiekio ryški augimo tendencija vyravo tik gr. 1700 – vid. kiekis padidėjo nuo 87,6 mg/l iki 125 mg/l.

Natrio jonų požeminio vandens mėginiuose aptikta 16,5–194 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose – 18,3–127 mg/l (vid. 66,5 mg/l, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – vid. 63,2 mg/l). Padidintomis šio anijono koncentracijomis išsiskyrė gręžinių 13571 ir 1700 vanduo, čia vidutinis natrio kiekis siekė 127 mg/l ir 103 mg/l. Gręžiniuose aptiktos koncentracijos taikomų vertinimo kriterijų neviršijo. Lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu gr. 1700 vandenyje natrio kiekis išliko stabilus. Gręžinio 13571 vandenyje šio anijono koncentracija buvo gan kaiti, vyravo augimo tendencija. Mažiausias ir labai stabilus šio anijono kiekis vyravo gr. 43328 (vid. 18,3 mg/l), kiek didesnis, bet taip pat stabilus jo kiekis buvo ir gr. 2363 (vid. 46,6 mg/l). Gręžinio 17366 vandenyje vyravo natrio kiekio mažėjimo (vid. nuo 77,8 mg/l iki 69,8 mg/l), o gr. 16565 – augimo (vid. nuo 24,2 mg/l iki 33,9 mg/l) tendencijos.

Magnio tarpmoreninio požeminio vandens mėginiuose rasta 6,28–66,6 mg/l, vidutiniškai gręžiniuose – 24,3–49 mg/l (vid. 35,4, ankstesniu monitoringo laikotarpiu – vid. 31,7 mg/l). Didžiausias tarp tirtų gręžinių ir nežymiai padidintas lyginant su įprastinėmis foninėmis koncentracijomis, magnio kiekis laikėsi gr. 1700 (vid. 48,9 mg/l). Perpus mažiau magnio buvo aptinkama gr. 2363 vandenyje (vid. 24,3 mg/l). Visuose gręžiniuose šio katijono kiekis buvo gan kaitus, o lyginant su ankstesniais metais – koncentracijos didesnės. Mažesnis vidutinis magnio

kiekis nustatytas tik gr. 13571 vandenyje (vid. koncentracija sumažėjo nuo 36,5 mg/l iki 24,3 mg/l).

Kalio kiekis gręžinių požeminiame vandenyje praktiškai visuose gręžiniuose išliko nedidelis ir stabilus. Jo kiekis mėginiuose kito 1,88–10,7 mg/l ribose ir tik 2020 metais gr. 43328 šoktelėjo iki 37,6 mg/l. Vidutiniškai gręžiniuose sudarė 2,2–7,74 mg/l, gr. 43328 – 12 mg/l. Mažiausias kalio kiekis vyravo gr. 17366 vandenyje (vid. 2,2 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 2,16 mg/l), didžiausias – gr. 1700 (vid. 7,74 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 7,69 mg/l).

Tarp tirtų mineralinio azoto junginių, nestabiliausio, apie šviežią taršą bylojančio, nitritų jono vandenyje aptikta tik 2015 metais dvejuose mėginiuose – gr. 13571 ir 43328, atitinkamai 0,2 mg/l ir 0,49 mg/l. Aptikto koncentracijos SRV neviršijo, o vėlesnių tyrimų metu amonio gręžinių vandenyje neaptikta. Amonio jono aptikta daugumoje mėginių (neaptikta tik 4 iš 19 tirtų mėginių), o koncentracijos siekė iki 3,05 mg/l. Buvo viršijamos tik geriamam vandeniui nustatytos SRV (iki 3,6 kartų) pavieniuose gr. 13571, 17366 ir 26565 mėginiuose. Šių junginių vidutinės koncentracijos gręžinių vandenyje kito 0,197–2,05 mg/l ribose (vid. 0,638 mg/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 0,594 mg/l). Didžiausia amonio koncentracija išsiskyrė gr. 1700 vanduo, o lyginant su ankstesniu laikotarpiu jo kiekis sumažėjo (vid. nuo 2,74 mg/l iki 2,05 mg/l). Ženklesnis koncentracijos padidėjimas stebimas gr. 17366 vandenyje (vid. nuo 0,03 mg/l iki 0,0604 mg/l). Kitose tyrimo vietose vidutinė amonio koncentracija kito labai nežymiai.

Tarpmoreninis vandeningasis sluoksnis visumoje nepasižymi intensyvia tarša azoto junginiais, tačiau probleminiu rodikliu išliko nitratų kiekis gr. 17366. Šioje vietoje eilę metų stebima padidinta, vertinimo kriterijus geriamajam vandeniui viršijanti, šių teršalų koncentracija. 2015–2020 metų laikotarpiu nitratų kiekis gręžinio 17366 vandenyje siekė 52,7–173 mg/l (vid. 114 mg/l) ir RRV viršijo 1–3,5 karto (vid. 2,3 karto). Ankstesniu monitoringo laikotarpiu nitratų buvo randama dar daugiau – vid. 170 mg/l (RRV viršijo vid. 3,4 karto). Tarpmoreninio sluoksnio tarša nitratais šioje vietoje siejama su užteršto gruntinio vandens pritekėjimu į sluoksnį. Artimiausiose apylinkėse stebimo šulinio 30s vandenyje buvo fiksuojama intensyvi tarša nitratais, kuri nuo 2010 metų palaipsniui mažėja. Nitratų koncentracijos mažėjimo tendencija vyrauja ir gr. 17366 vandenyje. Tačiau šioje vietoje taršos intensyvumas buvo mažesnis lyginant su gruntinio vandens, o koncentracijos mažėjimas prasidėjo vėliau – 2015 metais ir jis nėra nuoseklus. Gręžinys 17366 yra vandens gavybos, tad jo cheminę sudėtį gali ytakoti ir eksploatacijos apimtys. Kituose tarpmoreninio sluoksnio monitoringo gręžiniuose nitratų kiekis buvo nežymus (vid. iki 1,82 mg/l), o lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu, vidutinis

kiekis nežymiai išaugo tik gr. 26565 vandenyje (nuo vid. 0,34 mg/l iki vid. 1,82 mg/l). Tokie pokyčiai reikšmingos įtakos požeminio vandens kokybei neturi.

Vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis tarpmoreninio požeminio vandens mėginiuose visumoje nebuvo didelis. PS rodiklis mėginiuose kito 0,74–13,1 mgO/l ribose, vidutiniškai gręžiniuose sudarė 1,22–7,27 mgO/l (vid. 2,58 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 1,41 mgO/l). ChDS rodiklis mėginiuose siekė <4,64–43,2 mgO/l, vidutiniškai gręžiniuose sudarė 6,76–24 mgO/l (vid. 11,5 mgO/l, ankstesniu laikotarpiu – vid. 9,1 mgO/l). Didesniu vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekiu išsiskyrė gr. 1700, o paskutiniaisiais monitoringo metais ChDS išaugo ir gr. 43328 vandenyje. Lyginant su ankstesniu laikotarpiu, praktiškai visuose gręžiniuose vyravo šių medžiagų kiekio nežymaus augimo tendencija.

2015 metais atliktų tyrimų duomenimis, tarpmoreninio sluoksnio požeminiame vandenyje taršos sunkiaisiais metalai nenustatyta. Vandens gavybos gręžiniuose mangano rasta iki 47 µg/l, monitoringo – iki 260 µg/l. Tokios koncentracijos šiems gręžiniams taikomų vertinimo kriterijų neviršijo. Gręžinių požeminiame vandenyje vyravo padidintas geležies kiekis – 0,12–2,41 mg/l. Gręžiniuose 13571 ir 43328 jos kiekis siekė SRV, taikomą geriamam vandeniui, viršijo 5,7–12 kartų. Geležis požeminiame gilesnių sluoksnių vandenyje paprastai būna gamtinės kilmės. Ji nėra toksiška aplinkai, o padidinta koncentracija lengvai pašalinama vandens gerinimo įrenginiuose. Su tiesiogine paviršine tarša sietinų junginių – SPAM – tiriamų gręžinių požeminiame vandenyje neaptikta.

*Apibendrinimas.* Vertinant 2015–2020 metų laikotarpio tarpmoreninio sluoksnio požeminio vandens kokybę, matome kad, cheminės sudėties pokyčiai vyko visuose gręžiniuose, jų intensyvumas ir tendencijos gan skirtingi. Prasčiausia vandens kokybė buvo ir didžiausi pokyčiai vyko gr. 1700 vandenyje. Šioje vietoje nustatyta padidinta vandens mineralizacija, natrio, magnio, vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis, labai didelė sulfatų koncentracija. Daugumos šių medžiagų kiekis, lyginant su ankstesniu monitoringo laikotarpiu dar labiau išaugo. Gręžinio 17366 vandenyje, nors koncentracija ir mažėjo, išliko padidintas chloridų, sulfatų, natrio, kiekis, intensyvi, mažėjanti tarša nitratais, bet išaugęs amonio kiekis. Gręžinio 26565 vanduo išsiskyrė padidinta ir augančia sulfatų, gr. 13571 – natrio, o gr. 43358 – kalio – koncentracija. Gręžinio 2363 vanduo pasižymėjo kelis kartus mažesne ir stabilesne nei kitų gręžinių vandens mineralizacija, tačiau vanduo buvo savito natrio-magnio-kalcio hidrokarbonatinio tipo, su palaipsniui augančia chloridų koncentracija. Tokie tyrimo rezultatai rodo, kad nors metiniai cheminės sudėties pokyčiai gręžiniuose nežymūs, tačiau vertinant

ilgalaikes tendencijas stebimas technogeninės teritorijos apkrovos bei gruntinio vandens taršos poveikis tarpmoreninių sluoksnių požeminio vandens kokybei.

### ***Viršutinio permo sluoksnių vanduo.***

Viršutinio permo sluoksnių vandens kokybė tirta keturiuose gręžiniuose, vienas gręžinys (21265) monitoringo, kiti – vandens gavybos. Tyrimai vykdyti kartą per du metus (2015, 2017 ir 2019 metais), bendroji cheminė sudėtis ištirta 11-je mėginių. Visuose gręžiniuose matavimai atlikti po tris kartus, tik gr. 21265 – du kartus. 2015 metais, kaip ir tarpmoreniniame vandeningajame sluoksnyje, ištirtas sunkiųjų metalų ir SPAM kiekis. Gręžinių vandens cheminės sudėties tyrimų apibendrinti rezultatai pateikti 22 ir 26 lentelėje, cheminės sudėties kaitos grafikai – 42–44 pav. Ankstesniu – 2009–2014 metų laikotarpiu (tyrimai atlikti 2020, 2013 ir 2014 metais), šių gręžinių cheminė sudėtis tirta tik po 1–2 kartus, todėl šio laikotarpio vidutinės koncentracijos pateikiamos tik palyginimui (26 lentelė).

