



Pexels nuotr.

Lietuvos vandens telkinių būklė: iššūkiai ir tvarios pusiausvyros paieškos

Arvydas Povilaitis

Gyvename nuostabiame krašte, turinčiame gausius vandens išteklius. Tačiau Lietuvos vandens telkinių (upių, ežerų, tarpinių ir priekrantės vandenų) būklė kelia šiek tiek nerimo, o klimato kaitos kontekste ji gali dar labiau pasikeisti.

Nepaisant labai ambicingų vandensaugos tikslų ir upių baseinų valdymo planuose jiems įgyvendinti numatytų priemonių (pagal ES Bendrosios vandens politikos direktyvą vandentvarkos infrastruktūros gerinimui ir jos pertvarkai nuo 2003 m. Lietuvai skirta daugiau kaip 600 mln. eurų investicijų), gerą ekologinę būklę atitinka tik 36 % paviršinių vandens telkinių. Visi tarpiniai (Kuršių marios ir jos vandenų išplitimo Baltijos jūroje zona) ir priekrantės vandenys (teritoriniai vandenys per 1-ąjį jūrmylę Baltijos jūroje nuo kranto), taip pat 63 % upių ir 64 % Lietuvos ežerų neatitinka geros būklės. Daugiausia tokių yra Nevėžio, Dubysos, Šešupės, taip pat Ventos ir Mūšos upių baseinuose. Žeimenos, Merkio, Minijos ir Šventosios upių baseinuose gerą būklę atitinkančių vandens telkinių yra daugiausia. Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, rizikos vandens telkinių, kuriems kyla pavojus dėl geros būklės neatitikimo, skaičius per dešimtmetį padidėjo nuo 28 iki 41 %. Įdomu



ARVYDAS
POVILAITIS

Lietuvos vandens
telkinių būklė:
iššūkiai ir tvarios
pusiausvyros
paieškos

1

tai, kad panašios tendencijos matomos ir aukštą aplinkosaugos kultūrą puoselėjančiose Skandinavijos šalyse. Danijoje, Švedijoje ir Norvegijoje nuo 2010 m. kyla poreikis diegti papildomas priemones geros būklės tikslams pasiekti. Padažnęję ekstremalūs meteorologiniai ir hidrologiniai reiškiniai yra siejami su šiais pokyčiais, todėl ieškoma būdų, kaip parinkti optimalias priemones, atitinkančias dirvožemio, žemėnaudos ir ūkinės veiklos vystymo sąlygas.

Visuotinai pripažįstama, kad Baltijos jūros regione *eutrofikacija* yra didžiausias iššūkis gerai vandens telkinių būklei pasiekti. Šis neigiamas, dėl biogeninių medžiagų (azoto ir fosforo) pertekliaus paplitęs reiškinys skatina spartų dumblių ir makrofitų vystymąsi, vandens telkinių uždumblėjimą, ištirpusio deguonies vandenyje trūkumą, žuvų kritimą ir biologinės įvairovės mažėjimą. Baltijos jūros aplinkos apsaugos komisijos (HELCOM) duomenimis, 90 % Baltijos jūros akvatorijos yra paveikta eutrofikacijos. Pagrindinė šio reiškinio priežastis – nemažėjanti *azoto* (N) ir *fosforo* (P) prietaka iš Baltijos jūros regiono upių. Iš Lietuvos į centrinę Baltijos jūros dalį (angl. *Baltic Proper*) kasmet patenka apie 38 300 tonų bendrojo N ir 1 320 tonų bendrojo P. Siekiant sumažinti prietaką, HELCOM veiksmų plane Lietuva yra įpareigota per metus neviršyti 25 878 tonų N ir 703 tonų P. Nuo 1991 m. šių medžiagų srautas tolygiai mažėjo ir 2000–2004 m. N jau neviršijo nustatytos ribos, tačiau nuo 2009 m. jis vėl didėjo ir šiuo metu dvigubai viršija leistiną. Panašiai, iki 2005 m. tolygiai mažėjusi, P prietaka iš Lietuvos pastarąjį dešimtmetį vėl didėja ir 65 % viršija leistiną ribą.

