



ŠIAURĖS LIETUVOS ŠACHTINIŲ ŠULINIŲ VANDENS KOKYBĖS TYRIMAS

Ginta Dabužinskaitė¹, Ilona Kerienė², Aušra Mažeikienė³

^{1,3}VGTU AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra

²ŠU Regionų plėtros institutas

El. paštas: ¹ginta.dabuzinskaite@stud.vgtu.lt; ²ilona.keriene@su.lt; ³ausra.mazeikiene@vgtu.lt

Anotacija. Lietuvoje apie 700 tūkst. gyventojų vis dar iš šachtinių šulinių tebevartoja geriamąjį vandenį, kurio kokybė neužtikrina saugaus jo vartojimo. 2017–2018 metais tirta Šiaulių miesto, rajono ir apskrities šachtinių šulinių vandens kokybė. Nustatytos geležies, fosfatų, fluoridų, chloridų, bromidų, nitritų, nitratų, sulfatų jonų koncentracijos ir bendrasis vandens kietis. Nustatyta, kad 60 % tirtųjų Šiaulių miesto ir apskrities šachtinių šulinių vandens kokybė pagal nitratų ir geležies jonų koncentracijas neatitinka HN 24:2017 higienos normos reikalavimų. Didžiausia geležies jonų koncentracija nustatyta Šiaulių rajone, sodų bendrijos šulinio vandenyje (214 µg/l), kur iš viso 10 % tirtųjų mėginių viršijo HN 24:2017 higienos normos reikalavimus. Šiaulių miesto gyventojai, vartojantys vandenį iš šachtinių šulinių, turėtų atkreipti dėmesį į vandens kokybę dėl didelės (daugiau, kaip 300 mg/l) nitratų jonų koncentracijos, iki 6 kartų viršijančios HN 24:2017 higienos normos reikalavimus. Gyventojams rekomenduojama aktyviau jungtis prie centralizuotų vandentiekio tinklų arba periodiškai tikrinti geriamojo vandens kokybę.

Reikšminiai žodžiai: geriamasis vanduo, šachtiniai šuliniai, vandens kokybė, mineralizacija, nitratai.

Įvadas

Viena svarbiausių šių dienų aktualijų – geriamojo vandens kokybė, kurią atspindi mineralizacijos pasiskirstymas (Klimas, 2003; Kubiliūtė, 2010; European Environment Agency, 2015; Menberg, Blum, Kurylyk ir Bayer, 2014). Vandens mineralizacija – bendras mineralinės medžiagos kiekis vandenyje (Juodkasis, Kemėšis ir Žaliūdienė, 2003). Didžiąją mineralizacijos dalį sudaro tokios medžiagos, kaip fosfatai, nitratai, nitritai ir kt., ir pasireiškia tendencingu didėjimu esant didėjančiai vandens taršai (Žydelis, 2013).

Europos mastu požeminiame vandenyje nuo 2005 m. vidutinė nitratų koncentracija mažėjo. 1992–2012 m. laikotarpiu 2005 m. nitratų koncentracija siekė 18,8 mg/l, o 2012 m. – 17,6 mg/l ir buvo panaši į 1992 m. atliktus tyrimus (17,4 mg/l) (European Environment Agency, 2015). Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros (2015) duomenimis, Lietuvoje nitratų ribinę vertę (50 mg/l) iš 63 tiriamųjų vietų viršijo vos 1 stebima vieta ir dar 1 buvo arti šios ribos (>45 mg/l). Per 2005–2014 m. laikotarpį daugelyje stebėtų vietų nitratų koncentracija buvo stabili, 12 stebėtų vietų nitratų sumažėjo, o didėjimo tendencija nustatyta 3 vietose. Tačiau, pasak Martyšiūtės (2014), 2012 m. Šiaulių

apskirtyje aptikti dideli nitratų kiekiai. Didžiausia koncentracija nustatyta Radviliškio, Pakruojo bei Joniškio rajonuose. Nitratų koncentracija siekė 409–488 mg/l – taigi leistina riba viršyta 8–10 kartų. Iš 2013 m. tirtų 141 šachtinių šulinių 50 % nustatytas nitratų koncentracijos padidėjimas.

