

GERIAMOJO VANDENS FILTRŲ PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Arūnas MARTIŠIUS, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Inžinerijos fakultetas, el. paštas: arunas.martisius@vdu.lt

Santrauka

Geriamojo vandens kokybės užtikrinimo iššūkiai vandentvarkos įmonėse priklauso nuo to kokius cheminius elementus reikia šalinti iš požeminio vandens, kokius vandens ruošimo įrenginius parinkti, kad veiktų efektyviai ir būtų užtikrinta geriamojo vandens sauga ir kokybė. Norint parinkti veiksmingus vandens valymo filtrus reikia ne tik žinoti požeminio vandens cheminių elementų sudėtį, bet ir nuolat stebėti jų kiekių pokytį. Šiame straipsnyje pateikiami UAB „Tauragės vandenys“ eksploatuojamų atviro tipo ir slėginių filtrų vandens tyrimų rezultatai šalinant amonį, manganą ir bendrąją geležį. Lyginami filtruoto vandens tyrimų rezultatai. Apibendrinti rezultatai rodo, kad slėginiai filtrai efektyvūs vandens ruošimo įrenginiai amonio, mangano ir bendrosios geležies šalinimui.

Reikšminiai žodžiai: bendroji geležis, manganas, amonis, vandens filtrai.

Įvadas

Geriamojo vandens cheminė sudėtis pasaulyje svyruoja priklausomai nuo daugybės veiksnių, įskaitant vandens šaltinį, geologinę aplinką, kurioje jis yra išgaunamas, bei žmogaus veiklos poveikį, tokią kaip pramonės ir žemės ūkio tarša. Cheminė sudėtis yra svarbi geriamojo vandens kokybės ir saugumo dalis, nes tam tikri cheminiai elementai gali būti kenksmingi sveikatai kai jų koncentracijos yra per didelės.

Vandentvarkos įmonės Lietuvoje susiduria su iššūkiais kaip stabiliai išlaikyti geriamojo vandens kokybę. Vandens kokybę nurodo keli svarbūs rodikliai, įskaitant mikrobiologinį saugumą, cheminę sudėtį ir skaidrumą. Apie 87% išvalyto gėlo požeminio vandens išteklį geležies junginių koncentracija viršija leistinas Lietuvos higienos normas (200 µg/l) (Diliūnas et al. 2006; Gražulevičienė ir Balčius 2009). Esant didelėms geležies junginių koncentracijoms požeminiame vandenyje, amonio jonų ir mangano junginių koncentracijos taip pat viršija leistinas higienos normas (0,5 mg/l ir 50 µg/l). Lietuvoje iš išgaunamo požeminio vandens dažniausiai reikia pašalinti bendrąją geležį, manganą, amonį bei fluorą naudojant įvairius vandens ruošimo įrenginius, technologijas.

Požeminis vanduo ruošiamas aeruojant ir filtruojant pro slėginius ar atvirojo tipo filtrus su grūdėtu užpildu (Tekerlekopoulou et al. 2010). Amonio šalinimui iš vandens galima naudoti ceolitą, kuris absorbuoja amonio jonus (Inglezakis 2005; Sprinsky et al. 2005; Mažeikienė 2008). Pasak, Mažeikienės ir kolegų (2010), amonį efektyviau šalina smulkesnės frakcijos (0,3–0,6 mm) ceolitas. Kvarcinis smėlis naudojamas vandens filtravimui, kadangi jis atsparus mechaniniams ir cheminiams poveikiams. Tai paprasčiausias ir plačiausiai naudojamas filtrų užpildas (Sakalauskas 2007).

Tauragės vandenvietėje išgaunamame gėlame požeminiame vandenyje geležies junginių koncentracija viršija leistinas Lietuvos higienos normas HN 24:2023 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“. Šie junginiai neefektyviai šalinami naudojant įprastines amonio jonų, geležies ir mangano junginių šalinimo iš požeminio vandens technologijas kai požeminiame vandenyje yra didelės organinių junginių koncentracijos ir didelis vandens spalvos intensyvumas.