Suprantama, kad matant šiuos skaičius, turime analizuoti azoto ir fosforo pertekliaus priežastis. Dažniausiai jo šaltiniai siejami su žmogaus veikla, kurios ašyje – žemės ūkis. Deja, N ir P ciklai gamtoje ne tokie paprasti, o ir šių medžiagų padidėjimas vandenyse, išskyrus atvejus, kai stebima jau aiškiai sutrikdyta ekosistemos pusiausvyrą, tiesiogiai gali būti nesusijęs su žmogaus veikla. Įvairių medžiagų perteklių vandens telkiniuose lemia ne tik antropogeninė veikla (per ją pasireiškia sutelktoji, pasklidoji ar antrinė tarša), tačiau ir gamtinių veiksnių pokyčiai. Kadangi didžioji dalis investicijų buvo skirta sutelktajai taršai valdyti (pramoninių ir komunalinių nuotekų valymui), daugiausia spekuliacijų sukelia pasklidusios taršos tema, nes dažnai sunku atskirti, kas tiksliai gali būti laikoma tokia tarša. Natūralūs procesai gali sukelti poveikius, panašius į tuos, kurie atsiranda dėl žmogaus veiklos. Todėl nereikėtų maišyti procesų, kai kalbama apie vandens taršą, jei jų poveikis panašus, tačiau šaltiniai yra skirtingi.

Šiuo požiūriu, azoto ir fosforo srautų sumažinimas yra ambicingas uždavinys, pirmiausia todėl, kad juos lemia ne tik žmogaus veikla. Antropogeninių šaltinių įtaka yra neginčijamai reikšminga, tačiau gamtiniai veiksniai vandens ekosistemose taip pat labai svarbūs. Įvairios kilmės priežastys gali veikti kartu. Todėl nekyla abejonių, kad, pavyzdžiui, klimato kaita gali esmingai keisti situaciją, pakeisdama temperatūros ir kritulių kiekio, jo erdvinio pasiskirstymo ir ekstremalių reiškinų pasikartojimo dėsningumą, taip pat vandens telkinių hidrodinaminę būklę. Azoto ir fosforo srautų pokyčiai negali būti siejami išskirtinai tik su antropogeneine veikla. Dėl įvairių veiksnių sąveikos galutinio poveikio vertinimas gali klaidinti.

Kaip pavyzdį galima pateikti unikalią situaciją, praeityje ištikusią Lietuvoje. Per pirmąjį dešimtmetį po nepriklausomybės atkūrimo, palyginti su 1989 m., Lietuvos žemės ūkis patyrė drastišką nuosmukį – bendroji žemės ūkio produkcija sumažėjo 40 %, pasėlių plotai – 35 %, gyvulininkystės produkcija – 69 %. Per tą patį laikotarpį paskleidžiamų mineralinių trąšų (atitinkamai N ir P) kiekiai per metus sumažėjo nuo 107 iki 15 kg/ha ir nuo 67 iki 5 kg/ha. Didžiausias ekonomikos nuosmukis buvo užfiksuotas 1991–1994 m., kai bendrasis



ARVYDAS
POVILAITIS

Lietuvos vandens
telkinių būklė:
iššūčiai ir tvarios
pusiausvyros
paieškos

vidaus produktas (BVP) sumažėjo 57 %. Nuosmukis gerokai padidino nedirbamos žemės plotą. Akivaizdu, kad toks reikšmingas nuosmukis lėmė N ir P apkrovų sumažėjimą upių baseinuose su vyraujančia žemės ūkio veikla. Tačiau ar tai turėjo įtakos šių medžiagų sumažėjimui Lietuvos upėse? Deja, reikšmingų mažėjimo tendencijų nebuvo nustatyta! Nuosmukis pasireiškė tik per organinio azoto sumažėjimą ir nežymų mineralinių jo formų padidėjimą upių vandenyje. Nustatyta, kad daugiausia įtakos tam turėjo meteorologinės sąlygos ir organinių medžiagų skaidymo ir mineralizacijos procesai apleistose žemėse.

Dargi, analizuojant mažų (baseino plotas iki 15 km²) upelių, kurie ypač jautrūs aplinkos pokyčiams, 1996–2015 m. vandens kokybės tyrimų duomenis, paaiškėjo, kad ne tręšimo sąlygos, o N ir P šlapiose iškritose (krituliuose) buvo svarbiausias veiksnys, formuojantis šių medžiagų pernašą upelių vandenyje. Vidutiniškai per metus (daugiausia su tolimosiomis oro pernašomis) ant žemės paviršiaus Lietuvoje patenka nuo 6,3 iki 56,7 kg/ha (2008 m. – 111 kg/ha) azoto ir nuo 0,5 iki 4,5 kg/ha fosforo. Taigi, kritulių kiekis, jų trukmė ir cheminė sudėtis gali turėti didelę įtaką N ir P srautams į upes, jei kritulių iškritimo laikas nedera su augalams reikalingų medžiagų paėmimo poreikiais ir jų laiku.

