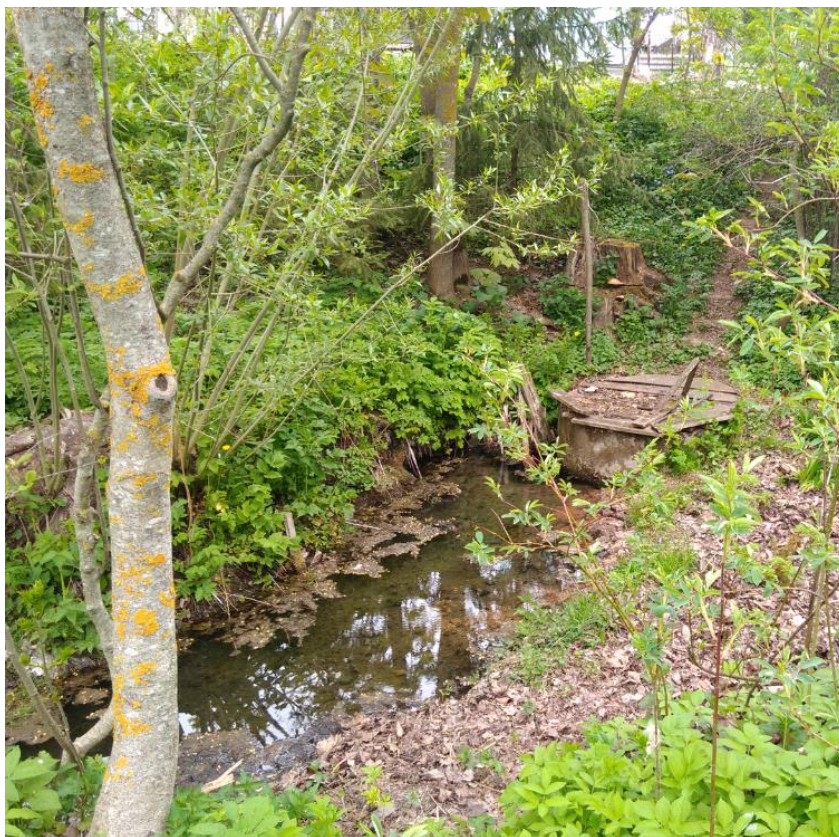




EKSTENSYVAUS ŪKININKAVIMO POVEIKIO ŠIAURĖS LIETUVOS KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO IR PAVIRŠINIO VANDENS SISTEMOMS T Y R I M A I



Kiemelių šaltinis

2017, Vilnius



EKSTENSYVAUS ŪKININKAVIMO POVEIKIO ŠIAURĖS LIETUVOS KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO IR PAVIRŠINIO VANDENS SISTEMOMS T Y R I M A I

Darbo vadovas:

dr. Julius Taminskas

Vykdytojai:

dr. Rita Linkevičienė

dr. Rasa Šimanauskienė

dr. Aldona Baubiniene

Nijolė Skuodienė

Reimundas Paunksnis

Kazimieras Dilys

Darbas atliktas pagal VŠĮ Tatulos programa ir Gamtos tyrimų centro

2017 m. birželio 15 d. sutartį Nr. 2017/PR- 4-16.

2017, Vilnius

TURINYS

IVADAS	4
1. Karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens kokybės tyrimai ir ilgamečiai kaitos trendai.....	6
1.1 Karstinio regiono paviršinio vandens kokybės kaita	7
1.2 Karstinio regiono požeminio vandens kokybės kaita.....	13
2. Karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens kokybės ir jo taršos tyrimo tinklo analizė ir koregavimas	23
2.1 Raudonpamūšės šaltinis	25
2.2 Gniaužių šaltinis.....	25
2.3 Krinčino verdenė.....	26
2.4 Krinčino antrasis šaltinis.....	26
2.5 Kiemelių šaltinis	27
2.6 Barklainių (Baltasis) šaltinis	27
3. Hidrofiziniai ir hidrocheminiai karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens tyrimai.....	28
3.1 Sunkiųjų metalų tyrimai karstinio regiono vandenyje	28
3.2 Karstinio regiono tiriamasis monitoringas	29
3.2.1. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje	32
3.2.1.1 Žaliasis šaltinis	33
3.2.1.2 Smardonės pirmasis šaltinis	37
3.2.1.3 Smardonės antrasis šaltinis.....	40
3.2.1.4 Salomėjos šaltinis	43
3.2.1.5 Pelanio ežeras	46
3.2.1.6 Žaliasis ežeras.....	49
3.2.1.7 Geografų ir Bebrų šaltiniai	51
3.2.2. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus karsto zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje.....	55
3.2.2.1 Kirkilų ežeras	55
3.2.2.2 Šilinės upelis.....	58
3.2.2.3 Požemio upelis	59
3.2.2.4 Ūgės upelis	62
3.2.3. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus karsto zonos paviršinio vandens telkiniuose.....	64
3.2.3.1 Širvėnos ežeras	64
3.2.3.2 Įstras-Stanioniai.....	67
3.2.3.3 Įstras-Talačkoniai	69
4. Paviršinio ir požeminio vandens antropogeninės taršos vietų bei ekstensyvaus ūkininkavimo plotų skirtingo intensyvumo karsto zonose analizė.....	73
4.1 Karstinio regiono paviršinio vandens telkinių apžvalga	73
4.2 Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijos karstiniame regione.....	77
IŠVADOS	90

IVADAS

Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro 2015 m. rugsėjo 30 d. įsakyme Nr. 3D-736 „Dėl Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminiams vandenims nuo taršos apsaugoti ir ekstensyvaus ūkininkavimo metodams plėtoti 2016-2018 m. veiksmų plano patvirtinimo“ išdėstytas specialus trejų metų veiksmų planas Šiaurės Lietuvos karstiniam regionui – išskirtines gamtines sąlygas turinčiai teritorijai su ypač lengvai pažeidžiamomis ekosistemomis ir silpna požeminio vandens gamtine apsauga. Šiame dokumente yra pateiktos veiksmų plano plėtos kryptys, išdėstyti tikslai, uždaviniai ir priemonės, numatomi rezultatai ir įgyvendinimo principai. Veiksmų planas skirtas siekti nuoseklios ekologinio ūkininkavimo plėtos Šiaurės Lietuvos karstiniame regione ir užkirsti kelią požeminio vandens taršai šiame regione. **Veiksmų plano tikslas – sudaryti sąlygas Šiaurės Lietuvos karstinio regiono aplinkai apsaugoti plėtojant ekologinį ūkininkavimą ir intensyvaus karsto zonoje vykdant vandens tyrimų tęstinumą bei plėtrą.**

2016 m. kovo 21 d. Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymu Nr. 3D-146 „Dėl Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminiams vandenims nuo taršos apsaugoti ir ekstensyvaus ūkininkavimo metodams plėtoti 2016-2018 m. veiksmų plano patvirtinimo“ pakeitimo buvo priimta nauja šio įstatymo 1 ir 2 priedų redakcija. Šiame dokumente yra ir kai kurie Aplinkos ministerijos kompetencijas atitinkantys ir šios ministerijos arba jungtinėmis Aplinkos ir Žemės ūkio ministerijų lėšomis finansuojami uždaviniai:

1. Efektyvinti aplinkos apsaugos įgyvendinimo priemonės Šiaurės Lietuvos karstiniame regione.
2. Vykdyti ir plėtoti paviršinio ir požeminio vandens antropogeninės taršos tyrimus intensyvaus karsto zonoje.

Šioje ataskaitoje pateikiami rezultatai darbų, atliktų pagal Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminiams vandenims nuo taršos apsaugoti ir ekstensyvaus ūkininkavimo metodams plėtoti 2016-2018 m. veiksmų plane Aplinkos ministerijai numatytas 2017 m. priemonės.

Pagal techninę užduotį 2017 m. numatytos šios karstinio regiono hidrosferos tyrimų užduotys:

1. Atliktų Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens tyrimų rezultatų analizė, ilgamečių vandens išteklių ir kokybės kaitos tendų nustatymas.
2. Esamo Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens taršos ir jo kokybės tyrimo tinklo analizė ir koregavimas, įtraukiant darbo tikslus tenkinančius karstinio regiono vandens šaltinius.
3. Požeminio ir paviršinio vandens tyrimų, apimant platesnį karstiniam regionui būdingų fizinių ir cheminių indikatorių rodiklių spektrą, vykdymas.
4. Paviršinio ir požeminio vandens antropogeninės taršos vietų identifikavimas bei ekstensyvaus ūkininkavimo plotų lyginamoji analizė, atsižvelgiant į skirtingo intensyvumo karsto zonas ir esamas bei siūlomas vandens tyrimų vietas.
5. Informacijos apie išskirtines gamtines sąlygas ir optimalias aplinkosaugos priemones Šiaurės Lietuvos karstiniame regione rinkimas ir sklaida.
6. Mokslinių tyrimų, susijusių su požeminio vandens nuo užteršimo apsauga ir ekologiškai švarios žemdirbystės plėtra intensyvaus karsto zonoje, vykdymas.
7. Vandens šaltinių paieška karstiniame regione ir jų hidrofiziniai-hidrocheminiai tyrimai.

1. KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO IR PAVIRŠINIO VANDENS KOKYBĖS TYRIMAI IR ILGAMEČIAI KAITOS TRENDAI

Vienas iš darbo uždavinių buvo *Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens kokybės kaitos analizė*. Vykdam šį uždavinį 2017 m. buvo atlikta Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens tyrimų rezultatų analizė bei ilgamečių vandens kokybės kaitos tendų nustatymas. Analizei buvo parinkti paviršinio ir požeminio vandens monitoringo taškai turintys ilgiausią stebėjimų laikotarpį ir išsamiausius vandens kokybės rodiklius.

Ilgiausia ir išsamiausia tyrimų seka yra valstybinio monitoringo taškuose. Paviršinio vandens monitoringo tinklą sudaro upės, ežerai ir vandens talpyklos. Šaltiniai nėra minimi nei tarp paviršinio, nei tarp požeminio vandens monitoringo objektų. Upių ir ežerų monitoringo tikslas – įvertinti upių bei ežerų ekologinę ir cheminę būklę, vandens lygio ir kiekio pokyčius, teršiančių medžiagų apkrovą. Kiekvienų metų pradžioje paviršinio vandens monitoringo vietos ir matuojami rodikliai patvirtinami LR aplinkos ministro įsakymu. Tam yra numatyti keturi skirtingi upių, ežerų ir tvenkinių monitoringo tipai: priežiūros intensyvus monitoringas, priežiūros ekstensyvus monitoringas, veiklos monitoringas ir tiriamasis monitoringas. 2011-2016 m. paviršinio monitoringo planuose Šiaurės Lietuvos karstiniame regione nurodytos 27 paviršinio vandens monitoringo vietos.

Karstiniame regione buvo įrengta ir maždaug iki 1990 m. veikė 60 požeminio vandens monitoringui tinkamų gręžinių. Dalis jų įvairias laikotarpiais buvo naudojami valstybiniam požeminio vandens monitoringui. Du gręžiniai (748 ir 754) yra kvartero vandeningame sluoksnyje, 34 (749, 846, 853, 856, 859, 12651, 12657, 12658, 12659, 12660, 12661, 12662, 21956, 21957, 21958, 21959, 21960, 21961, 21962, 21963, 21967, 21968, 21969, 21970, 21971, 26574, 26582, 29270, 29271, 29273, 29374, 29275, 29276, 29277) viršutinio devono Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje. Po Įstro-Tatulos vandeningu sluoksniu esančiame viršutinio devono Kupiškio-Suosos vandeningame sluoksnyje yra 8 gręžiniai (847, 854, 858, 1250, 12652, 21953, 21954, 21964). Žemiau esančiame viršutinio devono Šventosios-Upninkų vandeningame komplekse yra 14 stebimųjų gręžinių (12645, 12656, 12663, 12666, 12667, 1270, 12674, 12675, 12680, 12686, 17947, 17949, 21952, 12209). Šie gręžiniai dabar valstybiniam monitoringui nenaudojami.

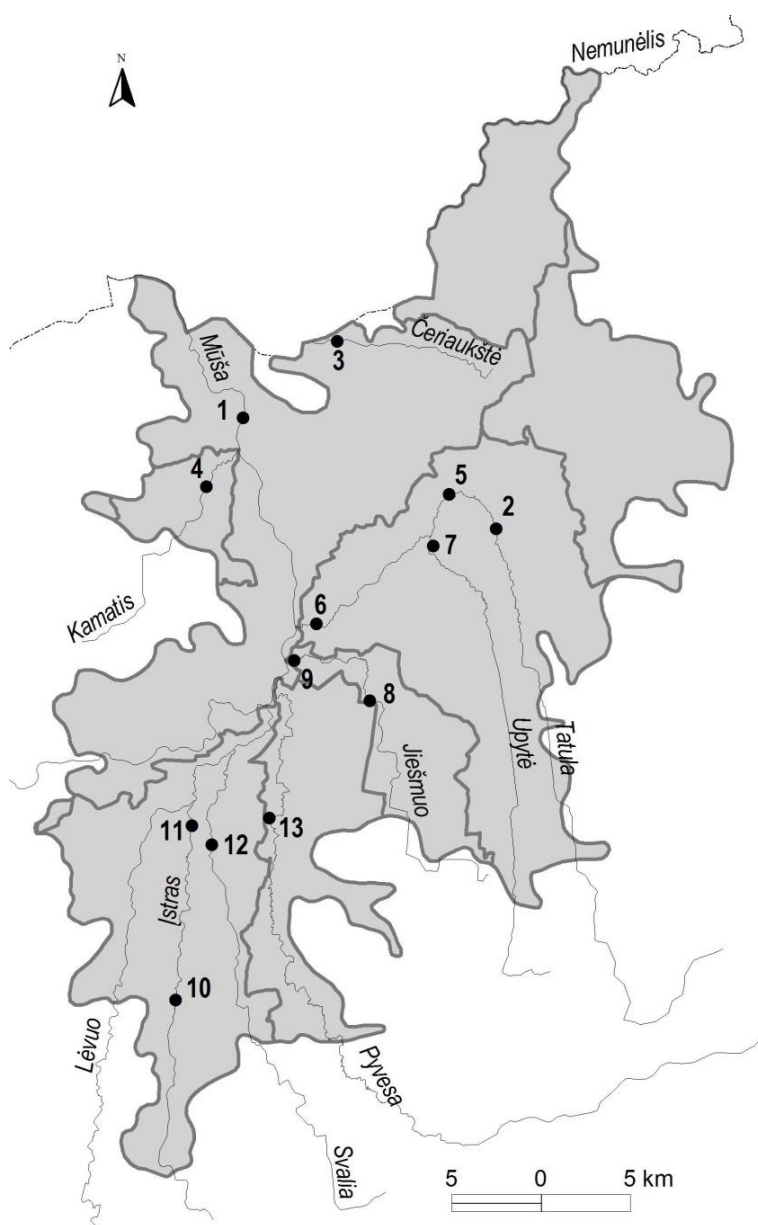
Pagal Valstybinio monitoringo 2011-2017 m. programą Biržų-Pasvalio požeminio vandens baseine buvo vykdyta gruntinio ir karstėjančio viršutinio devono Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio stebėsena. Karstiniame regione yra 6 valstybinio monitoringo gręžiniai. 2011-2016 m. kasmet monitoringas vykdytas keturiuose gręžiniuose: 216 (Karajimiškio kaime prie sodybos be šulinio, D3tnm), 218 (Karajimiškio kaime prie kelio į Šlepščius, D3tkd), 220 (Karajimiškio kaime prie Karvės olos, D3tkd) ir 839 (Iciūnuose, Pasvalio raj. savivaldybė, D3ys). Kvartero uolienų vandeninguose sluoksniuose stebimųjų valstybinio monitoringo gręžinių karstiniame regione 2011-2015 m. nebuvo.

1.1 KARSTINIO REGIONO PAVIRŠINIO VANDENS KOKYBĖS KAITA

Upių vandens kokybės kaitos ilgalaikius trendus atspindi dviejų karstiniame regione esančių valstybinio monitoringo taškų duomenys: Mūšos ties Saločiais ir Tatulos aukščiau Biržų (1 pav., 1 ir 2 taškas), kuriuose stebėjimai vykdomi nuo 1992 m., paprastai matavimus atliekant 12 kartų per metus. Mūšos ties Saločiais vandens kokybė labiau atspindi ne karstinio regiono, bet didesnio baseino ūkinės veiklos poveikį. Tatulos aukščiau Biržų vandens kokybės rodikliai geriau atspindi karstinio regiono poveikį, nes didesnė (lyginant su Mūša ties Saločiais) baseino dalis yra karstinių reiškinių paveiktose teritorijose.

Buvo vertinama upių ekologinės būklės klasių¹ rodiklių kaita bei nustatytų kokybės klasių atvejų skaičius. Ekologinės būklės rodiklių kaitos trendai Mūšoje ties Saločiais bei Tatuloje ties Biržais yra analogiški: stebimas deguonies kiekio didėjimas, biocheminis

deguonies sunaudojimas, amonio azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo mažėjimas, nitratų azoto bei bendrojo azoto koncentracijų kaitoje ryškių pokyčio trendų nėra (2, 3 pav.). Mūšoje vandens kokybės kaitos trendai dažnai yra ryškesni negu Tatuloje, todėl, kad tyrimų laikotarpio pirmoje pusėje ekologinės būklės rodiklių koncentracijos Mūšoje buvo žymiai aukštesnės, o pastaraisiais metais šie



1 pav. Paviršinio vandens kokybės valstybinio monitoringo vietos, tinkamos karstinio regiono ūkinės veiklos poveikio vertinimui:

1 – Mūša ties Saločiais, 2 – Tatula aukščiau Biržų, 3 – Čeriaukštė žemiau Putrių, 4 – Kamatis ties Žadeikoniais, 5 – Tatula ties Čeniškiais, 6 – Tatula ties Rauboniais, 7 – Upių ties Kirdoniais, 8 – Jiešmuo žemiau Krinčino, 9 – Jiešmuo žemiau Pajiešmenų, 10 – Istras žemiau Pumpėnų, 11 – Istras ties Talačkoniais, 12 – Svalia ties Talačkoniais, 13 – Pyvesa tarp Žadeikių ir Geivitonių.

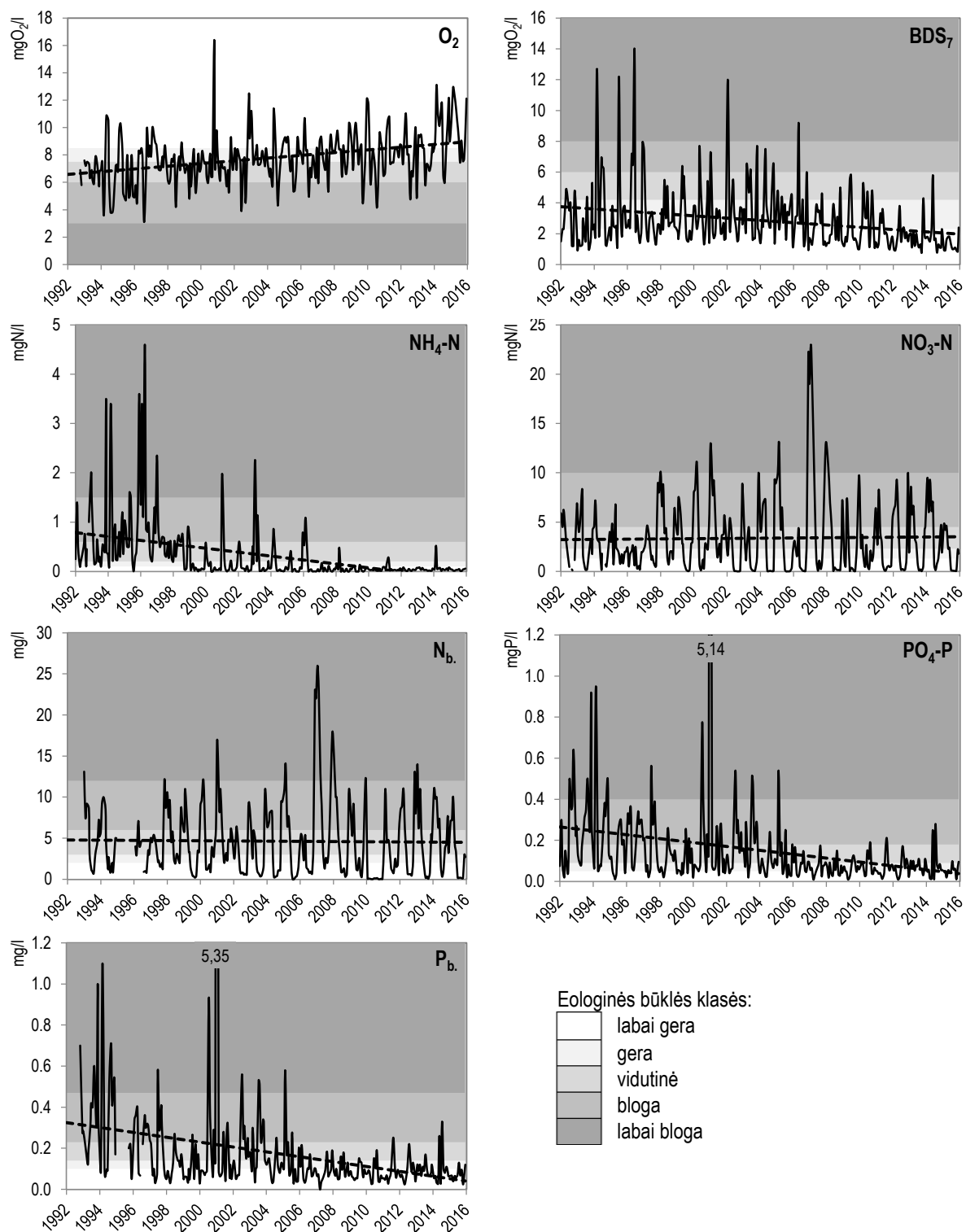
¹ Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ pakeitimo, 2016 rugsėjo 4 d. Nr. D1-533)

rodikliai gana panašūs. Pavyzdžiui BDS₇ vidutinė reikšmė Mūšoje ties Saločiais 1992-1996 m. siekė 3,38 mgO₂/l, 1997-2001 m. – 3,06 mgO₂/l, 2002-2006 m. – 3,60 mgO₂/l, Tatuloje aukščiau Biržų atitinkamai 2,89, 2,04 ir 1,85 mgO₂/l. 2012-2015 m. vidurkis Mūšoje yra 1,72 mgO₂/l o Tatuloje – 1,47 mgO₂/l. Panašiai yra ir su bendruoju fosforu: Mūšoje ties Saločiais 1992-1996 m. buvo vidutiniškai 0,31 mg/l, 1997-2001 m. – 0,24 mg/l, o Tatuloje aukščiau Biržų atitinkamai 0,26 ir 0,06 mg/l, tuo tarpu 2012-2015 m. vidutinė koncentracija abiejuose taškuose buvo vienoda – 0,09 mg/l. Tai rodo, kad Tatulos vandens kokybė prieš 2-3 dešimtmečius buvo geresnė nei Mūšos, o tarša buitinėmis bei pramonės nuotėkomis jos baseine mažesnė, o pastarąjį dešimtmetį vandens kokybės rodikliai abiejuose matavimo taškuose yra panašūs.

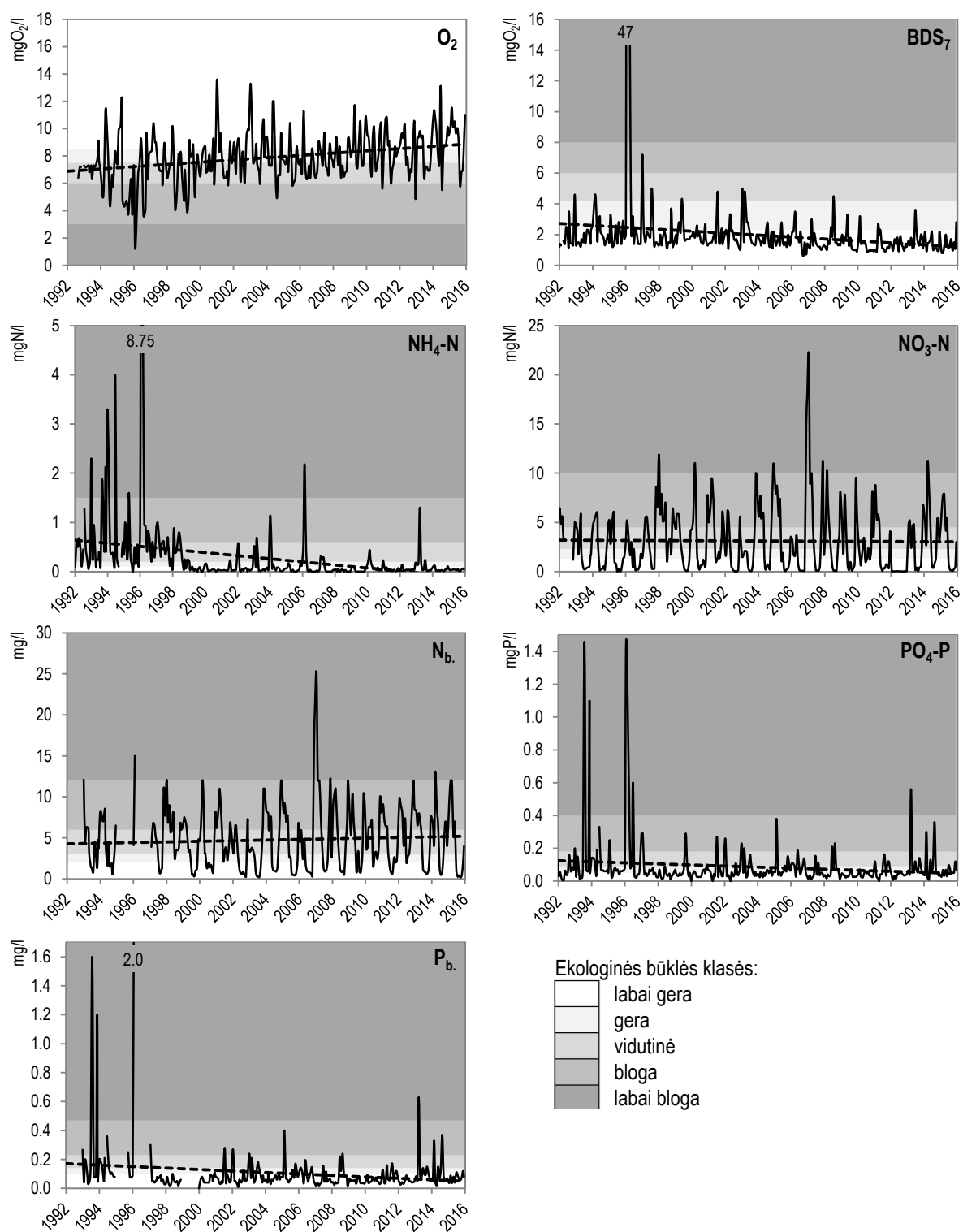
Lyginant pagal ekologinės būklės rodiklius nustatytą vandens kokybės klasių atvejų skaičių abiejuose matavimo taškuose išryškėja panaši situacija: labai gera ir gera vandens kokybės klasė pagal BDS₇ ir fosforo junginius ankstesniais dešimtmečiais dažniau buvo nustatoma Tatuloje aukščiau Biržų, labai geros ir geros vandens kokybės atvejai pagal deguonies kiekį, BDS₇, amonio azoto bei fosforo junginių koncentraciją dažnėja abiejose upėse (1 lent.). Tiek Mūšos ties Saločiais, tiek Tatulos aukščiau Biržų vandens kokybė dar gana dažnai nepasiekia geros ar labai geros kokybės klasės pagal nitratų azoto ir bendrojo azoto koncentraciją (1 lent.), o ilgalaikės kaitos trendai nerodo, kad situacija keistųsi (2, 3 pav.). Taigi, žemės ūkio veikla, perteklinis trąšų naudojimas šių upių baseinuose vis dar išlieka problema.

Karstinio regiono upių vandens kokybė bei jos klasės nustatomos dar keliolikoje valstybinio monitoringo taškų, vykdant veiklos monitoringą – kas dveji-treji metai atliekami hidrocheminiai tyrimai (paprastai 4 kartus per metus) skirtinguose pasirinktuose taškuose (1 pav., 3-13 taškai). Remiantis šiais matavimais galima įvertinti, kokie rodikliai dažniausiai neleidžia pasiekti geros ir labai geros vandens kokybės klasių. Apibendrinus 2006-2015 m. pagal vandens kokybės rodiklius nustatytas ekologinės būklės klases vėlgi išryškėja, kad labai gera ir gera klasė visuose stebėjimo taškuose mažiausiai kartų pasiekta pagal nitratų azoto ir bendrojo azoto koncentraciją (2 lent.). Pagal fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentraciją daugiausia atvejų, kai kokybės klasė nesiekė geros, nustatyta Čeriaukštėje žemiau Putrių, vienkartiniai blogos ar labai blogos ekologinės būklės klasės atvejai fiksuoti Tatuloje ties Čeniškiais, Upytėje ties Kirdoniais, Svalioje ties Talačkoniais. Blogos ir labai blogos vandens kokybės klasių pagal deguonies kiekį pavieniai atvejai nustatyti Čeriaukštėje žemiau Putrių, Kamatyje ties Žadeikoniais, Jiešmenyje žemiau Krinčino, Įstre žemiau Pumpėnų ir Pyvesoje tarp Žadeikių ir Geivitonių. Pagal BDS₇ ir amonio azotą blogos ir labai blogos ekologinės būklės klasės nenustatyta.

Taigi, ilgalaikiai stebėjimai rodo paviršinio vandens kokybės gerėjimą karstiniame regione bei aplinkiniuose baseinuose. Tačiau, norint pasiekti gerą vandens kokybę pagal visus ekologinės būklės klasių kriterijus reikia spręsti nitratų ir bendrojo azoto prietakos į paviršinius vandens telkinius problemą, susijusią su žemės ūkio veikla ir pertekliniu trąšų naudojimu.



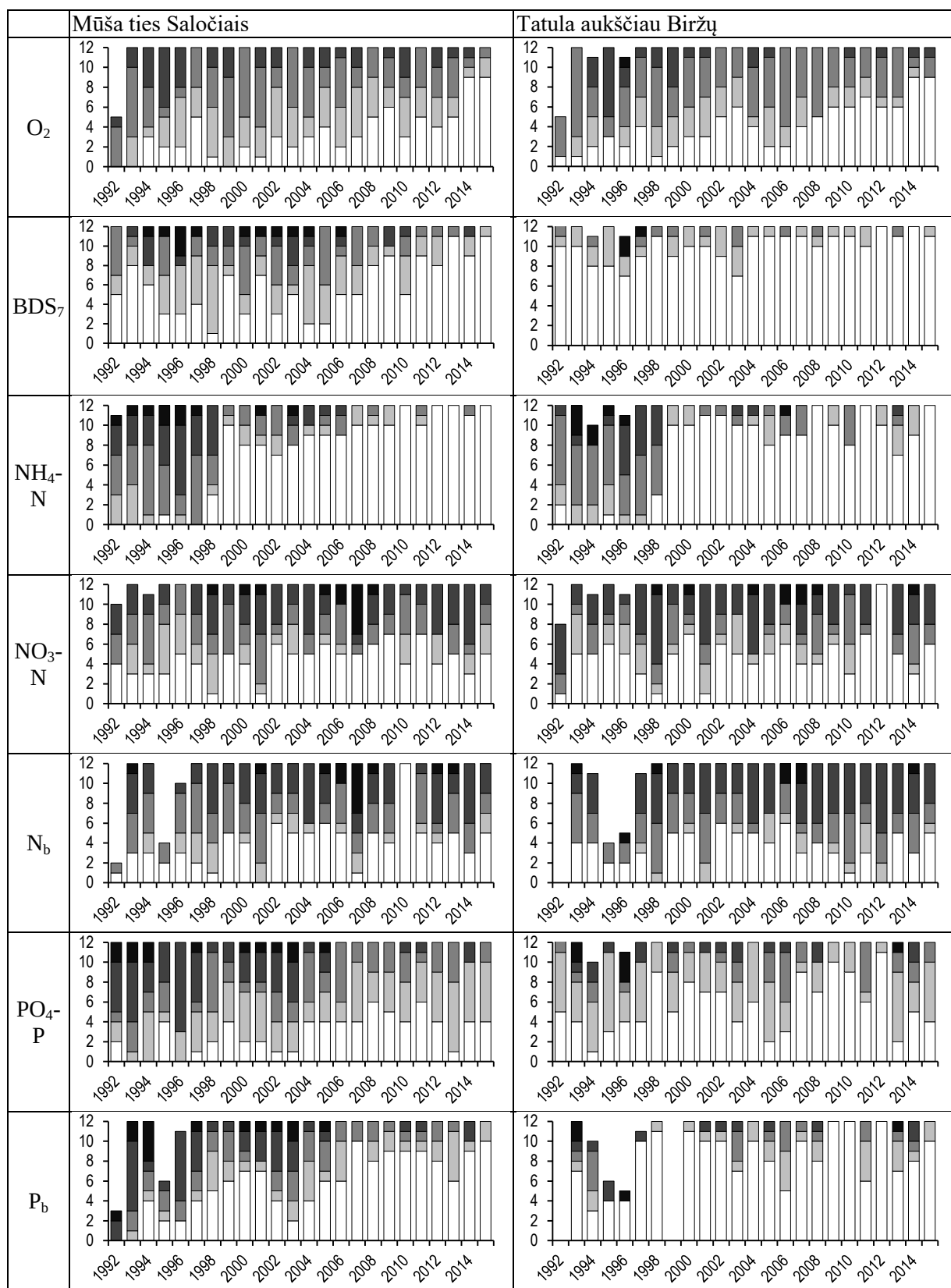
2 pav. Indikatorinių kokybės rodiklių daugiametė kaita Mūšoje ties Saločiais



3 pav. Indikatorinių kokybės rodiklių daugiamečių kaita Tatuloje aukščiau Biržų

1 lentelė. Pagal indikatorinius rodiklius nustatytos vandens kokybės klasės priežiūros intensyvaus monitoringo taškuose, atvejų skaičius per metus

labai gera
 gera
 vidutinė
 bloga
 labai bloga



2 lentelė. Pagal indikatorinius rodiklius nustatytos vandens kokybės klasės veiklos monitoringo taškuose

labai gera
 gera
 vidutinė
 bloga
 labai bloga

Eil. Nr.	Monitoringo taškas, matavimų metai	Kokybės klasės, atvejų skaičius 2006-2015 m.
3.	Čeriaukštė žemiau Putrių 2010, 2013	
4.	Kamatis ties Žadeikoniais 2007, 2009, 2013	
5.	Tatula ties Čeniškiais 2011, 2014	
6.	Tatula ties Rauboniais 2011, 2014	
7.	Upytė ties Kirdoniais 2011, 2014	
8.	Jiešmuo žemiau Krinčino 2006, 2009, 2013	
9.	Jiešmuo žemiau Pajiešmenių 2011, 2014	
10.	Įstras žemiau Pumpėnų 2009, 2012, 2015	
11.	Įstras ties Talačkoniais 2011, 2014	
12.	Svalia ties Talačkoniais 2011, 2014	
13.	Pyvesa tarp Žadeikių ir Geivitonių 2006, 2007, 2012	

1.2 KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO VANDENS KOKYBĖS KAITA

Ilgalaikių požeminio vandens tyrimų analizei karstiniame regione parinkti aštuoni gręžiniai, kuriuose buvo atliekama cheminių rodiklių stebėsena, o stebėjimų eilė buvo ilgiausia (3 lent.), leidžianti objektyviau įvertinti požeminio vandens pokyčius ar tendencijas tiriamame regione.

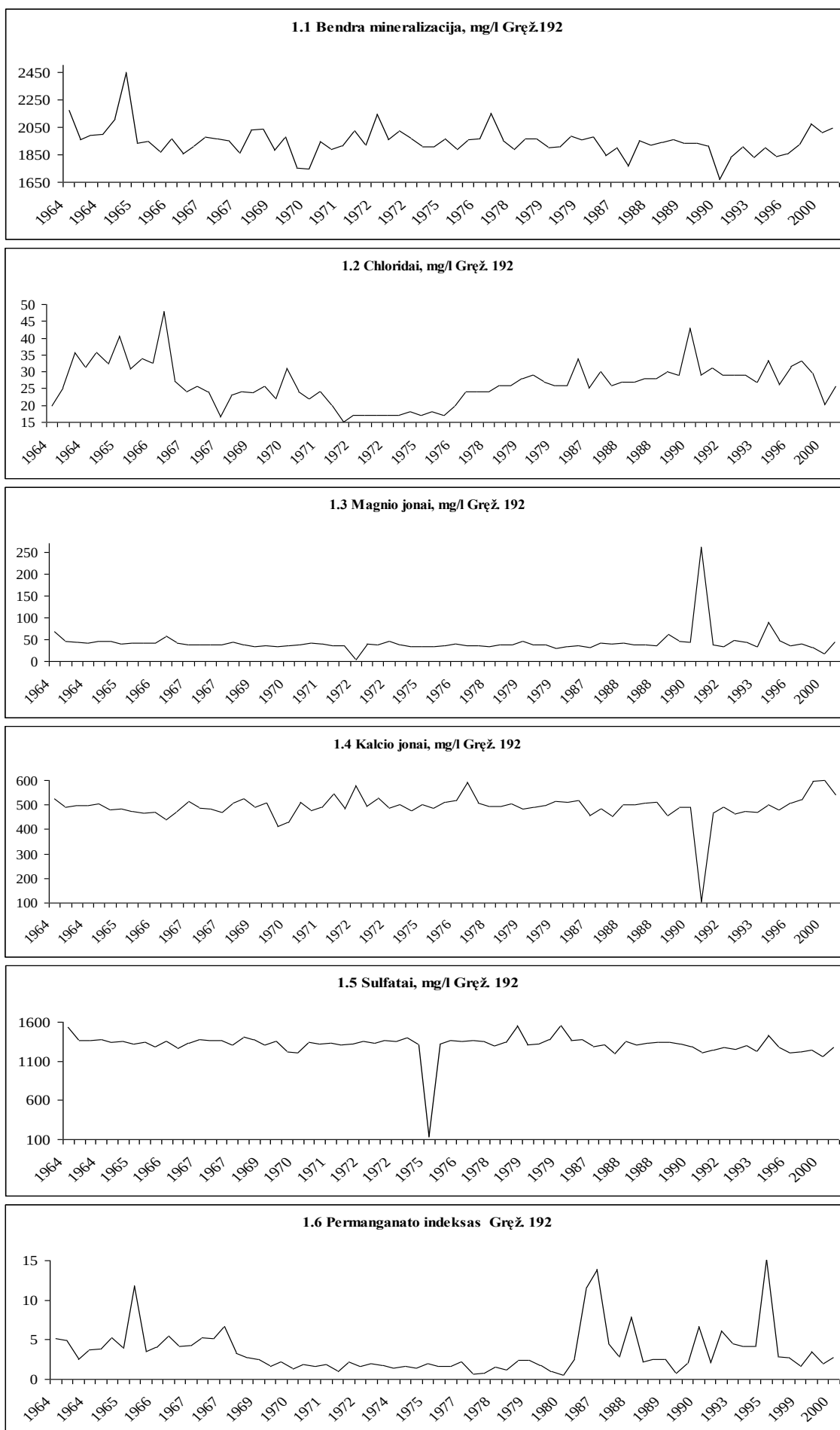
3 lentelė. Karstinio regiono ilgalaikio požeminio vandens monitoringo vietos

<i>Eil. Nr.</i>	<i>Gręžinio Nr.</i>	<i>Indeksas</i>	<i>Adresas</i>	<i>Geologinis objektas</i>	<i>Stebėjimų laikotarpis</i>
1	192	D3sr	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Pabiržės sen., Pabiržės mstl.	Likėnų	1964-2000
2	193	D3sr	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Pabiržės sen., Pabiržės mstl.	Likėnų	1964-2000
3	216	D3tnm	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Širvėnos sen., Biržų k.	Karajimiškio	1979-2016
4	217	D3t	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Širvėnos sen., Karajimiškio k.	Karajimiškio	1988-2001
5	218	gIIInm3+D3tkd	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Širvėnos sen., Šlepščių k.	Karajimiškio	1986-2016
6	219	D3t	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Širvėnos sen., Karajimiškio k.	Karajimiškio	1979-1998
7	220	D3tkd	Panevėžio apskr., Biržų r. sav., Širvėnos sen., Karajimiškio k.	Karajimiškio	1987-2016
8	839	D3ys	Panevėžio apskr., Pasvalio r. sav., Vaškų sen., Ičiūnų k.	Ičiūnų	1979-2016

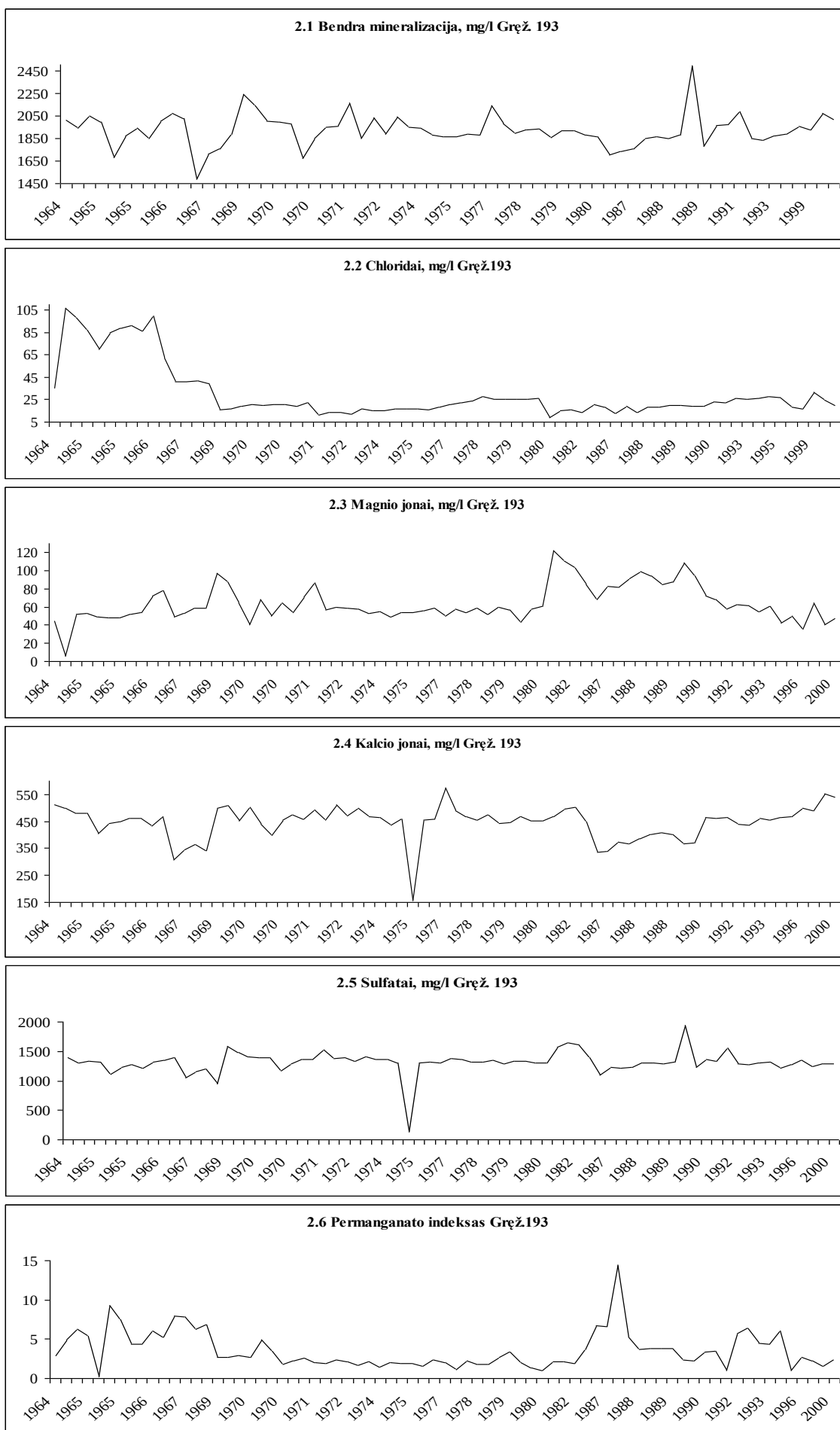
Iš aštuonių gręžinių šeši (216, 217, 218, 219, 220, 839) priklauso Valstybinio monitoringo tinklui. Juose aplinkos monitoringas vykdomas pagal Valstybinę aplinkos monitoringo programą. Ilgiausiai stebėjimai buvo vykdomi 192, 193, 216 ir 839 gręžiniuose (36 metus). Kituose gręžiniuose stebėjimų eilė – nuo 13 iki 29 metų (3 lent.).