Tyrimo tikslas – palyginti vandens ruošimo technologijas ir įvertinti efektyvių vandens filtrų diegimo galimybes UAB „Tauragės vandenys“ vandens ruošimo įrenginiuose.

Tyrimui atlikti iškelti šie **uždaviniai**:

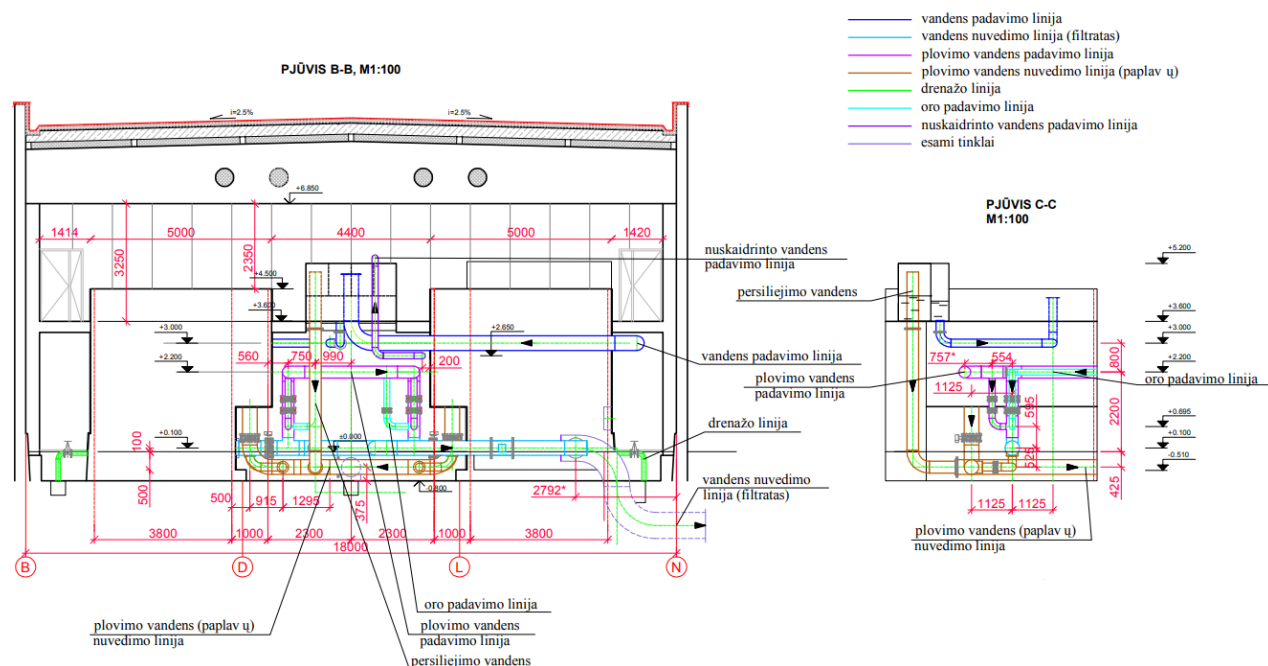
1. Palyginti atvirus vandens filtrus užpildytus skirtingomis smėlio frakcijomis.
2. Palyginti UAB „Tauragės vandenys“ eksploatuojamų vandens slėginių filtrų gyvenviečių vandenvietėse tyrimų rezultatus.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – UAB „Tauragės vandenys“ vandens ruošimo įrenginiai, kurie buvo rekonstruoti 2014 metais.

