



UOGIO UPELIO SAVAIMINIO APSIVALYMO EFEKTYVUMO VERTINIMAS

Toma Brazaitė¹, Valentinas Šaulys²

VGTU AIF Aplinkos apsaugos ir vandens inžinerijos katedra
El. paštas: ¹toma.brazaitė@stud.vgtu.lt; ²valentinas.saulys@vgtu.lt

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjamas Uogio upelio, esančio Žemaitijoje ir priklausančio Ventos upės baseinui, savaiminio apšvalymo nuo nitratinio azoto ir fosfatų fosforo efektyvumas. Tyrimams pasirinkti du upelio ruožai: reguliuotas – 2,5 km ir natūralus – 1,6 km. Vandens kokybės tyrimai buvo vykdomi nuo 2018 m. kovo mėn. iki 2019 m. vasario mėn. Cheminiams vandens tyrimams iš 4 upelio taškų 12 mėnesių buvo imami mėginiai ir tiriama nitratų bei fosfatų junginiai. Įvertintas savaiminio apšvalymo nuo nitratų azoto ir fosfatų fosforo reguliuotame ir natūraliame ruožuose efektyvumas ir nustatyti ruožų savaiminio apšvalymo koeficientai. Nitratinio azoto savaiminio apšvalymo koeficiento vidutinė reikšmė reguliuotame upelio ruože gauta 0,114, o natūraliame ruože – 0,388. Fosfatų fosforo savaiminio apšvalymo koeficiento vidutinė reikšmė reguliuotame upelio ruože gauta 0,237, o natūraliame ruože – 0,735. Tai rodo, kad upelis geriau apšvalo natūraliame upelio ruože. Pakrančių apsaugos juostose reguliuotame ruože aptiktų medžių dažnis siekė 46 %, o natūraliame ruože – 88 %. Krūmai reguliuotame ruože aptinkami 62 % dažniu, o natūraliame – 100 %. Pakrančių apsaugos juostų pločiai atitinka teisinių normų reikalavimus: reguliuotame ruože 3–25 metrai, o natūraliame ruože 8–25 metrai.

Reikšminiai žodžiai: natūralus upelis, reguliuotas upelis, savaiminis apšvalymas, nitratų azotas, fosfatų fosforas, tarša.

Įvadas

Lietuvoje vidutiniškai per metus iškrenta apie 750 mm kritulių. Apie 510 mm iškritusių kritulių grįžta į atmosferą, t. y. išgaruoja, ir apie 240 mm nuteka sausuma (paviršiumi bei po žeme) į upes, o jomis – į jūrą. Tai reiškia, kad Lietuva yra perteklinės drėgmės zonoje (Gailiūšis, Jablonskis ir Kovalenkovičė, 2001).

Siekiant sumažinti šlapių žemių plotus ir padidinti dirbamų žemių kiekį XX a. pradžioje didžiausias dėmesys buvo skiriamas melioracijos sistemų įrengimui, todėl daugelis upelių buvo reguliuojami (gilinami, tiesinami), taip juos pritaikant perteklinio vandens nuvedimui. Dėl šios priežasties per ilgą laikotarpį susiformavusios Lietuvos upės buvo paverstos tiesiais kanalais ir melioracijos sistemų dalimis. Per beveik 100 metų Lietuvoje trukusią žemių melioraciją buvo nusausinta apie 2,6 mln. ha žemės plotų (Šaulys, 2016).

Lietuvoje 45 procentai upių kategorijos vandens telkinių morfologiškai reguliuoti sausinamosios melioracijos tikslams.

Sureguliuavus vagas, sunyko specifinės vandens organizmų buveinės, drauge sumažėjo ir pačių vandens organizmų rūšinė įvairovė ir gausa (Lietuvos Respublikos..., 2017).

Visa tai išbalansavo natūralių upių hidrologinį režimą, o jį pakeitus, paveikiama vandens aeracija, aprūpinimas deguonimi. Sausinant arba drėkinant žemes, sutrikdoma natūrali vandens apytaka ir tai daro poveikį biogeninių medžiagų kiekiams vandenyje (Pocienė ir kt., 2008).

Kadangi dauguma reguliuotų upelių yra šalia dirbamų žemės plotų, kuriuos reikia sausinti, jų užterštumas biogeninėmis medžiagomis yra didesnis dėl žemės ūkyje naudojamų trąšų. Dvi pagrindinės plačiai randamos didžiojoje dalyje upių medžiagos yra nitratinis azotas ir bendrasis fosforas (Gailiūšis ir kt., 2001).

Didelis kiekis fosforo ir azoto junginių, patenkančių į paviršinius vandenius su krituliais, gruntiniu vandeniu ir iš nuotekų, neigiamai veikia gyvybinius procesus gamtoje (Tričys, Genienė, Klimas ir Mociūtė, 2004).

Vandenyje įvairiuose organiniuose ir neorganiniuose junginiuose yra azoto. Neorganiniai azoto junginiai yra amonio (NH₄⁺), nitratų (NO₃) ir nitritų (NO₂) jonų pavidalo. Šie jonai tarpusavyje yra labai glaudžiai susiję: jų panaši kilmė, todėl, esant tam tikroms sąlygoms, jie lengvai transformuojasi vieni į kitus. Organiniuose junginiuose azoto randama vandens organizmų audinių baltymuose ir jų irimo produktuose, taip pat organizmų gyvybės veiklos

išskyrose. Organiniai azoto junginiai vandenyje yra suspenduotų medžiagų, koloidų ir ištirpusių molekulių pavaldalo (Šaulys, 2007).

Biologiškai svarbiausi yra neorganiniai azoto junginiai. Neorganiniai azoto junginiai į gamtinius vandenį patenka iš dirvožemio, išsiplovus neorganinėms trąšoms bei dirvožemio organinių medžiagų mineralizacijos produktams, su sausosiomis ir šlapiosiomis iškritomis ir su nuotekomis (buitinėmis, pramoninėmis, žemės ūkio) (Mildažienė, 2004).

Azoto išplovimas priklauso nuo žemės dirbimo, kalkinimo, tręšimo, augalų rūšies, dirvožemio genezės ir granulometrinės sudėties, prasisunkusio vandens kiekio, dirvožemio azotingumo, klimatinų sąlygų, dirvos užimtumo augalais (Adomaitis, Vaišvila, Mažvila, Grickevičienė ir Eitnavičius, 2004).

