

## Šešupės upės ruožo Lenkija - Kaliningradas vandens kokybės įvertinimas 2010-2015 metais

Giedrius Tamulis, Laima Česonienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Upės – svarbus komponentas hidrologiniame cikle, tačiau jos priskiriamos vienai iš labiausiai žmogaus veiklos pažeistų ekosistemų pasaulyje, kadangi veikia kaip paviršinio vandens melioracijos groviai ir į kuriuos patenka įvairiausi teršalai. Pastarieji įtakoja upių vandens kokybę, nuo kurios priklauso upės biologinis produktyvumas, ekologinis vientisumas, gyvybingumas bei stabilumas. Upių vandens kokybę blogina pramonės, buitės, lietaus nuotekos, netinkamai naudojamos trąšos, kurias lietus išplauna iš žemdirbystės laukų. Svarbu stebėti ir vertinti upių vandens kokybę, kad ji nekeltų pavojaus aplinkai, biologiniai įvairovei ir žmonių sveikatai.

Šio tyrimo tikslas yra įvertinti Šešupės upės vandens kokybę (ruožas Lenkija - Kaliningradas) 2010 – 2015 metais. Naudojami duomenys yra paimti iš Marijampolės regiono aplinkos apsaugos departamento prie LR AM. Analizuojant upių vandens kokybę pateikiami šių rodiklių vidurkiai su standartinėmis paklaidomis: biocheminio deguonies suvartojimas (BDS7 mgO<sub>2</sub>/l), nitratų azotas (mgN/l), bendro azoto (mgN/l), bendro fosforo (mgP/l).

*Šešupės upė, upių vandens kokybė, upių ekologinė būklė, nitratų azotas, bendras azotas, bendras fosforas, biocheminis deguonies suvartojimas*

### Įvadas

Per pastaruosius metus siekiant patenkinti įvairius žmonijos poreikius poveikis pasaulio upėms gerokai išaugo (Habersack, 2013). Besivystančiose šalyse dramatiškai didėja pramonės mastai, urbanizacija bei pati žmonių populiacija. Visa tai neabejotinai sukelia ne tik visos ekosistemos blogėjimus, bet ir atskirų aplinkos komponentų taršą (Sheng ir kt., 2013). Pavyzdžiui, nustatyta, kad upės ir upeliai yra žmogaus veiklos viena iš labiausiai pažeistų ekosistemų pasaulyje (Naiman ir Turner, 2000). Upės yra vienas svarbiausių komponentų hidrologiniame cikle, kadangi veikia kaip paviršinio vandens melioracijos grioviai, kurių vandens kokybė priklauso nuo įvairių veiksnių, pvz.: dirvožemio, gyvųjų organizmų, augalijos, klimato, reljefo. Natūraliai upės vanduo niekada nebūna grynas, jame visuomet yra priemaišų: organinių bei neorganinių. Tačiau vis labiau intensyvėjant žmogaus ūkinei veiklai, pvz.: žemės ūkiui, urbanizacijai, pramonei, ši veikla tampa vienu svarbiausių faktorių įtakančių upių vandens kokybę ir upių vanduo tampa puikia terpia teršalams kauptis (Bernhardt and Palmer, 2011).

Vieni svarbiausių teršalų, įtakančių upių vandens kokybę yra biogeninės medžiagos. Natūraliai šios medžiagos sudaro pirminę grandį organizmų mitybos grandinėje: azotas, fosforas, silicis, geležis ir kai kurie mikroelementai. Tačiau esant šių medžiagų pertekliui, biologinių ir biocheminių procesų metu upių vandenyje lieka šių medžiagų perteklius, dėl kurio prasideda upių vandens kokybės prastėjimas: dublėjimas, eutrofikacija, deguonies mažėjimas ir pan. Išskiriami trys pagrindiniai veiksniai, įtakančios biogeninių medžiagų didėjimą upių vandenyje: sutelktoji bei pasklidotoji tarša.