Šiaulių kraštas patenka į ekologiniu požiūriu jautrią net kelių didelių šalies upių – Ventos, Nevėžio, Mūšos, Lielupės, Dubysos baseinų teritoriją (Gedžiūnas ir kt., 2006), dėl to padidėja antropogeninės taršos prietakos į gruntinius vandenis tikimybė (Pocienė ir Pocius, 2008). Šiaulių mieste didėja išgaunamo vandens poreikis vienam gyventojui, dėl šios priežasties keičiasi hidrocheminė aplinka ir tiekiamo vandens rodikliai (Gedžiūnas ir kt., 2006; Šiaulių miesto savivaldybė, 2017).

Yra žinoma, kad Lietuvoje apie 700 tūkst. gyventojų vartoja geriamąjį vandenį iš šachtinių šulinių, kuris neatitinka higienos normos reikalavimų (Martyšiūtė, 2014), tačiau sodų bendrijos gyventojams šulinių vandens kokybei nustatyti monitoringai nėra atliekami (Šiaulių miesto savivaldybė, 2017). Todėl šis tyrimas yra aktualus, nes jo rezultatai padės įvertinti Šiaulių miesto ir regiono

geriamajame vandenyje ištirpusių mineralinių medžiagų kiekį, taip pat atlikti analizę dėl vietovės hidrogeologinių savybių bei antropogeninės veiklos padarinių.

Tyrimo objektas

Tyrimo objektas – Šiaulių miesto, rajono ir apskrities šachtinių šulinių vanduo. Mėginiai surinkti iš skirtingų Šiaulių miesto vietų, Šiaulių raj. Kuršėnų miesto, Kelmės, Joniškio bei Pakruojo miestų. Tyrimas atliktas 2017 (lapkritis, gruodis) – 2018 (sausis, vasaris, kovas, balandis) m. laikotarpiu, iš viso ištirta 10 mėginių (1 lentelė).

1 lentelė. Mėginių ėmimo vietos

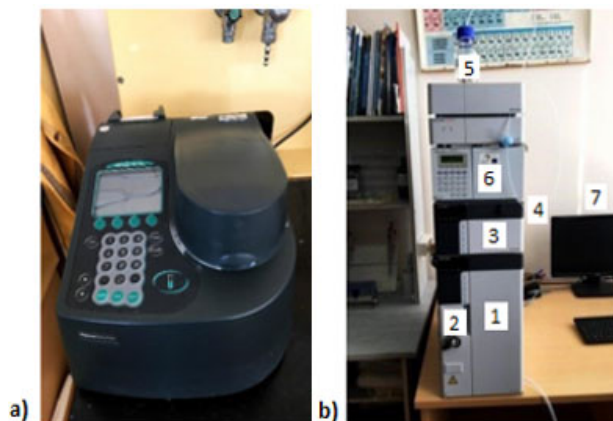
Vieta	Adresas	Trumpinys
Šiauliai	Mažosios Lietuvos g.	ŠML
	Voveriškių g.	ŠV
	Žemaitės g.	ŠŽ
	Mickevičiaus g.	ŠM
Noreikių k., Šiaulių raj.	Tulpių g. (sodų bendrija „Mano vasara“) _geriamas	NSB_G
	Tulpių g. (sodų bendrija „Mano vasara“) _ūkinės paskirties	NSB_Ū
Kuršėnai	Lakštingalų-trelių g. (sodų bendrija „Ventos pakrantė“)	KSB
Kelmė	Vingio g. (sodų bendrija „Vingis“)	KeSB
Joniškis	Aido g.	JA
Pakruojis	Pramonės g.	PP

Siekiant išgauti patikimus rezultatus, tiriamojo vandens analizė atlikta mėginio paėmimo dieną, iš viso atlikta 60 tyrimų. Geležies, fluoridų, chloridų, bromidų, nitritų, nitratų ir sulfatų jonų koncentracijos nustatytos remiantis HN 24:2017 higienos normos reikalavimais, fosfatų jonų ir bendrojo vandens kiekio pasiskirstymas nustatytas paaiškinant vietovės hidrogeologinėmis savybėmis ir antropogeninės veiklos padariniiais, nes šių teršalų koncentracijos tendencingai didėja esant didėjančiai vandens taršai.

Geriamojo vandens cheminiai tyrimai atlikti Šiaulių universiteto Regionų plėtros instituto chemijos laboratorijoje.

Tyrimo metodika

Tyrimo metu naudoti prietaisai parodyti pirmame paveiksle.



