



VANDENVALOS ĮMONĖS ĮTAKA NERIES UPĖS VANDENS KOKYBĖS PARAMETRŲ KAITAI

Aistė MARAUSKAITĖ¹, Andrius LITVINAITIS²

VGTU Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra

El. paštas: ¹aiste.marauskaite@stud.vgtu.lt; ²andrius.litvinaitis@vgtu.lt

Anotacija. Užteršto nutekamojo vandens sparciai daugėja, kadangi plečiasi gamyba, auga miestai ir didėja gyventojų skaičius. Šiame straipsnyje nagrinėjama sutelkto taršos šaltinio įtaka Neris upės vandens kokybei. Siekiant išanalizuoti taršos šaltinio poveikį upei, buvo vykdomas vandens monitoringas 3 upės vietose – prieš Vilniaus miestą, prieš nuotekų valyklą ir už nuotekų valyklos. Tyrimo metu upės vandenyje nustatytos padidėjusios tiriamųjų medžiagų koncentracijos žemiau nuotekų valyklos, taip pat nustatytos priežastys ir dėsningumai.

Reikšminiai žodžiai: Neris, koncentruotos taršos šaltinis, vandens kokybė, nitratai, nitritai, fosfatai.

Įvadas

Vanduo – unikalus gamtos turtas, palaikantis Žemės planetoje gyvybę. Vandens vaidmuo gamtoje yra labai svarbus ir įvairiapusis – tiek Žemės paviršiaus šiluminio balanso, tiek geologinių procesų, tiek visų gyvų organizmų (augalijos, gyvūnijos ir žmogaus) biocheminių procesų ir medžiagų apykaitos požiūriu. Vandens niekuo negalima pakeisti (Lukianas, 2001).

Žmogaus gyvenime vanduo iš tiesų yra labai svarbus. Jis būtinas buityje ir gamybinėje veikloje – pramonėje, žemės ūkyje, energetikoje, transporte, žuvininkystėje ir kitose ūkio šakose, todėl būtina saugoti vandens išteklius nuo teršimo (Lukianas, 2003).

Vandens tarša yra viena iš aktualiausių problemų. Nustatyta, kad didžiausią įtaką šiai taršai daro antropogeninė veikla. Antropogeninės taršos šaltiniai pagal jų poveikio būdą yra skirstomi į dvi pagrindines grupes: sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltiniai. Sutelktosios taršos šaltiniams priskiriami miestų, gyvenviečių, pramonės įmonių bei paviršinių nuotekų išleistuvai (Aplinkos apsaugos agentūra, 2010). Ši tarša pasireiškia per didelius išleidžiamų organinių bendrojo fosforo kiekius, taip pat pasižymi ir pavojingų cheminių medžiagų išleidimais. Šios medžiagos sąveikauja ne tik tarpusavyje, bet ir su aplinka, todėl vyksta daug įvairių cheminių reakcijų.

Dėl šios priežasties susidaro naujos cheminės medžiagos, todėl įvertinti vandens užterštumą yra sudėtinga.

Sutelktiesiems taršos šaltiniams priskiriamos gamyklos, nuotekų valyklos ir kiti stambūs šaltiniai, išleidžiantys didelius nuotekų kiekius. Nepakankamai išvalytos nuotekos iš įvairių pramonės įmonių gali būti išleidžiamos į vandens telkinius. Dėl šios priežasties upės (priimtovo) kokybės parametrai gali pasikeisti, todėl svarbu įvertinti galimą paviršinių vandenų taršą.

Neris – antroji pagal dydį upė Lietuvoje, tekanti ne tik Lietuvoje, bet ir Baltarusijoje. Taip pat ši upė yra Nemuno dešinysis ir didžiausias intakas. Į Nerį įteka pora didesnių upių – Šventoji ir Žeimena. Neris Vilniaus savivaldybės teritorijoje ar jos paribiais teka apie 47,1 km, Vilnia – apie 20,2 km. Išskyrus Vilnią, Vokė ir visi kiti upeliai teka atokiau nuo Vilniaus centro. Į Nerį taip pat įteka keli mažesni upeliai, tokie kaip Antavilis, Varžuvka, Riešė, Upelė (Kaira), Turniškių upelis, Baltupis (Cedronas), Sudervė, taip pat keli nedideli bevardžiai upeliukai. Vilniaus miesto savivaldybės ribose į Vilnią įteka Murlė (Vilniaus aplinkos informacinė svetainė, 2016). Neris ilgis siekia 510 km (Lietuvoje – 235 km), baseino plotas – 24 933 km² (Lietuvoje – 13 972 km²) (Kilkus ir Stonevičius, 2011).