Karstinio regiono požeminio vandens mėginiuose buvo nustatyti anijonai (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , PO_4^{3-} , NO_2^- , NO_3^-), katijonai (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+), bendras ir karbonatinis kietumas, permanganato indeksas, ištirpusių mineralinių medžiagų kiekis, sausa liekana. Kai kurie cheminiai rodikliai stebėti su pertraukomis, nesistemiškai, kai kuriuose gręžiniuose jų visai nebuvo, todėl požeminio vandens kokybės tendų nustatyme pasirinkti tie cheminiai rodikliai, kurių stebėjimų eilė be pertrūkių. Karstinio regiono požeminio vandens kokybės kaitos tendų nustatyme buvo įvertinta bendra mineralizacija (ištirpusių mineralinių medžiagų kiekis), chloridai, sulfatai, permanganato indeksas (permanganatinė oksidacija – PO), kalcio jonai, magnio jonai.

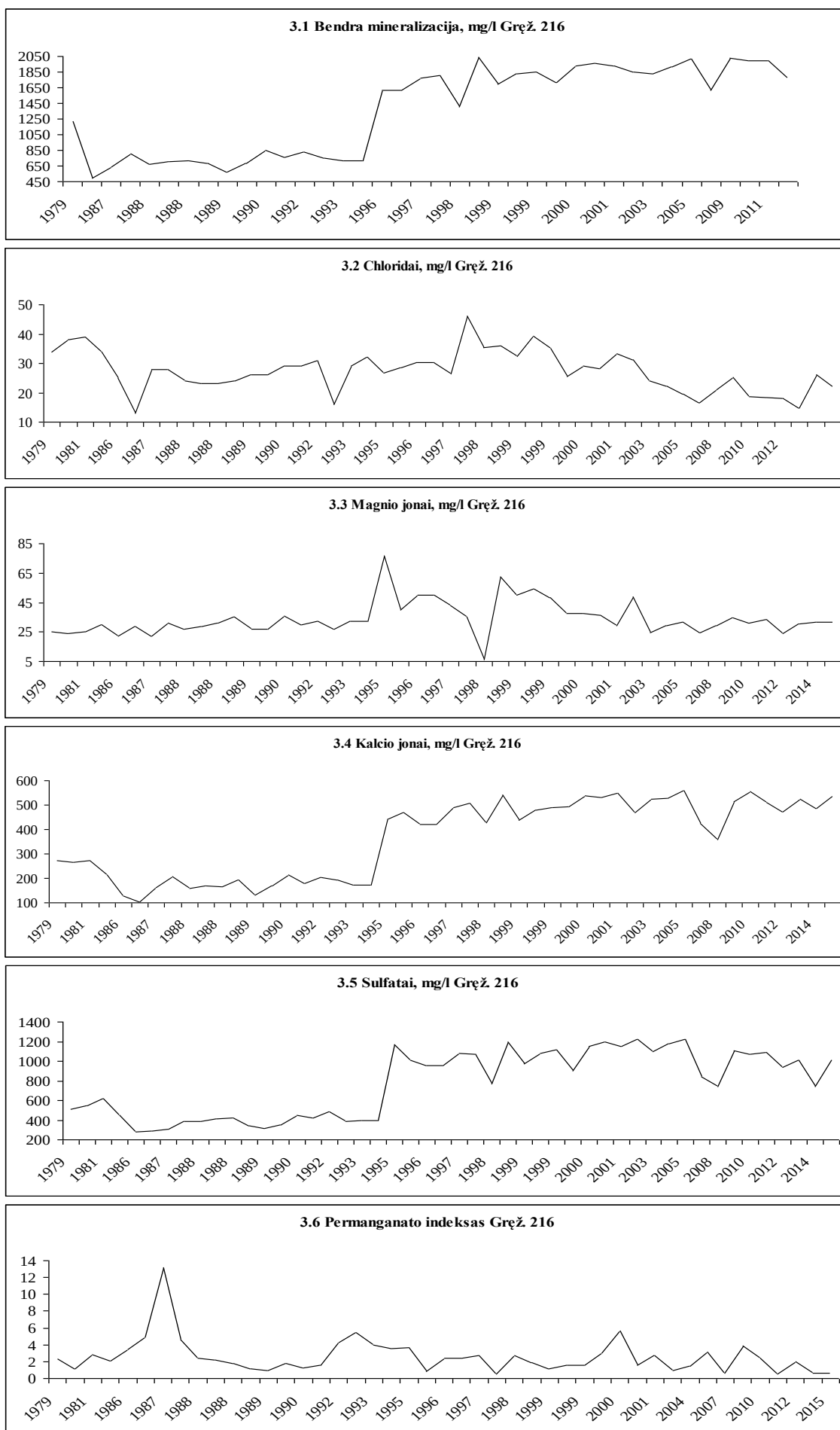
Tendų išskyrimui nubraižyti grafikai (4 pav.), iš kurių matyti, kad ryškių cheminių rodiklių didėjimo ar mažėjimo tendencijų nėra. Atskirais metais (192 gręžinys) stebimos kai kurių rodiklių padidėjimas ar sumažėjimas: kalcio jonų sumažėjimas 1990 m., sulfatų sumažėjimas 1975 m., magnio jonų padidėjimas 1990 m. 192 gręž. išskirti permanganato indekso padidėjimo (1964-1969 m., 1984-2000 m.) ir sumažėjimo (1969-1984 m.) periodai. 193 gręž. 1975 m. stebimas sulfatų sumažėjimas, bei tie patys sumažėjusio ir padidėjusio permanganato indekso periodai.



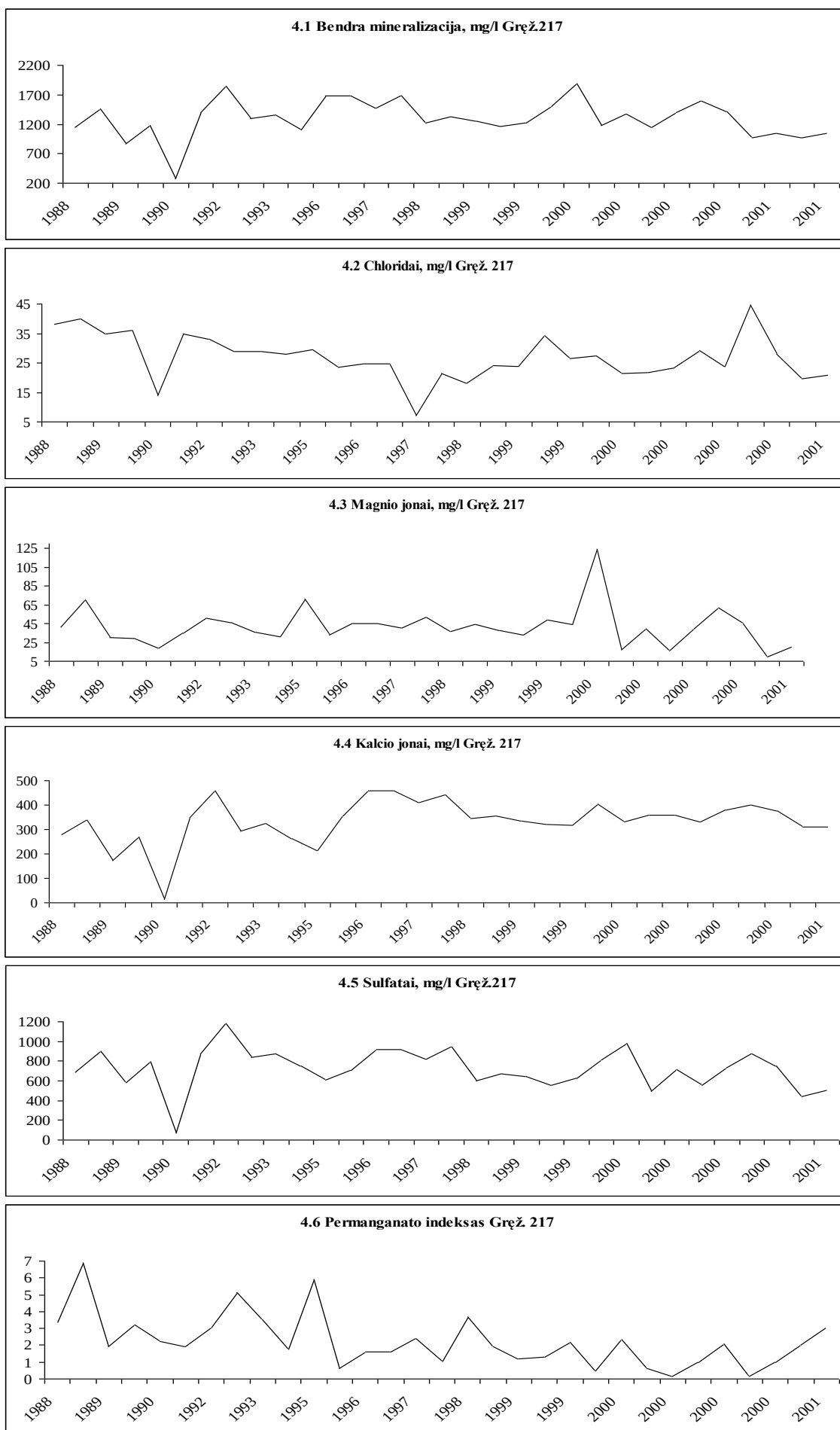
4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione



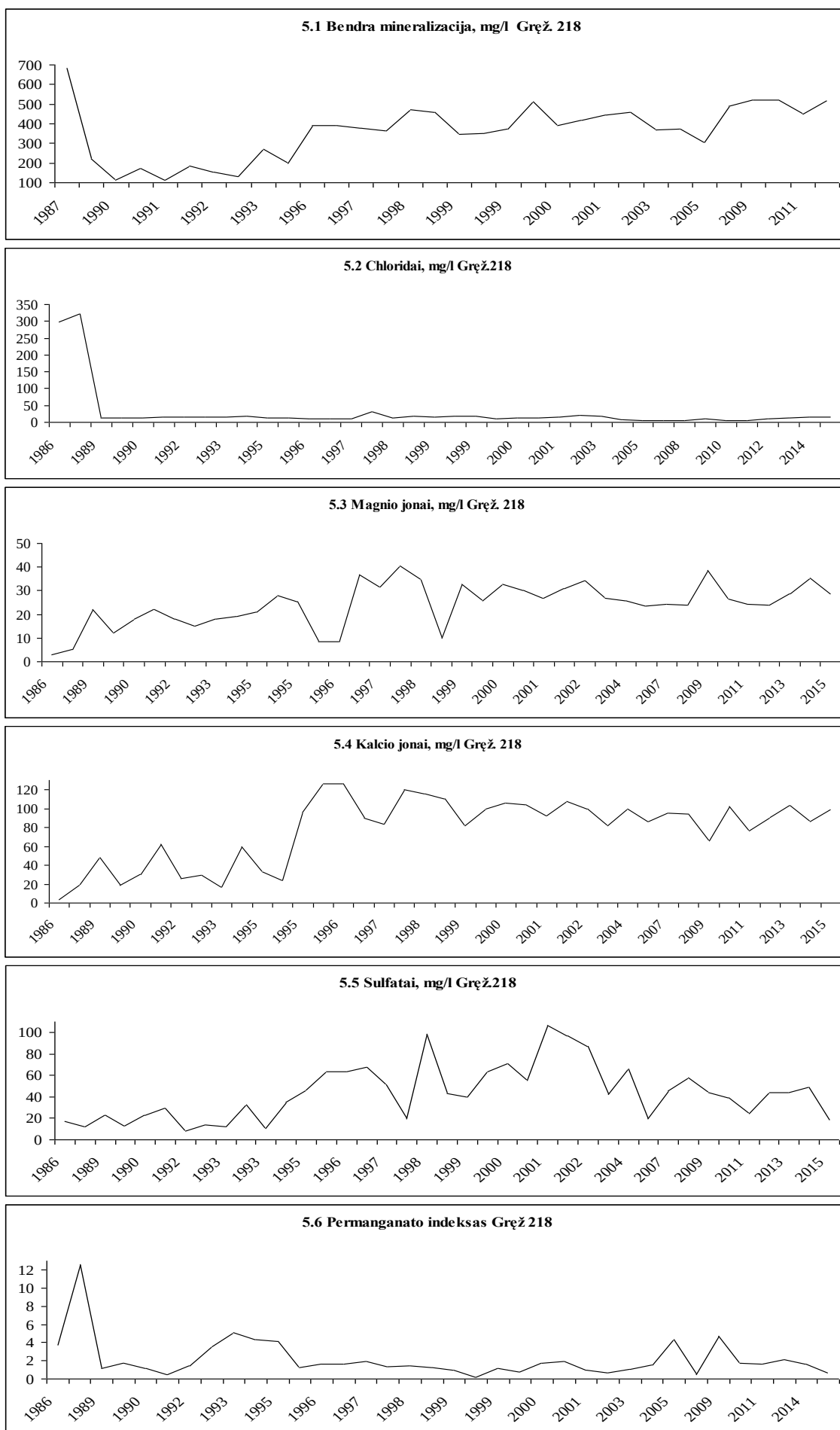
4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



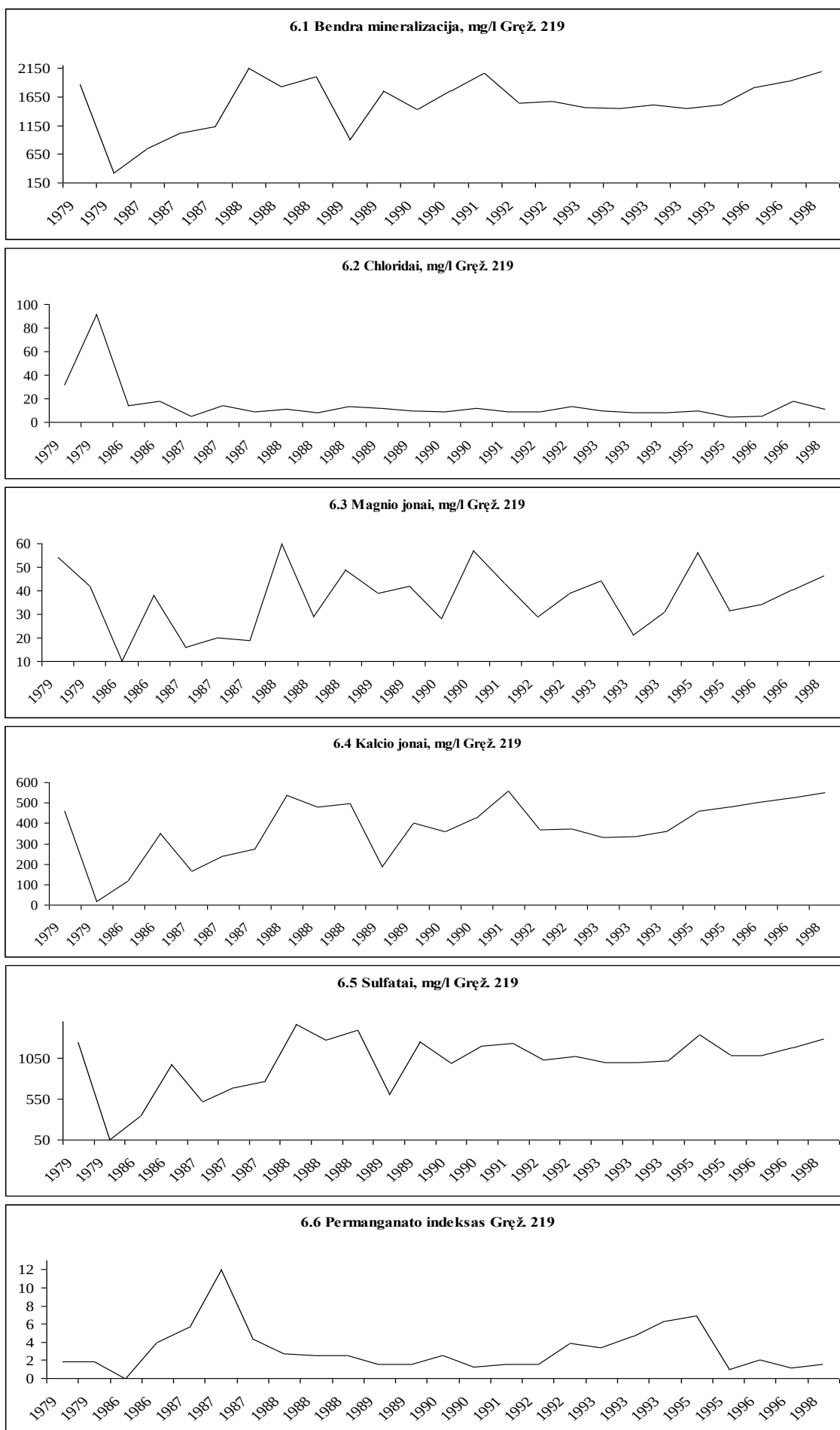
4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



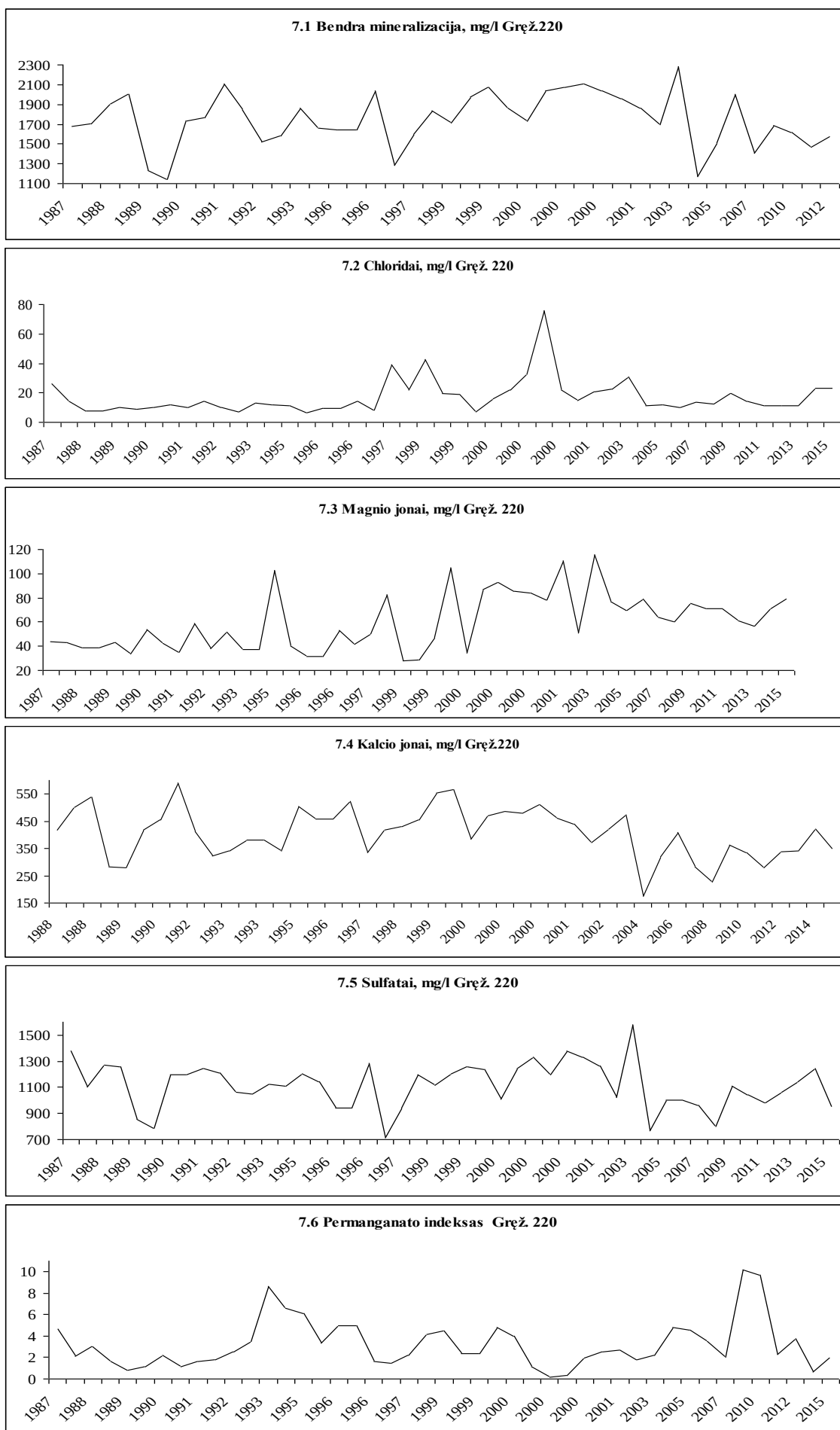
4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



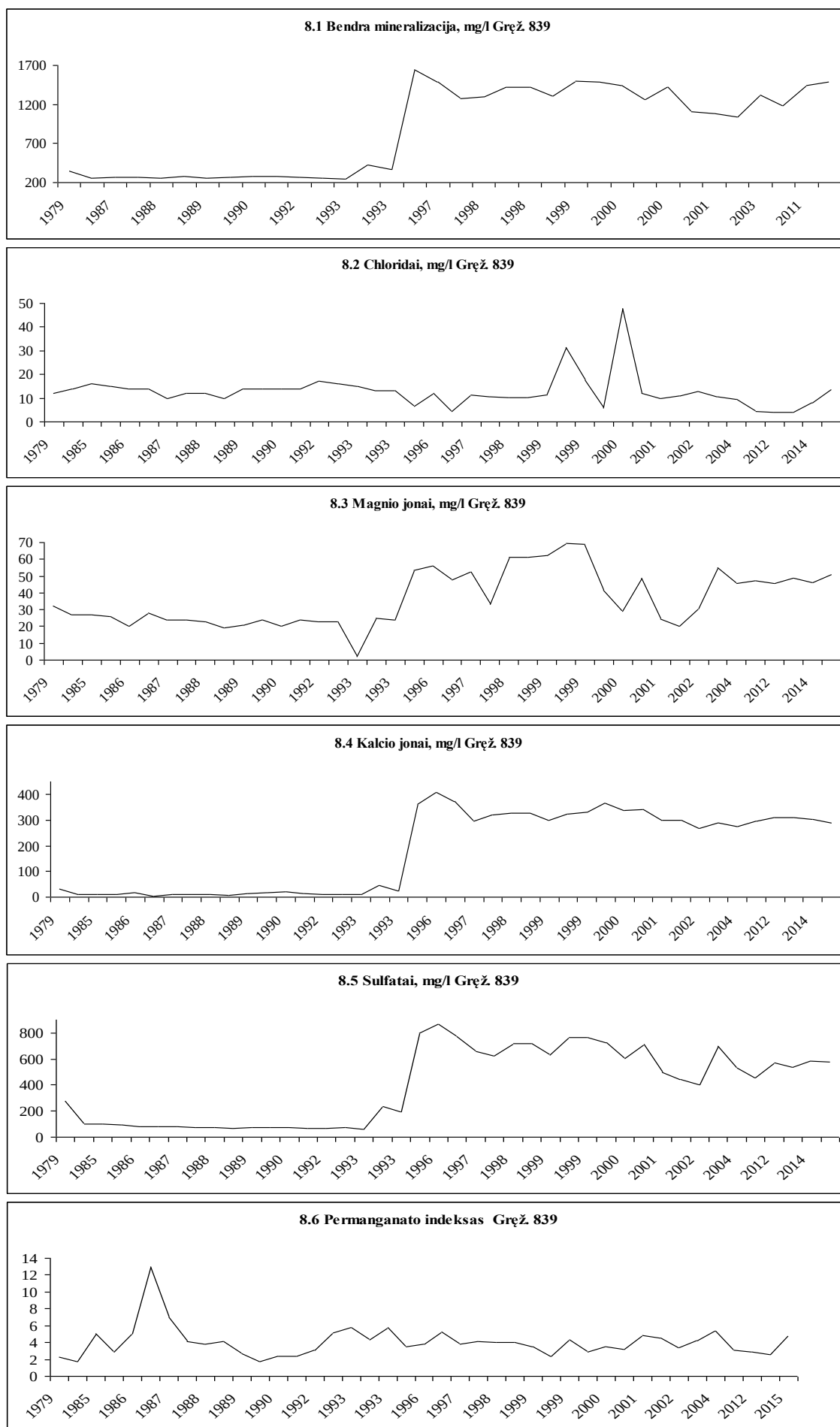
4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).



4 pav. Požeminio vandens kokybės kaita karstiniame regione (tęsinys).

216, 218, 839 gręžiniuose nuo 1995 m. stebimas bendros mineralizacijos, kalcio jonų, sulfatų padidėjimas. Tai gali būti susiję su vandens kokybės rodiklių nustatymo metodikos pasikeitimu – cheminiai rodikliai nustatomi naujai į gręžinį pritekėjusiam vandenyje po gręžinio vandens išsiurbimo. 217 gręžinyje panašus procesas stebimas jau nuo 1992 m. (4 pav. 4.1, 4.4 ir 4.5), o 219 gręžinyje dar anksčiau – nuo 1988 m. Tuo tarpu 220 gręžinyje iki 2005 m. aiškių pasikeitimų nėra, o nuo 2005 m. netgi matosi bendros mineralizacijos, kalcio jonų, sulfatų sumažėjimas (4 pav. 7.1, 7.4 ir 7.5). Atkreiptinas dėmesys į tai, kad, atliekant gipso cheminės denudacijos tyrimus, taip pat buvo nustatytas kalcio ir sulfatų koncentracijos padidėjimas karstinio regiono upėse tarp 1980-1993 m. Tai leidžia daryti prielaidą, kad bendros mineralizacijos, kalcio jonų, sulfatų kiekio pasikeitimas gali būti susijęs su natūraliais arba antropogeniniais pokyčiais karstinio regiono požeminio vandens sistemoje.

2. KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO IR PAVIRŠINIO VANDENS KOKYBĖS IR JO TARŠOS TYRIMO TINKLO ANALIZĖ IR KOREGAVIMAS

2016 m., parinkus 15 vietų, buvo pasiūlytas karstinio regiono tiriamojo monitoringo tinklas ir programa (žr. 2016 m. ataskaitą). Po 2016-2017 m. tyrimų buvo nustatyta, kad Drąseiniuose parinkti šaltiniai (Bebrų tako ir Geografų), Apaščioje esant aukštam vandens lygiui, užliejami. Dėl šios priežasties jie nėra tinkami tiriamajam monitorinui.

4 lentelė. 2017 m. Barklainių (Baltojo), Kiemelių ir Gnauzių šaltinių hidrocheminių tyrimų rezultatai

Matavimo vienetas	Rodiklis	Barklainių šalt.		Kiemelių šalt.			Gnauzių šalt.	
		07 27	08 24	07 27	08 24	09 13	06 16	08 24
°C	t _{vand.}	8,7		8,7				
m ³ /s	Q	0,001		0,005				
	pH	7,04	7,09	6,99	7,01	7,05	7,08	7,06
μS/cm	El. laid.	2470	2480	2600	2390	2580	2500	2480
mg/l	O ₂	0,44	0,29	1,03	0,23	0,89	0,30	0,65
%		3,4	1,5	9,7	1,3	-	2,2	5,1
mgO ₂ /l	BDS ₇	2,10	-	1,80	3,64	2,07	0,60	1,82
	BO	31,0	<30	<30	<30	<30	<30	<30
	PO	12,0	10,9	6,4	5,4	5,9	<5	<5
mg/l	HCO ₃ ⁻	512,4	549,0	549,0	512,4	549	341,6	366,0
	Cl ⁻	<5	<5	17,73	15,40	16,56	8,79	9,80
	SO ₄ ²⁻	1184	1079	1158	1158	1075	1132	1132
	NO ₂ ⁻	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,18	<0,005	<0,005
	NO ₃ ⁻	<0,060	<0,060	<0,060	<0,060	0,076	<0,060	<0,060
	NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,235	<0,038	<0,038
	Na ⁺	12,0	12,5	19,0	18,0	18,0	18,0	21,0
	K ⁺	1,6	2,1	3,0	2,1	2,5	3,5	3,5
	Ca ²⁺	589,7	586,2	551,9	578,8	539,5	536,8	537,9
	Mg ²⁺	45,2	26,0	68,1	44,0	55,4	40,7	46,3
Kietumas (mg-ekv/l)	Karb.	8,4	9,0	9,0	8,4	9,0	5,6	6,0
	Nekarb.	24,81	22,45	24,21	24,16	22,54	24,59	24,71
	Bendras	33,21	31,45	33,21	32,56	31,54	30,19	30,71
mg/l	Jon. suma	2349	2256	2367	2329	2256	2081	2116
	N/NO ₂ ⁻	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,005	<0,0015	<0,0015
	N/NO ₃ ⁻	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	0,017	<0,013	<0,013
	N/NH ₄ ⁺	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	0,182	<0,030	<0,030
	N _{min.}	-	-	-	-	-	-	-
	N _{org.}	-	-	-	-	-	-	-
	N _{b.}	1,07	1,25	1,04	0,95	0,94	0,060	0,98
	PO ₄ ³⁻	0,113	0,130	0,108	0,095	<0,015	<0,015	<0,015
	P _{min.}	0,037	0,043	0,036	0,031	<0,005	<0,005	<0,005
	P _{org.}	0,001	0,016	0,000	0,131	-	-	-
	P _{b.}	0,038	0,059	0,036	0,163	<0,005	0,598	<0,005

Siekiant pakeisti tyrimų taškus Bebrų ir Geografų šaltiniuose, buvo ieškomi dar netirti karstinio regiono vandens šaltiniai ir vykdomi jų tyrimai. 2017 m. buvo tirti šeši nauji šaltiniai: Barklainių, Kiemelių, Gnauzių (4 lent.), Raudonpamūšės, Krinčino verdenės ir Krinčino antrasis (5

lent.). Penki iš šių šaltinių charakterizuoja nuotėkį iš Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio (Barklainių, Kiemelių, Gnaužių, Krinčio verdenė ir Krinčio II šaltinis) ir vienas (Raudonpamūšės) – gruntinio vandens nuotėkį. Tęsiant tiriamąjį monitoringą, siūlome Bebrų ir Geografų šaltinius keisti į Kiemelių ir Krinčio šaltinius (Pyvesos-Jiešmens vandenskyros iškrovos zona).

5 lentelė. 2017 m. Raudonpamūšės, Krinčio verdenės ir Krinčio II šaltinių hidrocheminių tyrimų rezultatai

Matavimo vienetas	Rodiklis	Raudonpamūšės	Krinčio verdenė	Krinčio II
		06 15	06 15	06 15
°C	t _{vand.}			
m ³ /s	Q	~0,001-0002		
	pH	7,60	7,05	7,00
μS/cm	El. laid.	1232	2,360	2420
mg/l	O ₂	4,85	0,28	0,68
%		52,8	2,2	5,8
mgO ₂ /l	BDS ₇	4,84	2,42	3,33
	BO	78,0	<30	<30
	PO	24,3	5,44	9,28
mg/l	HCO ₃ ⁻	536,8	427,0	390,4
	Cl ⁻	82,25	30,10	13,06
	SO ₄ ²⁻	78,9	1026	1105
	NO ₂ ⁻	0,495	<0,005	<0,005
	NO ₃ ⁻	10,2	<0,060	<0,060
	NH ₄ ⁺	0,242	<0,038	<0,038
	Na ⁺	58,0	12,0	11,0
	K ⁺	7,0	1,5	2,0
	Ca ²⁺	128,5	514,1	544,3
	Mg ²⁺	45,7	40,7	36,1
Kietumas (mg-ekv/l)	Karbonatinis	8,8	7,0	6,4
	Nekarbonatinis	1,39	22,06	23,79
	Bendras	10,19	29,06	30,19
mg/l	Jonų suma	948	2052	2102
	N/NO ₂ ⁻	0,150	<0,0015	<0,0015
	N/NO ₃ ⁻	2,29	<0,016	<0,013
	N/NH ₄ ⁺	0,188	<0,030	<0,030
	N _{min.}	2,63	-	-
	N _{org.}	2,09	-	-
	N _{b.}	4,72	0,230	0,280
	PO ₄ ³⁻	<0,015	<0,015	<0,015
	P _{min}	<0,005	<0,005	
	P _{org.}	-	-	
	P _{b.}	0,531	0,023	

2.1 RAUDONPAMŪŠĖS ŠALTINIS

Raudonpamūšės šaltinis (5 pav.) yra Saločių seniūnijoje Rudonpamūšės kaime, į pietus nuo buvusio Raudonpamūšės dvaro dešiniajame Mūšos krante (Y=528335, X=6223050). Šaltinio ištakoje anksčiau buvo išplauta apvali 1 m skersmens duobė, kuri vėliau buvo pagilinta, paplatinta ir pailginta. Iš dabar esančio prūdelio vandens perteklius teka į Mūšos upę.

Vanduo skaidrus. Aplinka natūrali. Šį šaltinį vietiniai senbuviai vadina Lapėno verdene, nes jis yra greta buvusios vietinio gyventojų Lapėno sodybos. Naujai atsikėlę gyventojai šaltinio nežino.

Sprendžiant pagal hidrocheminius rodiklius, šaltinis drenuoja gruntinį vandenį (5 lent.). 2017 gegužės 29 d. šaltinio debitas buvo apie 1 l/s.



5 pav. Raudonpamūšės ištakoje iškastas prūdelis

2.2 GNIAUŽIŲ ŠALTINIS

Gniaužių šaltinis (6 pav.) dar vadinamas Mūšos Didžiuoju, yra ties Saločių seniūnijos Gniaužių kaimu kairiajame Mūšos krante (Y=522484, X=6236676). Šioje vietoje Mūša daro kairįjį posūkį į pietvakarius, dešiniajame krante yra Škilinпамūšio kaimas. Plotas, iš kurio išteka šaltinis, iš pietvakarių yra apribotas Mūšos senvagės. Potvynių metu šaltinis užliejamas. Šaltinio ištakos duobė yra apie 9 m. ilgio ir 5 m. pločio, šaltinio vaga tęsiasi apie 11 m iki Mūšos upės. Tai yra antras pagal vandeningumą, po Žaliojo,



6 pav. Gniaužių šaltinio verdėnė ir iš jos ištekančias upelis

šaltinis Pasvalio rajone. 2017 m. rugpjūčio 24 d. šaltinio debitas buvo 0,051 m³/s, srovės greitis šaltinio suformuotoje vagoje – 0,102 m/s. Pagal hidrocheminius duomenis upelis drenuoja Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį (4 lent.).

2.3 KRINČINO VERDENĖ

Krinčino verdenė, dar vadinama Krinčinka, yra Krinčino miestelio parke kairiajame Jiešmens upelio krante. Šaltinio aplinka sutvarkyta, negausus jo vanduo siaura vaga apie 120 m teka į Jiešmens upelį (7 pav.).

Pagal hidrocheminius duomenis upelis drenuoja Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį (5 lent.). Šaltinio debitas nematuotas.



7 pav. Žmogaus pakeista Krinčino verdenės ištaka

2.4 KRINČINO ANTRASIS ŠALTINIS



8 pav. Krinčino antrojo šaltinio verdenė ir ištaka Jiešmens upelio krante

Krinčino II šaltinis yra kairiajame Jiešmens upelio krante Krinčino miestelio šiaurės vakarinėje dalyje į šiaurę nuo Krinčino aplinkelio, prie tilto. Atstumas nuo kelio – apie 14 m. Šaltinis yra upės šlaite, jo ištakos duobė yra apie 0,5 m skersmens, negausus vanduo iš maždaug 3 m aukščio šlaitu varva į numelioruotą upelį (8 pav.).

Pagal hidrocheminius duomenis upelis drenuoja Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį (5 lent.). Jo debitas nematuotas.

2.5 KIEMELIŲ ŠALTINIS

Kiemelių šaltinis yra Pasvalio seniūnijoje Kiemelių kaime dešiniajame Pyvesos krante, senvagės slėnio pašlaitėje (Y=528025, X=6215438). Ištaka yra apie 40 m. nuo Pyvesos. Ant ištakos kaip rentinys pastatytas betoninis žiedas su dangčiu (9 pav.). Per žiedo apačią ištekęs vanduo apie 40 m teka lygiagrečiai Pyvesai, vėliau pasuka į kairę į upę. Vietinių gyventojų prižiūrimas.



9 pav. Kiemelių šaltinio ištakoje įrengtas šulinys

2017 m. rugsėjo 13 d. Kiemelių šaltinio debitas buvo 0,010 m³/s. Pagal hidrocheminius matavimus šaltinis drenuoja Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį (4 lent).

2.6 BARKLAINIŲ (BALTASIS) ŠALTINIS

Barklainių šaltinis (Barklainių baltasis šaltinis) – valstybinis gamtos paminklas, esantis Pasvalio rajone, Daujėnų seniūnijoje, Barklainių kaime, kairiajame Orijos krante, apie 150 m į pietus nuo kelio Smilgiai-Porijai, vos pravažėjęs Daujėnus (Y=533990, X=6202883). Jo vanduo skaidrus, bespalvis, turi aštrų sieros vandenilio kvapą. Pro šaltinį prie pat upelio kranto praeina keliukas. Kelias buvo nutiestas tiesiai per Baltąjį šaltinį tiesiog jį užpilant. Jo vietoje maždaug 1-1,5 m gylyje skersai



10 pav. Barklainio šaltinio ištaka pertvarkyta – vandens surinkimui sumontuotas šulinėlis, iš jo nuolat teka vanduo

kelio įrengtas vamzdis – iš laukų subėgančio vandens latakas, kuriuo vanduo teka į įrengtą šulinį, o iš pastarojo – į Oriją (10 pav.). Pagal hidrocheminius matavimus šaltinis drenuoja Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį (4 lent.). Debitas >1 l/s.