2015–2020 metų laikotarpiu viršutinio permo sluoksnių požeminio vandens mėginiuose BIMMS kito dideliame 201–626 mg/l intervale. Didelį kaitos intervalą lėmė skirtinga vandens cheminė sudėtis atskiruose gręžiniuose. Mažiausia vandens mineralizacija išsiskyrė gr. 21265 vanduo (vid. 216 mg/l), kituose gręžiniuose BIMMS kito 429–619 mg/l ribose. Nei viename mėginyje vandens mineralizacija nebuvo padidinta, BIMMS neviršijo 1 g/l. Gręžiniuose vandens mineralizacijos pokyčiai nežymūs, gr. 26596 stebima palaipsniška lėta mineralizacijos augimo tendencija.

Pagrindinių anijonų – hidrokarbonatų, kiekis tirtų mėginių vandenyje kito 107–378 mg/l ribose, vidutiniškai gręžiniuose – 112–376 mg/l (vid. 277 mg/l). Mažiausia šių medžiagų koncentracija išliko gr. 21265 vandenyje, kituose koncentracija buvo kelis kartus didesnė ir siekė 301–376 mg/l. Per pastaruosius šešerius metus stebima nežymi hidrokarbonatų kiekio augimo tendencija gr. 26596 vandenyje. Kitų gręžinių vandenyje jų kiekis nežymiai svyravo, tačiau kaitos tendencijų neišryškėjo. Nedidelis vandenyje vyravo ir sulfatų kiekis. Mėginiuose jų aptikta 0,15–49,1 mg/l. Maža jų koncentracija vyravo gręžiniuose 21265 (vid. 1,39 mg/l) ir 26596 (vid. 2,57 mg/l), didesnė, tačiau nepadidinta gręžiniuose 3255 (vid. 30,1 mg/l) ir 20699 (vid. 48,2 mg/l). Chloridų kiekis permo sluoksnių požeminiame vandenyje taip pat buvo nedidelis mėginiuose kito 2,86–30,7 mg/l ribose. Didesnė šių anijonų koncentracija išsiskyrė gr. 20699, čia vidutinis jų kiekis siekė 25,8 mg/l, vyravo koncentracijos augimo tendencija. Kitų gręžinių požeminiame vandenyje chloridų koncentracija vidutiniškai sudarė 2,96–10,8 mg/l ir kito chaotiškai.

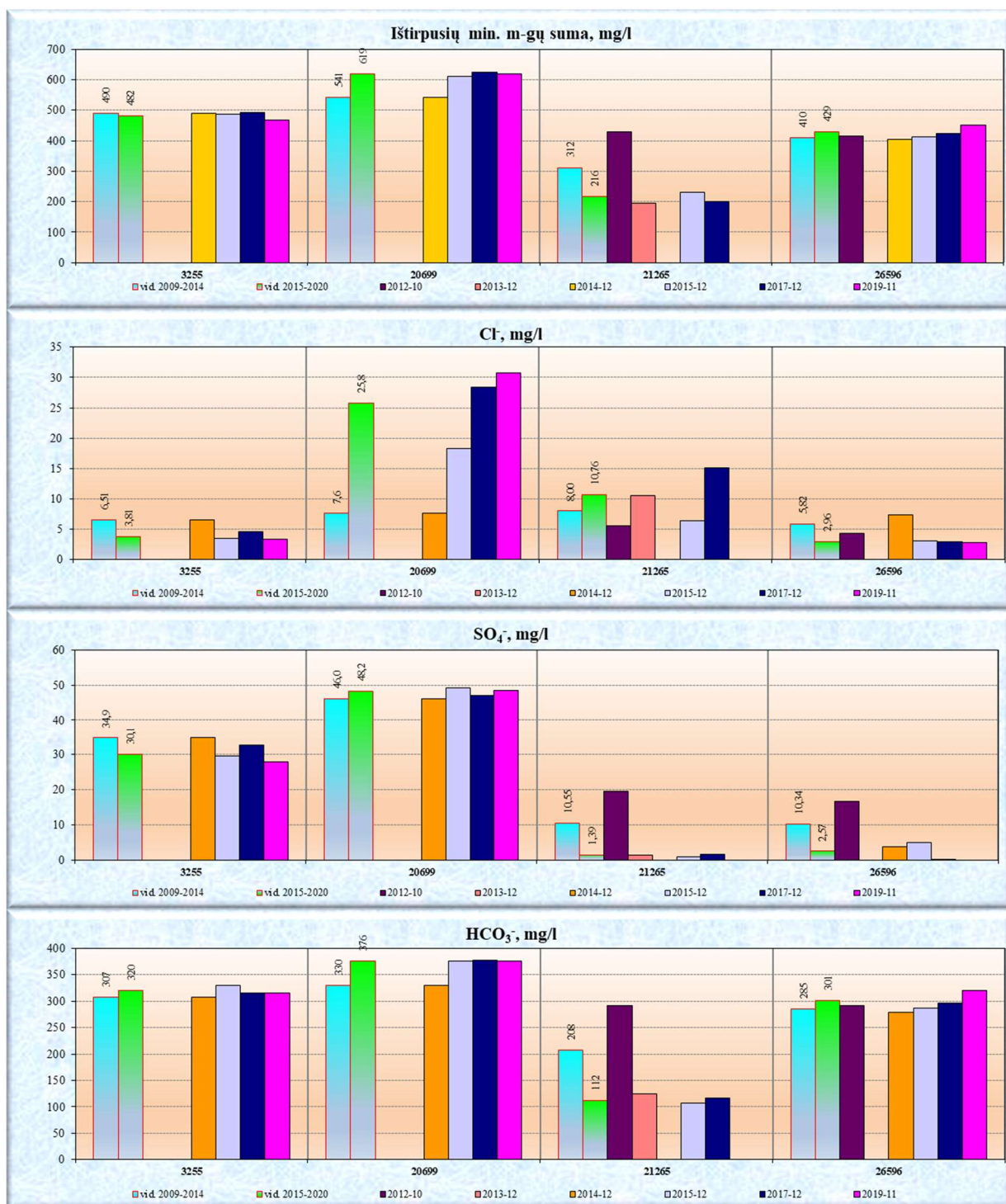
26 lentelė. Permo sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių 2009–2014 m. ir 2015–2020 m. vidutinės koncentracijos

| Rodikliai                               | Laikotarpis            | RV [4],<br>DLK [3] | RRV,<br>SRV [7] | 3255           | 20699         | 21265         | 26596          | Vid.                         |
|-----------------------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|------------------------------|
| BIMMS,<br>mg/l                          | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 490<br>482     | 541<br>619    | 312<br>216    | 410<br>429     | <b>438</b><br><b>437</b>     |
| PS,<br>mg O/l                           | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | 5,0             | 0,86<br>1,57   | 1,26<br>1,99  | 1,30<br>1,76  | 3,26<br>1,70   | <b>1,67</b><br><b>1,75</b>   |
| ChDS,<br>mg O/l                         | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 15,70<br>5,83  | 16,3<br>12,5  | -<br>5,29     | 25,4<br>8,0    | <b>19,1</b><br><b>7,90</b>   |
| Cl <sup>-</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | 500                | 250             | 6,51<br>3,81   | 7,6<br>25,8   | 8,00<br>10,76 | 5,82<br>2,96   | <b>6,98</b><br><b>10,8</b>   |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | 1000               | 250             | 34,9<br>30,1   | 46,0<br>48,2  | 10,6<br>1,39  | 10,3<br>2,57   | <b>25,4</b><br><b>20,6</b>   |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 307<br>320     | 330<br>376    | 208<br>112    | 285<br>301     | <b>282</b><br><b>277</b>     |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 1                  | 0,5             | 0,00<br>0,157  | 0,00<br>0,00  | 1,38<br>0,00  | 0,00<br>0,050  | <b>0,345</b><br><b>0,052</b> |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 100                | 50              | 0,120<br>0,033 | 0,00<br>0,087 | 3,01<br>0,00  | 0,00<br>0,077  | <b>0,783</b><br><b>0,049</b> |
| Na <sup>+</sup> ,<br>mg/l               | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | 200             | 41,9<br>42,3   | 40,2<br>42,6  | 35,7<br>33,5  | 27,3<br>56,7   | <b>36,3</b><br><b>43,8</b>   |
| K <sup>+</sup> ,<br>mg/l                | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 3,67<br>3,15   | 3,15<br>2,91  | 6,25<br>9,13  | 4,98<br>2,33   | <b>4,51</b><br><b>4,38</b>   |
| Ca <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 76,7<br>61,3   | 91,1<br>86,5  | 22,7<br>16,5  | 58,6<br>42,6   | <b>62,3</b><br><b>51,7</b>   |
| Mg <sup>2+</sup> ,<br>mg/l              | 2009-2014<br>2015-2020 | —                  | —               | 18,4<br>20,8   | 22,1<br>35,6  | 15,5<br>17,5  | 17,9<br>21,4   | <b>18,5</b><br><b>23,8</b>   |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ,<br>mg/l  | 2009-2014<br>2015-2020 | 12,86*             | 0,5             | 1,12<br>0,527  | 1,06<br>0,470 | 0,00<br>0,495 | 0,615<br>0,504 | <b>0,699</b><br><b>0,499</b> |

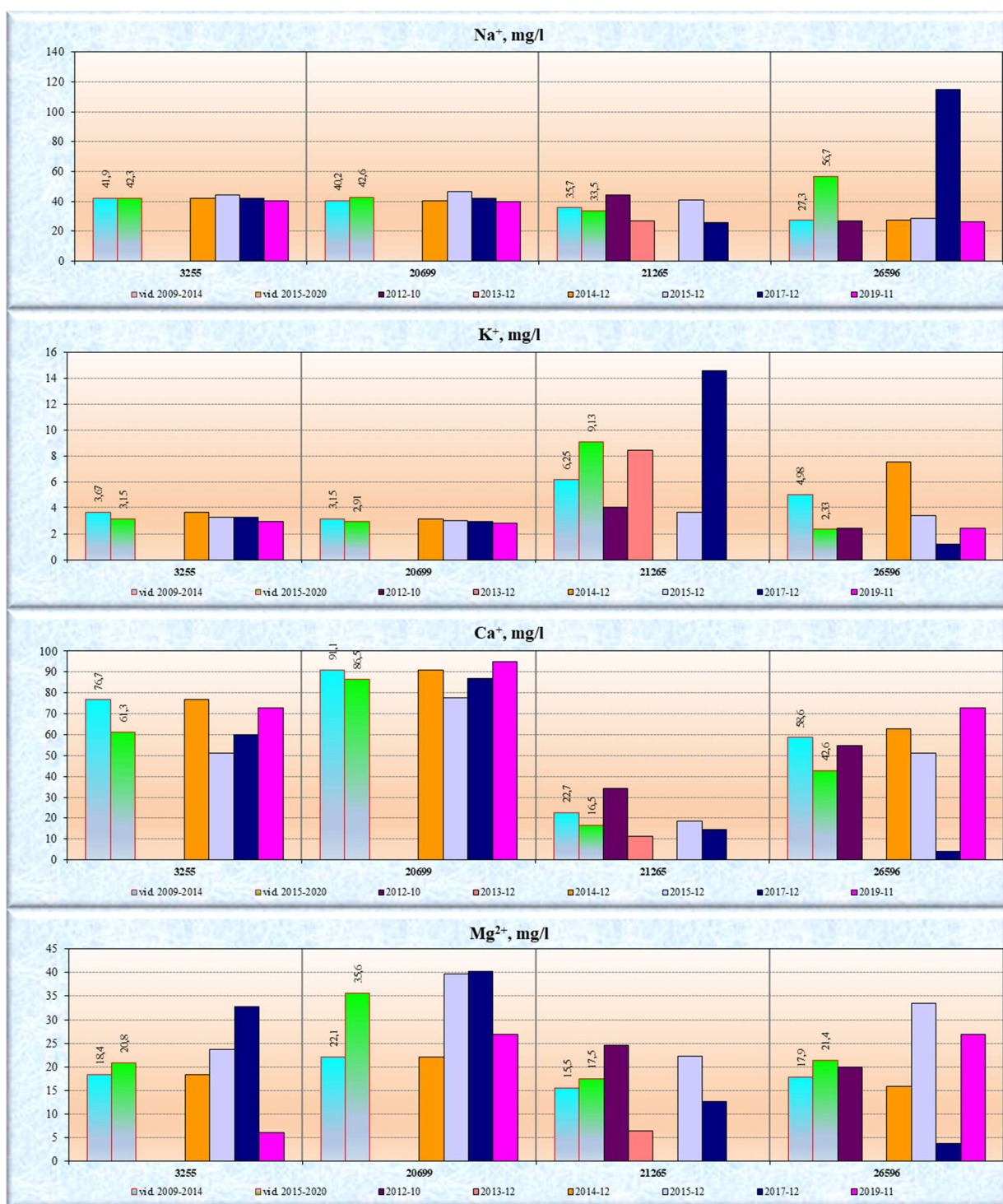
|   |                                                                         |
|---|-------------------------------------------------------------------------|
| x | – viršijama RV [4], RRV [7];                                            |
| x | – viršijama DLK [3], SRV [7];                                           |
| x | – atkreiptinas dėmesys.                                                 |
| x | – vandens gavybos gręžinys, vandens kokybė vertinama pagal SRV/RRV [7]. |