Sutelktasis taršos šaltinis – Vilniaus nuotekų valykla – galimai turi įtakos upės Neries vandens kokybės kaitai, todėl svarbu įvertinti nuotekų valyklos keliamą taršą.

Metodika

Kadangi tyrimo objektas yra Neries upė ties Vilniaus miestu, buvo nagrinėjamos 3 pasirinktos upės vietos:

- A vieta – kairiajame upės krante, aukščiau nuotekų valyklos. Ši vieta pasirinkta todėl, kad būtų galima palyginti rezultatus, kokie jie yra prieš išleistuvus ir kokie lieka po valyklos išleistuvų, taip pat įvertinta, ar taršos šaltinis šiame ruože vandens kokybei turi ženklios įtakos.
- B vieta – žemiau nuotekų valyklos. Ši vieta pasirinkta todėl, kad būtų galima įvertinti, ar išleistos valytos įmonės nuotekos į Neries upę turi kokios nors įtakos vandens kokybei. Tyrimo mėginiai imti kairiajame upės krante.
- C vieta – prieš Vilniaus miestą, dešiniajame upės krante esantis foninis gamtos taškas, pasirinktas tikintis, kad šioje vietoje Neries upės vanduo turėtų būti geriausios kokybės.

Tyrimo pagrindas – mėginių ėmimas. Upės vandens mėginiai buvo imti vieną kartą per mėnesį liepos–lapkričio mėnesiais trijose skirtingose upės vietose – aukščiau Vilniaus miesto, aukščiau nuotekų valyklos ir žemiau Vilniaus miesto nuotekų valyklos, siekiant kuo tiksliau įvertinti nuotekų valyklos keliamą taršą upei. Mėginių ėmimo vietos (GPS koordinatės) nurodytos 1 lentelėje. Mėginių analizė buvo atliekama Vilniaus Gedimino technikos universiteto Hidraulikos laboratorijoje.

1 lentelė. Monitoringo taškų koordinatės (LKS sistema)

Mėginio ėmimo vieta	X koordinatė	Y koordinatė
A	6060273	575037
B	6061219	573443
C	6075284	587246

Mėginiai buvo imami 5 mėnesius (2 lentelė) iš tų pačių trijų vietų. Tyrimams atlikti naudoti šie prietaisai: multiparametrinis fotometras *Hanna C205*, pH matuoklis. pH matuokliu buvo nustatoma pH reikšmė, multiparametriniu fotometru nustatomi nitritai, nitratai bei fosfatai.

Multiparametrinių fotometrų optinės sistemos pagrindas – specialios subminiatiūrinės volframo lempos ir siaurajuosčiai interferencijos filtrai, kurie užtikrina gerą

veikimą bei patikimus rezultatus. Yra keturi matavimo kanalai, kuriuose naudojami 4 skirtingi bangų ilgiai, todėl galima atlikti plataus spektro bandymus (Vartotojo vadovas, 2009).

2 lentelė. Mėginių ėmimo grafikas

Mėginių ėmimo grafikas	Vandens temperatūra mėginio ėmimo dieną, °C	Upės debitas mėginio ėmimo dieną, m ³ /s
2017-07-22	17,7	92,1
2017-08-19	20,5	78,1
2017-10-07	10,3	131,0
2017-10-28	6,0	167,0
2017-11-03	5,7	216,0

Meteorologiniai parametrai: debitai, temperatūros duomenys imti iš Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos, biogeninių medžiagų duomenys gauti iš Regioninio aplinkos apsaugos departamento (RAAD). Nagrinėjamųjų medžiagų – pH, nitratų, fosfatų ir nitritų koncentracijos – kaitos rezultatai, apibūdinantys nagrinėjamosios Neries upės vandens parametru kaitą.