Vanduo iš gręžinių („žalias“ vanduo) tiekiamas (1 pav.) į aeratorių. Aeratorius nerūdijančio plieno rezervuaras, kuriame vanduo prisotinamas deguonimi laisvo išsiliejimo metu. Aeratorius-reservuaras taip pat atlieka vandens srautų paskirstymo į filtrus funkciją. Aeruotas vanduo tolygiai paskirstomas po keturis filtrus. Paruoštas vanduo (filtratas) dezinfekuojamas, naudojant natrio hipochloritą. Paruoštas ir dezinfekuotas vanduo vamzdiniais tiekiamas į esamus požeminius gelžbetoninius švaraus vandens saugojimo rezervuarus. Filtrų plovimo režimas vyksta tokių ciklų eiga: plovimas oru sužeminant kiekviename filtre palaikomą vandens lygį virš užpildo; plovimas oru ir vandeniu; plovimas tik vandeniu. Vanduo plovimui tiekiamas iš esamo vandens bokšto. Filtrų plovimo paplavos tiekiamos į skaidrintuvus. Nuskaidrėjęs vanduo tiekiamas į filtrus filtravimui, taip mažinant vandens nuostolius. Visas vandens ruošimo (filtravimo) procesas pilnai automatizuotas ir proceso parametrai, įrenginių padėties informacija perduodama į vandenvietės dispečerinės kompiuterinę įrangą (Vandentiekio stoties Šlaito g. 2, Tauragėje rekonstravimo projektas). Šiuo metu

geriamąjį vandenį ruošia 4 filtrai. 3 filtrai užpildyti švedišku kvarciniu smėliu kuris atitinka 1,25-2,0 frakciją. 2023 m. gruodžio 14 dieną vieno filtro užpildas pakeistas į Anykščių kvarcinį smėlį, kurio frakcija 0,8-1,25.



Šaltinis: Vandentiekio stoties Šlaito g. 2, Tauragėje rekonstravimo projektas.
Source: Water supply station Šlaito st. 2, Taurage reconstruction project.

1 pav. Atviro filtro technologinė schema.
Fig. 1. Technological diagram of an open filter.

Vandens kokybės tyrimai atlikti UAB „Tauragės vandenys“ laboratorijoje. Bendrosios geležies ir amonio koncentracijų šalinimo rodikliai tiriami mažiausiai du kartus per savaitę, kad būtų užtikrinama geriamojo vandens kokybė vartotojams. Surinkti 2017-2023 metų išgaunamo požeminio vandens ir po vandens ruošimo įrenginių tyrimų duomenys. Atrinkti šie indikatoriniai rodikliai: geležies, mangano ir amonio šalinimas iš požeminio vandens.

Analizuoti Tauragės rajone esančių Adakavo, Baltrušaičių, Gaurės, Lauksargių, Pagramančio, Žygaičių kaimų vandenvietėse kuriose yra didelės amonio ir geležies koncentracijos požeminiame vandenyje, geriamojo vandens tyrimų rezultatai. Šiose vandenvietėse geriamajam vandeniui ruošti pastatyti uždari slėginiai filtrai. Analizuoti ir bendrosios geležies koncentracijų kiekiai prieš ruošimo įrenginius ir po jų. Susisteminti duomenys apdoroti MS Excell programine įranga, iš gautų tyrimų rezultatų vidurkių sudaryti grafikai.

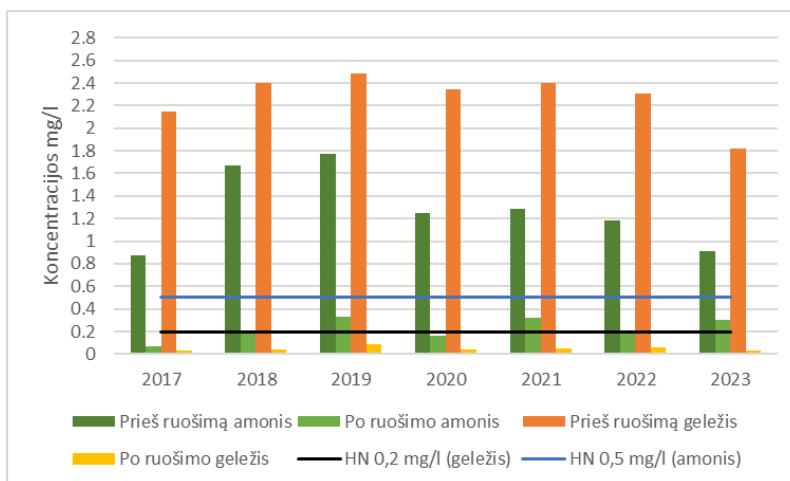
Analizuota vandens ruošimo įrenginių technologija po modernizavimo 2014 m., projektiniai pajėgumai, filtrų plovimo režimai.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

