



KUOSINĖS UPELIO SAVAIMINIO APSIVALYMO EFEKTYVUMAS

Marius PAJAUJIS¹, Valentinas ŠAULYS²

VGTU AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra

El. paštas: ¹marius.pajaujis@stud.vgtu.lt; ²valentinas.saulys@vgtu.lt

Anotacija. Darbe nagrinėjamas Kuosinės upelio savaiminio apsivalymo efektyvumas nuo azoto ir fosforo junginių. Pasi-rinkti du upelio ruožai po 4 kilometrus: reguliuotas ir natūralus. Vandens kokybės tyrimai buvo vykdomi nuo 2017 m. va-sario mėnesio. Cheminiams tyrimams 12 mėnesių buvo imami mėginiai ir tiriamos nitratų ir fosfatų koncentracijos. Vidutiniškai per tyrimų laikotarpį 2017–2018 m. reguliuotame ruože apsivalymas nuo nitratinio azoto siekė 0,31 mg/l, o natūraliame ruože vidutiniškai sumažėjo 1,07 mg/l. Vidutinis apsivalymas nuo fosfatų reguliuotame ruože siekė 0,18 mg/l, o natūraliame ruože 0,15 mg/l. Atlikus dispersinę duomenų analizę esant 95 % patikimumo lygiui nustatyta, kad apsivalymas tiek nuo nitratų, tiek nuo fosfatų natūraliame upelio ruože iš esmės skiriasi, o reguliuotame ruože yra neesminis. Įvertinus Kuosinės upelio savaiminį apsivalymą panaudojant 2014–2018 m. sukauptus 24 mėn. eilės duomenis ir atlikus duomenų dispersinę analizę, paaiškėjo, kad upelio savaiminis apsivalymas nuo nitratinio azoto reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, skiriasi iš esmės. Atlikus dispersinę duomenų analizę fosfatų atveju paaiškėjo, kad Kuosinės upelio savaiminis apsivalymas nuo fosfatų reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, neesminis. Gerinant upelio savaiminį apsivalymą siūloma taikyti švelniosios natūralizaci-jos priemonės: sudaryti sąlygas vagoje formuotis įvairesniems biotopams – rėvoms ir duburiams, vingiams, apželdinti pakrantes medžiais ir nepamiršti, kad upeliai Lietuvoje buvo reguliuojami žemės ūkio naudmenų sausinimo tikslams, to-dėl siekiant natūralizavimo tikslų, būtina suderinti upelių sausinamąją ir gamtosauginę funkcijas.

Reikšminiai žodžiai: upelis, reguliuotas upelis, savaiminis apsivalymas, nitratai, fosfatai, tarša.

Įvadas

Tekantis upių vanduo ekologiniu požiūriu yra kur kas pranašesnis už stovintį vandenį: besimaišanti vandens tėkmė mažiau užteršta biogeninėmis medžiagomis, van-duo geriau aprūpinamas deguonimi, spartesni apsivalymo procesai (Vaikasas, 2007).

Upių krantų ir vagų pertvarkymai (užtvankų statyba, dugno valymas ir pan.) bei didesnio masto darbai upių baseinuose (drėgnų zonų nusausinimas, dirvožemio už-dengimas nepralaidžia danga ir t. t.) sukėlė įvairių pa-sekmių. Vertinant kiekybiškai, šie procesai pakeitė požeminių vandenų maitinimo ir upių potvynių regula-vimo natūralią gamtinę sistemą. Vertinant kokybiškai, sunaikinus upės aplinkines drėgnas zonas, sumažėjo van-dens aplinkos natūralus apsivalymas (Brun ir Lasserre, 2012).

Išanalizavus paviršinių vandens telkinių būklę le-miančius veiksniai, galima teigti, kad naujų didesnių po-veikį jiems darančių veiksnių nenustatyta, o jau žinomų

poveikis toks pat arba šiek tiek mažesnis. Paviršinių van-dens telkinių būklę labiausiai neigiamai veikia pasklidoji tarša, daugiausia iš žemės ūkio veiklos; hidromorfologi-niai paviršinių vandens telkinių pokyčiai, atsiradę dėl žemių sausinimo (melioracijos), hidroelektrinių ir upių tvenkimo; antrinė tarša, atsirandanti dėl ilgalaikės praei-ties taršos; sutelktoji tarša (miestų ir gyvenviečių nuotekų valymo įrenginių tarša, tarša pavojingomis medžiago-mis); tarptautinė tarša – iš kaimyninių šalių patenkantys teršalai (Dėl vandenų..., 2017).