3. HIDROFIZINIAI IR HIDROCHEMINIAI KARSTINIO REGIONO POŽEMINIO IR PAVIRŠINIO VANDENS TYRIMAI

2016-2018 m. karstinio regiono tyrimų darbų programoje buvo numatyti požeminio ir paviršinio vandens tyrimai, apimant platesnį karstiniam regionui būdingų fizinių ir cheminių indikatorinių rodiklių spektrą. Taip pat čia buvo numatytas požeminio ir paviršinio vandens antropogeninės taršos vietų identifikavimas, informacijos apie išskirtines gamtines sąlygas ir optimalias aplinkosaugos priemones rinkimas, mokslinių tyrimų, susijusių su požeminio vandens nuo užterštumo apsauga, vykdymas. Pagal šiuos uždavinius buvo renkama informacija, numatyta 2016 m. parengtoje požeminio ir paviršinio vandens tiriamojo monitoringo programoje, vykdomi vandens kokybės ir nuotėkio tyrimai parinktose tiriamojo monitoringo vietose – 15 tyrimo taškų.

3.1 SUNKIŲJŲ METALŲ TYRIMAI KARSTINIO REGIONO VANDENYJE

Apimant platesnį karstiniam regionui būdingų cheminių indikatorinių rodiklių spektrą, 2017 m. liepos 27 d. vienuolikoje karstinio regiono vietų buvo paimti vandens sėminiai sunkiųjų metalų analizei. Sėminiuose buvo nustatyti devyni sunkieji metalai (6 lent.).

Sunkiųjų metalų analizė atlikta atominės absorbcijos spektrometrija, naudojant grafitinę krosnį (ISO 15586:203). Gyvsidabrio analizė atlikta pagal ISO 1246:2012.

6 lentelė. Sunkiųjų metalų kiekiai karstinio regiono vandenyje (2017-07-27)

Sėminio vieta	As	Cd	Cr	Co	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
	$\mu\text{g/l}$								
Žaliasis šaltinis - Pasvalys	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	650	<0,1
Salomėjos šaltinis - Likėnai	<1	<0,3	<1	<1	2	<2	<1	480	<0,1
2-asis Likėnų šaltinis	<1	<0,3	<1	<1	3	<2	<1	420	<0,1
1-asis Likėnų šaltinis	<1	<0,3	<1	<1	1	<2	<1	560	<0,1
Požemis - Kauniai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	<40	<0,1
Žaliasis ežeras - Kirkilai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	72	<0,1
Pelaniaus ežeras - Kirkilai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	520	0,13
Kirkilų ežeras	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	290	<0,1
Širvėnos ežeras - Biržai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	<40	0,29
Kiemelių šaltinis - Kiemeliai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	750	<0,1
Baltasis šaltinis - Barklainiai	<1	<0,3	<1	<1	<1	<2	<1	700	<0,1

Visų tirtų sunkiųjų metalų kiekiai karstinio regiono vandenyje buvo maži ir neviršijo leistinos koncentracijos. Arseno, kadmio, chromo, nikelio ir švino kiekiai visuose paimtuose karstinio regiono vandens sėminiuose buvo žemiau nustatymo ribos. Vario koncentracija aukščiau nustatymo ribos buvo tik Salomėjos, Likėnų I ir Likėnų II šaltiniuose (6 lent.), kuriuos maitina bendras Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio baseinas. Tai rodo, kad šiame baseine požeminiame vandenyje yra šiek tiek didesnis vario kiekis, kurio kilmė nėra žinoma. Atsižvelgiant į tai, kad kituose šaltiniuose vario

kiekis yra žemiau nustatymo ribos, galima daryti prielaidą apie antropogeninę vario kilmę požeminiame Likėnų šaltinių vandenyje. Matyt, Širvėnos bei Pelanio ežeruose padidėjusi gyvsidabrio koncentracija taip pat yra antropogeninės kilmės. Cinko koncentracija visuose tiruose šaltiniuose buvo gana didelė, kito nuo 420 µg/l Likėnų I šaltinyje iki 750 µg/l Kiemelių šaltinyje. Santykinai didelė cinko koncentracija rasta ir Pelanio ežero vandenyje, kurį taip pat maitina ir Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vanduo, tad galima daryti prielaidą, kad tokios cinko koncentracijos yra natūralios Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje. Mažiausios cinko koncentracijos rastos Požemio ir Širvėnos ežerų vandenyje – žemiau nustatymo ribos (6 lent.).

3.2 KARSTINIO REGIONO TIRIAMASIS MONITORINGAS

Vienas iš 2016-2017 m. mokslo tyrimo darbo uždavinių buvo *Šiaurės Lietuvos karstinio regiono požeminio ir paviršinio vandens sistemų analizė ir tyrimo tinklo optimizavimas, surandant ir pagrindžiant karstinio regiono ir jo ūkininkavimo sąlygų specifiką atitinkančius regiono vandens šaltinius*. Kitas uždavinys – *Karstinio regiono vandens sistemų hidrofiziniai-hidrocheminiai tyrimai*. Vykdam šiuos uždavinius buvo atliekami tyrimai, numatyti pagal 2016 m. parengtą karstinio regiono tiriamojo monitoringo programą.

Karstinio regiono vandens sistemų tyrimo vietos buvo pasirinktos kritulių ir paviršinio vandens infiltracijos bei požeminio vandens iškrovos zonose (7 lent.). Infiltracijos zonos tyrimams buvo pasirinktas Požemio upelio baseinas, Kirkilų karstinis ežerynas ir Širvėnos ežeras. Požeminio vandens iškrovos zonoje buvo pasirinkti penki šaltiniai (Žaliasis šaltinis Pasvalyje, Smardonės I ir II šaltiniai bei Salomėjos šaltinis Likėnuose ir du šaltiniai Drąseikiuose), Ūgės upelis prie žiočių Raubonyse, Įstras aukščiau karstinio regiono (Stanioniai), bei Įstras prie žiočių (Talačkoniai.)

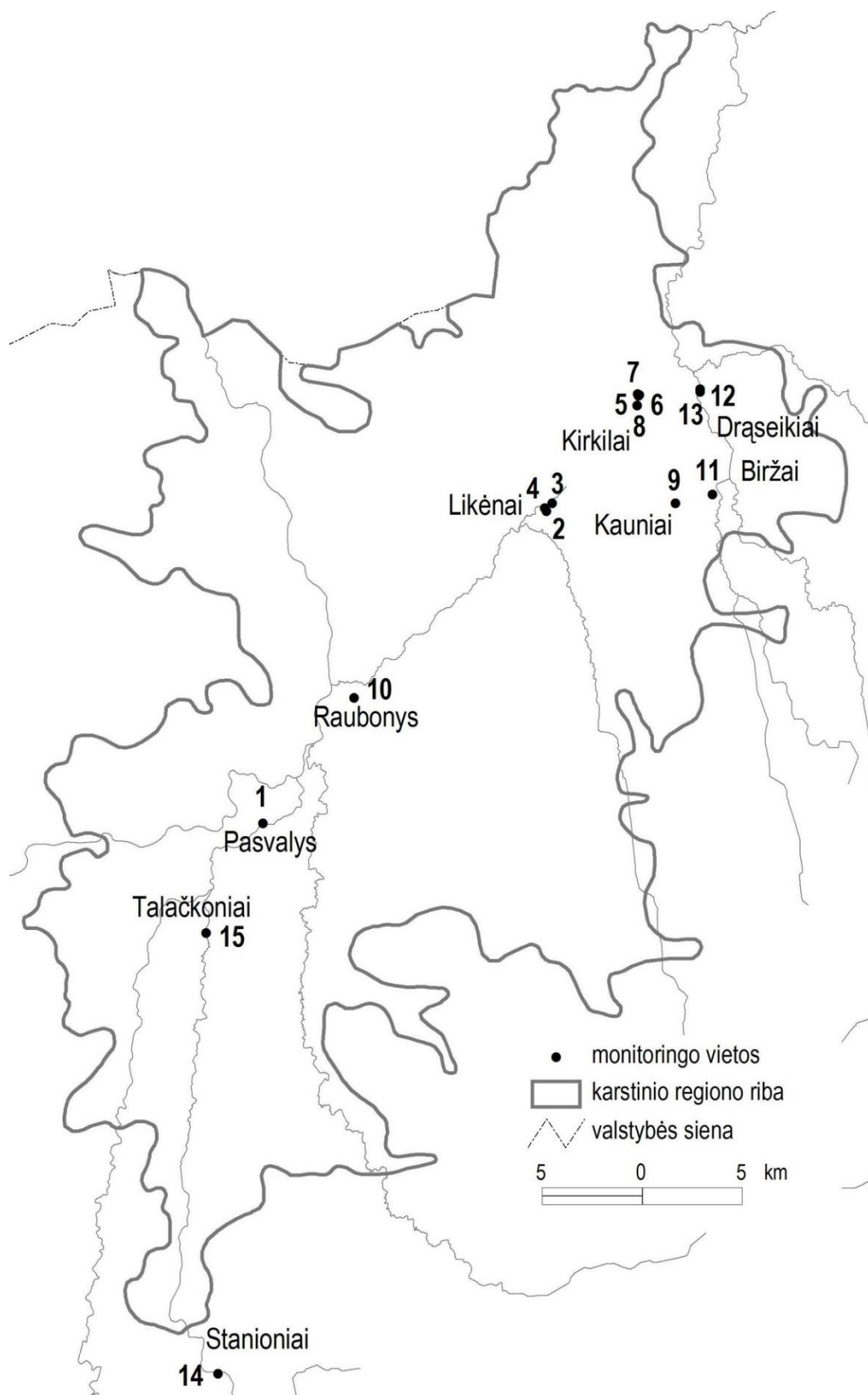
Ūkininkavimas didžiausią įtaką gali turėti paviršiniam ir gruntiniam vandeniui. Šio vandens stebėsenai karstiniame regione siūlomi 7 tyrimų taškai: Požemis-Kauniai, Šilinė-Kirkilai (Šilinėje nesant nuotėkio mėginiai imami iš Kirkilų ežero), Ūgė-Raubonys, Širvėna-Biržai, Įstras-Stanioniai ir Įstras-Talačkoniai. Viršutinio devono Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vanduo randamas kai kuriuose karstiniuose ežeruose bei srūva karstinio regiono šaltiniuose. Šio vandens stebėsenai siūlomi 8 tyrimų taškai: Žaliasis šaltinis-Pasvalys, trys šaltiniai Likėnuose (Smardonės I šaltinis, Smardonės II, Salomėjos šaltinis), du šaltiniai Drąseikių kaime (Geografų ir Bebrų tako šaltinis) Pelanio ir Žaliasis ežerai Kirkiluose (7 lent., 11 pav.). Kiekvienas iš parinktų tyrimų taškų turi paskirtį, atitinkančią ekologiškai švarios žemdirbystės poveikio tyrimus karstiniame regione (7 lent.).

Pagal tirtų vandens objektų mitybos pobūdį buvo išskirtos trys stebimųjų vandens objektų grupės:

1. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje.
2. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai sukarstėjusios zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje.
3. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame vandenyje.

7 lentelė. Karstinio regiono vandens sistemos tyrimų vietos

<i>Eil. Nr.</i>	<i>Tyrimų zona</i>	<i>Matavimų vieta</i>	<i>Matavimų pobūdis</i>
1.	Žaliasis šaltinis – Mūšos-Lėvens vandenskyros iškrovos zona	Žaliasis (Žalsvasis) šaltinis Pasvalyje.	Hidrofiziniai (paros vandens lygis ir temperatūra, debitas) ir hidrocheminiai rodikliai
2.	Likėnai – Apaščios-Tatulos vandenskyros iškrovos zona	Smardonės I šaltinis.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
3.		Smardonės II šaltinis, prie gydyklos.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
4.		Salomėjos šaltinis Likėnuose, dešiniajame Smardonės krante	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
5.	Kirkilų karstinis ežerynas – infiltracijos zona	Pelanio ežeras Kirkilų k.	Hidrofiziniai (paros vandens lygis ir vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
6.		Žaliasis ežeras Kirkilų k.	Hidrofiziniai (vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
7.		Kirkilų ežeras Kirkilų k.	Hidrofiziniai (vandens lygis ir temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
8.		Šilinės upelis Kirkilų k., prie kelio Biržai-Sodeliškis.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
9.	Požemio baseinas – infiltracijos zona	Požemio upelis Smaltiškių k., prie kelio Biržai-Pasvalys.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
10.	Ūgės baseinas – dominuojančio gruntinio vandens iškrovos zona	Ūgė Raubonių k., prie kelio Pasvalys-Ryga.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
11.	Širvėnos ežeras – infiltracijos zona	Širvėnos ežeras Astrave.	Hidrofiziniai (vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai
12.	Drąseikiai – Rovėjos-Apaščios vandenskyros iškrovos zona	Geografų (Didysis) šaltinis Drąseikių k.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
13.		Bebrų tako (Mažasis) šaltinis Drąseikių k.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
14.	Įstro baseinas – karstinio vandens iškrovos zona	Įstras Stanionių k., prie kelio Panevėžys-Biržai.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.
15.		Įstras Talačkonių k.	Hidrofiziniai (debitas, vandens temperatūra) ir hidrocheminiai rodikliai.



11 pav. Tiriamojo monitoringo vietos karstiniame regione. Monitoringo taškų numeriai – pagal 8 lentelę.

8 lentelė. Ekstensyvaus ūkininkavimo poveikio Šiaurės Lietuvos karstinio regiono vandens sistemoms monitoringo tinklas

<i>Eil. Nr.</i>	<i>Objektas</i>	<i>Baseino plotas, km²</i>	<i>Paskirtis</i>
1.	Žaliasis šaltinis	<10	Ekstensyvios ūkinės veiklos Mūšos-Lėvens vandenskyroje indikatoriai, Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje.
2.	Smardonės I šaltinis	~12	Ekstensyvios ūkinės veiklos Apaščios-Tatulos vandenskyroje indikatoriai, Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje.
3.	Smardonės II šaltinis	~28	
4.	Salomėjos šaltinis	~4	
5.	Pelanio ežeras	-	
6.	Žaliasis ežeras	-	
7.	Kirkilų ežeras	16,2	Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje (Tatulos-Apaščios vandenskyra).
8.	Šilinės upelis*	15	Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje (Tatulos-Apaščios vandenskyra).
9.	Požemio upelis	9	
10.	Ūgė	34	Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje (Tatulos baseinas).
11.	Širvėnos ežeras	405,5	Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame vandenyje (Širvėnos ež. baseinas).
12.	Geografų šaltinis		Ekstensyvios ūkinės veiklos Apaščios-Rovėjos vandenskyroje indikatoriai, Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje.
13.	Bebrų tako šaltinis		
14.	Įstro aukštupys	23	Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus sukarstėjimo zonos paviršiniame vandenyje (Įstras-Talačkoniai).
15.	Įstro žemupys	110	Vandens kokybės indikatoriai intensyvaus ūkininkavimo zonos paviršiniame vandenyje (Įstras-Stanioniai).

*Šilinei netekant vandens mėginys imamas iš Kirkilų (Ilgojo) ežero.

3.2.1. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje

Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje vanduo cirkuliuoja kaveringame ir plyšiuotame dolomite, gipse ir dolomitiniame mergelyje. Bendras vandeningo sluoksnio storis nuo 1 iki 50 m. Ploniausias jis rytinėje ir pietinėje, o storiasias vakarinėje ir šiaurinėje karstinio regiono dalyse. Vanduo spūdinis – iki 10 m. Vakarinėje (Pasvalys), centrinėje (Daniūnai, Kirdonys) ir šiaurės rytinėje (į šiaurės vakarus nuo Biržų) dalyje Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio kvartero dariniai beveik nedengia, todėl čia jis yra nespūdinis. Šiaurinėje ir vakarinėje karstinio regiono dalyje Įstro-Tatulos vandeningąjį sluoksnį dengia iki 14 m storio mergelio ir molio klodai, kitur – 0,3-32 m storio kvartero priemolis ir priesmėlis. Vyraujanti vandeningo sluoksnio vandens tėkmės kryptis – šiaurės vakarinė, kur yra regioninė iškrovos sritis – jūra².

² Bucevičiūtė S., Dobkevičius M., Marcinkevičius V. (1992). Rajono geologinės ir hidrogeologinės sąlygos. Geologija 13, 30-48.

3.2.1.1 Žaliasis šaltinis

Žaliasis (Žalsvasis) šaltinis yra Pasvalio mieste, kairiajame Lėvens upės krante (12 pav., 9 lent.). Tiriamajame karstinio regiono monitoringe šis taškas parinktas Mūšos-Lėvens vandenskyros būklės vertinimui, kaip ekstensyvios ūkinės veiklos indikatorius Mūšos-Lėvens vandenskyroje esančiame Įstro-Tatulos vandeningame sluoksnyje. Pagal debito matavimus šaltinis drenuoja $<10 \text{ km}^2$ plotą, kurio didesnė dalis yra Pasvalio mieste ir Aukštikalnių soduose (kairioji Lėvens baseino dalis). Žinant tai, kad su šaltinio smegduobe besijungiantys požeminiai urvai nueina po Lėvens upe, neatmestina galimybė, kad Žaliasis šaltinis drenuoja ir dalį Pasvalio miesto teritorijos, esančios dešiniajame Lėvens upės krante.

2016-2017 m. šaltinio debitas kito nuo 0,038 iki 0,085 m^3/s , vidurkis 0,055 m^3/s (9 lent.). Šaltinio vandens temperatūra ištakoje, neskaitant 2016 m. rugpjūčio 18 d. matavimų, kai šaltinio vanduo maišėsi su Lėvens vandeniu, kito nuo 7,5-8,3 $^{\circ}\text{C}$, vidurkis – 8,1 $^{\circ}\text{C}$ (10 lent.). Priėmus 5,7 l/s iš km^2 metinio nuotėkio normą³, gauta, kad Žaliojo šaltinio baseinas yra apie 9,6 km^2 .

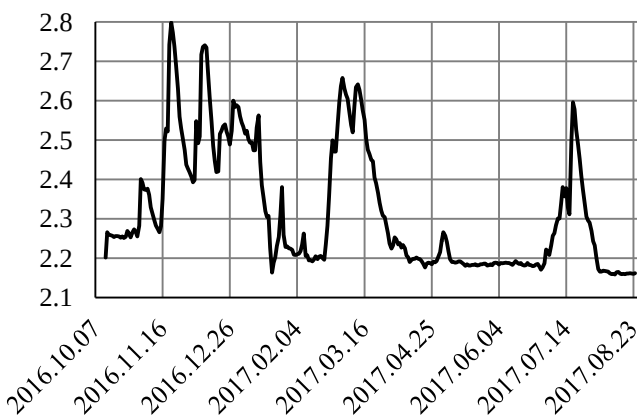
Nuo 2016 m. spalio 13 d. Žaliajame šaltinyje automatinio matuokliu kas valandą matuojamas vandens lygis ir temperatūra. Pagal šių matavimų duomenis aukščiausias vandens lygis buvo 2016 m. lapkričio 21 d. (2,80 m), žemiausias – 2017 m. rugpjūčio 12 d. (2,16 m). Per automatinių matavimų laikotarpį Žaliojo šaltinio vandens lygio kaitos amplitudė buvo 0,64 m (13 pav.). Tuo tarpu vandens temperatūra (2,16-2,80 m gylyje) kito tik nuo 8,2 iki 8,4 $^{\circ}\text{C}$.



12 pav. Žaliasis šaltinis

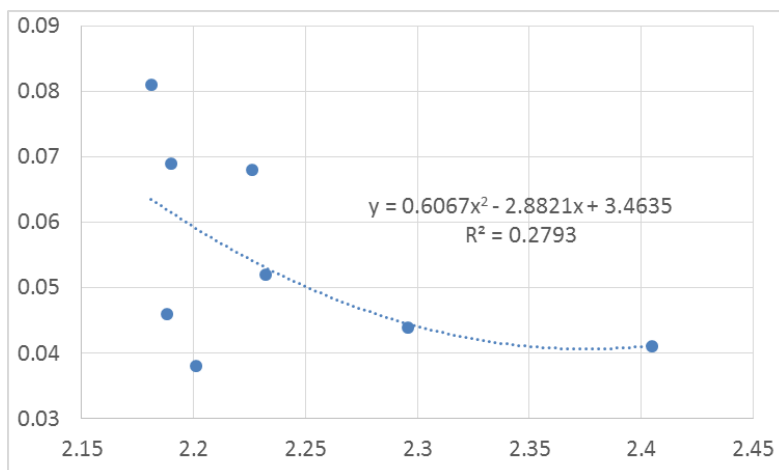
9 lentelė. Žaliojo šaltinio vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Pasvalys
Koordinatės	Y=524965, X=6214572
Matavimų laikas	2014-2017 m.
Baseino plotas, km^2	<10
Debitas, m^3/s	0,037-0,088 (0,059)
Vandens temperatūra, $^{\circ}\text{C}$	7,1-9,0 (8,3)
Vandens lygio amplitudė, m	0,44



13 pav. Vandens lygis Žaliajame šaltinyje

³ Taminskas J. (1994). Hidrologinis karstinio lanšafto režimas ir jo įtaka karsto raidai. Geografijos metraštis 28, 152-177.



14 pav. Priklausomybė tarp debito ir vandens lygio Žaliajame šaltinyje (pagal 2016-2017 matavimus)

10 lentelė. Žaliojo šaltinio hidrofiziniai rodikliai 2016-2017 m.

Data	$t_{\text{vand.}}$	t_{oro}	L, m	$h_{\text{max.}}, m$	$v_{\text{vid.}}, m/s$	S, m^2	$Q, m^3/s$	H, m
2016-02-18	7,6	1,9					patvanka	0,23
2016-04-21	7,5	8,7	2,65	0,24	0,142	0,36	0,051	-0,08
2016-06-02	8,3	23,2	2,5	0,22	0,124	0,315	0,049	-0,09
2016-06-16	7,7	17,8	2,6	0,2	0,15	0,188	0,048	-0,1
2016-07-14	8,2	16,8	2,5	0,2	0,138	0,3	0,042	-0,11
2016-08-18	10,9	17,5					patvanka	0,33
2016-09-15	8,2	15,8	2,7	0,2	0,177	0,352	0,064	-0,1
2016-10-13	8,1	5,2	2,7	0,21	0,145	0,26	0,038	-0,09
2016-11-18		7,1					patvanka	0,19
2017-01-19	8,3	-0,5	2,5	0,2	0,241	0,238	0,068	-0,1
2017-03-22	8,2	7	3,5	0,4	0,041	0,75	0,041	0,14
2017-04-26	8,2	5,5	2,5	0,22	0,233	0,298	0,069	-0,09
2017-05-17	8,3	15,7	2,65	0,21	0,175	0,299	0,081	-0,08
2017-06-15	8,3	19	2,5	0,2	0,205	0,225	0,046	-0,09
2017-07-05	8,2	16,8	2,7	0,25	0,101	0,493	0,052	0,03
2017-07-27	8,3	22	3,2	0,32	0,065	0,698	0,044	0,04
2017-08-24	8,3	14,5	2,6	0,19	0,177	0,255	0,045	-0,09
2017-09-13	8,2	16,1				0,565	0,085	-0,08

$t_{\text{vand.}}$ – vandens temperatūra, t_{oro} – oro temperatūra, L – ištakos vagos plotis, $h_{\text{max.}}$ – didžiausias gylis vagoje, $v_{\text{vid.}}$ – vidutinis srovės greitis matavimų skerspjūvyje, S – matavimų skerspjūvio plotas, Q – debitas, H – vandens lygis nuo grunto reperi

Žaliojo šaltinio debitas atvirkščiai proporcingas šaltinio vandens lygiui (14 pav.). Tokią keistą priklausomybę galime paaiškinti šaltinio patvanka – didėjant paviršinio ir grunto vandens nuotėkiui, mažėja vandens pritekėjimas iš Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio. Maždaug nuo 2,15 iki 2,4 m (pagal automatinio matuoklio rodmenis) vandens lygio intervale, žemėjant vandens lygiui šaltinio debitas didėja pagal eksponentę (14 pav.). Kada vandens lygis aukštesnis nei 2,35 m, šaltinio debitas beveik nebekinta (apie 0,04 m³/s). Esant žemesniam vandens lygiui nei 2,2 m, šaltinio debitas taip pat nepriklauso nuo vandens lygio šaltinyje (14 pav.).

Per 2016-2017 m. matavimų laikotarpį Žaliajame šaltinyje geriamojo vandens specifikuotos vertės buvo viršytos pagal elektros laidį, permanganatinę oksidaciją ir sulfatus. Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio

vandeniui. Atkreiptinas dėmesys į birželio mėnesį Žaliojo šaltinio vandenyje padidėjantį mineralinį ir bendrą fosforą. 2016 m. birželį bendrojo fosforo kiekis Žaliajame šaltinyje siekė net 0,355 mg/l (11 lent.). Toks fosforo padidėjimas gali būti siejamas su antropogenine tarša – pavasarinio tręšimu Žaliojo šaltinio baseine.

11 lentelė. 2016-2017 m. Žaliojo šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	8,3	7,7	8,2	10,9	8,1	8,2	8,3	8,3	8,3
2.	t _{oro}	23,2	17,8	16,8	17,5	5,2	5,5	19,0	22	14,5
3.	Q	0,049	0,048	0,042	patv.	0,038	0,069	0,046	0,044	0,045
4.	H	-0,09	-0,1	-0,11	0,33	-0,09	0,33	-0,09	0,004	-0,09
5.	pH	7,66	6,96	6,95	7,11	6,90	7,03	6,92	7,0	7,07
6.	El. laid.	2550	2550	2650	1702	2510	2690	2510	2500	2570
7.	O ₂	mg/l	1,15	0,99	0,89	6,45	1,60	2,28	0,23	0,14
8.		%	7,3	7,9	7,3	-	-	17,1	1,6	1,3
9.	BDS ₇	0,86	0,64	1,60	6,08	0,32	<0,5		1,20	0,91
10.	BO	<30	<30	<30	48,75	30,00	<30	<30	35,0	<30
11.	PO	10,35	5,90	14,91	9,36	5,92	7,0	7,4	13,12	8,64
12.	HCO ₃ ⁻	451,4	451,4	439,2	402,6	439,2	451,4	451,4	488,0	469,7
13.	Cl ⁻	41,18	12,78	42,6	41,18	43,45	41,13	41,13	44,67	40,60
14.	SO ₄ ²⁻	1171	1321	1233	973	1158	1131	1131,6	1158	1105
15.	NO ₂ ⁻	<0,005	<0,005	<0,005	0,050	0,009	<0,005	0,003	<0,005	0,006
16.	NO ₃ ⁻	<0,058	0,333	0,957	6,65	2,9	0,500	0,5	0,390	0,330
17.	NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,587	<0,038	0,007	<0,038	<0,038
18.	Na ⁺	30,0	31,0	26,0	18,0	28,0	20,0	20	27,0	23,0
19.	K ⁺	3,5	3,0	4,0	3,5	3,4	3,0	3	3,5	2,8
20.	Ca ²⁺	564,2	589,1	581,3	456,9	557,7	551,9	551,9	589,7	563,9
21.	Mg ²⁺	53,6	27,9	42,2	48,0	42,2	49,8	49,8	31,4	30,5
22.	Karb.	7,4	7,4	7,2	6,6	7,1	7,2	7,4	8,0	7,7
23.	Nekarb.	25,22	24,35	25,34	20,20	25,70	24,16	24,30	24,07	23,01
24.	Bendr. kiet.	32,62	31,75	32,54	26,80	32,80	31,36	31,70	32,07	30,71
25.	Jonų suma	2314,7	2437,0	2369,5	1949,9	2370,3	2275	2249	2343	2236
26.	N/NO ₂ ⁻	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,015	<0,0015	0,003	<0,0015	<0,0015	0,002
27.	N/NO ₃ ⁻	<0,013	0,075	0,216	1,50	<0,013	0,651	0,113	0,087	0,075
28.	N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,457	<0,030	<0,030	<0,030
29.	N _{min.}	-	-	-	-	-	1,11	-	-	-
30.	N _{org.}	-	-	-	-	-	0,120	-	-	-
31.	N _{b.}	1,39	0,299	0,486	3,21	1,67	1,23	0,590	0,780	0,750
32.	PO ₄ ³⁻	0,164	0,142	0,103	0,072	0,179	0,130	0,152	0,161	0,165
33.	P _{min}	0,054	0,047	0,034	0,024	0,059	0,043	0,050	0,053	0,054
34.	P _{org.}	0,000	0,307	0,004	0,045	0,000	0,010	0,050	0,042	0,010
35.	P _{b.}	0,054	0,355	0,038	0,069	0,059	0,053	0,100	0,095	0,064

2016-2017 m. Žaliojo šaltinio pH kito nuo 6,9 iki 7,66, elektros laidis – nuo 1722 iki 2690 μS/cm. Tačiau 1722 μS/cm buvo 2016 m. rugpjūčio 18 d., tuo metu, dėl patvankos, į šaltinį galėjo pritekėti ir paviršinio Lėvens vandens. Taigi, minimalus 2016-2017 m. elektros laidis turėtų būti 2500 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 0,14 iki 6,45 mg/l, prisotinimas deguonimi nuo 1,3 iki 17,1%. BDS₇ buvo žemas ir kito nuo 0,91 iki 6,08 mgO₂/l, žemas buvo ir bichromatinės oksidacijos indeksas. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (12 lent.),

kuris parodo lengvai besioksiduojančių organinių medžiagų kiekį vandenyje. HCO_3^- kiekis Žaliajame šaltinyje kito nuo 402 iki 488 mg/l, chloro – nuo 12,78 iki 44,67. Pažymėtina, kad 2017 m. chloro kiekis šaltinio vandenyje buvo didesnis. Tai gali parodyti didesnę paviršinio vandens pritekėjimą į Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį – chloras gali patekti nuo Pasvalio miesto gatvių.

12 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Žaliojo šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m.			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	6,9	7,66	7,12	6,92	7,07	7,01	6,5-9,5
El. laid.	1702	2650	2392	2500	2690	2568	2500
O_2	mg/l	0,89	6,45	0,14	2,28	0,72	
	%	7,3	7,9	1,3	17,1	5,4	
BDS_7	0,32	6,08	1,9	0,91	1,2	1,06	
BO	<30	48,75	39,38	35	35	35	
PO	5,9	14,91	9,29	7	13,12	9,04	5,0
HCO_3^-	402,6	451,4	436,8	451,4	488	465	
Cl^-	12,78	43,45	36,24	40,6	44,67	41,88	250
SO_4^{2-}	973	1321	1171,2	1105	1158	1131	250
NO_2^-	<0,005	0,05	-	0,003	0,006	0,00	0,5
NO_3^-	<0,058	6,65	2,71	0,33	0,5	0,43	50
NH_4^+	<0,038	0,587	-	0,007	0,007	0,01	
Na^+	18	31	26,6	20	27	23	200
K^+	3	4	3,5	2,8	3,5	3,1	
Ca^{2+}	456,9	589,1	549,8	551,9	589,7	564,4	
Mg^{2+}	27,9	53,6	42,8	30,5	49,8	40,4	
Karb.	6,6	7,4	7,1	7,2	8	7,6	
Nekarb.	20,2	25,7	24,2	23,01	24,3	23,89	
Bendras kiet.	26,8	32,8	31,3	30,71	32,07	31,46	
Jonų suma	1950	2437	2288	2236	2343	2276	
N/NO_2^-	<0,0015	0,015	-	0,002	0,003	0,00	
N/NO_3^-	<0,013	1,5	0,6	0,075	0,651	0,23	
N/NH_4^+	<0,03	<0,03	-	0,457	0,457	0,46	
$\text{N}_{\text{min.}}$	-	-	-	1,11	1,11	1,11	
$\text{N}_{\text{org.}}$	-	-	-	0,12	0,12	0,12	
$\text{N}_{\text{b.}}$	0,299	3,21	1,41	0,59	1,23	0,84	
PO_4^{3-}	0,072	0,179	0,13	0,13	0,165	0,15	
P_{min}	0,024	0,059	0,04	0,043	0,054	0,05	
$\text{P}_{\text{org.}}$	0	0,307	0,07	0,01	0,05	0,03	
$\text{P}_{\text{b.}}$	0,038	0,355	0,12	0,053	0,1	0,08	

Sulfatų kiekis Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandenyje >1000 mg/l. Jo sumažėjimas (<1000 mg/l) Žaliajame šaltinyje buvo dėl paviršinio vandens prietakos iš Lėvens upės. 2016-2017 m. sulfatų kiekis iš Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio patenkančiame vandenyje kito nuo 1105 iki 1321 mg/l. Natrio kiekis kito nuo 18 iki 26,6 mg/l, magnio – nuo 27,9 iki 53,6 mg/l. Kalcio kaip ir sulfatų kiekis Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandenyje yra gana didelis ir dažniausiai esti virš 500 mg/l. 2016-2017 m. jo kiekis Žaliojo šaltinio vandenyje kito nuo 456,9 iki 589,7 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 26,8 iki 32,8 mg-ekv/l. Nitratų, nitritų ir amonio kiekiai šaltinio vandenyje buvo labai nedideli. Kiek didesnis nitratų kiekis buvo 2016 m. vasaros pabaigoje, o amonio

– 2016 m. rudenį. Tai gali būti sietina su besibaigiančiu vegetacijos sezonu ir azoto junginių prietaka iš šaltinio baseino. Bendrojo fosforo koncentracija kito nuo 0,038 iki 0,355 mg/l, o bendrojo azoto – nuo 0,299 iki 3,21 g/l (12 lent.).

13 lentelė. Smardonės I šaltinio vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Likėnai
Koordinatės	Y=538431, X=6229365
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	~13
Debitas, m ³ /s	0,06-0,108 (0,069)
Vandens temperatūra, °C	7,2-8,9 (8,2)

3.2.1.2 Smardonės pirmasis šaltinis

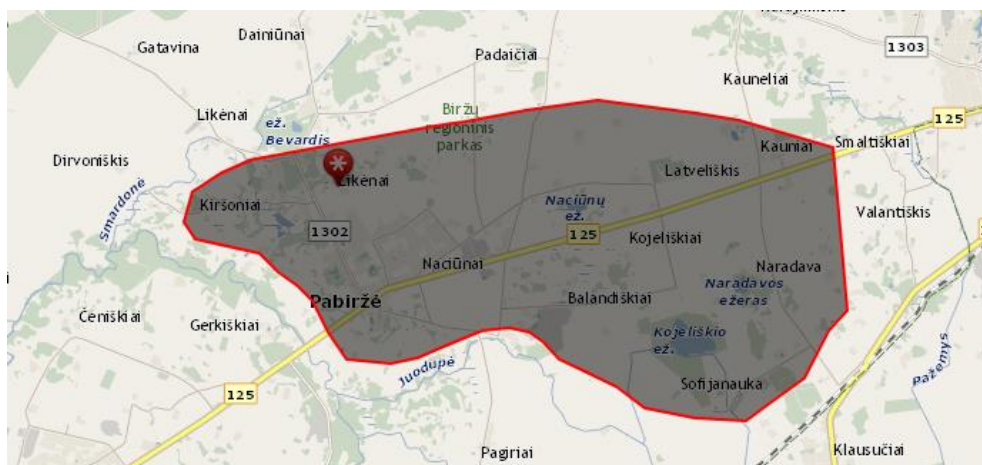
Smardonės I šaltinis yra Likėnų gyvenvietės vakariniame pakraštyje, pievoje šalia sodybos (13

lent.). Iš šaltinio ištekančio upelis už 160 m. susijungia su sureguliuota Smardonės vaga. Natūrali vaga vingiuoja lapuočiais apaugusiame durpiniame slėnyje, periodiškai patvenkiamame bebrų užtvankomis.

2016-2017 m. šaltinio debitas kito nuo 0,034 iki 0,108 m³/s, vidurkis 0,068 m³/s. Pagal vidutinį 2016-2017 m. nuotėkį Likėnų I šaltinio baseinas būtų apie 13 km². Jo ribos nėra žinomos, tačiau pagal paviršiaus reljefą ir hidrografinį tinklą, šaltinio baseinas gali apimti didesnę dalį Likėnų ir Pabiržės gyvenviečių bei aplinkinius kaimus (15 pav.).

2016-2017 m. šaltinio vandens temperatūra kito nuo 7,2 iki 8,9 °C, vidurkis – 8,2 °C, vidutinis srovės greitis natūralioje vagoje buvo 0,28 m/s (14 lent.). Vagos plotis matavimo skerspjūvyje buvo iki 1,4 m, tačiau, dėl bebrų patvankos, vagos plotis vietomis siekia keletą metrų.

Per 2016-2017 m. matavimų laikotarpį geriamojo vandens specifikuotos vertės buvo viršytos tik vieną kartą pagal elektros laidį, penkis kartus pagal permanganatinę oksidaciją ir visus kartus pagal sulfatus. Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandeniui. Lyginant su Žalioju šaltiniu, atkreiptinas dėmesys į palyginti mažas chloro, natrio, kalio, fosfatų koncentracijas ir santykinai didelę bendrojo azoto koncentraciją (15 lent.). Tokie šio šaltinio vandens hidrocheminiai rodikliai gali būti nulemti skirtingų kraštovaizdžių lemiančių paviršiaus ir gruntinio vandens taršą. Didesnę Žaliojo šaltinio taršos dalį sudaro tarša iš urbanizuotų teritorijų, o Smardonės I šaltinio – tarša iš žemės ūkio naudmenų.



15 pav. Galimas Smardonės I šaltinio baseinas

14 lentelė. 2016-2017 m. Smardonės I šaltinio hidrofiziniai rodikliai

<i>Data</i>	<i>t_{vand.}</i>	<i>t_{oro.}</i>	<i>l, m</i>	<i>h_{max.}</i>	<i>v_{vid., m/s}</i>	<i>S, m²/s</i>	<i>Q, m³/s</i>
2016-06-02	8,5	25,8	1,4	0,45	0,108	0,504	0,046
2016-06-16	7,8	20	2	0,4	0,144	0,597	0,088
2016-07-14	8,2	19,5	0,4	0,35	0,232	0,148	0,034
2016-08-18	8,3	18	0,55	0,42	0,339	0,205	0,069
2016-10-13	7,2	5	0,55	0,46	0,363	0,215	0,078
2017-04-26	8	6	0,5	0,47	0,497	0,22	0,108
2017-06-15	8,9	21,6	0,5	0,45	0,274	0,22	0,06
2017-07-27	8,7	24	0,5	0,48	0,295	0,242	0,071
2017-08-24	8,2	18,5	0,41	0,43	0,279	0,21	0,059

15 lentelė. 2016-2017 m. Smardonės I šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

<i>Eil. Nr.</i>	<i>Rodiklis</i>	<i>2016 m.</i>					<i>2017 m.</i>			
		<i>06-02</i>	<i>06-16</i>	<i>07-14</i>	<i>08-18</i>	<i>10-13</i>	<i>04-26</i>	<i>06-15</i>	<i>07-27</i>	<i>08-24</i>
1.	t _{vand.}	8,5	7,8	8,2	8,3	7,2	8,0	8,9	8,7	8,2
2.	t _{oro}	25,8	20,0	19,5	18,0	5,0	6,0	21,6	24	18,5
3.	Q	0,046	0,088	0,034	0,069	0,078	0,108	0,06	0,071	0,059
4.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	pH	7,43	7,04	6,96	6,94	6,98	7,02	6,97	7,04	7,10
6.	El. laid.	2460	2480	2450	2380	2430	2540	2430	2460	2470
7.	O ₂	mg/l	5,17	2,83	3,10	2,60	4,36	4,18	2,65	3,35
8.		%	43,8	25,1	27,8	-	36,7	39,8	21,9	29,1
9.	BDS ₇	2,87	2,24	2,56	3,20	0,64	0,59	3,02	0,90	1,21
10.	BO	-	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
11.	PO	4,39	5,59	6,52	4,83	5,03	6,7	4,8	5,8	<5
12.	HCO ₃ ⁻	378,2	378,2	414,8	390,4	378,2	366,0	366,0	414,8	414,8
13.	Cl ⁻	19,88	18,46	22,72	21,30	20,45	17,32	14,18	20,56	18,20
14.	SO ₄ ²⁻	1146	1357	1300	1189	1178	1184	1158	1211	1158
15.	NO ₂ ⁻	0,013	0,014	0,013	0,013	0,011	<0,005	0,012	<0,005	0,013
16.	NO ₃ ⁻	20,7	14,2	11,3	9,3	8,2	23,0	24,3	22,3	17,4
17.	NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,272	<0,038	<0,038	<0,038
18.	Na ⁺	16,0	14,0	9,0	12,0	22,0	11,0	8,0	7,5	12,5
19.	K ⁺	1,4	1,40	1,0	1,5	2,4	0,8	1,5	1,6	1,4
20.	Ca ²⁺	552,6	597,0	597,0	537,0	545,0	542,0	536,8	559,4	563,6
21.	Mg ²⁺	32,4	42,2	42,1	57,7	43,1	27,9	54,4	49,8	26,0
22.	Karb.	6,2	6,2	6,8	6,4	6,2	6,0	6,0	6,8	6,8
23.	Nekarb.	24,09	27,12	26,52	25,20	24,60	23,40	25,32	25,27	23,54
24.	Bendras kiet.	30,29	33,32	33,32	31,60	30,80	29,40	31,32	32,07	30,34
25.	Jonų suma	2167,5	2422,6	2397,9	2218,4	2197,2	2172	2163	2287	2212
26.	N/NO ₂ ⁻	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	<0,0015	0,004	<0,0015	0,004
27.	N/NO ₃ ⁻	4,681	3,211	2,55	2,11	1,86	5,19	5,49	5,03	3,93
28.	N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,212	<0,030	<0,030	<0,030
29.	N _{min.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.	N _{org.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.	N _{b.}	3,48	3,438	2,66	3,37	1,90	5,4	5,5	5,3	4,09
32.	PO ₄ ³⁻	0,021	-	0,033	<0,015	0,027	0,021	<0,015	<0,015	0,026
33.	P _{min}	0,007	<0,005	0,011	<0,005	0,009	0,007	<0,005	<0,005	0,009
34.	P _{org.}	0,00	-	0,007	-	0,040	0,036	-	-	0,025
35.	P _{b.}	0,007	<0,005	0,018	<0,005	0,049	0,043	0,043	<0,005	0,033

2016-2017 m. Smardonės I šaltinio pH kito nuo 6,94 iki 7,46, elektros laidis – nuo 2380 iki 2540 μS/cm, deguonies kiekis – nuo 2,6 iki 5,17 mg/l, prisotinimas deguonimi – nuo 21,9 iki

43,8%. BDS₇, buvo žemas ir kito nuo 0,59 iki 3,2 mgO₂/l, žemas buvo ir bichromatinės oksidacijos indeksas. Specifikuotas vertes geriamam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (16 lent.). HCO₃, kiekis Smardonės I šaltinyje buvo šiek tiek mažesnis nei Žaliajame šaltinyje, jis kito nuo 366 iki 414,8 mg/l, chloro – nuo 14,18 iki 22,72.