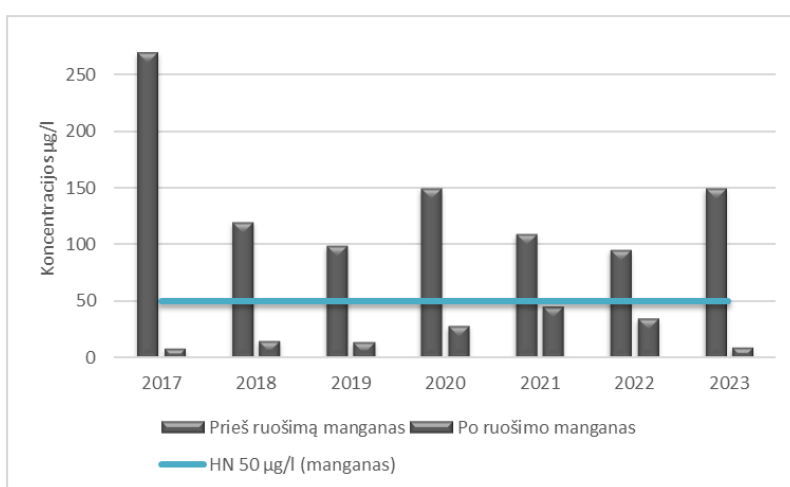
Analizuoti išgaunamo vandens iš gręžinių ir bendro filtrato rezultatai prieš patiekiant geriamąjį vandenį į II-o kėlimo siurblynę. Iš 2 pav. pateiktų grafikų matyti, kad 2017-2019 m. laikotarpiu amonio šalinimas iš vandens vyko ne stabiliai. Pastebima, kad per minėtą laikotarpį eksploatuojamuose gręžiniuose padidėjo amonio koncentracija nuo 0,87 $\mu\text{g/l}$ iki 1,77 $\mu\text{g/l}$. Po ruošimo įrenginių tyrimų rezultatai rodo, kad filtrate amonio koncentracijos buvo didesnės nei 2017m. Dėl neaiškių priežasčių nuo 2019 m. iki 2023 m. amonio koncentracijos eksploatuojamuose gręžiniuose ėmė mažėti ir kito nuo 0,91 $\mu\text{g/l}$ iki 1,25 $\mu\text{g/l}$, bet filtrate po vandens ruošimo įrenginių amonio koncentracijos išliko nuo 0,16 $\mu\text{g/l}$ iki 0,32 $\mu\text{g/l}$.

Gręžiniuose prieš ruošimo įrenginius ir filtrate po jų bendrosios geležies koncentracijos išliko stabilios. Galima išskirti tik 2023 m. tyrimų rezultatą, kai gręžiniuose bendrosios geležies koncentracija sumažėjo iki 1,82 mg/l, o daugiausiai buvo nustatyta 2,48 mg/l kaip pateikta (2 pav.).

Mangano koncentracijos eksploatuojamuose gręžiniuose prieš ruošimo įrenginius išlieka stabilios, išskyrus 2017 m. kai buvo nustatyta 270 $\mu\text{g/l}$. Išskirti galima 2021 m. kai po ruošimo įrenginių filtrate buvo nustatyta 45 $\mu\text{g/l}$ mangano koncentracija, bet ji neviršijo nustatytos leistinos Higienos normos indikatorinių rodiklių (3 pav.)