Respublikos klimato ir žemės paviršiaus fizinės geografines sąlygas kito pamažu, upių tinklas plėtojosi lėtai, labiausiai dėl erozinių procesų. Kraštas buvo miš-kingas, gana pelkėtas, ežeringas, žemės ūkis nebuvo in-tensyvus iš dalies dėl drėgmės pertekliaus. Jau nuo seno vandens perteklių iš žemdirbystės laukų nukreipdavo grioviais ir didesniais kanalais. Drenuoti žemes pradėta apie 1855 m., o organizuota žemių sausinimo pradžia – 1873 m. Sausinant žemes buvo atlikti tokie darbai:

- Iškasta griovių – 63,4 tūkst. km, iš jų:
- magistralinių (nuvedamųjų) – 53,0 tūkst. km,
- apsauginių – 10,4 tūkst. km.
- Įrengta 1603,7 tūkst. km drenažo tinklo, iš jų:
- rinktuvų – 270,3 tūkst. km,
- sausintuvų – 1333,4 tūkst. km.

Lietuvoje reguliuojant natūralių upių ir upelių vagas buvo panaikinti natūralūs jų vingiai, vagų skersinis profilis tapo dirbtinai suformuotas. Taip reguliuota upė tapo tiesiu kanalu, skirtu nuvesti iš sausinimo sistemos surinktą perteklinį vandenį. Apskaičiuota, jog reguliuotos upių ir upelių vagos šiuo metu užima 82,6 %, o gamtinės – tik 17,4 % bendro upių tinklo (Gailiušis, Jablonskis ir Kovalenkovienė, 2001).

Savaiminio upių vagų atsistatymo procesas labai priklauso nuo upės vagos nuolydžio, substrato, pakrantės augmenijos, medžių šakų ir panašios kilmės kliūčių, stabdančių vandens tėkmę ir kitaip sąlygojančių atsistatymo greitį bei efektyvumą. Didesnio nuolydžio ištiesintos vagos upės (arba jei jos teka miškingomis vietovėmis) turi didesnę savaiminio atsistatymo galimybę nei mažo (mažesnio kaip 1,5 m/km) nuolydžio ištiesintos vagos upės, kurių natūrali pakrančių augmenija sunaikinta. Stovinčiame vandenyje bei mažo pratakumo vandens telkiniuose savaiminio apsivalymo procesai vyksta kur kas lėčiau, nei tekančio vandens ekosistemose (Dėl Lielupės..., 2010).

Didžioji dalis Lietuvos reguliuotų upelių teka šalia dirbamų laukų, kurie yra trešiami. Nuo šių veiksnių priklauso upelio teršimas nitratinium azotu ir bendroju fosforu. Šios dvi pagrindinės medžiagos plačiai randamos didžiojoje dalyje upių. Kiekviena upė pati sugeba apsivalyti nuo nitratinio azoto ir bendrojo fosforo, tačiau reikia didinti apsivalymo efektyvumą. Norint padidinti upelio savaiminio išsivalymo efektyvumą būtina ištirti, nuo ko jis priklauso, ir rasti efektyvius būdus jį didinti (Gailiušis et al., 2001).

Azotas ir fosforas į upę patenka iš natūralių bei antropogeninių šaltinių. Azotas gali patekti iš atmosferos kritulių, nuotekų, kanalizacijos, septikų ir žemės ūkio trąšų. Fosforas patenka iš dirvožemio, žemės ūkio vietovių ir buitinių nuotekų, išsiskiria kaip vandens organizmų veiklos skilimo produktas (Allan, 1994).

Nors azotas yra pagrindinis augalų mitybos šaltinis ir vienas labiausiai paplitusių gamtoje elementų, tačiau jo perteklius kenkia gamtai. Pavojaus aplinkai azoto forma yra nitratai (NO_3), kurių, skirtingai negu amonio (NH_4), neįsisavina dirvožemis ir prasčiau paima augalai, todėl jie migruoja biosferoje. Apie 90–98 % azoto iš

dirvožemio išplaunama kaip nitratai. Be to, dalis nitratų virsta kenksmingais nitritais (NO_2). Didelę įtaką cheminių elementų ir junginių migracijai daro krituliai, o vandens infiltracijos procesų dirvožemiuose intensyvumui – hidroterminis režimas ir dirvožemio granulimetrinė sudėtis. Azoto išplovimas priklauso nuo žemės dirbimo, kalkinimo, tręšimo, augalų rūšies, dirvožemio genezės ir granulimetrinės sudėties, prasisunkusio vandens kiekio, dirvožemio azotingumo, klimatinių sąlygų, dirvos užimtumo augalais (Adomaitis, Vaišvila, Mažvila, Grickevičienė ir Eitminavičius, 2004).

Skirtingos fosforo formos vandenyje yra veikiamos skirtingų faktorių. Dalis fosforo patenka į vandens telkinius dėl dirvožemių erozijos (adsorbuotų ir/arba koloidinių organinių dalelių pavidalu), kita dalis yra išplaunama iš upės baseino ištirpusio ortofosfatinio fosforo pavidalu, dar kita dalis fosforo transformuojasi pačioje upės vagoje ir egzistuoja nuolat besikeičiančia forma (Povilaitis, 2004).