Sutelktoji upių tarša atsiranda dėl nepakankamai gerai valomų, tvarkomų bei kontroliuojamų nuotekų iš pramonės, žemės ūkio ir buitės sektoriaus. Dažniausiai šie trys taršos šaltiniai būtent telkiasi prie upių, kadangi į jas patogiu nukreipti nuotekų išleistuvus. Esant bent menkiausiai šių įrenginių santalkai, yra sukeliama sutelktoji tarša, pasireiškianti per didelius išleidžiamus organikos, kuri išreiškiama BDS 7, bei bendrojo fosforo ir azoto kiekius. Pastaraisiais dešimtmečiais nuotekų valymo

efektyvumui skiriama vis didesnis dėmesys, kadangi ES šalys išipareigoję įgyvendinti nuotekų direktyvą (Europos parlamento ir Tarybos..., 1991). Šiuo metu pastebimas aglomeracijų nuotekų išvalymo pagerėjimas, pvz.: Nemuno upių baseine 41 % sumažėjo išleidžiamos organikos kiekis, 24 % - bendrojo azoto, 37 % - bendrojo fosforo (Nemuno upių..., 2013). Kita vertus, nors nuotekų tvarkymui yra skiriamas itin didelis dėmesys, tačiau daugeliu autorių nuomone, pastebima lietaus paviršinių nuotekų valymo stoka (Maziliauskas..., 2004; Adamonytė ir kt., 2007; Misevičienė, 2011). Nustatyta, kad daugiau nei 90 % nuotėkio vandens nukreipimo vamzdžių yra išleidžiama tiesiai į upes (Sun et al., 2015), todėl lietaus paviršinės nuotekos, kuriose gausu naftos produktų, smulkios frakcijos dalelių, gali būti sutelktosios upių taršos šaltiniu (Gunawardana et al., 2015, Zhao et al., 2016).

Kalbant apie pasklidąją upių taršą, daugelio autorių nuomone, viena pagrindinių ir esminių pasklidotosios šios taršos šaltinių yra netinkamas ūkininkavimas (Fogelberg, 2003; Organisation for Economic..., 2008; Povilaitis et al., 2014). Ūkininkai norėdami gauti didesnį derlių, intensyviai naudoja mėšlą, įvairias chemines trąšas bei pesticidus. Tačiau šios medžiagos lietaus vandens lengvai išplaunamos iš dirvožemio ir su paviršinių nuotėkiu ar per gruntinius vandenis galiausiai patenka į upes. Nustatyta, kad apie 30-35 % azoto ir 10-15 % fosforo, patenkančio į paviršinius vandenį, yra būtent iš žemės ūkio (Staniszewska et al., 2002). Be to, daugiau nei 50 % pasklidotosios žemės ūkio bendrojo azoto, bendrojo fosforo taršos gali sudaryti mineralinės trąšos, o nuo 45 iki 80 % - nitratų azoto taršos apkrova (Pasklidotosios taršos mažinimo..., 2010). Pasklidotosios upių taršos šaltiniu gali būti ir gyventojai, kurių namų ūkis nėra prijungtas prie nuotekų surinkimo tinklų. Besivystančiose šalyse centralizuoto vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo paslaugų negauna 25 % miesto gyventojų ir net 82 % kaimo gyventojų (Mbuligwe 2005, Massoud et al. 2009). Remiantis Lietuvos Vandenių departamento 2010 m. veiklos rezultatais, net 20 % Lietuvos gyventojų turėjo įsirengę išgriebimo duobes, 1,2 % turėjo įsirengę septikus, o individualius nuotekų valymo įrenginius turėjo tik 0,4 % gyventojų (Vandenių departamento... 2011). Netinkamai tvarkomos namų ūkių nuotekos tampa pasklidotosios taršos

šaltiniu ir infiltruojasi į gruntinius vandenius, o patekę į paviršinius vandenius sukelia eutrofikacijos procesą.

Šio darbo objektas yra Šešupės upės vandens kokybė. Šešupės upės pabaisienio plotas yra 6150 km<sup>2</sup>, iš kurio 80 % (4770 km<sup>2</sup>) yra Lietuvos teritorijoje ir sudaro 9,98 % Nemuno upės baseino rajono ploto. Šešupės upė yra trečias pagal ilgį ir ketvirtas pagal maitančio baseino plotą Nemuno kairysis intakas.

