

# ANTROPOGENINIŲ TARŠOS ŠALTINIŲ ĮTAKA UPĖS ARMONOS VANDENS KOKYBEI

Inga Stankevičienė<sup>1,2</sup>, Jolanta Jurkevičiūtė<sup>1</sup>, Marius Latvėnas<sup>2,3</sup>, Irena Čerčikienė<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus kolegija, <sup>2</sup>Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Vilniaus regiono aplinkos apsaugos departamento Valstybinės analitinės kontrolės skyrius, <sup>3</sup>Vilniaus Gedimino technikos universitetas

**Anotacija.** Pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius upių ekologinė būklė klasifikuojama į labai gerą, gerą, vidutinę, blogą ir labai blogą. Apie pusę Lietuvos upių neatitinka geros arba labai geros ekologinės būklės. Upių vandens kokybei turi įtakos sezoniniai pokyčiai bei antropogeninė tarša. Šiuo tyrimu buvo siekiama įvertinti antropogeninių taršos šaltinių įtaką upės Armonos vandens kokybei. Tyrimas buvo atliktas bendradarbiaujant Vilniaus kolegijai, Vilniaus regiono aplinkos apsaugos departamento Valstybinės analitinės kontrolės skyriui ir Vilniaus Gedimino technikos universitetui. Tyrimo atlikimo data nuo 2015 metų spalio iki 2016 metų birželio mėn. Armonos vandens mėginiai buvo paimti skirtingose upės atkarpose laikantis standarto LST ISO 5667-6:2015 reikalavimų. Mėginių paėmimo vietos buvo pasirinktos įvertinus šalia upės esančius galimus taršos šaltinius. Siekiant įvertinti upės vandens kokybę buvo atlikti mėginių fizikinių-cheminių parametrų tyrimai. Upės vandens kokybei įvertinti buvo nustatomi parametrai: savitasis elektrinis laidis (LST EN 27888:2002), aktyvi vandens reakcija (LST ISO 10523:2012), spalva (LST ISO 7887:2012), skendinčios medžiagos (LST EN 872:2005), biocheminis deguonies suvartojimas per 7 paras (ISO 5815-2:2003), fosfatinis fosforas (LST EN ISO 6878:2004), bendrasis fosforas (LST EN ISO 6878:2004), nitratinis azotas (LST ISO 7890-3:1998), nitritinis azotas (LST EN 26777:1999), amonio azotas (LST ISO 7150-1:1998) bei bendrasis azotas (LST EN ISO 11905-1:1997). Gauti rezultatai buvo lyginami su upių geros ekologinės būklės rodiklių vertėmis. Nustatyta, kad upę labiausiai teršia šalia vykdoma žemės ūkio veikla, gyventojai, kurių namų ūkiai neprijungti prie nuotekų surinkimo tinklų bei į upę išleidžiamas valymo įrenginių vanduo. Armonos vanduo neatitinka nustatytų upės geros ekologinės būklės reikalavimų atkarpose ties Vidumiškių kaimu, žemiau Deltuvos kaimo, upės ištakoje, aukščiau Siesiko ežero ir žemiau santakos su Pavarklu.

**Raktiniai žodžiai:** upė Armona, antropogeninė tarša, fizikiniai-cheminiai tyrimai.

## Įvadas

Užterštas vanduo – problema, kuri susijusi su ekosistemų nykimu ir mūsų pačių sveikata. Upių ekologinė būklė pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius skirstoma į penkias klases: labai gerą, gerą, vidutinę, blogą ir labai blogą (Žin., 2011, Nr. 109-5146). Lietuvoje, pagal Valstybinę aplinkos monitoringo 2011-2017 m. programą, vykdomas paviršinių vandens telkinių stebėjimas (Žin., 2011, Nr. 34-1603). Monitoringo duomenys skelbiami Aplinkos apsaugos agentūros internetiniame puslapyje. Šių duomenų analizė parodė, kad apie pusę Lietuvos upių neatitinka geros arba labai geros ekologinės būklės.

Upių vandens kokybei turi įtakos sezoniniai pokyčiai ir antropogeninė tarša. Antropogeninės taršos šaltiniai yra sutelktoji ir pasklidoji tarša. Sutelktoji tarša – miestų ir gyvenviečių nuotekų valyklų, lietaus, pramonės ir gamybinių nuotekų išleistuvų tarša. Ji labiausiai pasireiškia per didelius išleidžiamus organinių medžiagų, bendrojo fosforo ir pavojingų cheminių medžiagų kiekius. Pasklidoji tarša – žemės ūkio veiklos bei gyventojų, kurių namų ūkiai neprijungti prie nuotekų surinkimo tinklų tarša. Tai į dirvožemį, o vėliau į upes patenkančios organinės medžiagos, azoto ir fosforo junginiai (Aidukaitė, 2011).

