



ANTROPOGENINĖS TARŠOS ĮTAKOS NEVĖŽIO UPĖS HIDROCHEMIJAI TYRIMAI IR VERTINIMAS

Gediminas Jankauskas¹, Valentinas Šaulys²

VGTU AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra
El. p. ¹gediminas.jankauskas@stud.vgtu.lt; ²valentinas.saulys@vgtu.lt

Anotacija. Šiame straipsnyje yra analizuojamos Nevėžio upės dviejų paskutinių dešimtmečių (1998–2018 m.) nitratų azoto (NO₃-N) ir fosfatų fosforo (PO₄-P) koncentracijos. Upės vandens kokybės hidrocheminiam vertinimui naudojami iš Aplinkos apsaugos agentūros gauti 1998–2018 m. laikotarpio nitratų ir fosfatų koncentracijų mėnesiniai duomenys (aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario) ir atitinkami vandens debitai. Statistinės analizės metodais, esant 95 % patikimumui buvo pagrįstos nitratų ir fosfatų koncentracijų kaitos tendencijos. Taip pat 2019 m. buvo atliekami natūriniai nitratų azoto ir fosfatų fosforo koncentracijų tyrimai Nevėžio upėje. Upės natūrinių tyrimų rezultatai buvo vertinami pagal fizikinius-cheminius kokybės elementus – nitratų azotą ir fosfatų fosforą. Vidutinė nitratinio azoto koncentracijų reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Raudondvario buvo 3,54 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu – 3,77 mg/l. Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos rodiklių reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Raudondvario buvo 0,220 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu – 0,091 mg/l.

Reikšminiai žodžiai: vandens kokybė, debitas, nitratų azotas, fosfatų fosforas, koncentracija.

Įvadas

Vanduo ir su juo susijusi veikla turi labai didelę reikšmę valstybei, visuomenei ir šalies ūkiui. Vanduo labai svarbus biologinės įvairovės išsaugojimui, transportui ir rekreacijai, visuomenės sveikatos ir aplinkos kokybei užtikrinti. Vanduo tenkina ekologinius, ekonominius ir socialinius visuomenės poreikius (Vandenų..., 2017).

Lietuvai įstojus į ES vandens telkiniai yra tvarkomi ir saugomi ne pagal administracines, bet pagal hidrologiniai apibrėžtas natūralias upių baseinų ribas. Upės vandens kokybę sąlygoja jos baseino teritorijoje vykstantys gamtiniai procesai bei bendras ūkinės veiklos poveikis. Įgyvendindama vandensaugos teisės aktų reikalavimus Lietuva iki 2021 m. visuose šalies vandens telkiniuose privalės pasiekti gerą ekologinę būklę (Aplinkos..., 2015).

Upių vandenyje esančių biogeninių medžiagų (nitratai, fosfatai) koncentracijų kaitai poveikį daro daugelis veiksnių, o vienas iš pagrindinių – pasklidoji tarša, priklausanti nuo upės baseino žemėnaudos struktūros. Daugiau kaip pusę Lietuvos teritorijos sudaro žemės ūkio naudmenos, todėl jų svarba paviršinių vandenų kokybės vertinimui neabejotina: beveik pusę upių vandens taršos

maisto medžiagomis sudaro pasklidoji tarša iš žemės ūkio plotų (Litvinaitis, 2009).

Žemės ūkio tarša yra ypač svarbus ir reikšmingą poveikį Nevėžio baseino upėms darantis veiksnys. Nevėžio baseino upėms tenka viena didžiausių pasklidosios žemės ūkio taršos apkrovų visame Nemuno UBR. Dėl šios priežasties nitratų azoto koncentracijos neatitinka geros ekologinės būklės reikalavimų beveik visose pabaseinio upėse. Tik keliose upėse, kurios teka mažesnio žemės ūkio intensyvumo teritorijomis, nitratų azoto koncentracijos rodikliai atitinka geros ekologinės būklės reikalavimus. Šiame pabaseinyje, palyginti su kitais, reikia nemažai papildomų priemonių namų ūkių, pramonės ir žemės ūkio taršai mažinti. Nevėžio baseino upėms labai aktuali yra pasklidoji žemės ūkio tarša, nes vidurio Lietuvos dirvožemis yra labai derlingas, dėl to čia labai sparčiai plečiamas žemės ūkis.

Azotas ir fosforas į Nevėžį patenka iš skirtingų taršos šaltinių: taršą azotu formuoja pasklidoji (žemės ūkis ir gamtinis fonas), o fosforu – koncentruota (miestai, gyvenvietės ir stambios gyvulininkystės fermos) tarša (Kėdainių..., 2013).

Darbo tikslas – išanalizuoti bei įvertinti 1998–2018 m. antropogeninės taršos įtaką Nevėžio upės hidrochemijai.

Metodika

Nevėžio baseinas plyti Vidurio Lietuvos žemumoje (1 paveikslas), o jo didžiausio intako – Šušvės – baseinas dreuoja Žemaičių aukštumos pašlaitės. Paviršiuje vyrauja sunkesnės mechaninės sudėties karbonatingos uolienos, ir tik 10 % baseino paviršiaus dengia smėlis (Aplinkos..., 2009).



1 paveikslas. Nevėžio pabaseinis (Lietuvos..., 2020)

Nevėžio baseine yra 89 upės, ilgesnės kaip 10 km, bet tik 5 jų, įskaitant ir Nevėžį, yra ilgesnės kaip 50 km. Nevėžio upės ilgis yra 209 km, baseino plotas 6 146 km², o debitas žiotyse – 30 m³/s (Kilkus, 2011).

Nevėžio baseine pelkių yra daugiau aukštupyje – pelkėtumas ten apie 6 %, o miškingumas tik apie 17 % (aukštupyje – apie 21 %). Baseine yra 89 ežerai, bet jų suminis plotas tik 5,28 km², todėl ežeringumas mažas (0,09 %) (Šaulys, 2007).

Pagal Valstybinę aplinkos monitoringo 2018–2023 metų programą, atlikus taršos šaltinių analizę ir jų poveikio paviršinių vandens telkinių būklei vertinimą, buvo nustatyti šie pagrindiniai Lietuvos paviršinių vandens telkinių būklei įtakos turintys veiksniai: pasklidoji tarša, kurios didžiąją dalį sudaro dėl žemės ūkio veiklos susidaranti taršos apkrovos ir kuri yra vienas iš pagrindinių nitratų azoto taršos šaltinių, ir sutelktoji tarša, kurios

aktualiausia keliamą problema – tarša bendruoju fosforu ir amonio azotu (Valstybinė..., 2018).