Šio darbo tikslas - įvertinti Šešupės upės vandens kokybės dinamiką (ruožas Kaliningradas – Lenkija) 2010 – 2015 metais.

## Tyrimų metodika

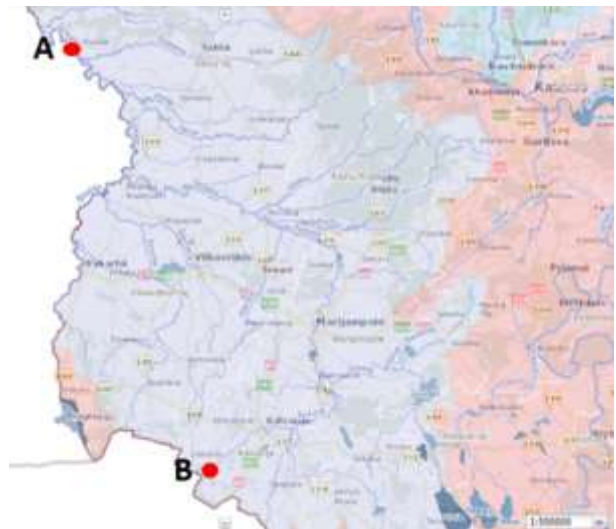
Momentiniai mėginiai buvo imama Marijampolės RADD Valstybinės analitinės kontrolės skyriaus darbuotojų. Jie mėginius ima tik rankiniu būdu, naudojant rankinius pasamėjus.

Šešupės upės vandens mėginiai imami ties Lenkijos pasienių (tik įtekėję į Lietuvos teritoriją) ir ties Kaliningrado srities pasieniu, jau ištekėdami iš Lietuvos teritorijos. Ėminiai imti 2010– 2015 metais, kartą per sezoną.

Analizuojant upių vandens kokybę pateikiami šių rodiklių vidutinės vertės su standartinėmis paklaidomis: biocheminio deguonies suvartojimas (BDS<sub>7</sub> mgO<sub>2</sub>/l), nitratų azotas (mgN/l), bendro azoto (mgN/l), bendro fosforo (mgP/l).

Vandens kokybės rodikliai vertinami lyginant juos su ribinėmis rodiklių vertėmis, kurios yra reglamentuotos šiuose teisės aktuose: Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2016 m. rugpjūčio 4 d. įsakymo Nr. D1-533 redakcija.

Vandens ėminių ėmimo vietas pavaizduotos 1 paveiksle.



1 pav. Mėginių ėmimo vietas Šešupės upėje Kaliningrado srities (A) ir Lenkijos pasieniuose (B)

Fig. 1. The sampling points Šešupė river Kaliningrad (A) and the Polish area of the border (B)

Skirtumai tarp Šešupės upės vandens kokybės rodiklių verčių ties Kaliningrado srities (A) ir Lenkijos pasieniuose (B) vertinti skaičiuojamas Stjudento kriterijus t. Naudota programa Statistica 9, skirtumas statistiškai reikšmingas jeigu  $t < 0,05$ .

## Rezultatai ir aptarimas

Vandens būklės ekologinės klasės pagal fizikinių cheminių vandens rodiklių vertes pavaizduotos 1 lentelėje: mėlyna spalva simbolizuoja labai gerą ekologinę būklę, žalia – gerą, geltona – vidutinę.