Pastabos: \* – DLK perskaičiuota iš amonio azoto (NH<sub>4</sub>-N) vertės (10 mg/l); DLK [3] vertės pateiktos, kai požeminis vanduo nenaudojamas gėrimo ir buities reikmėms; RV [4] reikšmės pateiktos II-IV jautrumo taršai grupės teritorijai.

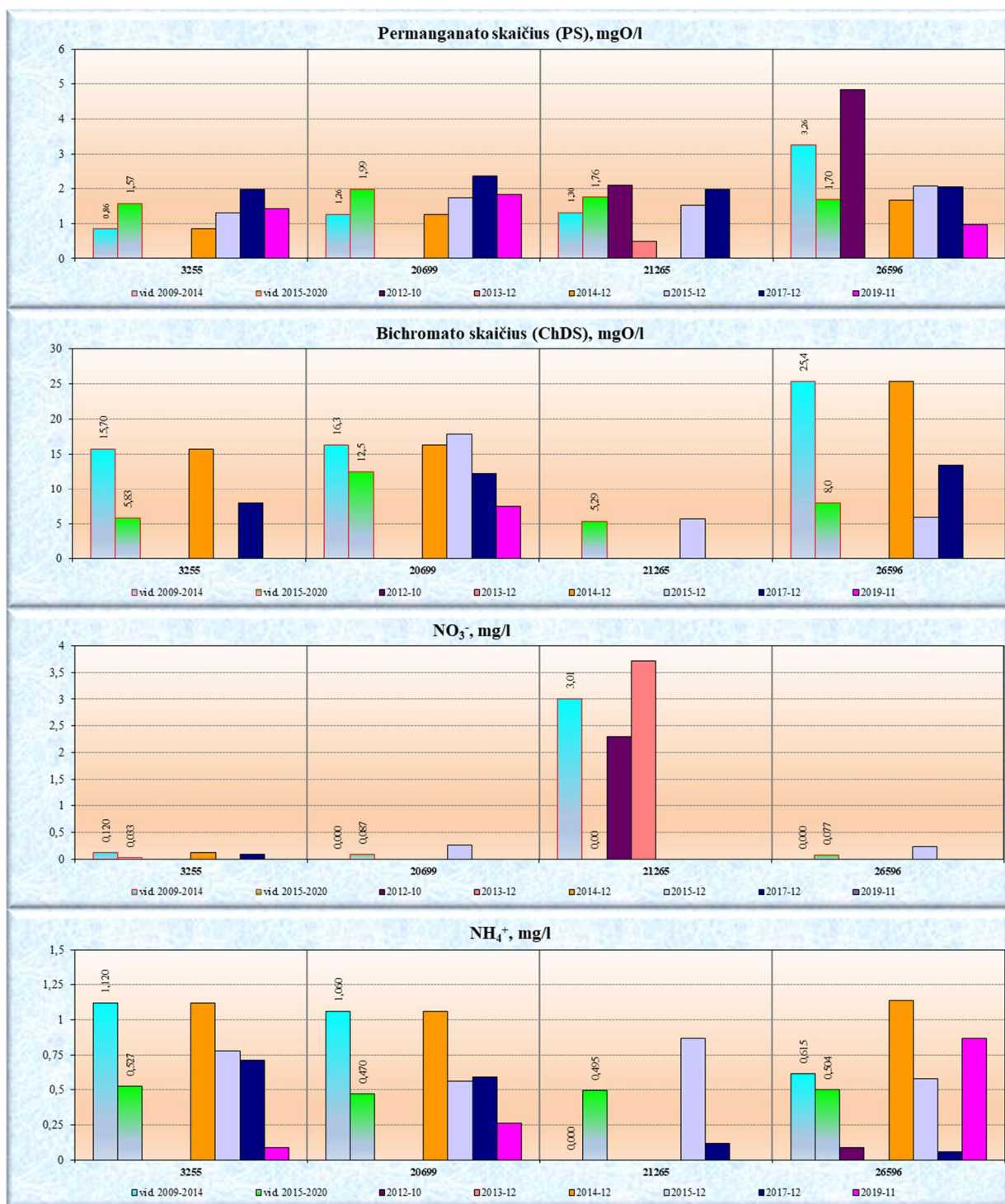
Vyraujančių katijonų – kalcio, kiekis permo sluoksnio gręžinių požeminio vandens mėginiuose buvo kaitus – 4,14–94,9 mg/l. Vidutiniškai gręžiniuose sudarė 16,5–86,5 mg/l. Mažiausiu kalcio kiekiu išsiskyrė gr. 21265 vanduo, čia vyraujantis jonas – natrio (vid. 33,5 mg/l). Kituose gręžiniuose kalcio randama kelis kartus daugiau – 42,6–86,5 mg/l. Monitoringo laikotarpiu jo kiekis svyravo, tačiau kaitos tendencijų neišsyrškėjo. Natrio koncentracija vandens mėginiuose, palyginus su kitais junginiais, kito mažame intervale – 25,9–46,3 mg/l, padidinta nebuvo. Išimtis 2017 metų gr. 26596, kai jo aptikta 115 mg/l. Vėlesnių tyrimų metu natrio kiekis gręžinyje buvo artimas vidutiniam daugiamečiam ir nesiekė 30 mg/l. Gręžiniuose natrio vidutinė 2015–2020 metų koncentracija sudarė 33,5–42,6 mg/l, tik gr. 26596 nustatyta kiek aukštesnė – 56,7 mg/l. Magnio kiekis mėginiuose kito 3,77–40,2 mg/l ribose, vidutiniškai gręžiniuose sudarė



42 pav. Grėžinių viršutinio permo požeminio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (BIMMS, pagrindiniai anijonai)



43 pav. Grėžinių viršutinio permo požeminio vandens cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (pagrindiniai anijonai)



44 pav. Gręžinių viršutinio permo požeminio cheminės sudėties pokyčiai 2012–2020 m. ir vidutinės koncentracijos (organinės medžiagos rodikliai, mineralinio azoto kiekis)

17,5–35,6 mg/l. Kalio koncentracija kito 1,18–14,6 mg/l ribose, vidutiniškai gręžiniuose sudarė 2,33–9,13 mg/l. Šių katijonų koncentracijos gręžinių vandenyje buvo nedidelės, kaitos tendencijų neišryškėjo.

Permo sluoksnio požeminio vandens mėginiuose taršos nitritais ir nitratais nenustatyta. Nitritų kiekis pavieniuose mėginiuose siekė iki 0,15 mg/l, nitratų – 0,26 mg/l. Tokios koncentracijos nedidelės, vertinimo kriterijų nesiekė. Amonio rasta visuose mėginiuose, o jo kiekis kito 0,061–0,87 mg/l. Tokios koncentracijos viršijo SRV, taikomą geriamam vandeniui, iki 1,7 kartų. Gręžiniuose vidutinė amonio koncentracija sudarė 0,47–0,527 mg/l. Per pastaruosius šešerius metus aptiktos koncentracijos nebuvo didesnė, nei gręžiniuose rasta iki šiol. Gilesniuose požeminio vandens sluoksniuose randamos nedidelės amonio koncentracijos yra gamtinės kilmės ir su paviršine tarša nesiejamos.

Permo sluoksnio požeminiam vandenyje vyraavo nedidelis vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekis. PS rodiklis kito 0,98–2,36 mgO/l ribose (vid. gręžiniuose 1,57–1,99 mgO/l) ir nei viename mėginyje neviršijo geriamam vandeniui taikomos SRV. Gręžiniuose 3255 ir 20699 2014–2017 metais buvo stebimas nežymus PS rodiklio augimas, 2019 metais – šis rodiklis sumažėjo. ChDS rodiklis taip pat nebuvo padidintas, siekė <4,64–17,8 mgO/l (vid. gręžiniuose – 5,29–12,5 mgO/l).

2015 metais gręžinių požeminiame vandenyje buvo tiriamas bendrosios geležies, mikroelementų ir SPAM kiekis. Bendrosios geležies koncentracija kito 0,046–2,22 mg/l ribose, padidinta aptikta gr. 21265 (monitoringo gręžinys) ir 20699 vandenyje. Vandens gavybos gr. 20699 vandenyje jos kiekis SRV viršijo 11,1 karto. Šio gręžinio vandenyje SRV viršijo ir mangano koncentracija 93 µg/l (1,9 karto). Kitų gręžinių vandenyje mangano kiekis rastas mažesnis 23–34 µg/l ir vertinimo kriterijų, taikomų tiek gėrimui naudojamam, tiek nenaudojamam vandeniui, neviršijo. Praktiškai visų tirtų sunkiųjų metalų ir SPAM koncentracijos buvo mažesnės už metodo nustatymo ribas.

*Apibendrinimas.* 2015–2020 metų laikotarpi atliktų požeminio vandens monitoringo tyrimų rezultatai rodo, kad viršutinio permo vandeningojo sluoksnio vandens cheminė sudėtis kito nežymiai, svyravo atskirų junginių koncentracijos, vandens kokybė išliko gera, ženklesnės taršos požymių nepastebėta.