Rezultatai ir jų analizė

Upių ekologinė būklė yra vertinama pagal fizikinius-cheminius kokybės elementus – bendrus duomenis (maistingąsias medžiagas, organines medžiagas, prisotinimą deguonimi), apibūdinančius rodiklius: nitratinį azotą (NO₃-N), amonio azotą (NH₄-N), bendrąjį azotą (Nb), fosfatinį fosforą (PO₄-P), bendrąjį fosforą (Pb), biocheminį deguonies suvartojimą per 7 dienas ir ištirpusio deguonies kiekį vandenyje (O₂). Pagal kiekvieno rodiklio vidutinę metų vertę vandens telkinys priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių.

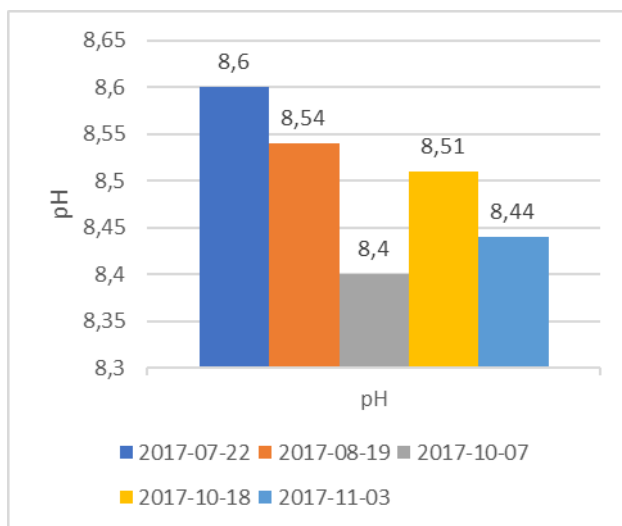
Tyrimų metu pagal upių ekologinės būklės cheminius rodiklius buvo analizuojama upės Neries būklė. Nagrinėjamųjų medžiagų – nitritų, nitratų ir fosfatų koncentracijos – kaitos rezultatai apibūdina nagrinėjamosios Neries upės vandens kokybės duomenų kaitą. Remiantis atliktais matavimais, *Microsoft Excel* programa buvo nubraižyti koncentracijų kitimo grafikai. Pagal sudarytus medžiagų kitimo grafikus įvertinta, kokiai upių ekologiškai klasei pagal cheminius rodiklius priskiriama upė (3 lentelė).

Atlikus tyrimus buvo gauti rezultatai, kurie apibūdina ekologinę upės būklę.

3 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal cheminius rodiklius (Dėl paviršinių..., 2010)

Rodiklis	Upių ekologinė būklė				
	labai gera	gera	vidutinė	bloga	labai bloga
NO ₃ -N, mg/l	<1,30	1,30–2,30	2,31–4,50	4,51–10,0	>10,0
NH ₄ -N, mg/l	<0,10	0,10–0,20	0,21–0,60	0,61–1,50	>1,50
N _b , mg/l	<2,00	2,00–3,00	3,01–6,00	6,01–12,0	>12,0
PO ₄ -P, mg/l	<0,050	0,050–0,09	0,091–0,180	0,181–0,40	>0,40
P _b , mg/l	<0,100	0,10–0,14	0,141–0,230	0,231–0,47	>0,47
BDS ₇ , mg/l	<2,30	2,30–3,30	3,31–5,00	5,01–7,00	>7,00
O ₂ , mg/l	<8,50	8,50–7,50	7,49–6,00	5,99–3,00	>3,00

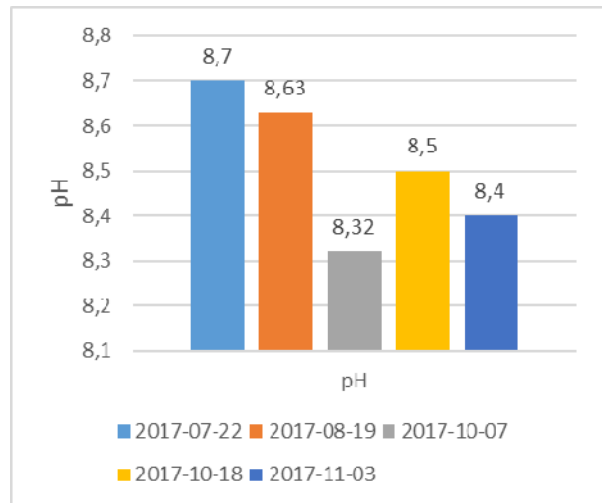
Vandens rūgštingumas nusakomas vandeniliniu rodikliu pH. Kuo rūgštingesnis tirpalas – tuo mažesnis pH. Neutraliuose tirpaluose pH = 7, rūgščiuose – pH < 7, šarminiuose – pH > 7. Vandens rūgštingumas kinta dėl įvairių priežasčių. Pavyzdžiui, dieną augalai fotosintezės procese vartoja vandenyje ištirpusį CO₂ ir pH padidėja. Rūgštieji lietūs sumažina vandens pH. Nuo pH dydžio priklauso įvairių cheminių medžiagų stabilumas vandenyje bei jonų migracija, vandens augalų ir gyvūnų, kurie prisitaikę gyventi tam tikrame pH dydžių intervale, būklė. Priklausomai nuo metų ir paros laiko, upių vandenyje pH kinta nuo 6.5 iki 8.5. Žiemą pH dydis paprastai būna 6.8–8.5, vasarą 7.4–8.2. (Tauragės rajono savivaldybės aplinkos monitoringas, 2016).



