

## Azoto koncentracijų kaita Dotnuvėlės ir Smilgos upių žiotyse

Stefanija Misevičienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Vidurio Lietuvos upių vandens kokybė dėl intensyvios antropogeninės veiklos dažnai yra bloga. Upėms tekant miesto teritorija, prie pasklidusios taršos šaltinių prisideda ir sutelktoji tarša. Straipsnyje pateikiami 2013 – 2017 m. monitoringo duomenys apie dviejų Nevėžio upės intakų - Dotnuvėlės ir Smilgos upių vandens azoto ir jo junginių kaitą bei priežastis, nulėmusias šių medžiagų koncentracijų svyravimus. Tyrimų tikslas – ištirti  $N_{\text{bendr.}}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  bei  $\text{NH}_4\text{-N}$  Dotnuvėlės ir Smilgos upėse kaitą, priklausomai nuo meteorologinių veiksnių.

Cheminiams tyrimams vandens ėminiai buvo imami kas ketvirtį. Vandens analizes atliko ASU Vandens išteklių inžinerijos instituto Cheminė analitinė laboratorija. Bandiniuose  $N_{\text{bendr.}}$  nustatomas spektrometriniu, mineralizuojant su kalio persulfatu, amonio azotas ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) – spektrometriniu, su Nesslerio reagentu, nitratų azotas ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) – spektrometriniu su fenoldisulfo rūgštimi.  $N_{\text{bendr.}}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  bei  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentracijos abiejų upių vandenyje lyginamos su paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo kriterijais.

Tyrimais nustatyta, kad  $N_{\text{bendr.}}$  ir  $\text{NO}_3\text{-N}$  koncentracijoms upių vandenyje didelę įtaką daro vandens temperatūra. Kuo ji žemesnė, tuo bendrojo ir nitratinio azoto upelių vandenyje nustatyta daugiau, atitinkamai ( $r=-0.40$ ) ir ( $r=-0.36$ ). Amonio azoto koncentracijų padidėjimą upelių vandenyje nulėmė didesnis iškritęs kritulių kiekis ( $r=0.40$ ). Dotnuvėlės ir Smilgos upių vandens ekologinė būklė pagal  $N_{\text{bendr.}}$  ir  $\text{NO}_3\text{-N}$  koncentracijas dažniausiai buvo bloga, o pagal  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentracijas - labai gera.

*Ekologinė būklė, koncentracija,  $N_{\text{bendr.}}$ ,  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$ .*

### Įvadas

Upių vandens ekologinė būklė dažniausiai blogėja dėl pasklidusios taršos, kurią skatina intensyvus žemės ūkis, dėl sutelktosios taršos, kurią sudaro miestų lietaus bei pramoninių ir gamybinių nuotekų išleistuvų tarša, dėl tarptautinės taršos, kurią sudaro iš kaimyninių šalių patenkančios taršos apkrovos, o taip pat dėl istorinės taršos, atsirandančios dėl ilgalaikės praeities taršos. Pastaruoju metu stebima upių vandens užterštumo mažėjimo tendencija. Paviršinių vandens telkinių stebėsenos duomenimis, kuri Lietuvoje vykdoma pagal Valstybinę aplinkos monitoringo 2011-2017 m. programą nustatyta, kad 49% Lietuvos upių atitinka gerą arba labai gerą ekologinę būklę. Lietuvos rytų, pietryčių ir vakarų rajonuose, kuriuose žmogaus veikla ne tokia intensyvi labai geros bei geros ekologinės būklės reikalavimus atitinka 53-65% visų vandens telkinių. Didesnių problemų paviršiniuose vandens telkiniuose nustatyta intensyvaus žemės ūkio rajonuose, t.y. šiaurės, vidurio ir pietvakarių Lietuvoje, kur nuo 50 iki 79% vandens telkinių neatitinka geros ekologinės būklės reikalavimų (Valstybinio..., 2016).