Azotas yra labai tirpus ir lengvai išplaunamas elementas (jo naudojimą žemės ūkyje reglamentuoja 1991 m. gruodžio 12 d. Nitrato direktyva), tačiau taip pat didėja dėmesys ir kitam aplinkai teršiančiam elementui – fosforui (Marcinkonis ir Karmaza, 2007).

Fosforas yra viena iš pagrindinių biogeninių medžiagų, lemiančių vandens telkinio produktyvumą. Į paviršinius vandenį fosforas išplaunamas iš dirvų, išpustomas iš uolienuų, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas. Svarbus fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas fosforo trąšomis, detergentų, kuriuose yra fosfatų (PO₄), naudojimas, vandens minkštinimas. Organiniai ir mineraliniai fosforo junginiai susidaro biologiškai valant buitines ir kai kurias pramonines nuotekas (Šaulys, 2007).

Taršą lemia mažas fosforo tirpumas ir savybė akumuluotis dirvožemyje. Skirtingai nuo kitų biogeninių elementų (azotas (N), sieros (S), anglis (C)), fosforas nesudaro dujinių formų, todėl jo transportavimas daugiausia vyksta tik dėl smulkiadispersių dalelių išplovimo ar nunešimo, o pati tarša tiesiogiai priklauso nuo fosforo kiekio ir jo formų, patenkančių į dirvožemį (Marcinkonis ir Karmaza, 2007).

Lietuvos upių baseinų išplaunamo azoto ir fosforo kiekiai skirtingose teritorijose nežymiai svyruoja. Tai dažnai lemia skirtingos priežastys: Vidurio Lietuvoje – intensyvi žemės ūkio veikla (Adomaitis ir kt., 2004), Rytų Lietuvoje – didelis hidromodulis (Gaigalis ir Račkauskaitė, 2001).

H. Pauliukevičius (2000) tyrė žemės naudmenų transformacijų azoto ir fosforo koncentracijoms upių vandenyje poveikį ir nustatė, kad nedideliuose upių baseinuose žemės ūkio paskirties plotai gana smarkiai nulemia vidutinių metinių biogeninių medžiagų koncentracijų kaitą

tų upių baseinuose. Nustatyta priklausomybė tarp žemės naudmenų plotų upės baseine ir azoto bei fosforo koncentracijų. Mažiausios koncentracijos yra ariamose žemėse, o didžiausios – pievose bei ganyklose.

Smėlinguose dirvožemiuose fosforo junginiai taip pat išplaunami, tačiau nustatyta, kad molingame dirvožemyje šis procesas intensyvesnis (Heckrath ir kt., 2008).

Tekančiuose vandenyse maistinių medžiagų judėjimą, transformaciją ir koncentracijų pasikeitimą veikia fiziniai, cheminiai ir biologiniai procesai (Stream Solute Workshop, 1990). Šie vidiniai procesai vadinami savaiminiu apsivalymu.

Vandens telkinyje savaiminio apsivalymo laipsniui įtaką daro tokie veiksniai, kaip vandens temperatūra, upės vandens gylis ir greitis, neorganinių junginių kiekis upe lyje ir jo intakuose, upelio vingiuotumas, vyraujančios dumblių rūšys (Ifabiyi, 2008).

Manoma, kad savaiminis upelių apsivalymas reguliuotuose ir natūraliuose upelių ruožuose vyksta skirtingu efektyvumu, dėl to šis procesas skirtinguose upeliuose jau buvo tirtas keletu Vilniaus Gedimino technikos universiteto tyrėjų. Pvz., Kuosinės upelio savaiminio apsivalymo efektyvumą tyrė Stankaitis ir Šaulys (2016), taip pat šio upelio tyrimus pratęsė Pajaujis ir Šaulys (2018). Stanionytė ir Šaulys (2017) nagrinėjo Mėklos upelio reguliavimo įtaką savaiminio apsivalymo efektyvumui, o Durbinio upelį šiuo požiūriu nagrinėjo Marozaitė ir Šaulys (2015).

Visų autorių esminė tyrimų išvada būtų tai, kad tirtieji upeliai nuo biogeninių medžiagų geriau apsivalo natūraliame ruože nei reguliuotame.

Šio tyrimo tikslas – įvertinti Ventos upės baseinui priklausančio Uogio upelio taršą nitrato azotu ir fosfatu fosforu bei jo apsivalymo efektyvumą reguliuotame ir natūraliame upelio ruožuose.

Metodika

Uogys – upė Žemaitijoje, esanti Telšių, Akmenės ir Mažeikių rajonuose, kairysis Ventos upės intakas (Ventos baseinas). Upelio pradžia yra Leilėnų apylinkėse, apie 4 km į rytus nuo Tryškių. Nuo versmių pradžios upelis teka į šiaurės rytus lygiagrečiai su Virvyte, vėliau pasuka į šiaurę, šiaurės rytus ir teka pro Purvių mišką, dar vėliau įteka į Ventą (233 km nuo jos žiočių) ties Uogiškių kaimu, 7 km į pietryčius nuo Viekiškių (Laisvoji enciklopedija..., 2019).

Uogio vidurupio ir žemupio vaga vingiuota, įeina į Ventos regioninį parką ir yra paskelbta kraštovaizdžio draustiniu. Gyvenvietės prie Uogio upelio: Gerybiškiai, Kairišškiai, Ramoniškė.

Vidutinis nuolydis – 165 cm/km, upės ilgis – 27,6 km, baseino plotas – 68,2 km². Uogio upelis nuo versmių iki 13,0 km yra reguliuotas ir turi vieną ryškesnį intaką – Peščio upelį (Gailiušis ir kt., 2001).

Tyrimams pasirinkta 4,1 km ilgio upelio atkarpa, iš jos 2,5 km – reguliuotas ruožas ir 1,6 km – natūralus ruožas.

Mėginiai vandens tyrimams buvo imami keturiuose taškuose:

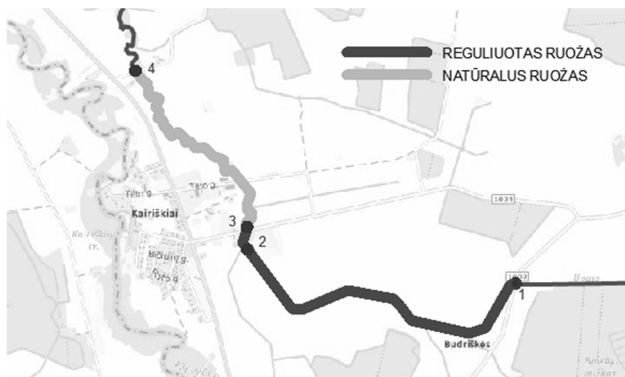
1 taškas (LKS 414740, 6221981) – upelio reguliuoto ruožo pradžia, esanti 15,7 km nuo žiočių. Šis mėginių ėmimo taškas yra už Šiaudinės gyvenvietės, važiuojant link Meškių kaimelio.