*Požeminio vandens cheminė sudėtis įvairiuose vandeninguose sluoksniuose.* 2015–2020 metų laikotarpiu Šiaulių miesto poveikio požeminiam vandeniui monitoringo metu trijose tyrimo taškų (šulinių ir gręžinių) grupėse buvo stebimas skirtingų sluoksnių požeminio vandens lygis ir

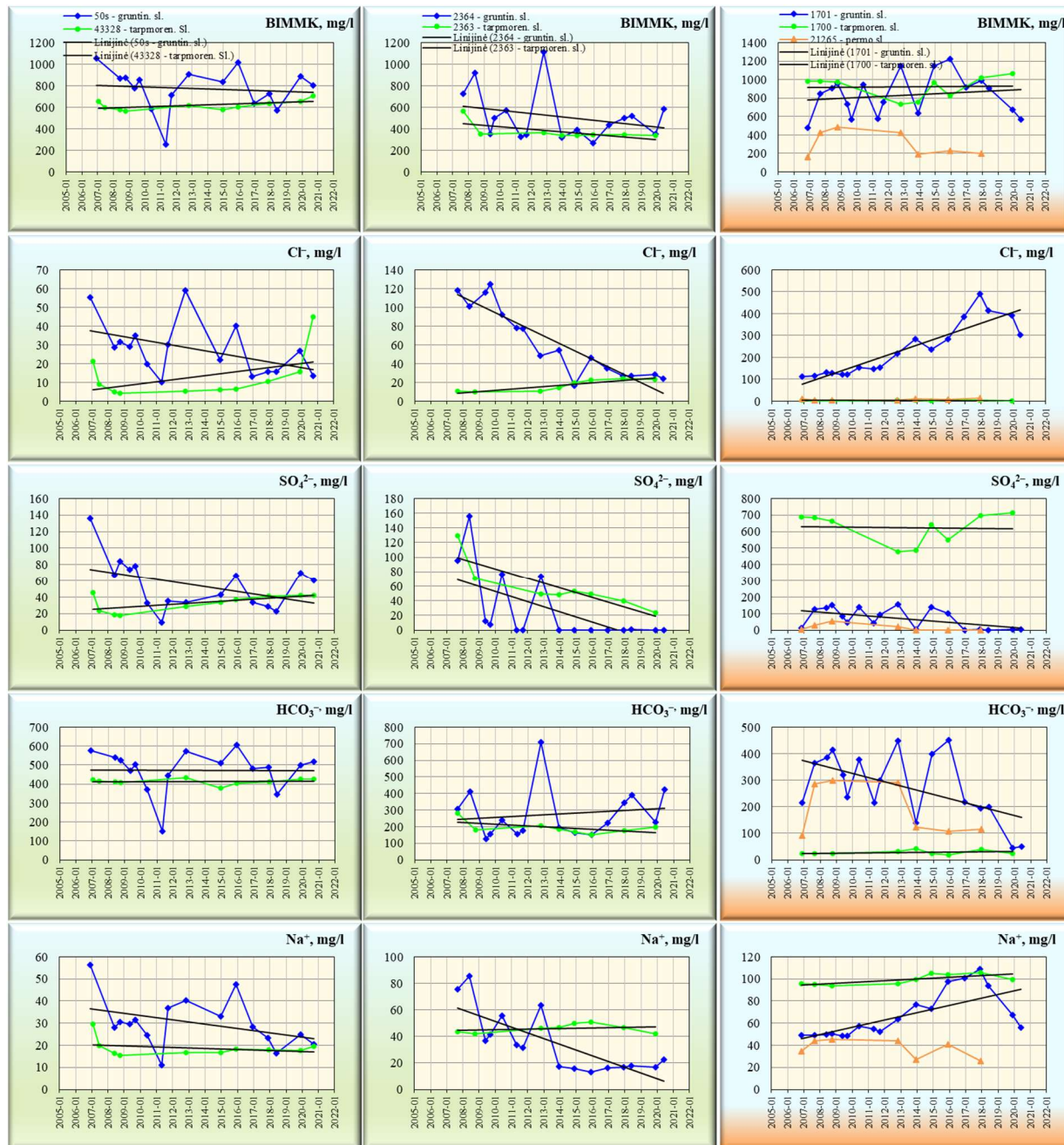
kokybė. Šio tyrimo tikslas – įvertinti gruntinio vandens, o tuo pačiu ir kartu keliaujančios taršos, migracijos galimybes į gilesnius požeminio vandens sluoksnius. Gruntinio ir tarpmoreninio sluoksnių kokybė stebėta tyrimų taškų porose 50s/43328 ir 2364/2363, visų trijų tirtų sluoksnių – gruntinio, tarpmoreninio ir permo, tyrimo gręžiniuose 1701/1700/21265 (kaitos grafikai pateikti 45, 46 pav.). Šių vietų reguliarius stebėjimai vykdomi nuo 2007 metų. Monitoringo laikotarpiu sluoksniuose atliktų vandens lygio matavimo rezultatai rodo, kad gruntinio vandens absoliutus lygis laikosi aukščiau kitų tiriamų sluoksnių lygio taip sudarant palankias sąlygas taršos migracijai į gilesnius sluoksnius (31 pav.).

Šulinio 50s vandenyje vyravo didesnės nei vandens gavybos gr. 43325 chloridų, sulfatų, hidrokarbonatų, natrio, kalcio koncentracijos, vyravo chloridų, sulfatų, natrio kiekio mažėjimo tendencija. Tuo tarpu šioje vietoje tarpmoreniniame sluoksnyje chloridų ir sulfatų kiekis palaipsniui didėjo, natrio koncentracija mažėjo, o amonio rasta daugiau nei gruntiniame vandenyje ir jo kiekis ženkliai augo. Hidrokarbonatų koncentracija abiejuose sluoksniuose išliko stabili. Organinės medžiagos rodiklių vertės buvo panašios, kito gan chaotiškai, tačiau gruntiniame vandenyje vyravo mažėjimo, o tarpmoreniniame – augimo tendencijos. Stebint tokius rezultatus daroma išvada, kad tarpmoreninį vandeningąjį sluoksnį pasiekia paviršinė tarša, ji gali atkeliauti ir iš tolimesnių teritorijų. Vandens cheminės sudėties pokyčiam gali turėti ir eksploatacinis režimas (tiek šulinio, tiek gavybos gręžinio).

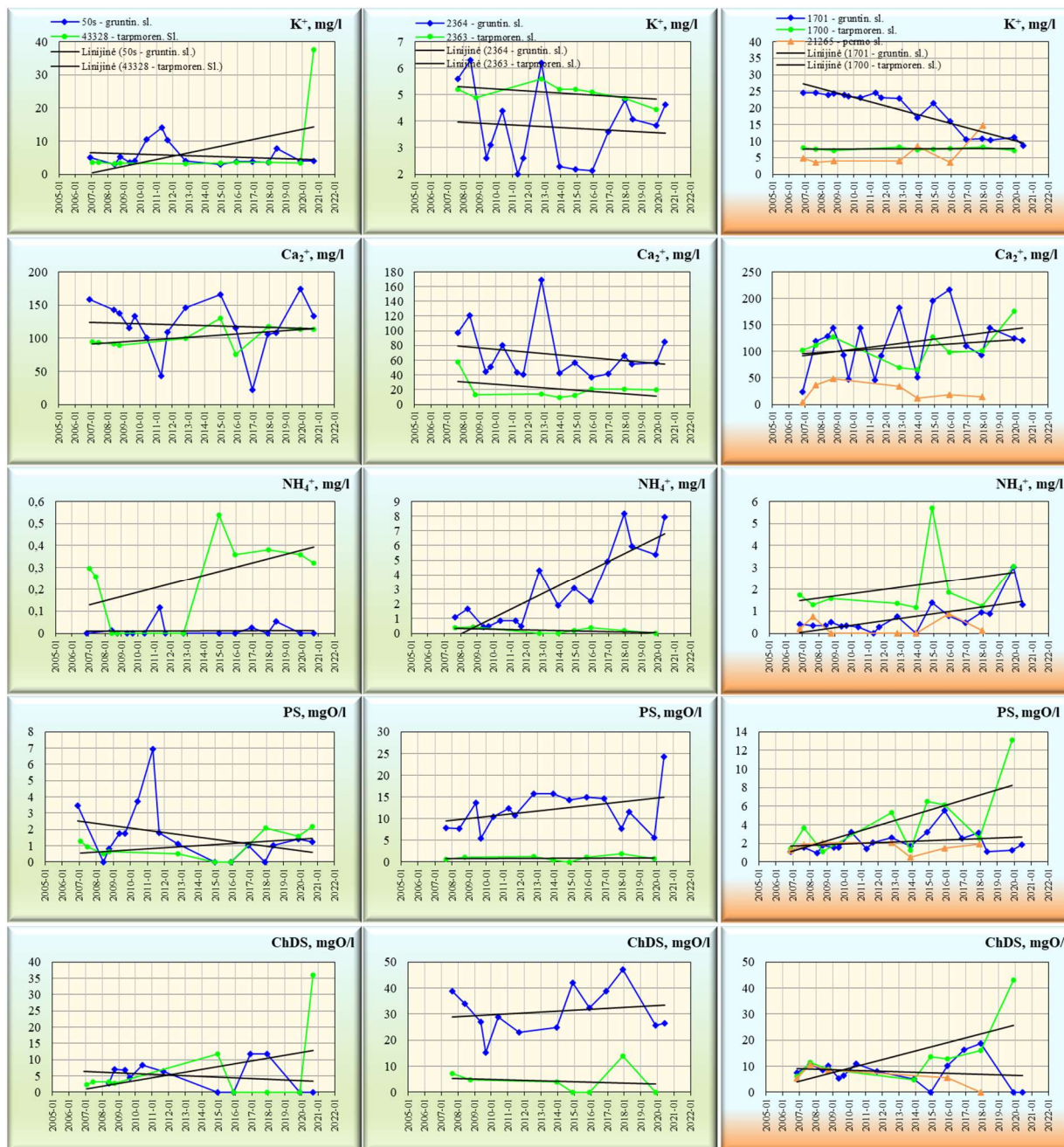
Monitoringo gręžinių 2364/2363 vietoje gruntinis (gr. 2364) vanduo pasižymėjo ženkliai padidinta mažėjančia chloridų, sulfatų, natrio koncentracija, sparčiai didėjančiu amonio ir vandenyje ištirpusios organinės medžiagos kiekiu. Tuo tarpu tarpmoreninio požeminio vandens kokybė išliko ženkliai geresnė, o minimų junginių koncentracijos stabilios. Vandenyje galima įžvelgti tik nežymią chloridų kiekio augimo tendenciją, kaip ir gruntiniame vandenyje mažėjo sulfatų koncentracija, tačiau ji išliko didesnė, nei gruntinio vandens. Tarpmoreninio sluoksnio požeminio vandens kokybė gr. 2363 reaguoja į gruntinio vandens pokyčius gr. 2364 gan vangiai.