Nevėžis yra užteršta upė, nes jo pabaseinyje geros ekologinės būklės reikalavimų neatitinka 74% paviršinių vandens telkinių (Valstybinio..., 2016). Nevėžio upės taršai didelį poveikį daro jo intakai, kurie tekėdami derlingais Vidurio Lietuvos žemumos dirvožemiais surenka iš jų maistingąsias medžiagas pablogindami vandens kokybę. Iš keturių Nevėžio intakų Kėdainių mieste didžiausi yra Smilgos ir Dotnuvėlės upės. Jų baseinuose sutelktosios taršos šaltiniai yra miesto komunalinių nuotekų valymo įrenginiai, lietaus valymo įrenginiai bei UAB „Kėdainių konservų fabrikas“. Ne visų gyventojų namai yra prijungti prie centrinės kanalizacijos sistemos, o dalis paviršinio vandens nuo miesto teritorijos patenka tiesiai į upę. Nuotekos į Dotnuvėlę ir Smilgą patenka iš įvairių gyvenviečių, kurios yra jų baseinuose.

2009 – 2012 m. buvo įvykdytas šių upių gamtosauginis sutvarkymas: upių vanduo ir krantai buvo išvalyti nuo kenksmingų medžiagų. Po to penkerius metus

buvo atliekama kasmetinė išvalytų vandens telkinių priežiūra bei vykdomas upių vandens monitoringas.

*Tyrimų tikslas* – ištirti azoto ir jo junginių Dotnuvėlės ir Smilgos upėse kaitą, priklausomai nuo meteorologinių veiksnių.

### Tyrimų metodika

Dotnuvėlė ir Smilga upės, tekančios per Kėdainių miestą, yra dešinieji Nevėžio upės intakai (1 pav.).



1 pav. Tiriamojo objekto schema: ● D – Dotnuvėlės upės vandens paėmimo vieta; ● S – Smilgos upės vandens paėmimo vieta.

*Fig. 1. The scheme of research object. ● D – Dotnuvėlė river's water sampling location, ● S – Smilga river's water sampling location.*

Nors Smilgos upė yra beveik dvigubai trumpesnė (32 km) už Dotnuvėlę (60,9 km), tačiau jos baseino plotas yra beveik panašus (208,8 km<sup>2</sup>) į Dotnuvėlės (192,7 km<sup>2</sup>).

2012 m. sutvarkyta Dotnuvėlės 1,95 km upės atkarpa (matuojant nuo upės žiočių) bei 10 m pločio priekrantinė juosta. 2013 m. išvalyta 1,98 km Smilgos upės atkarpa, tvarkomas 2 ha pakrančių plotas, pašalinta 5157 m<sup>3</sup> dumblo.

Vandens mėginiai buvo imami iš Dotnuvėlės (D) ir Smilgos (S) upių žiočių. Cheminiams tyrimams vandens ėminiai buvo imami keturis kartus per metus – kovo, gegužės, rugpjūčio ir lapkričio mėnesiais. Vandens analizės, pagal literatūroje (Unifikuoti..., 1994) nurodytą metodiką, atliko ASU Vandens išteklių inžinerijos instituto Cheminė analitinė laboratorija. Bandiniuose  $N_{\text{bendr.}}$  nustatomas spektrometriu, mineralizuojant su kalio persulfatu, amonio azotas ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) – spektrometriu, su Nesslerio reagentu, nitratų azotas ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) – spektrometriu su fenoldisulfo rūgštimi.