Nitratai yra patvariausi iš visų neorganinių azoto junginių. Vegetacijos periodu vandenyje jų yra tik dešimtosios miligramo dalys arba visai nerandama, o žiemą koncentracija gali padidėti iki kelių miligramų viename vandens litre.

Fosfatai yra viena iš pagrindinių biogeninių medžiagų, lemiančių vandens telkinio produktyvumą. Į paviršinius vandenis fosforas išplaunamas iš dirvų, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybės veiklos bei irimo produktas.

Svarbus fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas fosforo trąšomis, detergentai, kuriuose yra fosfatų, naudojamų vandens minkštinimui. Mineraliniai fosforo junginiai susidaro biologiškai valant buitines ir kai kurias pramonines nuotekas (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, 2005).

Pagal Lietuvos Respublikos vandens įstatymo reikalavimus, paviršinių vandens telkinių būklei įvertinti yra vykdomas telkinių priežiūros ir veiklos monitoringas, o pagal poreikius – ir tiriamasis monitoringas (Lietuvos..., 1997).

Pagrindinis monitoringo programos tikslas yra nustatyti ir stebėti visų šalies vandens telkinių būklę, todėl monitoringo vietų tinklas yra sudarytas vandens telkinių atžvilgiu.

Bendrieji fizikiniai-cheminiai kokybės elementai, turintys didžiausią įtaką biologinių elementų būklei upėse, yra BDS₇, bendrasis fosforas, P-PO₄, bendrasis azotas, N-NH₄, N-NO₃ ir O₂ (Aplinkos..., 2015).

Nevėžyje įrengti 7 monitoringo punktai (Nevėžis ties Surdaugiais, Nevėžis ties Raguva, Nevėžis žemiau Velžio, Nevėžis ties Naujamiesčiu, Nevėžis žemiau Krekenavos, Nevėžis ties Pelėdnagiais ir Nevėžis aukščiau Raudondvario), kur imamas upės vanduo hidrocheminiams matavimams atlikti.

Nevėžio upės vandens kokybės hidrocheminiam vertinimui naudojami Aplinkos apsaugos agentūros nitratų azoto ir fosfatų fosforo koncentracijų mėnesiniai duomenys ir atitinkami vandens debitai.

Šiame darbe yra analizuojamos dviejų paskutinių dešimtmečių (1998–2018 m.) nitratų azoto (NO₃-N) ir fosfatų fosforo (PO₄-P) koncentracijos rodikliai, lyginant juo su 1 lentelėje pateiktomis upių ekologinės būklės klasėmis.

Taip pat buvo atliekami natūriniai nitratų ir fosfatų koncentracijos tyrimai Nevėžio upėje. Vandens mėginiai paimti 3 kartus (2019 m. birželio, rugpjūčio ir spalio

mėnesiais) penkiuose Nevėžio upės monitoringo postų taškuose: aukščiau ir žemiau Panevėžio, aukščiau ir žemiau Kėdainių bei aukščiau Raudondvario.

1 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (Paviršinių..., 2007)

Rodiklis	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes				
	Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
NO ₃ -N, mg/l N	<1,30	1,30–2,30	2,31–4,50	4,51–10,00	>10,00
PO ₄ -P, mg/l P	<0,050	0,050–0,090	0,091–0,180	0,181–0,400	>0,400

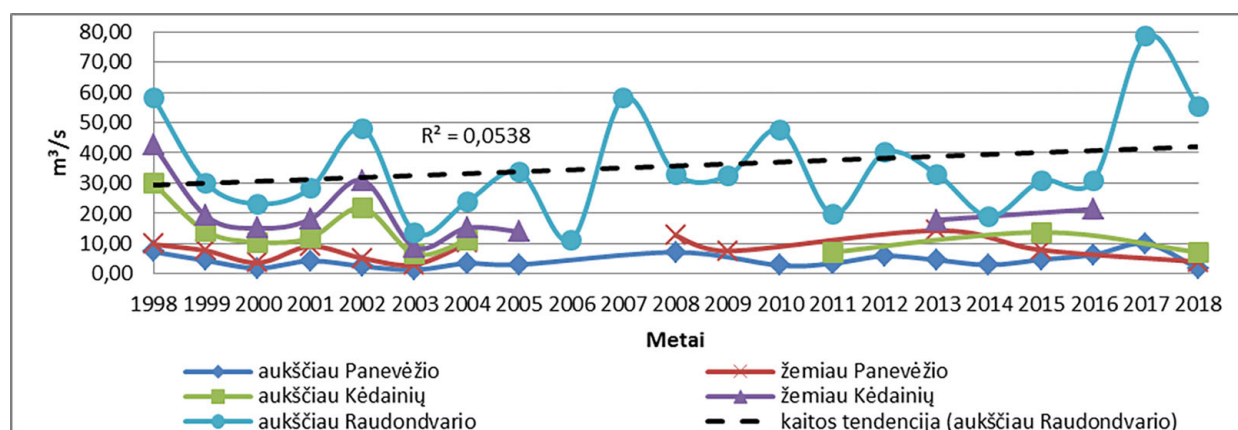
Paimtų upės vandens mėginių tyrimai buvo atlikti Vilniaus Gedimino technikos universiteto Hidraulikos mokomojoje laboratorijoje. Tyrimams buvo naudojamas „HANNA Instruments“ multiparametrinis fotometras HI 83205. Šiuo prietaisu buvo nustatomos nitrato ir fosfato koncentracijos rodikliai paimtuose upės mėginiuose.

Upės natūrinių tyrimų rezultatai buvo vertinami pagal fizikinius-cheminius kokybės elementus – nitrato azotą (NO₃-N), fosfatų fosforą (PO₄-P).

Statistinės analizės metodais, esant 95 % patikimumui, buvo pagrįstos nitrato ir fosfatų koncentracijos rodiklių kaitos tendencijos. Duomenų statistinės analizės skaičiavimams atlikti naudojamos šios statistinės charakteristikos: aritmetinis imties vidurkis, dispersija, standartinis nuokrypis, variacijos koeficientas, vidurkio paklaida ir pasikliautinas intervalas. Taip pat atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė.

Rezultatai ir jų analizė

Tiriamąjį laikotarpį vidutiniai metiniai debitai Nevėžio upėje pateikti 2 paveikslas.