1 paveikslas. Darbe naudoti prietaisai: a) *Genesys 10UV* spektrofotometras; b) Skysčių chromatografis *Shimadzu*

Geležies jonų koncentracija nustatyta spektrofotometrinio metodu pagal LR aplinkos apsaugos ministerijos patvirtintą vandens kokybės tyrimų cheminių analizės metodą (1994). Naudota įranga: svarstyklės (sveria 0,0001 g tikslumu), elektrinė plytelė, *Genesys 10UV* spektrofotometras su filtru ($\lambda = 510$ nm) (1 paveikslas, a), 5 cm ilgio kiuvetės.

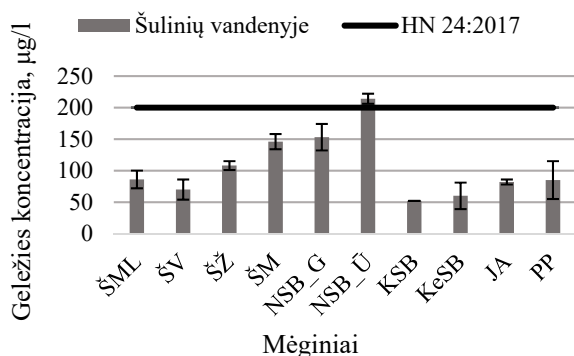
Fosfatų, fluoridų, chloridų, bromidų, nitritų, nitratų ir sulfatų jonų koncentracijos nustatytos skysčių chromatografijos metodu pagal LST EN ISO 10304-1:2009 „Vandens kokybė. Ištirpusių anijonų nustatymas jonų mainų chromatografija. 1 dalis. Bromido, chlorido, fluoro, nitrito, nitro, fosfato ir sulfato nustatymas“ standartą bei remiantis gamintojo rekomendacijomis. Naudota įranga: skysčių chromatografo sistema *Shimadzu*, pritaikyta jonų analizei (1 paveikslas, b), kurią sudaro: kolonėlė CTO – 20A (1), rankinis injektorius (2), siurblys ir pagrindinis chromatografo valdymo įrenginys (3), kanalas (4), indas su judria faze (5), elektrinio laidžio detektorius CDD – 10A (6), kompiuteris su *LabSolution* programine įranga (7). Mėginių paruošimui naudoti membraniniai filtrai 0,24 μ m porų dydžio, vibracinė maišyklė *Heidolph*.

Bendrasis vandens kietis nustatytas neutralizavimo ir kompleksometrinio titravimo metodu pagal LST ISO 6059:1998/P:2008 „Vandens kokybė. Suminio kalcio ir magnio kiekio nustatymas. EDTA titrimetris metodas“ standartą bei LR aplinkos apsaugos ministerijos patvirtintą vandens kokybės tyrimų cheminių analizės metodą (1994). Naudota įranga: vibracinė maišyklė *Heidolph*, automatinis titratorius *Titronic*, 250 ml titravimo kolbos.

Analizei surinkti tyrimų duomenys ir rezultatai apdorojami *Microsoft Office Excel* paketo programine įranga. Pateikiama vandens mineralizacijos rodiklių vidutinė vertė ir standartinis nuokrypis.

Rezultatai ir jų analizė

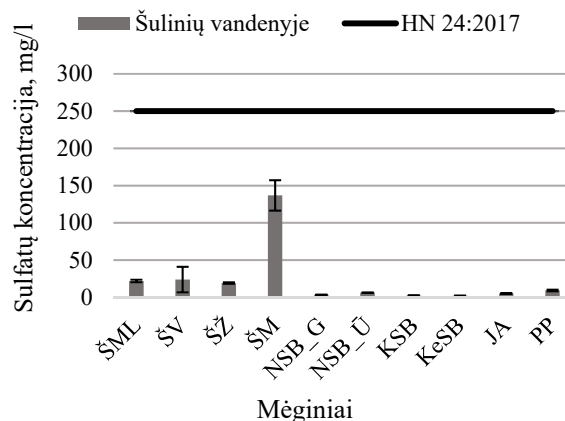
Geležies jonų koncentracija aptikta visuose tirtuosiuose mėginiuose. Higienos normos HN 24:2017 reikalavimų (bendra Fe RV 200 $\mu\text{g/l}$) neatitiko tik Šiaulių raj. Noreikių k. sodų bendrijos šulinio vanduo, kuriame nustatyta geležies jonų koncentracija siekė $214 \pm 8 \mu\text{g/l}$. Tačiau šis vanduo naudojamas retai – tik kaip ūkinės paskirties produktas, o toje pačioje sodyboje esančio kito šulinio vandenyje, kur vanduo kasdien semiamas maistui ir buitiniams reikmėms, geležies koncentracija nustatyta beveik du kartus mažesnė – $153 \pm 21 \mu\text{g/l}$. 90 % tirtųjų mėginių higienos normos HN 24:2017 reglamento neviršijo. Šiaulių, Kelmės, Joniškio, Pakruojo, Kuršėnų miestų šulinių vandenyje geležies jonų koncentracija nustatyta intervalu nuo $146 \pm 12 \mu\text{g/l}$ (Šiauliai, Mickevičiaus g.) iki $52 \pm 1 \mu\text{g/l}$ (Kuršėnai, sodų bendrija „Ventos pakrantė“) (2 paveikslas).