Savaiminis apsivalymas vyksta dėl vandens praskiedimo paviršiniiais ir gruntiniais vandenimis arba dėl tam tikrų kompleksinių hidrologinių, biologinių bei cheminių procesų, tokių kaip sedimentacija, koaguliacija, išgaravimas, koloidų nusėdimas ir jų tolesnis susijungimas vandens telkinio dugne, arba galiausiai dėl teršalų asimiliacijos gyvais organizmais. Savaiminio apsivalymo lygis kiekviename vandens telkinyje priklauso nuo tam tikrų faktorių, tokių kaip temperatūra, vandens lygis, upės tėkmės greitis, neorganinių junginių kiekis vandenyje, dumblių rūšys ir jų paplitimas (Ifabiyi, 2008).

Vilniaus Gedimino technikos universiteto magistrantė L. Marozaitė (2015) tyrė Durbinio upelio savaiminio apsivalymo efektyvumą. Atlikusi tyrimus nustatė, kad upelis efektyviau nuo nitratų ir fosfatų apsivalo natūraliame ruože. Taip pat savaiminį upelio apsivalymo efektyvumą tyrė A. Stanionytė (2017). Ištyrusi Mėklos upelį nustatė, jog savaiminis apsivalymas nuo nitratų ir fosfatų taip pat efektyviau vyksta natūraliame ruože.

T. Stankatis 2014–2015 metais tyrė Kuosinės upelio savaiminį apsivalymą nuo nitratų ir fosfatų. Nustatė, kad savaiminis upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto geriau vyksta natūraliame upelio ruože. Vidutiniškai per tyrimų laikotarpį natūraliame ruože apsivalymas siekė 1,97 mg/l, o reguliuotame upelio ruože nitratinio azoto sumažėjimas siekė 1,03 mg/l. Dispersinė duomenų analizė rodo, kad upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto natūraliame ir reguliuotame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumui, iš esmės skiriasi. 2014–2015 metais tirtame reguliuotame upelio ruože fosforo sumažėjimas vidutiniškai siekia

0,17 mg/l, kai natūraliame ruože apsivalymas – 0,11 mg/l. Atlikus dispersinę duomenų analizę paaiškėjo, kad upelio apsivalymas nuo fosforo reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, neesminis. Kuosinės upelis geriau nuo nitratinio azoto apsivalo natūraliame – nereguliuotame upelio ruože. Autorius teigia, kad norint pagerinti vandens kokybę ir apsivalymo efektyvumą, reikia reguliuotą ruožą, kiek leidžia sąlygos, natūralizuoti: leisti augti ant šlaitų daugiau sumedėjusios augalijos, formuoti natūralias kliūtis upelio tėkmei bei šlapynėms būdingus elementus upės salpoje (Stankaitis, 2016).

Šie trys tirtieji upeliai buvo analizuojami surinkus dvylikos mėnesių duomenis. Siekiant patikimesnių rezultatų, buvo pratęsti T. Stankaičio Kuosinės upelio tyrimai dar dvylikai mėnesių.

Tiriamąjį darbo tikslas yra įvertinti Kuosinės upelio taršą azotu ir fosforu, taip pat įvertinti upės savaiminio apsivalymo galimybes ir efektyvumą reguliuotame ir natūraliame ruožuose.

Tyrimo objektas ir metodika

Kuosinė – upė Lietuvoje, rytinėje Vilniaus rajono dalyje, Kenos dešinysis intakas (Vilnios baseinas). Prasideda Medininkų aukštumoje, į vakarus nuo Medininkų, šalia Juozapinės kalvos. Teka į šiaurės rytus. Aukštupio vaga reguliuota, likusioje dalyje smarkiai meandruoja. Įteka į Keną 9 km nuo jos žiočių, ties Pakenės kaimo pietiniu pakraščiu. Vidutinis nuolydis – 456 cm/km, upės ilgis – 20,1 km, baseino plotas – 45,3 km². Vidurupis įeina į Kuosinės geomorfologinį draustinį. Gyvenvietės prie Kuosinės upelio: Medininkai, Mažoji Kuosinė, Didžioji Kuosinė, Leoniškės, Kuosinė. Šios gyvenvietės ir dirbami laukai šalia upelio ir yra pagrindiniai teršėjai. Kuosinės upelis nuo versmių iki 16,0 ir nuo 11,0 iki 7,0 km reguliuotas (Gailiūšis et al., 2001).