Kita vertus, Lietuvos vandens telkiniai gali reikšmingai sulaikyti ir pašalinti (dėl denitrifikacijos, biologinės absorbcijos, sedimentacijos, adsorbcijos bei kitų procesų) azotą ir fosforą. Pagal skirtingą hidrografinio tinklo tankį ir medžiagų apkrovą upių baseinuose net 67–78 % bendrojo N ir 24–63 % bendrojo P yra „sulaikoma“. Ežeruose ir tvenkiniuose N medžiagų sulaikymas yra didžiausias ir siekia nuo 27 iki 59 %, fosforo – nuo 11 iki 31 %. Sulaikymas upių vagose yra mažesnis – atitinkamai 11–15 % ir 3–12 %. Šie procesai yra aktyviausi vasaros mėnesiais, kai upėse vyrauja mažas nuotėkis, o aukštesnė vandens temperatūra paspartina biologinius procesus ir skatina intensyvesnę sedimentaciją. Be to, didesnis požeminio vandens maitinimas, o tai reiškia ir didesnis sulaikomų kritulių kiekis (ypač smėlingų dirvožemių upių baseinuose) bei ilgesnis vandens išbuvimo laikas (didesnė denitrifikacijos tikimybė!) vandeninguose požeminiuose sluoksniuose, gali padidinti medžiagų sulaikymą. Tačiau, priešingai sulaikymui, pasikeitusios vandens aplinkos sąlygos (pvz.: staigus nuotėkio padidėjimas ir su tuo susijusi nešmenų resuspensija, desorbcija ar amonifikacija) gali vėl sukelti medžiagų išsiskyrimą į vandenį. Visa tai leidžia teigti, kad N ir P pernašos pokyčius lemia daug veiksnių. Tikėtina, kad dėl klimato kaitos įvairių veiksnių poveikis dar labiau sustiprės ir atsiras būtinybė imtis papildomų priemonių, kurios sustiprintų vandens ekosistemų tvarumą.

Prognozės nėra tikrų faktų interpretacija, tačiau jos leidžia nustatyti pokyčių tendencijas, įžvelgti galimas rizikas ir pasiruošti pokyčiams. Pagal IPCC (angl. *Intergovernmental Panel on Climate Change*) pateiktus šiltnamio efektą sukeliančių dujų koncentracijų scenarijus (RCP4.5 ir RCP8.5) taikant regioninius klimato modelius ir procesų fizika grįstą ekohidrologinį SWAT (angl. *Soil and Water Assessment Tool*) modelį prognozuojama, kad Lietuvoje iki 2100 m. (palyginti su 2000–2019 m. laikotarpio klimato, žemėnaudos, ūkinės veiklos, hidrologiniais, vandens kokybės ir kitais rodikliais) vidutinė oro temperatūra gali padidėti nuo 1,7 °C iki daugiau kaip 3 °C. Šie pokyčiai pirmiausia lems vandens balanso pokyčius. Visai realu, kad metinis kritulių kiekis iki 2060 m. padidės 6 %, o iki 2100 m. – 18 %. Suminis metinis išgaravimas atitinkamai padidės 4–10 %. Kritulių kiekio padidėjimas per metus bus skirtingas. Ryškiausias padidėjimas (7–30 %) prognozuojamas vasario ir gruodžio mėnesiais. Tačiau 2–14 % mažiau kritulių bus stebima sausio, kovo, rugsėjo ir lapkričio mėnesiais. Dėl šiltėjančių žiemų ir ilgalaikės sniego akumuliacijos nebuvimo numatomas ryškus sezoninio upių nuotėkio persiskirstymas: žiemą (gruodį ir vasarį) nuotėkis Lietuvos upėse, tikėtina, padidės iki 40 %. Tačiau pavasarį ir vasaros pradžioje (kovą–birželį), taip



ARVYDAS
POVILAITIS

Lietuvos vandens
telkinių būklė:
iššūkiai ir tvarios
pusiausvyros
paieškos

pat rudens mėnesiais (spalį ir lapkritį) visose upėse prognozuojamas 10–30 % mažesnis nuotėkis. Vasaros viduryje nuotėkis išliks mažai pakitęs, tačiau metinis sumažės 16–18 %. Suprantama, tik ateitis parodys, ar šios prognozės pasitvirtins, tačiau stebėjimai rodo, kad viskas krypsta ta linkme. 2024-ieji įvardijami kaip šilčiausi metai per visą Lietuvoje vykdytų instrumentinių meteorologinių matavimų istoriją!