2 paveikslas. Bendra geležies jonų koncentracija šulinių vandenyje

Remiantis Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis (2010a), gamtinės kilmės geležis yra paplitusi beveik visuose vandeninguose sluoksniuose, iš jų ir gruntiniame vandenyje, kuris dažniausiai yra naudojamas šulinio vandens gavybai. Geležies jonų koncentracija vandenyje nesukelia tiesioginės grėsmės vartotojų sveikatai, tačiau blogina juslines savybes bei gadina vandentiekio bei kitus įrenginius.

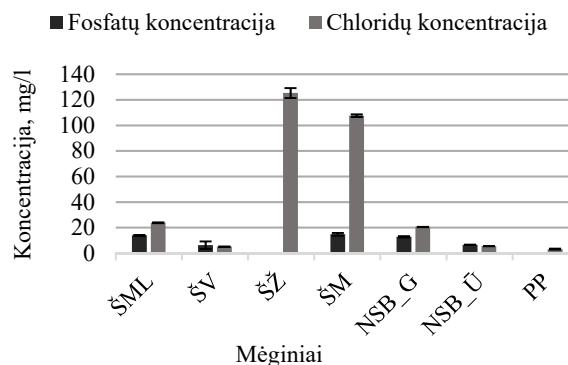
Didžiausia sulfatų koncentracija nustatyta Šiaulių miesto Mickevičiaus g. šulinio vandenyje ($136,80 \pm 20,45 \text{ mg/l}$), 62 kartais mažiau aptikta Kelmės miesto sodų bendrijos „Vingis“ šulinio vandenyje ($2,21 \pm 0,19 \text{ mg/l}$). Šiaulių rajono Noreikių k. sodų bendrijos „Mano vasara“ „stovinčio“ šulinio vandenyje sulfatų koncentracija buvo 55,3 % didesnė, palyginti su nuolat semiamu šulinio vandeniu. Lyginant Šiaulių apskrities geriamojo vandens kokybę, didesne sulfatų koncentracija išsiskyrė Pakruojo miesto šulinio vanduo ($9,10 \pm 1,14 \text{ mg/l}$). Joniškio, Kelmės ir Kuršėnų sodų bendrijų šuliniuose sulfatų kiekis buvo 2–3 kartus mažesnis (3 paveikslas).



3 paveikslas. Sulfatų koncentracija šulinių vandenyje

Pagal higienos normos HN 24:2017 reglamento keliamus reikalavimus, sulfatų ribinė koncentracija yra gana didelė – 250 mg/l . Šios ribos nė vienas ištirtasis mėginys neviršijo. Didžiausiu sulfatų koncentracijos kiekiu išsiskyrė Šiaulių miesto Mickevičiaus g. šulinio vanduo. Vandens kokybei gali turėti įtakos žmogaus sukelta tarša – Mickevičiaus g. yra miesto centre, kur vyksta intensyvus transporto eismas – sulfatai įeina į kietųjų dalelių sudėtį. Vienas iš kietųjų dalelių atsiradimo aplinkoje veiksnių – iškastinio kuro deginimas vidaus degimo varikliuose, elektrinėse, pramonės veiklos procesuose.