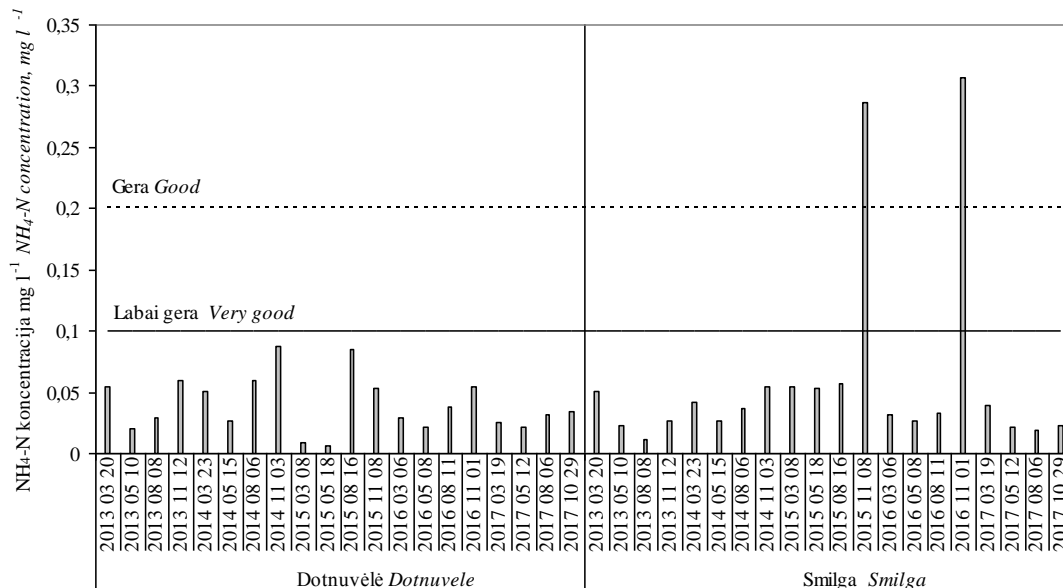
Paviršinių vandens telkinių kokybė šiuo metu vertinama pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro patvirtintą „Paviršinių vandens telkinių valstybės įvertinimo metodiką“ (Paviršinių..., 2010). Pagal šią metodiką upių ekologinė būklė yra suskirstyta į 5 klases. Labai geros būklės, kai  $N_{\text{bendr.}} < 2$ ,  $\text{NH}_4\text{-N} < 0,10$ ,  $\text{NO}_3\text{-N} < 1,30$  iki blogos būklės, kai  $N_{\text{bendr.}} > 12$ ,  $\text{NH}_4\text{-N} > 1,50$ ,  $\text{NO}_3\text{-N} > 10,0$   $\text{mg l}^{-1}$ .

Matematinė ir statistinė duomenų analizė buvo atlikta naudojant kompiuterinę programą MS Excel 2010 ir Statistica v.5.

## Rezultatai ir aptarimas

Paviršinio vandens telkiniuose net nepaveiktuose antropogeninės taršos azoto ir jo junginių galima rasti visada. Kaip teigiama literatūroje, kad gausiausiai bendrojo azoto yra Vidurio Lietuvos upėse, tačiau tam įtakos turi ne tik žmogaus veikla, bet ir gamtiniai veiksniai (Tumas, 2003; Šileika, 2012).

Amonio azoto abiejose upėse nustatyti labai maži kiekiai, todėl tiriamų jų vandens kokybė atitiko labai gerą ekologinę būklę, išskyrus 2015 m. ir 2016 m. lapkritį, kai  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentracija Smilgos upėje atitinkamai nustatyta 0,287 ir 0,307  $\text{mg l}^{-1}$  ir pagal šį rodiklį vandens kokybė buvo vidutinė (2 pav.). Tam įtakos galėjo turėti po ilgo sauso laikotarpio iškritęs didesnis kritulių kiekis (8,5 ir 2,6 mm), kadangi į Smilgos upę nuo miesto gatvių yra įrengti lietaus nuotekų išleistuvai.