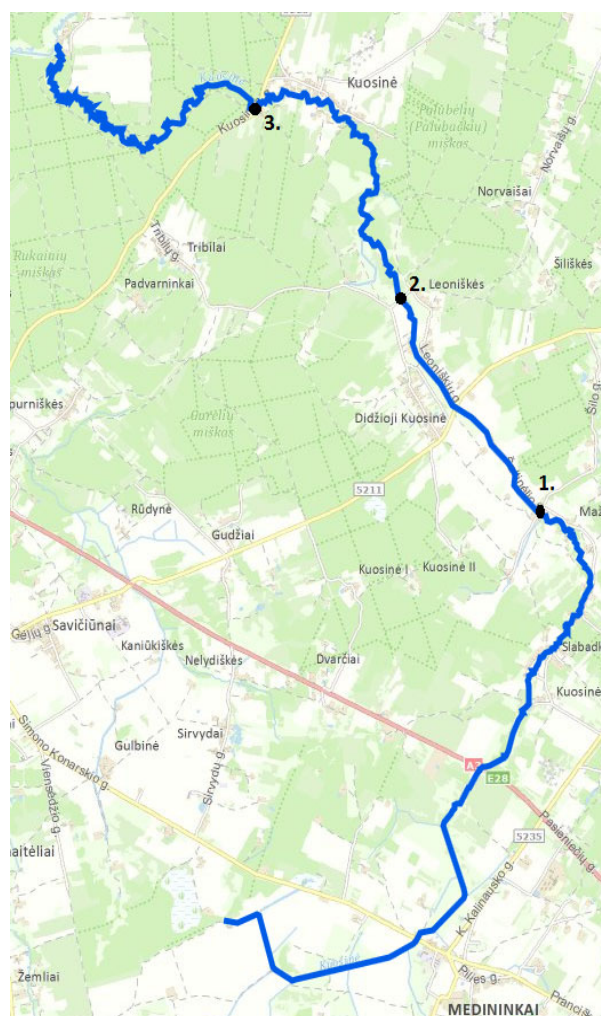
Pasirinkus 4 km reguliuotą upelio ruožą, analogiškai pasirinktas tokio pat ilgio natūralus upelio ruožas. Mėginiai vandens tyrimams imami trijuose taškuose:

1 taškas (LKS 607704, 6051233) – upelio reguliuoto ruožo pradžia. Šis mėginių ėmimo taškas yra už Mažosios Kuosinės gyvenvietės. Mėginio ėmimo vietoje upelio gylis – 0,2 m, upelio plotis – 0,6 m. Didžioji dalis šio reguliuoto ruožo – 2,5 km tęsiasi greta žvyrkelio, Šaltinėlio g., aplink kurią driekiasi ganyklos bei dirbami laukai. Likusioji ruožo dalis tęsiasi šalia pievų ir ganyklų.

2 taškas (LKS 606106, 6053541) – upelio reguliuoto ruožo pabaiga, taip pat natūralaus ruožo pradžia. Šis taškas yra šalia Leoniškių gyvenvietės. Šiame taške upelį

kerta betoninis tiltas. Antrame taške upelio gylis siekia – 0,4 m., o plotis – 1,3 m. Nuo šio taško upelis teka miškais ir nuo jo pasibaigia pievos bei dirbami laukai.

3 taškas (LKS 604480, 6055640) – upelio natūralaus ruožo pabaiga. Šis taškas yra už Kuosinės gyvenvietės. Palyginti su Mažosios Kuosinės (1 taškas) ir Leoniškių (2 taškas) gyvenvietėmis, kuriose stovi pavieniai namai, čia yra daugiau gyvenamųjų namų ir nebėra dirbamų laukų. Upelio gylis šiame taške siekia – 1,2 m., o plotis – 2,0 m. Tiriamasis Kuosinės upės ruožas ir mėginių ėmimo taškai pateikti 1 paveiksle.



1 paveikslas. Vandens mėginių ėmimo vietos Kuosinės upelyje

Vandens mėginiai buvo imami vadovaujantis LST EN ISO 5667-1:2007 standarte (LSD, 2018a) nustatytais reikalavimais, o tvarkomi ir konservuojami pagal LST EN ISO 5667-3:2006 standartą (LSD, 2018b).

Vandens kokybės tyrimai buvo vykdomi nuo 2017 m. vasario mėn. 12 mėnesių iš eilės.

Mėginių tyrimai buvo atlikti Vilniaus Gedimino technikos universiteto Hidraulikos mokomojoje labora-

torijoje. Tyrimai buvo atlikti naudojantis „HANNA instruments“ multiparametriniu fotometru HI 83205. Multiparametriniu fotometru nustatytos nitratų ir fosfatų koncentracijos.

Prietaiso veikimo principas: specialiomis lempomis sukuriama šviesos spindulys nukreipiamas į kiuvetėje esantį mėginį. Taikant spektrofotometrines analizes, matuojama šviesos absorbcija. Tiriamosios medžiagos tirpalo spalvos intensyvumas lyginamas su standartinio tirpalo spalvos intensyvumu.

Upės ekologinė būklė įvertinta pagal LR Aplinkos ministro „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ 2016 m. patvirtintu įsakymu. Ekologinės būklės vertinimo kriterijai pagal nitratinį azotą (NO₃-N) ir fosfatų fosforą (PO₄-P) pateikti 1 lentelėje (Dėl paviršinių..., 2016).