Fosfatų jonų koncentracija aptikta 50 % visų ištirtųjų mėginių ir visi jie buvo paimti iš Šiaulių miesto ir rajono (Noreikių k. sodų bendrija) teritorijos. Didžiausia koncentracija nustatyta Šiaulių miesto Mickevičiaus g. šulinio vandenyje ($14,81 \pm 1,05 \text{ mg/l}$). Lyginant su Mickevičiaus g., fosfatų jonų koncentracija nustatyta dviem kartais mažesnė Šiaulių miesto Voveriškių g. šulinio vandenyje ($6,24 \pm 2,94 \text{ mg/l}$) (4 paveikslas). Kitų miestų sodų bendrijų šulinių vandenyje fosfatų nenustatyta. Manoma, kad fosfatai žmonių sveikatai neturi neigiamos įtakos, o netgi yra naudingi, todėl jų koncentracija pagal HN 24:2017 nėra normuojama.



4 paveikslas. Fosfatų ir chloridų koncentracija šulinių vandenyje

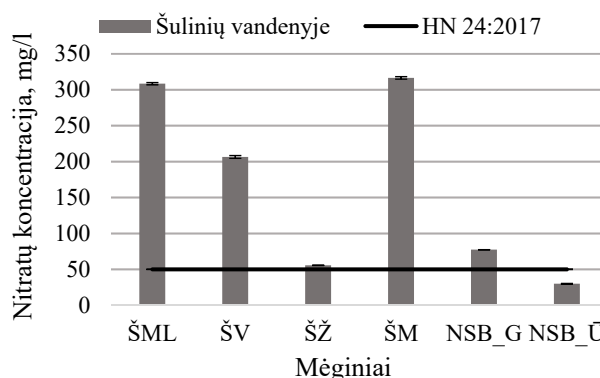
Šiaulių miesto šuliniuose nustatytos fosfatų koncentracijos galėjo būti žmogaus veiklos pasekmė. Pasak Aplinkos apsaugos agentūros duomenis (2010b), įvairūs cheminiai produktai su fosfatais naudojami pramonės įmonėse (dezinfekcinės priemonės, valikliai, rūdžių šalinimo priemonės, antikoroziniai preparatai ir kt.), buityje (skalavimo milteliai, plovikliai ir kt.). Jų nuotekos patenka į vandens telkinius tiesiogiai arba per gruntą, dėl to užsiteršia ir šulinio geriamasis vanduo.

Chloridų jonų koncentracija 70 % mėginių pasiskirstė intervalu nuo 3,20 mg/l iki 125,31 mg/l. Didžiausia chloridų jonų koncentracija nustatyta Šiaulių miesto Žemaitės g. šulinio vandenyje (125,31±3,86 mg/l), didelis kiekis aptiktas ir Mickevičiaus g. šulinyje (107,56±1,0 mg/l). Maždaug 4 kartais skyrėsi tyrimo rezultatai Šiaulių raj. Noreikių k. sodų bendrijos „Mano vasara“ šulinių vandenyje: ūkinės paskirties – 5,52±0,05 mg/l, geriamasis – 20,21±0,07 mg/l. Kitų miestų šulinių vanduo neišsiskyrė didesniu chloridų kiekiu arba jų koncentracija buvo žemiau už metodo nustatytas ribas (4 paveikslas). Iš visų tirtųjų mėginių HN 24:2017 reglamento keliamus reikalavimus (Cl⁻ RV 250 mg/l) atitiko visi tiriamieji mėginiai. Didžiausia koncentracija, kuri nustatyta Šiaulių miesto Žemaitės g. šulinio vandenyje, sudaro viso 50 % leidžiamos higienos normos vertės.

Pasak Mokrik ir Mažeikos (2006), chlorido junginių požeminiame vandenyje randama natūraliai, jie dalyvauja skirtingos mineralizacijos vandenų reakcijose. Kilkus ir kt. bendraautorai (2014) teigia, kad chloridų kiekis gali padidėti vykstant intensyvesniam skirtingos mineralizacijos vandens maišymuisi. Chloro junginių randama ir pramoniniuose, komunaliniuose teršaluose. Didžioji dalis chloridų koncentracijos vandenyje nustatyta Šiaulių miesto šulinių, kurie yra pakankamai judrioje miesto dalyje, vandenyje, o esant lietingam periodui, tikėtina, kad druskingos paviršinio vandens nuotekos gali patekti ir į gruntinio vandens sluoksnį.