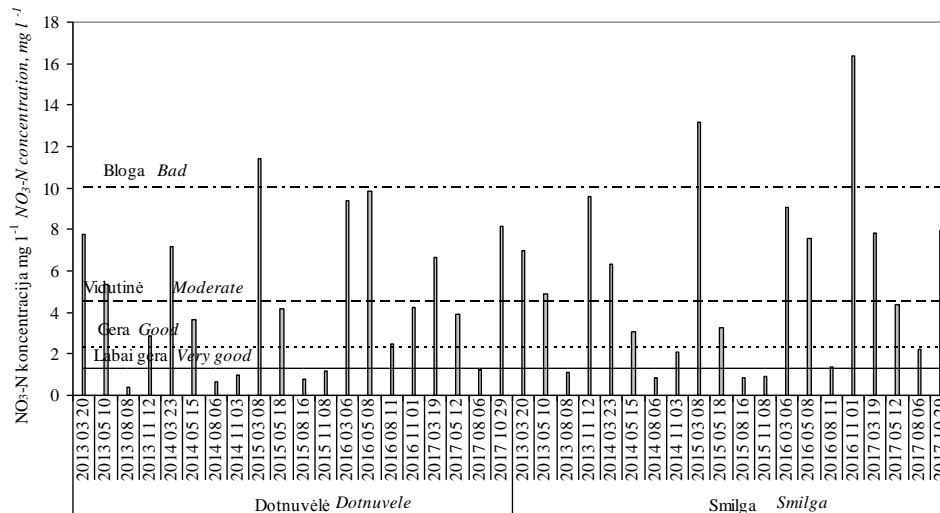
2 pav.  $\text{NH}_4\text{-N}$  koncentracijų kaita upių vandenyje.  
Fig. 2.  $\text{NH}_4\text{-N}$  concentrations change in rivers' water.

Tyrimai parodė, kad vasarą nitratų koncentracija yra mažesnė: 2013, 2014, 2015, 2016 ir 2017 m. rugpjūčio mėnesį Dotnuvėlėje ji buvo atitinkamai 0,369, 0,651, 0,814, 2,49 ir 1,27  $\text{mg l}^{-1}$ , o Smilgoje - 1,08, 0,846, 0,85, 1,4 ir 2,22  $\text{mg l}^{-1}$  (3 pav.). Dotnuvėlės upėje šių koncentracijų sumažėjimas palyginti su pavasario laikotarpiu svyravo nuo 4 iki 21 karto, Smilgoje – nuo 5,5 iki 15,5 karto. Tam įtakos galėjo turėti intensyvi vandens augalijos asimiliacija.

Rudens laikotarpiu (lapkričio mėn.) intensyvūs rudens lietūs iš dirvos išplauna nemažai organinių ir neorganinių trąšų, sutekančių į upelius ir upes. Be to upėse pradeda irti augalai ir dumbliai, todėl nitratų koncentracija vandenyje padidėja: Dotnuvėlėje 2013, 2014, 2015, 2016 ir 2017 m. ji nustatyta 2,87, 0,973, 1,17, 4,22 ir 8,18  $\text{mg l}^{-1}$ , o Smilgoje

– 9,57, 2,09, 0,922, 16,4 ir 7,94  $\text{mg l}^{-1}$ . Šaltojo metų laikotarpio pabaigoje (kovas) nitratų koncentracija ekosistemose yra didžiausia ir atitinka blogą ekologinę upių būklę: Dotnuvėlėje - 7,78, 7,15, 1,14, 9,42 ir 6,66  $\text{mg l}^{-1}$  bei Smilgoje – 7,01, 6,35, 13,2, 9,09 ir 7,84  $\text{mg l}^{-1}$ .