2 paveikslas. Debito kaita Nevėžio upėje 1998–2018 m. laikotarpiu

Iš pateikto grafiko matyti, kad metinis vandens debitas Nevėžio upėje per 1998–2018 m. metų laikotarpį didėjo, tačiau kaitos tendencija ties Raudondvario monitoringo postu nėra patikima, nes determinacijos koeficientas yra $R^2 = 0,054$.

Mažiausias Nevėžio upės vidutinis metinis debitas buvo 2003 ir 2006 metais (ties Raudondvariu – 13,76 m³/s ir 11,37 m³/s), o didžiausias 2017 metais (ties Raudondvariu – 78,5 m³/s).

Šileikos (2012) 1986–2010 m. tyrimų duomenimis debito kaita Nevėžyje daugiau priklauso nuo metinių kritulių ir beveik nepriklauso nuo temperatūros. Gautas debito ir kritulių krypties linijos determinacijos koeficientas $R^2 = 0,43$, o debito ir temperatūros $R^2 = 0,13$.

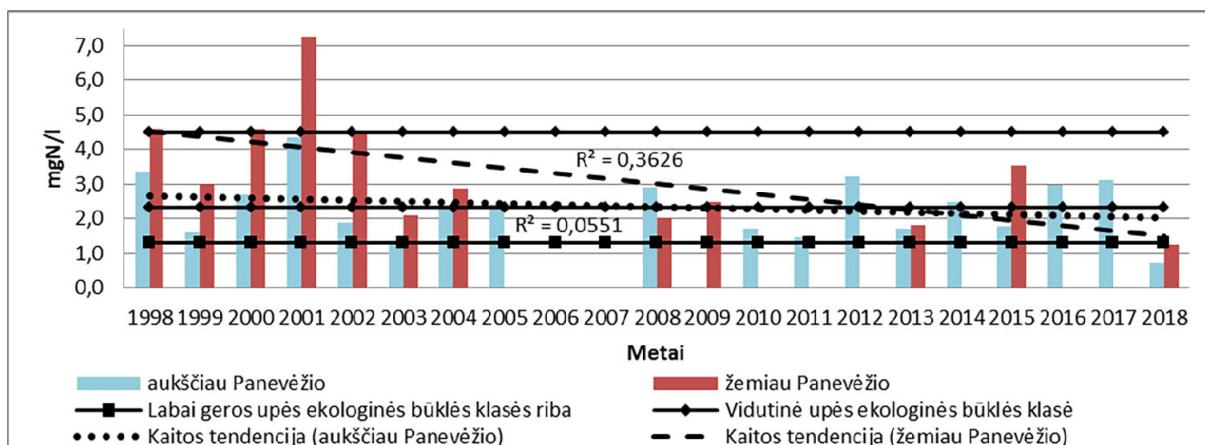
Upės tarša nitrato azotu

Pasklidąją žemės ūkio taršą sudaro į dirvožemį su gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis patenkančios azoto junginių apkrovos. Poveikio reikšmingumą didžiaja dalimi nulemia žemės ūkio veiklos intensyvumas. Didžiausias jis yra vidurio Lietuvoje, mažiausias – pietrytinėje šalies dalyje (Aplinkos..., 2015).

Šileikos ir kt. (2007) tyrimų duomenimis nitrato azoto tarša Nevėžyje nuo aukštupio artėjant prie Panevėžio yra mažesnė, bet žemiau esantys miestai ir intakai vėl ją gerokai padidina.

Nitrato azoto koncentracijos kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto 1998–2018 m. pateikta 3 paveiksle.

Vidutinė nitratinio azoto koncentracijų reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Panevėžio buvo 2,54 mg/l bei žemiau Panevėžio – 3,87 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu atitinkamai – 2,21 mg/l ir 2,23 mg/l.



3 paveikslas. Nitratų azoto kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1998–2018 m. laikotarpiu

Aukščiau Panevėžio nitratų azoto koncentracijos rodiklių krypties linijos determinacijos koeficientas $R^2 = 0,06$, o žemiau Panevėžio $R^2 = 0,36$. Tai rodo, kad abiem atvejais kaitos tendencija nėra patikima.

Pirmame dešimtmetyje matomas didelis Nevėžio upės užterštumas nitratų azotu, 2001 metais žemiau Panevėžio $\text{NO}_3\text{-N}$ kiekis siekia 7,27 mg/l, kas atitinka blogą upės ekologinės būklės klasę.

Vidutinė nitratinio azoto koncentracijų reikšmė per 1998–2018 m. laikotarpį aukščiau Panevėžio miesto gaunama 2,34 mg/l. Tuo tarpu vidutinė $\text{NO}_3\text{-N}$ reikšmė žemiau Panevėžio miesto gaunama 3,34 mg/l. Šis vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui yra esminis, todėl galima teigti, kad Panevėžio miestas per tyrimų laikotarpį iš esmės didina (1,003 mg/l) nitratinio azoto reikšmę. Pagal upių ekologinės būklės klasių rodiklių reikšmes nitratinio azoto požiūriu aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto Nevėžis atitinka tik vidutinę ekologinės būklės klasę.

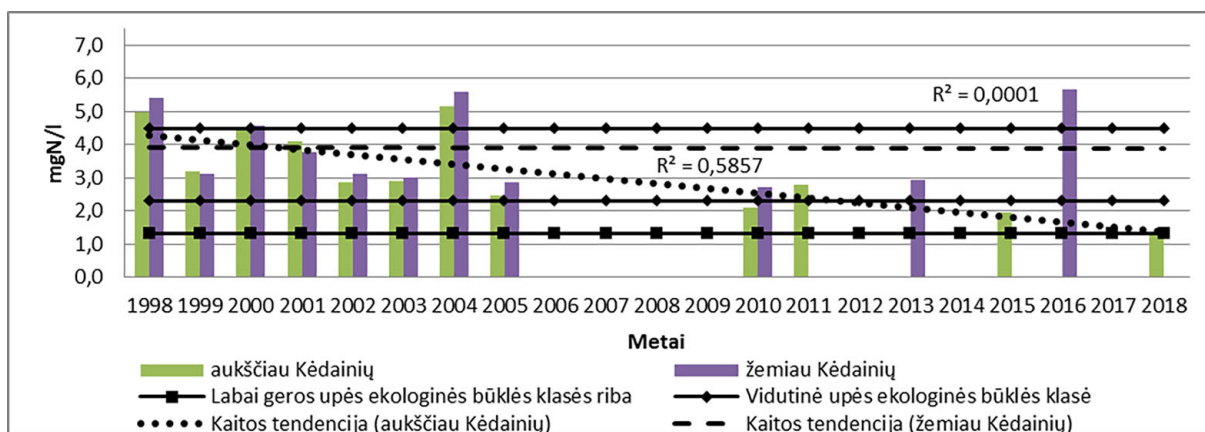
Koriapina (2006), remdamasi hidrocheminių tyrimų duomenimis, nustatė, kad nitratų koncentracijos Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Panevėžio vidurkiai

1994–2004 m. laikotarpiu atitinkamai buvo 2,48 mg N/l ir 3,97 mg N/l. Atlikusi dispersinę analizę nustatė, kad šie skirtumai yra esminiai.