Pirmiausia, antropogeninės veiklos įtaką parodo fizikinių-cheminių kokybės rodiklių poky-

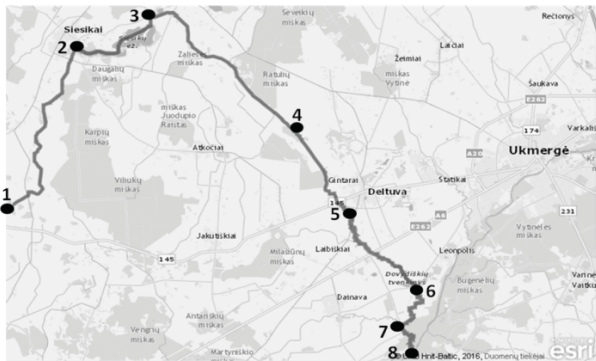
čiai. Tai nitratinis azotas ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), amonio azotas ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), bendrasis azotas ( $\text{N}_b$ ), fosfatinis fosforas ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), bendrasis fosforas ( $\text{P}_b$ ), biocheminis deguonies suvartojimas per 7 dienas ( $\text{BDS}_7$ ) ir ištirpusio deguonies kiekis vandenyje ( $\text{O}_2$ ) (Žin., 2011, Nr. 109-5146). Išnagrinėjus Aplinkos apsaugos agentūros puslapyje paskelbtus valstybinio upių monitoringo duomenis, upių geografinę padėtį bei galimybę paimti ir iširti vandens mėginius (Aplinkos apsaugos agentūra [AAA], 2010-2015; AAA, 2010; Kilkus ir Stonevičius, 2011; Žin., 2001, Nr. 107-3888), tyrimo objektu buvo pasirinkta upė Armona ( $\text{N}_b$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  ir  $\text{P}_b$  rodikliai viršijami pastaruosius 6 metus).

Armona – upė Ukmergės rajone; Šventosios dešinysis intakas (1 pav.). Armonos dešinieji intakai Juodupis, Šventupis, Vikšupis ir Pavarklas, kairieji – Drungė ir Strauzgėlė. Upė prasideda 4 km į pietvakarius nuo Siesikų. Teka į pietryčius pro Siesikų ir Armonos ežerus, į šiaurės rytus per Nevėžio žemumą. Prateka šalia Deltuvos ir įteka į Šventąją 8 km į pietvakarius nuo Ukmergės (2 pav.). Upės ilgis 30 km, plotis 5–8 m, gylis 0,5-2,0 m, srovės greitis 0,1-0,3 m/s (Kilkus ir Stonevičius, 2011). Armona teka per intensyviai dirbamus žemės ūkio laukus ir gyvenvietes, kurie gali būti svarbiausi jos taršos šaltiniai (AAA, 2010). Be to, šalia upės vagos yra įrengti valymo įrenginiai bei paukštynas.



1 pav. Upės Armonos skaitmeninė nuotrauka

Antropogeninės taršos šaltinių įtakos upės vandens kokybei įvertinti buvo pasirinkti 8 mėginių paėmimo taškai. Manoma, kad pirmuosiuose trijuose mėginių paėmimo taškuose galimas taršos šaltinis – žemės ūkio veikla (tręšimas gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis). Pasirinkus tašką šalia Vidumiškių kaimo tikėtasi, kad upė teršiama gyventojų, kurių namų ūkiai neprijungti prie nuotekų surinkimo tinklų. Kiti du mėginių paėmimo taškai pasirinkti dėl galimų sutelktosios taršos šaltinių – valymo įrenginių ir paukštyno. Mėginys, paimtas žemiau santakos su Pavarklu, siekiant nustatyti šio intako įtaką upės vandens kokybei. Galutinis mėginio paėmimo taškas – prie santakos su Šventąja. Armonos vandens mėginiai buvo paimti iš upės vidurio laikantis standarto „LST ISO 5667-6:2015. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 6 dalis. Nurodymai, kaip imti mėginius iš upių ir upelių.“ reikalavimų.



2 pav. Upė Armona  
[<http://www.maps.lt/map/default.aspx?lang=lt#q=armona>]

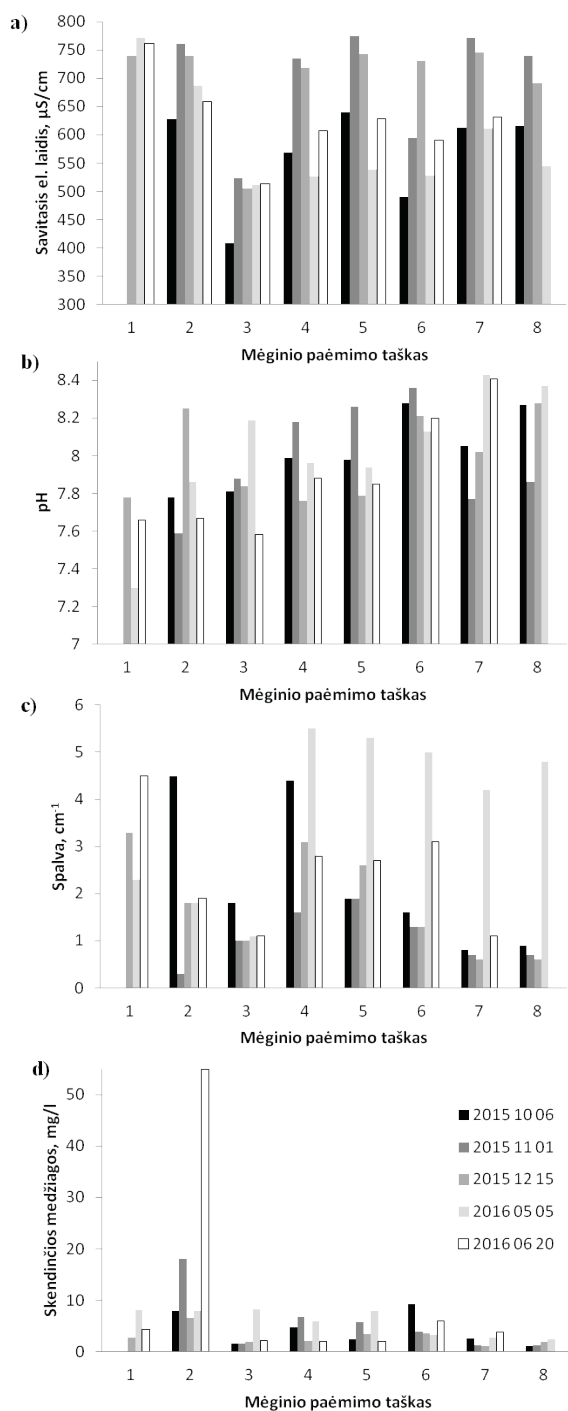
Mėginių paėmimo data ir sąlygos pateiktos 1 lentelėje. Fizikiniams-cheminiams parametrų nustatyti mėginiai buvo imami 2015 m. spalio, lapkričio ir gruodžio mėnesiais (rudeni ir žiemą). Tais metais Lietuvos upes vargino hidrologinė sausra (Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba [Lhmt], 2015). Upės Armonos vandens lygis buvo žemas. Spalio ir lapkričio mėnesiais pradiniame