Nitratų jonų koncentracija aptikta 60 % nuo visų ištirtų mėginių kiekio, iš kurių 83 % viršijo HN 24:2017 higienos normos reikalavimus (NO₃⁻ RV 50 mg/l). Visi užteršti mėginiai buvo semti iš Šiaulių miesto šulinių. Ypač didelės koncentracijos nustatytos Šiaulių miesto Mickevičiaus g. (316,50±1,70 mg/l), Mažosios Lietuvos g. (308,44±1,58 mg/l) ir Voveriškių g. (206,48±1,92 mg/l) šulinių vandenyje. HN 24:2017 viršijo ir Šiaulių raj. Noreikių k. sodų bendrijos „Mano vasara“ šulinio vanduo, kuris yra naudojamas maisto ruošimui (55,5 mg/l), o stovinčio vandens mėginyje nitratų aptikta du kartus mažiau (29,88±0,62 mg/l) (5 paveikslas). Kuršėnų miesto sodų bendrijos, Kelmės miesto sodų bendrijos bei Jonišio

miesto Aido g. šulinio vandenyje aptikti nitratų pėdsakai, kurie yra žemiau už metodo nustatymo ribas.

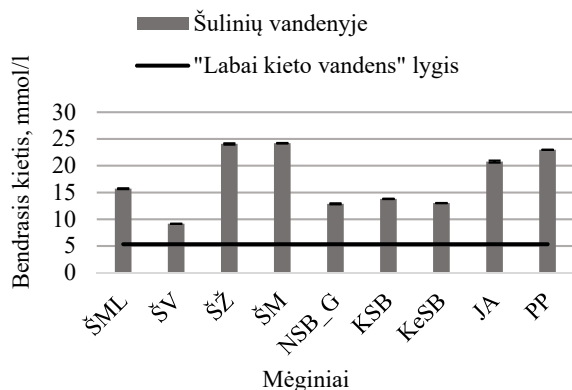


5 paveikslas. Nitratų koncentracija šulinių vandenyje

Didelės nitratų jonų koncentracijos šulinio vandenyje – žmogaus veiklos pasekmė. Azoto junginiai įeina į žemės ūkio ir komunalinės taršos cheminių produktų sudėtį (Mokrik ir Mažeika, 2006). Paprastai azoto junginiai oksiduoja iki nitratų, kurie pasklinda aplinkoje ir užteršia geriamą vandenį (Tilickis, 2005). Tikėtina, kad šulinių vandens užterštumo nitratais priežastis galėjo būti ir 2017 m. vasaros–rudens mėnesiais iškritusi dvigubai didesnė kritulių norma, palyginti su standartine (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, 2018). Iš dirvožemio išplautų azoto junginių prietaka užteršė požeminius vandens sluoksnius. Nitratų perteklius sukelia riziką susirgti metemoglobinemija, kuri ypač pavojinga naujagimiams. Tokiomis nitratų koncentracijomis užterštą vandenį griežtai draudžiama vartoti, kadangi ir nedidelis teršalų kiekis gali padaryti sunkiai atitaisomą žalą arba sukelti mirtį.

Bromidų, fluoridų bei nitritų jonų šulinio vandens mėginiuose aptikta žemiau už metodo nustatytas ribas.

Šiaulių mieste ir apskrityje, remiantis Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos pateikta bendra vandens kiekio skirstymo lentele, 100 % viso visų tirtųjų mėginių ėmimo vietų yra labai kietas vanduo (>5,35 mmol/l). Bendrąjį vandens kietį sudaro magnio ir kalcio jonai, susijungę ne tik su karbonatais, bet ir su sulfatais bei chloridais. Didžiausias magnio ir kalcio kiekis nustatytas Šiaulių miesto šulinių vandenyje: Mickevičiaus g. (24,19±0,07 mmol/l), Žemaitės g. (24,07±0,15 mmol/l), Mažosios Lietuvos g. (15,70±0,09 mmol/l). Mažiausias bendrasis vandens kietis aptiktas Šiaulių miesto Voveriškių g. šulinio vandenyje (9,16±0,04 mmol/l). Daugiau nei 20 mmol/l kalcio ir magnio nustatyta Jonišio ir Pakruojo miestų šulinių vandenyje (6 paveikslas). Vandens kietis pagal HN 24:2017 nėra normuojamas.



