

ŽEMĖNAUDOS ĮTAKA UPIŲ VANDENS KOKYBEI

Andrius Litvinaitis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas andrius.litvinaitis@ap.vgtu.lt

Anotacija. Vandens kokybė yra viena labiausiai reguliuojamų Europos Sąjungos aplinkosaugos sričių. Norint prognozuoti vandens ekosistemų būklę, būtina įvertinti vandens kokybės kaitą. Straipsnyje nagrinėjama biogeninių medžiagų kaita Lietuvos upėse įvertinant žemėnaudos įtaką. Norint nusakyti visos Lietuvos upių vandens ir jų paupių baseinų žemėnaudos struktūros sąsajas, šio tyrimo objektu buvo pasirinktos aštuonios būdingos Lietuvos upės. Biogeninių medžiagų koncentracijų dinamika vertinta pagal vidutinę bei sezoninę reikšmes. Žemėnaudos struktūros pokyčiams įvertinti naudojama CORINE Žemės danga (1995) ir CORINE-2000 (2005) kartografinė medžiaga (M 1:100 000). Atlikus daugialypę dispersinę analizę tarp nitratų koncentracijų ir žemėnaudos struktūros elementų, nustatyta, kad patikimumo nėra, nors koreliacijos koeficientai viršija 0,63. Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad azoto apytakos ratas sudėtingas, jį sudarantys procesai yra fiksacija (biologinė ir pramoninė), asimiliacija, nitrifikacija, denitrifikacija, prietaka su krituliais, išplovimas ir kt.

Reikšminiai žodžiai: vandens kokybė, nitratai, fosfatai, žemėnauda.

Įvadas

Upių vandenyje esančių biogeninių medžiagų (nitratai, fosfatai) koncentracijų kaitai poveikį daro daugelis veiksnių, iš kurių vienas pagrindinių – pasklidoji tarša, priklausanti nuo upės baseino žemėnaudos struktūros (Povilaitis 2000). 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. Po 1990 metų, didėjant apleistos žemės plotams, pradėjo irti melioracijos sistemos, krūmyti pievos ir ganyklos, prasidėjo savaiminė kraštovaizdžio renatūralizacija. Šie žemėnaudos pokyčiai upių baseinuose turėjo įtakos ir upių vandens kokybei (Pauliukevičius 1998).

Šiuo metu, tiriant biogeninių medžiagų režimą, dabar vis dažniau analizuojamos būtent upės baseinų žemės naudmenos (Jordan *et al.* 1997; Tufford, McKerrllar 1998). Kuo labiau sukultūrinamas ir žmogaus veiklos keičiamas upės baseinas, tuo sudėtingesni, sunkiau suprantami tampa biologiniai procesai ir sąveikos, kontroliuojančios maisto medžiagų išplovimą, tuo sunkiau jį prognozuoti (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė 2005). Ir senesni tyrimai patvirtina šį teiginį. Vieni stebėjimai parodė, kad tarp žemės ūkio naudmenų dalies baseine ir išplaunamo azoto bei fosforo kiekio yra tiesioginė priklausomybė (Nearing *et al.* 1993). Kitų tyrimų duomenimis, nėra jokios koreliacijos tarp žemės ūkio naudmenų ploto ir biogeninių medžiagų išplovimo (Thomas, Haszler 1992).

nepaisant šių skirtumų, aiškėja bendra tendencija ir dėsningumas, kad žemės ūkio intensyvėjimas yra svarbi didėjančio maisto medžiagų išplovimo priežastis (Jordan *et al.* 1997). Apskaičiuota, kad žemės ūkio naudmenų dalis ir žemės ūkio naudmenų našumo bendras poveikis mažuose upių baseinuose iki 80 % lemia vidutinių metinių biogeninių medžiagų koncentracijos kaitą (Pauliukevičius 2000). Dirvožemio savybės taip pat gali daryti įtaką sąveikai tarp žemėnaudos ir biogeninių medžiagų (Randall 2002).