2 taškas (LKS 412675, 6222273) – upelio reguliuoto ruožo pabaiga, esanti 13,2 km nuo žiočių, ir kartu tai vieta, prieš įtekant Uogio intakui – Peščiui. Šis taškas yra šalia Kairiškių gyvenvietės.

3 taškas (LKS 412704, 6222393) – upelio natūralaus ruožo pradžia, esanti už intako, 13,1 km nuo žiočių. Šiame taške upelis yra šalia Kairiškių gyvenvietės ir kerta Virvytės g.

4 taškas (LKS 411847, 6223600) – upelio natūralaus ruožo pabaiga, esanti 11,5 km nuo žiočių. Šis taškas yra už Kairiškių gyvenvietės.

Tiriamieji Uogio upelio ruožai ir mėginių ėmimo taškai pateikti 1 paveiksle.



1 paveikslas. Nagrinėjami ruožai ir vandens mėginių ėmimo vietos Uogio upelyje

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

Vandens kokybės tyrimai buvo vykdomi nuo 2018 m. kovo mėn. iki 2019 m. vasario mėn. – 12 mėnesių.



2 paveikslas. Multiparametrinis fotometras HANNA HI 83205

Mėginių tyrimai buvo atlikti Vilniaus Gedimino technikos universiteto Hidraulikos mokomojoje laboratorijoje. Tyrimams buvo naudojamas „HANNA instruments“ multiparametrinis fotometras HI 83205 (2 paveikslas).

Prietaiso veikimo principas: specialiomis lempomis sukuriama šviesos spindulys ir nukreipiamas į kiuvetėje esantį mėginį. Naudojant spektrofotometrinę analizę, matuojama šviesos absorbcija. Tiriamosios medžiagos tirpalo spalvos intensyvumas lyginamas su standartinio tirpalo spalvos intensyvumu ir taip nustatoma tiriamosios biogeninės medžiagos koncentracija.

Šiuo prietaisu Uogio upelio vandens mėginiuose nustatytos nitratų ir fosfatų koncentracijos.

Siekiant įvertinti upelio ekologinę būklę, šios koncentracijos buvo perskaičiuotos į nitratų azoto ir fosfatų fosforo koncentracijas, taikant pastovius daugiklius: nitratams: 4,427 (NO₃-N) = NO₃; fosfatams: 3,066 (PO₄-P) = PO₄ (Šaulys, 2007).

Pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymą „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ (Lietuvos Respublikos..., 2010) upių ekologinė būklė vertinama pagal fizikinius-cheminius kokybės elementų rodiklius: nitratinį azotą (NO₃-N) ir fosfatų fosforą (PO₄-P), kurie pateikti 1 lentelėje (Lietuvos Respublikos..., 2010).

Siekiant įvertinti susidarantį cheminį nuotėkį ir jo priklausomybę nuo meteorologinių sąlygų, iš LHMT – Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos buvo surinkta informacija apie kritulių kiekį mm ir vidutinę mėnesio temperatūrą °C iš artimiausios meteorologinės stoties – N. Akmenės MS. Taip pat gauti duomenys apie išgaravimą iš vandens paviršiaus Kaune, siekiant bent preliminariai įvertinti, kokia dalis kritulių gali sumažėti dėl išgaravimo. Taip pat 3 mėginių ėmimo taške buvo išmatuoti upės

skerspjuvio plotai ir upės tėkmės greičiai, o paskui apskaičiuoti upės tėkmės debitai.

1 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius

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

Šie matavimai ir skaičiavimai buvo atliekami keturis kartus, atsižvelgiant į oro sąlygas ir galimybes. Matavimai buvo atlikti 2018 metų liepos–spalio mėnesiais.

Kadangi tiriamieji upės ruožai (reguluotas ir natūralus) yra nevienodo ilgio, siekiant aiškiau išanalizuoti, kuriame ruože upelis apsivalo nuo biogeninių medžiagų geriau, buvo apskaičiuoti savaiminio apsivalymo koeficientai, panaudojant supaprastintą formulę:

$$\alpha = \ln\left(\frac{C_0}{C_L}\right) / L,$$

čia: C_0 – cheminės medžiagos koncentracija upės skaičiuojamojo ruožo pradžioje, mg l⁻¹; C_L – cheminės medžiagos koncentracija upės skaičiuojamojo ruožo pabaigoje, mg l⁻¹; L – upės ruožo ilgis, km; α – upės savaiminio apsivalymo koeficientas, km⁻¹ (Tumas, 2003).

Atliekant biogeninių medžiagų užterštumo tyrimus, taip pat buvo atliktas Uogio upelio pakrančių apsaugos juostų būklės ir augalijos tyrimas.

Upės tiriamieji reguliuotas ir natūralus ruožai buvo suskirstyti iš viso į 43 profilius (26 reguliuotame ruože ir 17 natūraliame ruože), o atstumas tarp profilių – 100 m. Tyrimui buvo pasirinktas 10 metrų ruožas išilgai upės, kuriame buvo analizuojama pakrančių apsaugos juostų būklė ir vertinama augalija.

Kiekviename tirtajame pakrantės profilyje buvo nustatytas ten augusios sumedėjusios augalijos išplitimas, įvertinant jos dažnį ir tankį.