me mėginio paėmimo taške vaga buvo išdžiūvusi. Mėginių paėmimo vietose vanduo buvo stovintis, išskyrus tris paskutinius taškus. Imant mėginius 2016 m. gegužės ir birželio mėnesiais (pavasari ir vasarą) vandens lygis buvo pakilęs dėl iškriusio didesnio kritulių kiekio žiemą ir pavasarį (Lhmt, 2016). Pradiniame mėginio paėmimo taške ir aukščiau Siesiko ežero vanduo buvo stovintis, kituose taškuose – tekantis. Mėginių paėmimo laikas kas 20 – 30 min. Aplinkos sąlygos: nevėjuota arba silpnas vėjas; užfiksuota aplinkos ir vandens temperatūra – teigiama. Mėginių analizė buvo atlikta per 24 val. nuo paėmimo.

## Tyrimo metodai

Fizikinių parametrų nustatymai atlikti pagal standartus: „LST EN 27888:2002. Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas.“ (konduktometras HP 2106.1); „LST ISO 10523:2012. Vandens kokybė. Aktyvios vandens reakcijos (pH) nustatymas elektrometriniu metodu.“ (pH-metras PHM 210); „LST ISO 7887:2012. Vandens kokybė. Spalvos nustatymas spektrofotometriškai metodu.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 50 mm,  $\lambda = 436$  nm); „LST EN 872:2005. Vandens kokybė. Skendinčių medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvą metodas“. Fizikinių parametrų tyrimo rezultatai pateikti 3 paveiksle.

Cheminiai parametrai nustatyti pagal reikalavimus standartų: „ISO 5815-2:2003. Vandens kokybė. Biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras nustatymas. 2 dalis. Neskiestų mėginių metodas.“ (oksimetras OXY 597); „LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Ortofosfatų kiekio nustatymas spektrometriškai metodu, vartojant amonio molibdatą, 3 sk.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 880$  nm); „LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 880$  nm); „LST ISO 7890-3:1998. Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 415$  nm); „LST EN 26777:1999. Vandens kokybė. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 540$  nm); „LST ISO 7150-1:1998. Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas. Rankinis spektrometrinis metodas.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 655$  nm); „LST EN ISO 11905-1:1997. Vandens kokybė. Azoto nustatymas 1 dalis. Oksidacinio mineralinimo perokso-disulfatu metodas.“ (spektrometras Genesys 20, kiuvetė 10 mm,  $\lambda = 415$  nm). Cheminių parametrų tyrimo rezultatai pateikti 4 paveiksle.



3 pav. Fizikinių parametru tyrimų duomenys: a) savitojo elektrinio laidžio; b) pH; c) spalvos; d) skendinčių medžiagų

## Rezultatai ir jų aptarimas

Elektrinis laidis laikomas jonizuotų ištirpusių medžiagų koncentracijos mėginyje matu. Išnagrinėjus 3a paveiksle pateiktus duomenis matoma, kad upės Armonos mėginiuose savitojo elektrinio laidžio reikšmės svyruoja nuo 408 iki 775  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Pastebėta, kad didžiausios elektrinio laidžio reikšmės yra stovinčio vandens mėginiuose. Palyginus mėginių, paimtų skirtingais sezonais