Monitoringo gręžinių 1701/1700/21265 vietoje gruntinis (gr. 1701) vanduo pasižymėjo didesne nei kituose gręžiniuose ir augančia chloridų, mažėjančia hidrokarbonatų, kalio koncentracija. Tuo tarpo tarpmoreninio sluoksnio vandenyje chloridų, hidrokarbonatų, kalio kiekis buvo mažas ir stabilus. Tačiau vyravo padidintas, didesnis nei gruntiniame vandenyje, sulfatų, natrio, amonio kiekis. Stebėtina, kad tiek gruntinio, tiek tarpmoreninio požeminio vandens amonio ir organinės medžiagos rodiklių pikai gan gerai sutampa. Atliktų tyrimų rezultatai leidžia manyti, kad gręžinių 1701 ir 1700 vandens cheminė sudėtis gan individuali su

ženkliai taršos požymiais, tačiau taršos šaltiniai gali būti skirtingi. Permo vandeningojo sluoksnio požeminio vandens kokybė gr. 21265 buvo gera, sudėtis stabili.



45 pav. Gruntinio, tarpmoreninio ir permo sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių kaitos grafikai



46 pav. Gruntinio, tarpmoreninio ir permio sluoksnių požeminio vandens cheminės sudėties rodiklių kaitos grafikai (tęsinys)

Tiek gruntinio, tiek gilesnių sluoksnių požeminio vandens cheminę sudėtį apsprendžia daugelio faktorių visuma (geologinės-hidrogeologinės (gamtinės) sąlygos, sluoksniuose vykstantys biocheminiai procesai, technogeninė teritorijos apkrova, taršos židinių poveikis, vandens gavybos apimtys ir kt.). Tirtų įvairių sluoksnių vandens cheminės sudėties pokyčių dinamika rodo, kad požeminiame vandenyje vyksta intensyvūs procesai. Dažnu atveju dėl didelės veikiančių faktorių įvairovės tiksliai įvardinti jų priežastis, o tuo pačiu prognozuoti pasekmes – sudėtinga. Prie šio uždavinio sprendimo prisideda ilgalaikiai nuoseklūs stebėjimai.

## 6.2. Požeminio vandens monitoringo tikslas ir uždaviniai

Svarbiausias miesto savivaldybės vykdomo požeminio vandens monitoringo uždavinys – ilgalaikiai sistemingi požeminio vandens kokybinės ir kiekybinės būklės savivaldybės teritorijoje tyrimai ir jų metu gautos informacijos kaupimas, vertinimas ir analizė. Tokia informacija reikalinga bendresnių aplinkosauginių tikslų įgyvendinimui – siekiant užtikrinti gerą požeminio vandens, beje, vienintelio geriamojo vandens šaltinio ne tik Šiaulių mieste, bet ir visoje Lietuvoje, kiekybinę ir kokybinę būklę, o prireikus ir šios būklės valdymui – išsaugojimo ar atstatymo priemonių planavimui. Tai reiškia, kad monitoringo rezultatų pagrindu turi būti įmanoma prognozuoti požeminės hidrosferos būklės pokyčius, o pagal galimybes – ir juos valdyti. Taip pat labai svarbu operatyviai pateikti informaciją apie aplinkos kokybę visuomenei ir valstybės institucijoms.

Savivaldybės monitoringo darbai turi būti organizuoti taip, kad būtų galima pasiekti šiuos tikslus ekonomiškai racionaliomis priemonėmis. Monitoringo tyrimų metu turi būti gautas optimalus, pakankamas minėtiems tikslams pasiekti (požeminės hidrosferos būklės įvertinimui, prognozei ir valdymui), kokybiškos informacijos kiekis. To turėtų būti siekiama optimizuojant monitoringo tinklą ir tiriamų rodiklių kiekį. Be to, labai svarbu savivaldybės monitoringo metu gautą informaciją papildyti kitų panašaus pobūdžio, pirmiausia – ūkio subjektų požeminio vandens monitoringo ir kitais tikslais (pvz.: sveikatos /higienos reikalavimų kontrolės) atliktų požeminio vandens tyrimų duomenimis.

## 6.3. Požeminio vandens monitoringo tinklas

Šiaulių mieste monitoringo darbai vykdomi jau gan ilgą laiką (nuo 1980 m.), jo metu yra sukaupta nemažai naudingos ir išsamios informacijos. 2007 metų pabaigoje buvo parengta ir patvirtinta požeminio vandens monitoringo programa, kurioje monitoringo tinklas optimizuotas atsižvelgiant į monitoringui keliamus tikslus, kurie išliko aktualūs ir šiuo metu.

Pagrindiniai principai, kuriais vadovaujantis suformuotas požeminio vandens monitoringo tinklas yra:

- informacijos surinkimo tęstinumas. Šiuo tikslu numatoma į miesto monitoringo tinklą ir ateityje, pagal poreikį, įtraukti tuos tyrimų taškus, kurie jau buvo stebėti ilgą laiką;
- gruntinį (šulinį) vandenį gėrimui galinčių naudoti bei kanalizacijos tinklų neturinčių teritorijų stebėjimas. Per pastaruosius metus Šiaulių miesto teritorijoje buvo išvedžioti centralizuoti vandens-kanalizacijos tinklai. Nors galimybė naudoti geros kokybės požeminį vandenį ir saugiai šalinti nuotekas yra, tačiau ne visi gyventojai ja naudojami, todėl vandens

vartojimas, o ypač tarša, išliks dar daugelį metų ir toliau įtakos gilesniųjų geriamojo vandens šaltinių kokybę. Gyventojų šuliniai yra vieninteliai prieinami gruntinio vandens tyrimo taškai gyvenamosiose teritorijose;

- plotų, iš kurių į miesto centralizuoto vandens vandenvietes gali pakliūti tarša, stebėjimas. Miesto vandenvietės geriamąjį vandenį surenka iš kaptazo sričių, kurios užima gerokai didesnius plotus nei pačių vandenviečių teritorijos. Taršos kontrolės požiūriu aktualiausia yra kaptazo sritis intensyviai teršiamo gruntinio vandens sluoksnyje. Šiuo atveju prioritetinga gruntinio vandens taršos tyrimų teritorija atitinka Lepšių ir Birutės vandenviečių sanitarinės apsaugos zonų (SAZ) 3a sektoriaus teritoriją, kuri ir yra minėta kaptazo sritis, susiformuojanti per 50 m. Ši teritorija apima šiaurinę, dalį centrinės ir pietinę Šiaulių miesto dalį, persidengdama su teritorijomis, kurios ilgą laiką buvo be komunalinių patogumų;

- specifinės, pramoninės ar istorinės, likusios iš senesnių laikų, taršos teritorijų įtakos stebėjimas. Tyrimai šiose teritorijose reikalingi, nes požeminio vandens cheminė būklė jose dažniausiai yra bloga. Kadangi pagal dabar Lietuvos Respublikoje galiojančią teisinę bazę potencialiai taršūs ūkio subjektai patys savo lėšomis turi vykdyti požeminio vandens monitoringą, savivaldybei tektų tirti jos žinioje esančias teritorijas su istorine tarša (Zoknių oro uosto prieigos) ir buvusių, jau neveikiančių pramonės įmonių teritorijas. Be to, tarša plinta gruntinio vandens srauto judėjimo kryptimi ir gali justis už potencialaus taršos židinio teritorijos.

Požeminio vandens monitoringo tinklas sudarytas iš specialių monitoringo gręžinių, gyventojų šachtinių šulinių, gyventojų ir kai kurių privačių ūkio subjektų gręžinių iš esmės tenkina aukščiau išdėstytus reikalavimus. Monitoringo rezultatai rodo, kad šiuo metu nėra poreikio imtis esminių vykdomo monitoringo operacijų pokyčių, tačiau nežymūs tinklo pakeitimai bus atliekami.

Zoknių oro uosto apylinkėse esančiose užterštose teritorijose pastaraisiais metais vykdomi valymo darbai, ateityje planuojama valyti ir dar vieną teritoriją. Tad tyrimus tęsti monitoringo gręžiniuose 35849 ir 35854, įrengtuose šių teritorijų apylinkėse, artimiausiais metais netikslinga. Baigus teritorijų tvarkymo darbus gali būti atliekami ir tolimesni jų stebėsenos darbai. Esant poreikiui, monitoringo gręžiniuose 35849 ir 35854 tyrimai gali būti atnaujinti.

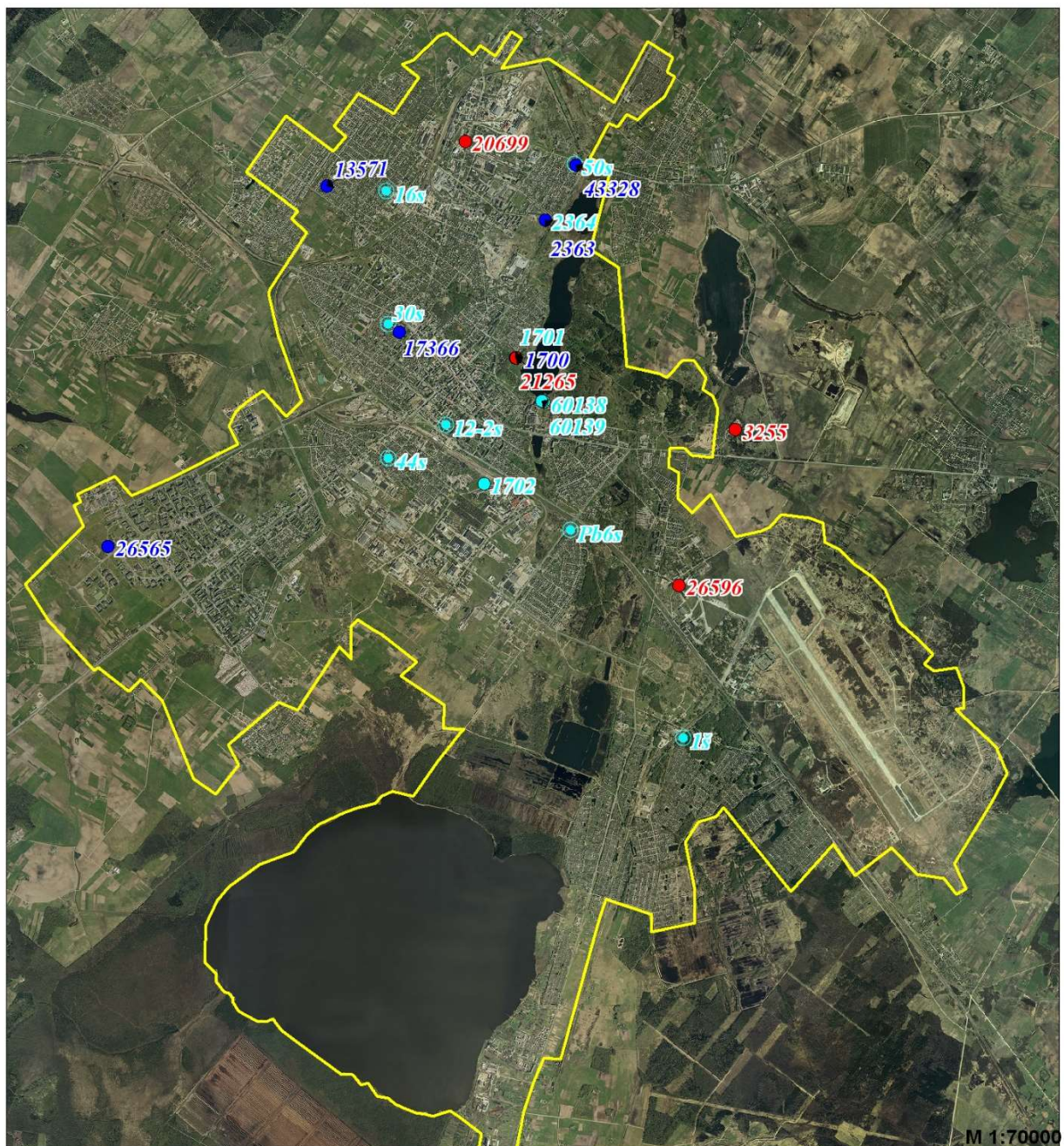
2021–2026 metų monitoringo laikotarpiui Šiaulių miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo tinklą sudarys 22 tyrimo taškai (47 pav., 27 lentelė). 12 tyrimo taškų įrengta į gruntinio vandens sluoksnį, iš jų 5 yra specialūs monitoringo gręžiniai ir 7 gyventojų šachtiniai šuliniai. Į tarpmoreninį sluoksnį yra įrengti 6 monitoringo taškai, iš jų yra 2 specialūs