1 lentelė. Ekologinės būklės klasių kriterijai

Eil. Nr.	Rodiklis	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal cheminių elementų rodiklių vertes				
		Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
1.	NO ₃ -N, mg/l	<1,30	1,30 – 2,30	2,31 – 4,50	4,51 – 10,0	>10,0
2.	PO ₄ -P, mg/l	<0,05	0,05 – 0,09	0,091 – 0,180	0,181 – 0,400	>0,40

Nuogulų ir žemėnaudos pasiskirstymas Kuosinės upės baseine vertintas pagal Lietuvos erdvinės informacijos portalo (Lietuvos erdvinės..., 2018) medžiagą.

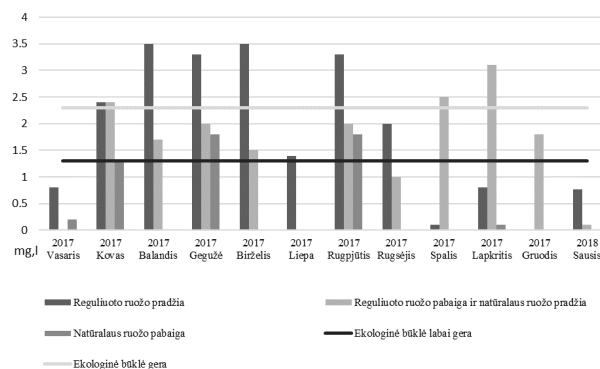
Rezultatai ir jų analizė

Pagal Lietuvos erdvinės informacijos portalą *geoportal.lt* įvertintas litologijų pasiskirstymas Kuosinės upės baseine. Kuosinės upės baseino dvi pagrindinės vyraujančios nuogulos yra smėlio ir smėlingojo priemolio. Taip pat įvertintas žemėnaudų pasiskirstymas Kuosinės upės baseine.

Nagrinėjamame reguliuotame Kuosinės upelio ruože daugiausiai yra smėlio, priemolio ir smėlingo sunkaus priemolio teritorijų. Šiose teritorijose apie 60 % paplitusios yra pievos ir ganyklos. Likusiąją dalį teritorijos užima dirbami laukai.

Kuosinės upelio natūraliame ruože daugiausiai yra priemolio ir smėlingo sunkaus priemolio. Tačiau arčiausiai upelio vagos vyrauja durpė ir puvenos. Šio ruožo teritorijoje apie 75 % yra paplitę miškai. Likusią plotą užima pievos.

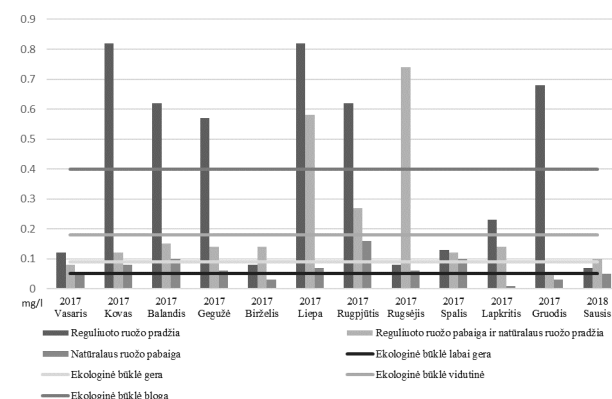
Kuosinės upelio taršos nitratinium azotu dinamika tyrimų laikotarpyje visuose trijuose vandens ėmimo taškuose pateikta 2 paveiksle.



2 paveikslas. Kuosinės upelio taršos nitratinium azotu dinamika tyrimų laikotarpyje

Iš grafiko matyti, kad vandens kokybė pagal upių ekologinės būklės klasių kriterijus buvo vidutinė septynis mėnesius. Penkis iš jų – reguliuoto ruožo pradžioje bei du mėnesius – reguliuoto ruožo pabaigoje. Natūralaus ruožo pabaigoje vandens kokybė visuomet atitinka gerą arba labai gerą ekologinės būklės klasę (9 mėnesius labai gera, 3 mėnesius gera). Didžiausia tarša nitratinium azotu pastebima pirmojoje metų pusėje, kai menkiausia augalų vegetacija.

Kuosinės upelio fosfatų taršos dinamika tyrimų laikotarpiu visuose trijuose vandens ėmimo taškuose pateikta 3 paveiksle.



3 paveikslas. Kuosinės upelio taršos fosfatais dinamika tyrimų laikotarpiu

Iš grafiko matyti, jog vandens kokybė pagal upių ekologinės būklės klases yra labai bloga septynis mėnesius (kovas, balandis, gegužė, liepa, rugpjūtis, rugsėjis, gruodis). Iš jų šešis mėnesius reguliuoto ruožo pradžioje ir vieną mėnesį reguliuoto ruožo pabaigoje. Natūralaus ruožo pabaigoje upės būklė labai gera vienuolika mėnesių iš dvylikos.