Klimato pokyčiai paveiks metinę ir sezoninę N ir P srautų dinamiką. Kadangi vandens erozijos sukeltų nešmenų, taip pat adsorbuoto P ir organinio N srautai yra glaudžiai susiję su paviršinio nuotėkio pokyčiais, jų apkrova į vandens telkinius iki šimtmečio pabaigos sumažės 11–15 %. Tikėtina, kad dėl sniego akumuliacijos nebuvimo dalis žiemos kritulių pasieks gilesnius grunto sluoksnius ir padidins požeminį nuotėkį. Padidėjusi oro temperatūra paspartins organinių medžiagų mineralizaciją, todėl žiemą, kai augalų vegetacija sulėtėja ar visai nevyksta, biogeninės medžiagos bus greičiau išplaunamos iš dirvožemio. Dėl šių pokyčių mineralinio N kiekis vandenyje gali padidėti nuo 23 iki 64 %. Prognozuojama, kad iki šimtmečio pabaigos nitratinio N srautai per drenažo sistemas padidės 60 %, o su paviršiniu nuotėkiu – 9 %. Dėl vyraujančios agrarinės žemėnaudos ryškiausi pokyčiai tikėtini šiaurinėje, vidurio ir pietvakarinėje šalies dalyse, todėl, siekiant sumažinti klimato kaitos poveikį, šiose teritorijose labiausiai prireiks papildomų priemonių.

Kaip galimos alternatyvos N ir P srautams sumažinti siūlomos įvairios priemonės, tačiau pirmiausia vertėtų svarstyti agronomines priemones, taikytinas ariamoje žemėje. Prognozuojama, kad geriausią efektyvumo ir sąnaudų balansą galima pasiekti taikant tarpinių augalų palikimo per žiemą ir sumažinto trąšų naudojimo (10 % mažiau nei optimalus, o didesnis kiekis nėra priimtinas!) praktikas. Šios priemonės teiktų didžiausią naudą, atsižvelgiant į kaštus. Beariminių technologijų taikymas, taip pat ražienų palikimas per žiemą, tikėtina, būtų mažiau efektyvios priemonės. Ariamos žemės pavertimas daugiametėmis pievomis būtų veiksmingiausia priemonė, tačiau dėl aukštų konversijos sąnaudų (mažesnė ekonominė grąža, pajamų nuostoliai, regioninio konkurencingumo silpnėjimas ir kt.) ji yra nedaug tikėtina. Siekiant sušvelninti pesimistiškiausio klimato kaitos scenarijaus (RCP8.5) galimą poveikį, šios priemonės selektyvus taikymas taip pat yra svarstytinas, nes būtinybė išlaikyti tvarią aplinką ir kartu patenkinti augančius maisto poreikius tik didės. Taikant genetinį algoritmą nustatyta, kad čia paminėtos priemonės turėtų būti taikomos bent 52 % ariamos žemės, o pagal RCP8.5 scenarijų šimtmečio pabaigoje šis skaičius gali siekti 65 %.

Žinoma, bet kuri priemonė reikalauja tam tikrų sąnaudų. Taip pat reikia mąstymo ir požiūrio į besikeičiančią aplinką pokyčių. Su klimato kaita keičiasi ir pasaulis! Siekiant įgyvendinti vandensaugos tikslus svarbu diegti inovacijas. Technologijų pažanga suteikia daug galimybių, todėl pirmiau paminėtos prognozės gali likti tik nepasitvirtinusi nerimu dėl ateities, jei inovacijų plėtra bus skatinama ir ji spartės. Pavyzdžiui, *tiksloji žemdirbystė*, kuri naudoja dirbtinio intelekto technologijas ir realiojo laiko duomenis, gali užtikrinti, kad augalai būtų tiksliai aprūpinti tuo, ko jiems reikia (vandeniu ir maistinėmis medžiagomis) – tinkamu laiku ir reikiamu kiekiu, kas lemia didesnę ūkinės veiklos efektyvumą, taip pat medžiagų nuostolių ir rizikos dėl vandens taršos sumažinimą. Deja, dėl vis didėjančio gamtinių veiksnių nenuspėjamumo, dirbtinis intelektas visko neišspręs. Visada išliks būtinybė taikyti specifines priemones. Čia tinka paminėti žemių sausinimą, veiklą, kuri vertinama ypač kontroversiškai dėl sukuriamos naudos ir galimo neigiamo poveikio aplinkai.