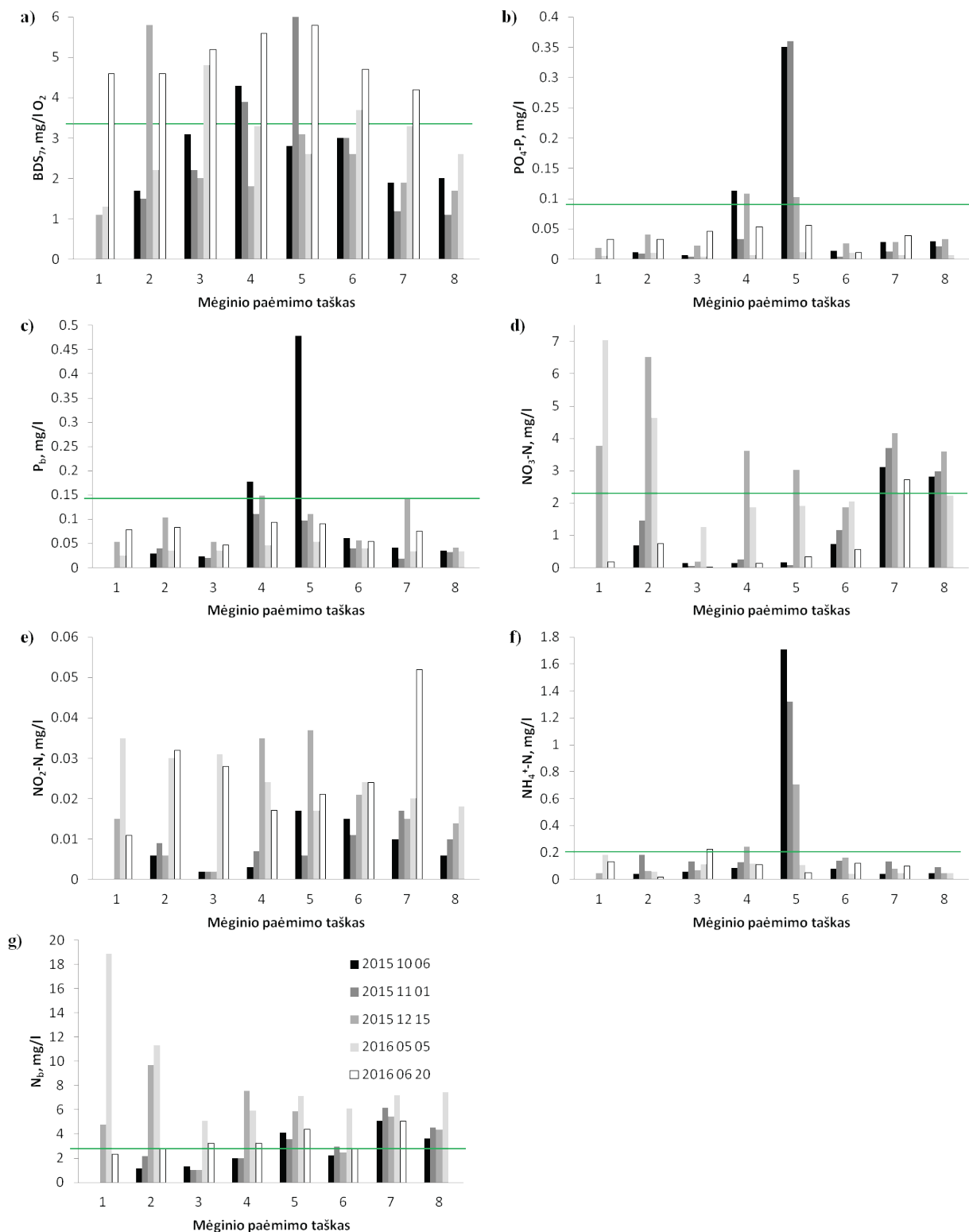
vidutinės elektrinio laidžio reikšmės matoma, kad šaltuoju periodu elektrinis laidis padidėja (apie 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), o šiltuoju periodu – sumažėja apie 1,2 karto. Elektrinio laidžio reikšmių padidėjimas siejamas su didesniu kritulių kiekiu iškritusiu šaltuoju periodu, kuris galėjo išplauti iš dirvožemio tirpius azoto ir fosforo turinčius junginius į upės vandenį (žr. 4 pav.).

Nuo aktyvios vandens reakcijos priklauso vandenyje vykstantys biologiniai ir biocheminiai procesai, augalijos vystymasis ir kiti reiškiniai. Gamtinio vandens pH yra tarp 4,5-8,3. Jį lemia laisvos anglirūgštės ir hidrokarbonatų koncentracijų santykis. (Aplinkos apsaugos ministerija [AAM], 1994). Išnagrinėjus 3b paveiksle pateiktus duomenis matoma, kad tirtos upės mėginiuose, nepriklausomai nuo mėginio paėmimo datos, nustatytos pH reikšmės svyruoja nuo 7,6 iki 8,3. Tačiau mėginiuose, paimtuose pavasarį ir vasarą iš taško esančio žemiau santakos su Pavarklu, pH reikšmės yra didesnės už 8,4. Manoma, kad šiems rezultatams turėjo įtakos padidėjusi humusinių medžiagų, karbonatų ir hidroksidų, susidarantių dėl fotosintezės, koncentracija.