1 paveikslas. pH kaita 2017.07 – 2017.11 laikotarpiu „A“ taške

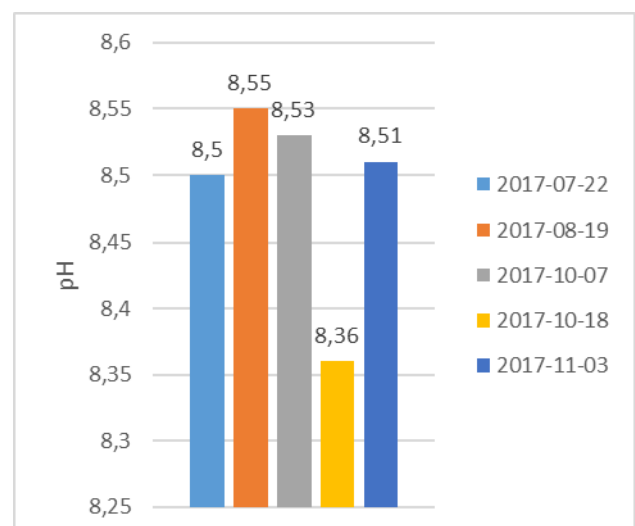
Analizuojamąjį laikotarpį 2017 metų liepos–lapkričio mėnesiais tyrimo vietoje „A“ (prieš Vilniaus miesto nuotekų valyklą), pH svyravo nuo 8,4 iki 8,6. Liepos mėnesį pH buvo didžiausias – 8,6, o spalio mėnesio pradžioje buvo mažiausias – 8,4 (1 paveikslas).

2017 metų liepos–lapkričio mėnesiais tyrimo vietoje „B“ (už Vilniaus miesto nuotekų valyklos), liepos mėnesį pH buvo didžiausias – 8,7, o spalio mėnesio pradžioje buvo mažiausias – 8,32, tad galime teigti, jog pH beveik nekito (2 paveikslas).



2 paveikslas. pH kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „B“ taške

Analizuojamąjį laikotarpį 2017 metų liepos–lapkričio mėnesiais tyrimo vietoje „C“ (prieš Vilniaus miestą) pH buvo panašių verčių. Liepos–spalio mėnesiais pH svyravo nuo 8,36 iki 8,55. Spalio mėnesio antroje pusėje pH vertė nukrito iki 8,36, o lapkričio mėnesio pradžioje vertė vėl pakilo iki 8,51 (3 paveikslas).



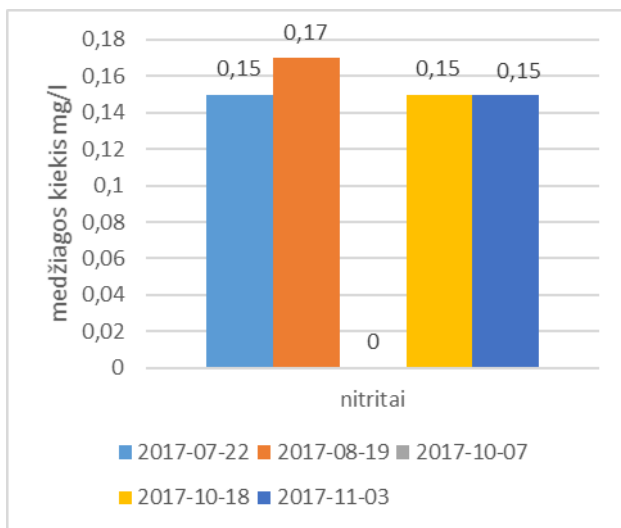
3 paveikslas. pH kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „C“ taške

Teigiama, kad didžiausią neigiamą įtaką upių vandens kokybei turi biogeninių medžiagų patekimas į vandenį telkinius iš sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltinių, lemiantis eutrofikacijos procesą (Šaučiūnas ir Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2017).