2 lentelė. Kuosinės upelio savaiminis apsivalymo reguliuotame ir natūraliame ruože dinamika ir statistiniai momentai

Nr.	Data	Nitratinis azotas (NO ₃ -N), mg/l		Fosfatai (PO ₄), mg/l	
		Reguluotas ruožas	Natūralus ruožas	Reguluotas ruožas	Natūralus ruožas
1.	2017.02.08	0,79	-0,19	0,04	0,03
2.	2017.03.06	0	1,10	0,70	0,04
3.	2017.04.06	1,80	1,69	0,47	0,05
4.	2017.05.03	1,30	0,20	0,43	0,08
5.	2017.06.01	2,00	1,49	-0,06	0,11
6.	2017.07.05	1,39	0	0,24	0,51
7.	2017.08.03	1,30	0,20	0,35	0,11
8.	2017.09.04	1,00	0,99	-0,66	0,68
9.	2017.10.03	-2,40	2,49	0,01	0,02
10.	2017.11.02	-2,30	3,00	0,09	0,13
11.	2017.12.05	-1,79	1,79	0,63	0,02
12.	2018.01.03	0,67	0,09	-0,03	0,05
	Max	1,80	3,00	0,63	0,68
	Min	-2,4	-0,19	-0,66	0,02
	Vidurkis	0,31	1,07	0,18	0,15
	Dispersija	2,51	1,09	0,14	0,04
	St. nuokrypis	1,58	1,04	0,37	0,21
	Var. koeficientas	506,46	97,67	201,55	139,69
	Vidurkio paklaida	0,45	0,30	0,10	0,06

2 lentelėje pateikta Kuosinės upelio apsivalymo nuo nitratinio azoto ir fosfatų reguliuotame ir natūraliame ruože dinamika (sumažėjimas ar padidėjimas).

Upelio savaiminis apsivalymas nuo nitratinio azoto didžiausias buvo natūraliame ruože lapkričio mėnesį, kada nitratinio azoto koncentracija ruože sumažėjo 3,0 mg/l. Tuo tarpu reguliuotame upelio ruože didžiausias apsivalymas nuo nitratinio azoto pastebėtas balandžio mėnesį. Nitratinio azoto koncentracija sumažėjo 1,8 mg/l. Reguluotame upelio ruože savaiminio apsivalymo vidurkis siekė tik 0,31 mg/l, o natūraliame ruože nitratinio azoto koncentracija vidutiniškai sumažėjo 1,07 mg/l.

Atlikus dispersinę duomenų analizę esant 95 % patikimumo lygiui nustatyta, kad reguliuotame upelio ruože apsivalymas nuo nitratinio azoto neesminis, o natūraliame upelio ruože iš esmės skiriasi.

Kuosinės upelio didžiausias savaiminis apsivalymas nuo fosfatų pastebėtas rugsėjo mėnesį natūraliame ruože. Čia fosfatų koncentracija sumažėjo 0,68 mg/l. Reguluotame ruože geriausiai apsivalė gruodžio mėnesį – 0,63 mg/l. Vidutinis apsivalymas reguliuotame ir natūraliame ruože gana panašus – atitinkamai 0,18 mg/l ir 0,15 mg/l.

Atlikus dispersinę duomenų analizę esant 95 % patikimumo lygiui nustatyta, kad reguliuotame upelio ruože apsivalymas nuo fosfatų neesminis, o natūraliame upelio ruože iš esmės skiriasi.

2014–2015 metais Vilniaus Gedimino technikos universiteto magistrantas T. Stankaitis (2016) Kuosinės upelį tyrė šiuo metodu. Jis surinko dvylikos mėnesių duomenis. Jo duomenimis, savaiminis upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto geriau vyko natūraliame upelio ruože. Vidutiniškai per tyrimų laikotarpį natūraliame ruože apsivalymas siekė 1,97 mg/l, o reguliuotame upelio ruože nitratinio azoto sumažėjimas siekė 1,03 mg/l. Dispersinė duomenų analizė parodė, kad upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto natūraliame ir reguliuotame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumui, iš esmės skiriasi. Tyrimų laikotarpiu reguliuotame upelio ruože bendrojo fosforo sumažėjimas vidutiniškai siekė 0,17 mg/l, o natūraliame ruože apsivalymas – 0,11 mg/l. Dispersinė duomenų analizė parodė, kad upelio apsivalymas nuo fosforo reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, neesminis.

Gamtinių procesų tyrimuose vienu (12 mėn.) duomenų eilė laikoma menka, todėl upelio apsivalymo parametrus patikrinome su 2017–2018 m. pratęsta pati-

kimesne duomenų seka. Iš viso šiuo metu yra sukaupta 24 mėnesių duomenų eilė. Nagrinėtoje literatūroje nerasta duomenų, kad, tiriant Lietuvos upelių savaiminio apsivalymo klausimus, būtų panaudota ilgesnė tyrimo duomenų eilė.