monitoringo ir 4 požeminio vandens gavybos gręžiniai. Į viršutinio permo sluoksnį įrengti 4 tyrimo taškai – 1 specialiai monitoringui ir 3 vandens gavybos gręžiniai.

Numatomas monitoringo tinklas bus pakankamai reprezentatyvus siekiant įvykdyti požeminio vandens monitoringui keliamus uždavinius. Galimybės naudoti ūkio subjektų, atliekančių požeminio vandens monitoringą, duomenis riboja tai, kad tyrimai atliekami ir ataskaitos teikiamos skirtingu metu, skiriasi tyrimų apimtys. Tai ypač aktualu gruntinio vandens lygio stebėsenai bei cheminės sudėties sezoniškumo vertinimui.

27 lentelė. Pagrindinė informacija apie 2021–2026 m. požeminio vandens monitoringo tinklą

| Eil.<br>nr. | Gręžinio/šulinio numeriai              |          |         | Adresas                    | LKS-94 koordinatės |         | Taško tipas          |
|-------------|----------------------------------------|----------|---------|----------------------------|--------------------|---------|----------------------|
|             | Programoje                             | registro | papild. |                            | x                  | y       |                      |
|             | Gruntinis vandeningasis sluoksnis      |          |         |                            |                    |         |                      |
| 1.          | 16s                                    | –        | 16s     | Sodo g. 45                 | 6 202 240          | 456 327 | šulinys              |
| 2.          | 30s                                    | –        | 30s     | Valančiaus g. 16           | 6 200 543          | 456 360 | šulinys              |
| 3.          | 44s                                    | –        | 44s     | Pagėgių g. 13              | 6 198 829          | 456 361 | šulinys              |
| 4.          | Pb6s                                   | –        | Pb6s    | Pabalių g. 6               | 6 197 906          | 458 687 | šulinys              |
| 5.          | 12-2s                                  | –        | 12-2s   | Kražių g. 19a              | 6 199 258          | 457 094 | šulinys              |
| 6.          | 1š                                     | –        | 1š      | Margių g. 20               | 6 196 487          | 460 124 | šulinys              |
| 7.          | 50s                                    | –        | 50s     | Pasvalio g. 50a            | 6 202 586          | 458 743 | šulinys              |
| 8.          | 1702                                   | 1702     | 1657    | Ragainės g.                | 6 198 505          | 457 575 | monitoringo gręžinys |
| 9.          | 1701                                   | 1701     | 1656    | Uosių g.                   | 6 200 116          | 457 980 | monitoringo gręžinys |
| 10.         | 2364                                   | 2364     | 1654    | Spindulio g.               | 6 201 876          | 458 359 | monitoringo gręžinys |
| 11.         | 60138                                  | 60138    | Nr.1    | Elnio g. 17                | 6 199 554          | 458 342 | monitoringo gręžinys |
| 12.         | 60139                                  | 60139    | Nr.2    | Elnio g. 17                | 6 199 565          | 458 317 | monitoringo gręžinys |
|             | Tarpmoreninis vandeningasis sluoksnis  |          |         |                            |                    |         |                      |
| 13.         | 1700                                   | 1700     | 1655    | Uosių g.                   | 6 200 117          | 457 981 | monitoringo gręžinys |
| 14.         | 2363                                   | 2363     | 1653    | Spindulio g.               | 6 201 875          | 458 360 | monitoringo gręžinys |
| 15.         | 43328                                  | 43328    | –       | Pasvalio g. 50a            | 6 202 583          | 458 747 | eksploatacinis gręž. |
| 16.         | 13571                                  | 13571    | –       | Medvėgalio g. 16           | 6 202 312          | 455 568 | eksploatacinis gręž. |
| 17.         | 17366                                  | 17366    | –       | Montvilos g. 3a            | 6 200 442          | 456 490 | eksploatacinis gręž. |
| 18.         | 26565                                  | 26565    | –       | Gytarių g. 24              | 6 197 706          | 452 765 | eksploatacinis gręž. |
|             | Viršutinio permo vandeningas sluoksnis |          |         |                            |                    |         |                      |
| 19.         | 21265                                  | 21265    | 26      | Uosių g.                   | 6 200 116          | 457 984 | monitoringo gręžinys |
| 20.         | 3255                                   | 3255     | –       | Aleksandrija, Šiaulių raj. | 6 199 201          | 460 790 | eksploatacinis gręž. |
| 21.         | 20699                                  | 20699    | –       | J.Basanavičiaus g. 101a    | 6 202 887          | 457 339 | eksploatacinis gręž. |
| 22.         | 26596                                  | 26596    | –       | Aerouosto g. 11            | 6 197 205          | 460 066 | eksploatacinis gręž. |



*SUTARTINIAI ŽYMEJIMAI*

- gruntinio vandeningojo sluoksnio tyrimo šulinys
- gruntinio vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys
- tarpmoreninio vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys
- pirmo (viršutinio) vandeningojo sluoksnio tyrimo gręžinys
- Šiaulių miesto savivaldybės riba

47 pav. Požeminio vandens monitoringo 2021–2026 m. tinklas

#### 6.4. Požeminio vandens monitoringo programos įgyvendinimo priemonės, jų atlikimo terminai

Savivaldybės požeminio vandens monitoringo darbus planuojama vykdyti kartą per metus – pavasarį ar rudenį pakaitomis. Dažnesni ir išsamesni išliks lengviausiai pažeidžiamo gruntinio vandens cheminės būklės stebėjimai (ypač – buvusio „Elnio“ fabriko teritorijos), tuo tarpu geriau apsaugoto nuo taršos tarpmoreninio ir viršutinio permo sluoksnio vandens tyrimai retesni. Atsižvelgiant į gautus rezultatus monitoringo darbų apimtis kai kuriuose taškuose gali tekti pakoreguoti. Apimtys bus koreguojamos atsižvelgiant ir į skiriamą finansavimą.

*Vandens lygio matavimas.* Kaip ir ankstesniu monitoringo laikotarpiu kartą per metus numatoma ištirti hidrodinaminę situaciją mieste – matuoti požeminio vandens lygius. Vandens lygių matavimą numatoma vykdyti tuose monitoringo taškuose, kuriuose yra techninės galimybės tai atlikti – visuose šuliniuose (7 vnt.), visuose monitoringo gręžiniuose (5 gruntinio, 2 tarpmoreninio, 1 permo, viso 8 vnt.) bei gavybos gręžinyje 43328 (tarpmoreninio). Viso 16 monitoringo taškų.

*Vandens cheminės sudėties tyrimai.* Gruntiniame visų šulinių ir gręžinių vandenyje kartą kartus per metus (pavasarį arba rudenį) numatoma tirti bendrą cheminę sudėtį, permanganato ir bichromato indeksus (12 taškų) (28 lentelė). Kartą per monitoringo laikotarpį papildomai numatyta ištirti sunkiųjų metalų ir detergentų (SPAM) kiekius. Buvusio „Elnio“ fabriko teritorijos gręžiniuose aktualiausio metalo – chromo, koncentracijos tiriamos kasmet (2 gr.).

Monitoringo taškuose, įrengtuose į tarpmoreninius (6 gręžiniai) ir permo (4 gręžiniai) vandeningus sluoksnius, kartą per dvejus metus bus tiriami bendra cheminė sudėtis, permanganato ir bichromato skaičius, kartą per programos vykdymo laikotarpį numatyta papildomai ištirti detergentus (SPAM) ir sunkiuosius metalus. Sunkiųjų metalų sąrašas papildytas arsenu. Suprantama, kad atsižvelgiant į gautus rezultatus faktinį monitoringo darbų dažnį, o kai kada ir tiriamų rodiklių sąrašą kai kuriuose taškuose gali tekti pakoreguoti.

*Mėginių ėmimas.* Vandens mėginiai, požeminio vandens tyrimui, turi būti imami tiesiogiai iš gręžinio panardinamu siurbliu, prieš tai juos tinkamai išpumpavus – pakeitus vandens tūrį ne mažiau kaip tris kartus. Šulinių vandens mėginiai imami specialia arba juose esančia vandens pakėlimo įranga. Mėginių ėmimo metu lauko sąlygomis turi būti išmatuoti svarbūs kaitūs fizikiniai-cheminiai rodikliai – pH, Eh, temperatūra ir savitasis elektros laidis. Atliekant lauko hidrocheminius tyrimus, tikslinga vadovautis LGT parengtomis metodinėmis rekomendacijomis [9], imant ir gabenant mėginius privalu vadovautis minėtomis rekomendacijomis ir šios rūšies darbus reglamentuojančiais galiojančiais Lietuvos standartais

[14, 15]. Lauko prietaisams, kurie bus naudojami matavimams atlikti, turi būti atlikta metrologinė patikra, o darbo eigoje jie nustatyta tvarka kalibruojami.