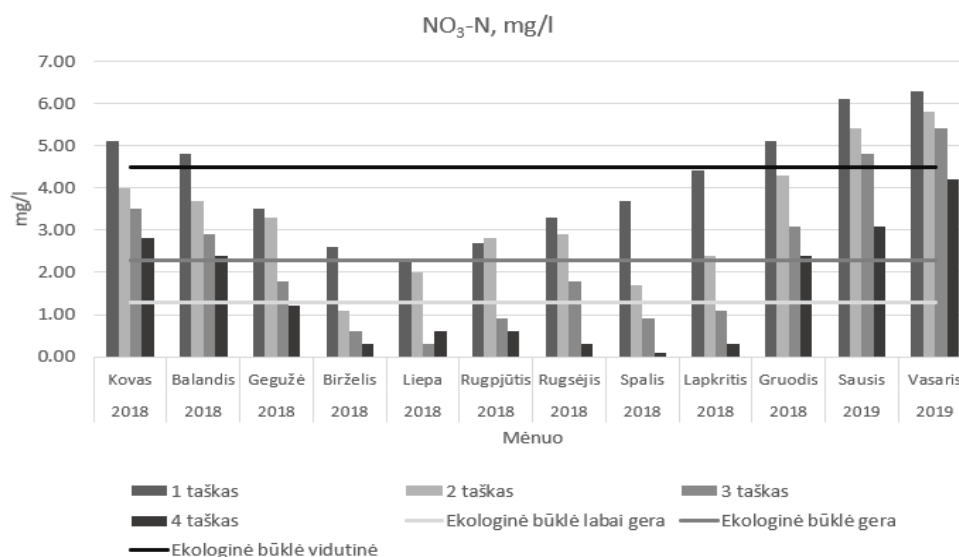
Sumedėjusios augalijos paplitimo dažnis buvo nustatytas kaip radviečių skaičiaus santykis su visų tirtųjų profilių skaičiumi, %, o sumedėjusios augalijos tankis radvietėse nustatytas kaip sumedėjusios augalijos skaičius, tenkantis 1 m² visų nagrinėtų profilių ploto, vnt / m².

Rezultatai

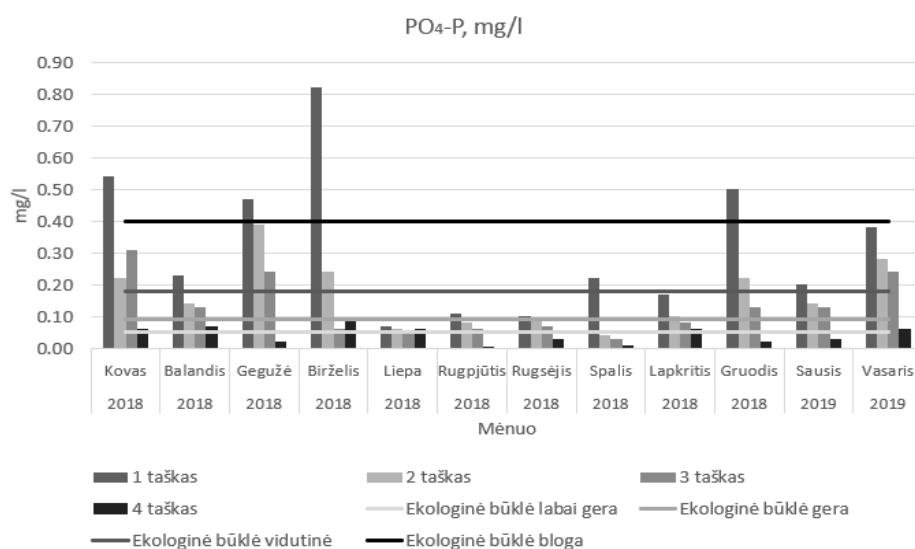
Uogio upelio taršos nitratinium azotu dinamika tyrimų laikotarpiu visuose keturiuose vandens mėginių ėmimo taškuose pateikta 3 paveiksle.

Iš grafiko matyti, kad penkis mėnesius (kovą, balandį, gruodį, sausį, vasarį) reguliuoto ruožo pradžioje (1 taškas) upės ekologinė būklė buvo bloga. Kitais mėnesiais šiame taške vyravo vidutinė ekologinė būklė, o liepos mėnesį – gera.

Reguliuoto ruožo pabaigoje (2 taškas) du mėnesius (sausį, vasarį) vyravo bloga ekologinė būklė, septynis mėnesius (kovą, balandį, gegužę, rugpjūtį, rugsėjį, lapkritį, gruodį) vyravo vidutinė ekologinė būklė, du mėnesius (liepą, spalį) – gera, o vieną (birželį) – net labai gera ekologinė būklė.



3 paveikslas. Uogio upelio taršos nitratinium azotu dinamika tyrimų laikotarpiu



4 paveikslas. Uogio upelio taršos fosfatų fosforu dinamika tyrimų laikotarpiu

Natūralaus ruožo pradžioje (3 taškas) du mėnesius (sausį, vasarį) vyravo bloga ekologinė būklė, tris mėnesius (kovą, balandį, gruodį) vyravo vidutinė ekologinė būklė, du mėnesius (gegužę, rugsėjį) – gera, o net penkis mėnesius (birželį, liepą, rugpjūtį, spalį, lapkritį) – labai gera ekologinė būklė.

Natūralaus ruožo pabaigoje (4 taškas) penkis mėnesius (kovą, balandį, gruodį, sausį, vasarį) vyravo vidutinė ekologinė būklė, o likusius septynis mėnesius (gegužę, birželį, liepą, rugpjūtį, rugsėjį, spalį, lapkritį) – labai gera.

Bendra nitratinio azoto koncentracija didžiausia buvo pirmaisiais pavasario mėnesiais ir žiemą, esant menkai augalų vegetacijai.

Uogio upelio taršos fosfatų fosforu dinamika tyrimų laikotarpiu visuose keturiuose vandens mėginių ėmimo taškuose pateikta 4 paveiksle.

Iš grafiko matyti, kad keturis mėnesius (kovą, gegužę, birželį, gruodį) reguliuoto ruožo pradžioje (1 taškas) upės ekologinė būklė buvo labai bloga. Balandžio, spalio, sausio ir vasario mėnesiais būklė buvo bloga, o rugpjūtį, rugsėjį ir lapkritį – vidutinė ir tik liepos mėnesį ekologinė būklė buvo gera.

Reguliuoto ruožo pabaigoje (2 taškas) penkis mėnesius (kovą, gegužę, birželį, gruodį, vasarį) vyravo bloga ekologinė būklė, tris mėnesius (balandį, lapkritį, sausį) – vidutinė, tris (liepą, rugpjūtį, rugsėjį) – gera, ir vieną (spalį) – labai gera ekologinė būklė.

Natūralaus ruožo pradžioje (3 taškas) tik tris mėnesius (kovą, gegužę, vasarį) vyravo bloga ekologinė būklė, tris mėnesius (balandį, gruodį, sausį) – vidutinė, keturis mėnesius (birželį, rugpjūtį, rugsėjį, lapkritį) – gera ir du mėnesius (liepą, spalį) vyravo labai gera ekologinė būklė.

Natūralaus ruožo pabaigoje (4 taškas) šešis mėnesius (kovą, balandį, birželį, liepą, lapkritį, vasarį) vyravo gera ekologinė būklė, o likusius šešis (gegužę, rugpjūtį, rugsėjį, spalį, gruodį, sausį) – labai gera.