1 lentelė. Vandens būklės ekologinės klasės pagal fizikinių cheminių vandens rodiklių vertes  
Table 1. Water ecological condition class based on physical and chemical water parameters values

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
BDS <sub>7</sub> mg/l O <sub>2</sub> Biological oxygen demand (BOD <sub>7</sub> )						
Ties Kaliningrado srities pasieniu At the border of Kaliningrad	3,25	3,62	3,12	2,48	3,22	3,39
Ties Lenkijos pasieniu At the Polish border	3,51	3,10	2,86	2,78	2,85	2,97
Amonio azotas NH <sub>4</sub> -N mg/N Ammonium nitrogen NH <sub>4</sub> -N						
Ties Kaliningrado pasieniu At the border of Kaliningrad	0,11	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07
Ties Lenkijos pasieniu At the Polish border	0,08	0,07	0,07	0,09	0,07	0,07
Nitratų azotas NO <sub>3</sub> -N mg/l N Nitrate concentration (NO <sub>3</sub> -N)						
Ties Kaliningrado pasieniu At the border of Kaliningrad	2,65	2,86	2,59	2,64	1,83	4,28
Ties Lenkijos pasieniu At the Polish border	0,33	0,43	0,29	0,42	0,29	0,30
Bendras azotas mg/l Total nitrogen (N <sub>b</sub> ) concentration						
Ties Kaliningrado pasieniu At the border of Kaliningrad	4,08	3,91	4,47	4,17	3,16	5,26
Ties Lenkijos pasieniu At the Polish border	0,91	0,87	0,80	0,91	0,76	0,78
Fosfatų fosforas PO <sub>4</sub> -P mg/l Phosphate phosphorus (PO <sub>4</sub> -P)						
Ties Kaliningrado pasieniu At the border of Kaliningrad	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,10

Ties Lenkijos pasieniu <i>At the Polish border</i>	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Bendras fosforas P mg/l <i>Total phosphorus (P)</i>						
Ties Kaliningrado pasieniu <i>At the border of Kaliningradi</i>	0,14	0,13	0,12	0,14	0,13	0,13
Ties Lenkijos pasieniu <i>At the Polish border</i>	0,06	0,06	0,063	0,06	0,05	0,05

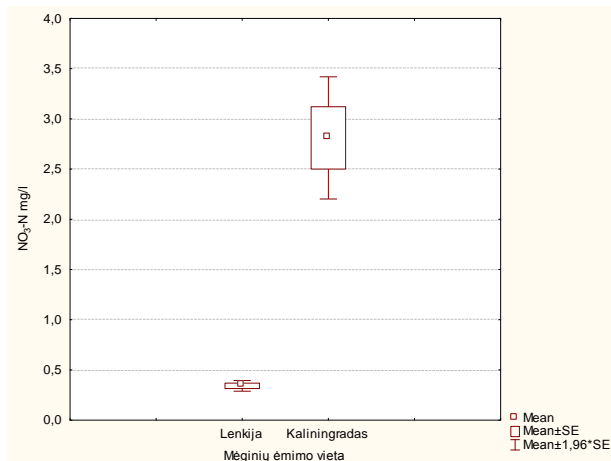
Duomenys pateikti 1 lentelėje rodo, kad pagal BDS<sub>7</sub> daugelyje atvejų Šešupė atitiko geros ekologinės klasės rodiklių vertes, išskyrus ties Kaliningrado pasieniu 2011 ir 2015 metais bei ties Lenkijos pasieniu 2010 metais, kai Šešupė pagal BDS<sub>7</sub> vertes atitiko vidutinės ekologinės klasės vertes.

Pagal amonio azoto koncentracijas, Šešupė atitiko labai geros ekologinės klasės rodiklių vertes. Pagal bendrojo azoto ir nitratų azoto koncentracijas, Šešupė ties Kaliningrado pasieniu atitiko vidutinės ekologinės klasės rodiklių vertes, Šešupė ties Lenkijos pasieniu atitiko labai geros ekologinės klasės rodiklių vertes. Rodiklių vertės skyrėsi per dvi ekologines klases.