Biogeninėmis medžiagomis arba maistingosiomis medžiagomis dažniausiai vadinami azoto ir fosforo junginiai (Tumas, 2001): amonis ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitritai ($\text{NO}_2\text{-N}$), nitratai ($\text{NO}_3\text{-N}$), bendrasis azotas (Nb), fosfatai ($\text{PO}_4\text{-P}$) ir bendrasis fosforas (Pb).

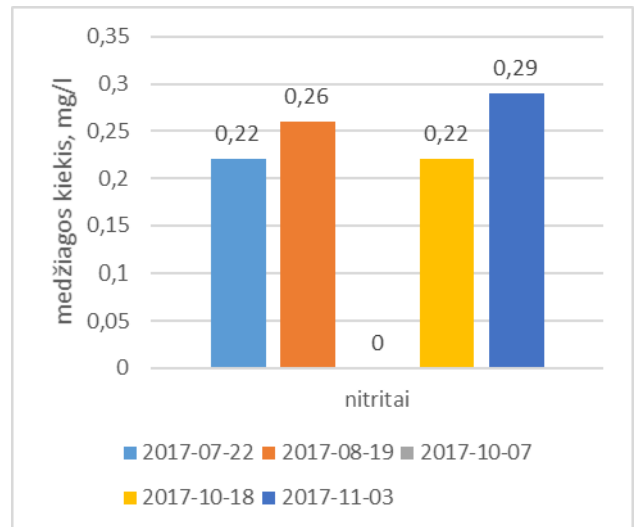
Biogeninių medžiagų srautai ir koncentracijos upių vandenyje priklauso ir nuo meteorologinių bei hidrologinių sąlygų. Nagrinėjant biogeninių medžiagų srautus upių vandenyje tikslinga atsižvelgti į vandeningumo kaitos galimybes (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2005), kadangi koncentracijos jautriai reaguoja į upės debito pasikeitimus (Šaučiūnas ir Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2017).

2017-07–2017-11 laikotarpiu nitritų kiekiai vandenyje svyravo nuo 0 mg/l iki 0,17 mg/l (4 paveikslas). Nitritų spalio mėnesio pradžioje nebuvo rasta.



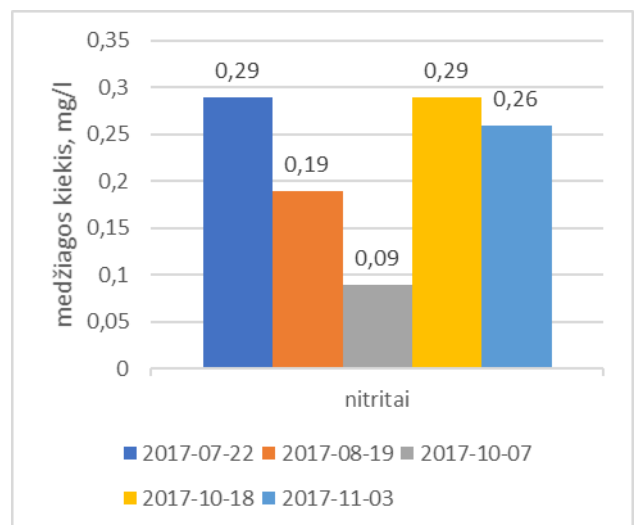
4 paveikslas. Nitritų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „A“ taške

Nitritų kiekiai vandenyje 2017-07–2017-11 svyravo nuo 0 mg/l iki 0,29 mg/l. Liepos mėnesį koncentracija siekė 0,22 mg/l, rugpjūčio mėnesį koncentracija siekė 0,26 mg/l. Spalio mėnesio pradžioje nitritų nebuvo aptikta. Spalio mėnesio pabaigoje nitritų kiekis upėje siekė 0,22 mg/l, o lapkričio mėnesį koncentracija siekė 0,29 mg/l (5 paveikslas).