Atlikus dispersinę duomenų analizę su 24 mėnesių nitratinio azoto kaitos duomenimis paaiškėjo, kad Kuosinės upelio savaiminis apsivalymas nuo nitratinio azoto reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, skiriasi iš esmės. Statistiniai duomenys pateikti 4 paveiksle.

n_i	24	24		
T_i	16,1	36,5		
$x_{i vid}$	0,669	1,519		
Σx^2_i	60,31	77,95		
T^2_i/n_i	10,75	55,36		
	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dis. įverčiai	Statistika
Grupių	8,66	1	8,662	5,52
Vidinė	72,16	46	1,569	F
Visa	80,82	47		

4 paveikslas. Nitratinio azoto dispersinės analizės reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose duomenys

Fosfatų atveju atlikta dispersinė duomenų analizė su 24 mėn. duomenų eile parodė, kad Kuosinės upelio savaiminis apsivalymas nuo fosfatų reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, neesminis. Duomenys pateikti 5 paveiksle.

n_i	24	24		
T_i	4,3	3,1		
$x_{i vid}$	0,177	0,130		
Σx^2_i	2,82	1,21		
T^2_i/n_i	0,75	0,41		
	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dis. įverčiai	Statistika
Grupių	0,03	1	0,027	0,43
Vidinė	2,88	46	0,063	F
Visa	2,90	47		

5 paveikslas. Fosfatų dispersinės analizės reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose duomenys

Savaiminis Kuosinės upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto geriau vyksta natūralioje upelio vagos dalyje. Norint pagerinti savaiminį upelio apsivalymą užtektų taikyti švelniosios renatūralizacijos priemones (sudaryti sąlygas vagoje formuoti įvairesniems biotopams – rėvoms ir duburiams, vingiams, apželdinti pakrantes medžiais. Taip pat gali būti atliekamas ir vandens lygio bei tėkmės reguliavimo priemonių įrengimas, potvynių poveikio minimizavimo priemonių įrengimas,

medžiais ir kita). Taip pat gali būti atliekamas ir vandens lygio bei tėkmės reguliavimo priemonių įrengimas, potvynių poveikio minimizavimo priemonių įrengimas, šlapynėms būdingų elementų formavimas upės salpoje, aplinkos formavimas visuomenės reikmėms (Povilaitis, Taminskas, Gulbinas, Linkevičienė ir Pileckas, 2011; Gailiūšis et al., 2001).

Reikia nepamiršti, kad upeliai Lietuvoje buvo reguliuojami žemės ūkio naudmenų sausavimo tikslams, todėl, siekiant natūralizavimo tikslų, būtina suderinti upelių sausinamąją ir gamtosauuginę funkcijas (Šaulys, 2016).

Išvados

1. Savaiminis Kuosinės upelio apsivalymas nuo nitratinio azoto pagal 12 mėnesių duomenis geriau vyksta natūraliame upelio ruože. Natūraliame upelio ruože nitratinio azoto koncentracija 2017–2018 m. vidutiniškai sumažėjo 1,07 mg/l, o reguliuotame ruože vidutinis apsivalymas siekė tik 0,31 mg/l. Atlikus dispersinę duomenų analizę esant 95 % patikimumo lygiui nustatyta, kad natūraliame upelio ruože iš esmės skiriasi, o reguliuotame upelio ruože apsivalymas nuo nitratinio azoto neesminis.

2. Kuosinės upelio savaiminis apsivalymas nuo fosfatų pagal 12 mėnesių duomenis geriau vyksta natūraliame upelio ruože. Vidutinis apsivalymas reguliuotame ir natūraliame ruože 2017–2018 m. duomenimis gana panašus, atitinkamai – 0,18 mg/l ir 0,15 mg/l. Atlikus dispersinę duomenų analizę esant 95 % patikimumo lygiui nustatyta, kad reguliuotame upelio ruože apsivalymas nuo fosfatų neesminis, o natūraliame upelio ruože iš esmės skiriasi.

3. Įvertinus Kuosinės upelio savaiminį apsivalymą panaudojant 2014–2018 m. sukauptus 24 mėn. eilės duomenis ir atlikus duomenų dispersinę analizę paaiškėjo, kad upelio savaiminis apsivalymas nuo nitratinio azoto reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, skiriasi iš esmės. Atlikus dispersinę duomenų analizę fosfatų atveju paaiškėjo, kad Kuosinės upelio savaiminis apsivalymas nuo fosfatų reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose, esant 95 % patikimumo lygiui, neesminis.

4. Norint pagerinti savaiminį upelio apsivalymą užtektų taikyti švelniosios natūralizacijos priemones: sudaryti sąlygas vagoje formuoti įvairesniems biotopams – rėvoms ir duburiams, vingiams, apželdinti pakrantes medžiais. Taip pat gali būti atliekamas ir vandens lygio bei tėkmės reguliavimo priemonių įrengimas, potvynių poveikio minimizavimo priemonių įrengimas,

šlapynėms būdingų elementų formavimas upės salpoje, aplinkos formavimas visuomenės reikmėms, derinant upelio sausinamąją ir gamtosauginę funkcijas.