Pagal fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo vertes Šešupė atitiko geros ekologinės klasės rodiklių vertes, išskyrus ties Kaliningrado pasieniu 2012 ir 2015 metais, kai Šešupė pagal fosfatų fosforo vertes atitiko vidutinės

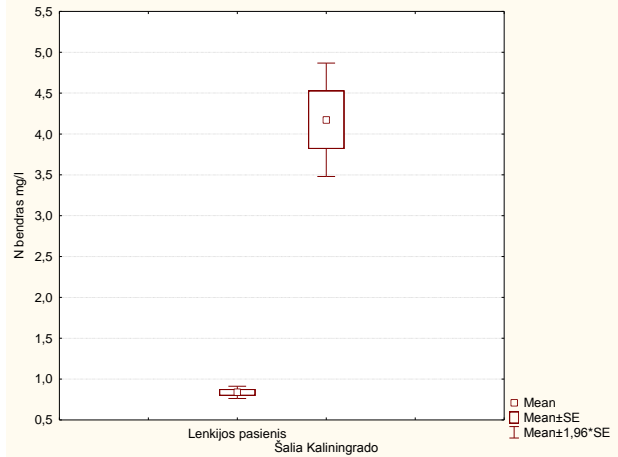
ekologinės klasės vertes. Šešupė ties Lenkijos pasieniu pagal minėtų rodiklių vertes atitiko labai geros ekologinės klasės rodiklių vertes.

Norėdami įvertinti, ar statistiškai reikšmingi skirtumai tarp Šešupės upės vandens kokybės rodiklių verčių ties Kaliningrado (A) ir Lenkijos srities pasieniuose (B), apskaičiuoti Stjudento kriterijai t. Skirtumas statistiškai reikšmingas jeigu  $t < 0,05$ . Rezultatai pateikti 2-5 paveiksluose.

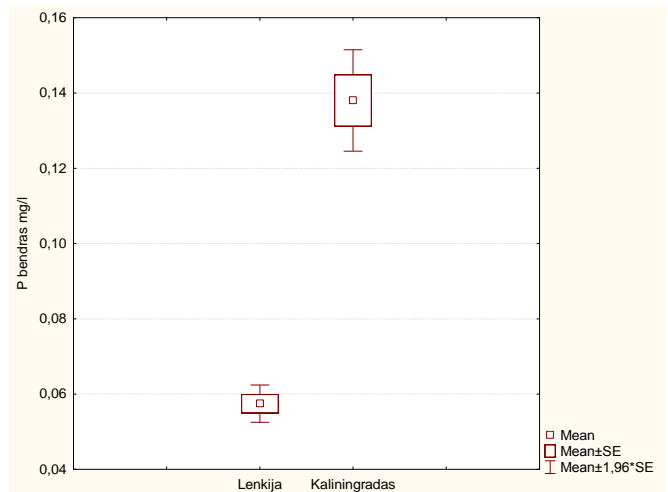


2 pav. Nitratų azoto (NO<sub>3</sub>-N) koncentracija, mg/l  
Fig. 2. Nitrate concentration (NO<sub>3</sub>-N), mg/l

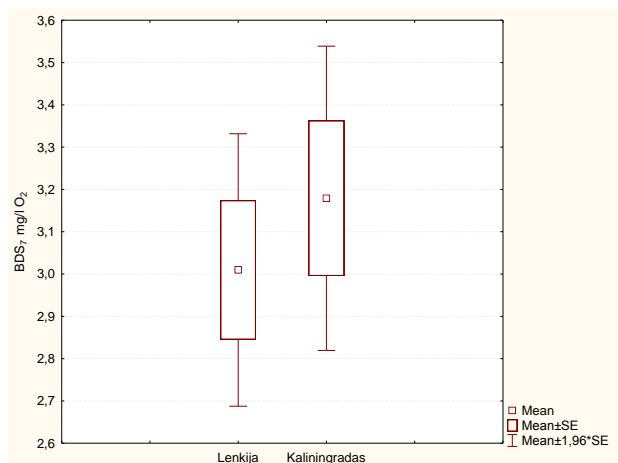
Skirtumai tarp nitratų azoto (2 pav.), bendrojo azoto (3 pav.), bei bendrojo fosforo (4 pav.) koncentracijų Šešupės upėje ties Kaliningrado (A) ir Lenkijos srities pasieniuose (B) reikšmingi,  $t < 0,05$ . Bendrojo azoto nitratų azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijos ties Lenkijos pasieniu reikšmingai mažesnės, nei koncentracijos ties Kaliningrado srities pasieniu. Tai rodo, kad Šešupės upės vandens būklė pablogėja Lietuvos teritorijoje.