5 paveikslas. Nitritų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „B“ taške

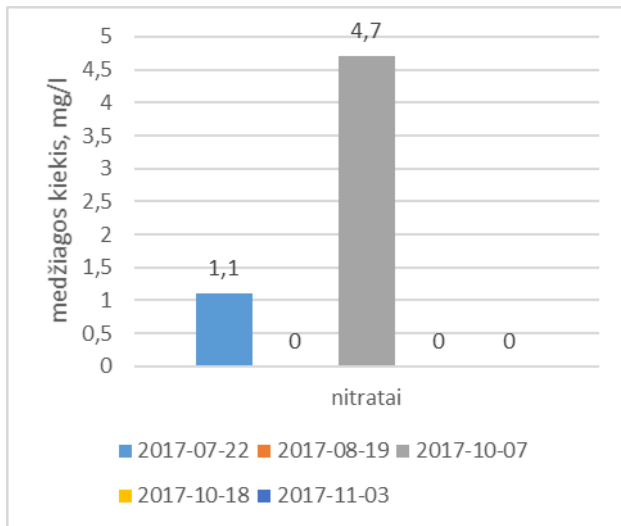
Nitritų kiekis 2017-07–2017-11 laikotarpiu svyravo nuo 0,09 mg/l iki 0,29 mg/l. Mažiausia reikšmė buvo aptikta spalio mėnesio pradžioje, didžiausia – liepos ir spalio mėnesio pabaigoje. Rugpjūčio mėnesį koncentracija siekė 0,19 mg/l, lapkričio mėnesį – 0,26 mg/l (6 paveikslas).



6 paveikslas. Nitritų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „C“ taške

Didžiąją bendrojo azoto sudėties dalį sudarė amonio azotas ir nitratai. Nitratai sudarė apie 80 % viso bendrojo azoto kiekio. Taigi, galima teigti, kad nitratai yra patvariausi iš visų neorganinių azoto junginių. Nitratų kaita tiriamuoju laikotarpiu pavaizduota 7 paveiksle.

Tiriamuoju laikotarpiu taške „A“ nebuvo iš viso rasta nitratų – 0 mg/l, o tuo pačiu laikotarpiu taške „B“ nitratų buvo rasta labai nedaug. Liepos mėnesį buvo rasta 1,1 mg/l, o spalio mėnesio pirmojoje pusėje buvo rasta 4,7 mg/l (tai didžiausia tirtuoju laikotarpiu aptikta reikšmė). Kitais mėnesiais nitratai nebuvo aptikti (7 paveikslas).



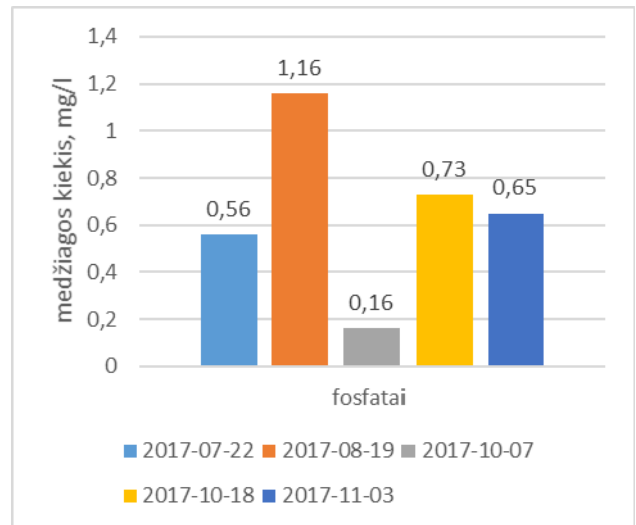
7 paveikslas. Nitratų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „B“ taške

Nitratų koncentracija kito nuo 0 mg/l iki 0,7 mg/l. Liepos mėnesį nitratų reikšmės siekė 0,7 mg/l, o kitais mėnesiais išliko stabilios – 0 mg/l.

Užsienio šalių mokslininkai vandens kokybės kaitą analizuoja kompleksiskai įvertindami kartu antropogenines ir natūralias gamtines sąlygas. Daugelis mokslininkų, atsižvelgdami į antropogeninės veiklos intensyvumo pokyčius, yra išnagrinėję įvairių Europos šalių upių vandens kokybės kaitą ir nustatę, kad mineralinio azoto kiekių, patenkančių į upių vandenį, sumažėjimas negali iš karto parodyti esamų pakitimų. Priešingai yra su fosfatais, kurių kiekį sumažinus, iš karto pastebimas jų koncentracijos sumažėjimas vandenyje (Grimvall, Stålnacke ir Tonderski, 2000).