Bendra fosfatų fosforo koncentracija didžiausia buvo kovo, gegužės, birželio mėnesiais.

Taigi reguliuoto ruožo pabaigoje tiek pagal nitratinį azotą, tiek pagal fosfatų fosforą vandens kokybė tyrimų laikotarpiu vyravo nuo labai geros iki blogos būklės.

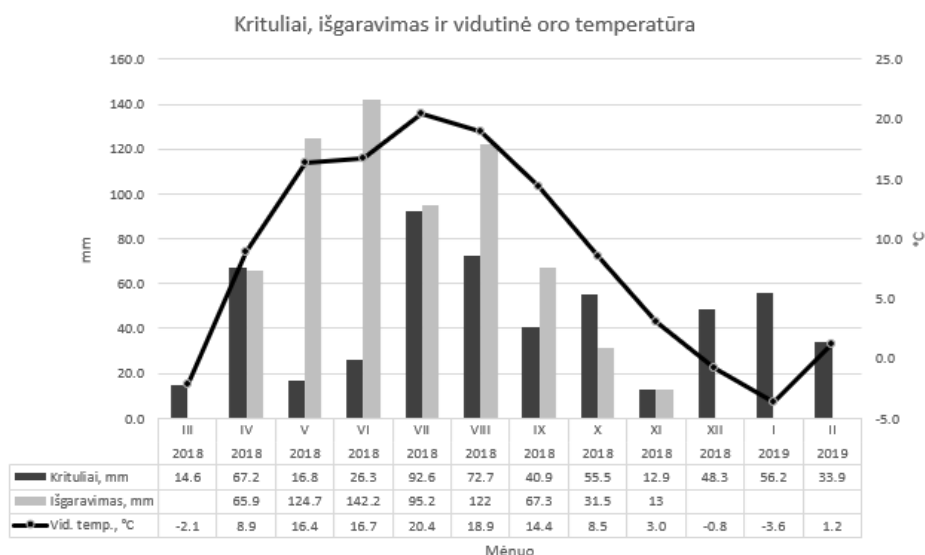
Natūralaus ruožo pabaigoje pagal nitratinį azotą vandens kokybė tyrimų laikotarpiu vyravo nuo labai geros iki vidutinės būklės, o pagal fosfatų fosforą visą tyrimų laikotarpį artėjo nuo labai geros iki geros būklės.

2 lentelėje pateikti 2018 metų liepos–spalio mėnesiais išmatuoti ir apskaičiuoti upės skerspjūvio plotai, tėkmės paviršiniai ir vidutiniai greičiai bei debitai.

2 lentelė. Upės skerspjūvio plotai, tėkmės paviršiniai ir vidutiniai greičiai bei debitai 2018 metų liepos–spalio mėnesiais

Data	v_{pav} , m/s	v_{vid} , m/s	A, m ²	Q, m ³ /s
2018 m. liepos 23 d.	0,083	0,050	0,495	0,025
2018 m. rugpjūčio 16 d.	0,070	0,042	0,581	0,024
2018 m. rugsėjo 17 d.	0,109	0,065	0,659	0,043
2018 m. spalio 15 d.	0,115	0,069	0,697	0,048

Iš apskaičiuotų debitų matyti, kad liepos ir rugpjūčio mėnesiais upės debitas buvo beveik dvigubai mažesnis nei rugsėjo ir spalio mėnesiais. Siekiant išsiaiškinti, kodėl debitai tokie skirtingi, buvo apžvelgti gauti meteorologiniai duomenys, kurie pateikti 5 paveiksle.



5 paveikslas. Kritulių, išgaravimo ir vidutinės mėnesio oro temperatūros kaita tyrimų laikotarpiu

Iš gautų duomenų matyti, kad didžiausias kritulių kiekis per šiuos keturis mėnesius buvo liepos mėnesį – 92,6 mm, o mažiausias rugsėjį – 40,9 mm. Vidutinė oro temperatūra mažėjo kas mėnesį nuo 20,4 °C liepos mėnesį iki 8,5 °C spalio mėnesį.

Nors liepos ir rugpjūčio mėnesiais kritulių kiekis buvo didžiausias, apskaičiuoti upės debitai šiais mėnesiais buvo mažiausi. Tuo tarpu rugsėjo ir spalio mėnesių kritulių kiekis buvo mažesnis, bet upės debitai didesni. Šiuos reiškinius galima paaiškinti skirtinga mėnesių oro temperatūra. Nors liepos ir rugpjūčio mėnesiais kritulių buvo daugiau, bet ir oro temperatūra buvo daug didesnė nei rugsėjo ir spalio mėnesiais. Tai reiškia, kad liepos–rugsėjo mėnesiais iškritę krituliai išgaruodavo daugiau ir paviršinio vandens mažiau nutekėdavo į upę nei rugsėjo–spalio mėnesiais. Tai patvirtina ir gauti duomenys apie išgaravimą iš vandens paviršiaus. Liepos mėnesį, esant didžiausiai oro temperatūrai ne tik šių keturių mėnesių, bet ir visų metų, išgaravimas iš vandens paviršiaus Kaune buvo 95,2 mm, o rugpjūčio mėnesį jis siekė net 122 mm. Išgaravimo duomenys rodo, kad visi iškritę krituliai šiais mėnesiais išgaruodavo, todėl paviršinis nuotėkis nesiformavo, o nuotėkį į upelį lėmė tik požeminio vandens atsargos. Dėl to šių dviejų mėnesių upės debitai yra ganėtinai maži. Tuo tarpu spalio mėnesį, esant ženkliai mažesnei temperatūrai, tik 8,5 °C, ir mažesniai kritulių kiekiui – 55,5 mm, išgaravimas buvo tik 31,5 mm, dėl to 24 mm kritulių galėjo nutekėti į upes. Tai matyti ir iš debitų apskaičiavimo – spalio mėnesio debitas buvo didžiausias.

Taigi didžioji dalis duomenų leidžia daryti išvadą, kad upės debitai tikrai priklauso nuo meteorologinių sąlygų ir mažėja esant didesnei oro temperatūrai ir didesniai

išgaravimui arba didėja esant didesniai kritulių kiekiui ir mažesniai išgaravimui.

Teigiama, kad kintant upių debitui, kinta ir biogeninių medžiagų koncentracijos upėje.