3 pav. Bendro azoto (N<sub>b</sub>) koncentracija, mg/l  
Fig. 3. Total nitrogen (N<sub>b</sub>) concentration, mg/l



4 pav. Bendro fosforo (P<sub>b</sub>) koncentracija, mg/l  
Fig. 4. Total phosphorus (P<sub>b</sub>) concentration, mg/l



5 pav. Biologinis deguonies suvartojimas (BDS<sub>7</sub>)  
Fig. 5. Biological oxygen demand (BOD<sub>7</sub>)

Skirtumai tarp BDS<sub>7</sub> verčių Šešupės upėje ties Kaliningrado (A) ir Lenkijos srities pasieniuose (B) nereikšmingi,  $t > 0,05$  (5 pav.). BDS<sub>7</sub> vertės ir aminorio azoto koncentracijos ties Lenkijos pasieniu ir ties Kaliningrado srities pasieniu buvo panašios.

Nitratų azotas, bendrasis azotas ir fosfatai yra biogeninės medžiagos, kurių didelės koncentracijos dažniausiai būna žemės ūkio taršos pasekmė. BDS<sub>7</sub> didelės vertės dažniausiai parodo taršą nuotekomis. Todėl galime teigti, kad Šešupės upė Lietuvos teritorijoje teršiama iš žemės ūkio taršos šaltinių.

### Išvados

1. Šešupė pagal BDS<sub>7</sub> vertes atitiko geros, pagal aminorio azoto koncentracijas labai geros, pagal fosfatų fosforo ir bendrojo fosforo koncentracijas geros ir labai geros ekologinės klasės rodiklių vertes. Pagal bendrojo azoto ir nitratų azoto koncentracijas, Šešupė ties Kaliningrado pasieniu atitiko vidutinės, ties Lenkijos pasieniu - labai geros ekologinės klasės rodiklių vertes

2. Bendrojo azoto, nitratų azoto, fosfatų fosforo bei bendrojo fosforo koncentracijos ties Lenkijos pasieniu reikšmingai mažesnės, nei koncentracijos ties Kaliningrado srities pasieniu. BDS<sub>7</sub> vertės ir aminorio azoto koncentracijos ties Lenkijos pasieniu ir ties Kaliningrado srities pasieniu - panašios.

### Literatūra

1. APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA. Nemuno upių baseinų rajono paviršinių vandens telkinių apsaugos problemų apžvalga. 2013. Vilnius. P. 66.
2. APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA. 2010. Pasklidusios taršos mažinimo priemonės: ataskaita. Vilnius. P. 38.
3. BERNHARDT E.S., PALMER M.A. 2011. River restoration: the fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation. *Ecological Applications*. Vol. 21. P. 1926–1931.
4. EUROPOS PARLAMENTO IR TARYBOS 1991 m. gegužės 21 d. direktyva 91/271/EEB dėl miesto nuotekų valymo.
5. FOGELBERG S. 2003. Modelling nitrogen retention at the catchment scale. Report UPTEC W 03 019. Uppsala: Uppsala university. P. 1–51.
6. GUNAWARDANA C., EGODAWATTA P., GOONETILLEKE A. 2015. Adsorption and mobility of metals in build-up on road surfaces. *Chemosphere*. Vol. 119. P. 1391–1398.
7. HABERSACK H., WALLING D., HASPEL D. 2013. The hydrology of large rivers. *Hydrological Processes*. Vol. 27. No. 15. P. 2103–2104.
8. MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. 2009. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries, *Journal of Environmental Management*. Vol. 90. P. 652–659.
9. MBULIGWE, S. E. 2005. Applicability of a septic tank/engineered wetland coupled system in the treatment and recycling of wastewater from a small community, *Environmental Management*. Vol. 35. No. 1. P. 99–108.
10. NAIMAN R.J., TURNER M.G. 2000. A future perspective on North America's freshwater ecosystems. *Ecological Applications*. Vol. 10. P. 958–970.
11. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). 2008. Environmental performance of agriculture in OECD countries since 1990. ISBN 9789264040922.
12. POVILAITIS A., ŠILEIKA A., DEELSTRA J., GAIGALIS K., BAIGYS G. 2014. Nitrogen losses from small agricultural catchments in Lithuania. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 198. P. 54–64.
13. SHENG Y., QU Y., DING C., SUN Q., MORTIMER R.J. 2013. A combined application of different engineering and biological techniques to remediate a heavily polluted river. *Ecological Engineering*. Vol. 57. P. 1–7.
14. STANISZEWSKA M., SHUNG E., 2002. Status of organic agriculture in the countries of the Baltic Sea Region. *Landbauforschung Volkenrode*. Vol. 52. No. 2. P. 75–79.
15. SUN S., BARRAUD S., CASTEBRUNET H., AUBIN J.B., MARMONIER P., 2015. Long-term stormwater quantity and quality analysis using continuous measurements in a French urban catchment. *Water Research*. Vol. 85. P. 432–442.
16. VANDENŲ DEPARTAMENTAS. 2010. Veiklos rezultatai ir 2011–2012 m. prioritetai [interaktyvus]. 2011. [žiūrėta 2017 m. kovo 1 d.]. Prieiga per internetą: [www.am.lt/IV/files/0.9366247001295514860.pdf](http://www.am.lt/IV/files/0.9366247001295514860.pdf).
17. ZHAO H., CHEN X., HAO S., JIANG Y., ZHAO J., ZOU C., XIE W. 2016. Is the wash-off process of road-deposited sediment source limited or transport limited? *Science of the Total Environment*. Vol. 10. P. 62–70.