Chloro koncentracija buvo palyginti žema, o sulfatų kiekis visais atvejais buvo >1000 mg/l. Natrio kiekis kito nuo 7,5 iki 22 mg/l, magnio – nuo 26 iki 54,4 mg/l. Kalcio, kaip ir sulfatų, kiekis Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandenyje yra gana didelis ir dažniausiai būna virš 500 mg/l. 2016-2017 m. jo kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 536,8 iki 597 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 29,4 iki 33,32 mg-ekv/l.

Nitritų ir amonio kiekiai šaltinio vandenyje buvo labai nedideli. Kiek didesnis, lyginant su Žaliuoju šaltiniu, buvo nitratų kiekis. Jis kito nuo 1,8 iki 5,49 mg/l. Tai gali būti sietina su azoto junginių pritekėjimu iš agrarinio šaltinio baseino. Bendrojo fosforo koncentracija kito nuo <0,005 iki 0,043 mg/l (16 lent.).

16 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Smardonės I šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m.			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	6,94	7,43	7,07	6,97	7,1	7,03	6,5-9,5
El. laid.	2380	2480	2440	2430	2540	2475	2500
O ₂	mg/l	2,6	5,17	3,61	2,65	4,18	3,4
	%	25,1	43,8	33,4	21,9	39,8	30,3
BDS ₇	0,64	3,2	2,3	0,59	3,02	1,43	
BO	<30	<30		<30	35	-	
PO	4,39	6,52	5,27	4,8	6,7	5,8	5,0
HCO ₃ ⁻	378,2	414,8	388,0	366	414,8	390,4	
Cl ⁻	18,46	22,72	20,56	14,18	20,56	17,57	250
SO ₄ ²⁻	1146	1357	1234	1158	1211	1178	250
NO ₂ ⁻	0,011	0,013	0,013	0,012	0,013	0,013	0,5
NO ₃ ⁻	8,2	20,7	12,7	17,4	24,3	21,8	50
NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038		0,272	0,272	0,272	
Na ⁺	9	22	14,6	7,5	12,5	9,75	200
K ⁺	1	2,4	1,54	0,8	1,6	1,3	
Ca ²⁺	537	597	566	536,8	563,6	550,5	
Mg ²⁺	32,4	57,7	43,5	26	54,4	39,5	
Karb.	6,2	6,8	6,4	6	6,8	6,4	
Nekarb.	24,09	27,12	25,5	23,4	25,32	24,38	
Bendras kiet.	30,29	33,32	31,87	29,4	32,07	30,78	
Jonų suma	2167,5	2422,6	2280,7	2163	2287	2209	
N/NO ₂ ⁻	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
N/NO ₃ ⁻	1,86	4,68	2,88	3,93	5,49	4,91	
N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03	-	0,212	0,212	0,212	
N _{min.}							
N _{org.}							
N _{b.}	1,9	3,48	2,97	4,09	5,5	5,07	
PO ₄ ³⁻	<0,015	0,033	0,027	<0,015	0,026	0,024	
P _{min}	<0,005	0,011	0,009	<0,005	0,009	0,008	
P _{org.}	0	0,04	0,016	0,025	0,036	0,031	
P _{b.}	<0,005	0,018	0,025	<0,005	0,043	0,040	

3.2.1.3 Smardonės antrasis šaltinis

Smardonės II šaltinis yra Likėnų gyvenvietėje, prie Likėnų reabilitacijos liginės pastato (17 lent., 16 pav.). Iš šaltinio ištekančio upelis už 200 m įteka į melioracijos griovį. Šis šaltinis laikomas Smardonės upelio versmėmis. Natūrali vaga vingiuoja lapuočiais apaugusiame ir durpiniame slėnyje.

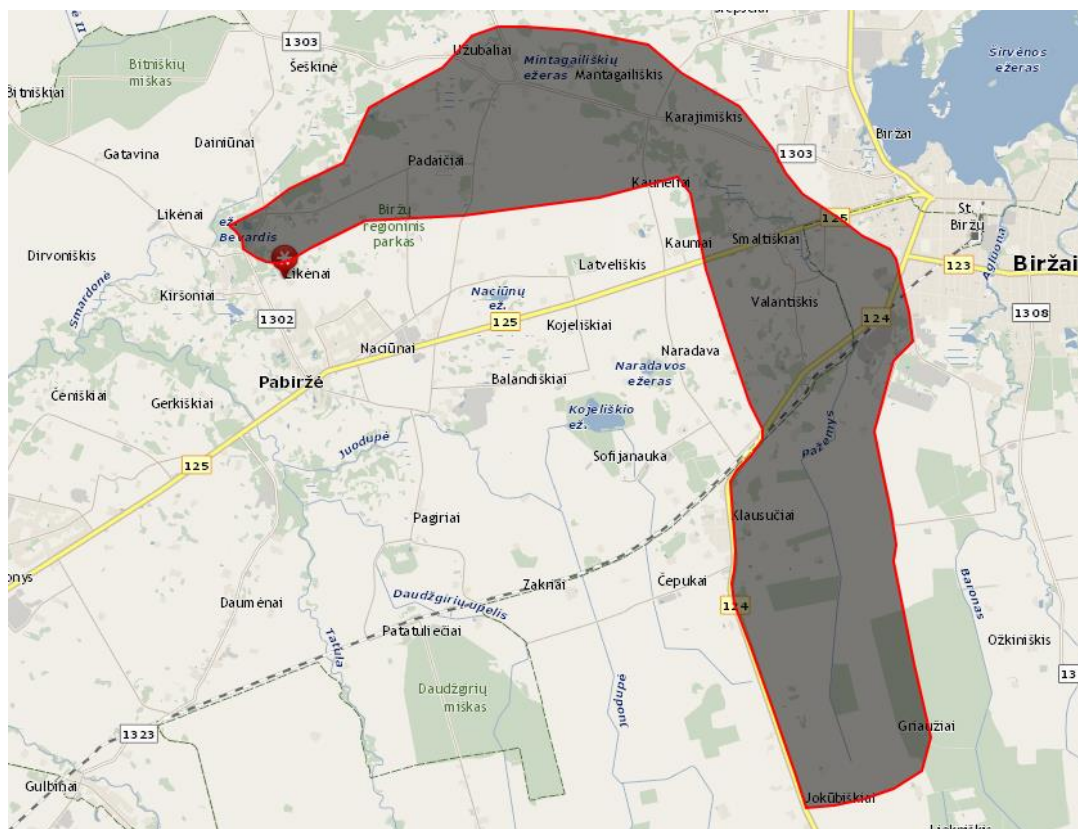
2016-2017 m. šaltinio debitas kito nuo 0,061 iki 0,248 m³/s, vidurkis 0,138 m³/s. Pagal vidutinį 2016-2017 m. nuotėkį, priėmus 5,7 l/s km² nuotėkio normą, Smardonės II šaltinio baseinas būtų apie 26 km². Jo ribos nėra žinomos, tačiau pagal paviršiaus reljefą ir hidrografinį tinklą, šaltinio baseinas gali apimti Požemio baseiną, Šilinės (Smardonės) – Juodupės vandenskyrą (17 pav.).



16 pav. Smardonės II šaltinis

17 lentelė. Smardonės II šaltinio vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Likėnai
Koordinatės	Y=538684, X=6229773
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	~26
Debitas, m ³ /s	0,06-0,248 (0,138)
Vandens temperatūra, °C	7,4-8,5 (7.7)
Vandens lygio amplitudė, m	0,21



17 pav. Galimas Smardonės II šaltinio baseinas

18 lentelė. 2016-2017 m. Smardonės II šaltinio hidrofiziniai rodikliai

Data	$t_{\text{vand.}}$	$t_{\text{oro.}}$	l, m	$h_{\text{max.}}$	$v_{\text{vid.}}, m/s$	$S, m^2/s$	$Q, m^3/s$	H, m
2016-06-02	8	23,4	4,8	0,14	0,348	0,432	0,158	0,1
2016-06-16	7,7	20	5,1	0,12	0,329	0,4	0,111	0,1
2016-07-14	7,6	20,6	4	0,11	0,199	0,3	0,061	0,09
2016-08-18	7,8	20,5	4	0,15	0,312	0,49	0,153	0,12
2016-10-13	7,2	5			bebrų	patvenktas		0,30
2017-04-26	7,4	7,6	5,4	0,18	0,404	0,629	0,248	0,18
2017-06-15	8,5	21,4	4,9	0,13	0,337	0,417	0,146	0,15
2017-07-27	7,4	24,5	4,7	0,18	0,238	0,592	0,14	0,14
2017-08-24	7,6	18,5	4,6	0,14	0,157	0,532	0,085	0,14

19 lentelė. 2016-2017 m. Smardonės II šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	$t_{\text{vand.}}$	8,0	7,7	7,6	7,8	7,2	7,4	8,5	7,4	7,6
2.	t_{oro}	25,8	21,0	20,6	20,5	4,5	7,6	21,4	24,5	18,5
3.	Q	0,178	0,177	0,061	0,153	n	0,248	0,146	0,140	0,085
4.	H	0,10	0,10	0,09	0,12	0,30	-	-	0,14	0,14
5.	pH	7,45	6,98	6,95	6,94	6,94	7,03	7,02	7,02	7,03
6.	El. laid.	2450	2480	2430	2410	2440	2490	2420	2420	2420
7.	O_2	mg/l	1,3	1,76	1,92	1,39	2,10	1,53	1,25	1,25
8.		%	10,5	15,9	-	-	13,5	20,9	12,2	10,7
9.	BDS ₇	-	1,92	1,28	1,28	4,82	0,59	3,02	1,35	<0,5
10.	BO	-	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
11.	PO	7,84	7,77	10,25	12,38	9,47	7,6	12,2	7,04	6,08
12.	HCO_3^-	390,4	390,4	402,6	402,6	402,6	366,0	390,4	439,2	427,0
13.	Cl^-	19,88	18,46	15,62	17,04	18,74	16,19	14,18	17,73	16,80
14.	SO_4^{2-}	1098	1321	1267	1162	1178	1053	1105	1158	1105
15.	NO_2^-	0,020	0,027	0,020	0,025	<0,005	<0,005	0,017	0,017	0,023
16.	NO_3^-	9,2	8,6	5,6	5,7	3,0	10,7	11,7	7,3	6,0
17.	NH_4^+	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,149	<0,038	<0,038	<0,038
18.	Na^+	16,0	14,0	10,0	11,0	22,0	11,0	9,0	11,0	11,6
19.	K^+	1,4	0,7	2,0	1,5	3,6	0,8	1,0	1,6	1,4
20.	Ca^{2+}	560,3	597,0	581,3	577,1	569,1	538,1	536,8	589,7	571,3
21.	Mg^{2+}	22,9	37,4	42,2	28,5	33,3	25,5	36,1	26,9	26,0
22.	Karb.	6,4	6,4	6,6	6,6	6,6	6,0	6,4	7,2	7,0
23.	Nekarb.	23,50	26,53	25,94	24,60	24,60	23,01	23,41	24,50	23,71
24.	Bendras kiet.	29,90	32,93	32,54	31,20	31,20	29,01	29,81	31,70	30,71
25.	Jonų suma	2117,8	2388,1	2326,0	2205,6	2230,1	2021	2104	2251	2166
26.	N/NO_2^-	0,006	0,008	0,006	0,008	<0,0015	<0,0015	0,005	0,005	0,007
27.	N/NO_3^-	2,08	1,95	1,27	1,30	0,676	2,43	2,63	1,65	1,36
28.	N/NH_4^+	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,116	<0,030	<0,030	<0,030
29.	$N_{\text{min.}}$	-	-	-	-		-	-	-	-
30.	$N_{\text{org.}}$	-	-	-	-		-	-	-	-
31.	N_b	2,81	1,78	1,95	1,623	1,33	4,04	2,65	2,09	1,36
32.	PO_4^{3-}	<0,015	<0,015	0,018	0,030	0,064	0,030	<0,015	<0,015	0,061
33.	P_{min}	<0,005	<0,005	0,006	0,010	0,021	0,010	<0,005	<0,005	0,020
34.	$P_{\text{org.}}$	-	-	0,001	0,013	0,002	0,599	-	-	0,003
35.	P_b	0,012	<0,005	0,007	0,023	0,023	0,609	0,038	<0,005	0,023

2016-2017 m. Smardonės II šaltinio vandens temperatūra kito nuo 7,4 iki 8,5 °C, vidurkis – 7,7 °C. Srovės greitis ištakos vagoje kito nuo 0,157 iki 0,404 m/s, 2016-1-13, dėl žemiau

pastatytos bebrų užtvankos, srovės greičio pamatuoti nepavyko. Šaltinio ištaka dalinai blokuota akmenų metiniais. Jos plotis, ties tilteliu per ištaką, kito nuo 2,5 iki 2,7 m, maksimalus gylis siekė tik 0,24 m (18 lent.).

Per 2016-2017 m. laikotarpį geriamojo vandens specifikuotos vertės buvo viršytos pagal permanganatinę oksidaciją ir sulfatų kiekį. Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono Įstro-Tatulės vandeningo sluoksnio vandeniui. Atkreiptinas dėmesys į 2017 m. balandžio mėnesį šaltinio vandenyje padidėjusį mineralinio (iki 0,599 mg/l) ir bendrojo fosforo (iki 0,609 mg/l) kiekį. Toks fosforo padidėjimas gali būti siejamas su antropogenine tarša – pavasariu tręsimu šaltinio baseino.

20 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Antrojo Smardonės šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	6,94	7,45	7,05	7,02	7,03	7,03	6,5-9,5
El. laid.	2410	2450	2442	2420	2490	2438	2500
O ₂	mg/l	1,3	1,92	1,25	2,1	1,5	
	%	10,5	15,9	10,7	20,9	13,6	
BDS ₇	1,28	4,82	2,33	<0,5	3,02	1,7	
BO	<30	<30	<30	<30	<30	<30	
PO	7,77	12,38	9,54	6,08	12,2	8,2	5,0
HCO ₃ ⁻	390,4	402,6	397,7	366	439	406	
Cl ⁻	15,62	19,88	17,95	14,18	17,73	16,2	250
SO ₄ ²⁻	1098	1321	1205	1053	1158	1105	250
NO ₂ ⁻	<0,005	0,027	0,023	0,017	0,023	0,0	0,5
NO ₃ ⁻	3	9,2	6,4	6	11,7	8,9	50
NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038	-	<0,038	0,149	0,1	
Na ⁺	10	16	14,6	9	11,6	10,7	200
K ⁺	0,7	3,6	1,84	0,8	1,6	1,2	
Ca ²⁺	560,3	597	577	536,8	589,7	559,0	
Mg ²⁺	22,9	42,2	32,9	25,5	36,1	28,6	
Karb,	6,4	6,6	6,52	6	7,2	6,7	
Nekarb,	23,5	26,53	25,0	23,01	24,5	23,7	
Bendras kiet,	29,9	32,93	31,55	29,01	31,7	30,3	
Jonų suma	2117,8	2388,1	2253,52	2021	2251	2136	
N/NO ₂ ⁻	<0,0015	0,008	0,007	<0,0015	0,007	0,0	
N/NO ₃ ⁻	0,678	2,08	1,46	1,36	2,63	2,0	
N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03		<0,030	0,116	0,1	
N _{min} ,	-	-	-	0	0		
N _{org} ,	-	-	-	0	0		
N _b ,	1,33	2,81	1,90	1,36	4,04	2,5	
PO ₄ ³⁻	<0,015	0,064	0,037	<0,005	0,061	0,0	
P _{min}	<0,005	0,021	0,012	<0,005	0,02	0,0	
P _{org} ,	0,001	0,013	0,005	0,003	0,599	0,3	
P _b ,	<0,005	0,023	0,016	<0,005	0,609	0,2	

2016-2017 m. Smardonės II šaltinio pH kito nuo 6,94 iki 7,45, elektros laidis kito nuo 2410 iki 2490 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 1,25 iki 2,1 mg/l, prisotinimas deguonimi – nuo 10,5 iki 20,9%. BDS₇, buvo žemas ir kito nuo <0,5 iki 4,82 mgO₂/l, žemas buvo ir bichromatinės

oksidacijos indeksas. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (19 lent.). HCO_3 , kiekis Smardonės II šaltinyje buvo labai panašus kaip ir Smardonės I šaltinyje bei šiek tiek mažesnis nei Žaliajame šaltinyje, jis kito nuo 366 iki 439 mg/l. Chloro kiekis čia kito – nuo 14,18 iki 18,88 mg/l, ir buvo ženkliai mažesnis nei Smardonės I bei Žaliajame šaltiniuose. Galima daryti prielaidą, kad Smardonės II šaltinis gali drenuoti Likėnų ir Pabiržės gyvenvietes bei teritoriją per kurią eina Biržai- Panevėžys kelias. Sulfatų kiekis visais atvejais buvo >1000 mg/l (19 lent.). Natrio kiekis kito nuo 9 iki 14,6 mg/l, magnio – nuo 22,5 iki 14,6 mg/l. Kalcio, kaip ir sulfatų, kiekis Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandenyje yra gana didelis ir dažniausiai būna virš 500 mg/l. 2016-2017 m. jo kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 560,3 iki 597 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 29,01 iki 32,93 mg-ekv/l.

Nitritų, nitratų ir amonio kiekiai šaltinio vandenyje buvo labai nedideli. Kiek didesnis buvo amonio kiekis per pavasarinį potvynį. Bendrojo fosforo koncentracija kito nuo <0,005 iki 0,609 mg/l. Didžiausia jo koncentracija taip pat nustatyta per pavasarinį potvynį (20 lent.).

3.2.1.4 Salomėjos šaltinis

Salomėjos šaltinis yra vakariniame Likėnų gyvenvietės pakraštyje, kairiajame sureguliuotos Smardonės vagos krante (21 lent., 18 pav.). Šaltinis susidarė dešiniame Smardonės krante, maždaug prieš 20 metų. 2016-2017 m. šaltinio debitas kito nuo 0,013 iki 0,31 m^3/s , vidurkis 0,021 m^3/s . Pagal vidutinį 2016-2017 m. nuotėkį, priėmus 5,7 l/s km^2 nuotėkio normą, Salomėjos šaltinio baseinas būtų apie 4 km^2 . Jo ribos nėra žinomos, tačiau pagal paviršiaus reljefą ir hidrografinį tinklą, šaltinio baseinas gali apimti Šilinės (Smardonės) – Čeriaukštės vandenskyrą.

Per 2016-2017 m.



18 pav. Salomėjos šaltinis (Likėnai)

21 lentelė. Salomėjos šaltinio vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Likėnai
Koordinatės	Y=538339, X=6229543
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m,
Baseino plotas, km^2	~4
Debitas, m^3/s	0,002-0,031 (0,021)
Vandens temperatūra, $^{\circ}\text{C}$	7,4-8,5 (7,7)
Vandens lygio amplitudė, m	0,05

laikotarpį geriamojo vandens specifikuotos vertės buvo viršytos pagal elektrinį laidį, permanganatinę oksidaciją ir sulfatų kiekį. Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandeniui. Atkreiptinas dėmesys į 2016 m. spalio mėnesį šaltinio vandenyje padidėjantį organinį (iki 0,987) ir bendrąjį (iki 0,998 mg/l) fosforą. Toks fosforo padidėjimas gali būti siejamas su pasibaigusiu vegetacijos sezonu ir antropogenine tarša – detrito išnešimas iš šaltinio baseino (23 lent.).

22 lentelė. 2016-2017 m. Salomėjos šaltinio hidrofiziniai rodikliai

<i>Data</i>	<i>t_{vand.}</i>	<i>t_{oro.}</i>	<i>l, m</i>	<i>h_{max.}</i>	<i>v_{vid., m/s}</i>	<i>S, m²/s</i>	<i>Q, m³/s</i>
2016-06-02	7,5	23,2	0,65	0,4		0,26	0,03
2016-06-16	7,7	20	0,65	0,4	0,069	0,26	0,018
2016-07-14	7,4	20	0,65	0,42	0,065	0,267	0,017
2016-08-18	7,5	17,5	0,7	0,51	0,035	0,35	0,017
2016-10-13	7,4	4	0,7	0,43	0,045	0,294	0,013
2017-04-26	7,4	6	1,7	0,6	0,069	0,3	0,021
2017-06-15	8,9	21,6	0,7	0,43	0,086	0,294	0,029
2017-07-27	7,6	24	0,7	0,48	0,059	0,334	0,02
2017-08-24	7,4	18,5	0,65	0,48	0,070	0,311	0,022

23 lentelė. 2016-2017 m. Salomėjos šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai.

<i>Eil. Nr.</i>	<i>Rodiklis</i>	<i>2016 m.</i>					<i>2017 m.</i>			
		<i>06-02</i>	<i>06-16</i>	<i>07-14</i>	<i>08-18</i>	<i>10-13</i>	<i>04-26</i>	<i>05-17</i>	<i>07-27</i>	<i>08-24</i>
1.	t _{vand.}	7,5	7,7	7,4	8,3	7,2	7,4	8,9	7,6	7,4
2.	t _{oro}	25,6	20,0	20,0	18,0	4,5	6,0	21,6	24	18,5
3.	Q	0,020	0,018	0,017	0,017	0,013	0,021	0,029	0,02	0,022
4.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	pH	7,40	6,95	6,98	6,91	6,94	7,00	6,92	7,04	7,04
6.	El. laid.	2450	2450	2430	2410	2440	2510	2360	2410	2450
7.	O ₂	mg/l	0,57	0,80	0,85	0,64	1,53	0,83	0,29	0,30
8.		%	4,72	6,7	7,2	-	11,6	7,20	1,9	2,2
9.	BDS ₇	1,72	0,64	2,56	3,84	2,56	2,51	0,59	<0,5	<0,5
10.	BO	-	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
11.	PO	11,29	11,19	8,08	6,94	6,22	7,6	6,4	8,8	8,64
12.	HCO ₃ ⁻	390,4	384,3	414,8	378,2	378,2	378,2	378,2	427,0	427,0
13.	Cl ⁻	21,30	18,46	21,30	21,3	19,88	19,03	15,03	17,73	15,40
14.	SO ₄ ²⁻	1049	1286	1333	1216	1156	1158	1105	1184	1158
15.	NO ₂ ⁻	0,014	0,014	0,022	0,028	0,008	<0,005	0,008	<0,005	0,010
16.	NO ₃ ⁻	11,11	10,67	7,98	3,01	3,17	19,2	17,4	11,2	6,9
17.	NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,254	<0,038	<0,038	<0,038
18.	Na ⁺	15,0	13,0	10,0	11,0	24,0	12,0	8,0	11,0	12,5
19.	K ⁺	1,4	1,4	2,0	1,5	2,4	0,8	1,5	1,6	0,7
20.	Ca ²⁺	560,3	589,1	585,2	553	561	549,8	536,8	559,4	563,9
21.	Mg ²⁺	32,4	27,9	39,8	47,9	43,1	20,8	36,1	45,2	26,0
22.	Karb.	6,4	6,3	6,8	6,2	6,2	6,2	6,2	7,0	7,0
23.	Nekarb.	24,28	25,45	25,74	25,40	25,40	23,00	23,61	24,70	23,34
24.	Bendras kiet.	30,68	31,75	32,54	31,60	31,60	29,20	29,81	31,70	30,34
25.	Jonų suma	2080,7	2330,6	2414,4	2232,2	2187,3	2158	2098	2257	2210
26.	N/NO ₂ ⁻	0,004	0,004	0,007	0,008	0,002	<0,0015	0,002	<0,0015	0,003
27.	N/NO ₃ ⁻	2,51	2,40	1,80	0,680	0,716	4,33	3,92	2,52	1,57
28.	N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,198	<0,030	<0,030	<0,030
29.	N _{min.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.	N _{org.}	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.	N _{b.}	3,42	2,20	2,58	3,59	2,88	4,53	3,90	3,19	2,23
32.	PO ₄ ³⁻	0,030	0,033	<0,015	<0,015	0,033	0,073	<0,015	<0,015	0,065
33.	P _{min}	0,010	0,011	<0,005	<0,005	0,011	0,024	<0,005	<0,005	0,021
34.	P _{org.}	0,008	0,017	-	-	0,987	0,004	-	-	0,012
35.	P _{b.}	0,018	0,028	<0,005	<0,005	0,998	0,028	0,043	<0,005	0,033

2016-2017 m. Salomėjos šaltinio pH kito nuo 6,91 iki 7,7, elektros laidis – nuo 2360 iki 2510 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 0,029 iki 1,53 mg/l, prisotinimas deguonimi – nuo 1,9 iki

11,6%. BDS₇, buvo žemas ir kito nuo 0,59 iki 3,84 mgO₂/l, žemas buvo ir bichromatinės oksidacijos indeksas. Specifikuotas vertes geriamam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (24 lent.). HCO₃⁻, kiekis Salomėjos šaltinyje buvo labai panašus kaip Smardonės I ir II šaltiniuose, tačiau bei šiek tiek mažesnis nei Žaliajame šaltinyje, jis kito nuo 378 iki 427 mg/l. Chloro kiekis Salomėjos šaltinyje kito – nuo 15,3 iki 21,3 mg/l, ir buvo mažesnis nei Smardonės I bei Žaliajame šaltiniuose. Sulfatų kiekis visais atvejais buvo >1000 mg/l (3.1.15 lent.). Natrio kiekis kito nuo 8 iki 24 mg/l, magnio – nuo 20,8 iki 45,2 mg/l. Kalcio kaip ir sulfatų kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 537 iki 589 mg/l. Bendras vandens kietumas – nuo 29,2 iki 32,54 mg-ekv/l.

Nitritų, nitratų ir amonio kiekis šaltinio vandenyje buvo labai nedidelis. Kiek didesnis buvo amonio kiekis per 2017 m. pavasarinį potvynį. Bendrojo fosforo koncentracija kito nuo <0,005 iki 0,998 mg/l. Didžiausia jo koncentracija nustatyta pasibaigus 2016 m vegetacijos sezonui (23 lent.).

24 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Salomėjos šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	6,91	7,7	7,03	6,92	7,04	7,0	6,5-9,5
El. laid.	2410	2450	2436	2360	2510	2433	2500
O ₂	mg/l	0,57	1,53	0,87	0,29	0,83	0,4
	%	4,72	11,6	7,5	1,9	7,2	3,4
BDS ₇	0,64	3,84	2,26	0,59	2,51	1,6	
BO	<30	<30		<30	<30	<30	
PO	6,22	11,29	8,74	6,4	8,8	7,9	5,0
HCO ₃ ⁻	378,2	414,8	389,2	378,2	427	402,6	
Cl ⁻	18,46	21,3	20,4	15,03	19,03	16,8	250
SO ₄ ²⁻	1049	1333	1208	1105	1184	1151	250
NO ₂ ⁻	0,008	0,028	0,017	<0,005	0,01	0,0	0,5
NO ₃ ⁻	3,01	11,11	7,19	6,9	19,2	13,7	50
NH ₄ ⁺	<0,038	<0,038		<0,038	0,254	0,3	
Na ⁺	10	24	14,6	8	12,5	10,9	200
K ⁺	1,4	2,4	1,7	0,7	1,6	1,2	
Ca ²⁺	553	589,1	569,7	536,8	563,9	552,5	
Mg ²⁺	27,9	47,9	38,2	20,8	45,2	32,0	
Karb.	6,2	6,8	6,4	6,2	7	6,6	
Nekarb.	24,28	25,74	25,25	23	24,7	23,7	
Bendras kiet.	30,68	32,54	31,63	29,2	31,7	30,3	
Jonų suma	2080,7	2414,4	2249,0	2098	2257	2180,8	
N/NO ₂ ⁻	0,002	0,008	0,005	<0,0015	0,003	0,0	
N/NO ₃ ⁻	0,68	2,51	1,62	1,57	4,33	3,1	
N/NH ₄ ⁺	<0,03	<0,03		<0,030	0,198	0,2	
N _{min.}	-	-	-				
N _{org.}	-	-	-				
N _{b.}	2,2	3,42	2,93	2,23	4,53	3,5	
PO ₄ ³⁻	<0,0015	0,033	0,032	0,065	0,073	0,1	
P _{min}	<0,005	0,011	0,010	<0,005	0,024	0,0	
P _{org.}	0,008	0,987	0,337	0,004	0,012	0,0	
P _{b.}	<0,005	0,998	0,348	0,028	0,043	0,0	

3.2.1.5 Pelanio ežeras

Pelaniais – vienas iš Kirkilų grupės karstinių ežerų. Jo šlaitai 1,5- 3 m aukščio, statūs, tankiai apaugę juodalksniais. Maksimalus ežero gylis 6 m, plotas 9 arai (25 lent., 19 pav.). Ežero plotas, dėl pakrantėse atsirandančių naujų smegduobių, nuolat didėja. 2016-2017 m. Pelanio ežero vandens lygio svyravimų amplitudė buvo 169 cm. Didesnę šio laikotarpio dalį Pelanio ežero vandens lygis buvo aukštesnis už vidutinį daugiametį (2009-2017 m.) vandens lygį – 83 cm. Nuo 2016 m. lapkričio 13 d. ežero lygis nebuvo nukritęs žemiau vidutinio daugiametio lygio (20 pav.). 2016-2017 m. vidutinė paros vandens temperatūra



19 pav. Pelanio ežeras

25 lentelė. Pelanio ežero vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Kirkilų km.
Koordinatės	Y=542818, X=6234896
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	-
Vandens temperatūra, °C	0-24,2
Vandens lygio amplitudė, m	1,50

Pelaniais ežero paviršiuje kito nuo 0,5 iki 17,3 °C. Vidutinė metinė 2016-2017 m. paros temperatūra buvo 8,3 °C (26 lent.).

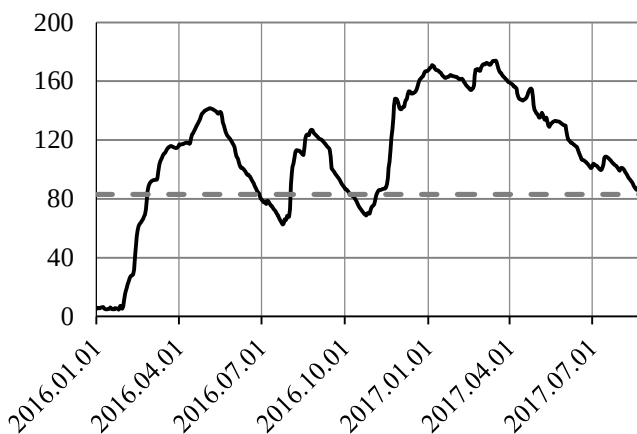
26 lentelė. 2016-2017 m. Pelanio, Žaliojo ir Kirkilų ežerų hidrofiziniai rodikliai

Data	t _{vand.}	t _{oro.}	H, m	H, m *	t _{vand.}	t _{vand.}	H, m
			Pelanis		Žaliasis	Kirkilai	
2016-04-21	8,3	10	0,41	6,8		12,3	0,30
2016-06-02	24,2	27,2	0,25	13,4		27,2	0,50
2016-06-16	18,3	25,0	0,07	13,0	17,0		0,35
2016-07-14	14,6	20,0	0,2	16,0	18,0	22,1	0,23
2016-08-18	17,6	17,5	0,32	15,7	17,4		
2016-09-15	15,8	14,6	0,21	15,3			
2016-10-13		6,7	-0,03	9,4	9,6	7,1	0,25
2016-11-18	3,1	5,2	0,26	4,4			0,15
2017-01-19	4,7	-1,0		2,3			
2017-03-22		8,1		2,8			
2017-04-26	6,2	9,5		6,1	6,2	8,1	
2017-05-17	14,7	17	-0,19	8,5			
2017-06-15	19,5	22,2	0,41	12,8		23,4	0,09
2017-07-05	17,4	15,6	0,2	14,1			0,50
2017-07-27	22,3	25		15,1	20,2	24,3	
2017-08-24	15,5	18,0	0,05	16,4	18,1	20,1	0,2

* vandens lygis pagal Pelaniais ežero logerį (0,1-2 m gilyje)

2016-2017 m. paviršiniame vandens sluoksnyje Pelaniais ežero pH kito nuo 7,21 iki 7,92, elektros laidis – nuo 526 iki 2250 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 1,06 iki 7,92 mg/l, prisotinimas

deguonimi nuo 10,4 iki 68,2,6 %. BDS₇ buvo mažas ir kito nuo 0,91 iki 3,60 mgO₂/l. Pažymėtinas gana aukštas bichromatinės oksidacijos indeksas Pelanio ežere. Jis kito nuo 37,2 iki 115,2 Jos santykis su permanganatine oksidacija parodo sunkiai oksiduojamų organinių medžiagų kiekį. Specifikuotas vertes geriamam vandeniui kelis kartus viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (27 lent.).



20 pav. Vandens lygio kaita Pelanio ežere, vidutinis vandens lygis – 83 cm

27 lentelė. 2016-2017 m. Pelanio ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	-	18,3	14,6	17,6	6,7	6,2	19,5	22,3	15,5
2.	t _{oro}	-	25,0	20,0	17,5	6,7	9,5	22,2	25	18,0
3.	H	0,25	0,07	0,2	0,32	-0,03	-			0,05
4.	pH	7,54	7,37	7,60	7,21	7,30	7,63	7,83	7,92	7,46
5.	El. laid.	599	547	526	580	652	2180	2250	1816	1416
6.	O ₂	mg/l	6,32	2,85	1,06	-	7,93	5,20	6,09	1,24
7.		%	-	30,5	10,4	-	68,2	53,6	61,2	12,8
8.	BDS ₇	2,87	2,56	2,88	3,84	2,24	3,83	3,63	3,60	0,91
9.	BO	-	115,2	79,8	41,12	52,08	37,2	43,7	40,46	43,5
10.	PO	26,66*	27,65	27,96	25,36	22,50	12,3	13,1	15,7	16,3
11.	HCO ₃ ⁻	195,2	195,2	207,4	219,6	207,4	347,7	353,8	341,6	256,2
12.	Cl ⁻	12,78	12,78	12,78	9,94	5,68	11,08	21,27	12,05	8,40
13.	SO ₄ ²⁻	92,7	140	100	108	167	947	1000	842	566
14.	NO ₂ ⁻	0,103	0,024	0,034	0,021	0,022	0,007	<0,005	<0,005	<0,005
15.	NO ₃ ⁻	2,05	0,353	2,20	0,565	0,477	0,390	0,060	0,100	<0,060
16.	NH ₄ ⁺	0,346	1,17	0,797	1,04	0,618	0,242	<0,038	<0,038	<0,038
17.	Na ⁺	4,0	7,0	5,0	5,0	7,0	9,0	7,0	7,5	6,6
18.	K ⁺	2,1	1,4	2,0	1,5	2,4	2,5	3,0	2,5	1,4
19.	Ca ²⁺	93,4	94,3	86,4	91,4	115,4	471,3	498,6	408,2	296,8
20.	Mg ²⁺	28,2	14,2	15,1	18,4	12,5	32,8	31,5	27,1	17,5
21.	Karb.	3,2	3,2	3,4	3,6	3,4	5,7	5,8	5,6	4,2
22.	Nekarb.	3,79	2,68	2,17	2,48	3,40	20,56	21,75	17,04	12,08
23.	Bendras kiet.	6,99	5,88	5,57	6,08	6,80	26,26	27,55	22,64	16,28
24.	Jonų suma	430,9	466,4	431,6	455,5	518,2	1822	1915	1641	1153
25.	N/NO ₂ ⁻	0,031	0,007	0,010	0,006	0,007	0,002	<0,0015	<0,0015	<0,0015
26.	N/NO ₃ ⁻	0,463	0,080	0,456	0,128	0,108	0,089	0,014	0,017	<0,013
27.	N/NH ₄ ⁺	0,270	0,913	0,620	0,812	0,481	0,188	<0,030	<0,030	<0,030
28.	N _{min.}	0,764	1,00	1,09	0,946	0,596	0,279	-	-	-
29.	N _{org.}	2,09	0,318	0,316	0,811	0,539	0,776	-	-	-
30.	N _{b.}	2,85	1,32	1,40	1,76	1,13	1,05	0,70	1,57	1,23
31.	PO ₄ ³⁻	0,064	0,042	<0,015	0,018	0,048	<0,015	<0,015	<0,015	0,026
32.	P _{min}	0,021	0,014	<0,005	0,006	0,016	<0,005	<0,005	<0,005	0,009
33.	P _{org.}	0,137	0,040	-	0,022	0,038	-	-	-	0,025
34.	P _{b.}	0,158	0,054	0,064	0,028	0,054	0,324	0,054	0,049	0,033

HCO₃, kiekis Pelanio ežere padidėjo 2017 m. 2016 m jis buvo nuo 195,2 iki 219,6 mg/l, o 2017 m. – nuo 256,2 iki 353,8 mg/l. Chloro kiekis kito – nuo 8,4 iki 21,27 mg/l, ir buvo mažesnis nei tirtuose karstinio regiono šaltiniuose. Sulfatų kiekis tik vieną kartą pasiekė 1000 mg/l. Jis kito nuo 92,7 iki 1000 mg/l (28 lent.). Natrio kiekis kito nuo 4 iki 9 mg/l, magnio kiekis 2016 kito nuo 12,5 iki 28,2, o 2017 metais jis jau buvo nuo 17,5 iki 32, 8 mg/l. Kalcio, kaip ir sulfatų, kiekis Pelanio vandenyje buvo skirtingas 2016 ir 2017 m. 2016-2017 m. jo kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 91,4 iki 498,6 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 5,57 iki 27,55 mg-ekv/l. Jis taip pat buvo gana skirtingas 2016 ir 2017 m. (27 lent.).

Nitritų ir nitratų kiekiai vandenyje buvo nedideli, tačiau amonio koncentracija siekė net 1,17 mg/l. Ji buvo žymiai didesnė 2016 m. 2016 m. didesnės buvo ir nitratų bei nitritų koncentracijos. Galima daryti prielaidą, kad 2016 m., su gruntiniu vandeniu į Pelanio ežerą pateko didesnis biogenų kiekis. Tačiau to nematyti analizuojant bendrojo fosforo koncentracijas. Jo kiekis kito nuo 0,028 2016 m. iki 0,324 mg/l 2017 m.(27 lent.).