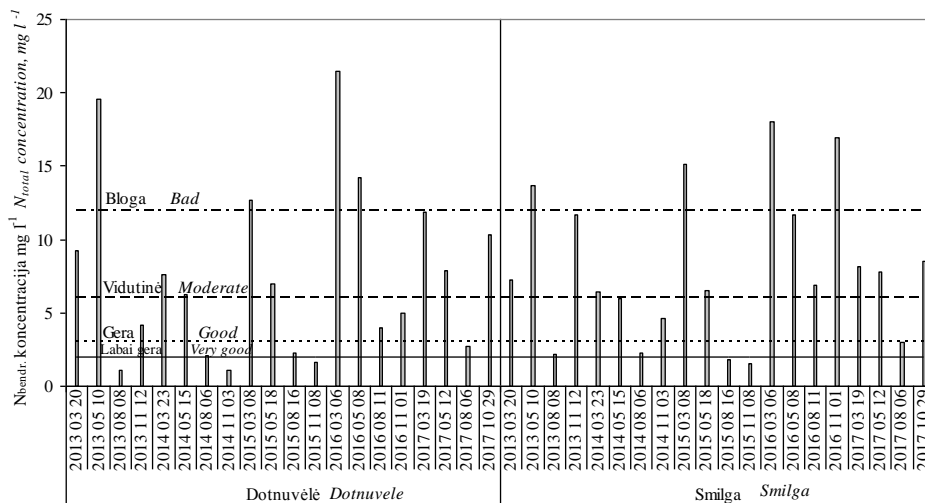
Taigi, šie tyrimai patvirtina ir kitų autorių pastebėjimus, jog dėl žmogaus veiklos nitratų azoto prietaka į vandens telkinius labai padidėja, tačiau tai priklauso nuo metų sezono (Stankevičienė, 2012; Kutra & Berankienė, 2006). Laikui bėgant pasitaiko laikotarpių, kai nitratų koncentracijos gali priklausyti ne tik nuo upės nuotėkio, bet ir nuo kitų veiksnių: augalų vegetacijos, žiemos sąlygų, dirvožemio įšalimo gylio, sniego dangos (Tilickis, 2005).



3 pav. NO<sub>3</sub>-N koncentracijų kaita upių vandenyje.  
Fig. 3. NO<sub>3</sub>-N concentrations change in rivers' water.

Siekiant nustatyti upių eutrofikacijos tendencijas, labai svarbu yra analizuoti bendrojo azoto kaitą upių vandenyje. Iš 4 pav. matyti, kad didesnės šio elemento kaip ir nitratinio azoto koncentracijos nustatytos šaltuoju metų laiku ar vegetacijos pradžioje - tuomet vandens būklė abiejose upeliuose buvo vidutinės, blogos arba labai blogos ekologinės būklės. Dotnuvėlės ir Smilgos upių vanduo

biogeninių medžiagų gauna iš žemdirbystės plotų, kadangi padidėjusios šių elementų koncentracijos nustatytos dažniausiai pavasarį, kai sniego tirpsmo vanduo ištirpindamas maistingąsias medžiagas drenažu pasiekia šiuos upelius. Atlikus duomenų statistinę analizę nustatytas kai kurių azoto ir jo junginių koncentracijų upių vandenyje ryšys nuo meteorologinių sąlygų (1 lentelė).



4 pav. N<sub>bendr.</sub> koncentracijų kaita upių vandenyje.  
Fig. 4. N<sub>total</sub> concentrations change in rivers' water.

1 lentelė. Meteorologinių veiksnių įtaka cheminių elementų koncentracijų kaitai upeliu vandenyje.  
Table 1. The influence of meteorological factors to the change in concentrations of chemical elements in streams' water

Rodiklis Indices	Lygtis Equation	r	n	F <sub>fact.</sub>	p	r <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	r <sub>3</sub>	r <sub>4</sub>
NH <sub>4</sub> -N	$z=0,0576x_1-0,042x_2+0,003x_3+0,0124x_4$	<b>0,52</b>	40	<b>3,22</b>	<b>0,0237</b>	-0,04	-0,23	0,16	<b>0,40</b>
NO <sub>3</sub> -N	$z=3,75-0,506x_1-0,141x_2-0,428x_3-0,368x_4$	<b>0,67</b>	40	<b>7,29</b>	<b>0,0002</b>	0,23	0,14	<b>-0,36</b>	-0,23
N <sub>bendr./</sub> N <sub>total</sub>	$z=8,77+0,444x_1+0,394x_2-0,745x_3-0,742x_4$	<b>0,58</b>	40	<b>4,53</b>	<b>0,0474</b>	0,14	0,25	<b>-0,40</b>	0,29