Taigi pagrindinis šio tyrimo tikslas – įvertinti žemėnaudos kaitos įtaką Lietuvos upių vandens kokybei.

Darbo metodika

Norint išanalizuoti Lietuvos upių vandens ir jų paupių baseinų žemėnaudos struktūros sąsajas, šio tyrimo objektu buvo pasirinkti keturių vakarų Lietuvos upių (Akmena–Danė, Jūra, Šešuvis, Venta), vienos vidurio Lietuvos upės (Šešupė) bei trijų rytų–pietryčių Lietuvos upių (Šventoji, Žeimena, Merkys) baseinai (1 pav.), dėmesys skirtas biogeninių medžiagų migracijos ypatumams upių baseinuose.

Hydrocheminiams tyrimams buvo naudojami nitratų (NO_3^-) ir fosfatų (PO_4^{3-}) koncentracijų duomenys, kurie gauti iš LR aplinkos ministerijos Aplinkos apsaugos agentūros (Lietuvos upių... 1994–2007). Biogeninių medžiagų koncentracijų dinamika vertinama pagal vidutinę bei sezoninę reikšmes. Atliekamos dispersinė, faktorinė, koreliacinė, regresinė analizės, SPSS 15 (*The*



1 pav. Nagrinėjamų upių baseinai

Fig. 1. The river basins

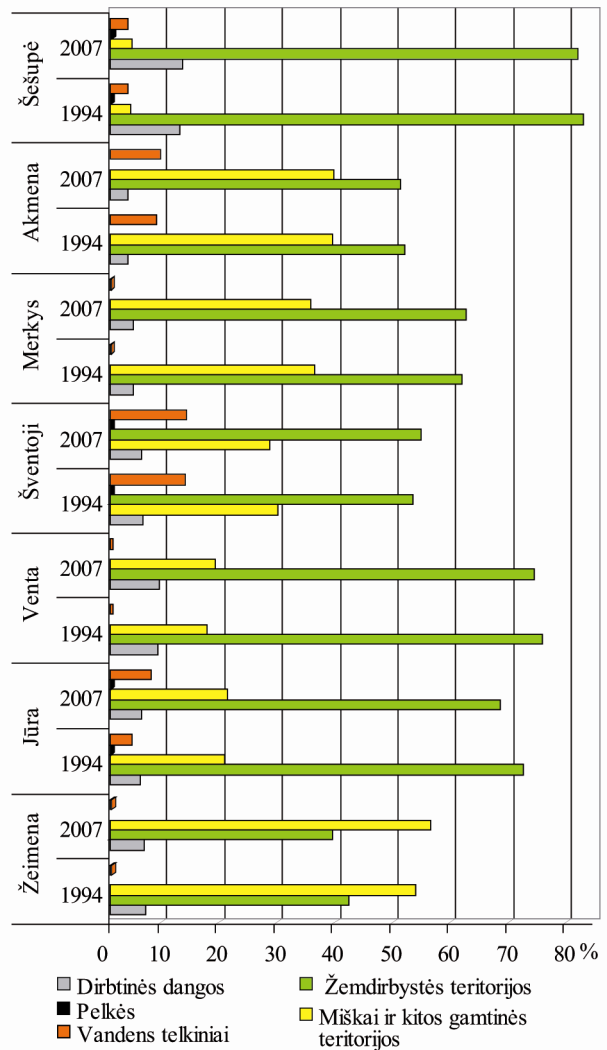
Statistical Package for the Social Sciences) programine įranga.

Šiame darbe žemėnaudos struktūros analizė atliekama dviem erdviniais lygmenimis: 1) 200 m zonoje nuo upės vagos; 2) visame upės baseine. Upių pakrančių žemėnauda ir vandens kokybė vertinama 1994–2007 m. Žemėnaudos struktūros pokyčiams įvertinti naudojama CORINE Žemės danga (1995) bei CORINE-2000 (2005) kartografinė medžiaga (M 1:100 000). Kartografinė analizei atlikti ir rezultatams pateikti naudojami ArcView 3.2 a bei ArcGis 9 programiniai paketai.