6 paveikslas. Bendrasis kietis šulinių vandenyje

Tyrimo rezultatai gali būti paaiškinami literatūroje pateikiama informacija: pasak P. Gedžiūno ir kt. bendraautorių (2006), pagrindinis požeminio vandens šaltinis Šiaulių krašte yra prekvartero storumės Stipinų vandenin-gasis sluoksnis, kuris yra sudarytas iš plyšiuoto, vietomis itin kaverningo dolomito. Mokrik ir Mažeika (2006) teigia, kad dolomito storumėse formuojasi magnio kalcio hidrokarbonatiniai vandenys, todėl Šiaulių krašte vyrauja labai kietas vanduo, dėl kurio kalkėja ir genda buitiniai prietaisai.

Išvados ir rekomendacijos

1. Pagal nitratų ir geležies jonų koncentracijas vandens kokybė 60 % iš šiame tyrime analizuotų Šiaurės Lietuvos šachtinių šulinių neatitinka HN 24:2017 reikalavimų.
2. Didžiausia geležies jonų koncentracija, nustatyta Šiaulių krašte esančių šulinių vandenyje, yra 214 µg/l; pagal šį rodiklį 10 % tirtų mėginių viršijo HN 24:2017 higienos normos reikalavimus.
3. Gyventojai, vartojantys vandenį iš šachtinių šulinių Šiaulių krašte, turėtų atkreipti dėmesį į vandens kokybę dėl didelės nitratų jonų koncentracijos, viršijančios HN 24:2017 reikalavimus iki 6 kartų.
4. Prasčiausia vandens kokybė nustatyta Šiaulių mieste esančio šachtinio šulinio vandenyje, kuriame rasta daug chloridų (125,31 mg/l), didžiausias fosfatų (14,81 mg/l), sulfatų (136,8 mg/l) bei nitratų (316,5 mg/l) kiekis.
5. Didelė Šiaurės Lietuvos šulinių vandens mineralizacija (geležies – daugiau kaip 200 µg/l; chloridų – daugiau kaip 100 mg/l; nitratų – daugiau kaip 300 mg/l) gali būti paaiškinama vietovės hidrogeologinėmis savybėmis ir antropogeninės veiklos padariniais; šachtinių šulinių vandenį vartojantiems

gyventojams rekomenduojama aktyviau jungtis prie centralizuotų vandentiekio tinklų arba periodiškai tikrinti geriamojo vandens kokybę.

Literatūra

- Aplinkos apsaugos agentūra. (2010a). *Požeminio vandens būklė ir jo sąveika su paviršinio vandens telkiniais*. Vilnius. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/Pozeminio%20vandens%20bukle.pdf>
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2010b). *Fosfatų mažinimo ar uždraudimo skalbimo priemonėse įvertinimas*. Vilnius. Prieiga per internetą: http://gamta.lt/files/VI_dalis_Fosfatu_plovikliuose_mazini_mo_priemones.pdf
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2015). *Aplinkos būklė 2014. Tik faktai*. Vilnius: VŠĮ „Grunto valymo technologijos“. Prieiga per internetą: <http://gamta.lt/files/AB20141451478063964.pdf>
- European Environment Agency. (2015). *Nutrients in freshwater*. Copenhagen. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/nutrients-infreshwater/nutrients-in-freshwater-assessment-published-6>
- Gedžiūnas, P., Gregorauskienė, V., Kanopienė, R., Karmazienė, D., Korabliova, L., Lazauskienė, J., Mikulėnas, V., Piepolienė, V., Račkauskas, V., Rinkevičienė, L., Satkūnas, J. ir Šliaupa, S. (2006). *Šiaulių krašto geologija*. Vilnius–Utena: Lietuvos geologijos tarnyba ir UAB „Utenos Indra“.
- Juodkasis, V., Kemėšis, V. ir Žaliūdienė, G. (2003). *Enciklopedinis hidrogeologijos terminų žodynas = Glossary of hydrogeology: lietuvių – anglų – vokiečių – rusų kalbų*. Vilnius: Lietuvos geologijos tarnyba.
- Kilkus, K., Štaras, A., Rimkus, E., & Valiuškevičius, G. (2014). Changes in water balance structure of Lithuanian rivers under different climate change scenarios. *Environmental Research, Engineering and Management*, 2(36), 3-10.
- Klimas, A. (2003). *Geriamojo vandens hidrochemija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Kubiliūtė, I. (2010). *Požeminio geriamojo vandens ištekliai, kokybė ir tiekimas*. Kaunas. Prieiga per internetą: <https://core.ac.uk/download/pdf/62656466.pdf>
- Lietuvos aplinkos apsaugos ministerija. (1994). *Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimų metodai. I dalis. Cheminiai analizės metodai*. Vilnius: AAM Leidybos biuras.
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos. (2018). *2017 metų veiklos ataskaita*. Vilnius. Prieiga per internetą: <http://www.meteo.lt/documents/20181/119832/LHMT+2017+veiklos+ataskaita/daa912b2-5957-4804-8189-f2e6e8f1af58>
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2008). *Vandens kokybė. Suminio kalcio ir magnio kiekio nustatymas. EDTA titrimetrinis metodas* (LST ISO 6059:1998/P:2008). Vilnius.
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2009). *Vandens kokybė. Ištirpusių anijonų nustatymas jonų mainų chromatografija. I dalis. Bromido, chlorido, fluorida, nitrato, nitrato, fosfato ir sulfato nustatymas* (LST EN ISO 10304-1:2009). Vilnius.
- Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. (2003). Įsakymas dėl Lietuvos higienos normos HN 24:2017