28 lentelė. Požeminio vandens monitoringo apimtys 2021–2026 m.

| Tyrimai, analizės                                                                                                                        | Pavasaris<br>(kovas-balandis) | Ruduo<br>(spalis-lapkritis) | Viso per metus |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|
| <b>2021 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | -                             | 16                          | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Sunkieji metai (Cr)                                                                                                                      | -                             | 2                           | 2              |
| <b>2022 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | 16                            | -                           | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | 10/2                          | -                           | 12             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | 10/2                          | -                           | 12             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | 10/2                          | -                           | 12             |
| Sunkieji metai (Cr)                                                                                                                      | 2                             | -                           | 2              |
| <b>2023 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | -                             | 16                          | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Sunkieji metai (Cr)                                                                                                                      | -                             | 2                           | 2              |
| <b>2024 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | 16                            | -                           | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | 10/2                          | -                           | 12             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | 10/2                          | -                           | 12             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | 10/2                          | -                           | 12             |
| Sunkieji metalai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Fe)                                                                                        | 10/2                          | -                           | 12             |
| Detergentai (SPAM)                                                                                                                       | 10/2                          | -                           | 12             |
| <b>2025 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | -                             | 16                          | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | -                             | 10/2/6/4                    | 22             |
| Sunkieji metai (Cr)                                                                                                                      | -                             | 2                           | 2              |
| Sunkieji metalai (Pb, Ni, Zn, Cr, Cu, Cd, As, Fe)                                                                                        | -                             | 6/4                         | 10             |
| Detergentai (SPAM)                                                                                                                       | -                             | 6/4                         | 10             |
| <b>2026 m.</b>                                                                                                                           |                               |                             |                |
| Vandens lygio matavimas                                                                                                                  | 16                            | -                           | 16             |
| Fiziko-cheminiai parametrai (pH, Eh, T, SEL)                                                                                             | 10/2                          | -                           | 12             |
| Bendra cheminė sudėtis<br>(Ca, Mg, Na, K, Cl, NH <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> , SO <sub>4</sub> ) | 10/2                          | -                           | 12             |
| CHDS ir PS                                                                                                                               | 10/2                          | -                           | 12             |
| Sunkieji metai (Cr)                                                                                                                      | 2                             | -                           | 2              |

16 – šuliniai ir visi monitoringo gręžiniai, įrengti į įvairius vandeninguosius sluoksnius bei gavybos gr. 43328; 10 – gruntinio vandens tyrimo šuliniai ir gręžiniai (išskyrus „Elnio“ teritoriją); 2 – buvusio „Elnio“ fabriko gręžiniai, 6 – tarpmoreninio vandeningo sluoksnio gręžiniai, 4 – permio vandeningo sluoksnio gręžiniai

Laboratoriniai tyrimai turės būti atliekami laboratorijose, turinčiose Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos ar įgaliotos Europos Sąjungos institucijos išduotą leidimą tos rūšies tyrimams bei atitinkančiose savivaldybių monitoringo nuostatuose [1] išskeltus reikalavimus. Tyrimų metodų sąrašas pateikiamas 29 lentelėje.

29 lentelė. Tyrimo metodų sąrašas

| Rodiklis                                         | Tyrimo metodas (tyrimo metodika arba standartas)                                                               |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Požeminio vandens lygis                          | Matuojamas spec įranga: matuokle „pliauške“ arba elektrine garsine matuokle                                    |
| Fiziniai-cheminiai rodikliai:                    |                                                                                                                |
| Temperatūra                                      | Matuojami tam pritaikyta mobilia įranga, vadovaujantis jos naudojimo instrukcija ir LGT parengta metodika [12] |
| pH                                               |                                                                                                                |
| Eh                                               |                                                                                                                |
| Savitasis elektros laidis                        |                                                                                                                |
| Organinės medžiagos kiekį nusakantys rodikliai:  |                                                                                                                |
| Permanganato indeksas (ChDS <sub>Mn</sub> )      | LST EN ISO 8467                                                                                                |
| Bichromato indeksas (ChDS <sub>Cr</sub> )        | ISO 15705:2002                                                                                                 |
| Bendrosios cheminės sudėties rodikliai:          |                                                                                                                |
| Chloridas (Cl <sup>-</sup> )                     | LST EN ISO 10304                                                                                               |
| Sulfatas (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )        |                                                                                                                |
| Hidrokarbonatas (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | LST ISO 9963-1                                                                                                 |
| Nitritas (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )         | LST EN ISO 10304                                                                                               |
| Nitratas (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )         |                                                                                                                |
| Natris (Na <sup>+</sup> )                        | LST EN ISO 14911                                                                                               |
| Kalis (K <sup>+</sup> )                          |                                                                                                                |
| Kalcis (Ca <sup>2+</sup> )                       |                                                                                                                |
| Magnis (Mg <sup>2+</sup> )                       |                                                                                                                |
| Amonis (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )           |                                                                                                                |
| Kiti rodikliai                                   |                                                                                                                |
| SPAM                                             | LST ISO 6439                                                                                                   |
| Mikroelementai                                   | LST EN ISO 15586                                                                                               |
| Geležis                                          | LST ISO 6332                                                                                                   |

### **Monitoringo duomenų kaupimas, įvertinimas ir teikimas.**

Monitoringo duomenys bus kaupiami jį vykdančios įmonės archyve įprastine ir skaitmenine forma. Šie duomenys kasmet bus analizuojami, sisteminami, daromos išvados apie požeminio vandens būklės mieste pokyčius, pagal galimybes nustatomos tokių pokyčių priežastys. Visa ši informacija bus pateikiama trumpose kasmetinėse specialistų ruošiamose monitoringo rezultatų ataskaitose. Pasibaigus šešties monitoringo vykdymo metams, bus atliekama kompleksinė surinktų duomenų analizė ir pateikiama detali ataskaita.

## 6.5. Vertinimo kriterijai

Požeminio vandens būklė vertinta pagal šiuose norminiuose dokumentuose pateiktus vertinimo kriterijus:

- Lietuvos higienos norma HN 24:2017 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“, patvirtinti Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2017 m. spalio 25 d. įsakymo Nr. V-1220 redakcija). Joje pateiktos geriamojo požeminio vandens (gręžinių ir šulinių) toksinių rodiklių ribinės rodiklio vertės (RRV) ir indikatorinių rodiklių specifikuotos rodiklių vertės (SRV).
- Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. balandžio 30 d. įsakymu Nr. D1-230 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2017 m. sausio 11 d. įsakymo Nr. D1-37 redakcija). Juose pateiktos teršiančių medžiagų ribinės vertės (RV) požeminiame vandenyje. Šie vertinimo kriterijai taikomi monitoringo gręžinių požeminio vandens kokybės vertinimui.
- Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka, patvirtinta Lietuvos geologijos tarnybos prie aplinkos ministerijos direktoriaus 2003 m. vasario 3 d. įsakymu Nr. 1-06. Joje pateiktos kai kurių cheminių medžiagų, kurių kiekio nereglamentuoja kiti tesės aktai, didžiausios leistinos koncentracijos (DLK).

## 6.6. Literatūra

1. Bendrieji savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatai, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. rugpjūčio 16 d. įsakymu Nr. D1-436 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. liepos 3 d. įsakymo Nr. D1-380 redakcija).
2. Savivaldybių dirvožemio ir požeminio vandens monitoringo rekomendacijos, patvirtintos Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus 2010 m. gruodžio 31 d. Nr. 1-259.
3. Pavojingų medžiagų išleidimo į požeminį vandenį inventorizavimo ir informacijos rinkimo tvarka, patvirtinta Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus 2003 m. vasario 3 d. Nr. 1-06.
4. Cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. balandžio 30 d. įsakymu Nr. D1-230 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2017 m. sausio 11 d. įsakymo Nr. D1-37 redakcija).
5. Naftos produktais užterštų teritorijų tvarkymo aplinkos apsaugos reikalavimai LAND 9-2009, patvirtinti Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2009 m. lapkričio 17 d. įsakymu Nr. D1-694.
6. Lietuvos higienos norma HN 60:2015 „Pavojingų cheminių medžiagų ribinės vertės dirvožemyje“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2004 m. kovo 8 d. įsakymu Nr. V-114 (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2015 m. gruodžio 14 d. įsakymo Nr. V-1441 redakcija).
7. Lietuvos higienos norma HN 24:2017 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“, patvirtinti Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymu Nr. V-455 (Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2017 m. spalio 25 d. įsakymo Nr. V-1220 redakcija).
8. Želdinių ir želdinių būklės stebėsenos programa, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2008 m. sausio 14 d. įsakymu Nr. D1-31.
9. Požeminio vandens monitoringas: metodinės rekomendacijos. Sudarė: A.Domaševičius, J.Giedraitienė, V. Gregorauskienė ir kt.; ats. red. K.Kadūnas. Lietuvos geologijos tarnyba. Vilnius, 1999.
10. LST ISO 10381-1:2002. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 1 dalis. Ėminių ėmimo programų sudarymo vadovas.
11. LST ISO 10381-2:2002. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 2 dalis. Ėmino būdų vadovas.
12. 13.LST ISO 10381-3:2003. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 3 dalis. Saugos vadovas.
13. LST ISO 10381-5:2005. Dirvožemio kokybė. Ėminių ėmimas. 5 dalis. Miesto ir pramoninių sklypų dirvožemio taršos tyrimo vadovas.
14. LST ISO 5667-11:2009. Vandens kokybė. Bandinių ėmimas: 11-oji dalis. Nurodymai, kaip imti požeminio vandens bandinius. Lietuvos standartizacijos departamentas, Vilnius, 2009.
15. LST EN ISO 5667-3:2006 Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3-oji dalis. Nurodymai, kaip konservuoti ir tvarkyti vandens mėginius. Lietuvos standartizacijos departamentas, Vilnius, 2006.
16. <http://www.lgt.lt> (informacinės sistemos GEOLIS, žemės gelmių registro ir požeminio vandens informacinės sistemos duomenys).
17. Baužienė I. Joniškio ir Šiaulių miestų dirvožemio paviršinio horizonto būklės rodikliai. Geografijos metraštis. - 2003. - T. 36 (1). - P. 152-160. p.
18. Kadūnas V. Lietuvos skirtingo amžiaus glacigeninių nuogulų dirvožemių

mikroelementinės sudėties ypatumai // Geologija. - 2000. - Nr. 30. - P. 5-13.

19. Gregorauskienė V. Šiaulių apylinkių dirvožemių geocheminis apibūdinimas// Šiaulių krašto geologija. - Vilnius-Utena, 2006. - P. 62-72.

20. Taraškevičius R., Zinkutė R. Urbanizuotų teritorijų grunto dangos kokybės higieninis geocheminis vertinimas // Geografijos metraštis. - 2003. - T. 36 (1). - P. 161-170.

21. Urbanizuotų teritorijų grunto ir vandens baseinų dugno nuosėdų mikroelementų anomalijos / Kadūnas V., Budavičius R., Gregorauskienė V., Radzevičius A., Taraškevičius R., Zinkutė R. // Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai : žurnalo "Litosfera" leidinys. - Vilnius, 2004. - P. 594-601.

22. V. Kadūnas, R. Rudavičius, V. Gregorauskienė ir kt. Lietuvos geocheminis atlasas. Lietuvos geologijos tarnyba, Geologijos institutas. Vilnius, 1999.

23. Gyvenamosios aplinkos geocheminių rodiklių technogeninių pokyčių prognozė / Kadūnas V. // Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai. - Vilnius, 2004. - P. 629-636.

24. Taraškevičius R. Šiaulių miesto ir jo apylinkių gamtinės aplinkos ir jos taršos šaltinių geocheminis įvertinimas. Geologijos institutas. Vilnius, 1992.