Kadangi debitas buvo matuotas tik vienoje upelio vietoje – ties 3 tašku, tai ir lyginti apskaičiuotą debitą bei nustatytas koncentracijas būtų pravartu tik ties tuo tašku.

3 taške liepos–rugsėjo mėnesiais didėjant upelio debitui, didėjo ir nitratinio azoto koncentracija – nuo 0,3 mg/l iki 1,8 mg/l, bet spalio mėnesį, esant didžiausiam debitui koncentracija buvo lygi 0,9 mg/l.

Tuo tarpu fosfatų fosforo koncentracija liepos–rugsėjo mėnesiais taip pat didėjo nuo 0,05 mg/l iki 0,07 mg/l, o spalio mėnesį, esant didžiausiam debitui, buvo tik 0,03 mg/l.

Pagal šį tašką ir tris pirmuosius nagrinėtus mėnesius (liepa–rugsėjis) būtų galima manyti, kad didėjant debitui, didėja ir užterštumas biogeninėmis medžiagomis. Tačiau paskutinis mėnuo (spalis), esant mažiausioms koncentracijoms ir didžiausiam debitui, šios minties nepatvirtina. Tai yra logiška ir paaiškinama tuo, kad kuo daugiau vandens nuteka upės vaga, tuo yra didesnis atskiedimas ir mažesnės biogeninių medžiagų koncentracijos.

Pirmųjų nagrinėtų mėnesių (liepa–rugsėjis) koncentracijų didėjimą, didėjant debitui, galima paaiškinti tuo, kad tyrimų laikotarpiu, esant didesniai išgaravimui ir mažesniai kritulių kiekiui, paviršinio nuotėkio į upę nebūdavo. Vadinas, visa tarša iš trąšų ir pesticidų aplinkinėse dirbamose žemėse kaupėsi dirvožemyje ir nenutekėdavo į upę. Galiausiai mažėjant išgaravimui ir didėjant nuotėkiui, visi teršalai su nuotėkiu buvo išnešti iš dirvožemių į upę. Per kurį laiką išsivalius dirvožemiams ir susinormalizavus

teršalų kiekiui aplinkiniuose plotuose, spalio mėnesį matomas koncentracijų sumažėjimas. Tai patvirtina teiginį, kad esant didesniai upės debitui vyksta biogeninių medžiagų koncentracijų atskiedimas ir koncentracijos mažėja.

Vis dėlto, keturių mėnesių laiko tarpas yra per trumpas daryti bendras išvadas ir norint rasti tikrąją biogeninių medžiagų koncentracijų priklausomybę nuo upės debito būtų pravartu tokius tyrimus atlikti ilgesnį laiko tarpą.

Apskaičiuoti upės savaiminio apsivalymo koeficientai pateikti 3 lentelėje.

Tyrimų laikotarpio (nuo 2018 kovo mėn. iki 2019 vasario mėn.) nitratinio azoto savaiminio apsivalymo koeficiento vidutinė reikšmė reguliuotame upelio ruože gauta 0,114, o natūraliame ruože – 0,388. Tai rodo, kad upelis 3,4 karto geriau apsivalo natūraliame upelio ruože.

Tuo tarpu fosfatų fosforo savaiminio apsivalymo koeficiento vidutinė reikšmė per tą patį tyrimų laikotarpį reguliuotame upelio ruože gauta 0,237, o natūraliame ruože

– 0,735. Tai rodo, kad upelis 3,1 karto taip pat geriau apsivalo natūraliame upelio ruože.

Pagal apskaičiuotų savaiminio apsivalymo nuo biogeninių medžiagų koeficientų vidurkius matyti, kad upelis geriau apsivalo natūraliame ruože nei reguliuotame. Upės valymosi koeficientas yra didesnis, kai didesnis santykis tarp teršalų koncentracijos ruožo pradžioje ir pabaigoje.

Pagal gautas Uogio upelio savaiminio apsivalymo koeficientų reikšmes buvo atliekama vienfaktorė dispersinė analizė siekiant nuspręsti, ar priklausomojo kintamojo, išmatuoto skirtingose populiacijose, vidurkiai statistiškai skiriasi reikšmingai.

Uogio upelio savaiminio apsivalymo nuo nitratinio azoto reguliuotame ir natūraliame ruožuose koeficientų dispersinė analizė rodo, kad imties ($n = 24$) statistikos reikšmė $F = 3,54 < F_{0,05} = 4,26$. Turimi savaiminio apsivalymo koeficientų duomenys leidžia teigti, kad savaiminio apsivalymo koeficientų vidurkiai, esant 95 % patikimumui, iš esmės nesiskiria. Statistiniai duomenys pateikti 6 paveiksle.

3 lentelė. Savaiminio apsivalymo koeficientai

Nr.	Data	Nitratinis azotas NO ₃ -N		Fosfatų fosforas PO ₄ -P	
		Reguluotas ruožas	Natūralus ruožas	Reguluotas ruožas	Natūralus ruožas
1	2018 m. kovo 12 d.	0,097	0,139	0,359	1,026
2	2018 m. balandžio 16 d.	0,104	0,118	0,199	0,387
3	2018 m. gegužės 14 d.	0,024	0,253	0,075	1,553
4	2018 m. birželio 18 d.	0,344	0,433	0,491	-0,253
5	2018 m. liepos 23 d.	0,056	-0,433	0,062	-0,114
6	2018 m. rugpjūčio 16 d.	-0,015	0,253	0,127	1,872
7	2018 m. rugsėjo 17 d.	0,052	1,120	0,042	0,530
8	2018 m. spalio 15 d.	0,311	1,373	0,682	0,687
9	2018 m. lapkričio 19 d.	0,242	0,812	0,212	0,180
10	2018 m. gruodžio 17 d.	0,068	0,160	0,328	1,170
11	2019 m. sausio 28 d.	0,049	0,273	0,143	0,916
12	2019 m. vasario 18 d.	0,033	0,157	0,122	0,866
	Vidurkis	0,114	0,388	0,237	0,735

n_i	12	12	N= 24		$k= 2$
T_i	1,4	4,7	T= 6,0		
x_{vid}	0,114	0,388	$x_{vid} = 0,251$		
Σx^2_i	0,31	4,46	$\Sigma x^2_i = 4,77$		
T^2_i/n_i	0,16	1,81	$\Sigma T^2_i/n_i = 1,96$		$T^2/N = 1,5$
	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dis. įverčiai	Statistika	
Grupių	0,45	1	0,452	3,54	$F_{0,05} = 4,26$
Vidinė	2,81	22	0,128	F	
Visa	3,26	23			