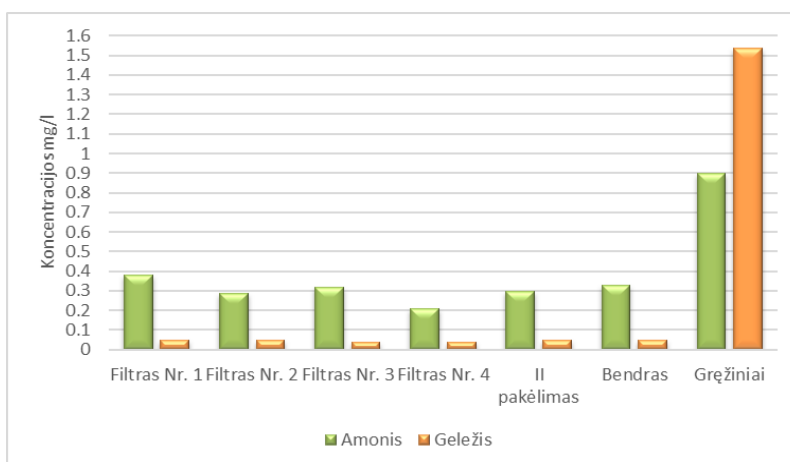


2 pav. Amonio ir bendrosios geležies koncentracijų dinamika prieš ir po ruošimo 2017-2023 m.
Fig. 2. Dynamics of ammonium and total iron concentrations before and after processing in 2017-2023.



3 pav. Mangano koncentracijų dinamika prieš ir po ruošimo 2017-2023 m.
Fig. 3. Dynamics of manganese concentrations before and after processing in 2017-2023.

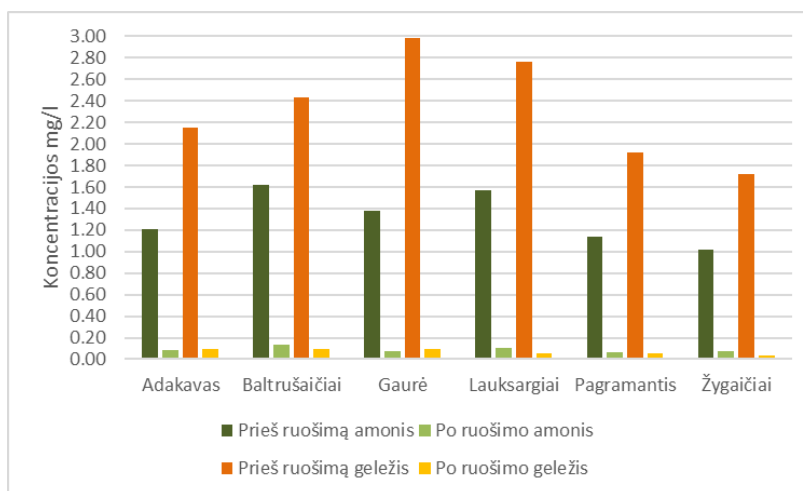
Palyginus susistemintus vandens tyrimų rezultatus (4 pav.) matyti, kad atviro tipo filtrai Nr. 1, Nr. 2 ir Nr. 3 kurių užpildas yra 1,25-2,0 frakcijos kvarcinis smėlis prasčiau šalina amonį nei filtras Nr. 4, kurio užpildas yra 0,85-1,25 frakcijos kvarcinis smėlis. Atviro tipo visi filtrai, kurių užpildas yra skirtingas vienodai šalina bendrąją geležį.



4 pav. Amonio ir bendrosios geležies koncentracijų dinamika vandens ruošimo įrenginiuose.
Fig. 4. Dynamics of ammonium and total iron concentrations in water treatment plants.