28 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Pelanio ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	7,21	7,6	7,4	7.46	7.92	7.7	6,5-9,5
El. laid.	526	652	581	1416	2250	1916	2500
O ₂	mg/l	1,06	7,93	4,5	1.24	6.09	3.4
	%	10,4	68,2	36,4	12.8	61.2	35.1
BDS ₇	2,24	3,84	2,88	0.91	3.83	3.0	
BO	41,12	115,2	72,1	37.2	43.7	41.2	
PO	22,5	27,96	25,87	12.3	16.3	14.4	5,0
HCO ₃ ⁻	195,2	219,6	205	256.2	353.8	324.8	
Cl ⁻	5,68	12,78	10,79	8.4	21.27	13.2	250
SO ₄ ²⁻	92,7	167	121,5	566	1000	838	250
NO ₂ ⁻	0,021	0,103	0,04	0.007	0.007	0.007	0,5
NO ₃ ⁻	0,477	2,2	1,129	0.06	0.39	0.183	50
NH ₄ ⁺	0,346	1,17	0,79	0.242	0.242	0.242	
Na ⁺	4	7	5,6	6.6	9	7.5	200
K ⁺	1,4	2,4	1,9	1.4	3	2.4	
Ca ²⁺	86,4	115,4	96,2	296.8	498.6	418.7	
Mg ²⁺	12,5	28,2	17,7	17.5	32.8	27.2	
Karb.	3,2	3,6	3,4	4.2	5.8	5.3	
Nekarb.	2,17	3,79	2,9	12.08	21.75	17.9	
Bendras kiet.	5,57	6,99	6,26	16.28	27.55	23.2	
Jonų suma	430,9	518,2	460,5	1153	1915	1633	
N/NO ₂ ⁻	0,006	0,03	0,012	0.002	0.002	0.002	
N/NO ₃ ⁻	0,08	0,463	0,247	0.014	0.089	0.040	
N/NH ₄ ⁺	0,27	0,913	0,619	0.188	0.188	0.188	
N _{min.}	0,764	1,0	0,879	0.279	0.279	0.279	
N _{org.}	0,316	2,09	0,818	0.776	0.776	0.776	
N _{b.}	1,13	2,85	1,69	0.7	1.57	1.14	
PO ₄ ³⁻	<0,015	0,064	0,043	0.026	0.026	0.026	
P _{min}	<0,015	0,021	0,014	0.009	0.009	0.009	
P _{org.}	0,022	0,137	0,059	0.025	0.025	0.025	
P _{b.}	0,028	0,158	0,072	0.033	0.324	0.115	

Per 2016-2017 m. laikotarpį geriamojo vandens specifikuotos vertės Pelanio vandenyje buvo viršytos pagal permanganatinę oksidaciją ir sulfatų kiekį (28 lent.). Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono vandeniui. Atkreiptinas dėmesys į 2017 m. padidėjusį kalcio ir sulfatų kiekį bei bendrą jonų sumą. Jeigu 2016 m. Pelanio ežere, esant žemam vandens lygiui, didžiausia sulfatų koncentracija buvo 167 mg/l, tai 2017 m., esant aukštam ežero lygiui, ji buvo nuo 566 iki 1000 mg/l (28 lent.). Didžiausia kalcio koncentracija 2017 m. buvo 115,4 mg/l, o 2016 m. kito nuo 296,8 iki 498,6 mg/l. Jonų suma 2016 m. tesiekė tik 518, 2 mg/l, o 2017 m. buvo nuo 1153 iki 1915 mg/l.

3.2.1.6 Žaliasis ežeras

Žaliasis (Kluonuotės) ežeras yra tik už 30 m į šiaurės rytus nuo Pelanio ežero (29 lent., 21 pav.). Jo plotas tik 4 arai, gylis 4 m. Žaliasis ežeras užšąla daug vėliau nei Pelanio ir kiti aplinkiniai karstiniai ežerai, o šiltomis žiemomis jis visai neužšąla. Vandens temperatūra buvo matuojama paviršiuje, prie kranto. Ji kito nuo 0,1 iki 20,2 °C (29 lent.). Žaliajame ežere nėra ir nebuvo automatinių vandens lygio ir temperatūros matuoklių. Skirtingas nei Pelanio ežero hidrochemis režimas leidžia daryti prielaidą, kad hidrofizinės Žaliojo ežerėlio charakteristikos taip pat turi skirtis nuo Pelanio ežero.



21 pav. Žaliasis ežeras 2017-05-17

29 lentelė. Žaliojo ežero vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Kirkilų km.
Koordinatės	Y=542824, X=6234961
Tiriamąo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	-
Vandens temperatūra, °C	0,1-20,2
Vandens lygio amplitudė, m	vandens lygis nematuotas

2016-2017 m. paviršiniame Žaliojo ežero vandens sluoksnyje pH kito nuo 7,28 iki 7,72, elektros laidis – nuo 642 iki 866 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 1,06 iki 6,32 mg/l, prisotinimas deguonimi nuo 10,4 iki 43,4%. BDS₇ buvo mažas ir kito nuo 1,28 iki 3,52 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas buvo šiek tiek mažesnis nei Pelanio ežere, tačiau vis tik gana didelis. Jis kito nuo < 30 iki 63,2 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui kelis kartus viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, parodantis lengvai oksiduojamų organinių medžiagų kiekį (30 lent.). HCO₃ kiekis Žaliajame ežere tiek 2016 m., tiek 2017 m. buvo panašus. 2016 m. jis buvo nuo 250,1 iki 305,0, o 2017 m. – nuo 244,0 iki 292,8 mg/l. Chloro kiekis 2016-2017 m. kito nuo 9,09 iki 13,47 mg/l, ir buvo mažesnis nei tirtuose karstinio regiono šaltiniuose. Sulfatų kiekis tik vieną kartą viršijo 250 mg/l koncentraciją. Jis kito nuo 136,8 iki 292 mg/l (30 lent.). Natrio kiekis buvo labai panašus kaip ir Pelanio ežere, jis kito nuo 4 iki 10 mg/l. Pažymėtina magnio kiekio skirtumai 2016 ir 2017 m. Žaliajame ežere magnio kiekis 2016 kito nuo 11,4 iki 18,7, o 2017 m. jis jau buvo nuo 13,2 iki 31,9

mg/l. Kalcio kaip ir sulfatų kiekis Žaliojo ežero vandenyje buvo labai panašus 2016 ir 2017 m. 2016-2017 m. kalcio kiekis vandenyje kito nuo 105,8 iki 176,36 mg/l. Bendras vandens kietumas buvo mažesnis nei Pelanio ežere, ir kito nuo 7,55 iki 10 mg-ekv/l. Nitritų ir nitratų kiekiai ežero vandenyje buvo nedideli, tačiau amonio koncentracija siekė net 1,317 mg/l. Ji buvo didelė tiek 2016, tiek ir 2017 m. Gana didelė buvo ir bendrojo fosforo koncentracija. Ji kito nuo 0,012 iki 0,224 mg/l (30 lent.).

30 lentelė. 2016-2017 m. Žaliojo ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	-	17,0	18,0	17,4	9,4	6,2	19,5	20,2	18,1
2.	t _{oro}	-	25,0	20,4	17,5	6,5	8,1		24,3	18,1
3.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	pH	7,57	7,41	7,40	7,28	7,39	7,53	7,44	7,72	7,48
5.	El. laid.	833	808	866	809	881	679	680	642	850
6.	O ₂	mg/l	6,32	2,85	1,06	-	5,44	1,41	2,95	2,21
7.		%	-	30,5	10,4	-	43,4	14,2	28,9	22,3
8.	BDS ₇	-	2,56	3,52	1,28	3,20	3,24	1,81	2,10	2,73
9.	BO	-	67,2	63,0	41,12	<30	63,2	40,6	59,1	49,80
10.	PO	18,82	20,51	23,92	21,74	20,13	20,7	21,4	21,8	18,6
11.	HCO ₃ ⁻	250,1	256,2	280,6	262,3	305,0	244,0	256,2	292,8	268,4
12.	Cl ⁻	12,78	9,94	12,78	9,94	9,09	11,08	9,93	13,47	8,40
13.	SO ₄ ²⁻	200	248	292	200	262	158,0	163,2	136,8	210
14.	NO ₂ ⁻	0,424	0,213	<0,005	0,022	0,028	0,008	<0,005	0,043	0,043
15.	NO ₃ ⁻	14,40	1,34	0,48	0,066	0,415	1,40	1,16	0,30	<0,060
16.	NH ₄ ⁺	0,26	0,94	0,90	0,563	0,742	0,470	0,717	1,692	1,254
17.	Na ⁺	6,0	7,0	5,0	4,0	10,0	4,0	4,0	4,0	5,8
18.	K ⁺	2,1	1,4	2,0	1,5	3,6	2,5	3,0	2,5	2,1
19.	Ca ²⁺	155,7	153,2	172,8	142,7	176,3	117,8	113,4	105,8	155,8
20.	Mg ²⁺	18,7	11,4	16,5	12,5	14,4	28,4	31,9	27,4	13,2
21.	Karb.	4,1	4,2	4,6	4,3	5,0	4,0	4,2	4,8	4,4
22.	Nekarb.	5,22	4,42	5,40	3,86	5,00	4,23	4,10	2,75	4,48
23.	Bendras kiet.	9,32	8,62	10,00	8,16	10,00	8,23	8,30	7,55	8,88
24.	Jonų suma	660,4	689,9	782,7	633,5	781,8	568	583,5	585	665
25.	N/NO ₂ ⁻	0,129	0,065	<0,0015	0,007	0,008	0,002	<0,0015	0,013	0,013
26.	N/NO ₃ ⁻	3,25	0,302	0,109	0,015	0,094	0,323	0,263	0,069	<0,013
27.	N/NH ₄ ⁺	0,202	0,731	0,702	0,438	0,577	0,366	0,558	1,317	0,976
28.	N _{min.}	3,58	1,10	-	0,459	0,679	0,691	-	1,399	-
29.	N _{org.}	0,561	0,710	-	1,456	0,846	0,847	-	1,369	-
30.	N _{b.}	4,14	1,81	1,76	1,92	1,53	1,54	1,57	2,77	1,83
31.	PO ₄ ³⁻	0,151	0,160	<0,015	0,042	0,048	<0,015	0,265	0,521	0,356
32.	P _{min}	0,050	0,053	<0,005	0,014	0,016	<0,005	0,087	0,172	0,117
33.	P _{org.}	0,050	0,047	-	0,024	0,043	-	0,044	0,048	0,041
34.	P _{b.}	0,1	0,1	0,09	0,038	0,059	0,012	0,132	0,220	0,158

2016-2017 m. geriamojo vandens specifikuotos vertės Žaliojo ežero vandenyje buvo viršytos pagal permanganatinę oksidaciją ir tik du kartus pagal sulfatų kiekį (31 lent.). Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono vandeniui. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad, skirtingai nei Pelanio ežere, 2016 ir 2017 m. kalcio ir sulfatų koncentracijos buvo panašios. Tiek vienais, tiek ir kitais metais panaši buvo ir jonų suma bei bendrasis vandens kietumas (31 lent.).

31 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Žaliojo ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	7,28	7,57	7,41	7,44	7,72	7,54	6,5-9,5
El. laid.	808	881	839	642	850	713	2500
O ₂	mg/l	1,06	6,32	3,91	1,41	2,95	2,20
	%	10,4	43,4	28,1	14,2	28,9	21,9
BDS ₇	1,28	3,52	2,64	1,81	3,24	2,47	
BO	41,12	67,2	57,1	40,6	63,2	53,2	
PO	18,82	23,92	21,0	18,6	21,8	20,6	5,0
HCO ₃ ⁻	250,1	305	270,8	244	292,8	265,4	
Cl ⁻	9,09	12,78	10,9	8,4	13,47	10,72	250
SO ₄ ²⁻	200	292	240,40	136,8	210	167	250
NO ₂ ⁻	0,022	0,424	0,172	0,008	0,043	0,031	0,5
NO ₃ ⁻	0,066	14,4	3,340	0,3	1,4	0,95	50
NH ₄ ⁺	0,26	0,94	0,681	0,47	1692	737	
Na ⁺	4	10	6,4	4	5,8	4,5	200
K ⁺	1,4	3,6	2,12	2,1	3	2,5	
Ca ²⁺	142,7	176,3	160,1	105,8	155,8	123,2	
Mg ²⁺	11,4	18,7	14,7	13,2	31,9	25,2	
Karb.	4,1	5	4,4	4	4,8	4,4	
Nekarb.	3,86	5,4	4,8	2,75	4,48	3,89	
Bendras kiet.	8,16	10	9,2	7,55	8,88	8,24	
Jonų suma	633,5	782,7	709,7	568	665	600	
N/NO ₂ ⁻	0,007	0,129	0,052	0,002	0,013	0,009	
N/NO ₃ ⁻	0,015	3,25	0,754	0,069	0,323	0,218	
N/NH ₄ ⁺	0,202	0,731	0,53	0,366	1,317	0,80	
N _{min.}	0,459	3,58	1,455	0,691	1,399	1,05	
N _{org.}	0,561	1,456	0,893	0,847	1,369	1,11	
N _{b.}	1,53	4,14	2,232	1,54	2,77	1,93	
PO ₄ ³⁻	0,042	0,16	0,1	0,265	0,521	0,38	
P _{min}	0,014	0,053	0,033	0,087	0,172	0,13	
P _{org.}	0,024	0,05	0,041	0,041	0,048	0,04	
P _{b.}	0,038	0,1	0,077	0,012	0,22	0,13	

3.2.1.7 Geografų ir Bebrų šaltiniai

Geografų (Didysis) ir Bebrų (Mažasis) šaltiniai yra Drąseikių kaime, Apaščios upės slėnyje. Abu šaltiniai yra dešiniajame upės krante, Bebrų šaltinis aukščiau, o Geografų maždaug 50 m žemiau jo. Bebrų šaltinis 20 m nuo upės vagos, užpelkėjusioje salpoje. Jį su Apaščia jungia siaura vaga, kuria iš šaltinio teka apie 1-2 l/s vandens.



22 pav. Apaščia ties Drąseikiais, Geografų ir Bebrų šaltiniai užlieti pavasario potvynio

Aukštesnis Apaščios vanduo šaltinį dalinai arba net pilnai užlieja. Geografų šaltinis yra maždaug 5 m skersmens smegduobėje, apie 5 m nuo Apaščios vagos. Aukštas upės vanduo šį šaltinį pilnai užlieja.

Geografų ir Bebrų šaltinių vieta ir dažnas jų užliejimas dėl pakilusio Apaščios vandens lygio, trukdo jų

32 lentelė. Geografų ir Bebrų šaltinių matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

	Geografų šaltinis	Bebrų šaltinis
<i>Vieta</i>		
<i>Koordinatės</i>	Y=545713, X=6235172	Y=545724, X=6235043
<i>Tiriamąjo monitoringo laikas</i>	2016-2017 m.	
<i>Baseino plotas, km²</i>	-	-
<i>Vandens temperatūra, °C</i>	6,6-17,6	6,8-19,8
<i>Vandens lygio amplitudė, m</i>	nematuota	nematuota

stebėjimams. Manome, kad šiuos šaltinius netikslingai toliau naudoti tiriamajam karstinio regiono monitoringui.

33 lentelė. 2016-2017 m. Geografų ir Bebrų šaltinių hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis		Bebrų tako šaltinis				Geografų šaltinis			
			2016 m.		2017 m.		2016 m.		2017 m.	
			07-14	10-13	04-27	06-15	08-18	10-13	04-27	06-15
1.	t _{vand.}		16,6	6,8	-	-	17,5	6,6	8,4	
2.	t _{oro}		20,2	7,8	-		15,2	7,5	8,9	
3.	Q		-	-	-		-	-	-	
4.	H		-	-	-		-	-	-	
5.	pH		7,58	7,01	7,62	7,07	7,85	7,71	8,01	7,72
6.	El. laid.		831	1642	735	1721	594	765	794	957
7.	O ₂	mg/l	5,43	7,65	6,04		5,76	7,70	8,46	
8.		%	58,3	66,7	-		-	65,9	-	
9.	BDS ₇		1,92	0,96	1,77	0,91	3,20	2,56	2,65	3,33
10.	BO		<30	<30	<30	<30	37,6	<30	37,2	44,9
11.	PO		15,85	5,33	11,1	5,1	19,62	13,02	15,5	16,0
12.	HCO ₃ ⁻		341,6	451,4	353,8	427,0	317,2	341,6	347,7	366,0
13.	Cl ⁻		19,88	7,95	<5	5,67	14,2	15,05	9,37	12,76
14.	SO ₄ ²⁻		227	622	94,7	553	48,6	124	118	216
15.	NO ₂ ⁻		0,022	0,030	0,011	0,018	0,026	0,038	0,039	0,078
16.	NO ₃ ⁻ (mg/l)		0,553	1,19	0,85	2,90	0,255	1,27	19,1	6,9
17.	NH ₄ ⁺ (mg/l)		0,766	<0,038	0,384	<0,038	0,390	0,637	0,569	<0,038
18.	Na ⁺ (mg/l)		9,0	14,0	5,0	6,0	11,0	22,0	7,0	12,0
19.	K ⁺ (mg/l)		1,0	2,4	0,8	2,0	1,5	2,4	1,7	2,0
20.	Ca ²⁺ (mg/l)		165,0	312,6	137,5	355,3	76,9	112,2	141,4	151,2
21.	Mg ²⁺ (mg/l)		9,3	48,2	16,5	17,9	24,2	29,0	18,9	45,7
22.	Karbonatinis		5,6	7,4	5,8	7,0	5,2	5,6	5,7	6,0
23.	Nekarbonatinis		3,42	12,20	2,43	12,24	0,64	2,40	2,92	5,32
24.	Bendras		9,02	19,60	8,23	19,24	6,62	8,00	8,62	11,32
25.	Jonų suma		773,8	1460,0	613	1369	494,4	648,7	664	812
26.	N/NO ₂ ⁻		0,007	0,009	0,003	0,005	0,008	0,012	0,012	0,024
27.	N/NO ₃ ⁻		0,125	0,269	0,193	0,648	0,058	0,286	4,31	1,55
28.	N/NH ₄ ⁺		0,596	<0,03	0,298	<0,030	0,303	0,495	0,442	<0,030
29.	N _{min.}		0,728	-	0,495	-	0,369	0,793	4,77	-
30.	N _{org.}		0,638	-	0,765	-	1,11	0,964	0,536	-
31.	N _{b.}		1,37	1,67	1,26	0,65	1,48	1,757	5,30	1,90
32.	PO ₄ ³⁻		0,039	0,080	<0,015	<0,015	0,021	0,118	<0,015	<0,015
33.	P _{min}		0,013	0,010	<0,005	<0,005	0,008	0,039	<0,005	<0,005
34.	P _{org.}		0,010	0,023	-	-	0,041	0,030	-	-
35.	P _{b.}		0,023	0,033	<0,005	0,609	0,049	0,069	<0,005	0,391

34 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Bebrų šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m.			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	7,01	7,58	7,30	7,07	7,62	7,35	6,5-9,5
El. laid.	831	1642	1237	735	1721	1228	2500
O ₂	mg/l	5,43	7,65	6,54		6,04	
	%	58,3	66,7	62,5			
BDS ₇	0,96	1,92	1,44	0,91	1,77	1,34	
BO				<30	<30	<30	
PO	5,33	15,85	10,59	5,1	11,1	8,1	5,0
HCO ₃ ⁻	341,6	451,4	396,5	353,8	427	390	
Cl ⁻	7,95	19,88	13,92	<5	5,67	5,67	250
SO ₄ ²⁻	227	622	424,5	94,7	553	324	250
NO ₂ ⁻	0,02	0,03	0,03	0,011	0,018	0,015	0,5
NO ₃ ⁻	0,55	1,19	0,87	0,85	2,9	1,88	50
NH ₄ ⁺	0,766	0,766	0,766	<0,038	0,384	0,384	
Na ⁺	9	14	12	5	6	5,5	200
K ⁺	1	2,4	1,70	0,8	2	1,4	
Ca ²⁺	165,0	312,6	238,8	137,5	355,3	246	
Mg ²⁺	9,3	48,2	28,8	16,5	17,9	17,2	
Karb.	5,6	7,4	6,5	5,8	7	6,4	
Nekarb.	3,42	12,20	7,81	2,43	12,24	7,34	
Bendras kiet.	9,02	19,60	14,31	8,23	19,24	13,74	
Jonų suma	773,8	1460	1116	613	1369	991	
N/NO ₂ ⁻	0,01	0,01	0,01	0,003	0,005	0,004	
N/NO ₃ ⁻	0,125	0,269	0,197	0,193	0,648	0,421	
N/NH ₄ ⁺	0,60	0,60	0,60	<0,030	0,298	0,298	
N _{min.}	0,73	0,73	0,73	0,495	0,495	0,495	
N _{org.}	0,64	0,64	0,64	0,765	0,765	0,765	
N _{b.}	1,37	1,67	1,52	0,65	1,26	0,955	
PO ₄ ³⁻	0,039	0,080	0,060	<0,015	<0,015	<0,015	
P _{min}	0,01	0,013	0,0115	<0,005	<0,005	<0,005	
P _{org.}	0,010	0,023	0,017				
P _{b.}	0,023	0,033	0,028	<0,005	0,609	0,609	

2016-2017 m. Bebrų šaltinyje pH kito nuo 7,01 iki 7,62, elektros laidis – nuo 735 iki 1721 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Deguonies kiekis kito nuo 5,43 iki 7,65 mg/l, prisotinimas deguonimi nuo 58,3 iki 66,7%. BDS₇, buvo mažas ir kito nuo 0,96 iki 1,92 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas buvo < 30 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui kelis kartus viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas (33 lent.). HCO₃, kiekis kito nuo 341,6 iki 451,4 mg/l. Chloro kiekis 2016-2017 m. kito nuo <5 iki 19,88 mg/l. Sulfatų kiekis – nuo 94,7 iki 622 mg/l, toks didelis sulfatų kiekio skirtumas galėjo būti dėl iš upės patenkančio paviršinio vandens. (33 lent.). Natrio kiekis buvo labai panašus kaip ir Pelanio bei Žaliajame ežeruose, jis kito nuo 5 iki 14 mg/l. Kalio kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 0,8 iki 2,4 mg/l, magnio – nuo 9,3 iki 48,2 mg/l. Kalcio kiekis kito nuo 137,5 iki 355,3 mg/l. Periodiškai pasitaikiusios aukštos sulfatų ir kalcio koncentracijos rodo, kad Bebrų šaltinį, esant žemam Apaščios lygiui, maitina Įstro-Tatulės vandeningo sluoksnio vanduo. Tai patvirtina ir bendras vandens kietumas, kuris kito nuo 8,23 iki 19,6 mg-ekv/l (33 lent.).

35 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Geografų šaltinio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Max.	Vid.	Min.	Max.	Vid.	
pH	7,71	7,85	7,78	7,72	8,01	7,87	6,5-9,5
El. laid.	594	765	680	794	957	876	2500
O ₂	mg/l	5,76	7,7	6,73		8,46	
	%	65,9	65,9	65,9		-	
BDS ₇	2,56	3,2	2,88	2,65	3,33	2,99	
BO	37,60	37,60	37,60	37,2	44,9	41,1	
PO	13,02	19,62	16,32	15,5	16	15,8	5,0
HCO ₃ ⁻	317,2	341,6	329,4	347,7	366	357	
Cl ⁻	14,20	15,05	14,63	9,37	12,76	11,07	250
SO ₄ ²⁻	48,6	124,0	86,3	118	216	167	250
NO ₂ ⁻	0,03	0,04	0,03	0,039	0,078	0,06	0,5
NO ₃ ⁻	0,26	1,27	0,76	6,9	19,1	13,00	50
NH ₄ ⁺	0,390	0,637	0,514	<0,038	0,569	0,569	
Na ⁺	11	22	17	7	12	9,5	200
K ⁺	1,5	2,4	1,95	1,7	2,0	1,85	
Ca ²⁺	76,9	112,2	94,6	141,4	151,2	14630	
Mg ²⁺	24,2	29,0	26,6	18,9	45,7	32,30	
Karb,	5,2	5,6	5,4	5,7	6,00	5,85	
Nekarb,	0,64	2,40	1,52	2,92	5,32	4,12	
Bendras kiet,	6,62	8,00	7,31	8,62	11,32	9,97	
Jonų suma	494,4	648,7	571,6	664	812	738	
N/NO ₂ ⁻	0,01	0,01	0,01	0,012	0,024	0,018	
N/NO ₃ ⁻	0,058	0,286	0,172	1,55	4,31	2,93	
N/NH ₄ ⁺	0,30	0,50	0,40	<0,030	0,442	0,442	
N _{min} ,	0,37	0,79	0,58	4,77	4,77	4,77	
N _{org} ,	0,96	1,11	1,04	0,536	0,536	0,536	
N _b ,	1,48	1,76	1,62	1,90	5,30	3,60	
PO ₄ ³⁻	0,021	0,118	0,07	<0,015	<0,015	<0,015	
P _{min}	0,008	0,039	0,0235	<0,005	<0,005	<0,005	
P _{org} ,	0,03	0,041	0,036				
P _b ,	0,049	0,069	0,059	<0,005	0,391	0,391	

Nitritų ir nitratų kiekiai šaltinių vandenyje buvo nedideli, tačiau amonio koncentracija siekė 0,766 mg/l. Didžiausios amonio koncentracijos buvo kai šaltinio vanduo maišėsi su į salpa išsiliejusiu upės vandeniu: 2016-07-14 ir 2017-04-27. Bendrojo fosforo koncentracija kito nuo <0,005 iki 0,609 mg/l (33 lent.).

Per 2016-2017 m. laikotarpį geriamojo vandens specifikuotos vertės Bebrų šaltinio vandenyje buvo viršytos pagal permanganatinę oksidaciją ir sulfatų kiekį (34 lent.). Aukštos šių rodiklių vertės yra natūralios – būdingos karstinio regiono vandeniui.

2016-2017 m. Geografų šaltinyje pH kito nuo 7,71 iki 8,01, elektros laidis – nuo 594 iki 957 μS/cm. Deguonies kiekis kito nuo 5,76 iki 8,46 mg/l. BDS₇, – nuo 2,56 iki 3,33 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas buvo nuo 37,2-44,9 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui (5 mgO₂/l) viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas. Jis kito nuo 13,02 iki 19,62 mgO₂/l (35 lent.). HCO₃, kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 317,2 iki 366 mg/l. Chloro kiekis 2016-2017 m. kito – nuo 9,37 iki 15,05 mg/l. Sulfatų kiekis kito nuo 48,6 iki 216 mg/l, toks didelis sulfatų

kiekio skirtumas galėjo būti dėl iš upės patenkančio paviršinio vandens, esant aukštam vandens lygiui Apaščioje. (35 lent.). Natrio kiekis buvo labai panašus kaip ir Bebrų šaltinyje, jis kito nuo 7 iki 17 mg/l. Kalio kiekis šaltinio vandenyje kito nuo 1,5 iki 2,4 mg/l, magnio – nuo 18,9 iki 45,7 mg/l. Kalcio kiekis kito nuo 76,9 iki 151,2 mg/l. Periodiškai pasitaikiusios aukštos sulfatų ir kalcio koncentracijos rodo, kad šaltinį, esant žemam Apaščios lygiui, maitina Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vanduo (35 lent.).

Esant aukštam vandens lygiui Apaščios upėje, nitritų ir nitratų ir amonio kiekis, Geografų šaltinio vandenyje siekė: 0,078 (NO_2), 19,1 (NO_3) ir 0,637 (NH_4) mg/l. Vandens lygiui pažemėjus, azoto junginių koncentracijos buvo daug mažesnės. Bendrojo fosforo koncentracija buvo kiek mažesnė nei Bebrų šaltinyje. Ji kito nuo <0,005 iki 0,391 mg/l (35 lent.).

3.2.2. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus karsto zonos paviršiniame ir gruntiniame vandenyje

Gruntinis vanduo yra dabartinėse pelkių, aliuvinėse, fluvio-glacialinėse, limnoglacialinėse durpėse, smėlyje (kartais molingame), žvirgždo ir gargždo dariniuose. Karstiniame regione jų storis kinta nuo 5 iki 10 m. Vandens lygis – iki 5 m gylio. Vanduo gėlas, kalcio arba kalcio magnio hidrokarbonatingas. Gruntinis vanduo paplitęs neištisai⁴. Šis vanduo susikaupia ežeruose arba nuteka upeliais ir upėmis.

Vertinant ekstensyvios ūkinės veiklos įtaką intensyvaus karsto zonos paviršiniam ir gruntiniam vandeniui, buvo vykdomas Kirkilų ežero, Šilinės upelio (iki Kirkilų ežero), Požemio ir Ūgės upelių monitoringas. Pagrindinis paviršinio ir požeminio vandens kokybės tyrimų objektas Kirkilų kaime buvo Šilinės upelis, nesant nuotėkio Šilinės upeliu, tyrimai buvo vykdomi Kirkilų ežere.

3.2.2.1 Kirkilų ežeras

Kirkilų (Ilgasis) ežeras – didžiausias Lietuvos karstinis ežeras (23 pav.). Jį sudaro tarpusavyje susijungusios 25 smegduobės. Kranto linija labai vingiuota, ežere yra dvi salos, jo plotas 3,9 ha, didžiausia gelmė – 6,3 m. Ežerą maitina 16,2 km² baseinas, kuriame 59 % užima žemės ūkio naudmenos – ariama



23 pav. Kirkilų ežeras

žemė, ganyklos, pievos ir sodai. Į ežerą įteka vienas intakas (Šilinė) – tai XX a. trečiame dešimtmetyje per smegduobes ir užpelkėjusias lomas iškastas griovys. Kirkilų ežeras unikalus ir tuo, kad jo

⁴ Bucevičiūtė S., Dobkevičius M., Marcinkevičius V. (1992). Rajono geologinės ir hidrogeologinės sąlygos. Geologija 13, 30-48.

vienintelis ištakas (Šilinė) kartais tampa intaku – vanduo periodiškai, per Šilinio ežerėlį, teka iš ežero į Apaščios upę arba, prie tam tikrų hidrologinių sąlygų, iš Apaščios į ežerą. Kirkilų ežero priedugninė vandens temperatūra per

metus mažai kinta – nuo 6 iki 8 °C. Paviršinio vandens sluoksnio temperatūra gali viršyti ir 27,2 °C (36 lent.). Dėl gipso tirpinimo ežere periodiškai stebima anomaliai didelės sulfatų koncentracijos (iki 1000 mg/l). Taip pat gali būti labai didelės hidrokarbonatų ir kalcio koncentracijos. Ežero vandens mineralizacija kinta nuo 440 mg/l iki 2140 mg/l vandens.

36 lentelė. Kirkilų ežero vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Kirkilų km.
Koordinatės	Y=542759, X=6234937
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	16,2
Vandens temperatūra, °C	0-27,2
Vandens lygio amplitudė, m	-

37 lentelė. 2016-2017 m. Kirkilų ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	27,2	-	22,1	7,1		8,1		20,2	20,1
2.	t _{oro}		-	20,6	6,5		9,5	22,2	25	18,5
3.	H*	27,2	0,35	-0,23	-0,25					0,2
4.	pH	7,80	n	8,14	7,63	7,80	7,63	7,89	7,95	7,87
5.	El. laid.	501	n	506	578	501	605	878	1124	1135
6.	O ₂	mg/l	7,76	n	6,75	-	6,93	5,62	4,98	6,68
7.		%	-	n	79,0	-	60,3	66,6	58,2	72,2
8.	BDS ₇	-	n	2,88	2,56	-	3,24	3,78	2,40	2,12
9.	BO		n	67,2	<30	-	59,2	78,0	59,1	43,6
10.	PO	29,49	n	27,96	19,54	29,49	22,5	24,6	21,3	15,7
11.	HCO ₃ ⁻	231,8	n	280,6	305,0	231,8	213,5	244,0	274,5	268,4
12.	Cl ⁻	14,2	n	11,36	9,37	14,2	9,37	8,23	12,05	7,00
13.	SO ₄ ²⁻	41,5	n	60,0	84,4	41,5	142	447	421	368
14.	NO ₂ ⁻	0,026	n	<0,005	0,032	0,026	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
15.	NO ₃ ⁻	1,71	n	0,103	0,161	1,71	0,570	<0,060	<0,060	<0,060
16.	NH ₄ ⁺	0,118	n	0,729	0,513	0,118	<0,038	0,544	0,550	0,328
17.	Na ⁺	7,0	n	5,0	10,0	7,0	4,0	4,0	6,0	6,6
18.	K ⁺	2,1	n	2,0	2,4	2,1	1,7	1,5	1,6	0,7
19.	Ca ²⁺	70,0	n	84,1	93,0	70,0	110,0	211,7	211,7	222,6
20.	Mg ²⁺	28,3	n	15,6	18,3	28,3	16,5	22,7	36,4	17,6
21.	Karb.	3,8	n	4,6	5,0	3,8	3,5	4,0	4,5	4,4
22.	Nekarb.	2,03	n	0,89	1,16	2,03	3,36	8,45	9,08	8,18
23.	Bendras kiet.	5,83	n	5,49	6,16	5,83	6,86	12,45	13,58	12,58
24.	Jonų suma	396,7	n	459,4	523,2	396,7	638	940	964	892
25.	N/NO ₂ ⁻	0,008	n	<0,0015	0,010	0,008	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015
26.	N/NO ₃ ⁻	0,386	n	0,023	0,036	0,386	0,128	<0,013	<0,013	<0,013
27.	N/NH ₄ ⁺	0,092	n	0,567	0,399	0,092	<0,030	0,423	0,428	0,255
28.	N _{min.}	0,486	n	-	0,445	0,486	-	-	-	-
29.	N _{org.}	1,89	n	-	1,19	1,89	-	-	-	-
30.	N _{b.}	2,38	n	1,43	1,64	2,38	1,14	1,17	1,15	1,35
31.	PO ₄ ³⁻	<0,015	n	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
32.	P _{min}	<0,005	n	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
33.	P _{org.}	-	n	-	-	-	-	-	-	-
34.	P _{b.}	0,116	n	0,049	0,029	0,116	<0,005	0,049	0,028	1,28

*vandens lygis nuo pirmojo Rp

38 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Kirkilų ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	7,63	8,14	7,84	7,63	7,95	7,84	6,5-9,5
El. laid.	501	578	521,5	605	1135	936	2500
O ₂	mg/l	6,75	7,76	7,15	4,98	6,93	6,05
	%	60,3	79	69,65	58,2	72,2	64,3
BDS ₇	2,56	2,88	2,72	2,12	3,78	2,89	
BO	67,2	67,2	67,2	43,6	78	60	
PO	19,54	29,49	25,66	15,7	24,6	21,0	5,0
HCO ₃ ⁻	231,8	305	262,3	213,5	274,5	250,1	
Cl ⁻	9,37	14,20	12,28	7	12,05	9,16	250
SO ₄ ²⁻	41,5	84,4	56,85	142	447	344,5	250
NO ₂ ⁻	0,026	0,032	0,028	<0,005	<0,005	<0,005	0,5
NO ₃ ⁻	0,103	1,71	0,921	<0,06	0,57		50
NH ₄ ⁺	0,118	0,729	0,370	0,328	0,55	0,474	
Na ⁺	5	10	7,25	4	6,6	5,15	200
K ⁺	2	2,4	2,15	0,7	1,7	1,38	
Ca ²⁺	70,0	93,0	79,3	110	222,6	189	
Mg ²⁺	15,6	28,3	22,6	16,5	36,5	23,3	
Karb.	3,8	5	4,3	3,5	4,5	4,10	
Nekarb.	0,89	2,03	1,53	3,36	9,08	7,27	
Bendras kiet.	5,49	6,16	5,83	6,86	13,58	11,37	
Jonų suma	396,7	523,2	444	638	964	858,5	
N/NO ₂ ⁻	0,01	0,01	0,01	<0,0015	<0,0015	<0,0015	
N/NO ₃ ⁻	0,023	0,386	0,208	<0,013	0,128	-	
N/NH ₄ ⁺	0,092	0,567	0,288	0,255	0,428	0,37	
N _{min.}	0,445	0,486	0,472	-	-	-	
N _{org.}	1,19	1,89	1,66	-	-	-	
N _{b.}	1,43	2,38	1,96	1,14	1,35	1,2	
PO ₄ ³⁻	-	-	-	<0,015	<0,015	<0,015	
P _{min}	-	-	-	<0,005	<0,005	<0,005	
P _{org.}	-	-	-	-	-	-	
P _{b.}	0,029	0,116	0,078	0,028	0,0495	0,04	

Nuo 1994 m. iki 2000 m. Kirkilų ežere veikė vandens matavimo stotis, kurioje buvo matuojamas kritulių kiekis, ežero vandens lygis ir paviršinio vandens temperatūra. Per šį laikotarpį išmatuotas vidutinis metinis kritulių kiekis buvo 605 mm, vandens lygio svyravimų amplitudė – 2,5 m.

2016-2017 m. paviršiniame Kirkilų ežero vandens sluoksnyje pH kito nuo 7,63 iki 8,14, elektros laidis – nuo 501 iki 1135 μ S/cm. Deguonies kiekis kito nuo 4,98 iki 7,76 mg/l, prisotinimas deguonimi – nuo 58,2 iki 79%. BDS₇, buvo mažas ir kito nuo 2,12 iki 3,78 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas kito nuo 43,6 iki 78 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui kelis kartus viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 15,7 iki 29,49 mgO₂/l (37 lent.). HCO₃, kiekis Kirkilų ežere tiek 2016 m., tiek 2017 m. buvo panašus. 2016 m jis buvo nuo 231,8 iki 305,0, o 2017 m. – nuo 213,5 iki 274,5 mg/l. Chloro kiekis 2016-2017 m. kito nuo 7 iki 14,2 mg/l. Sulfatų kiekis 2017 m. tris kartus viršijo 250 mg/l koncentraciją. Jis kito nuo 60 iki 447 mg/l. Pažymėtina, kad 2016 m. sulfatų kiekis Kirkilų ežere buvo daug mažesnis nei 2017 m. (37 lent.).

Natrio kiekis Kirkilų ežero paviršiniame sluoksnyje buvo panašus kaip ir Pelanio ežere, jis kito nuo 4 iki 10 mg/l. Magnio kiekis – nuo 15,6 iki 36,5 mg/l. Kalcio, kaip ir sulfatų, kiekis Kirkilų ežero vandenyje buvo gana skirtingas 2016 ir 2017 m. 2016-2017 m. kalcio kiekis vandenyje kito nuo 70 iki 222,6 mg/l. Bendras vandens kietumas, ir kito nuo 5,49 iki 13,58 mg-ekv/l. Jonų suma Kirkilų vandenyje 2016 ir 2017 m. buvo gana skirtinga – 2017 m ji buvo beveik du kartus didesnė (37 lent.). Sulfatų, kalcio, bendrojo kietumo ir jonų sumos skirtumai 2016 ir 2017 m. parodo skirtinga mitybos tipą. 2016 m. vyravo paviršinis ir gruntinis nuotėkis, o 2017 m – nuotėkis iš Įstro-Tatulės vandeningo sluoksnio.

Nitritų ir nitratų kiekiai ežere buvo nedideli, tik amonio koncentracija siekė net 0,729 mg/l. Nedidelė buvo ir bendrojo fosforo koncentracija. Ji kito nuo 0,028 iki 0,04 mg/l (38 lent.).

3.2.2.2 Šilinės upelis

Šilinės upelio ilgis 7,6 km, visa vaga reguliuota. Jo versmės Užubalių durpyne, žiotys Apaščios upėje. Šilinės ilgis iki Kirkilų ežero 3,9 km. Šilinės baseino plotas iki Kirkilų ežero siekia 15 km², o ties žiotimis – 28 km². Šilinė buvo tirta du kartus. 2016 m. rugpjūčio 18 d. vanduo tekėjo iš Kirkilų ežero link Užubalių, išmatuotas debitas buvo 0,014 m³/s, srovės greitis – 0,587 m/s, skerspjuvio plotas 0,024 m². Šiline vanduo teka tik esant aukštam ežero vandens lygiui (24 pav.). Jeigu tuo metu aukštas ir Apaščios vandens lygis, į kurią įteka Šilinė, vanduo gali tekėti iš Apaščios į Kirkilų ežerą, o iš jo, priklausomai nuo hidrologinių sąlygų, vanduo gali tekėti ir lik Užubalių durpyno.

2016 m. Šilinėje pH kito nuo 6,92 iki 7,32, elektros laidis – nuo 338 iki 384 μS/cm. BDS₇, buvo mažas ir kito nuo 3,20 iki 3,84 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas kito nuo <30 iki 48,6 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui kelis kartus viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 25,96 iki 42,57 mgO₂/l (39 lent.). HCO₃, kiekis buvo nuo 195,2 iki 219,6 mg/l. Chloro kiekis. kito nuo 8,52 iki 12,78 mg/l. Sulfatų kiekis buvo mažas, jis kito nuo 24 iki 59,5 mg/l (39 lent.). Natrio kiekis Šilinės vandenyje buvo panašus kaip ir Pelanio, Žaliajame ar Kirkilų ežeruose, jis kito nuo 3 iki 8 mg/l. Magnio kiekis kito nuo 17,11 iki 18,2 mg/l. Kalcio buvo nuo 43,99 iki 57,7 mg/l. Bendras vandens kietumas – nuo 3,61 iki 4,4 mg-ekv/l, jonų suma – nuo 30,5 iki 368 mg/l (39 lent.). Nitritų ir nitratų kiekiai ežero vandenyje buvo nedideli, tik amonio koncentracija siekė 1,802 mg/l. Šilinėje buvo nustatyta gana didelė fosfatų ir bendrojo fosforo koncentracija (39 lent.).