Švarus gamtinis vanduo įprastai yra bespalvis. Tikrąją vandens spalvą (filtruoto per membranių filtrą) sudaro organiniai junginiai (AAM, 1994). Upės Armonos spalvos tyrimo rezultatai pateikti 3c paveiksle. Išnagrinėjus gautus duomenis matoma, kad spalvos nustatymo vertėms įtakos turėjo sezonų kaita – mėginių, paimtų šaltuoju periodu, nustatytos spalvos vertės mažesnės palyginus su mėginių, paimtų šiltuoju periodu, nustatytomis spalvos vertėmis. Pastebėta, kad didžiausi spalvos nustatymo rezultatai (4,5 ir 4,4  $\text{cm}^{-1}$ ) gauti stovinčio vandens mėginiuose (aukščiau Siesiko ežero ir ties Vidumiškių kaimu) paimtuose rudenį, kai Lietuvos vandens telkinius alino sausra (Lhmt, 2015). Vasarą paimtų mėginių didžiausi spalvos nustatymo rezultatai (4,2 – 5,5  $\text{cm}^{-1}$ ) yra 4 – 8 mėginių paėmimo taškuose. Didžiausios vidutinės spektrinės absorbcijos koeficiento reikšmės (3,5 ir 2,9  $\text{m}^{-1}$ ) yra mėginiuose paimtuose ties Vidumiškių ir Deltuvos kaimais. Šie – rezultatai sutampa su BDS<sub>7</sub> tyrimo rezultatais mėginiuose paimtuose ties kaimais nustatytos vidutinės BDS<sub>7</sub> vertės siekia apie 4  $\text{mg}/\text{l O}_2$ . Todėl galima teigti, kad 4 ir 5 mėginio paėmimo taške, spektrinės absorbcijos koeficiento reikšmėms turi įtakos vandens tarša organinėmis medžiagomis.

1 lentelė. Upės mėginių paėmimo taškai ir aplinkos sąlygos

Mėginio paėmimo taškas	Upės pradžia	Aukščiau Siesiko ež.	Žemiau Siesiko ež.	Vidumiškių k.	Žemiau Deltuvos k.	Žemiau Dovydiškių tvenkinio	Žemiau santakos su Pavarklu	Prie santakos su Šventaja
Numeris	1	2	3	4	5	6	7	8
Koordinatės (LKS)	530566, 6122636	532141, 6127777	534989, 6129327	541025, 6123750	542111, 6121779	544367, 6119198	543871, 6117659	544231, 6116802
Data	2015-10-06							
Oro sąlygos	Saulėta, nevejuota, temp. 3,8 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 3,8 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 5,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 6,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 6,5 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 8,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 8,5 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 7,5 °C
Vandens būklė	Žemiau aplinkosauginio lygio	Vanduo stovintis, temp. 4,0 °C	Vanduo stovintis, temp. 7,1 °C	Vanduo stovintis, temp. 7,0 °C	Vanduo tekantis, temp. 5,7 °C	Vanduo tekantis, temp. 11,2 °C	Vanduo tekantis, temp. 6,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 7,3 °C
Data	2015-11-01							
Oro sąlygos	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,0 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 9,5 °C	Debesuota, silpnas vėjas, temp. 8,5 °C
Vandens būklė	Žemiau aplinkosauginio lygio	Vanduo stovintis, temp. 7,9 °C	Vanduo stovintis, temp. 6,4 °C	Vanduo stovintis, temp. 5,8 °C	Vanduo stovintis, temp. 6,3 °C	Vanduo tekantis, temp. 6,6 °C	Vanduo tekantis, temp. 7,3 °C	Vanduo tekantis, temp. 6,9 °C
Data	2015-12-15							
Oro sąlygos	Saulėta, nevejuota, temp. 3,5 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 3,8 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 5,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 6,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 6,5 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 8,0 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 8,5 °C	Saulėta, nevejuota, temp. 7,5 °C
Vandens būklė	Vanduo stovintis, temp. 0,5 °C	Vanduo stovintis, temp. 0,1 °C	Vanduo stovintis, temp. 1,3 °C	Vanduo stovintis, temp. 1,4 °C	Vanduo stovintis, temp. 1,7 °C	Vanduo tekantis, temp. 1,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 1,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 1,5 °C
Data	2016-05-05							
Oro sąlygos	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 12,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 12,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 14,5 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 14,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 16,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 17,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 17,0 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 18,0 °C
Vandens būklė	Vanduo stovintis, temp. 9,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 10,3 °C	Vanduo tekantis, temp. 13,3 °C	Vanduo tekantis, temp. 12,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 12,1 °C	Vanduo tekantis, temp. 12,6 °C	Vanduo tekantis, temp. 12,0 °C	Vanduo tekantis, temp. 11,9 °C
Data	2016-06-20							
Oro sąlygos	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 20,5 °C	Saulėta, silpnas vėjas, temp. 20,0 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 20,5 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 22,0 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 23,0 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 24,0 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 24,0 °C	Mažai debesuota, silpnas vėjas, temp. 24,0 °C
Vandens būklė	Vanduo stovintis, temp. 15,5 °C	Vanduo stovintis, temp. 14,4 °C	Vanduo tekantis, temp. 19,1 °C	Vanduo tekantis, temp. 19,2 °C	Vanduo tekantis, temp. 17,7 °C	Vanduo tekantis, temp. 17,5 °C	Vanduo tekantis, temp. 16,0 °C	Užvirę medžiai, nėra privažiavimo prie mėginio paėmimo taško



4 pav. Cheminių parametru tyrimų duomenys: a) BDS<sub>7</sub>; b) PO<sub>4</sub>-P; c) P<sub>b</sub>; d) NO<sub>3</sub>-N; e) NO<sub>2</sub>-N; f) NH<sub>4</sub>-N ir g) N<sub>b</sub>. Žalia linija – upių geros ekologinės būklės riba

Skandinčias medžiagas (SM) vandenyje sudaro netirpios organinės ir mineralinės medžiagos. SM nustatymo vandenyje rezultatai pateikti 3d paveiksle. Išnagrinėjus gautus duomenis galima teigti, kad šiems rezultatams įtakos turėjo tiriamos upės gylis. Didesnė skandinčių medžiagų koncentracija nustatyta mėginuose, paimtuose iš taškų, kuriuose van-

dens lygis buvo žemesnis. Didžiausia vidutinė SM koncentracija (19 mg/l) nustatyta aukščiau Siesiko ežero. Šiame mėginio paėmimo taške visais sezonais vandens lygis buvo ypač žemas. Kitose upės atkarpose paimtų mėginių SM koncentracijos neviršija 10 mg/l.