Pastaba: z – rodiklio koncentracija; x<sub>1</sub> – deguonies kiekis vandenyje mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>; x<sub>2</sub> – oro temperatūra °C; x<sub>3</sub> – vandens temperatūra °C; x<sub>4</sub> – kritulių kiekis mm; F<sub>theor.95%</sub> = 2,65; Ryšys patikimas kai F<sub>theor.95%</sub> < F<sub>fact.</sub>

Note: z – concentration of indices; x<sub>1</sub> – oxygen content in stream water mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup>; x<sub>2</sub> – air temperature °C; x<sub>3</sub> – water temperature °C; x<sub>4</sub> – precipitation amount mm; F<sub>theor.95%</sub> = 2.65; relationship is significant when F<sub>theor.95%</sub> < F<sub>fact.</sub>

Įvairūs meteorologiniai veiksniai turi įtakos amonio, nitratų bei bendrojo azoto koncentracijų padidėjimui tiriamų upių vandenyje, atitinkamai ( $r=0,52$ ), ( $r=0,67$ ) ir ( $r=0,58$ ). Atlikus duomenų analizę nustatyta, kad amonio azoto didesnius kiekius nulėmė iškritęs didesnis kritulių kiekis ( $r=0,40$ ), kadangi lyjant lietuvi per išleistuvus nuo gatvių buvo nuplaunami teršalai. Nitratų bei bendrojo azoto koncentracijoms didelę įtaką turėjo upių vandens temperatūra: kuo ji žemesnė, tuo šių elementų upelių vandenyje nustatyta daugiau, atitinkamai ( $r=-0,36$ ) ir ( $r=-0,40$ ). Tai patvirtina ir Tripolskajos (1995) atlikti tyrimai, kuriais nustatyta, kad nitrifikacijos procesai vyksta ir žemoje teigiamoje temperatūroje, ir dėl šios priežasties susidaro papildomos nitratų atsargos dirvožemyje. Tačiau rudens – žiemos laikotarpis yra labai palankus azoto išplovimui, nes šiuo metu dirvos būna plikos, o kritulių iškrita ne tiek mažai. Kai temperatūra teigiama, nors ir neaukšta, mineralizacijos procesai dirvožemyje vyksta intensyviau, dėl to didėja azoto kiekis, kuris išplaunamas į drenažą, o drenažu patenka į upes.

## Išvados

1. Esant žemai teigiamai upių vandens temperatūrai bendrojo ir nitratinio azoto upelių vandenyje nustatyta daugiau, atitinkamai ( $r=-0,40$ ) ir ( $r=-0,36$ ). Taigi, žiemos bei pavasario laikotarpiais upių ekologinė būklė vertinant pagal šiuos rodiklius buvo bloga arba labai bloga.

2. Mažiausios bendrojo ir nitratų azoto koncentracijos tiriamose upėse dėl intensyvios vandens augalijos

asimiliacijos nustatytos vasarą ir atitiko gerą ir labai gerą ekologinę vandens būklę.

3. Amonio azoto koncentracijų padidėjimui įtakos turėjo didesnis iškritęs kritulių kiekis ( $r=0,40$ ). Šio azoto junginio koncentracijos abiejose upėse dažniausiai atitiko labai gerą ekologinę būklę, išskyrus 2015 ir 2016 m. lapkritį, kai po ilgo sauso laikotarpio iškritęs didesnis kritulių kiekis nuo miesto gatvių nuplovė teršalus, kurie per lietaus išleistuvus pateko į upę ir pablogino vandens kokybę iki vidutinės ekologinės būklės.