6 paveikslas. Savaiminio apsivalymo koeficientų nuo nitratinio azoto dispersinė analizė

Uogio upelio savaiminio apsivalymo nuo fosfatų fosforo reguliuotame ir natūraliame ruožuose koeficientų dispersinė analizė rodo, kad imties ($n = 24$) statistikos reikšmė $F = 6,72 > F_{0,05} = 4,26$. Turimi savaiminio apsivalymo koeficiento duomenys leidžia teigti, kad vidurkiai, esant 95 % patikimumui, iš esmės skiriasi. Statistiniai duomenys pateikti 7 paveiksle.

n_i	12	12			$N = 24$	$k = 2$
T_i	2,8	8,8			$T = 11,7$	
$N_{i vid}$	0,237	0,735			$x_{vid} = 0,486$	
Σx^2_i	1,09	10,94			$\Sigma x^2_i = 12,03$	
T^2_i/n_i	0,67	6,48			$\Sigma T^2_i/n_i = 7,16$	$T^2/N = 5,7$
	Kvadratų suma	Laisvės laipsniai	Dis. įverčiai	Statistika		
Grupių	1,49	1	1,489	6,72	$F_{0,05} = 4,26$	
Vidinė	4,87	22	0,221	F		
Visa	6,36	23				

7 paveikslas. Savaiminio apsivalymo koeficientų nuo fosfatų fosforo dispersinė analizė

Vykdamas Uogio upelio užterštumo tyrimus, taip pat buvo atliktas pakrančių apsaugos juostų būklės ir jos augalijos vertinimas.

Atlikus pakrančių apsaugos juostų būklės ir jos augalijos vertinimą gauta, kad reguliuotame ruože aptiktų medžių dažnis yra 46 %, o natūraliame ruože – 88 %. Tuo tarpu medžių tankis reguliuotame ruože 0,005 vnt/m², o natūraliame – 0,01 vnt/m².

Krūmų matavimai parodė, kad reguliuotame ruože jų dažnis yra 62 %, o natūraliame – 100 %, tankis: reguliuotame ruože – 0,017 vnt/m², o natūraliame – 0,021 vnt/m².

Apžvelgiant visą nagrinėtą Uogio upelio tiriamąjį ruožą gauta, kad medžių dažnis yra 63 %, tankis – 0,09 vnt/m², o krūmų dažnis – 77 %, tankis – 0,02 vnt/m².

Reguliuotas upelio ruožas driekiasi tarp dirbamų žemės plotų, dėl to sumedėjusios augalijos paplitimas ten nėra didelis. Šio ruožo kairiajame šlaite beveik visu ruožo ilgiu už pakrančių apsaugos juostos eina vietinės reikšmės keliukas, naudojamas žemės ūkio transporto.

Natūralus upelio ruožas eina šalia gyvenvietės bei įvairių pievų, už kurių prasideda dirbami laukai. Natūralus ruožo pradžioje upelis nėra tankiai apaugęs sumedėjusia augalija, bet tostant natūralaus ruožo pabaigos link, sumedėjusios augalijos kiekis didėja.

Verta paminėti, kad kiekviename ruože daugiausia vyravo žolinė augalija.

Nustatytų upelio pakrančių apsaugos juostų pločiai parodė, kad visuose nagrinėtuose profiliuose jie atitinka “Paviršinių vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo tvarkos aprašą” (Lietuvos Respublikos..., 2007).

Reguliuotame ruože pakrančių apsaugos juostų riba aiškiai matoma, o natūraliame ruože ši riba nėra aiškiai išreikšta ir yra suaugusi su aplinkinėmis pievomis. Pakrančių apsaugos juostų pločiai reguliuotame ruože vyravo nuo 3 iki 25 metrų, o natūraliame – nuo 8 iki 25 metrų.

Išvados

1. Tyrimais nustatyta, kad Uogio upelio savaiminis apsivalymas nuo biogeninių medžiagų (nitrato azoto ir fosfatų fosforo), vertinant savaiminio apsivalymo koeficientų vidurkius, geriau vyksta natūraliame nei reguliuotame upelio ruože.
2. Tyrimų laikotarpio (nuo 2018 kovo mėn. iki 2019 vasario mėn.) nitratinio azoto savaiminio apsivalymo koeficiento vidutinė reikšmė reguliuotame upelio ruože gauta 0,114, o natūraliame ruože – 0,388. Tai rodo, kad upelis 3,4 karto geriau apsivalo natūraliame upelio ruože. Atlikus vienfaktorę dispersinę analizę, turimi savaiminio apsivalymo koeficiento duomenys leidžia teigti, kad savaiminio apsivalymo koeficientų vidurkiai, esant 95 % patikimumui, iš esmės nesiskiria.
3. Tyrimų laikotarpio (nuo 2018 kovo mėn. iki 2019 vasario mėn.) fosfatų fosforo savaiminio apsivalymo koeficiento vidutinė reikšmė reguliuotame upelio ruože gauta 0,237, o natūraliame ruože – 0,735. Tai rodo, kad upelis 3,1 karto taip pat geriau apsivalo natūraliame upelio ruože. Atlikus vienfaktorę dispersinę analizę turimi savaiminio apsivalymo koeficiento duomenys leidžia teigti, kad vidurkiai, esant 95 % patikimumui, iš esmės skiriasi.
4. Nustatyta, kad pakrančių apsaugos juostose reguliuotame ruože aptiktų medžių dažnis buvo 46 %, o natūraliame ruože – 88 %. Krūmai reguliuotame ruože aptinkami 62 % dažniu, o natūraliame – 100 %. Pakrančių apsaugos juostų pločiai atitinka teisiųjų normų reikalavimus: reguliuotame ruože 3–25 metrai, o natūraliame ruože 8–25 metrai.

Literatūra

- Adomaitis, T., Vaišvila, Z., Mažvila, J., Grickevičienė, S. ir Eitnavičius, L. (2004). Azoto junginių (NO₃⁻, NH₄⁺, NO₂⁻) koncentracija lizimetrų vandenyje skirtingai tręštuose smėlingų priemolių dirvožemiuose. *Žemdirbystė (Mokslo darbai)*, 4(88), 21–33.
- Gaigalis, K. ir Račkauskaitė, A. (2001). Azoto ir fosforo išplovimo agroekosistemose ypatumai. *Vandens ūkio inžinerija*, 16(38), 39–46.
- Gailiusis, B., Jablonskis, J. ir Kovalenkoviėnė, M. (2001). *Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis*. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas. 796 p.