24 pav. Šilinė kertanti Kirkilų ežerą

39 lentelė. 2016-2017 m. Šilinės upelio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis		2016 m.				
			06-02	06-16	07-14	08-18	10-13
1.	t _{vand.}		Sausa vaga	15,1	Sausa vaga	17,5	Sausa vaga
2.	t _{oro}			25,0		14,7	
3.	Q			neteka		0,014	
4.	H			-		-	
5.	pH			7,32		6,92	
6.	El. laid.			338		384	
7.	O ₂	mg/l					
8.		%					
9.	BDS ₇			3,84		3,20	
10.	BO			<30		48,60	
11.	PO			42,57		25,96	
12.	HCO ₃ ⁻			195,2		219,6	
13.	Cl ⁻			12,78		8,52	
14.	SO ₄ ²⁻			24		59,5	
15.	NO ₂ ⁻			0,017		0,017	
16.	NO ₃ ⁻			0,278		<0,058	
17.	NH ₄ ⁺			2,32		0,686	
18.	Na ⁺			8,0		3,0	
19.	K ⁺			1,4		1,0	
20.	Ca ²⁺			43,99		57,7	
21.	Mg ²⁺			17,11		18,4	
22.	Karb.			3,2		3,6	
23.	Nekarb.			0,41		0,80	
24.	Bendras kiet.			3,61		4,40	
25.	Jonų suma			305,09		368,4	
26.	N/NO ₂ ⁻			>0,005		>0,005	
27.	N/NO ₃ ⁻			0,063		<0,013	
28.	N/NH ₄ ⁺			1,802		0,534	
29.	N _{min.}			1,87		-	
30.	N _{org.}			0,725		-	
31.	N _{b.}			2,595		1,72	
32.	PO ₄ ³⁻			0,806		0,079	
33.	P _{min}			0,266		0,026	
34.	P _{org.}			0,026		0,085	
35.	P _b			0,292		0,111	

3.2.2.3 Požemio upelis

Požemio upelis 7,2 km ilgio, visa vaga sureguliuota. Upelio ištakos Jakūbiškių kaimo (Biržų raj.) laukuose. Požemis turi 11 km² baseiną (40 lent.) – tai vienintelis Lietuvos upelis neįtekantis į jokią kitą upę. Juo vanduo srūva į smegduobes šalia buvusios

Šventusios Olos, iš kur vanduo patenka į karstėjančių uolienų sluoksnius (25 pav.). Manoma, kad

40 lentelė. Požemio upelio matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Smaltiškių km.
Koordinatės	Y=544541, X=6229722
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	11,0
Debitas, m ³ /s	0-0,199
Vandens temperatūra, °C	0-21,2
Ilgis, km	7,2

Požemio vanduo maitina Likėnų verdenes, kurios duoda pradžią Smardonei – dešiniajam Tatulos intakui. 2016-2017 m. Požemio debitas kito nuo 0 iki 0,199 m³/s, vandens temperatūra nuo 0,1 iki 21,2 °C (40 lent.).

41 lentelė. 2016-2017 m. Požemio upelio hidrofiziniai rodikliai

Data	t _{vand.}	t _{oro.}	l, m	h _{max.}	v _{vid.} , m/s	S, m ² /s	Q, m ³ /s
2016-06-16	22	25	0,3	0,05	0,308	0,01	0,003
2016-08-18	16	18,8	0,85	0,16	0,587	0,091	0,053
2016-03-22	5,1		1,1	0,27	0,756	0,264	0,199
2017-04-26	8	8,4	0,75	0,11	0,53	0,055	0,029
2017-06-15	21,2	22,4	0,5	0,06	0,285	0,015	0,004
2017-07-27		24,5		0,08	0,07	0,011	0,001
2017-08-24	15,8	18,5	0.4	0.1	0.154	0.026	0.004

42 lentelė. 2016-2017 m. Požemio upelio hidrocheminių tyrimų rezultatai.

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.				
		06-02	06-16	07-14	08-18	10-13	03-22	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}		22,0		16,0		5,1	8,0	21,2	-	
2.	t _{oro}		25,0		18,8		-	8,4	22,4	24,5	
3.	Q		0,003		0,053		0,199	0,29	0,004	0,001	
4.	H		n		n						
5.	pH		7,4		7,41		8,04	7,58	7,85	7,29	7,25
6.	El. laid.		683		701		729	750	700	722	669
7.	O ₂		4,15		-		12,44	7,39	9,25	6,41	4,98
8.			52,8		-		-	64,8	100,8	72,2	50,6
9.	BDS ₇		4,48		3,20		2,36	3,24	>6	2,70	2,42
10.	BO		38,40		33,65		33,5	52,1	59,3	71,6	22,08
11.	PO		24,55		15,40		12,3	16,1	20,80	25,6	62,25
12.	HCO ₃ ⁻		396,5		414,8		341,6	378,2	402,6	372,1	439,2
13.	Cl ⁻		15,62		18,46		18,46	16,19	21,27	19,14	16,80
14.	SO ₄ ²⁻		224		40,0		133	47,4	44,7	47,4	26,3
15.	NO ₂ ⁻		0,361		0,161		0,053	0,020	0,129	<0,005	0,009
16.	NO ₃ ⁻		9,563		6,23		68,9	31,4	9,2	1,0	0,65
17.	NH ₄ ⁺		1,12		0,32		0,266	0,069	0,643	0,581	0,476
18.	Na ⁺	neteka	13,0	neteka	11,0	neteka	7,0	9,0	12,0	12,5	15,0
19.	K ⁺		2,0		2,0		3,4	0,8	1,5	0,8	1,4
20.	Ca ²⁺		102,12		101,0		125,7	110,0	98,3	105,8	107,6
21.	Mg ²⁺		66,62		21,7		42,7	33,2	32,0	22,8	22,3
22.	Karb.		6,5		6,8		5,6	6,2	6,6	6,1	7,2
23.	Nekarb.		4,08		0,04		4,20	2,03	0,95	1,07	0,01
24.	Bendras kiet.		10,58		6,84		9,80	8,23	7,55	7,17	7,22
25.	Jonų suma		830,89		615,7		640	626	622	582	629,7
26.	N/NO ₂ ⁻		0,11		0,049		0,016	0,006	0,039	<0,0015	0,003
27.	N/NO ₃ ⁻		2,159		1,41		15,57	7,09	2,09	0,228	0,148
28.	N/NH ₄ ⁺		0,870		0,250		0,207	0,053	0,500	0,452	0,370
29.	N _{min.}		3,139		1,71		15,97	7,15	2,63	-	0,52
30.	N _{org.}		0,801		1,48		0,027	1,55	0,67	-	0,67
31.	N _{b.}		3,940		3,19		15,82	8,70	3,30	1,64	1,19
32.	PO ₄ ³⁻		0,148		0,042		<0,015	<0,015	<0,015	0,087	0,087
33.	P _{min}		0,049		0,014		<0,005	<0,005	<0,005	0,029	0,029
34.	P _{org.}		0,067		0,014		-	-	-	0,040	0,025
35.	P _{b.}		0,116		0,028		0,028	0,355	0,126	0,069	0,064

43 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Požemio upelio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	7,4	7,41	7,41	7,25	8,04	7,60	6,5-9,5
El. laid.	683	701	692	669	750	714	2500
O ₂	mg/l	4,15	4,15	4,15	4,98	12,44	8,09
	%	52,8	52,8	52,8	50,6	100,8	72,10
BDS ₇	3,2	4,48	3,84	2,36	3,24	2,68	
BO	33,65	38,40	36,03	22,08	71,6	47,72	
PO	15,40	15,40	15,40	12,3	62,25	27,41	5,0
HCO ₃ ⁻	396,5	414,8	405,7	341,6	439,2	386,7	
Cl ⁻	15,62	18,46	17,04	16,19	21,27	18,37	250
SO ₄ ²⁻	40	224	132	26,3	133	59,76	250
NO ₂ ⁻	0,161	0,361	0,261	0,009	0,129	0,05	0,5
NO ₃ ⁻	6,23	9,56	7,90	0,65	68,9	22,23	50
NH ₄ ⁺	0,320	1,120	0,720	0,069	0,643	0,41	
Na ⁺	11	13	12	7	15	11,1	200
K ⁺	2	2	2	0,8	3,4	1,58	
Ca ²⁺	101,0	102,1	101,6	98,3	125,7	109,5	
Mg ²⁺	21,7	66,6	44,2	22,3	42,7	30,6	
Karb.	6,5	6,8	6,65	5,6	7,2	6,3	
Nekarb.	0,04	4,08	2,06	0,01	4,2	1,65	
Bendras kiet.	6,84	10,58	8,71	7,17	9,8	7,99	
Jonų suma	615,7	830,9	723	582	640	620	
N/NO ₂ ⁻	0,05	0,11	0,08	0,003	0,039	0,02	
N/NO ₃ ⁻	1,410	2,159	1,785	0,148	15,57	5,03	
N/NH ₄ ⁺	0,25	0,87	0,56	0,053	0,5	0,32	
N _{min.}	1,710	3,139	2,425	0,52	15,97	6,57	
N _{org.}	0,80	1,48	1,14	0,027	1,55	0,73	
N _{b.}	3,19	3,94	3,57	1,19	15,82	6,13	
PO ₄ ³⁻	0,042	0,148	0,095	0,087	0,087	0,09	
P _{min.}	0,014	0,049	0,032	0,029	0,029	0,03	
P _{org.}	0,014	0,067	0,041	0,025	0,04	0,03	
P _{b.}	0,028	0,116	0,072	0,028	0,355	0,13	

2016 -2017 m. Požemyje pH kito nuo 7,4 iki 8,04, elektros laidis – nuo 669 iki 750 μ S/cm. BDS₇, buvo mažas ir kito nuo 3,2 iki >6 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas kito nuo 22,8 iki 71,6 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 12,3 iki 62,25 mgO₂/l (42 lent.). HCO₃, kiekis Požemio vandenyje buvo palyginti didelis, nuo 372,1 iki 439,2 mg/l. Santykinai didelis buvo ir chloro kiekis, kurio koncentracija kito nuo 15,62 iki 21,27 mg/l. Sulfatų kiekis kito nuo 26,3 iki 224 mg/l. Natrio kiekis Požemio vandenyje taip pat buvo santykinai didelis,



25 pav. Pavasarį Požemio upelio žiotys panašios į delta

kito nuo 7 iki 15 mg/l. Magnio kiekis kito nuo 21,7 iki 66,6 mg/l. Kalcio buvo nuo 98,3 iki 125,7 mg/l. Bendras vandens kietumas taip pat buvo santykinai didelis, nuo 6,84 iki 10,58 mg-ekv/l, jonų suma taip pat gana didelė – nuo 582 iki 831 mg/l. Nitritų ir nitratų ir amonio kiekis Požemio vandenyje buvo gana didelis. Nitritų iki 0,161 mg/l, nitratų iki 68,9 mg/l, o amonio iki 1,12 mg/l (42 lent.). Požemyje buvo nustatyta gana didelė bendro azoto (nuo 3,19 iki 15,82 mg/l) ir bendrojo fosforo (nuo 0,028 iki 0,355 mg/l) koncentracija (43 lent.).

Santykinai dideli permanganatinės ir bichromatinės oksidacijos indeksai rodo, kad Požemis plukdo didelį kiekį organinių medžiagų. Dideli azoto ir fosforo junginių kiekiai rodo užterštumą biogenais. Tai gali būti tarša iš agrarinių ir urbanizuotų baseino plotų. Santykinai didelės natrio ir chloro koncentracijos gali būti nulemtos nuotėkio iš urbanizuotų teritorijų.

3.2.2.4 Ūgės upelis

Ūgė – kairysis Tatulos intakas, įtekantis į Tatulą tik 180 m nuo jos žiočių. Upelio ilgis – 13,6 km, baseino plotas – 34 km². Beveik visa jo vaga sureguliuota, tik prie jo žiočių yra 1,7 km

nereguliuotos vagos atkarpa. 2016-2017 m. upelio debitas kito nuo 0,003 iki 0,803 m³/s (44, 45 lent.). Didžiausia Ūgės baseino dalis priklauso Krinčino seniūnijai, mažesnės baseino dalys tenka Pabiržės ir Saločių seniūnijoms. Didelė baseino dalis tenka žemės ūkio naudmenoms, miškų ir kitų žemės ūkyje nenaudojamų teritorijų plotas mažas. Į Ūgę gali patekti Kraštų bei dalies Pajiešmenų ir Raubonių gyvenviečių buitinės ir lietaus kanalizacijos nuotekos.

44 lentelė. Ūgės upelio matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

<i>Vieta</i>	Raubonių km.
<i>Koordinatės</i>	Y=528872, X=6219456
<i>Tiriamąjo monitoringo laikas</i>	2016-2017 m.
<i>Baseino plotas, km²</i>	34,0
<i>Debitas, m³/s</i>	0,003-0,803
<i>Vandens temperatūra, °C</i>	0-17,8
<i>Vandens lygio amplitudė, m</i>	-

45 lentelė. 2016-2017 m. Ūgės upelio hidrofiziniai rodikliai

Data	t _{vand.}	t _{oro.}	l, m	h _{max.}	v _{vid.} , m/s	S, m ² /s	Q, m ³ /s
2016-07-14	16	16,8	0,7	0,19	0,122	0,098	0,012
2016-08-18	15,1	17,4	2	0,87	0,865	0,928	0,803
2016-10-13			1	0,242		0,407	0,098
2017-04-26	5,4	6,7	1	0,25	0,591	0,19	0,112
2017-06-15	14,1	22,3	0,8	0,28	0,158	0,188	0,03
2017-07-27	17,8	23	0,5	0,2	0,1	0,09	0,009
2017-08-24	14,1	15,3	0,4	0,19	0,517	0,073	0,038

2016 -2017 m. Ūgėje pH kito nuo 7,37 iki 8,09, elektros laidis kito nuo 676 iki 1006 μS/cm. BDS₇, buvo mažas ir kito nuo 1,92 iki 5,76 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas kito nuo 43,6 iki 58,8 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 11,25 iki 22,99 mgO₂/l (46 lent.). HCO₃, kiekis Ūgės vandenyje buvo paliginti didelis, nuo 305 iki 536,8 mg/l. Santykinai didelis buvo ir chloro kiekis, kurio koncentracija kito nuo 15,62 net iki 51,76 mg/l. Sulfatų kiekis kito nuo 39,5 iki 108 mg/l. Natrio kiekis taip pat buvo santykinai didelis, kito nuo 7 iki 31 mg/l. Magnio kiekis kito nuo 26,1 iki 52,2 mg/l.

Kalcio buvo nuo 83,3 iki 128,5 mg/l. Bendras vandens kietumas buvo nuo 6,32 iki 10,8 mg-ekv/l, jonų suma paviršiniam vandeniui gana didelė – nuo 527,6 iki 843,9 mg/l (46 lent.).

Nitritų ir nitratų ir amonio kiekis Ūgės upelyje buvo gana didelis ir panašus kaip ir Požemyje. Nitritų nuo 0,179 iki 1,153 mg/l, nitratų nuo 11,4 iki 30,9 mg/l, o amonio net iki 4,72 mg/l. Ypač didelis nitritų ir amonio kiekis gali būti tiek dėl žemės ūkio taršos, tiek ir dėl buitinių nuotekų patenkančių į Ūgę. Ūgėje buvo nustatyta gana didelis bendro azoto (nuo 4,28 iki 8,9 mg/l) ir bendrojo fosforo (nuo 0,152 iki 4,55 mg/l) kiekis (47 lent.).

Dideli permanganatinės ir bichromatinės oksidacijos indeksai, dideli azoto ir fosforo junginių kiekiai rodo užterštumą Ūgės užterštumą biogenais ir organinėmis medžiagomis. Tai gali būti tarša iš agrarinių ir urbanizuotų baseino plotų.

46 lentelė. 2016-2017 m. Ūgės upelio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis		2016 m.			2017 m.			
			07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}		16,0	15,1	5,0	5,4	14,1	17,8	14,1
2.	t _{oro}		19,0	17,4	4,0	6,7	22,3	23	15,3
3.	Q		0,012	0,803	0,234	0,112	0,03	0,009	0,038
4.	H		-	-	-	-		-	-
5.	pH		7,63	7,37	7,85	8,09	7,77	7,72	7,51
6.	El. laid.		873	676	970	945	921	1006	732
7.	O ₂	mg/l	2,89	-	7,71	7,71	4,44	1,55	2,85
8.		%	29,5	-	63,1	63,1	43,3	13,0	26,9
9.	BDS ₇		5,76	5,76	1,92	2,36	>6	3,75	4,55
10.	BO		58,8	45,0	48,36	48,4	49,9	43,6	56,0
11.	PO		22,99	20,83	11,25	15,5	16,6	15,5	18,6
12.	HCO ₃ ⁻		451,4	305,0	506,3	439,2	475,8	536,8	359,9
13.	Cl ⁻		41,18	15,62	34,08	22,15	26,94	51,76	39,20
14.	SO ₄ ²⁻		50,0	70,3	68,9	108	65,8	57,9	39,5
15.	NO ₂ ⁻		0,496	0,197	0,190	0,179	0,775	1,053	0,462
16.	NO ₃ ⁻		11,73	15,19	14,17	30,9	11,8	16,7	11,4
17.	NH ₄ ⁺		2,27	1,30	0,859	0,359	1,223	4,168	<0,038
18.	Na ⁺		29,0	7,0	28,0	16,0	18,0	31,0	24,0
19.	K ⁺		7,0	3,5	3,6	1,7	2,0	6,4	7,1
20.	Ca ²⁺		95,8	83,3	144,3	117,8	109,6	128,5	89,0
21.	Mg ²⁺		37,0	26,1	43,5	52,2	43,4	36,5	26,8
22.	Karb.		7,4	5,0	8,3	7,2	7,8	8,8	5,9
23.	Nekarb.		0,44	1,32	2,50	2,99	1,26	0,63	0,76
24.	Bendras kiet.		7,84	6,32	10,80	10,19	9,06	9,43	6,66
25.	Jonų suma		725,9	527,6	843,9	788	755	870,9	597
26.	N/NO ₂ ⁻		0,151	0,060	0,058	0,054	0,236	0,320	0,141
27.	N/NO ₃ ⁻		2,65	3,43	3,20	6,98	2,66	3,78	2,58
28.	N/NH ₄ ⁺		1,77	1,01	0,668	0,279	0,952	3,24	<0,030
29.	N _{min.}		4,57	4,50	3,93	7,31	3,85	7,34	-
30.	N _{org.}		1,10	4,40	0,97	0,00	0,428	1,46	-
31.	N _{b.}		5,67	8,90	4,90	7,31	4,28	8,80	5,90
32.	PO ₄ ³⁻		3,10	0,139	0,424	0,212	1,22	3,73	2,87
33.	P _{min}		1,02	0,046	0,140	0,070	0,403	1,231	0,947
34.	P _{org.}		0,00	0,148	0,012	0,015	0,045	0,810	0,066
35.	P _{b.}		1,02	0,194	0,152	0,085	0,448	2,04	1,01

47 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Ūgės upelio hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Max.	Vid.	Min.	Max.	Vid.	
pH	7,37	7,85	7,62	7,51	8,09	7,8	6,5-9,5
El. laid.	676	970	840	732	1006	901	2500
O ₂	mg/l	7,71	7,71	7,71	1,55	7,71	4,1
	%	29,5	63,1	46,3	13	63,1	36,6
BDS ₇	1,92	5,76	4,48	2,36	4,55	3,6	
BO	45,00	58,80	50,72	43,6	56	49,5	
PO	11,25	22,99	18,36	15,5	18,6	16,6	5,0
HCO ₃ ⁻	305,0	506,3	420,9	359,9	536,8	452,9	
Cl ⁻	15,62	41,18	30,29	22,15	51,76	35,0	250
SO ₄ ²⁻	50,00	70,30	63,07	39,5	108	67,8	250
NO ₂ ⁻	0,19	0,50	0,29	0,179	1,053	263,6	0,5
NO ₃ ⁻	11,73	15,19	13,70	11,4	30,9	17,7	50
NH ₄ ⁺	0,859	2,270	1,476	0,36	4,17	1,9	
Na ⁺	7	29	21	16	31	22,3	200
K ⁺	3,5	7	4,7	1,7	7,1	4,3	
Ca ²⁺	83,3	144,3	107,8	89	128,5	111,2	
Mg ²⁺	26,1	43,5	35,5	26,8	52,2	39,7	
Karb.	5	8,3	6,9	5,9	8,8	7,4	
Nekarb.	0,44	2,50	1,42	0,63	2,99	1,4	
Bendras kiet.	6,32	10,80	8,32	6,66	10,19	8,8	
Jonų suma	527,6	843,9	699,1	597	871	753	
N/NO ₂ ⁻	0,06	0,15	0,09	0,054	0,32	0,2	
N/NO ₃ ⁻	2,650	3,430	3,093	2,58	6,98	4,0	
N/NH ₄ ⁺	0,67	1,77	1,15	0,279	3,24	1,5	
N _{min.}	3,93	4,57	4,33	3,85	7,34	6,2	
N _{org.}	0,97	4,40	2,16	0	1,46	0,6	
N _{b.}	4,90	8,90	6,49	4,28	8,8	6,6	
PO ₄ ³⁻	0,139	3,1	1,221	0,212	3,73	2,0	
P _{min}	0,046	1,02	0,402	0,07	1,231	0,7	
P _{org.}	0,0	0,148	0,053	0,015	0,81	0,2	
P _{b.}	0,152	1,02	0,455	2,36	4,55	3,6	

3.2.3. Ekstensyvios ūkinės veiklos indikatoriai intensyvaus karsto zonos paviršinio vandens telkiniuose

Vertinant ekstensyvios ūkinės veiklos poveikį intensyvaus karsto zonos paviršiniam vandeniui, buvo vykdomas Širvėnos ežero, Įstro aukštupio (Stanioniai) ir Įstro žemupio (Talačkoniai) monitoringas.

3.2.3.1 Širvėnos ežeras

Širvėna – seniausias Lietuvoje tvenkinys, nors gyventojų nuo seno vadinamas ežeru. Jis buvo įrengtas pelkėtoje, smegduobėmis nusėtoje pievoje. Ežero

48 lentelė. Širvėnos ežero matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Biržai
Koordinatės	Y=547138, 6232283
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	388
Vandens temperatūra, °C	0,1- 24
Vandens lygio amplitudė, m	1,44

plotas, priklausomai nuo vandens lygio ir svyruoja nuo 320 iki 350 ha, valstybinės reikšmės ežerų sąraše nurodomas 325,4 ha plotas.

49 lentelė. 2016-2017 m. Širvėnos ežero hidrofiziniai rodikliai

Data	t _{oro.}	t _{vand.}
2016-07-14		
2016-08-18	17,5	15,2
2016-10-13		
2017-04-26	8,9	7,7
2017-06-15	22,3	17,8
2017-07-27	25	18
2017-08-24	18,5	18,2



26 pav. Širvėnos ežeras iš šiaurinės pusės

50 lentelė. 2016-2017 m. Širvėnos ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai.

Eil. Nr.	Rodiklis		2016 m.			2017 m.			
			07-14	08-18	10-13	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}		-	15,2	-	7,7	17,8	18	18,2
2.	t _{oro}		-	17,5	-	8,9	22,3	25	18,5
3.	H		-	-	-			-	-
4.	pH		8,10	8,26	8,09	8,20	8,23	8,06	8,21
5.	El. laid.		545	530	575	676	611	553	545
6.	O ₂	mg/l	7,19	6,40	7,99	7,99	6,90	5,80	8,66
7.		%	81,7	-	65,3	65,3	69,8	58,6	92,9
8.	BDS ₇		4,22	3,20	3,20	2,55	5,44	3,90	4,24
9.	BO		<30	33,65	30,00	37,2	53,0	59,1	56,0
10.	PO		15,85	18,42	16,28	15,5	21,8	20,9	21,4
11.	HCO ₃ ⁻		317,2	305,0	329,4	335,5	341,6	353,8	341,6
12.	Cl ⁻		8,52	12,78	12,21	7,10	7,94	10,64	8,40
13.	SO ₄ ²⁻		45,0	43,2	62,2	63,2	57,9	84,2	22,4
14.	NO ₂ ⁻		0,021	0,014	0,013	0,045	0,052	<0,005	0,006
15.	NO ₃ ⁻		0,370	0,618	0,728	20,9	6,3	0,100	<0,060
16.	NH ₄ ⁺		0,958	0,174	0,643	0,345	<0,038	0,495	0,242
17.	Na ⁺		6,0	7,0	15,0	7,0	6,0	7,5	7,5
18.	K ⁺		1,0	1,5	1,2	1,7	1,5	0,8	1,4
19.	Ca ²⁺		86,4	67,3	76,9	125,7	90,7	68,0	81,6
20.	Mg ²⁺		18,0	25,2	27,1	14,1	40,0	50,3	20,1
21.	Karb.		5,2	5,0	5,4	5,5	5,6	5,8	5,6
22.	Nekarb.		0,60	0,44	0,68	1,95	1,57	1,75	0,14
23.	Bendras kiet.		5,80	5,44	6,08	7,45	7,17	7,55	5,74
24.	Jonų suma		483,5	462,8	525,5	639	544	576	483
25.	N/NO ₂ ⁻		0,006	0,004	0,004	0,014	0,016	<0,0015	0,002
26.	N/NO ₃ ⁻		0,084	0,140	0,164	4,71	1,41	0,023	<0,013
27.	N/NH ₄ ⁺		0,745	0,135	0,500	0,270	<0,030	0,385	0,188
28.	N _{min.}		0,835	0,279	0,668	4,99	-	-	-
29.	N _{org.}		0,348	0,733	2,58	0,01	-	-	-
30.	N _{b.}		1,18	1,01	3,25	5,00	1,98	1,41	1,23
31.	PO ₄ ³⁻		<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	0,017
32.	P _{min}		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006
33.	P _{org.}		-	-	-	-	-	-	1,14
34.	P _{b.}		0,028	<0,005	0,059	<0,005	0,100	0,023	1,15

51 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Širvėnos ežero hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	8,09	8,26	8,15	8,06	8,23	8,2	6,5-9,5
El. laid.	530	575	550	545	676	596	2500
O ₂	mg/l	6,4	7,99	7,19	5,8	8,66	7,3
	%	65,3	81,7	73,5	58,6	92,9	71,7
BDS ₇	3,2	4,22	3,54	2,55	5,44	4,0	
BO	30,00	33,65	31,83	37,2	59,1	51,3	
PO	15,85	18,42	16,85	15,5	21,8	19,9	5,0
HCO ₃ ⁻	305,0	329,4	317,2	335,5	353,8	343,1	
Cl ⁻	8,52	12,78	11,17	7,1	10,64	8,5	250
SO ₄ ²⁻	43,20	62,20	50,13	22,4	84,2	56,9	250
NO ₂ ⁻	0,01	0,02	0,02	0,006	0,052	0,034	0,5
NO ₃ ⁻	0,37	0,73	0,57	0,1	20,9	9,1	50
NH ₄ ⁺	0,174	0,958	0,592	0,242	0,495	0,4	
Na ⁺	6	15	9	6	7,5	7,0	200
K ⁺	1	1,5	1,23	0,8	1,7	1,4	
Ca ²⁺	67,3	86,4	76,9	68	125,7	91,5	
Mg ²⁺	18,0	27,1	23,4	14,1	50,3	31,1	
Karb.	5	5,4	5,2	5,5	5,8	5,6	
Nekarb.	0,44	0,68	0,57	0,14	1,95	1,4	
Bendras kiet.	5,44	6,08	5,77	5,74	7,55	7,0	
Jonų suma	462,8	525,5	490,6	483	639	561	
N/NO ₂ ⁻	0,00	0,01	0,00	<0,0015	0,016	0,011	
N/NO ₃ ⁻	0,084	0,164	0,129	<0,013	4,71	2,0	
N/NH ₄ ⁺	0,14	0,75	0,46	<0,030	0,385	0,3	
N _{min.}	0,28	0,84	0,59	4,99	4,99	5,0	
N _{org.}	0,35	2,58	1,22	0,01	0,01	0,0	
N _{b.}	1,01	3,25	1,81	1,23	5	2,4	
PO ₄ ³⁻	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	
P _{min}	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,0	
P _{org.}	-	-	-	1,14	1,14	1,1	
P _{b.}	0,028	0,059	0,044	<0,005	1,15	0,4	

Ežere yra 15 salų, kurių bendras plotas 5,7 ha. Ežeras turi 12 km ilgio labai vingiuotą kranto liniją. Vidutinė vandens lygio altitudė – 50,89 m BS, vidutinė daugiametė vandens lygio svyravimų amplitudė – 1,44 m, vidutinis gylis – 2,25 m, didžiausias gylis – 3,45 m, didžiausias ežero ilgis – 3,42 km, didžiausias plotis – 1,44 km. Širvėnos ežeras turi keturis intakus, drenuoja 388 km² agrarinį (43% ariamos žemės, 23,3% pievos, 1% sodai) ir urbanizuotą (2,5% užstatyta ir po dangomis esanti teritorija, 1,2% keliai) baseiną (48 lent., 26 pav.). Visas ežero vanduo pasikeičia maždaug per vieną mėnesį. Ežero vandens lygis nematuojamas.

2016 -2017 m. Širvėnos ežere pH kito nuo 8,06 iki 8,26, elektros laidis – nuo 530 iki 676 μS/cm. BDS₇ – nuo 2,55 iki 5,44 mgO₂/l, bichromatinės oksidacijos indeksas – nuo 30 iki 59,1 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamajam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 15,5 iki 21,8 mgO₂/l (50 lent.). Hidrokarbonatų kiekis Širvėnos ežero vandenyje kito siaurame intervale – nuo 305 iki 353 mg/l. Chloro kiekis, atsižvelgiant į urbanizuotą apyežerį, nebuvo didelis, jis kito nuo 7,1 net iki 12,78 mg/l. Sulfatų kiekis kito nuo 22,4 iki 84,2 mg/l. Natrio kiekis

Širvėnos vandenyje taip pat buvo nedidelis, kito nuo 6 iki 15 mg/l. Magnio kiekis kito nuo 14,1 iki 50,3 mg/l. Kalcio kiekis buvo labai panašus kaip ir Ūgės upelyje, nuo 67,3 iki 125,7 mg/l. Bendras vandens kietumas nuo 5,44 iki 7,55 mg-ekv/l. Jonų suma – nuo 462,8 iki 639 mg/l (50 lent.).

Nitritų, nitratų ir amonio kiekis Širvėnos ežere buvo ženkliai mažesnis nei Ūgėje ar Požemyje. Nitritų nuo 0,01 iki 0,052 mg/l, nitratų nuo 0,1 iki 20,9 mg/l, o amonio nuo 0,174 iki 0,958 mg/l. Širvėnos ežere bendrojo azoto kiekis kito nuo 4,28 iki 8,9 mg/l, o bendrojo fosforo – nuo 0,152 iki 4,55 mg/l (51 lent.). Atsižvelgiant į ankstesnius ežero tyrimus, pažymėtina gana gera ežero vandens kokybė 2016-2017 m.

3.2.3.2 Įstras-Stanioniai

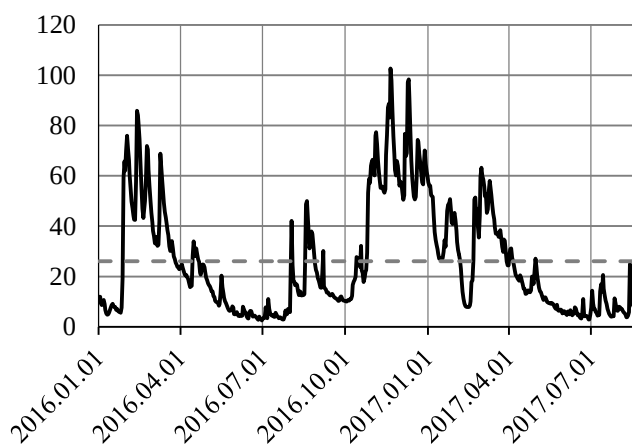
Tyrimų vieta Įstre ties Stanionimis yra 28,5 km nuo žiočių, baseino plotas 27 km² (52 lent.) Įstro aukštupyje upę maitina gruntinis ir paviršinis vanduo. Šioje Įstro atkarpoje į upę dar nepatenka Įstro-Tatulės vandeningojo sluoksnio vanduo su dideliu gipso denudacijos produktų kiekiu. Upės vaga sureguliuota nuo pat ištakų, tačiau jau kelis dešimtmečius nevaloma ir nešienaujama. Dėl to vegetacijos periodu stebima vešlios augalijos sukelta patvanka.

2016-2017 m. Įstre ties Talačkoniais buvo išmatuota 14 debitų (53 lent.). Matuoti debitai kito nuo 0,009 m³/s (2016-09-15) iki 0,335 m³/s (2016-11-18). Pagal vandens lygį apskaičiuoti debitai kito nuo 0,014 (2016-06-30) iki 0,395 (2016-11-20). Vandens lygis 2016-2017 m. kito nuo 2,5 iki 103 cm virš logerio nulio (27 pav.)

2016-2017 m. Įstro aukštupyje pH kito nuo 7,38 iki 7,76, elektros laidis – nuo 571 iki 778 μS/cm. BDS₇ buvo mažas ir kito nuo 1,21 iki 4,48 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas kito nuo 43,6 iki 70,7 mgO₂/l. Specifikuotas vertes geriamam vandeniui viršijo permanganatinės oksidacijos indeksas, kuris kito nuo 16,2 iki 27,4 mgO₂/l (54 lent.). Hidrokarbonatų kiekis Įstro aukštupio vandenyje buvo nuo 280,6 iki 378,2 mg/l. Chloro kiekis kito nuo 12,78 net iki 29,4 mg/l, sulfatų – nuo 43,4 iki 200 mg/l. Natrio kiekis Įstro aukštupyje kito nuo 8 iki 15 mg/l, magnio – nuo 13,6 iki 59,4 mg/l. Kalcio buvo nuo 102,1 iki 143,6 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 6,85 iki 10,57 mg-ekv/l, jonų suma – nuo 605 iki 774,9 mg/l (54 lent.).

52 lentelė. Įstro aukštupio matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Stanioniai
Koordinatės	Y=522833, X=6188453
Tiriamąo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	27,0
Vandens temperatūra, °C	5,2-16,9
Vandens lygio amplitudė, m	1,0



27 pav. Vandens lygio kaita Tatuloje ties Stanioniais 2016-2017 m., vidutinis vandens lygis – 25,9 cm

53 lentelė. 2016-2017 m. Įstro (Stanioniai) hidrofiziniai rodikliai

Data	t _{vand.}	t _{oro.}	l, m	h _{max.}	v _{vid.} , m/s	S, m ² /s	Q, m ³ /s
2016-04-21	5,2	5,6	2	0,33	0,245	0,43	0,16
216-04-26	5,2	4,5	0,75	0,35	0,470	0,233	0,470
2016-06-16	14,9	17,1	0,6	0,2	0,13	0,104	0,013
2016-08-18	14,7	14,7	2,5	0,59	0,101	1,392	0,14
2016-09-15	11,3	10,5	0,55	0,26	0,063	0,136	0,009
2016-11-18		6,4	3,8	1,02	0,173	1,923	0,335
2017-01-19	0,1	1,5	1,5	0,5	0,237	0,663	0,162
2017-03-22	3,5		2,4	0,5	0,325	0,75	0,245
2017-04-26	5,2	4,5	0,75	0,35	0,47	0,233	0,11
2017-05-17	11	11,2	0,7	0,23	0,218	0,147	0,032
2017-06-15	13,3	16,6	0,7	0,2	0,175	0,124	0,022
2017-07-05	13,8	15,5	0,7	0,2	0,125	0,222	0,028
2017-07-27	16,9	18	0,75	0,25	0,155	0,162	0,025
2017-08-24	14,3	12,5	0,72	0,26	0,161	0,175	0,028

54 lentelė. 2016-2017 m. Įstro (Stanioniai) hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		04-21	06-16	08-18	09-15	11-18	04-26	06-15	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	5,2	14,9	14,7	11,3	-	5,2	11	16,9	14,3
2.	t _{oro.}	5,6	17,1	14,7	10,5	6,4	4,5	11,2	18	12,5
3.	Q	0,116	0,013	0,14	0,009	0,335	0,11	0,032	0,025	0,028
4.	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	pH	-	7,38	-	-	-	7,74	7,76	7,54	7,61
6.	El. laid.	-	778	-	-	-	653	737	658	571
7.	O ₂	mg/l	3,54				7,08	5,23	4,08	4,85
8.			36,4				58,3	52,0	42,3	44,5
9.	BDS ₇	-	4,48	-	-	-	4,12	4,23	6,00	1,21
10.	BO	-	-	-	-	-	70,7	56,2	49,8	43,6
11.	PO	-	16,47	-	-	-	27,4	18,9	18,6	16,2
12.	HCO ₃ ⁻		329,4				280,6	366,0	366,0	378,2
13.	Cl ⁻	-	12,78	-	-	-	14,48	16,73	20,56	29,40
14.	SO ₄ ²⁻	-	132	-	-	-	158,0	57,9	200,0	43,4
15.	NO ₂ ⁻	-	0,137	-	-	-	0,092	0,093	0,047	0,227
16.	NO ₃ ⁻	-	7,38	-	-	-	22,1	10,2	3,0	8,4
17.	NH ₄ ⁺	-	0,680	-	-	-	0,865	0,309	0,439	0,408
18.	Na ⁺	-	11,0	-	-	-	9,0	8,0	9,0	15,0
19.	K ⁺	-	4,0	-	-	-	1,7	2,0	3,0	3,5
20.	Ca ²⁺		110,0				102,1	143,6	113,4	111,3
21.	Mg ²⁺		38,0				33,2	13,6	59,4	15,5
22.	Karb.		5,4				4,6	6,0	6,0	6,2
23.	Nekarb.		3,22				3,24	2,30	4,57	0,65
24.	Bendras kiet.		8,62				7,84	8,30	10,57	6,85
25.	Jonų suma		645				622	619	774,9	605
26.	N/NO ₂ ⁻	-	0,042	-	-	-	0,028	0,028	0,014	0,069
27.	N/NO ₃ ⁻	-	1,67	-	-	-	4,99	2,30	0,686	1,89
28.	N/NH ₄ ⁺	-	0,529	-	-	-	0,673	0,241	0,342	0,316
29.	N _{min.}	-	2,24	-	-	-	5,70	2,57	1,04	2,28
30.	N _{org.}	-	0,398	-	-	-	0,012	0,448	0,848	0,616
31.	N _{b.}	-	2,64	-	-	-	5,71	3,02	1,89	2,89
32.	PO ₄ ³⁻	-	0,033	-	-	-	0,058	0,065	0,069	0,078
33.	P _{min}	-	0,011	-	-	-	0,019	0,021	0,023	0,026
34.	P _{org.}	-	0,032	-	-	-	0,828	0,053	0,021	0,023
35.	P _{b.}	-	0,043	-	-	-	0,847	0,075	0,043	0,049

55 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Įstro ties Stanioniais hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Max.	Vid.	Min.	Max.	Vid.	
pH	-	-	7,38	7,54	7,76	7,66	6,5-9,5
El. laid.	-	-	778	571	737	655	2500
O ₂	mg/l	-	-	3,54	4,08	7,08	5,31
	%	-	-	36,4	42,3	58,3	49,3
BDS ₇	-	-	4,48	1,21	6	3,89	
BO	-	-		43,6	70,7	55,1	
PO	-	-	16,47	16,2	27,4	20,3	5,0
HCO ₃ ⁻	-	-	329,4	280,6	378,2	347,7	
Cl ⁻	-	-	12,78	14,48	29,4	20,3	250
SO ₄ ²⁻	-	-	132	43,4	200	115	250
NO ₂ ⁻	-	-	0,137	0,047	0,227	0,115	0,5
NO ₃ ⁻	-	-	7,38	3	22,1	10,9	50
NH ₄ ⁺	-	-	0,680	0,309	0,865	0,505	
Na ⁺	-	-	11,0	8	15	10	200
K ⁺	-	-	4,0	1,7	3,5	2,6	
Ca ²⁺	-	-	110,0	102,1	143,6	117,6	
Mg ²⁺	-	-	38,0	13,6	59,4	30,4	
Karb,	-	-	5,4	4,6	6,2	5,7	
Nekarb,	-	-	3,22	0,65	4,57	2,69	
Bendras kiet,	-	-	8,62	6,85	10,57	8,39	
Jonų suma	-	-	645	605	774,9	655,2	
N/NO ₂ ⁻	-	-	0,042	0,014	0,069	0,035	
N/NO ₃ ⁻	-	-	1,67	0,686	4,99	2,47	
N/NH ₄ ⁺	-	-	0,529	0,241	0,673	0,393	
N _{min.}	-	-	2,24	1,04	5,7	2,9	
N _{org.}	-	-	0,398	0,012	0,848	0,481	
N _{b.}	-	-	2,64	1,89	5,71	3,38	
PO ₄ ³⁻	-	-	0,033	0,058	0,078	0,068	
P _{min}	-	-	0,011	0,019	0,026	0,022	
P _{org.}	-	-	0,032	0,021	0,828	0,231	
P _{b.}	-	-	0,043	0,043	0,847	0,254	

Nitritų ir nitratų ir amonio kiekis Įstro aukštupyje buvo mažesnis nei Požemyje ar Ūgėje. Nitritų kiekis kito nuo 0,047 iki 0,227 mg/l, nitratų nuo 3 iki 22,1 mg/l, o amonio – nuo 0,309 iki 0,865 mg/l (55 lent.). Tai rodo santykinai mažesnę vandens taršą Įstro aukštupyje. Įstro aukštupyje taip pat buvo mažesnis bendro azoto (nuo 1,89 iki 5,71 mg/l) ir bendrojo fosforo (nuo 0,043 iki 0,847 mg/l) kiekis nei Požemio ir Ūgės vandenyje.

3.2.3.3 Įstras-Talačkoniai

Tyrimų vieta Įstre ties Talačkoniais yra 2,7 km nuo upės žiočių, baseino plotas 110 km² (56 lent., 28 pav.). Įstro žemupyje upę maitina gruntinis ir paviršinis vanduo, o taip pat į upę patenkantis Įstro-Tatulės vandeningojo sluoksniu vanduo su dideliu gipso denudacijos produktų kiekiu. Įstro baseinas nuo Stanionių iki Talačkonų padidėja 83 km². 1932-2002 m. veikė Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos vandens matavimo stotis Įstras-Talačkoniai. Visa Įstro vaga reguliuota,

tačiau jau daug metų pakrantės nešienaujamos, vaga nevaloma. Dėl to keičiasi upės vagos hidraulinės charakteristikos, ypač vegetacijos sezonu.