## Literatūra

1. KUTRA, S, BERANKIENĖ, L. Azoto koncentracijos vidutinio dydžio upių vandenyje priklausomybė nuo nuotėkio modulio. *Vandens ūkio inžinerija*, 2006, 30(50), p. 57-66.
2. *Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika*. Valstybės Žinios, Vilnius, 2010, Nr. 29-1363.
3. STANKEVIČIENĖ, R. Mūšos baseino upių metinės ir sezoninės vandens taršos bendruoju azotu taikant fyris modelį. *Vandens ūkio inžinerija*, 2012, 40(60), 54-63.
4. ŠILEIKA, A.S. Bendrojo azoto ir bendrojo fosforo tendencijos Nevežio upėje. *Vandens ūkio inžinerija*, 2012, 40(60), 14-21.
5. TILICKIS, B. Vandens cheminės sudėties kaita Lietuvos baseinuose. Monografija. Klaipėda, 2005, 200 p.
6. TRIPOLSKAJA L., PANAMARIOVIENĖ A. Medžiagų migracija dirvožemyje intensyviai tręšiamoje pašarų sėjomainoje. Žemdirbystė: Mokslo darbai. 1995, 50, 76 – 84.
7. TUMAS, R. Vandens ekologija. „Naujasis lankas“. Kaunas, 2003, 351 p.
8. Unifikuoti nuotekų ir paviršinio vandens kokybės tyrimų metodai. 1 dalis, *Cheminės analizės metodai*. AAM leidybos biuras, Vilnius, 1994, 68 p.
9. Valstybinio upių monitoringo duomenys. 2016. Aplinkos apsaugos agentūra. <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=6adeeb1d-c902-49ab-81bb-d64b8bccefd>

Stefanija Misevičienė

## Changes in concentrations of nitrogen in mouths of Dotnuvele and Smilga streams

### Summary

River water quality in Middle Lithuania is often low due to the intensive anthropogenic activity. As rivers flow through the town's territory, diffuse pollution is increased by the concentrated pollution. The article provides the 2013-2017 monitoring data on the variation of nitrogen and its compounds of the two Nevezis tributaries, the Dotnuvele and Smilga Rivers, as well as reasons that have determined the fluctuations of the concentrations of these substances. The aim of the research – to examine the change of  $N_{total}$ ,  $NO_3-N$  and  $NH_4-N$  in the Dotnuvele and Smilga Rivers, depending on the meteorological factors.

Water samples for chemical analysis were taken every quarter. Water analysis was conducted by ASU Chemical Analytical Laboratory of Water Resources Engineering Institute. In the samples total nitrogen ( $N_{total}$ ) was determined by applying the spectrometric method, by mineralizing with potassium persulfate, ammonium nitrogen ( $NH_4-N$ ) – by spectrometric method, with Nessler's reagent, nitrate nitrogen ( $NO_3-N$ ) – by spectrometric with phenol sulfonic acid.  $N_{total}$ ,  $NO_3-N$  and  $NH_4-N$  concentrations in the water of both rivers are compared with the ecological status evaluation criteria of the surface water bodies.

The research has determined that water temperature has a big impact on  $N_{total}$  and  $NO_3-N$  concentrations in the rivers' water. The lower it is, the more of total and nitrate nitrogen is found in the water, ( $r=-0,40$ ) and ( $r=-0,36$ ) respectively. The increase in ammonium nitrogen concentrations in rivers' water was influenced by a higher precipitation amount ( $r=0,40$ ). Dotnuvele and Smilga Rivers' water ecological status according to  $N_{total}$  and  $NO_3-N$  concentrations was most often bad, and according to  $NH_4-N$  concentrations – very good.

*Concentration, ecological status,  $N_{total}$ ,  $NH_4-N$ ,  $NO_3-N$ .*

Gauta 2018 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.

**Stefanija MISEVIČIENĖ**. Aleksandro Stulginskio universiteto Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto Vandens išteklių inžinerijos instituto technologijos mokslų daktarė, docentė. Adresas: Parko g. 6, LT-58102 Vilainiai, Kėdainių raj. Tel. 8 610 92895, el. paštas: stefanija.miseviciene@asu.lt.

**Stefanija MISEVIČIENĖ**. Aleksandras Stulginskis University Faculty of Water and Land Management of Water Resources Engineering Institute doctor of technology sciences, assoc. prof. Address: Parko g. 6, LT-58102 Vilainiai, Kėdainių raj. Tel. 8 610 92895, el. paštas: stefanija.miseviciene@asu.lt.