- Heckrath, G., Bechmann, M., Ekholm, P., Ulén, B., Djodjic, F., & Andersen, H. E. (2008). Review of indexing tools for identifying high risk areas of phosphorus loss in Nordic catchments. *Journal of Hydrology*, 349(1-2), 68-87. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.039>
- Ifabiyi, I. P. (2008). Self Purification of a freshwater stream in Ile-Ife: Lessons for Water management. *Journal of Human Ecology*, 24(2), 131-137. <https://doi.org/10.1080/09709274.2008.11906109>
- Laisvoji enciklopedija Vikipedija. (2019). Uogys. Prieiga per internetą: <https://lt.wikipedia.org/wiki/Uogys>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2007). Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl aplinkos ministro 2001 m. lapkričio 7 d. įsakymo nr. 540 „Dėl paviršinio vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo taisyklių patvirtinimo“ pakeitimo. 2007 m. vasario 14 d. Nr. D1-98. Vilnius. *Valstybės žinios*, 2007-02-22, Nr. 23-892.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2010). Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas dėl aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo. 2010 m. kovo 4 d. Nr. D1-178. Vilnius. *Valstybės žinios*, 2010-03-13, Nr. 29-1363.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2017). *Įsakymas dėl vandens srities plėtros 2017–2023 metų programos įgyvendinimo veiksmų plano patvirtinimo*. 2017 m. gegužės 5 d. Nr. D1-375/3D-312. Vilnius. Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/4824cba0315d11e79f4996496b137f39?jfwid=-fa58ilc6t>
- Lietuvos standartizacijos departamentas (LSD). (2006). *Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 1 dalis. Mėginių ėmimo programų ir būdų sudarymo nurodymai* (ISO 5667-1:2006). Prieiga per internetą: https://view.elaba.lt/standartai/view?search_from=aleph&id=428278
- Lietuvos standartizacijos departamentas (LSD). (2018). *Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3 dalis. Vandens mėginių konservavimas ir tvarkymas (ISO 5667-3:2018)*. Prieiga per internetą: https://view.elaba.lt/standartai/view?search_from=aleph&id=1275821
- Marcinkonis, S. ir Karmaza, B. (2007). Fosforo akumuliacijos duomenų vizualizacija potencialios taršos židiniuose. *Žemdirbystė*, 94(1), 64-73.
- Marozaitė, L. ir Šaulys, V. (2015). Reguluoto upelio savaiminio apsivalymo efektyvumo vertinimas. Iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 18-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios 2015 m. vasario 5 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 430-435. <https://doi.org/10.3846/mla.2015.804>
- Mildažienė, A. (2004). Inovatyvūs mokymosi metodai ir naujausios technologijos gamtos mokslų bakalauro rengimui. *Žmogiškųjų išteklių plėtra* (ESF/2004/2.4.0-K01-160/SUT-261). 7 p.
- Pajaujįs, M. ir Šaulys, V. (2018). Kuosinės upelio savaiminio apsivalymo efektyvumas. Iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 21-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios 2018 m. kovo 20 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 105-111. <https://doi.org/10.3846/aainz.2018.016>
- Pauliukevičius, H. (2000). Žemės naudmenų transformacijų poveikis azoto ir fosforo koncentracijoms upių vandenyje. *Vandens ūkio inžinerija*, 13(35), 24-29.
- Pocienė, A., Kinčius, L., Tapauskienė, L., Grybauskienė, V., Bendaravičius, B. ir Kudakas, V. (2008). *Sausinimas specialioms reikmėms: Vadovėlis*. Kaunas: Arvida. 286 p.
- Šaulys, V. (2007). *Vandens apsaugos politika, teisė ir ekonomika*. Vilnius: Technika. 152 p. <https://doi.org/10.3846/944-S>
- Šaulys, V. (2016). *Atvirųjų vagų hidraulika*. Vilnius: Technika. 272 p. <https://doi.org/10.20334/1549-S>
- Stanionytė, A. ir Šaulys, V. (2017). Mėklos upelio reguliavimo įtakos savaiminio apsivalymo efektyvumui vertinimas. Iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 20-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios Vilniuje 2017 m. kovo 20 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 167-172. <https://doi.org/10.3846/aainz.2017.017>
- Stankaitis, T. ir Šaulys, V. (2016). Kuosinės upelio savaiminio apsivalymo vertinimas. Iš *Aplinkos apsaugos inžinerija: 19-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“*, įvykusios 2016 m. balandžio 7 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika, 187-192. <https://doi.org/10.3846/aainz.2016.27>
- Stream Solute Workshop. (1990). Concepts and Methods for Assessing Solute Dynamics in Stream Ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society*, 9(2), 95-119. <https://doi.org/10.2307/1467445>
- Tričys, V., Genienė, V., Klimas, R., & Mociūtė, N. (2004). Quality issues of surface water in Šiauliai City. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba*, 2(28), 16-22.
- Tumas, R. (2003). *Vandens ekologija*. Kaunas: Naujasis lankas. 351 p.

SELF-PURIFICATION EFFICIENCY EVALUATION OF UOGYS STREAM

T. Brazaitė, V. Šaulys

Summary

The article identifies the efficiency of the self-purification of the Uogys stream, located in Samogitia and belonging to the Venta river basin, from the nitrate nitrogen and phosphate phosphorus. Two sections have been selected for the research: regulated – 2.5 km and natural – 1.6 km. Water quality studies have been conducted since 2018. March. until 2019 February. Chemical test samples were taken from the 4 points of stream for 12 months and concentrations of nitrates and phosphates compounds were investigated. Efficiency of self-purification of nitrate nitrogen and phosphate phosphorus in regulated and natural stretches was evaluated and self-purification coefficients of sections were calculated. The mean value of self-purification coefficient of nitrate nitrogen in the regulated stream section was 0.114 and in the natural section – 0.388. The mean value of phosphate phosphorus self-purification coefficient in the regulated stream section was 0.237 and in the natural section – 0.735. This shows that stream purifies itself better in natural section. The frequency of trees found in the regulated stream section in coastal protection strips was 46% and in the natural section – 88%. The density of shrubs found in the regulated stream section in coastal protection strips was 62% and in the natural section – 100%. The width of the coastal protection strips complies with the requirements of legal norms: 3–25 meters in the regulated section and 8–25 meters in the natural section.

Keywords: natural stream, regulated stream, self-purification, nitrate nitrogen, phosphate phosphorus, pollution.