Biocheminis deguonies suvartojimas – deguo-



nies kiekis, kurio reikia vandenyje esančioms organinėms medžiagoms biochemiškai suoksiduoti, esant griežtomis aerobinėms sąlygoms. Vandens telkiniuose šio parametro vertę nulemia gamtiniai procesai bei antropogeninė pasklidoji bei sutelktoji tarša. Palyginus skirtingų sezonų BDS<sub>7</sub> vidutines vertes pastebėta, kad šiltojo periodo vidutinė BDS<sub>7</sub> vertė apie 2,3 karto didesnė už šaltojo periodo vidutinę BDS<sub>7</sub> vertę (4a pav.). Taip pat nustatyta, kad birželio mėnesį BDS<sub>7</sub> koncentracijos visuose mėginių paėmimo taškuose neatitinka geros ekologinės būklės reikalavimų. Viršutinė geros ekologinės būklės riba BDS<sub>7</sub> parametru yra 3,3 mg/l O<sub>2</sub> (Žin., 2011, Nr. 109-5146). Manoma, kad šiems rezultatams įtakos turėjo gamtiniai veiksniai: upės ir šalia esanti augalija bei biogeninės medžiagos, kurios, kaip manoma, į vandens telkinį išsiplovė su kritulių nuotėkiu. Mėginių tyrimų rezultatai parodė, kad upės vanduo organinėmis medžiagomis labiausiai teršiamas šalia Vidumiškių ir žemiau Deltuvos kaimų. Čia vidutinės BDS<sub>7</sub> koncentracijos siekia apie 4 mg/l O<sub>2</sub>. Šiems rezultatams galėjo turėti įtakos antropogeninė tarša – Deltuvos valymo įrenginiai ir gyventojai, kurių namų ūkiai neprijungti prie nuotekų surinkimo tinklų. BDS<sub>7</sub> vertės viršija nustatytą geros ekologinės būklės ribą mėginiuose, paimtuose upės atkarpose aukščiau ir žemiau Siesiko ežero gruodžio ir gegužės mėn. Padidėjęs kritulių kiekis šiuo periodu, galėjo organines medžiagas išplauti iš dirbamų laukų į upės vandenį. Kituose mėginių paėmimo taškuose BDS<sub>7</sub> vertės neviršija 3,3 mg/l O<sub>2</sub>.

Fosforas lemia vandens telkinio produktyvumą. Į paviršinius vandenį jis suplaunamas iš dirvų, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas. Mažiausia fosforo junginių koncentracija paviršiniuose vandenyse būna vegetacijos periodu, kai vyksta intensyvi fotosintezė, o didžiausia – šaltuoju periodu, kai vyksta organinių junginių mineralizacija. Tačiau, svarbiausias fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas ir detergentų naudojimas (AAM, 1994; AAA, 2010). Išnagrinėjus 4b ir 4c paveiksluose pateiktus duomenis matoma, kad labiausiai fosforo turinčiais junginiais teršiama upė ties Deltuvos valymo įrenginiais. Čia PO<sub>4</sub>-P vidutinė koncentracija viršija nustatytą geros ekologinės būklės ribą apie 2 kartus, o P<sub>b</sub> vidutinė koncentracija – viršija 1,2 karto (geros ekologinės būklės ribos: PO<sub>4</sub>-P koncentracija ≤ 0,09 mg/l ir P<sub>b</sub> koncentracija ≤ 0,14 mg/l) (Žin., 2011, Nr. 109-5146). Mėginiuose, paimtuose šalia Vidumiškio kaimo, PO<sub>4</sub>-P ir P<sub>b</sub> koncentracija neatitinka upės geros ekologinės būklės spalio ir gruodžio mėnesiais. Kituose mėginių paėmimo taškuose fosforo koncentracijos neviršija nustatytą upės geros ekologinės būklės ribą.

Azoto vandenyje yra organiniuose ir neorganiniuose junginiuose. Visoms azoto junginių formoms gamtiniame vandenyje būdingi sezoniniai pokyčiai. Amonio ir nitratų jonų koncentracija van-

denyje padidėja rudenį ir žiemą (dėl organinių medžiagų irimo), sumažėja – pavasarį ir vasarą (juos asimiliuoja augalai). Be to, azoto junginiai į gamtinius vandenį gali patekti su krituliais, nuoplovomis ir drenažiniu vandeniu iš tręšiamų dirvų, buitinėmis bei pramoninėmis nuotekomis. Nustatytos upių geros ekologinės būklės ribos: NO<sub>3</sub>-N koncentracija ≤ 2,3 mg/l; NH<sub>4</sub>-N koncentracija ≤ 0,2 mg/l ir N<sub>b</sub> koncentracija ≤ 3 mg/l (Žin., 2011, Nr. 109-5146). Nitritų švariame vandenyje aptinkama tik iki tūkstantųjų miligramo dalių. Pasibaigus vegetacijai, jų aptinkama šiek tiek daugiau. Padidėjusi nitritų koncentracija vandenyje rodo, kad vandens užterštumas yra didelis, savaiminis apsivalymo procesas yra sutrikęs (AAM, 1994).