Fosfatų kiekis upės vandenyje tiriamuoju laikotarpiu taške „A“ kito. Iš pradžių jis siekė 0,56 mg/l koncentraciją, tuomet rugpjūčio mėnesį šoktelėjo dvigubai ir pasiekė net 1,16 mg/l. Spalio mėnesio pradžioje koncentracija buvo sumažėjusi iki 0,16 mg/l. Spalio mėnesio gale – lapkričio pradžioje koncentracija svyravo nežymiai – 0,65 mg/l – 0,73 mg/l (8 paveikslas).

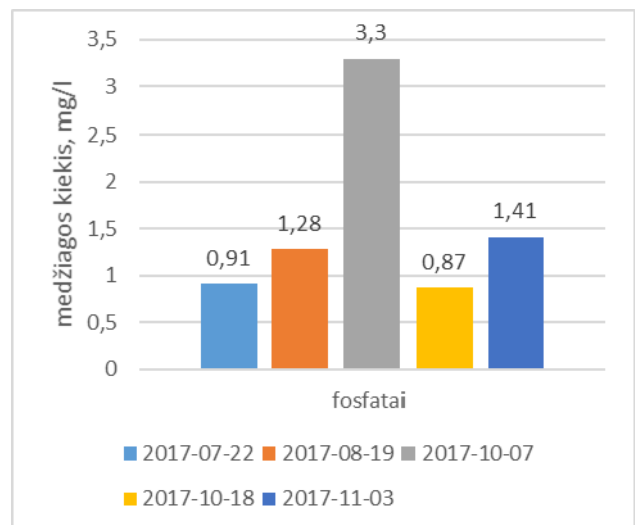
Fosfatų kiekis upės vandenyje tiriamuoju laikotarpiu taške „B“ kito netolygiai. Iš pradžių jis siekė 0,91 mg/l



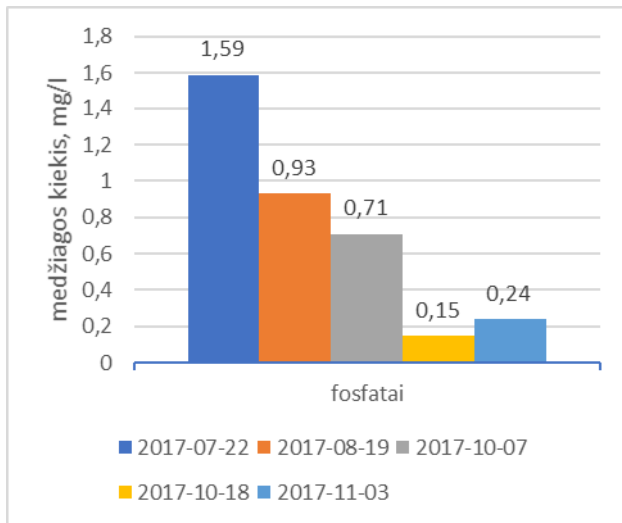
8 paveikslas. Fosfatų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „A“ taške

koncentraciją, tuomet rugpjūčio mėnesį šoktelėjo ir siekė 1,28 mg/l. Spalio mėnesio pradžioje koncentracija pasiekė aukščiausią tašką – 3,3 mg/l. Spalio mėnesio gale – lapkričio pradžioje koncentracija svyravo nežymiai – 0,87 mg/l – 1,41 mg/l (9 paveikslas).

Tiriamuoju laikotarpiu (2017-07–2017-11) fosfatų koncentracijos „C“ taške mažėjo. Liepos mėnesį fosfatų koncentracija upės vandenyje buvo 1,59 mg/l, rugpjūčio mėnesį – 0,93 mg/l, spalio mėnesio pradžioje – 0,71 mg/l, o pabaigoje – 0,15 mg/l. Lapkričio mėnesio pradžioje koncentracija šiek tiek šoktelėjo ir siekė 0,24 mg/l (10 paveikslas).