Analizuotose gyvenvietėse esančių vandenviečių gręžiniuose tyrimų rezultatai parodė (5 pav.), kad amonio koncentracijos svyruoja nuo 1,02 mg/l iki 1,62 mg/l., bendrosios geležies koncentracijos svyruoja nuo 1,72 mg/l iki 2,98

mg/l. Šalinant amonio koncentracijas per slėginius filtrus iš pateiktų rezultatų matoma, kad jos svyruoja nuo 0,06 mg/l iki 0,14 mg/l. Šalinant bendrąją geležį per slėginius filtrus iš matoma, kad svyruoja nuo 0,03 mg/l iki 0,10 mg/l. Iš apibendrintų rezultatų matyti (5 pav.), kad nepriklausomai nuo gręžinių vandenyje esančių amonio ir bendrosios geležies koncentracijų, slėginiai filtrai gerai šalina amonį ir bendrąją geležį.



5 pav. Amonio ir bendrosios geležies koncentracijų dinamika Tauragės rajono vandenvietėse prieš ir po ruošimo.

Fig. 5. Dynamics of ammonium and total iron concentrations in Tauragė district water bodies before and after treatment.

Išvados

1. Atviro tipo vandens ruošimo filtrai efektyviai iš požeminio vandens šalina bendrąją geležį ir manganą, bet nepakankamai efektyviai amonį. Slėginiai filtrai yra daug efektyvesni šalinant amonį ir bendrąją geležį.

2. Palyginus atviro tipo skirtingomis kvarcinio smėlio frakcijomis užpildytus filtrus bendroji geležis šalinama vienodai. Amonis šalinamas geriau, kai filtro užpildas yra 0,85-1,25 frakcijos.

3. Norint užtikrinti geriamojo vandens kokybę rekomenduojama atvirus vandens ruošimo filtrus keisti į efektyvius slėginius filtrus. Atlikta tyrimų analizė rodo, kad Tauragės rajono vandenvietėse pastatyti slėginiai filtrai gerai šalina amonį ir bendrąją geležį.

Literatūra

1. Diliūnas, J.; Jurevičius, A. 1998. *Geležis Lietuvos gėlame požeminiame vandenyje*. Vilnius: LGT. 76 p.
2. Gražulevičienė, R.; Balčius, G. 2009. Assessment of Iron and Manganese Concentration Changes in Kaunas City Drinking Water Distribution System. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, Vol. 4(50), 37–43.
3. Inglezakis, V. 2005. The concept of “capacity” in zeolite ion exchange systems. *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol. 281, p. 68–79.
4. Lietuvos higienos norma HN 24:2023 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“
5. Mažeikiene, A.; Valentukeviciene, M.; Rimeika, M.; Matuzevicius, A.B.; Dauknys, R. 2008. Removal of nitrates and ammonium ions from water using natural sorbent zeolite (clinoptilolite). *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 16(3), p. 38–44.
6. Sakalauskas, A.; Šulga, V.; Jankauskas, J. 2007. *Vandentieka. Vandens ruošimas*. Vilnius: Technika. 575 p.
7. Tekerlekopoulou, A. G.; Papazafiris P. G. D.; Vauemas V. D. 2010. A full-scale trickling filter for the simultaneous removal of ammonium, iron and manganese from potable water, *J Chem Technol Biotechnol* 85: 1023–1026.
8. Vandentiekio stoties Šlaito g. 2, Tauragėje rekonstravimo projektas.

COMPARATIVE ANALYSIS OF DRINKING WATER FILTERS

Summary

The challenges of ensuring the quality of drinking water in water management companies depend on which chemical elements need to be removed from groundwater, which water treatment facilities to choose in order to work efficiently and ensure the safety and quality of drinking water. In order to choose effective water purification filters, it is necessary not only to know the composition of the chemical elements of the groundwater, but also to constantly monitor the change in their quantities. This article presents the results of water tests of open type and pressure filters operated by UAB "Tauragės vandenys" for the removal of ammonium, manganese and common iron. Filtered water test results are compared. The summarized results show that pressure filters are effective water treatment devices for removing ammonium, manganese and common iron.

Keywords: common iron, manganese, ammonium, water filters.