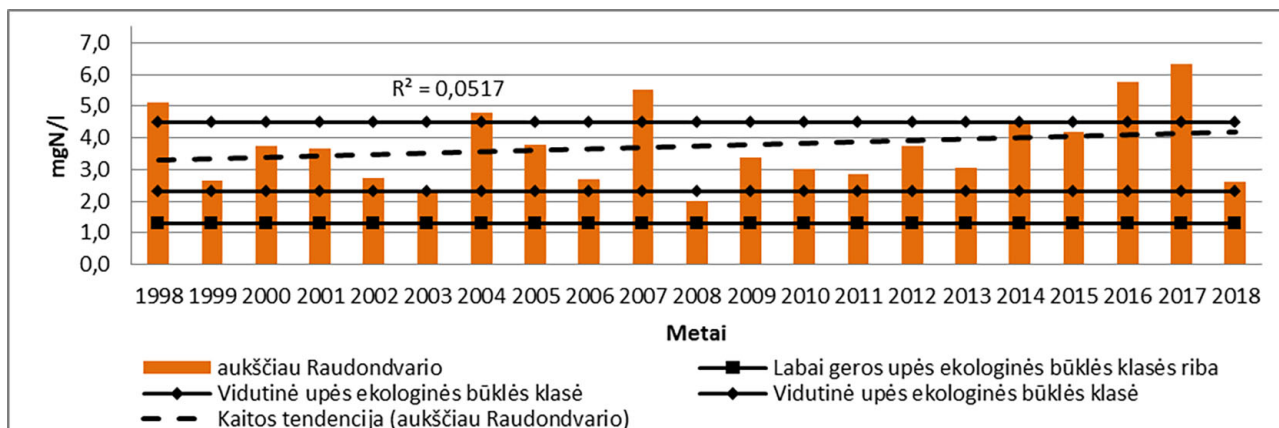
Iš 4 paveikslo matyti, kad nėra gauta didelė dalis duomenų, tačiau mažėjanti kaitos tendencija nagrinėjamu laikotarpiu aukščiau Kėdainių yra aiškiai matoma, o žemiau Kėdainių tarša išlieka tokia pat. Aukščiau Kėdainių nitratų azoto koncentracijų krypties linijos determinacijos koeficientas $R^2 = 0,586$. Galima daryti išvadą, kad $\text{NO}_3\text{-N}$ kitimo trendas aukščiau Kėdainių yra reikšmingas.

Vidutinė nitratinio azoto koncentracijų reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Kėdainių buvo 3,77 mg/l bei žemiau Kėdainių – 3,94 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu atitinkamai – 2,04 mg/l ir 3,77 mg/l.

Vidutinė nitratinio azoto koncentracijos reikšmė per tiriamąjį laikotarpį aukščiau Kėdainių miesto gaunama 3,19 mg/l, o žemiau Kėdainių – 3,89 mg/l. Šis vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui nėra esminis, todėl galima teigti, kad Kėdainių miestas nedaro didelės įtakos Nevėžio upei, tačiau aukščiau ir žemiau Kėdainių Nevėžis atitinka tik vidutinei ekologinės būklės klasei.



4 paveikslas. Nitratų azoto kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Kėdainių 1998–2018 m. laikotarpiu



5 paveikslas. Nitratų azoto kaita Nevėžio upėje aukščiau Raudondvario 1998–2018 m. laikotarpiu

Panašią tendenciją pastebėjo ir Červokaitė (2011) vertindama Nevėžio upės ekologinę situaciją 2000–2005 m. Jos teigimu, tarp aukščiau ir žemiau Kėdainių apskaičiuotų vidurkių esminio skirtumo nėra, o tai rodo, kad Kėdainių miestas nitratų azotu Nevėžio papildomai neteršia. Ji pastebėjo, kad kiekvienų metų šiltuoju laikotarpiu koncentracijų reikšmės yra žymiai didesnės nei šiltuoju metu ir pasiskirsčiusios tarp blogos ir geros upės ekologinės būklės klasių.

Nitratų azoto kaita Nevėžio upės vandenyje aukščiau Raudondvario 1998–2018 m. laikotarpiu pateikta 5 paveiksle.

Vidutinė nitratinio azoto koncentracijos reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Raudondvario buvo 3,54 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu – 3,77 mg/l.

Vertinant nitratų azoto koncentracijos rodiklių kaitos tendenciją aukščiau Raudondvario aiškiai pastebimas NO₃-N didėjimas 1998–2018 m. laikotarpiu, tačiau kaitos tendencija nėra patikima ($R^2 = 0,05$).

Antro dešimtmečio NO₃-N kaitos tendencija taip pat yra didėjanti, tačiau nėra patikima ($R^2 = 0,35$).

Pagal upių ekologinės būklės klasių rodiklių reikšmes nitratinio azoto požiūriu aukščiau Raudondvario miesto tiriamuoju laikotarpiu Nevėžis atitiko tik vidutinei arba blogai ekologinės būklės klasei, išskyrus 2008 m.,

kai NO₃-N koncentracija buvo tik 2,02 mg/l ir atitiko gerą ekologinės būklės klasę. Didžiausia nitratų azoto koncentracija 2017 m. siekė 6,31 mg/l.

Statistinės nitratų azoto koncentracijos rodiklių kaitos charakteristikos postuose aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario nagrinėjamu laikotarpiu pateikiamos 2 lentelėje.