2016-2017 m. Įstre ties Talačkoniais buvo išmatuota 13 debitų (57 lent.). Matuotas debitas kito nuo 0,158 m³/s (2016-06-16) iki 1,42 m³/s (2017-03-22). Pagal vandens lygį apskaičiuotas debitas kito nuo 0,119 (2017-05-15) iki 3,184 (2016-11-23). Vandens lygis 2016-2017 m. kito nuo 13 iki 120 cm virš logerio nulio (29 pav.).

2016-2017 m. Įstro žemupyje pH kito nuo 7,63 iki 7,87, elektros laidis – nuo 1566 iki 2050 μS/cm. BDS₇ buvo mažesnis nei aukštupyje, kito nuo 0,96 iki 3,02 mgO₂/l. Bichromatinės oksidacijos indeksas buvo mažesnis nei aukštupyje, kito nuo 34,2 iki 44,6 mgO₂/l. Permanganatinės oksidacijos indeksas taip pat buvo mažesnis nei aukštupyje, kito nuo 12,2 iki 15,5 mgO₂/l (58, 59 lent.).

57 lentelė. 2016-2017 m. Įstro ties Talačkoniais hidrofiziniai rodikliai

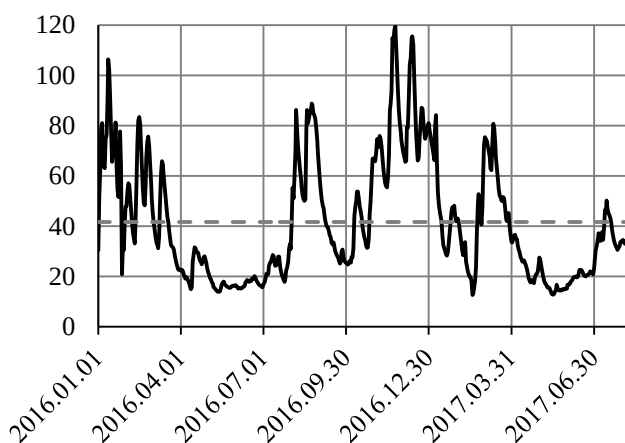
Data	t _{vand.}	t _{oro.}	l,m	h _{max.}	v _{vid.} m/s	S, m ² /s	Q, m ³ /s	H, m	
2016-04-21	7	6,3	3	0,38	0,66	1,33	0,875	0,23	
2016-04-26	6,1	5,1	4,0	0,34	0,548	1,096	0,610		
2016-06-16	15,1	19	3,8	0,29	0,159	0,98	0,158	0,17	
2016-08-18	14,8	17,4	4,5	0,96	0,17	2,99	0,506		
2016-09-15	12,4	11,7	4,3	0,46	0,132	1,744	0,239	0,31	
2016-11-18	4,3	7,5	nematuota						0,96
2017-01-19		-0,5	4	0,37	0,638	1,352	0,886		
2017-03-22	5,1	6,5	4	0,66	0,614	1,86	1,42	0,47	
2017-04-26	6,1	5,1	4	0,34	0,548	1,096	0,61	0,16	
2017-05-17	12,8	14	4,3	0,27		1,081	0,414	0,45	
2017-06-15	14,7	18,2	4	0,35	0,2	1,199	0,214	-0,21	
2017-07-05	15	17,9	4,3	0,5	0,149	1,89	0,257	-0,23	
2017-07-27	17,2	19	3,8	0,45	0,105	1,096	0,167	-0,28	
2017-08-24	14,8	13,8	4,5	0,57	0,333	2,39	0,271	0,45	



28 pav. 2016 m. lapkričio mėnesio poplūdis Įstre ties Talačkoniais

56 lentelė. Įstro žemupio matavimų vieta ir apibendrinti hidrofiziniai rodikliai

Vieta	Talačkoniai
Koordinatės	Y=522277, X=6209369
Tiriamąjo monitoringo laikas	2016-2017 m.
Baseino plotas, km ²	110
Vandens temperatūra, °C	3,5-16,9
Vandens lygio amplitudė, m	1,2



29 pav. Vandens lygio kaita Tatuloje ties Talačkoniais 2016-2017 m., vidutinis vandens lygis – 41,8 cm

58 lentelė. 2016-2017 m. Įstro ties Talačkoniais hidrocheminių tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Rodiklis	2016 m.					2017 m.			
		04-21	06-16	08-18	09-15	11-18	04-26	05-17	07-27	08-24
1.	t _{vand.}	7,0	15,1	14,8	12,4	4,3	6,1	12,8	17,2	14,8
2.	t _{oro}	6,3	19,0	17,4	11,7	7,5	5,5	14	19	13,8
3.	Q	0,875	0,158	0,506	0,239	-	0,61	0,414	0,167	0,271
4.	H, m	0,23	0,17	-	0,31	0,96	0,16	-0,45	-0,28	0,45
5.	pH		7,68			-	7,78	7,87	7,63	7,63
6.	El. laid.		2050				1566	1942	1925	1741
7.	O ₂	mg/l	5,00				6,72	8,26	4,58	5,54
8.		%	57,1				56,9	82,2	47,2	54,1
9.	BDS ₇		0,96				2,36	3,02	1,20	2,42
10.	BO		-				44,6	37,4	37,3	34,2
11.	PO		13,36				15,5	12,2	12,2	13,8
12.	HCO ₃ ⁻		390,4			390,4	390,4	414,8	463,6	451,4
13.	Cl ⁻		24,14			-	29,82	22,41	39,00	39,20
14.	SO ₄ ²⁻		840			52,7	526	737	789	539
15.	NO ₂ ⁻		0,050				0,119	0,065	0,015	0,018
16.	NO ₃ ⁻		2,45				20,1	4,60	2,9	3,1
17.	NH ₄ ⁺		0,328				0,174	<0,038	<0,038	0,735
18.	Na ⁺		18,0				16,0	14,0	16,0	24,0
19.	K ⁺		2,0				1,7	2,0	3,0	2,8
20.	Ca ²⁺		436,9			114,61	290,6	415,8	415,8	348,7
21.	Mg ²⁺		35,2			22,69	37,7	27,1	36,2	17,4
22.	Karb.		6,4				6,4	6,8	7,6	7,4
23.	Nekarb.		18,30				11,24	16,22	16,17	11,47
24.	Bendras kiet.		24,70				37,7	23,02	23,77	18,87
25.	Jonų suma		1749				1313	1638	1766	1427
26.	N/NO ₂ ⁻		0,015				0,036	0,020	0,004	0,005
27.	N/NO ₃ ⁻		0,553				4,53	1,05	0,660	0,690
28.	N/NH ₄ ⁺		0,255				0,135	<0,030	<0,030	0,572
29.	N _{min.}		0,823				4,70	-	-	1,27
30.	N _{org.}		0,074				0,00	-	-	0,16
31.	N _{b.}		0,897				4,70	1,76	1,73	1,43
32.	PO ₄ ³⁻		0,051				0,103	0,056	0,100	0,121
33.	P _{min}		0,017				0,034	0,019	0,033	0,040
34.	P _{org.}		0,260				0,009	0,076	0,093	0,325
35.	P _{b.}		0,277				0,043	0,095	0,126	0,365

Rezultatai rodo, kad Įstro žemupio vanduo turi santykinai mažą organinių medžiagų kiekį. Hidrokarbonatų kiekis Įstro žemupio vandenyje yra didesnis nei aukštupyje. Jis kito nuo 390,4 iki 463,6 mg/l. Chloro ir sulfatų kiekis taip pat didesnis nei aukštupyje, chloro – nuo 22,41 iki 39,2 mg/l, sulfatų – nuo 526 iki 840 mg/l. Natrio kiekis Įstro žemupyje kito nuo 14 iki 18 mg/l, magnio – nuo 17,4 iki 37,7 mg/l. Kalcio buvo nuo 290,6 iki 436,9 mg/l. Bendras vandens kietumas kito nuo 18,87 iki 37,7 mg-ekv/l, jonų suma – nuo 1313 iki 1766 mg/l (59 lent.).

Nitritų, nitratų ir amonio koncentracija Įstro žemupyje buvo mažesnė nei aukštupyje. Nitritų kiekis kito nuo 0,05 iki 0,119 mg/l, nitratų – nuo 2,45 iki 20,1 mg/l, o amonio – nuo 0,174 iki 0,735 mg/l. Įstro žemupyje buvo mažesnis bendro azoto (nuo 0,897 iki 4,7 mg/l) ir bendrojo fosforo (nuo 0,043 iki 0,365 mg/l) kiekis nei aukštupyje (59 lent.). To priežastimi gali būti upės vandens prasiskiedimas mažai biogenų turinčiu Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandeniu.

59 lentelė. Apibendrinti 2016-2017 m. Įstro ties Talačkoniais hidrocheminių tyrimų rezultatai

Rodiklis	2016 m			2017 m.			Specifikuota rodiklio vertė
	Min.	Maks.	Vid.	Min.	Maks.	Vid.	
pH	-	-	7,68	7,63	7,87	7,7	6,5-9,5
El. laid.	-	-	2050	1566	1942	1794	2500
O ₂	mg/l	-	5,00	4,58	8,26	6,3	
	%		57,1	47,2	82,2	60,1	
BDS ₇	-	-	0,96	1,2	3,02	2,3	
BO	-	-	-	34,2	44,6	38,4	
PO	-	-	13,36	12,2	15,5	13,4	5,0
HCO ₃ ⁻	-	-	390,4	390,4	463,6	430,1	
Cl ⁻	-	-	24,14	22,41	39,2	32,6	250
SO ₄ ²⁻	-	-	840	526	789	648	250
NO ₂ ⁻	-	-	0,05	0,015	0,119	0,1	0,5
NO ₃ ⁻	-	-	2,45	2,9	20,1	7,7	50
NH ₄ ⁺	-	-	0,328	0,174	0,735	0,455	
Na ⁺	-	-	18	14	24	17,5	200
K ⁺	-	-	2,0	1,7	3	2,4	
Ca ²⁺	-	-	436,9	290,6	415,8	367,7	
Mg ²⁺	-	-	35,2	17,4	37,7	29,6	
Karb.	-	-	6,4	6,4	7,6	7,1	
Nekarb.	-	-	18,30	11,24	16,22	13,8	
Bendras kiet.	-	-	24,70	18,87	37,7	25,8	
Jonų suma	-	-	1749	1313	1766	1536	
N/NO ₂ ⁻	-	-	0,015	0,004	0,036	0,016	
N/NO ₃ ⁻	-	-	0,553	0,66	4,53	1,73	
N/NH ₄ ⁺	-	-	0,255	<0,030	0,572	0,354	
N _{min.}	-	-	0,823	1,27	4,7	3,0	
N _{org.}	-	-	0,074	0	0,16	0,1	
N _{b.}	-	-	0,897	1,43	4,7	2,4	
PO ₄ ³⁻	-	-	0,051	0,056	0,121	0,095	
P _{min}	-	-	0,017	0,019	0,04	0,032	
P _{org.}	-	-	0,260	0,009	0,325	0,126	
P _{b.}	-	-	0,277	0,043	0,365	0,157	

4. PAVIRŠINIO IR POŽEMINIO VANDENS ANTROPOGENINĖS TARŠOS VIETŲ BEI EKSTENSYVAUS ŪKININKAVIMO PLOTŲ SKIRTINGO INTENSYVUMO KARSTO ZONOSE ANALIZĖ

Tyrimų programoje buvo numatyti du uždaviniai: *Karstinio regiono vandens sistemų antropogeninės taršos vietų ir priežasčių identifikavimas ir Ekstensyvaus ūkininkavimo plotų lyginamoji analizė, atsižvelgiant į skirtingo intensyvumo karsto zonas ir esamas ir siūlomas vandens tyrimų vietas.* 2017 m. šių uždavinių sprendimui buvo atlikta Šiaurės Lietuvos karstinio regiono paviršinių vandens telkinių apžvalga bei ekstensyvaus ūkininkavimo ir intensyvaus karstėjimo plotų palyginamoji analizė.

4.1 KARSTINIO REGIONO PAVIRŠINIO VANDENS TELKINIŲ APŽVALGA

Šiaurės Lietuvos karstinį regioną drenuoja Lielupės baseino upės. Didžioji dalis karstinio regiono yra Mūšos (81,5%) ir Nemunėlio (18,1%) baseinuose⁵ (60 lent., 30 pav.). Į Nevėžio baseiną patenka tik atskiri Panevėžio ir Radviliškio rajonuose esantys karstinio regiono ploteliai, sudarantys 0,2% bendro karstinio regiono ploto. Taip pat 0,2% regiono ploto yra Lielupės mažųjų intakų baseine. Regione teka apie 140 upių, upių tinklo tankis yra 0,83 km/km². Trys ketvirtadaliai upių yra trumpesnės nei 10 km, prateka trys ilgesnės nei 100 km upės (Mūša, Lėvuo ir Nemunėlis) ir trys 50-100 km ilgio upės (Pyvesa, Tatula ir Apaščia). Apie pusę upių yra tokios, kurių beveik visa vaga (>90%) patenka į karstinio regiono teritoriją, aišku, tai trumpos, iki 15 km ilgio, upės. Ilgiausias atkarpa, sudarančias daugiau nei pusę viso ilgio, turinčios upės yra Upytė (24,2 km, 82% viso upės ilgio), Įstras (25,1 km, 62%) ir Tatula (34,6 km, 53%, 61 lent.).

60 lentelė. Karstinio regiono ploto pasiskirstymas skirtinguose baseinuose, %

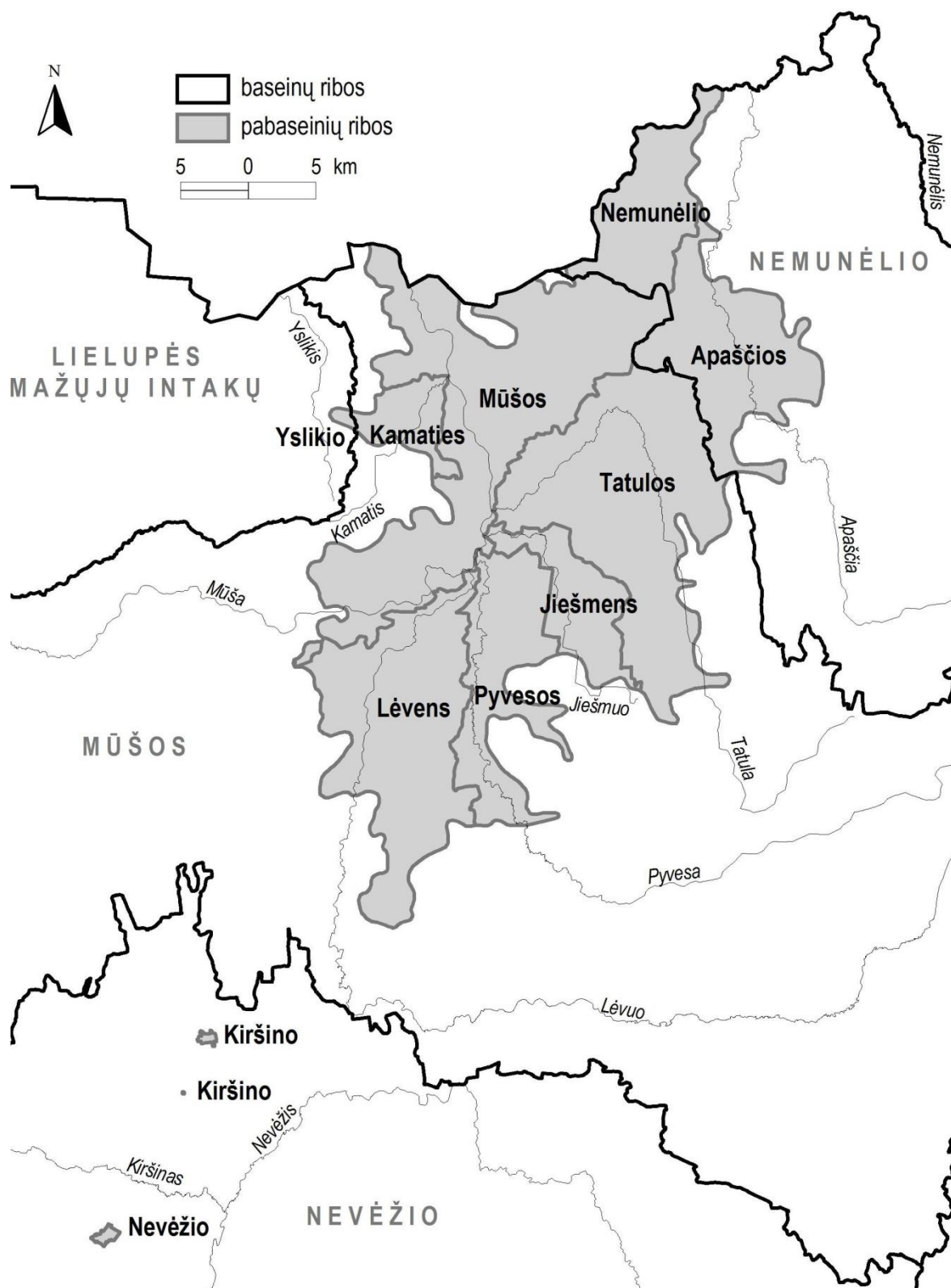
Baseinas	Pabaseinis	Karstinio regiono ploto dalis, %	
		Baseine	Pabaseinyje
Mūšos	Lėvens	81,5	16,8
	Pyvesos		9,0
	Jiešmens		5,1
	Tatulos		21,5
	Kamaties		2,8
	Mūšos tiesioginis		26,3
Nemunėlio	Apaščios	18,1	11,0
	Nemunėlio tiesioginis		7,1
Nevėžio	Kiršino	0,2	0,1
	Nevėžio tiesioginis		0,1
Lielupės mažųjų intakų	Yslikio	0,2	0,2

⁵ Apžvalga atlikta, remiantis Aplinkos apsaugos agentūros baseinų ir pabaseinių, upių ir ežerų GIS duomenų bazėmis, Lietuvos geologijos tarnybos karstinio regiono ribų GIS sluoksniu bei hidrografiniais duomenimis, pateiktais knygoje: Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkovičė M. 2001. Lietuvos upės, hidrografija ir nuotėkis, Kaunas: Lietuvos energetikos institutas.

61 lentelė. Karstiniame regione tekančių Mūšos ir Nemunėlio baseinų upių ilgiai

Upė	Intakai	Ilgis, km		%
		bendras	karst. regione	
Mūša		157,3	45,0	29
	Gikupis	6,3	4,0	63
	Pušynė	4,8	4,7	99
	Ramojus	11	5,8	53
	Ramojėlė	3,8	3,7	97
	R-2	3,7	3,7	100
	R-1	6,0	4,2	71
	Gaidelis	6,3	6,3	100
	Uosytis	2,9	2,9	100
	Maišiogalė	6,3	5,7	91
	M-1	5,2	2,4	47
	Vytartų up.	3,1	3,1	100
	Lėvuo	140,1	24,0	17
	Svirnupis	8,5	2,5	29
	S-2	3,9	0,3	9
	Amata	20,2	0,0	0
	Rupis	3,7	2,7	73
	Robata	4,9	2,6	53
	Dusa	5,0	5,0	100
	Žąsa	16,0	7,6	47
	Karklys	7,1	3,5	49
	Latuva	3,0	3,0	100
	L-2	3,8	3,8	100
	Guobuva	6,6	5,1	78
	Talačkonių up.	4,0	4,0	100
	Istras	40,5	25,1	62
	Laidė	9,8	6,6	67
	L-1	6,4	2,8	43
	I-2	4,6	4,6	99
	Svalia	35,2	19,3	55
	Lieknas	6,8	3,9	57
	Savienė	5,0	5,0	100
	S-4	4,7	4,7	100
	Ožupis	4,6	4,6	100
	O-1	3,8	3,8	100
	S-2	4,5	4,5	100
	Pervalka	7,0	4,6	66
	Patrakė	3,5	1,3	38
	Pyvesa	92,6	34,3	37
	P-2	4,1	1,9	46
	Gudas	6,1	3,7	61
	Dvėšenė	4,1	3,7	90
	Orija	30,5	9,9	33
	Giraudas	6,7	0,0	0
	Paršupis	3,2	0,7	22
	Šaltanupis	5,5	1,2	21
	Upelis	3,3	2,8	84
	Vorupis	4,5	1,4	31
	Karautis	9,9	3,8	38
	K-1	3,8	0,6	14
	Vingrys	7,0	6,9	99
	Krinčinas	5,3	5,0	95
	Gaidynė	6,2	6,2	100
	Vidubala	4,5	4,4	99
	Jiešmuo	27,1	18,2	67
	J-2	5,2	5,1	97
	Jiešmenėlis I	9,7	9,7	100
	J-1	1,4	1,4	100
	Jiešmenėlis II	4,9	4,9	100
	Dubysa	7,4	6,2	84
	Pakaršuvė	2,7	2,6	95
	Tatula	64,7	34,6	53
	T-6	3,0	0,2	7
	Varnalizdis	4,2	0,3	6
	Lieknėlis	8,5	3,6	42
	Liūnagriovis	9,8	9,5	97
	Daudžgirio griovys	13,5	9,8	72
	Juodupė	24,2	12,8	53
	Šakarnė	8,3	1,6	19
	J-4	3,9	2,5	65
	J-3	11,0	3,0	28

Upė	Intakai	Ilgis, km		%
		bendras	karst. regione	
	J-1	9,8	4,8	49
	J-2	5,7	5,1	90
	Smardonė	4,0	3,8	94
	Upytė	29,6	24,2	82
	Upytė	8,0	0,5	6
	U-2	9,6	5,8	61
	Griuzdė	3,2	1,0	32
	Mažoji Upytė	15,2	11,8	78
	MU-1	3,3	2,9	89
	Valkelė	3,3	3,3	100
	Ringuzė	21,0	16,7	79
	Juodlepšė	10,0	9,7	97
	T-4	2,7	2,6	98
	T-2	3,8	3,5	92
	T-2-1	3,5	3,3	95
	Ugė	13,6	12,9	95
	Berlė	5,0	5,0	100
	Upelis	15,8	15,5	98
	U-1	3,3	3,3	99
	Skardžius	3,1	3,1	100
	Saudogala	3,2	3,2	100
	Kamatis	16,7	7,3	44
	K-2	4,1	2,1	52
	Kamatėlė	10,9	6,0	55
	K-2	3,0	3,0	100
	Drobalieknis	7,6	6,8	90
	Prūdūpis	8,5	8,3	98
	Bėrė	13,1	13,1	100
	B-1	2,1	2,0	94
	Balupė	2,4	2,3	97
	Bėrelė	10,7	10,7	100
	B-1	3,5	3,5	99
	Molupis	2,9	2,1	71
	Užukalnis	9,0	8,4	93
	Šakarnis	9,9	3,3	33
	Kiemėnas	4,8	1,9	40
	Š-1	2,6	2,4	91
	Škilinпамūšis	5,6	5,2	92
	Prūdas	4,1	2,7	66
	P-2	4,6	2,6	57
	Čeriaukštė	30,9	11,8	38
	Čeriaukštė I	6,6	6,6	100
	Č-1	9,0	9,0	100
	Čeriaukštė II	14,1	13,7	97
	Č-1	4	4,0	100
	Č-2	2,7	2,7	100
	Skarytė	8,6	4,8	56
	Nemunėlis	199,3	17,8	9
	Apaščia	90,7	13,3	15
	Širvėnos ež.		0,0	
	Agluona	21,1	6,3	30
	Tarosiškio up.	2,9	0,6	21
	Gavėnupis	16,9	0,9	5
	Baronas	16,6	0,7	4
	Požemys	7,7	7,6	99
	Š-1	2,9	2,9	100
	Š-2	3,1	3,1	100
	Rovėja	38,1	5,0	13
	Obelaukis	9,3	5,4	58
	O-2	8,7	3,4	39
	R-2	2,4	0,2	9
	Lyglaukių griovys	11,4	8,5	75
	Šilinė	7,6	7,6	100
	A-3	2,8	2,3	84
	Kraklis	7,9	5,9	75
	Ringauda	7,3	7,3	100
	Žvejotgalės up.	6,1	6,1	100
	Krūtas	12,7	9,4	74
	K-1	10,9	6,8	63
IŠ VISO			868,8	



30 pav. Karstinį regioną drenuojančių upių baseinai ir pabaseiniai

Karstinį regioną drenuoja 8 tiesioginiai Mūšos ir Nemunėlio intakai, turintys didesnius nei 50 km² baseinus (62 lent.). Regione yra šių upių žemupio ruožai, tad jų nuotėkį ir kokybę reikšmingai veikia gretimose teritorijose vykstantys procesai.

62 lentelė. Karstinio regiono upių ilgiai ir baseinų plotai.

<i>Upė</i>	<i>Ilgis, km</i>	<i>Atstumas nuo žiočių, km</i>		<i>Baseino plotas, km²</i>		
		<i>įtekant į karstinį regioną</i>	<i>ištekant iš karstinio regiono</i>	<i>visas</i>	<i>įtekant į karstinį regioną</i>	<i>ištekant iš karstinio regiono</i>
Mūša	157,3	64,5	19,3	5462,6	2227,4	5206,1
Lėvu	145,0	24,0	-	1628,8	1288,0	-
Pyvesa	92,6	33,7	-	501,6	273,1	-
Jiešmuo	27,1	18,4	-	67,1	21,6	-
Tatula	64,7	41,2	-	453,4	133,7	-
Kamatis	16,7	7,2	-	63,0	22,9	-
Nemunėlis	199,3	57,3	39,2	4047,0	3670,0	3768,3
Apaščia	90,7	32,1	14,7	894,1	287,3	654,9

Karstiniame regione yra 15 ežerų, didesnių nei 0,5 ha, dauguma susitelkę Apaščios baseine. Tarp jų plotu išsiskiria Širvėnos ežeras (iš tiesų tai seniausias Lietuvoje tvenkinys, užtvėntas XVI a.). Didesni nei 5 ha dar trys karstinio regiono ežerai – Ruoliškis, Kirkilų ir Kojeliškio (63 lent.). Bendras karstinio regiono ežeringumas siekia 0,36%. Vertinant atskirus pabaseinius, didžiausias yra Apaščios pabaseinio karstiniame regione ežeringumas – 3,17%. Tatulos, Lėvens ir Mūšos pabaseiniuose ežerai užima 0,01-0,02% bendro ploto, o kituose pabaseiniuose (karstinio region ribose) ežerų visai nėra.

63 lentelė. Karstinio regiono ežerai

<i>Ežeras</i>	<i>Tiesioginė vandentėkmė</i>	<i>Pabaseinis</i>	<i>Baseinas</i>	<i>Plotas, ha</i>
Širvėnos	Apaščia	Apaščios	Nemunėlio	319,0
Ruoliškis	Lyglaukių up.			26,7
Kirkilų	-			5,9
Jonavos	Šilinė			3,5
Tarosiškių	Tarosiškio up.			2,4
Mikeliškių	-			1,8
Ripeikių	Bevardis			1,6
Drąseikių	-			1,0
Naradavos	-	Tatulos	Mūšos	1,0
Naciūnų	-			0,9
Mintagailiškių	-			0,9
Salų	-			0,8
Kojeliškio	-			5,5
Švendežeris	-	Mūšos tiesioginis		3,5
Šilo	-	Lėvens		2,7

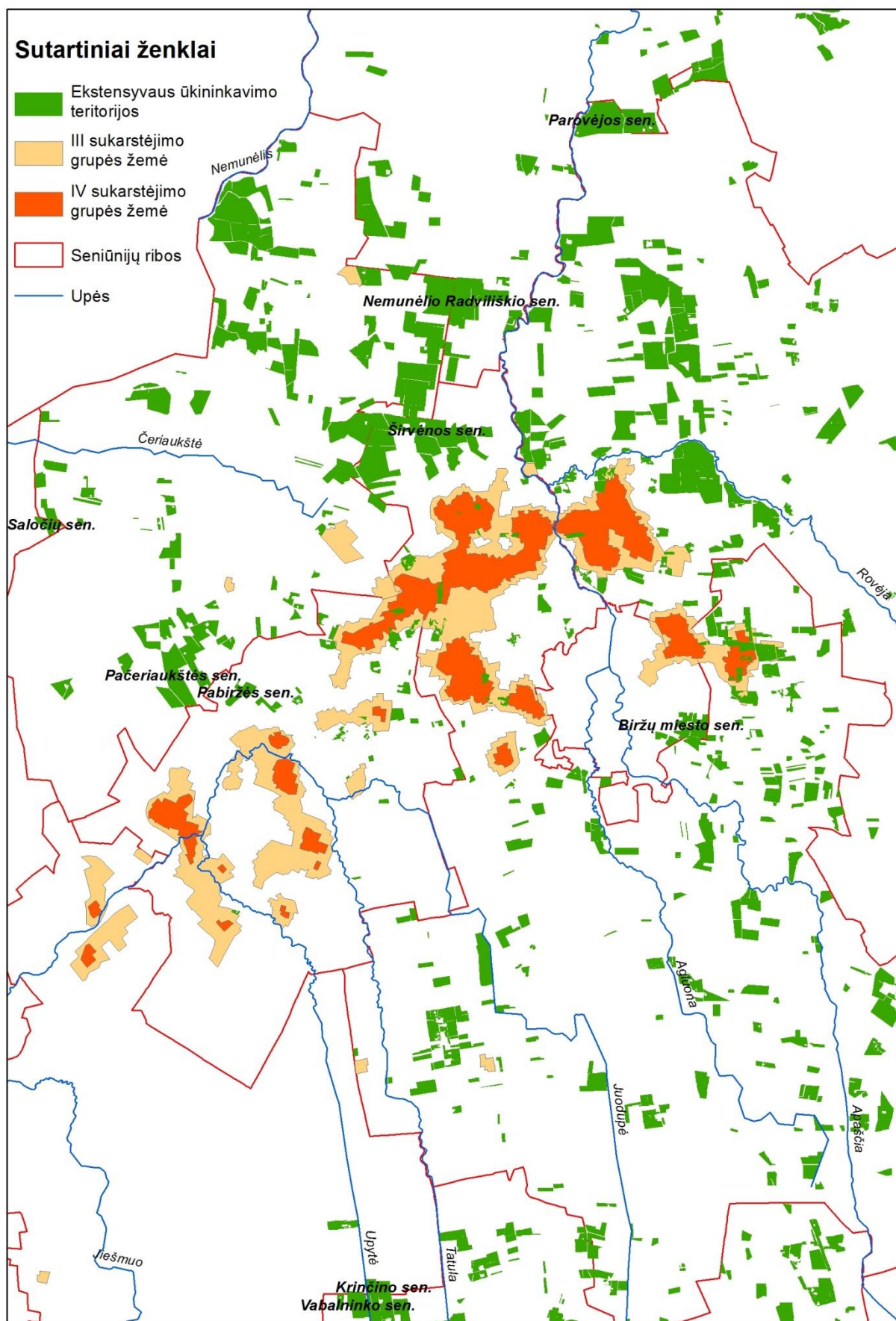
4.2 EKSTENSYVAUS ŪKININKAVIMO TERITORIJOS KARSTINIAME REGIONE

Dėl Šiaurės Lietuvos karstinio regiono kraštovaizdžio ypatumų bei jautrumo, čia yra skatinamas ekologinis ir tausojantis ūkininkavimas. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijos užima 13 440 ha arba 4,2% karstinio regiono seniūnijų ploto. Šios teritorijos karstinio regiono seniūnijose yra pasiskirsčiusios netolygiai (31 pav.). Daugiausiai ekstensyvaus ūkininkavimo plotų yra Pačeriaukštės (14,96%), Vabalninko (11,94%), Nemunėlio Radviliškio (10,06%), Širvėnos (9,67%) bei Parovėjos (7,03%) seniūnijose. Likusiose seniūnijose ekstensyvaus ūkininkavimo plotų procentas svyruoja nuo 0,03% Pasvalio seniūnijoje iki 6,68% Smilgių seniūnijoje.

Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų plėtra karstiniame regione turėtų būti viena iš pagrindinių priemonių, norint užtikrinti tinkamą geriamojo vandens kokybę bei išvengti vandeniui plintančių ligų. Tačiau, kaip matyti iš ekologinių ūkių bei intensyvaus karsto žemių plotų pasiskirstymo karstinio regiono seniūnijose (64 lent.), akivaizdžios koreliacijos tarp šių teritorijų nepastebėta. Daugiausiai intensyvaus karsto žemių turinčioje Biržų rajono Pabiržės seniūnijoje (77,2%) ekologiniai ūkiai užima tik 2,3 % seniūnijos ploto, tuo tarpu, Biržų rajono Nemunėlio Radviliškio seniūnijoje intensyvaus karsto žemių plotai užima tik 4,6% seniūnijos ploto, o ekologiniai ūkiai – net 10%.

64 lentelė. Ekologinių ūkių bei intensyvaus karsto žemių plotų pasiskirstymas seniūnijose

<i>Savivaldybė</i>	<i>Plotas, km²</i>	<i>Seniūnija</i>	<i>Plotas, km²</i>	<i>Ekologinių ūkių plotas, %</i>	<i>Intensyvaus karsto žemių plotas seniūnijoje, %</i>
Biržų raj.	1476	Biržų miesto	17,81	4,4	34,6
		Nemunėlio Radviliškio	196,20	10,0	4,6
		Pabiržės	82,20	2,3	77,2
		Pačeriaukštės	128,21	14,9	44,4
		Parovėjos	285,00	7,0	6,8
		Širvėnos	252,78	9,6	25,3
		Vabalninko	247,62	11,9	4,0
Panevėžio raj.	2178	Naujamiesčio	153,00	0,3	0,0
		Panevėžio	258,90	0,2	4,6
		Smilgių	134,72	6,6	0,6
Pasvalio raj.	1289	Daujėnų	115,00	2,7	4,0
		Joniškėlio	193,37	0,1	5,5
		Krinčino	124,07	0,8	37,6
		Namišių	58,97	0,3	16,5
		Pasvalio miesto	7,25	0,0	100,0
		Pasvalio	139,41	0,03	47,2
		Pumpėnų	149,47	0,8	31,0
		Pušaloto	143,36	0,3	3,1
		Saločių	163,89	0,2	19,1
		Vaškų	191,91	0,1	4,2
Radviliškio raj.	1573	Sidabravo apylinkės	145,52	0,8	1,1
IŠ VISO, km ²	6517		3188,65		



32 pav. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų pasiskirstymas skirtingo karsto intensyvumo žemėse

Tą pačią tendenciją patvirtina ir detalesnė analizė, perdengus ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijas su skirtingo karsto intensyvumo žemių grupėmis (65 lent., 32 pav.). Daugiausiai ekologinių ūkių yra aptinkama intensyvaus karsto I ir II grupės žemėse – atitinkamai 4,6% bei 5,2%. Tuo tarpu didėjant karsto intensyvumui (III ir IV grupės žemėse) bei griežtėjant ūkininkavimo apribojimams ekologinių ūkių procentas mažėja – atitinkamai 3,1% bei 2,4%. Nagrinėjant ekologinių ūkių pasiskirstymą kiekvienoje intensyvaus karsto žemių grupėje atskirai, stebima bendra tendencija: koreliacijos tarp sukarstėjusių žemių ploto savivaldybėje bei ekologinių ūkių ploto – nėra. Pavyzdžiui, II grupės žemių daugiausia yra Biržų rajono Pabiržės seniūnijoje (2620,1 ha), tuo tarpu ekologinių ūkių šiose žemėse yra tik 2,3%, tuo tarpu Vabalninko seniūnijoje sukarstėjusios žemės užima tik 75,6 ha, o ekologinių ūkių procentas jose siekia net 10,5 %.

Intensyvaus karsto zonoje pasėlių struktūra ir tręšimo bei augalų apsaugos sistema yra reglamentuojama *Specialiosiomis žemės ir miško naudojimo sąlygomis* bei *Aplinkos apsaugos reikalavimų ūkinei veiklai Šiaurės Lietuvos karstinio regiono intensyvaus karsto žemėse* aprašu (Ataskaita, 2016, 2.6 lentelė).

65 lentelė. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijos ir skirtingo karsto intensyvumo žemių grupės

Savivaldybė	Seniūnija	Karstinio regiono plotas, %	Intensyvaus karsto žemių plotas seniūnijoje bei ekologinių ūkių užimama ploto dalis							
			I grupės		II grupės		III grupės		IV grupės	
			Plotas	Ek. ūkiai	Plotas	Ek. ūkiai	Plotas	Ek. ūkiai	Plotas	Ek. ūkiai
			ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Biržų raj.	Biržų m.	86,6	332,8	0,8	169,9		76,6		36,2	
	N. Radviliškio	18,6	898,7	2,3	10,0		0,0			
	Pabiržės	100,0	2125,1	2,0	2620,1	2,3	1217,9	0,8	380,2	1,5
	Pačeriaukštės	98,0	4356,6	17,5	1203,5	16,0	134,1	0,0		
	Parovėjos	8,0	689,1	28,1	542,4	17,7	309,7	7,7	388,3	1,0
	Širvėnos	41,1	2898,8	11,1	1614,7	10,4	993,0	7,2	897,6	4,0
	Vabalninko	13,8	907,7	10,9	75,6	10,5				
Panevėžio raj.	Naujamiesčio	0,014	0,0		0,000					
	Panevėžio	8,1	831,6		351,5					
	Smilgių	0,7	85,8		0,0					
Pasvalio raj.	Daujėnų	22,8	425,5		32,9					
	Joniškėlio	9,7	1036,2		27,3					
	Krinčino	99,4	3683,9	0,4	715,5		238,3		27,8	
	Namišių	34,3	923,6		46,9					
	Pasvalio m.	100,0	100,2		194,4		267,3		162,8	
	Pasvalio	98,4	5121,1		1343,5		113,9		6,6	
	Pumpėnų	68,4	3968,3	1,2	639,5	0,3	24,7			
	Pušaloto	11,1	394,7		48,0					
	Saločių	85,8	2781,9		353,9					
	Vaškų	7,8	699,7		115,8					
Radviliškio raj.	Sidabravo apyl.	1,1	117,4		37,9					
IŠ VISO, ha		33,0	32379,0	4,6	10143,1	5,2	3375,6	3,1	1899,6	2,4

Intensyvaus karsto I grupės žemių teritorijose ekologiniai ūkiai užima 4,6%. Daugiausiai ekologinių ūkių yra Biržų raj. Parovėjos ir Pačeriaukštės seniūnijose – atitinkamai 28,1% ir 17,5%. Mažiausiai – Pasvalio rajono Krinčino seniūnijoje – 0,4%. Pagal pasėlių struktūros reikalavimus šios grupės žemėse, javai turėtų užimti 50% nuo visų pasėlių ploto, daugiametės žolės – 40%, kaupiamosios kultūros – 10%. Realioji situacija rodo, kad šių pasėlių struktūros rekomendacijų nėra griežtai laikomasi. Pvz., Biržų rajono Pabiržės seniūnijoje javai (grikliai ir vasariniai kvietrugiai) viršija rekomenduojamus normatyvus ir užima 63% ekologinių ūkių ploto. Pasvalio rajono Krinčino seniūnijoje javai (žieminiai kviečiai ir avižos) užima beveik 80% pasėlių. O Pasvalio rajono Pumpėnų seniūnijoje beveik visi ekologiniai ūkiai (95,8%) yra užsodinti daugiametėmis žolėmis (66 lent., 33 pav.). Kitose seniūnijose nemažus plotus užima pupų, pupelių, žirnių bei dobilų laukai.

Intensyvaus karsto II grupės žemių teritorijose ekologiniai ūkiai užima 5,2 %. Daugiausiai ekologinių ūkių yra Biržų rajono Parovėjos ir Pačeriaukštės seniūnijose – atitinkamai 17,7% ir 16,0%. Mažiausiai – Pasvalio rajono Pumpėnų seniūnijoje – 0,3%. Šios grupės žemėse javai turėtų užimti ~43% nuo visų pasėlių ploto, daugiametės žolės – ~57%, kaupiamosios kultūros – 0%. Reikalavimas dėl javų plotų yra kiek viršijamas Biržų rajono Pabiržės seniūnijoje (50,8%). Daugiametės žolės yra auginamos tik 3-jose seniūnijose: Biržų rajono Širvėnos ir Vabalninko seniūnijose jų plotai nesiekia rekomenduojamos ribos (atitinkamai yra 25,8% ir 31,9%) bei Pumpėnų seniūnijoje. Pastarojoje daugiametės žolės užima 100% visų pasėlių ploto. Kituose plotuose vyrauja pupų, pupelių, žirnių bei dobilų laukai (67 lent., 34 pav.).