25. V. Gregorauskienė. Šiaulių ploto geologinis kartografavimas M 1:50 000. Geologijos tarnyba. Vilnius, 1997.

26. M. Čegys, M. Plankis. Šiaulių miesto savivaldybės požeminio vandens monitoringo rezultatai ir požeminio vandens monitoringo programa 2008–2012 metams. Mindaugo Čegio įmonė. 2007, Šiauliai.

27. R. Klimas, P. Lukošienė, I. Šaulienė, J. Miliukienė, M. Plankis. Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo programa 2015–2020 metams. Šiaulių m. savivaldybė, Šiaulių universitetas, Mindaugo Čegio įmonė. Šiauliai, 2015.

## **7. DUOMENŲ APIE MIESTO APLINKOS BŪKLĘ KAUPIMAS, SAUGOJIMAS IR PATEIKIMAS**

Vadovaujantis Bendraisiais savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatais (*Žin. 2004, Nr. [130-4680](#)*), savivaldybių aplinkos monitoringo duomenys ir ataskaitos yra nuolatinio saugojimo. Aplinkos monitoringo duomenys bei ataskaitos (metinės ir galutinė) turi būti skelbiamos savivaldybių interneto svetainėse. Savivaldybių aplinkos monitoringo duomenys bei ataskaitos (metinė ir galutinė) teikiami Aplinkos apsaugos agentūrai, Lietuvos geologijos tarnybai ir kitoms institucijoms ne vėliau nei iki kitų monitoringo vykdymo metų kovo 1 d. šia tvarka: AAA aplinkos oro ir paviršinio vandens savivaldybių aplinkos monitoringo duomenys teikiami naudojant informacinę sistemą „Aplinkos informacijos valdymo integruota kompiuterinė sistema“ (toliau – IS „AIVIKS“). Galutinė aplinkos monitoringo ataskaita rengiama atskiriems komponentams atskirai ar juos jungiant į bendrą ataskaitą atsižvelgiant į atskirų komponentų vykdytojų sąrašą. Savivaldybių aplinkos monitoringo duomenys bei ataskaitos kitoms valstybės, savivaldybių institucijoms, mokslo įstaigoms, juridiniams ir fiziniams asmenims teikiama įstatymų bei kitų teisės aktų nustatyta tvarka.



## APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA

Biudžetinė įstaiga, A. Juozapavičiaus g. 9, LT-09311 Vilnius, tel. 8 706 62 008, el.p. [aaa@aaa.am.lt](mailto:aaa@aaa.am.lt), <http://gamta.lt>  
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 188784898

---

UAB „Geomina“  
[info@geomina.lt](mailto:info@geomina.lt)

2021-02-

Nr.(23)-A4E-

į 2021-01-18

Nr. 21-036

Kopija  
Šiaulių miesto savivaldybei  
[info@siauliai.lt](mailto:info@siauliai.lt)

### **DĖL ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO 2021-2026 M. PROGRAMOS DERINIMO**

Aplinkos apsaugos agentūra, vadovaudamasi Bendrųjų savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatų, patvirtintų Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2004 m. rugpjūčio 16 d. įsakymu „Dėl Bendrųjų savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatų patvirtinimo“, 15 punktu, derina Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo 2021–2026 m. programą.

Direktorius

Rimgaudas Špokas

Vilma Bimbaitė, tel. 8 706 68088, el.p. [vilma.bimbaite@aaa.am.lt](mailto:vilma.bimbaite@aaa.am.lt)

## DETALŪS METADUOMENYS

|                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dokumento sudarytojas (-ai)                                                                          | Aplinkos apsaugos agentūra, A. Juozapavičiaus g. 9, LT-09311 Vilnius                                                                                    |
| Dokumento pavadinimas (antraštė)                                                                     | DĖL ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO 2021-2026 M. PROGRAMOS DERINIMO                                                                    |
| Dokumento registracijos data ir numeris                                                              | 2021-02-08 Nr. (23)-A4E-1548                                                                                                                            |
| Dokumento specifikacijos identifikavimo žymuo                                                        | ADOC-V1.0, GEDOC                                                                                                                                        |
| Parašo paskirtis                                                                                     | Pasirašymas                                                                                                                                             |
| Parašą sukūrusio asmens vardas, pavardė ir pareigos                                                  | RIMGAUDAS ŠPOKAS, Direktorius                                                                                                                           |
| Parašo sukūrimo data ir laikas                                                                       | 2021-02-08 10:36:13                                                                                                                                     |
| Parašo formatas                                                                                      | Parašas, pažymėtas laiko žyma                                                                                                                           |
| Laiko žymoje nurodytas laikas                                                                        | 2021-02-08 10:36:28                                                                                                                                     |
| Informacija apie sertifikavimo paslaugų teikėją                                                      | ADIC CA-B                                                                                                                                               |
| Sertifikato galiojimo laikas                                                                         | 2019-01-09 - 2022-01-08                                                                                                                                 |
| Parašo paskirtis                                                                                     | Registravimas                                                                                                                                           |
| Parašą sukūrusio asmens vardas, pavardė ir pareigos                                                  | Danguolė Petravičienė, Vyriausioji specialistė                                                                                                          |
| Parašo sukūrimo data ir laikas                                                                       | 2021-02-08 10:38:26                                                                                                                                     |
| Parašo formatas                                                                                      | Trumpalaikis skaitmeninis parašas, kuriame taip pat saugoma sertifikato informacija                                                                     |
| Laiko žymoje nurodytas laikas                                                                        |                                                                                                                                                         |
| Informacija apie sertifikavimo paslaugų teikėją                                                      | RCSC IssuingCA                                                                                                                                          |
| Sertifikato galiojimo laikas                                                                         | 2021-01-07 - 2023-01-07                                                                                                                                 |
| Pagrindinio dokumento priedų skaičius                                                                | 0                                                                                                                                                       |
| Pagrindinio dokumento pridedamų dokumentų skaičius                                                   | 0                                                                                                                                                       |
| Programinės įrangos, kuria naudojantis sudarytas elektroninis dokumentas, pavadinimas                | Elektroninė dokumentų valdymo sistema VDVIS, versija v. 3.04.02                                                                                         |
| El. dokumento įvykius aprašantys metaduomenys                                                        |                                                                                                                                                         |
| Informacija apie elektroninio dokumento ir elektroninio (-ių) parašo (-ų) tikrinimą (tikrinimo data) | El. dokumentas atitinka specifikacijos keliamus reikalavimus. Visi dokumente esantys elektroniniai parašai galioja. Tikrinimo data: 2021-02-08 10:39:42 |
| Elektroninio dokumento nuorašo atspausdinimo data ir ją atspausdinęs darbuotojas                     | 2021-02-08 atspausdino Danguolė Petravičienė                                                                                                            |
| Paieškos nuoroda                                                                                     |                                                                                                                                                         |



**LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBA  
PRIE APLINKOS MINISTERIJOS**

Valstybės biudžetinė įstaiga, S.Konarskio g. 35, LT-03123 Vilnius, tel. (8 5) 233 2889, 233 2482,  
el. p. lgt@lgt.lt, http://www.lgt.lt.

Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 188710780

UAB "Geomina"

2020-12-                      Nr. (6)-1.7-  
I 2020-12-08                      Nr. 20-277

**DĖL ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO 2021-2026 M.  
PROGRAMOS DERINIMO**

Lietuvos geologijos tarnyba (toliau – LGT), vadovaudamasi Bendraisiais savivaldybių aplinkos monitoringo nuostatais pagal savo kompetenciją išnagrinėjo ir derina be pastabų Šiaulių miesto savivaldybės aplinkos monitoringo programą 2021-2026 m.

Direktorius

Giedrius Giparas

Jurga Arustienė, tel. (8 5) 2335605, el.p. [jurga.arustiene@lgt.lt](mailto:jurga.arustiene@lgt.lt)



**Tikime laisve**

1990 KOVO 11

## DETALŪS METADUOMENYS

|                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dokumento sudarytojas (-ai)                                                                          | Lietuvos geologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos, S. Konarskio 35, LT-03123 Vilnius, Lietuva                                                      |
| Dokumento pavadinimas (antraštė)                                                                     | DĖL ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS APLINKOS MONITORINGO 2021-2026 M. PROGRAMOS DERINIMO                                                                    |
| Dokumento registracijos data ir numeris                                                              | 2020-12-17 Nr. (6)-1.7-7939                                                                                                                             |
| Dokumento specifikacijos identifikavimo žymuo                                                        | ADOC-V1.0, GEDOC                                                                                                                                        |
| Parašo paskirtis                                                                                     | Pasirašymas                                                                                                                                             |
| Parašą sukūrusio asmens vardas, pavardė ir pareigos                                                  | GEDRIUS GIPARAS, Direktorius                                                                                                                            |
| Parašo sukūrimo data ir laikas                                                                       | 2020-12-17 13:15:28                                                                                                                                     |
| Parašo formatas                                                                                      | Trumpalaikis skaitmeninis parašas, kuriame taip pat saugoma sertifikato informacija                                                                     |
| Laiko žymoje nurodytas laikas                                                                        |                                                                                                                                                         |
| Informacija apie sertifikavimo paslaugų teikėją                                                      | ADIC CA-A                                                                                                                                               |
| Sertifikato galiojimo laikas                                                                         | 2019-10-18 - 2022-10-17                                                                                                                                 |
| Parašo paskirtis                                                                                     | Registravimas                                                                                                                                           |
| Parašą sukūrusio asmens vardas, pavardė ir pareigos                                                  | Ina Levčenkaitė, Vyresnioji referentė                                                                                                                   |
| Parašo sukūrimo data ir laikas                                                                       | 2020-12-17 13:25:03                                                                                                                                     |
| Parašo formatas                                                                                      | Trumpalaikis skaitmeninis parašas, kuriame taip pat saugoma sertifikato informacija                                                                     |
| Laiko žymoje nurodytas laikas                                                                        |                                                                                                                                                         |
| Informacija apie sertifikavimo paslaugų teikėją                                                      | RCSC IssuingCA                                                                                                                                          |
| Sertifikato galiojimo laikas                                                                         | 2020-01-09 - 2021-01-08                                                                                                                                 |
| Pagrindinio dokumento priedų skaičius                                                                | 0                                                                                                                                                       |
| Pagrindinio dokumento pridedamų dokumentų skaičius                                                   | 0                                                                                                                                                       |
| Programinės įrangos, kuria naudojantis sudarytas elektroninis dokumentas, pavadinimas                | Elektroninė dokumentų valdymo sistema VDVIS, versija v. 3.04.02                                                                                         |
| El. dokumento įvykius aprašantys metaduomenys                                                        |                                                                                                                                                         |
| Informacija apie elektroninio dokumento ir elektroninio (-ių) parašo (-ų) tikrinimą (tikrinimo data) | El. dokumentas atitinka specifikacijos keliamus reikalavimus. Visi dokumente esantys elektroniniai parašai galioja. Tikrinimo data: 2020-12-17 13:25:24 |
| Elektroninio dokumento nuorašo atspausdinimo data ir ją atspausdinęs darbuotojas                     | 2020-12-17 atspausdino Ina Levčenkaitė                                                                                                                  |
| Paieškos nuoroda                                                                                     |                                                                                                                                                         |