Rezultatai ir jų aptarimas

Įvertinus bendrą žemėnaudos kaitos tendenciją 1994–2007 m. nustatytas beveik visoms mūsų nagrinėjamiems upėms miškingų plotų didėjimas ir žemdirbystės plotų mažėjimas. Ši tendencija būdinga tiek nagrinėtų upių paupiams (iki 200 m), tiek visiems baseinams (ar jų atkarpoms). Lyginant žemėnaudos pokyčius nagrinėtų upių 200 m zonoje ir visame baseine, reikėtų pasakyti, kad be išimties visose upėse didesni pokyčiai matomi 200 m zonoje. Baseinuose (ar jų atkarpose) žemėnaudos pokyčiai yra nedideli, t. y. neviršija 1 %. Atsižvelgiant į faktą, kad vandens kokybę labiausiai veikia iki 200 m zonoje nuo upės vagos esanti žemėnaudos struktūra, didesnius žemėnaudos pokyčius nagrinėtų upių paupiuose turėtų rodyti ir upių vandens kokybė. Palyginus atskirų upių paupius (200 m zoną), 1994–2007 m. išryškėjo nevienodas miškų ir kitų gamtinių teritorijų bei žemdirbystės plotų pokyčių mastas. Vidurio Lietuvos upių (Šešupės ir Mūšos) bei vienos iš nagrinėtų Vakarų Lietuvos upių (Akmenos) paupiuose žemėnaudos tipų pokytis yra ne-

žymus – iki 1,8 %. Tam, matyt, įtaką daro gana stabilus ūkininkavimo sąlygos. Vidutiniai žemėnaudos pokyčiai (2–4 %) yra Ventos, Šventosios ir Merkio paupiuose. Didžiausiais per nagrinėtą laikotarpį pokyčiais (>3 %) išsiskiria Jūros ir Žeimenos upių 200 m paupio zonos (2 pav.).



2 pav. Žemėnaudos kaita upių paupiuose (iki 200 m) 1994–2007 m.

Fig. 2. River riverside land use change (up to 200 m) 1994–2007

Ypatingas dėmesys šiame darbe skirtas miškingoms teritorijoms, nes miškų, kaip natūralios (ar pusiau natūralios) ekosistemos, išsidėstymas upių baseinuose ar paupiuose lemia biogeninių medžiagų prietaką į vandentėkmes bei jų vandens kokybę. Lyginant 1994 m. miško masių, esančių 200 m paupio zonoje ir visame baseine, sklaidą, reikėtų pažymėti, kad beveik visų upių (išskyrus Rytų Lietuvos upes – Šventąją, Žeimeną ir Merki) paupiuose vidutinis atstumas tarp miško masių

yra didesnis nei viso baseino teritorijoje. Jau 2007 m. duomenimis, visų nagrinėtų upių 200 m paupio zonoje vidutinis atstumas tarp miško masyvų yra didesnis nei visame baseine. Taigi iš esmės upių paupio zonose ir jų baseinuose 1994–2007 m. vyksta du vienas kitam priešingi procesai – didėjanti miškingų plotų sąskaida paupiuose ir mažėjantys atstumai tarp jų visuose upių baseinuose. Turint omenyje, jog procentiškai miško plotų tiek paupiuose, tiek baseinuose nors nedaug, bet daugėjo, o vidutiniai atstumai tarp jų didėjo, galima daryti išvadą, jog 1994–2007 m., nenaudojamoms pievoms ir ganykloms savaime užžėlus krūmais bei medžiais, formavosi nedideli miško masyvai.

Remiantis vidutinio atstumo iki artimiausio kaimyno reikšmėmis (iki 200 m paupio zonoje) visas nagrinėtas upes galima išskirti į 3 grupes: >1000 m, 1000–300 m, 300 m.