Intensyvaus karsto III grupės žemių teritorijose ekologiniai ūkiai užima 3,1 %. Daugiausiai ekologinių ūkių yra Biržų rajono Parovėjos ir Širvėnos seniūnijose – atitinkamai 7,7% ir 7,2%. Mažiausiai – Biržų rajono Pačeriaukštės seniūnijoje – 0,01%. Pagal pasėlių struktūros reikalavimus čia turėtų būti tik priešsėlis, daugiametės žolės – ~100%, kaupiamosios kultūros – 0%. Realioji situacija yra kiek kitokia. Biržų rajono Pabiržės seniūnijoje pasėlių struktūroje javai užima beveik 89%, o klynai – 11%. Biržų rajono Pačeriaukštės seniūnijoje nors ir labai nedidelis plotas, bet jis 100% yra apsodintas žieminiais rugiais. Parovėjos ir Širvėnos seniūnijose pasėlių struktūroje atsiranda daugiamečių žolių plotai, bet jie nesiekia rekomenduojamos 100% ribos (68 lent., 35 pav.).

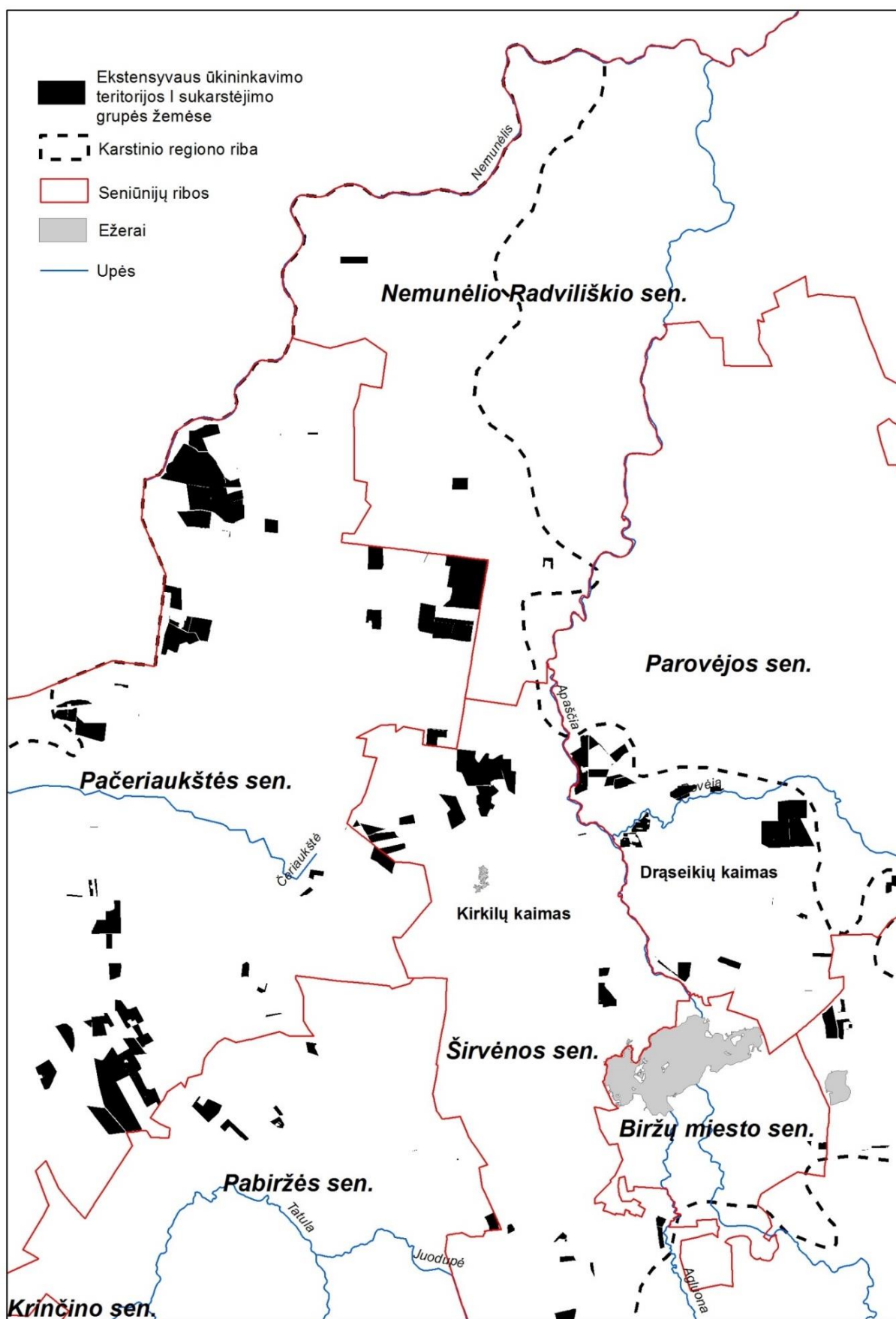
Intensyvaus karsto IV grupės žemių teritorijose ekologiniai ūkiai užima 2,4 %. Ekologiškai ūkininkaujama yra tik trijose Biržų rajono Pabiržės, Parovėjos ir Širvėnos seniūnijose – atitinkamai 1,5%, 1% ir 4%. Remiantis pasėlių struktūros reikalavimais, čia turėtų vyrauti tik pievos ir miškai, auginami medingieji ir vaistiniai augalai, o javų ir kaupiamųjų kultūrų pasėlių struktūroje neturėtų būti visai. Deja, bet pasėlių struktūros reikalavimų nėra laikomasi. Šios grupės žemėse yra daugiau ar mažiau auginamos avižos, grikliai, žirniai, dobilai, daugiametės žolės (69 lent., 36 pav.).

Nors vienas iš šio regiono geriamo vandens kokybės užtikrinimo kelių yra ekstensyvus ūkininkavimas bei nuolatinė vandens sistemų kontrolė, tačiau iš atliktos analizės galime daryti išvadą, jog ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų plėtros tendencijos nėra aiškiai susijusios su karstinio regiono ypatumais.

66 lentelė. Vyraujančių pasėlių struktūra intensyvaus karsto I grupės žemėse

AVI – avižos, BMI – žemės ūkio augalų mišiniai, kuriuose baltyminiai augalai yra vyraujantys (išskyrus žolinių augalų mišinių), DGP – Daugiametės ganyklos/pievos, DOB – dobilai, KVŽ – Žieminiai kviečiai, RUŽ – žieminiai rugiai, ŽIR – žirniai, KRŽ – žieminiai kvietrugiai, ŠAU – šaltalankių uogynai, PUP – pupos, pupelės, pupuolės, GRI – grikliai, KRV – vasariniai kvietrugiai

Savivaldybė	Seniūnija	Plotas, ha	I grupės žemės, ha	Ekologiniai ūkiai I gr. žemėse, %	Pasėlių struktūra, %											
					AVI	BMI	DGP	DOB	KVŽ	RUŽ	ŽIR	KRŽ	ŠAU	PUP	GRI	KRV
Biržų raj.	Biržų miesto	1781	332,8	0,8	2,8											
	Nemunėlio Radviliškio	19620	898,7	2,3							79,2	13,3				
	Pabiržės	8220	2125,1	2,0				16,7							49,4	14,0
	Pačeriaukštės	12821	4356,6	17,5					23,6			13,4		35,7		
	Parovėjos	28500	689,1	28,1				20,2				40,5				
	Širvėnos	25278	2898,8	11,1					9,4		15,6	30,7	8,7	7,6	10,0	
	Vabalninko	24762	907,7	10,9	7,6	33,6	27,6	2,6	19,4	8,5	0,3					
Panevėžio raj.	Naujamiesčio	15300	0,0													
	Panevėžio	25890	831,6													
	Smilgių	13472	85,8													
Pasvalio raj.	Daujėnų	11500	425,5				0,1									
	Joniškėlio	19337	1036,2													
	Krinčino	12407	3683,9	0,4	24,7	20,4			55,0							
	Namišių	5897	923,6													
	Pasvalio miesto	725	100,2													
	Pasvalio	13941	5121,1													
	Pumpėnų	14947	3968,3	1,2			95,8									
	Pušaloto	14336	394,7													
	Saločių	16389	2781,9													
	Vaškų	19191	699,7													
Radviliškio raj.	Sidabravo apylinkės	14552	117,4													
IŠ VISO, ha		318865	32379,0	4,6												

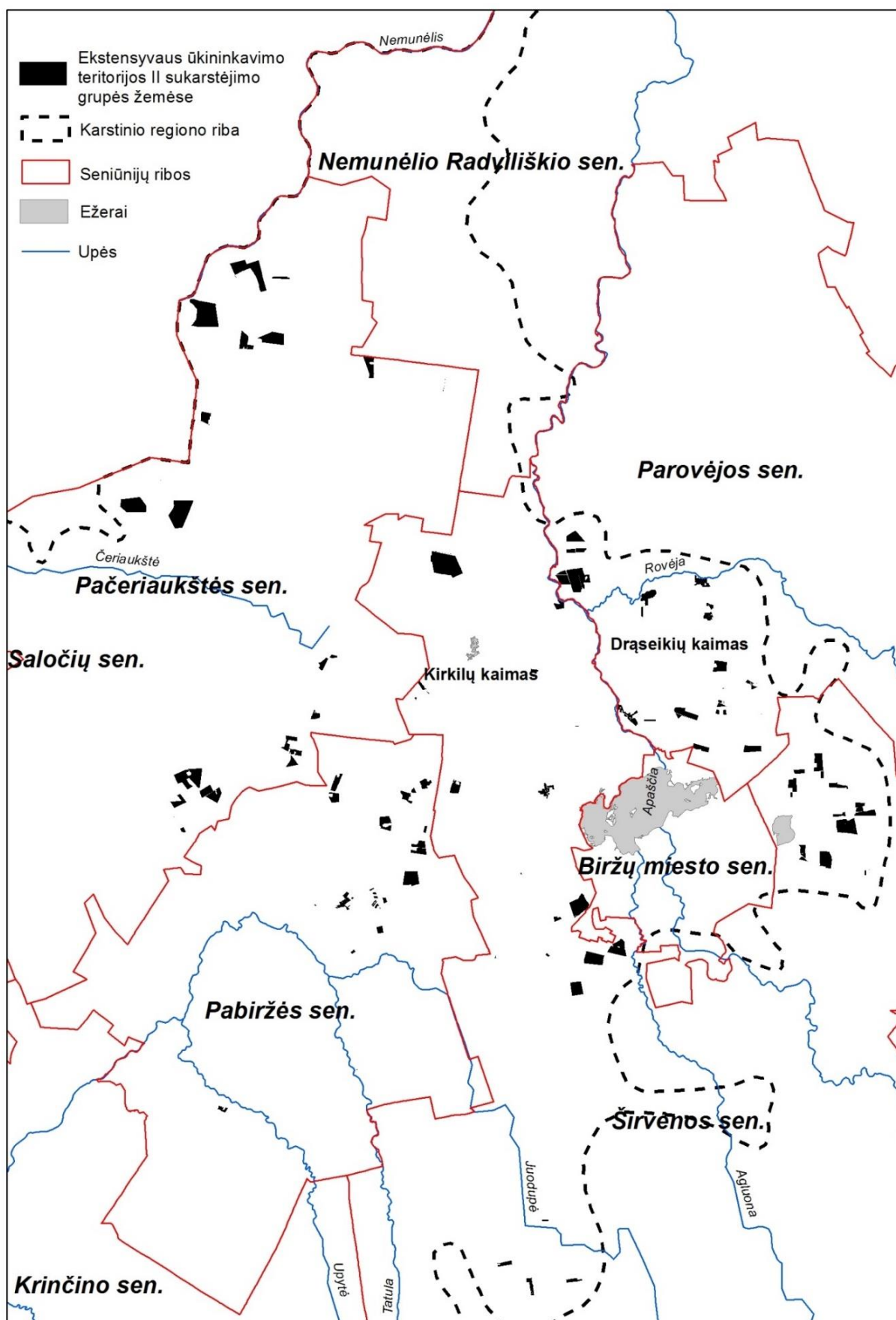


33 pav. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų pasiskirstymas intensyvaus karsto I grupės žemėse

67 lentelė. Vyraujančių pasėlių struktūra intensyvaus karsto II grupės žemse

AVI – avižos, BMI – žemės ūkio augalų mišiniai, kuriuose baltyminiai augalai yra vyraujantys (išskyrus žolinių augalų mišinių), DGP – Daugiametės ganyklos/pievos, DOB – dobilai, KVŽ – Žieminiai kviečiai, RUŽ – žieminiai rugiai, ŽIR – žirniai, KRŽ – žieminiai kvietrugiai, ŠAU – šaltalankių uogynai, PUP – pupos, pupelės, pupuolės, GRI – grikliai, KRV – vasariniai kvietrugiai, KVV – vasariniai kviečiai, KMY – kmynai, DAK – kitos daržovės

Savivaldybė	Seniūnija	Plotas, ha	II grupės žemės, ha	Ekologiniai ūkiai II gr. žemėse, %	Pasėlių struktūra, %														
					AVI	BMI	DGP	DOB	KVŽ	RUŽ	ŽIR	KRŽ	ŠAU	PUP	GRI	KRV	KVV	KMY	DAK
Biržų raj.	Biržų miesto	1781	169,9																
	Nemunėlio Radviliškio	19620	10,0																
	Pabiržės	8220	2620,1	2,3	8,6			17,1							33,7		8,5	9,1	8,8
	Pačeriaukštės	12821	1203,5	16,0										64,4	19,1				
	Parovėjos	28500	542,4	17,7				14,5				25,3		6,4	9,5		5,8		
	Širvėnos	25278	1614,7	10,4	14,2		25,8	13,6						24,0					
	Vabalninko	24762	75,6	10,5			31,9				68,0								
Panevėžio raj.	Naujamiesčio	15300	0,0																
	Panevėžio	25890	351,5																
	Smilgių	13472	0,0																
Pasvalio raj.	Daujėnų	11500	32,9																
	Joniškėlio	19337	27,3																
	Krinčino	12407	715,5																
	Namišių	5897	46,9																
	Pasvalio miesto	725	194,4																
	Pasvalio	13941	1343,5																
	Pumpėnų	14947	639,5	0,3			100,0												
	Pušaloto	14336	48,0																
	Saločių	16389	353,9																
	Vaškų	19191	115,8																
Radviliškio raj.	Sidabravo apylinkės	14552	37,9																
IŠ VISO, ha		318865	10143,1	5,2															

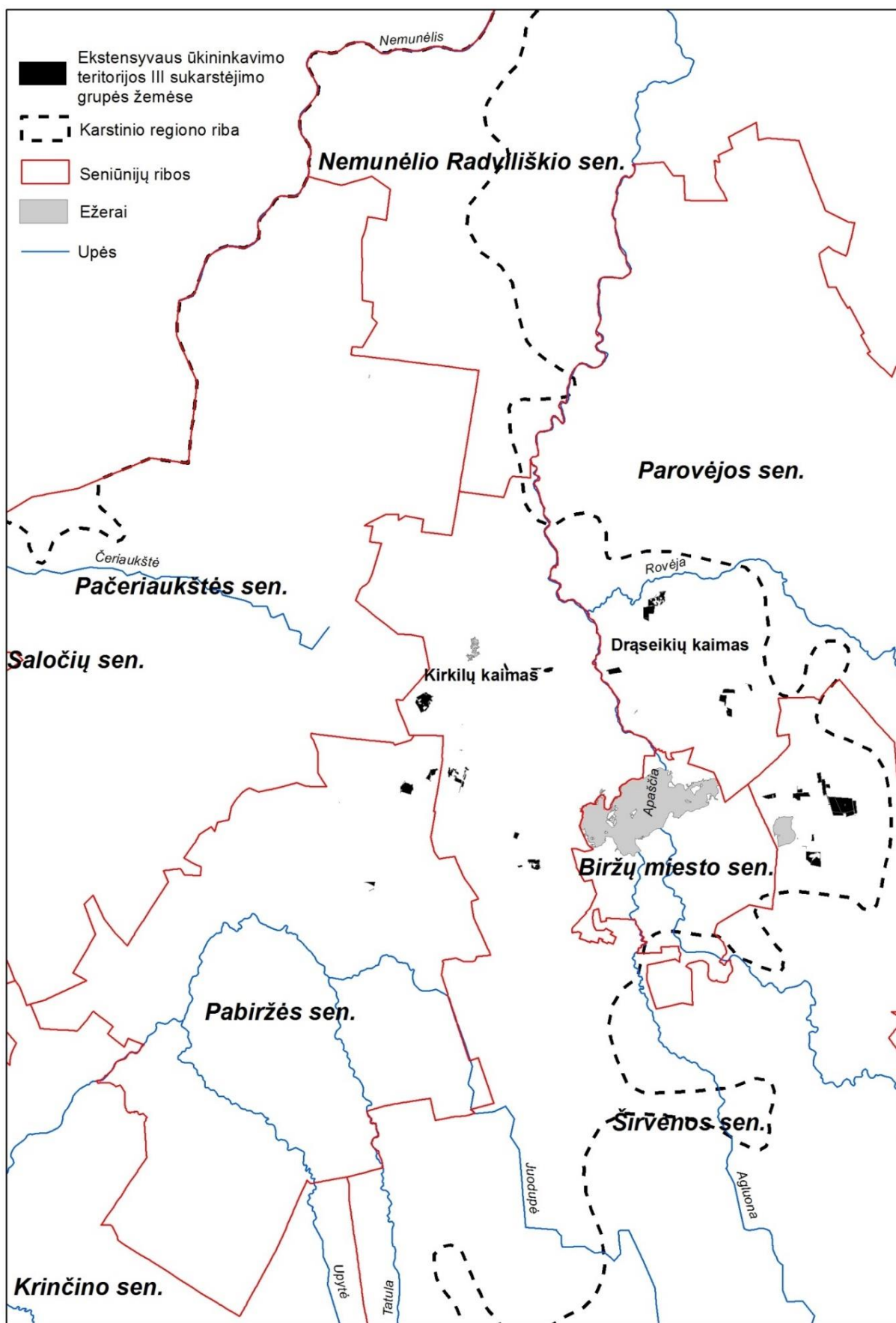


34 pav. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų pasiskirstymas intensyvaus karsto II grupės žemėse

68 lentelė. Vyraujančių pasėlių struktūra intensyvaus karsto III grupės žemse

AVI – avižos, BMI – žemės ūkio augalų mišiniai, kuriuose baltyminiai augalai yra vyraujantys (išskyrus žolinių augalų mišinių), DGP – Daugiametės ganyklos/pievos, DOB – dobilai, KVŽ – žieminiai kviečiai, RUŽ – žieminiai rugiai, ŽIR – žirniai, KRŽ – žieminiai kvietrugiai, ŠAU – šaltalankių uogynai, PUP – pupos, pupelės, pupuolės, GRI – grikliai, KRV – vasariniai kvietrugiai, KVV – vasariniai kviečiai, KMY – kmynai, DAK – kitos daržovės, GPŽ – ganyklos arba pievos, daugiametės žolės (eraičiai, miglės, motiejukai svidrės ir kt.) iki 5 metų

Savivaldybė	Seniūnija	Plotas, ha	III grupės žemės, ha	Ekologiniai ūkliai III gr. žemėse, %	Pasėlių struktūra, %															
					AVI	BMI	DGP	DOB	KVŽ	RUŽ	ŽIR	KRŽ	ŠAU	PUP	GRI	KRV	KVV	KMY	DAK	GPŽ
Biržų raj.	Biržų miesto	1781	76,6																	
	Nemunėlio Radviliškio	19620	0,0																	
	Pabiržės	8220	1217,9	0,8	59,2							29,7						11		
	Pačeriaukštės	12821	134,1	0,01						100,0										
	Parovėjos	28500	309,7	7,7			34,8	38,1						11,8	15,0					
	Širvėnos	25278	993,0	7,2			43,4	14,9			7,8									10.3
	Vabalninko	24762																		
Panevėžio raj.	Naujamiesčio	15300																		
	Panevėžio	25890																		
	Smilgių	13472																		
Pasvalio raj.	Daujėnų	11500																		
	Joniškėlio	19337																		
	Krinčino	12407	238,3																	
	Namišių	5897																		
	Pasvalio miesto	725	267,3																	
	Pasvalio	13941	113,9																	
	Pumpėnų	14947	24,7																	
	Pušaloto	14336																		
	Saločių	16389																		
Radviliškio raj.	Vaškų	19191																		
	Sidabravo apylinkės	14552																		
IŠ VISO, ha		318865	3375,6	3,1																

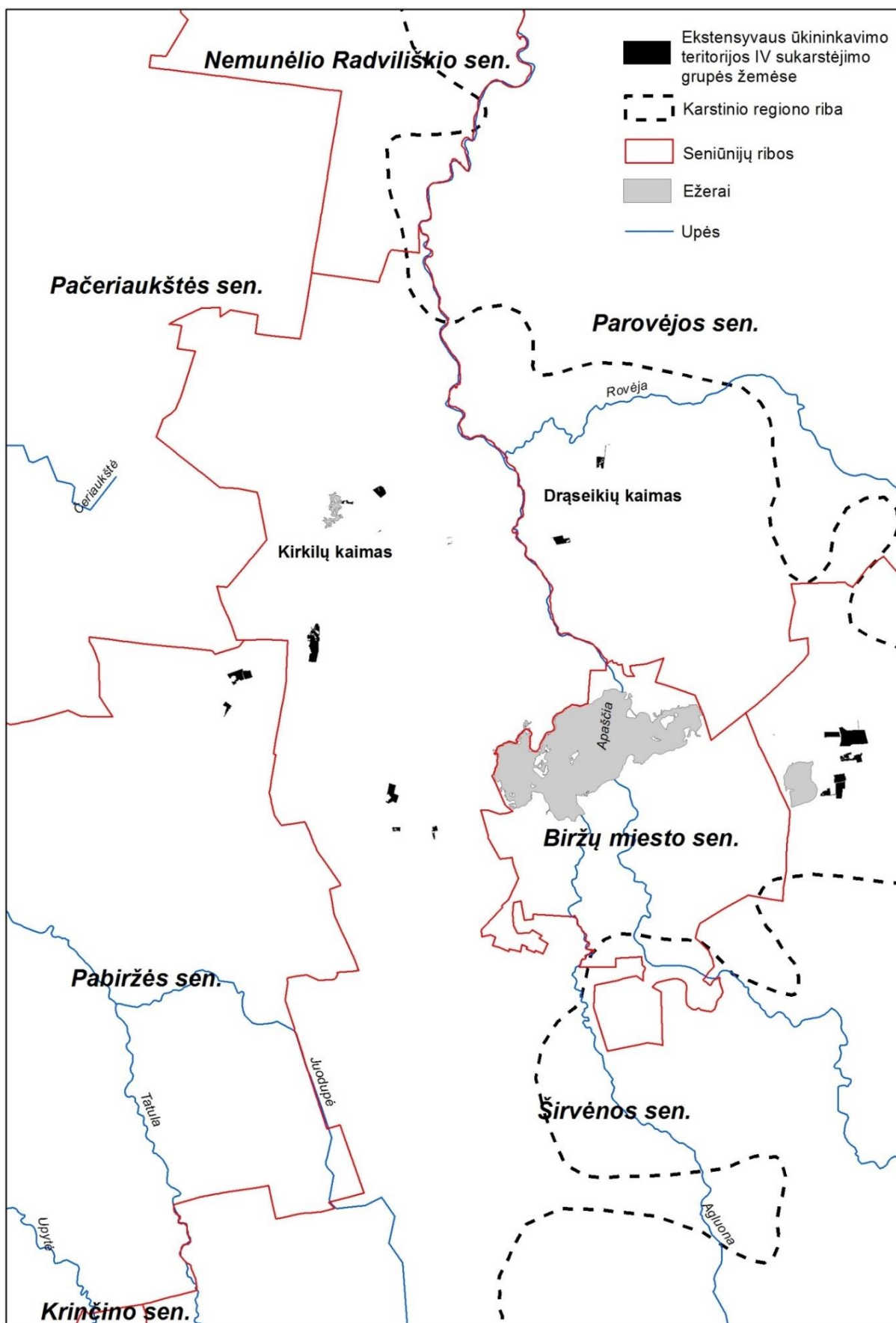


35 pav. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų pasiskirstymas intensyvaus karsto III grupės žemėse

69 lentelė. Vyraujančių pasėlių struktūra intensyvaus karsto IV grupės žemse

AVI – avižos, BMI – žemės ūkio augalų mišiniai, kuriuose baltyminiai augalai yra vyraujantys (išskyrus žolinių augalų mišinių), DGP – Daugiametės ganyklos/pievos, DOB – dobilai, KVŽ – Žieminiai kviečiai, RUŽ – žieminiai rugiai, ŽIR – žirniai, KRŽ – žieminiai kvietrugiai, ŠAU – šaltalankių uogynai, PUP – pupos, pupelės, pupuolės, GRI – grikliai, OBS – obelių sodai

Savivaldybė	Seniūnija	Plotas, ha	IV grupės žemės, ha	Ekologiniai ūkiai IV gr. žemėse, %	Pasėlių struktūra, %											
					AVI	BMI	DGP	DOB	KVŽ	RUŽ	ŽIR	KRŽ	ŠAU	PUP	GRI	OBS
Biržų raj.	Biržų miesto	1781	36,2													
	Nemunėlio Radviliškio	19620														
	Pabiržės	8220	380,2	1,5	19,4						52,8				28,7	
	Pačeriaukštės	12821														
	Parovėjos	28500	388,3	1,0				44,1							58,2	
	Širvėnos	25278	897,6	4,0	13,3		11,6	7,3			27,3					20,3
	Vabalninko	24762														
Panevėžio raj.	Naujamiesčio	15300														
	Panevėžio	25890														
	Smilgių	13472														
Pasvalio raj.	Daujėnų	11500														
	Joniškėlio	19337														
	Krinčino	12407	27,8													
	Namišių	5897														
	Pasvalio miesto	725	162,8													
	Pasvalio	13941	6,6													
	Pumpėnų	14947														
	Pušaloto	14336														
	Saločių	16389														
	Vaškų	19191														
Radviliškio raj.	Sidabravo apylinkės	14552														
IŠ VISO, ha		318865	1899,6	2,4												



36 pav. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų pasiskirstymas intensyvaus karsto IV grupės žemėse

IŠVADOS

1. Ekologinės būklės rodiklių trendai didžiosiose karstinio regiono upėse (Mūšoje ties Saločiais ir Tatuloje ties Biržais) yra analogiški: stebimas deguonies kiekio didėjimas, biocheminis deguonies sunaudojimas, amonio azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo mažėjimas, nitratų azoto bei bendrojo azoto koncentracijų kaitoje ryškių pokyčio tendų nėra. Tai rodo gerėjančią didžiųjų karstinio regiono upių ekologinę būklę.
2. Mūšoje ir Tatuloje aukščiau Biržų vandens kokybė dar gana dažnai nepasiekia geros ar labai geros kokybės klasės pagal nitratų azoto ir bendrojo azoto koncentraciją, o ilgalaikės kaitos trendai nerodo, kad situacija keistųsi. Taigi, žemės ūkio veikla, perteklinis trąšų naudojimas šių upių baseinuose vis dar išlieka problema.
3. Pagal fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentraciją daugiausia atvejų, kai kokybės klasė nesiekė geros, nustatyta Čeriaukštėje žemiau Putrių, vienkartiniai blogos ar labai blogos ekologinės būklės klasės atvejai fiksuoti Tatuloje ties Čeniškiais, Upytėje ties Kirdoniais, Svalioje ties Talačkoniais. Blogos ir labai blogos vandens kokybės klasių pagal deguonies kiekį pavieniai atvejai nustatyti Čeriaukštėje žemiau Putrių, Kamatyje ties Žadeikoniais, Jiešmenyje žemiau Krinčino, Įstre žemiau Pumpėnų ir Pyvesoje tarp Žadeikių ir Geivitonių. Tai rodo galima neigiamą žemės ūkio poveikį mažų karstinio regiono upelių vandens kokybei. Taigi, ilgalaikiai stebėjimai rodo paviršinio vandens kokybės gerėjimą karstiniame regione bei aplinkiniuose baseinuose. Tačiau, norint pasiekti gerą vandens kokybę pagal visus ekologinės būklės klasių kriterijus reikia spręsti nitratų ir bendrojo azoto prietakos į paviršinius vandens telkinius problemą, susijusią su žemės ūkio veikla ir pertekliniu trąšų naudojimu.
4. Vertinant ilgalaikę požeminio vandens kokybės kaitą, rasta, jog kai kurie cheminiai rodikliai stebėti su pertraukomis, nesistemiškai, kai kuriuose gręžiniuose jų visai nebuvo, todėl požeminio vandens kokybės tendų nustatyme pasirinkti tie cheminiai rodikliai, kurių stebėjimų eilė be pertrūkių. Ryškių ilgalaikių cheminių rodiklių didėjimo ar mažėjimo tendencijų nenustatyta, tačiau vertinant bendrąją mineralizaciją, bei kalcio ir sulfatų kiekį, nustatyti gana dideli pasikeitimai. Tai galima sieti su vandens kokybės rodiklių nustatymo metodikos pasikeitimu, tačiau išsamesnė analizė leidžia daryti prielaidą, kad bendros mineralizacijos, kalcio jonų, sulfatų kiekio pasikeitimas gali būti susijęs su natūraliais arba antropogeniniais pokyčiais karstinio regiono požeminio vandens sistemoje. Šią prielaidą reikia patikrinti vykdant tolimesnius karstinio regiono vandens sistemos tyrimus. Tai leistų geriau suprasti koku būdu ir kokiomis sąlygomis vyksta karstinio regiono požeminio vandens mitybą.
5. Tęsiant tiriamąjį monitoringą, siūloma du Drąseikių kaimo šaltinius keisti į Kiemelių ir Krinčino šaltinius (Pyvesos-Jiešmens vandenskyros iškrovos zona).
6. Visų tirtų sunkiųjų metalų kiekiai karstinio regiono vandenyje 2017 m. buvo maži ir neviršijo leistinos koncentracijos.

7. Pagal Žaliojo šaltinio hidrologinius tyrimus nustatyta, kad esant laisvai vagai šaltinio debitas kinta nuo 0,4 iki 0,85 m³/s, o susidarius Lėvens patvankai debitas atvirkščiai proporcingas šaltinio vandens lygiui.
8. Žaliojo šaltinio vandenyje pavasarį ir vasaros pradžioje padidėja fosforo kiekis iki 0,355 mg/l. Toks fosforo padidėjimas gali būti siejamas su pavasarinio tręšimu Žaliojo šaltinio baseine. Šio šaltinio vandenyje išskirtinai didelis chloro kiekis (iki 44,68 mg/l). Tai gali rodyti didesnį paviršinio vandens pritekėjimą į nuo Pasvalio miesto gatvių į Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį.
9. Daugelyje karstinio regiono paviršinio ir požeminio vandens šaltinių nustatyta aukštas permanganatinės oksidacijos indeksas, parodantis lengvai besioksiduojančių organinių medžiagų kiekį vandenyje.
10. Smardonės I ir Salomėjos šaltinių bei Požemio, Ūgės upelių vandenyje santykinai didelis bendrojo azoto kiekis (šaltinių – iki 5, 5 mg/l, Požemio – iki 8,7 mg/l, Ūgės iki 8,9 mg/l). Tai gali būti dėl žemės ūkio taršos.
11. 2017 m. balandžio mėn. Smardonės II šaltinyje labai padidėjo mineralinio (iki 0,599 mg/l) ir bendrojo fosforo (iki 0,609 mg/l) kiekis. Tokio padidėjimo nebuvo nei Smardonės I, nei Salomėjos šaltiniuose. Toks fosforo padidėjimas gali būti siejamas su pavasarinio tręšimu šaltinio baseine.
12. Bendras Smardonės ir Salomėjos šaltinių baseinas yra apie 43 km². Jis apima Požemio baseiną ir dalį Tatulos-Apaščios vandenskyros. Šioje teritorijoje paviršiniai ir gruntiniai vandenys maitina Įstro-Tatulos vandeningą sluoksnį. Ateityje reikėtų patikslinti Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio mitybos teritoriją Tatulos ir Apaščios vandenskyroje. Planuojant teritoriją tvarkymą ir naudojimą, reikėtų šioje plotuose neplėsti pramoninių ir kitų vandens taršą generuojančių objektų, diegti ekstensyvų žemės ūkį, taip pat ieškoti galimybės nebeplėsti baseine esančių kapinių ploto. Rekomenduojama paskelbti šią teritoriją kraštovaizdžio draustiniu.
13. Pažymėtinas gana aukštas bichromatinės oksidacijos indeksas Pelanio (iki 115,2) ir Žaliajame (67,2) ežeruose bei Požemio (iki 71,6) ir Įstro (Stanioniai, 70,7) upeliuose. Jo santykis su permanganatine oksidacija parodo sunkiai oksiduojamų organinių medžiagų kiekį.
14. Pelanio ežere amonio koncentracija siekė net 1,17 mg/l. Per 2016-2017 m. laikotarpį ji buvo ženkliai didesnė 2016 m. 2016 m. didesnės buvo ir nitratų bei nitritų koncentracijos. Galima daryti prielaidą, kad 2016 m., su gruntu vandeniu į Pelanio ežerą pateko didesnis biogenų kiekis. Tačiau to nematyti analizuojant bendrojo fosforo koncentracijas, jo kiekis kito nuo 0,028 (2016 m.) iki 0,324 mg/l (2017 m.).
15. 2017 m. Pelanio ežere padidėjo kalcio ir sulfatų kiekis bei bendra jonų suma. Jonų suma 2016 m. tesiekė tik 518, 2 mg/l, o 2017 m. buvo nuo 1153 iki 1915 mg/l. Žaliajame ežere, skirtingai nei Pelanio, 2016 ir 2017 m. kalcio ir sulfatų kiekiai bei jonų suma buvo panašūs. Tai rodo skirtingą šių ežerų mitybos tipą. Nepriklausomai nuo hidrometeorologinių sąlygų Žaliajį ežerą maitina gruntinis vanduo, o Pelanio mityba priklauso nuo hidrometeorologinių sąlygų: esant sausiems ir

- vidutiniams metams jo mityboje vyrauja gruntinis, o esant šlapiesiems metams – Įstro-Tatulos sluoksnio vanduo.
16. Kirkilų ežero mitybos struktūra panaši į Pelanio ežero. Tai patvirtina hidrocheminiai tyrimai 2016-2017 m. Čia jonų suma 2016 m. tesiekė tik 523,2 mg/l, o 2017 m. buvo nuo 892 iki 964 mg/l. Šiek tiek mažesnę nei Pelanio jonų sumą, matyt, lemia paviršinio vandens pritekėjimas Šilinės upeliu.
 17. Žaliajame ežere nitritų ir nitratų kiekiai buvo nedideli, tačiau amonio koncentracija siekė net 1,317 mg/l. Ji buvo didelė tiek 2016, tiek ir 2017 m. Gana didelė buvo ir bendrojo fosforo koncentracija. Tai galėjo būti nulemta žemės ūkio taršos ežero baseine.
 18. Požemyje buvo nustatytas didelis bendro azoto (iki 15,82 mg/l) ir bendrojo fosforo (iki 0,355 mg/l) kiekis, dideli permanganatinės ir bichromatinės oksidacijos indeksai. Tai gali būti dėl žemės ūkio bei sutelktosios (Biržų miesto kapinės ir kt.) taršos Požemio baseine.
 19. Ūgės baseine buvo nustatytas didelis chloro (iki 51,76 mg/l), natrio (iki 31 mg/l), nitritų, nitratų ir amonio kiekis. Tai gali būti tiek dėl žemės ūkio taršos upelio baseine, tiek ir dėl buitinių nuotekų patenkančių į Ūgę.
 20. Nitritų, nitratų, amonio, bendro azoto ir bendrojo fosforo kiekis Įstro aukštupyje buvo mažesnis nei Požemyje bei Ūgėje. Tai rodo santykinai mažesnę vandens taršą Įstro aukštupyje nei intensyvaus karsto zonoje – Požemio ir Ūgės baseinuose.
 21. Įstro žemupyje nustatytas mažesnis bendro azoto ir bendrojo fosforo kiekis nei aukštupyje. To priežastimi gali būti prasiskiedimas mažai biogenų turinčiu Įstro-Tatulos vandeningo sluoksnio vandeniu.
 22. Beveik visą Šiaurės Lietuvos karstinį regioną drenuoja Lielupės baseino upės: Mūšos baseinas – 81,5%, Nemunėlio baseinas – 18,1%, Lielupės mažųjų intakų baseinas apie 0,2%. Tik apie 0,2% tenka Nevėžio baseinui.
 23. Regione teka apie 140 upių, upių tinklo tankis yra 0,83 km/km². Maždaug pusė upių yra tokios, kurių beveik visa vaga (>90%) patenka į karstinio regiono teritoriją. Tai trumpos, iki 15 km ilgio, upės. Ilgiausias karstiniame regione atkarpa, sudaranti daugiau nei pusę viso ilgio, turi Upytė (24,2 km, 82% viso upės ilgio), Įstras (25,1 km, 62%) ir Tatula (34,6 km, 53%).
 24. Karstiniame regione yra 15 ežerų, didesnių nei 0,5 ha, dauguma susitelkę Apaščios baseine. Tarp jų plotu išsiskiria Širvėnos ežeras. Bendras karstinio regiono ežeringumas siekia 0,36%.
 25. Šiaurės Lietuvos karstiniame regione ekstensyvaus ūkininkavimo teritorija užima 13 440 ha arba 4,2% karstinio regiono ploto. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijos karstinio regiono seniūnijose yra pasiskirsčiusios netolygiai. Daugiausiai ekstensyvaus ūkininkavimo plotų yra Pačeriaukštės (14,96%), Vabalninko (11,94%), Nemunėlio Radviliškio (10,06%), Širvėnos (9,67%) bei Parovėjos (7,03%) seniūnijose. Likusiose seniūnijose ekstensyvaus ūkininkavimo plotų procentas svyruoja nuo 0,03% Pasvalio seniūnijoje iki 6,68% Smilgių seniūnijoje.
 26. Ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų plėtra karstiniame regione turėtų būti viena iš pagrindinių priemonių, norint užtikrinti tinkamą geriamo vandens kokybę bei išvengti vandeniui plintančių ligų.

Tačiau, kaip matyti iš ekologinių ūkių bei intensyvaus karsto žemių plotų pasiskirstymo, Karstinio regiono seniūnijose akivaizdžios koreliacijos tarp šių teritorijų nerasta. Daugiausiai ekologinių ūkių yra aptinkama I ir II karsto intensyvumo žemių grupėse – atitinkamai 4,6% bei 5,2%. Tuo tarpu didėjant karsto intensyvumui (III ir IV grupės žemės) bei griežtėjant ūkininkavimo apribojimams ekologinių ūkių procentas mažėja – atitinkamai 3,1% bei 2,4%.

27. Intensyvaus karsto I grupės žemėse ekologiniai ūkiai užima 4,6%. Pagal pasėlių struktūros reikalavimus šios grupės žemėse, javai turėtų užimti 50% nuo visų pasėlių ploto, daugiametės žolės – 40%, kaupiamosios kultūros – 10%. Realioji situacija rodo, kad šių pasėlių struktūros rekomendacijų nėra griežtai laikomasi.
28. Intensyvaus karsto II grupės žemėse ekologiniai ūkiai užima 5,2 %. Šios grupės žemėse javai turėtų užimti ~43% nuo visų pasėlių ploto, daugiametės žolės – ~57%, kaupiamosios kultūros – 0%. Reikalavimas dėl javų plotų yra kiek viršijamas Biržų raj. Pabiržės seniūnijoje (50,8%). Daugiametės žolės yra auginamos tik 3-jose seniūnijose: Biržų raj. Širvėnos ir Vabalninko seniūnijose jų plotai nesiekia rekomenduojamos ribos (atitinkamai yra 25,8% ir 31,9%) bei Pumpėnų seniūnijoje. Pastarojoje daugiametės žolės užima 100% visų pasėlių ploto. Kituose plotuose vyrauja pupų, pupelių, žirnių bei dobilų laukai.
29. Intensyvaus karsto III grupės žemėse ekologiniai ūkiai užima 3,1%. Pagal pasėlių struktūros reikalavimus čia turėtų būti tik priešsėlis, daugiametės žolės – ~100%, kaupiamosios kultūros – 0%. Realioji situacija yra kiek kitokia. Biržų raj. Pabiržės seniūnijoje pasėlių struktūroje javai užima beveik 89%, o klynos – 11%. Biržų raj. Pačeriaukštės seniūnijoje nors ir labai nedidelis plotas, bet jis 100% yra apsodintas žieminiais rugiais. Parovėjos ir Širvėnos seniūnijose pasėlių struktūroje atsiranda daugiamečių žolių plotai, bet jie dar nesiekia rekomenduojamos 100% ribos.
30. Intensyvaus karsto IV grupės žemėse ekologiniai ūkiai užima 2,4 %. Remiantis pasėlių struktūros reikalavimais, čia turėtų vyrauti tik pievos ir miškai, auginami medingieji ir vaistiniai augalai, o javų ir kaupiamųjų kultūrų pasėlių struktūroje neturėtų būti visai. Deja, pasėlių struktūros reikalavimų nėra laikomasi. Šios grupės žemėse yra daugiau ar mažiau auginamos avižos, griekiai, žirniai, dobilai, daugiametės žolės.
31. Nors vienas iš šio regiono geriamo vandens kokybės užtikrinimo kelių yra ekstensyvus ūkininkavimas bei nuolatinė vandens sistemų kontrolė, tačiau iš atliktos analizės galime daryti išvadą, jog ekstensyvaus ūkininkavimo teritorijų plėtros tendencijos nėra aiškiai susijusios su karstinio regiono ypatumais.