4d paveiksle pateikti NO<sub>3</sub>-N tyrimo rezultatai. Juos išnagrinėjus matoma, kad upė geros ekologinės būklės rodiklių neatitinka pradiniam mėginio paėmimo taške ir aukščiau Siesiko ežero žiemą ir pavasarį. Šiems rezultatams galėjo turėti įtakos padidėjęs kritulių kiekis, kuris išplovė azoto turinčius junginius iš tręšiamų dirvų į upę. Mėginių, paimtų gruodžio mėnesį ties Deltuvos ir Vidumiškių kaimais NO<sub>3</sub>-N koncentracijos taip pat neatitinka geros ekologinės būklės kriterijų. Nitratai galėjo patekti į vandenį kartu su buitinėmis nuotekomis. Žemiau santakos su Pavarklu ir prie santakos su Šventąja, vidutinė NO<sub>3</sub>-N koncentracija viršija nustatytą upės geros ekologinės būklės ribą apie 1,3 karto. Manoma, kad Armonos vandens kokybei turi įtakos jos dešinysis intakas, kuris teka per gyvenvietes ir dirbamus žemės ūkio laukus.

Nustatyta didelė NO<sub>2</sub>-N koncentracija mėginiuose, paimtuose šaltuoju periodu susijusi su natūraliais sezoniniais pokyčiais. Tačiau, upės atkarpose ties Siesiko ežeru, Dovydiškių tvenkiniu ir santaka su Pavarklu aptikti dideli nitritų kiekiai rodo didelį vandens užterštumą (4e pav.).

4f paveiksle pateikti NH<sub>4</sub>-N rezultatai rodo, kad labiausiai amonio junginiais teršiamas upės vanduo žemiau Deltuvos kaimo. Čia nustatyta vidutinė NH<sub>4</sub>-N koncentracija viršija geros ekologinės būklės kriterijų apie 4 kartus.

Bendras azotas vandenyje yra amoniako, amonio, nitritų, nitratų ir organinių azoto junginių pavidalo. Pagal nustatytą N<sub>b</sub> koncentraciją, gegužės mėnesį upės vanduo visose atkarpose neatitiko geros ekologinės būklės kriterijaus (4g pav.). Rudenį paimtuose mėginiuose N<sub>b</sub> koncentracija viršijo 3 mg/l upės geros ekologinės būklės ribą mėginiuose paimtuose ties Deltuvos kaimu ir prie santakos su Pavarklu bei Šventąja. Žiemą upės vanduo azoto turinčiais junginiais labiausiai teršiamas pradiniam mėginio paėmimo taške, aukščiau Siesiko ežero, ties kaimais ir santaka su Pavarklu ir Šventosios upė. Išnagrinėjus 4 paveiksle pateiktus duomenis galima teigti, kad upės vandenį azoto turinčiais junginiais labiausiai teršia žemės ūkio veikla, valymo įrenginiai bei kaimų gyventojai.

## Išvados

Išnagrinėjus nustatytus upės vandens mėginių fizikinių-cheminių parametrų rezultatus galima teigti, kad Armonos vandens kokybei įtakos turi sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltiniai. Spalvos, BDS<sub>7</sub>, fosforo ir azoto junginių tyrimai parodė, kad ties kaimais upės vandenį teršia gyventojai, kurių namų ūkiai neprijungti prie nuotekų surinkimo tinklų, taip pat Deltuvos valymo įrenginių vanduo išleidžiamas į upę. Šiose upės atkarpose vanduo neatitinka geros ekologinės būklės kriterijų pagal BDS<sub>7</sub>, PO<sub>4</sub>-P, P<sub>b</sub>, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N ir N<sub>b</sub> rodiklius. Žemės ūkio veiklos įtaka Armonos vandens kokybei (1, 2 ir 7 mėginių paėmimo taškuose) pasireiškia per didelius organinių medžiagų ir azoto junginių kiekius, išplaunamus su krituliais į upės vandenį. Nustatytos didesnės savitojo elektrinio laidžio, spalvos, NO<sub>2</sub>-N vertės, o NO<sub>3</sub>-N ir N<sub>b</sub> vertės neatitinka upių geros ekologinės būklės klasės ribų.