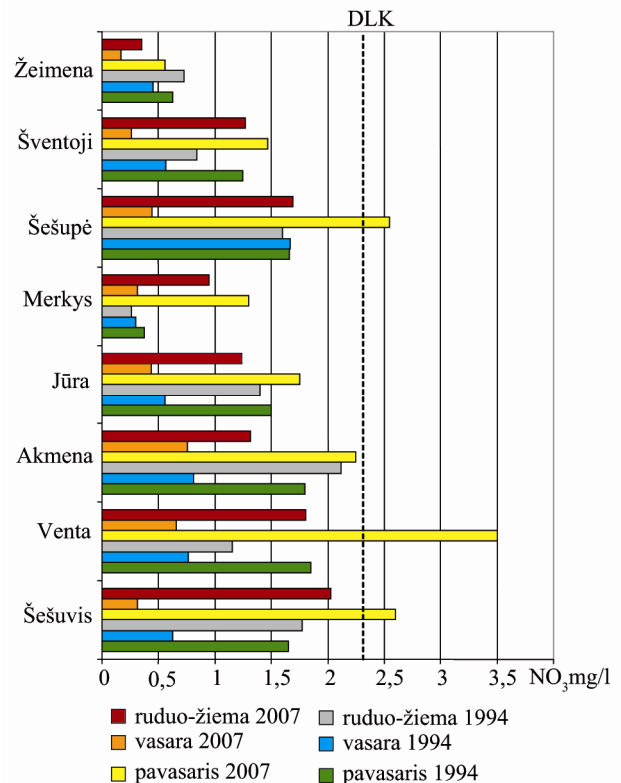
1994 m. didžiausi vidutiniai atstumai (>1 km) tarp miško plotų yra Vidurio Lietuvos upių – Šešupės ir Mūšos paupiuose. Intensyvios žemdirbystės zonoje esančių upių baseinai taip pat pasižymi nemenka miško masyvų sąskaida (vidutinis atstumas tarp miško masyvų baseinuose siekia atitinkamai – 650 m Šešupės baseine ir 520 m Mūšos baseine). Biogeninių medžiagų kiekiai pasiskirsto taip: atskirais sezonais nitratai 1994 m. pastovūs (kinta vos 5,5 %), fosfatų kiekiai didesni vasaros, žiemos sezonais (iki 22 % nuo vidutinių metinių) ir iki 55 % nuo vidutinių metinių mažesni pavasario sezonu. 2007 m. sezoniskumą išryškina nitratų koncentracijų pasiskirstymas: iš dalies pastovūs žiemos ir pavasario laikotarpiais ir iki 63 % mažesni nuo vidutinių metinių koncentracijų.

Antroji upių grupė, išsiskirianti panašiomis vidutinio artimiausio miško masyvo reikšmėmis, būtų visos vakarų Lietuvos upės (Akmena, Jūra ir Venta), kur vidutinis atstumas iki artimiausio kaimyno, 1994 m. duomenimis, svyruoja 1000–300 m. Žiūrint miškingų masyvų sąskaidą visame baseine, vidutinis atstumas tarp miško masyvų svyruoja apie 300 m. Biogeninių medžiagų kiekiai šiose upėse turi ryškų sezoninį pasiskirstymą: nitratų kiekiai didėja (25 % Jūra – 75 % Venta) pavasario sezonu, bet mažėja kitais sezonais. Fosfatų kiekiai mažėja visais sezonais, kai kuriose upėse labai stipriai (Akmena – 20 % 1994 m. kiekio).

Trečioji upių grupė, pasižyminti mažiausiais vidutiniais atstumais tarp miško masyvų (tiek 200 m paupio zonoje, tiek visame baseine) bei dideliu miškingumu, jungia rytų–pietryčių Lietuvos upes – Merkį, Žeimeną ir Šventąją. Čia vidutinis atstumas iki artimiausio kaimyno yra gerokai mažesnis už visos Lietuvos vidurkį (331,8

(Šimanauskienė 2005) bei Šventojoje siekia 120 m, Merkyje – 85,4 m, Žeimenoje – 28,75 m. Viso baseino mastu šis rodiklis šiose upėse svyruoja apie 200–250 m. Fiksuojamas ypač ryškus nitratų sumažėjimas vasarą (iki 30 % nuo vidutinių metinių koncentracijų 1994 m. ir 50–60 % 2007 m.) ir 10–30% fosfatų padidėjimas rudens–žiemos sezonais.