- „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ patvirtinimo. *Valstybės žinios*, 2003-08-13, Nr. 79-3606.
- Martyšiūtė, L. (2014). *Fermų aplinkos įtaka šulinių vandens kokybei, bei gyvulių sveikatingumui Linkuvos apylinkėse*. Kaunas. Prieiga per internetą: <https://publications.lsmuni.lt/object/elaba:2198350/>
- Menberg, K., Blum, P., Kurylyk, B. L., & Bayer, P. (2014). Observed groundwater temperature response to recent climate change. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(11), 4453-4466. <https://doi.org/10.5194/hess-18-4453-2014>
- Mokrik, R. ir Mažeika, J. (2006). *Hidrogeologija: Vadovėlis aukštosios mokykloms*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
- Pocienė, A. ir Pocius, S. (2008). *Prevenčinės vandens taršos mažinimo priemonės: Mokomoji knyga*. Kaunas: Ardiva. Prieiga per internetą: http://vuzf.asu.lt/wp-content/uploads/sites/6/2015/01/prevencinės_vandens_tarsos_mazinimo_priemonės_0.pdf
- Šiaulių miesto savivaldybė. (2017). *Šiaulių miesto vandens tiekimo ir nuotekų tvarkymo infrastruktūros plėtros specialiojo plano keitimas. Strateginio pasekmių aplinkai vertinimo ataskaita*. Šiauliai. Prieiga per internetą: [file:///C:/Users/User/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/SPAV_SIAULIU_VANDENS_TIEKIMO_IR_NUOTEKU_TVARKYMO_SP_2017-03-07%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/SPAV_SIAULIU_VANDENS_TIEKIMO_IR_NUOTEKU_TVARKYMO_SP_2017-03-07%20(1).pdf)
- Tilickis, B. (2005). *Vandens cheminės sudėties kaita Lietuvos baseinuose: Monografija*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla.
- Žydelis, R., Small, C., & French, G. (2013). The incidental catch of seabirds in gillnet fisheries: A global review. *Biological Conservation*, 162, 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.002>

ANALYSIS OF WATER QUALITY IN THE SHAFT WELLS OF NORTHERN LITHUANIA

G. Dabužinskaitė, I. Kerienė, A. Mažeikienė

Summary

There are about 700 thousand residents in Lithuania, who still use drinking water from the shaft wells, the quality of which does not ensure its safe use. During the period from 2017 until 2018 the water quality of the shaft wells of Šiauliai city, district and county has been investigated. Concentration levels of iron, phosphate, fluoride, chloride, bromide, nitrite, nitrate, and sulphate ions as well as a total hardness of water were determined using methods of complexometric titration, spectrophotometry and chromatographic analysis. It has been found that water quality of 60% of tested wells in Šiauliai city and county did not meet the requirements of the hygiene norm HN 24:2017. The highest concentration of iron ions (214 µg/L) was found in the water from the community gardeners well in the Šiauliai district. Šiauliai city residents should be aware of the poor water quality and high concentration of nitrate ions (more than 300 mg/L) exceeding the hygiene norm HN 24:2017 by up to 6 times. The residents are recommend to actively connect to the centralized water supply networks or check the quality of their drinking water periodically.

Keywords: drinking water, shaft wells, water quality, mineralization, nitrates.