ARYDAS
POVILAITIS

Lietuvos vandens
telkinių būklė:
iššūkiai ir tvarios
pusiausvyros
prieškos

Pašalindamos gravitacinį vandenį drenažo sistemos pagerina dirvožemio struktūrą, 15–37 % padidina derlių ir žemės vertę. Tačiau drenažo įrengimas padidina ir biogeninių medžiagų pernašą iš dirvožemio į paviršinius vandenis. Keturių dešimtmečių (1986–2017) duomenys rodo reikšmingus drenažo nuotėkio pokyčius, kurie gerai atspindi klimato kaitos hidrologinį poveikį: žiemą (gruodžio–vasario mėn.) nuotėkis didėja, o pavasarį (kovo–gegužės mėn.) mažėja. Kitais laikotarpiais ryškių tendencijų nenustatyta. Didesnis nuotėkis žiemą yra susijęs su kylančia oro temperatūra (pastaraisiais metais žiemą vyrauja +3 – +7 °C paros oro temperatūra) ir skysto pavidalo krituliais, o nuotėkio sumažėjimas pavasarį – su sniego tirpsmo vandens nebuvimu. Akivaizdu, kad žiema yra „kritinis“ laikotarpis, nes tuo metu biologinė asimiliacija nevyksta ir kritulių vanduo, prisotintas tirpiomis medžiagomis, netrukdomai pašalinamas iš dirvožemio. Kad taip nevyktų, mokslinių tyrimų ir praktinio pritaikymo dėmesys šiandien sutelktas į patvenkto drenažo technologijas. Jos grindžiamos gamtoje vykstančių procesų suaktyvinimu (angl. *Nature-based solutions*) siekiant reguliuoti drenažo nuotėkį ir sumažinti N ir P srautus. Geriausias patvankos technologijų taikymo pavyzdys – *denitrifikacijos bioreaktoriai*. Bioreaktorių sudaro drenažo rinktuvo žiotyse įrengta tranšėja, užpildyta sunkiai besiskaidančių organinių medžiagų įkrova, per kurią nukreipiamas tekėti drenažo vanduo. Deguonies trūkumo sąlygomis heterotrofiniai organizmai keičia N ir P būvį vandenyje. Taip bioreaktoriai gali sumažinti N metinį išplovimą 30–80 %, o bendrojo P – nuo 10 iki 35 %. Be to, ši technologija gali būti naudinga sausmečio laikotarpiu kaip podirvinio drėkinimo priemonė. Ją taikant galima pasiekti ir derliaus priedą. Technologijos tobulėja, o jų spartesniam vystymuisi tarpdisciplininių mokslinių tyrimų vaidmuo bei tyrėjų bendradarbiavimas yra nepaprastai svarbus!

Luna Leopoldas, vienas žymiausių pasaulio geomorfologų, sakė: „Vanduo yra svarbiausias mūsų ir mūsų vaikų gyvenimo išteklius. Vandenių sveikata yra pagrindinis rodiklis, parodantis, kaip mes gyvename sausumoje!“. Pasiiekti gerą vandens telkinių būklę nėra lengvas uždavinys. Akivaizdu, kad daugybė iššūkių dar laukia šiame kely! Tačiau kiekvienas žingsnis to link mums atveria ir naujas galimybes. Tik geriau pažinę procesus, taikydami pažangias technologijas ir keisdami požiūrį į ūkinę veiklą, galime pasiekti užsibrėžtus tikslus.

P. S. Tekste panaudoti paties autoriaus, taip pat kartu su buvusiais doktorantais dr. Mindaugu Gudu, dr. Svajūnu Plunge, dr. Ina Živatkauskiene, Jolanta Matikiene, dr. Rasa Vismontiene ir Lietuvos bei užsienio partneriais vykdytų tyrimų rezultatai.



ARVYDAS
POVILAITIS

Lietuvos vandens
telkinių būklė:
iššūkiai ir tvarios
pusiausvyros
paieškos