2007 m. visuose nagrinėtuose paupiuose (200 m zonoje) vidutiniai atstumai tarp miškų masyvų didėja, t. y. matoma miškų masyvų skaidymosi į mažesnius plotelius tendencija. Upių suskirstymas į sąlygines grupes išlieka. Upių baseinų teritorijose 2007 m. atstumai tarp miško masyvų mažėja. Išanalizavus biogeninių medžiagų kaitą per nagrinėjamą laikotarpį buvo pastebėta, kad vidutinės nitratų koncentracijos 2007 m., lyginant su 1994 m., padidėjo nuo 0,18 iki 0,65 mg/l upėse, kur žemdirbystės plotai užima daugiau nei 60 %, o miškų plotai siekia 30 %. Tačiau šiuo atveju išsiskyrė Šventosios upė, kurioje nitratų kiekis 2007 m. padidėjo 0,15 mg/l, nors žemdirbystės plotai užima tik 27 %, bet miškams atitenka daugiau nei 50 % (3 pav.).



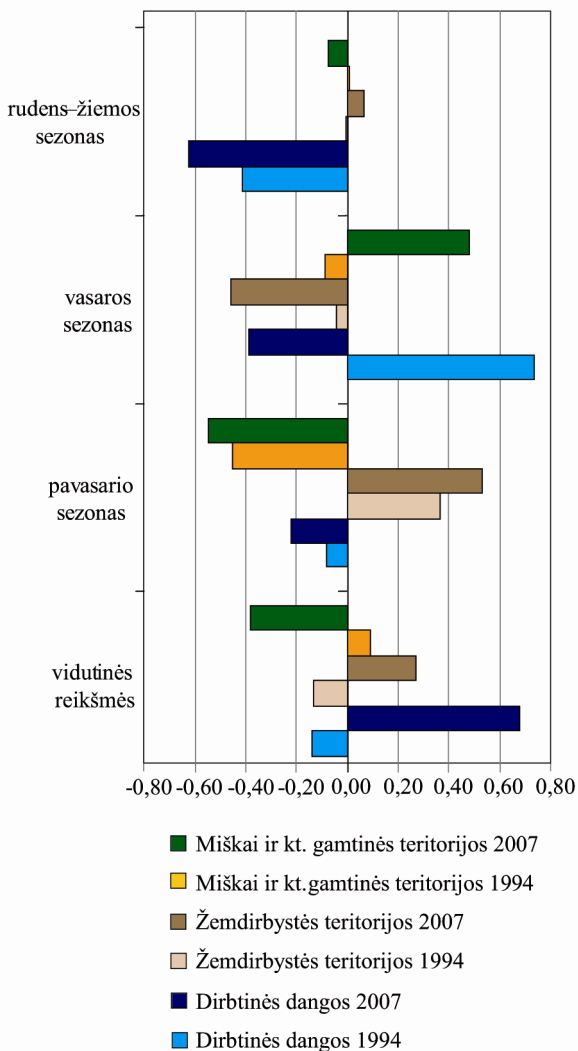
3 pav. Nitratų koncentracijų sezoninė kaita 1994–2007 m.

Fig. 3. Nitrate concentrations in the seasonal change in 1994–2007

Tokiam nedideliame nitratų koncentracijos padidėjimui įtakos turėjo miškai, šiuo atveju atlikę apsauginės

(buferinės) zonos vaidmenį. Nors nitratų koncentracijos ir padidėja 2007 m., tačiau DLK viršijamos buvo tik pavasari Šešuvio (Jūros baseinas), Ventos ir Šešupės upėse, kur žemdirbystės plotai užima daugiau nei 80 %. Analizuojant atskirais sezonais pastebėta, kad įvertinant vien tik žemėnaudą nitratų koncentracijų kaitos paaiškinti negalima, nes matomas nedėsningas koncentracijų reikšmių pasiskirstymas. Atlikus daugialypę dispersinę analizę tarp nitratų koncentracijų ir žemėnaudos struktūros elementų, nustatyta, kad patikimumo nėra, nors koreliacijos koeficientai viršija 0,63 (4 pav.).