Giedrius Tamulis, Laima Česonienė

### Water quality evaluation of Šešupė river stretch „Poland –Kaliningrad“ in 2010-2015

#### Summary

Rivers are an important component of the hydrological cycle, but it is assigned to one of the most human activities damaged ecosystems in the world. Rivers are as surface water reclamation groves, which fall within a wide range of contaminants. The latter influences the quality of the river water, which determines the biological productivity of the river, ecological integrity, viability and stability. River water quality is deteriorating industrial, household, rainwater, improper use of fertilizers, the rainwashes from agricultural fields. It is important to monitor and evaluate the quality of the river water, that it does not endanger the environment, biodiversity and human health.

The objective of the study is to assess the Šešupė river water quality (stretch Poland - Kaliningrad) in 2010 - 2015. The data used are taken from Marijampolė Regional Environmental Protection Department under the Ministry of PM. Of river water quality indicators presented in these averages with standard errors: biochemical oxygen demand (BDS<sub>7</sub> mg O<sub>2</sub> / l) of nitrate nitrogen (mgN / L), total nitrogen (mgN / L), total phosphorus (mgP / l).

*Šešupė river, river water quality, ecological status of rivers, nitrate nitrogen, total nitrogen, total phosphorus, biochemical oxygen demand*

Gauta 2017 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2017 m. balandžio mėn.

**Giedrius TAMULIS.** Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto magistrantas (taikomoji ekologija). Adresas: Studentų g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (+370) 612 92 699, el. paštas: [giedriustamulis@gmail.com](mailto:giedriustamulis@gmail.com)  
**Laima ČESONIENĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Miškų ir ekologijos fakulteto Aplinkos ir ekologijos instituto gamtos mokslų daktarė, profesorė. Adresas: Universiteto g. 10, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (+370) 614 68 442, el. paštas: [laima.cesoniene@asu.lt](mailto:laima.cesoniene@asu.lt)  
**Giedrius TAMULIS.** Aleksandras Stulginskis University Faculty of Forestry and Ecology Institute of Environment and Ecology, MSc student of applied ecology. Address: Studentu 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370) 612 92 699, e-mail: [giedriustamulis@gmail.com](mailto:giedriustamulis@gmail.com)  
**Laima ČESONIENĖ.** Aleksandras Stulginskis University Institute of Environment and Ecology, doctor of natural sciences, professor. Address: Universiteto str. 10, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel. (+370) 614 68 442, e-mail: [laima.cesoniene@asu.lt](mailto:laima.cesoniene@asu.lt)