## Literatūra

1. Aidukaitė, D. (2011-08-12). Aplinkos apsaugos agentūra. Reikšmingi žmogaus veiklos poveikiai. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=ba5c154f-43eb-45f8-a3cd-b1a509861e32>.
2. Aplinkos apsaugos agentūra (2010). Lietuvos upių baseinų rajonai. Prieiga per internetą: <http://gis.gamta.lt/baseinuvaldymas/#x=539504&y=6122700&l=7>.
3. Aplinkos apsaugos agentūra. Paviršinių vandenų būklė. Upių būklė. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=6adeeb1d-c902-49ab-81bb-d64b8bccefd>.
4. Aplinkos apsaugos agentūra (2010 vasaris). Projekto veiklų rezultatai, 5 dalis. Taršos šaltiniai ir apkrovos. Pagrindinių priemonių poveikio vertinimas. Rizikos vandens telkiniai. Prieiga per internetą: [http://vanduo.gamta.lt/files/Zmogaus\\_veiklos\\_poveikis\\_Tarsos\\_saltiniai\\_ir\\_apkrovos.pdf](http://vanduo.gamta.lt/files/Zmogaus_veiklos_poveikis_Tarsos_saltiniai_ir_apkrovos.pdf).
5. Aplinkos apsaugos agentūra (2010). Vandens telkinių interaktyvus žemėlapis. Prieiga per internetą: <http://gis.gamta.lt/baseinuvaldymas/#x=492567&y=6118437&l=1>
6. Aplinkos apsaugos ministerija (1994). Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimo metodai. I dalis. Cheminiai analizės metodai. Vilnius: AAM, ISBN 9986-566-08-8.
7. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos (2016). Lietuvos klimatas. Krituliai. Prieiga per internetą: <http://www.meteo.lt/lt/krituliai>.
8. Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba prie Aplinkos ministerijos (2015 11 26). 2015 metais Lietuvos upes vargino hidrologinė sausra. Prieiga per internetą: [http://www.meteo.lt/lt/naujienos/-/asset\\_publisher/15W0qASILD6o/content/2015-11-26-2015-metais-lietuvos-upes-vargino-hidrologi](http://www.meteo.lt/lt/naujienos/-/asset_publisher/15W0qASILD6o/content/2015-11-26-2015-metais-lietuvos-upes-vargino-hidrologi) ne-sausra.
9. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ pakeitimo. Valstybės žinios, 2011-09-03, Nr. 109-5146.
10. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. Nutarimas dėl valstybinės aplinkos monitoringo 2011–2017 metų programos patvirtinimo. Valstybės žinios, 2011-03-22, Nr. 34-1603
11. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Lietuvos Respublikos upių ir tvenkinių klasifikatorius. Valstybės žinios, 2001-12-21, Nr. 107-3888.
12. Kilkus, K., Stonevičius, E. (2011). Lietuvos vandenų geografija. Vilnius: Vilniaus universitetas, ISBN 978-609-459-009-2.

## THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC SOURCES ON THE WATER QUALITY IN THE ARMONA RIVER

### Summary

Surface water pollution adversely affects the balance of ecosystems and the human health. Pollution sources can be classified into two major categories: anthropogenic (man-made) and natural sources. The sources of water anthropogenic pollution are categorized as being point sources of pollution and non-point sources of pollution. Point sources of pollution occur when the polluting substance is emitted directly into the waterway. Non-point sources of pollution are scattered or diffused sources of pollution, with no specific location where they discharge into a body of water.

The aim of the research was to evaluate the influence of anthropogenic sources on the water quality of the Armona River. The influence of anthropogenic activities on the quality of river water manifests within the changes in physicochemical parameters. For this study, the water samples were collected from eight sites located along the Armona River during the period within October to December 2015 and May and June 2016. The parameters of the water quality including electrical conductivity, pH, colour, suspended solids, biochemical oxygen demand after 7 days, phosphate phosphorus, total phosphorus, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, ammonium nitrogen and total nitrogen were determined using the standard methods LST EN 27888:2002, LST ISO 10523:2012, LST ISO 7887:2012, LST EN 872:2005, ISO 5815-2:2003, LST EN ISO 6878:2004, LST ISO 7890-3:1998, LST EN 26777:1999, LST ISO 7150-1:1998 and LST EN ISO 11905-1:1997 respectively. The mean values of the measured parameters were compared with the requirements for "good ecological status".

The physicochemical analysis of the Armona River samples showed that the top polluter of the river is the nearby agricultural farms, i.e. the residents whose households are not connected to the wastewater collection systems and treatment facilities. The Armona water does not comply with the requirements set for the good ecological status of rivers in the sections near Vidumiškiai Village, below Deltuva Village, at the beginning of the river, above Lake Siesikai and below the confluence with the River Pavarkla.

Key words: the Armona River, anthropogenic pollution, physico-chemical tests.

### Informacija apie autorius

**Dr. Inga Stankevičienė.** Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos katedros docentė, Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos Vilniaus regiono Aplinkos apsaugos departamento Valskybinės analitinės kontrolės skyriaus vyresnioji specialistė. Mokslinių tyrimų laukas: chemija, aplinkosauga.

El. pašto adresai: inga.stankeviciene@atf.viko.lt, i.stankeviciene@vrd.am.lt.

**Jolanta Jurkevičiūtė.** Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos katedros lektorė. Mokslinių tyrimų laukas - chemija.

El. pašto adresas: j.jurkeviciute@atf.viko.lt

**Marius Latvenas.** Lietuvos Respublikos Aplinkos ministerijos Vilniaus regiono Aplinkos apsaugos departamento Valskybinės analitinės kontrolės skyriaus vyriausiasis specialistas, Vilniaus Gedimino technikos universiteto Fundamentinių mokslų fakulteto Fizikos katedros magistrantas. Mokslinių tyrimų laukas: aplinkosauga, aplinkos inžinerija.

El. pašto adresas: m.latvenas@vrd.am.lt

**Irena Čerčikienė.** Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Chemijos katedros vedėja, lektorė. Mokslinių tyrimų laukas - chemija.

El. pašto adresas: i.cercikiene@atf.viko.lt.@go.kauko.lt