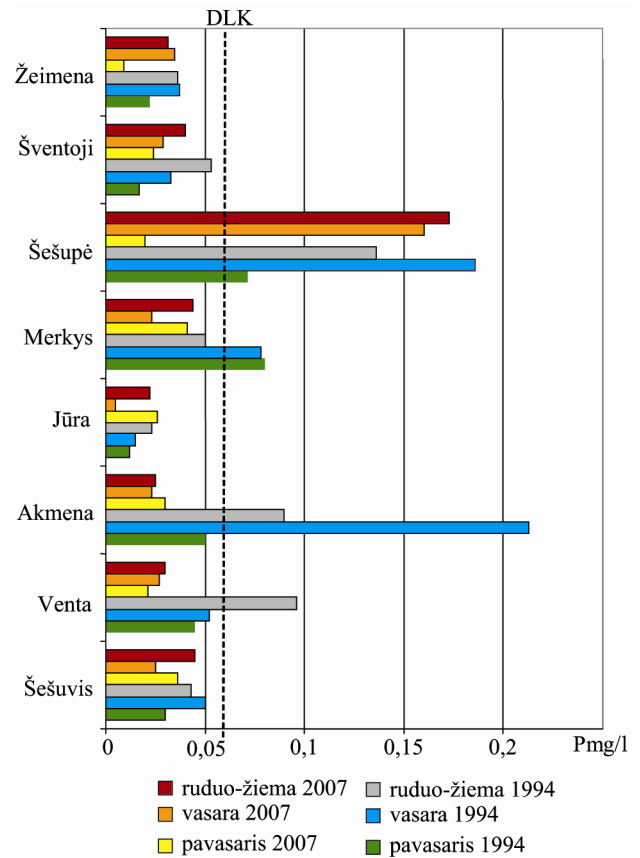
Tai aiškinama tuo, kad azoto apytakos ratas gana sudėtingas, jį sudarantys procesai yra fiksacija (biologinė ir pramoninė), asimiliacija, nitrifikacija, denitrifikacija, prietaka su krituliais, išplovimas ir kt.



4 pav. Nitratų koncentracijų ir žemėnaudos struktūros elementų koreliaciniai ryšiai 1994–2007 m.

Fig. 4. Nitrate concentrations and land use structure of the elements of the correlative relationship 1994–2007 period

Fosforo junginių apytaka paprastesnė negu azoto. Tai daug rečiau pasitaikantis cheminis elementas. Fosforo telkinys – ne atmosfera, o nuosėdinės uolienos. Dėl žmogaus ūkinės veiklos fosforo disbalansas vis labiau didėja. Per nagrinėjamus 1994 ir 2007 metus daugelyje upių fosfatų koncentracijos mažėja (5 pav.). Padidėjo tik Šešupės upėje, kurioje nustatyti didžiausi dirbtinės dangos plotai, atitinkamai 26 ir 13 %, bei mažiausi miškų plotai – 7 ir 4 %.



5 pav. Fosforo junginių sezoninė kaita 1994–2007 m.

Fig. 5. Phosphorus concentrations in the seasonal change in 1994–2007 period

Išvados

1. 1994–2007 m., nenaudojamoms pievoms ir ganykloms savaime užžėlus krūmais bei medžiais, formavosi nedideli miško masyvai. Išanalizavus biogeninių medžiagų kaitą per nagrinėjamą laikotarpį buvo pastebėta, kad vidutinės nitratų koncentracijos 2007 m., lyginant su 1994 m., padidėjo nuo 0,18 iki 0,65 mg/l upėse, kur žemdirbystės plotai užima daugiau nei 60 %, o miškų plotai siekia 30 %.

2. Analizuojant atskirais sezonais, pastebėta, kad įvertinant vien tik žemėnaudą nitratų koncentracijų kaitos

paaikinti negalima, nes koncentracijų reikšmės pasiskirs-
to nedėsningsai.