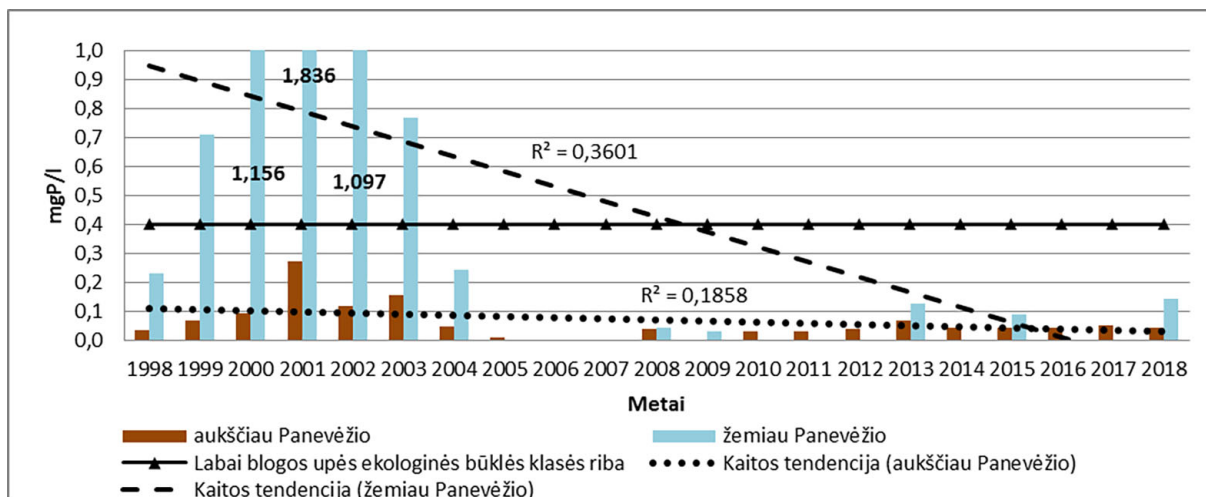
Vidutinė nitratinio azoto koncentracijos reikšmė per 1998–2008 m. laikotarpį aukščiau Raudondvario miesto gaunama 3,54 mg/l, o vidutinė NO₃-N reikšmė per 2008–2018 m. laikotarpį aukščiau Raudondvario gaunama 3,77 mg/l. Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę tarp pirmo ir antro dešimtmečio NO₃-N koncentracijos aukščiau Raudondvario gauta, kad esant 95 % patikimumui, tarp apskaičiuotų vidurkių esminio skirtumo nėra, tačiau vis tiek matomas nežymus Nevėžio upės vandens kokybės blogėjimas. Upės užterštumas galimai pablogėjęs dėl pasklidusios žemės ūkio taršos, tai rodo, kad yra suintensyvėjusi žemdirbystė vidurio Lietuvoje.

Upės tarša fosfatų fosforu

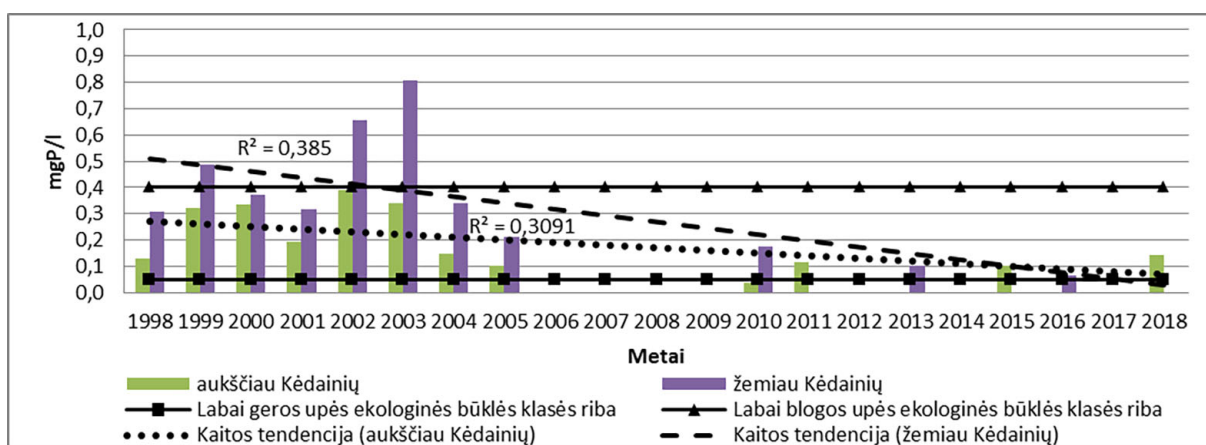
Nevėžio upės taršai fosforo junginiais daugiausia įtakos turi Panevėžys, Naujamiestis, Krekenava, Kėdainiai, Obelies (įtekančios į Nevėžį) upės taršą formuoja AB „Lifosa“ nuotekos (Kėdainių..., 2013).

2 lentelė. Statistinės NO₃-N koncentracijos charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario

Monitoringo vieta	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinas intervalas 95 % patikimumo, mg/l
Aukščiau Panevėžio	2,34	0,790	0,889	0,380	0,210	1,93–2,75
Žemiau Panevėžio	3,34	2,810	1,676	0,502	0,484	2,40–4,28
Aukščiau Kėdainių	3,19	1,530	1,237	0,388	0,357	2,49–3,89
Žemiau Kėdainių	3,89	1,429	1,196	0,307	0,360	3,19–4,59
Aukščiau Raudondvario	3,74	1,459	1,208	0,323	0,264	3,22–4,25



6 paveikslas. Fosfatų fosforo kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio 1998–2018 m. laikotarpiu



7 paveikslas. Fosfatų fosforo kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Kėdainių 1998–2018 m. laikotarpiu

Fosfatų fosforo koncentracijos kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio miesto 1998–2018 m. pateikta 6 paveikslas.

Pateiktame grafike matomas akivaizdus fosfatų fosforo koncentracijos mažėjimas žemiau Panevėžio miesto, tačiau įvertinus tendencijos kitimą pagal determinacijos koeficientą ($R^2 = 0,36$), galima daryti išvadą, kad ši mažėjimo tendencija nėra reikšminga. Aukščiau Panevėžio taip pat pastebimas $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentracijos mažėjimas, tačiau kaitos tendencija nėra patikima, nes determinacijos koeficientas $R^2 = 0,19$.

Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos rodiklių reikšmė per 1998–2019 m. laikotarpį aukščiau Panevėžio miesto gaunama 0,068 mg/l, o vidutinė $\text{PO}_4\text{-P}$ reikšmė per tiriamąjį laikotarpį žemiau Panevėžio miesto gaunama 0,539 mg/l. Šis vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui yra esminis, todėl galima teigti, kad Panevėžio miestas per tyrimų laikotarpį labai didina (0,471 mg/l) fosfatų fosforo reikšmę. Pagal upių ekologinės būklės klasių rodiklių reikšmes fosfatų fosforo požiūriu aukščiau Panevėžio miesto Nevėžis atitinka gerą ekologinės būklės

klasę, o žemiau Panevėžio miesto – labai blogą ekologinės būklės klasę.

Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Panevėžio buvo 0,094 mg/l, žemiau Panevėžio – 0,760 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu atitinkamai – 0,043 mg/l ir 0,086 mg/l.

2007 metais buvo atlikta Panevėžio nuotekų valymo įrenginių rekonstrukcija, todėl matyti, kad antrame dešimtmetyje išvalomų nuotekų kokybė yra gerėjanti, o fosfatų fosforo kiekis žemiau Panevėžio yra sumažėjęs ir siekia vidutinės ekologinės būklės klasę.

Fosfatų fosforo kaita Nevėžio upės vandenyje aukščiau ir žemiau Kėdainių 1998–2018 metų laikotarpiu pateikta 7 paveiksle.

Iš grafiko matyti, kad aukščiau ir žemiau Kėdainių miesto kaitos tendencijos yra mažėjančios ($R^2 = 0,31$ ir $R^2 = 0,39$), tačiau nėra patikimos. Pirmame dešimtmetyje matomas didelis Nevėžio upės užterštumas fosfatų fosforu. 1999, 2002 ir 2003 metais žemiau Kėdainių $\text{PO}_4\text{-P}$ kiekis atitinka labai blogą upės ekologinės būklės klasę.

Didžiausia fosfatų fosforo koncentracija 2003 m. siekė 0,81 mg/l.

Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijų reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Kėdainių buvo 0,246 mg/l, žemiau Kėdainių – 0,438 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu atitinkamai – 0,101 mg/l ir 0,115 mg/l.

Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos reikšmė per 1998–2019 m. laikotarpį aukščiau Kėdainių miesto gaunama 0,198 mg/l, o vidutinė PO₄-P reikšmė žemiau Kėdainių miesto – 0,350 mg/l. Šis vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui nėra esminis, todėl galima teigti, kad Kėdainių miestas daro nedidelę įtaką Nevėžio upei, nors atitinka blogą ekologinės būklės klasę. Tačiau antrame dešimtmetyje aiškiai matyti, kad aukščiau ir žemiau Kėdainių Nevėžyje PO₄-P kiekis yra mažesnis nei pirmame dešimtmetyje bei atitinka vidutinę ekologinės būklės klasę.

Fosfatų fosforo kaita Nevėžio upės vandenyje aukščiau Raudondvario 1998–2018 m. laikotarpiu pateikta 8 paveiksle.

Nagrinėjamu laikotarpiu fosfatų fosforo koncentracija aukščiau Raudondvario miesto yra mažėjanti, o kiti mo tendencija yra reikšminga ($R^2 = 0,51$).

Pirmame dešimtmetyje vyravo bloga upės ekologinės būklės klasė, vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos rodiklių reikšmė aukščiau Raudondvario buvo 0,220 mg/l, o didžiausias PO₄-P kiekis (0,31 mg/l) buvo 1999 metais.

Remiantis Logiš (2007) tyrimo rezultatais, Nevėžio upės vandeniu buvo labai smarkiai užterštas fosfatinėmis medžiagomis. Blogą vandens kokybę sąlygojo Panevėžio ir Kėdainių miestų nuotekos bei sumažėjęs upės vandeninumas.

Antrame dešimtmetyje matomas fosfatų fosforo kiekio sumažėjimas Nevėžio upėje, kuris vyrauja geros ekologinės būklės klasėje. Vidutinė fosfatų fosforo kon-

centracijos rodiklių reikšmė aukščiau Raudondvario buvo 0,091 mg/l. Antrame dešimtmetyje didžiausias PO₄-P kiekis 2018 m. siekė 0,170 mg/l.

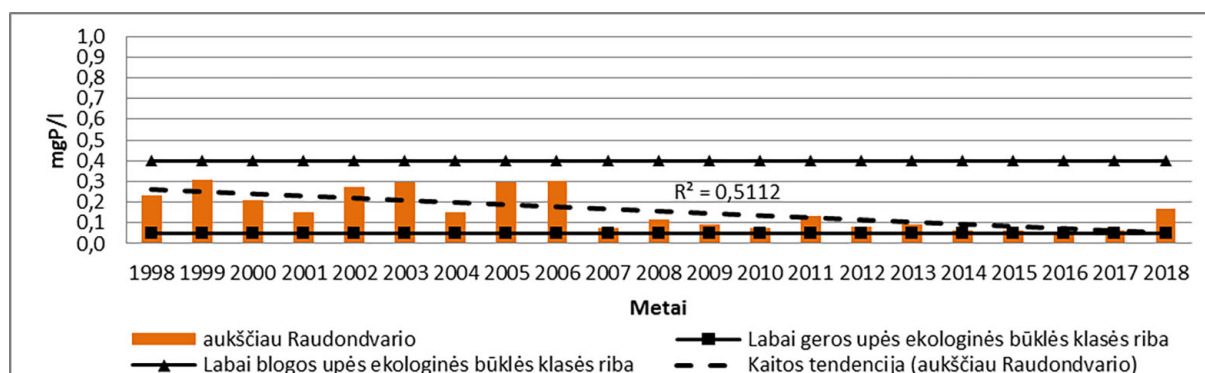
2018 m. rugsėjo 21-ąją, Kėdainių rajono savivaldybės Ekstremalių situacijų komisija paskelbė savivaldybės lygio ekstremaliąją situaciją dėl ne visai išvalytų nutekamųjų vandenų patekimo į Nevėžio upę. Tyrimų duomenimis, ištyrus upės vandens mėginius 1,3 kilometro žemiau nuotekų išleidimo vietos, fiksuota tarša organinėmis medžiagomis leidžiamas normas viršijo kiek daugiau nei tris kartus (Kėdainių..., 2018).

Lyginant vidutinę fosfatų fosforo koncentraciją 1998–2018 m. laikotarpiu žemiau Kėdainių (0,350 mg/l) ir vidutinę PO₄-P koncentraciją tiriamuoju laikotarpiu aukščiau Raudondvario (0,157 mg/l), esant 95 % patikimumui šis vidurkių skirtumas yra esminis. Todėl galima teigti, kad šioje atkarpoje, tarp Kėdainių ir Raudondvario, vyksta ženklus savaiminis Nevėžio upės apšalymas.

Statistinės fosfatų fosforo koncentracijos rodiklių kaitos charakteristikos postuose aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario nagrinėjamu laikotarpiu pateikiamos 3 lentelėje.