Literatūra

- Adomaitis, T., Vaišvila, Z., Mažvila, J., Grickevičienė, S. ir Eitminavičius, L. (2004). Azoto junginių (NO₃, NH₄, NO₂) koncentracija lizimetrų vandenyje skirtingai tręšiamose smėlingų priemolių dirvožemiuose. Iš *Žemdirbystė. Mokslo darbai, pranešimų medžiaga* (p. 21-33). Kaunas: Lietuvos žemdirbystės institutas.
- Allan, J. D. (1994). *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Boston: Kluwer academic publishers. 435 p.
- Brun, A., & Lasserre, F. (Eds.). (2012). *Gestion de l'eau. Approche territoriale et institutionnelle*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Gailiūšis, B., Jablonskis, J. ir Kovalenkoviėnė, M. (2001). *Lietuvos upės (Hidrografija ir nuotėkis)*. Kaunas, Lietuvos energetikos institutas. 796 p.
- Ifabiyi, I. P. (2008). Self purification of a freshwater stream in Ileife: Lessons for water management. *Journal of Human Ecology*, 24(2), 131-137. <https://doi.org/10.1080/09709274.2008.11906109>
- Lietuvos erdvinės informacijos portalas. (2018). Prieiga per internetą 2018 m. kovo 11 d.: <http://geoportal.lt>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2016). *Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo*. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas. TAR, 2016 m. rugpjūčio 9 d., Nr. 21814.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2010). Dėl Lielupės upių baseino rajono valdymo plano ir priemonių vandensaugos tikslams Lielupės upių baseino rajone pasiekti programos patvirtinimo. *Valstybės žinios*, 2010-11-20, Nr. 136-6940.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2017). *Dėl vandenų srities plėtros 2017–2020 metų programos patvirtinimo*. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro nutarimas. 2017 m. vasario 1 d., Nr. 88.
- LSD. (2018a). *Vandens kokybė (EN ISO 5667-1:2007)*. Prieiga per internetą 2018 m. kovo 11 d.: <http://lsd.lt/index.php?-1644949246>
- LSD. (2018b). *Vandens kokybė (EN ISO 5667-3:2006)*. Prieiga per internetą 2018 m. kovo 11 d.: <http://lsd.lt/index.php?-1283256225>
- Povilaitis, A. (2004). Phosphorus trends in Lithuanian Rivers affected by agricultural non-point pollution. *Environmental research, Engineering and Management*, 4(30), 17-27.
- Povilaitis, A., Taminskas, J., Gulbinas, Z., Linkevičienė, R. ir Pileckas, M. (2011). *Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė: Monografija*. Vilnius: Apyaušris. 368 p.
- Stanionytė, A. ir Šaulys, V. (2017). Mėklos upelio reguliavimo įtakos savaiminio apsivalymo efektyvumui vertinimas. Iš *20-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios Vilniuje 2017 metų kovo 20 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, p. 167-172.
- Stankaitis, T. (2016). Kuosinės upelio savaiminio apsivalymo efektyvumo vertinimas. Iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 19-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios Vilniuje 2016 metų balandžio 7 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, p. 187-192.
- Šaulys, V. (2016). *Atvirųjų vagų hidraulika*. Vilnius: Technika. 272 p.
- Vaikasas, S. (2007). *Ekologinė hidraulika: Mokomoji knyga*. Vilnius: Technika. 211 p. <https://doi.org/10.3846/956-S>

EVALUATION OF SELF-PURIFICATION EFFICIENCY OF THE KUOSINĖ RIVER

M. Pajaujis, V. Šaulys

Summary

This work identifies factors that influence the processes of river self-purification from nitrogen and phosphorus compounds. Two 4 kilometer stretches of the stream were investigated, one of them was natural and the other was regulated. Water quality studies have been carried out since February 2017. Chemical test samples were collected for 12 months and concentrations of nitrates and phosphates were investigated. On average, during the research period 2017–2018, purification from nitrate nitrogen in the regulated section amounted to 0.31 mg/l, while in the natural stretch the average decrease was about 1.07 mg/l. Purification from phosphate in the regulated zone was 0.18 mg/l and in the natural zone 0.15 mg/l. A dispersion analysis of the data at a 95% confidence level showed that purification of both nitrates and phosphates in the natural stream section is fundamentally different and it is non-essential in the regulated section. When estimating the self-purification of the Kuosine stream using a series of data collected in 2014–2018 and accumulated for 24 months, a dispersion analysis of the data showed that the spontaneous purification of the river from nitrate nitrogen differs substantially in the regulated and natural sections of the stream with a 95% confidence level, whereas in the case of this difference was not significant. In order to improve the spontaneous purification of the river, it is proposed to use measures of mild naturalization: to create conditions for formation of more diverse biotopes in the woods – foxes and creeps, afforested coastal trees, and to keep in mind that rivers in Lithuania were regulated for the purpose of drainage of agricultural land, therefore, in order to achieve naturalization, it is necessary to harmonize the drainage and environmental aspects.

Keywords: river, regulated river, self-purification, nitrates, phosphates, pollution