3. Atlikus daugialypę dispersinę analizę tarp nitratų koncentracijų ir žemėnaudos struktūros elementų, nustatyta, kad patikimumo nėra, nors koreliacijos koeficientai viršija 0,63. Tai galima būtų paaikinta tuo, kad azoto apytakos ratas gana sudėtingas, jį sudarantys procesai yra fiksacija (biologinė ir pramoninė), asimiliacija, nitrifikacija, denitrifikacija, prietaka su krituliais, išplovimas ir kt.

Literatūra

- Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. 2005. Mineralinio azoto ir fosfatų srautų upių vandenyje pokyčiai įvairaus vandeningumo laikotarpiais, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 13(3): 132–140.
- Jordan, T. E.; Correll, D. L.; Weller, D. E. 1997. Effects of agriculture on discharges of nutrients from coastal plain watersheds of Chesapeake Bay, *Journal of Environmental Quality* 836–848.
- Lietuvos upių vandens kokybės metraštis*. 1994–2000. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija.
- Nearing, M. A.; Risse, R. M.; Rogers, L. F. 1993. Estimating daily nutrient fluxes to a large piedmont reservoir from limited Tributary Data, *Journal of Environmental Quality* 666–671.
- Pauliukevičius, H. 1998. Biogeninių medžiagų koncentracijų vertinimas pagal upių baseinų žemės naudmenų struktūrą, *Geografija* 34(1): 22–27.
- Pauliukevičius, H. 2000. Žemės naudmenų transformacijų poveikis azoto ir fosforo koncentracijoms upių vandenyje, *Vandens ūkio inžinerija* 13(35): 24–29.
- Povilaitis, A. 2008. Skirtingų šaltinių poveikis biogeninių ir organinių medžiagų pernašai ir sulaukymui Merkio upės baseine pietų Lietuvoje, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(4): 195–204.
[doi:10.3846/1648-6897.2008.16.195-204](https://doi.org/10.3846/1648-6897.2008.16.195-204)
- Randall, G. W. 2002. The impact of climate and agricultural practices on nitrogen losses in tile drainage in Minnesota, *Hydrological Sci and Technol* 18: 187–195.

Šimanauskienė, R. 2005. Morphology of landscape biota territorial structure (on the example of Lithuanian territory), *Geografijos metraštis* 38(2): 24–37.

Thomas, G. W.; Haszler, G. R. 1992. Nitrate-nitrogen and phosphate-phosphorus in seven Kentucky streams draining small agricultural watersheds, *Journal of Environmental Quality* 147–150.

Tufford, D. L.; McKellar, H. N. 1998. In-Stream Nonpoint Source Nutrient Prediction with Land-Use Proximity and Seasonality, *Journal of Environmental Quality* 100–110.

THE INFLUENCE OF LAND-USE ON THE QUALITY OF RIVER WATER

A. Litvinaitis

Summary

Water protection is one of the most all-round regulated areas of the EU environmental control. In order to forecast the state of water ecosystem, it is necessary to evaluate changes in water quality. In order to evaluate the influence of changes in the land-use structure on Lithuanian fluvial water, the article looks into the most characteristic Lithuanian watersheds. To reflect the links between the water of all rivers in Lithuania and the land-use structure of their riverside watersheds, there were chosen eight watersheds of Lithuanian rivers as the object of research with the focus on the characteristics of biogenic substance migration in their watersheds. Cartographic material CORINE (scale 1: 100,000) and CORINE land cover (1995) were used for evaluating changes in the land-use structure. Research contains land-use structure analysis on two spatial levels: 1) 200 m zone from the river bed; 2) the entire watershed. A multiple dispersive analysis between nitrate concentrations and the structural elements of land-use has showed that reliability is absent although correlation coefficients exceed 0.63. This may be explained by a rather complex nitrogen circulation and its components including fixation (biologic and industrial), assimilation, nitrification, denitrification, inflow with rainfall, elution etc.

Keywords: water quality, nitrates, phosphates, land-use.