Vidutinė fosfatų fosforo koncentracijos rodiklių reikšmė per 1998–2008 m laikotarpį aukščiau Raudondvario miesto gaunama 0,22 mg/l, o vidutinė PO₄-P reikšmė per 2008–2018 m. laikotarpį aukščiau Raudondvario – 0,09 mg/l.

Atlikus vienfaktorinę dispersinę analizę tarp pirmo ir antro dešimtmečio PO₄-P koncentracijos rodiklių aukščiau Raudondvario gauta, kad esant 95 % patikimumui, tarp apskaičiuotų vidurkių skirtumas yra esminis. Tai rodo, kad Panevėžio bei Kėdainių nuotekų valyklų išleidžiamos į upę nuotekos yra pakankamai gerai išvalomos, o Nevėžio upės vandens kokybė, fosfatų fosforo atžvilgiu, yra gerėjanti.



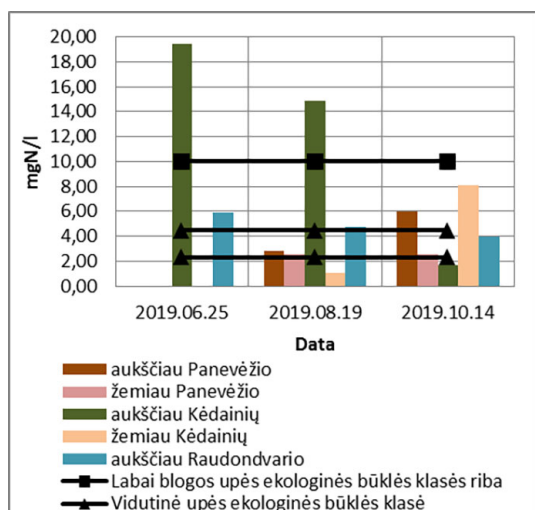
8 paveikslas. Fosfatų fosforo kaita Nevėžio upėje aukščiau Raudondvario 1998–2018 m. laikotarpiu

3 lentelė. Statistinės PO₄-P koncentracijos charakteristikos aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario

Monitoringo vieta	Vidurkis, mg/l	Dispersija, mg/l	Standartinis nuokrypis, mg/l	Variacijos koeficientas	Vidurkio paklaida, mg/l	Pasikliautinas intervalas 95 % patikimumo, mg/l
aukščiau Panevėžio	0,068	0,004	0,062	0,907	0,015	0,040–0,097
žemiau Panevėžio	0,539	0,334	0,578	1,072	0,167	0,214–0,864
aukščiau Kėdainių	0,198	0,014	0,118	0,596	0,034	0,131–0,264
žemiau Kėdainių	0,350	0,051	0,227	0,649	0,068	0,216–0,483
aukščiau Raudondvario	0,157	0,009	0,093	0,594	0,020	0,117–0,197

Natūriniai NO₃-N ir PO₄-P koncentracijų tyrimai

Natūrinių tyrimų nitratų azoto koncentracijos kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario pateikta 9 paveiksle.



9 paveikslas. Nitratų azoto kaita ištirtame Nevėžio upės vandenyje

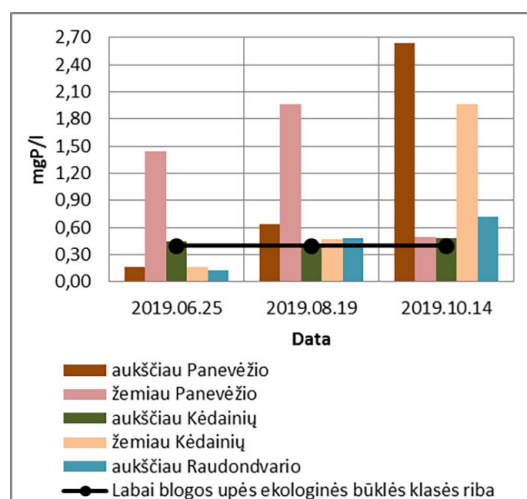
Iš grafiko matyti, kad birželio ir rugpjūčio mėnesiais nitratų azoto koncentracija aukščiau Kėdainių miesto viršijo labai blogos ekologinės būklės klasės ribą. Birželio mėnesį NO₃-N kiekis siekė 19,4 mg/l ir beveik du kartus viršijo labai blogą ekologinės klasės ribą.

Vidutinė natūrinių tyrimų nitratinio azoto koncentracijos reikšmė Nevėžio upėje yra 4,93 mg/l, kas atitinka blogą ekologinės būklės klasę.

Remiantis Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos duomenimis, blogą ekologinę būklę galėjo lemti 2019 m. iškritęs mažas kritulių kiekis. Birželio mėnesį vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje buvo 33 mm, o rugpjūčio ir spalio mėnesiais – 66 mm. Birželio mėnesį vandens lygis Nevėžio upėje pažemėjo 50–80 cm, taip pat buvo pasiektas žemiausias vandens lygis stebėtas spalį (Lietuvos..., 2019).

Lyginant 2019 m. natūrinių tyrimų vidutinę nitratų azoto koncentraciją (4,93 mg/l) su 2018 m. vidutine NO₃-N koncentracija (1,48 mg/l), matoma, kad Nevėžio vandens kokybės tendencija nėra gerėjanti.

Natūrinių tyrimų fosfatų fosforo koncentracijos kaita Nevėžio upėje aukščiau ir žemiau Panevėžio bei Kėdainių ir aukščiau Raudondvario pateikta 10 paveiksle.



10 paveikslas. Fosfatų fosforo kaita ištirtame Nevėžio upės vandenyje

Natūrinių fosfatų fosforo tyrimų duomenimis birželio, rugpjūčio ir spalio mėnesiais vyravo labai bloga upės ekologinės būklės klasė.

Iš grafiko matyti, kad didžiausia PO₄-P koncentracija (2,64 mg/l) buvo spalio mėnesį aukščiau Panevėžio miesto ir 6,6 karto viršijo labai blogos ekologinės būklės klasę. Bendras fosfatų fosforo koncentracijų vidurkis siekia 0,841 mg/l ir du kartus viršija labai blogos ekologinės būklės klasę.

Lyginant 2019 m. natūrinių tyrimų vidutinę fosfatų fosforo koncentraciją (0,841 mg/l) su 2018 m. vidutine PO₄-P koncentracija (0,126 mg/l), galima daryti išvadą, kad Nevėžio vandens kokybės tendencija nėra gerėjanti.