9 paveikslas. Fosfatų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „B“ taške



10 paveikslas. Fosfatų kaita 2017-07–2017-11 laikotarpiu „C“ taške

Išvados

1. Tyrimo metu nitratų koncentracijos upės vandenyje prieš miestą svyravo 0,0 mg/l – 0,7 mg/l, prieš nuotekų valyklos išleistuvą nitratų nebuvo aptikta, o už išleistuvo – 0 mg/l – 4,7 mg/l. Maksimali reikšmė buvo aptikta spalio mėnesio pradžioje.

2. Fosfatų koncentracijos už vandenvalos įmonės išleistuvo buvo didesnės, palyginti su koncentracijomis prieš nuotekų valyklos išleistuvą ar koncentracija prieš miestą. Didžiausia nustatyta fosforo koncentracija buvo aptikta už vandenvalos išleistuvo ir siekė 3,3 mg/l.

3. Nitritų koncentracijos svyravo nuo 0 mg/l iki 0,29 mg/l. Nitritų koncentracijos dydis už vandenvalos įmonės išleistuvo neišsiskyrė.

4. Didžiausia pH vertė buvo užfiksuota už nuotekų valyklos 2017 metų liepos mėnesį. Tuomet pH siekė 8,6. Iš viso tyrimo metu pH svyravo nuo 8,3 iki 8,6.

5. Įvertinus Vilniaus miesto nuotekų valyklos įtaką upės Neris vandens kokybės parametrams, pastebėta, kad ne visose upės vietose yra gera ekologinė upės būklė. Didžiausios medžiagų koncentracijos buvo aptiktos žemiau nuotekų valyklos išleistuvo.

Literatūra

Aplinkos apsaugos agentūra. (2010). *Taršos šaltiniai ir apkrovos pagrindinių priemonių poveikio vertinimas rizikos vandens telkiniai*. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/files/Tarsos%20saltiniai%20ir%20apkrovos.pdf>

Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. (2005). Mineralinio azoto ir fosforo srautų upių vandenyje pokyčiai įvairaus vandeningumo laikotarpiais. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 13(3), 132-140.

Grimvall, A., Stålnacke, P., & Tonderski, A. (2000). Time scale of nutrient losses from land to sea – a European perspective. *Ecological Engineering*, 14(4), 363-371. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(99\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(99)00061-0)

Kilkus, K. ir Stonevičius, E. (2011). *Lietuvos vandenų geografija*. Vilnius.

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2010). *Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo*. Aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-178. Žin., 2010, Nr. 29–1363.

Lukianas, A. (2001). *Inžinerinė hidraulika: Mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, p. 5.

Lukianas, A. (2003). *Hidrologija ir hidrotechnika*. Vilnius: Technika, 7 p.

Šaučiūnas, L. ir Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. (2017). Antropogeninės veiklos įtaka šventosios upės vandens kokybei ir biogeninių medžiagų kaitos tendencijos. *Aplinkos apsaugos inžinerija*, 19, 1-8.

Tauragės rajono savivaldybės aplinkos monitoringas. (2016). *Darna vystymosi instituto ataskaita. 2016*. Šiauliai. 68 p.

Tumas, R. (2001). Water ecology: hydrochemical and hydrobiological evaluation of Lithuanian rivers. *Water management engineering. Transactions. Vandens ūkio inžinerija*, 14(36), 41-47.

Vartotojo vadovas. (2009). Multimetrinis fotometras *Hanna C205*.

Vilniaus aplinkos informacinė svetainė. (2016). *Upės*. Prieiga per internetą: <http://aplinka.vilnius.lt/lt/index.php/aplinkos-kokybe/pavirsinis-vanduo/upes#5>

INFLUENCE OF WATER TREATMENT PLANT ON THE CHANGE OF WATER QUALITY PARAMETERS OF THE NERIS RIVER

A. Marauskaitė, A. Litvinaitis

Summary

The amount of polluted wasted water is rapidly increasing because of wide-scale manufacturing, the growth of cities and population. This article examines the impact of a concentrated source of pollution that goes into the water of the Neris river. In order to analyze the impact of the pollution source on the river, water monitoring was carried out at 3 river points – above the city of Vilnius, above and below the wastewater treatment plant. The research showed that the concentration of the investigated substances was lower below the wastewater treatment plant. Causes thereof and regularities observed were identified.

Keywords: Neris, source of concentrated pollution, water quality, nitrates, nitrites, phosphates.