Išvados

1. Vertinant nitrato azoto koncentracijos rodiklių kitimą tiriamuoju laikotarpiu aukščiau Raudondvario pastebimas $\text{NO}_3\text{-N}$ didėjimas. Vidutinė nitratinio azoto koncentracijos reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Raudondvario buvo 3,54 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu – 3,77 mg/l. Galima teigti, kad Nevėžio upės vandens kokybė, nitrato azoto atžvilgiu, yra nežymiai blogėjanti tačiau vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui nėra esminis. Upės užterštumas galimai pablogėjęs dėl pasklidusios žemės ūkio taršos, tai rodo, kad yra suintensyvjusi žemdirbystė vidurio Lietuvoje.
2. Vertinant fosfato fosforo koncentracijos rodiklių kitimą tiriamuoju laikotarpiu aukščiau Raudondvario pastebimas $\text{PO}_4\text{-P}$ mažėjimas. Vidutinė fosfato fosforo koncentracijos reikšmė 1998–2008 m. laikotarpiu aukščiau Raudondvario buvo 0,220 mg/l, o 2008–2018 m. laikotarpiu – 0,091 mg/l. Galima teigti, kad Nevėžio upės vandens kokybė, fosfato fosforo atžvilgiu, yra gerėjanti, o vidurkių skirtumas esant 95 % patikimumui yra esminis. Tai rodo, kad Panevėžio bei Kėdainių nuotekų valyklų išleidžiamos į upę nuotekos yra pakankamai gerai išvalomos.
3. Palyginus 2019 m. natūrinių tyrimų vidutinės nitrato azoto ir fosfato fosforo koncentracijas su 2018 m. vidutinėmis $\text{NO}_3\text{-N}$ ir $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentracijomis, galima daryti išvadą, kad Nevėžio vandens kokybės tendencija nėra gerėjanti.

Literatūra

- Aplinkos apsaugos agentūra. (2009). *Nevėžio pabaseinis*. <http://vanduogamta.lt/cms/index?rubricId=27392fd9-6206-4035-ae71-a9b3acbf47e4&fbclid=IwAR2afWeoi81U79ZBdE2YeflBzi0A16xgji0C8baduXeDdsmUv5SNvx6OIIs>
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2015). *Nemuno upių baseinų rajono valdymo planas*. Vilnius.
- Aplinkos apsaugos agentūra. (2020). *Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastras (UETK)*. <https://uetk.am.lt/portal/startPageForm.action>
- Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. (2005). *Biogeninių medžiagų kaitos upių vandenyje tyrimai ir įvertinimas*. Vilnius.
- Červokaitė, N. (2011). *Ekologinės Nevėžio upės situacijos vertinimas ir prevencinės gerinimo priemonės*. Vilnius.
- Kėdainių rajono savivaldybė. (2013). *Kėdainių rajono savivaldybės 2014–2018 m. aplinkos monitoringo programa*. Kėdainiai.
- Kėdainių rajono savivaldybė. (2018). *Savivaldybės lygio ekstremalioji situacija – dėl Nevėžio upės taršos*. Kėdainiai. <http://www.kedainiai.lt/go.php/lit/img/1>
- Kilkus, K. (2011). *Lietuvos vandenų geografija*. Vilniaus universitetas.
- Koriapina, N. (2006). *Panevėžio miesto įtakos Nevėžio upės vandens kokybei ir prevencinių priemonių ekologiškai situacijai gerinti įvertinimas*. Vilnius.
- Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba. (2019). <http://www.meteo.lt/2019-birzelis>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2007). Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo. *Valstybės žinios*, 2007-04-28, Nr. 47-1814.
- Lietuvos Respublikos Seimas. (1997). Lietuvos Respublikos vandens įstatymas. *Valstybės žinios*, 1997, Nr. VIII-474.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2017). Dėl Vandenių srities plėtros 2017–2023 metų programos patvirtinimo, Nr. 88. *TAR*, 2017-02-09, Nr. 2348.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2018). Dėl Valstybinės aplinkos monitoringo 2018–2023 metų programos patvirtinimo, Nr. 996. *TAR*, 2018-10-05, Nr. 15880.
- Litvinaitis, A. (2009). *Žemėnaudos įtaka upių vandens kokybei. Iš 12-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerijos sekcijos medžiaga* (75–79 p.). <https://doi.org/10.3846/mla.2009.4.15>
- Logiš, K. (2007). *Nevėžio upės hidrocheminis vertinimas. Iš 10-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ Aplinkos apsaugos inžinerijos sekcijos medžiaga* (437–442 p.).
- Šaulys, V. (2007). *Vandenių apsaugos politika ir teisė: Mokojoji knyga*. Technika. <https://doi.org/10.3846/944-S>
- Šileika, A. S. (2012). Bendrojo azoto ir bendrojo fosforo kaitos tendencijos Nevėžio upėje. *Vandens ūkio inžinerija*, 40(60), 14–21.
- Šileika, A. S., Gaigalis, K. ir Baigys, G. (2007). Azoto ir fosforo junginių kaita Nevėžio upėje. *Vandens ūkio inžinerija*, 31(51), 15–26.

RESEARCH AND ASSESSMENT OF THE ANTHROPOGENIC POLLUTION IMPACT ON THE HYDROCHEMISTRY OF NEVEZIS RIVER

G. Jankauskas, V. Šaulys

Summary

This article analyzes nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) and phosphate phosphorus ($\text{PO}_4\text{-P}$) concentrations in the last two decades (1998–2018) of the Nevezis River. The hydrochemical assessment of river water quality is used for the 1998–2018 period from the Environmental Protection Agency. Monthly data on nitrate and phosphate concentrations over the period (above and below Panevezys and Kedainiai and above Raudondvaris) and corresponding water flows. Statistical analysis methods with 95% confidence were used to validate trends in nitrate and phosphate concentrations. Also in 2019 natural investigations of nitrate nitrogen and phosphate phosphorus concentrations in the Nevezis River were carried out. The results of in-kind studies of the river were evaluated on the basis of physico-chemical quality elements – nitrate nitrogen and phosphate phosphorus. The average value of nitrate nitrogen concentrations over the period 1998–2008 was 3.54 mg/l above Raudondvaris and 3.77 mg/l during the period 2008–2018. The average value of phosphate phosphorus concentrations above Raudondvaris was 0.220 mg/l in the period 1998–2008, and 0.091 mg/l during the period 2008–2018.

Keywords: water quality, flow rate, nitrate nitrogen, phosphate phosphorus, concentration.