



## ANTROPOGENINĖS VEIKLOS ĮTAKA ŠVENTOSIOS UPĖS VANDENS KOKYBEI IR BIOGENINIŲ MEDŽIAGŲ KAITOS TENDENCIJOS

Laurynas ŠAUČIŪNAS<sup>1</sup>, Lina BAGDŽIŪNAITĖ-LITVINAITIENĖ<sup>2</sup>

*VG TU AIF Aplinkos apsaugos katedra, Vandens inžinerijos katedra*

*El. paštas: <sup>1</sup>laurynas.sauciunas@gmail.com; <sup>2</sup>lina.litvinitiene@vgtu.lt*

**Anotacija.** Dėl antropogeninės veiklos didėjanti biogeninių medžiagų migracija upių vandenyje yra pagrindinis veiksnys, lemiantis upių vandens kokybę. Siekiant išsaugoti gerą upių bei kitų paviršinių vandens telkinių būklę, būtina imtis prevencinių priemonių, kuriomis gali būti moksliniai vandens kokybės tyrimai ir jų analizė. Pagal atliktus natūrinius tyrimus, straipsnyje analizuojama Anykščių miesto, kaip sutelktosios taršos šaltinio, įtaka Šventosios upės vandens kokybei. Taip pat, remiantis statistine informacija, atliekama biogeninių medžiagų koncentracijų kitimo tendencijų analizė, įvertinant meteorologinių ir hidrologinių sąlygų įtaką. Tyrimai atlikti 2016 m. liepos-rugsėjo mėn. Fotometrinės analizės pagrindu ištirtos amonio (NH<sub>4</sub>-N), nitritų (NO<sub>2</sub>-N), nitratų (NO<sub>3</sub>-N), fosfatų (PO<sub>4</sub>-P) ir ištirpusio deguonies (O<sub>2</sub>) koncentracijos. Siekiant nustatyti sutelktosios taršos šaltinio įtaką upės vandens kokybei, vertinamas koncentracijų pokytis prieš Anykščių miestą ir už jo, atsižvelgiant į meteorologines ir hidrologines sąlygas. Nustatyta, kad bendrojo azoto (N<sub>b</sub>) ir fosfatinio fosforo (PO<sub>4</sub>-P) koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu už miesto atitinkamai padidėja 6 % ir 8 %.

**Reikšminiai žodžiai:** biogeninės medžiagos, sutelktoji tarša, pasklidoji tarša, bendrasis fosforas, bendrasis azotas, fotometrinė analizė, antropogeninė veikla

### Įvadas

Lietuvai įstojus į Europos Sąjungą, tapo privalu parengti upių baseinų rajonų valdymo planus ir numatyti priemones, leisiančias pasiekti gerą visų šalies vandens telkinių ekologinę ir cheminę būklę. Vanduo nėra komercijos produktas, bet priklauso paveldui, kurį būtina apsaugoti (Direktyva 2000/60/EB nustatanti... 2000). Tai vienas iš vandensaugos tikslų, kurį skelbia Bendroji vandenų politikos direktyva 2000/60/EB.

Geros kokybės vandens poreikiai įvairiems tikslams nuolat auga (Direktyva 2000/60/EB nustatanti... 2000), o intensyvus vandens vartojimas didina taršos riziką. Antropogeninė veikla yra pagrindinis veiksnys, lemiantis paviršinių vandens telkinių būklę. Plečiantis miestams, augant pramonės rajonams ir žemės ūkiui, paviršiniams vandens telkiniams grėsmę kelia sutelktoji tarša (iš konkrečių taršos šaltinių patenkanti tarša, kurią sudaro miestų ir gyvenviečių nuotekų valyklų taip pat lietaus, pramonės ir gamybinių nuotekų išleistuvų tarša) bei pasklidoji tarša (ne iš konkrečių taršos šaltinių išleidžiama tarša, kurios didžiąją dalį sudaro apkrovos susidaranti iš žemės ūkio veiklos) (Aplinkos apsaugos agentūra 2011).

Upių tarša yra aktuali ne tik Lietuvos, bet ir kaimyninių valstybių problema, nes visi upių vandenys patenka į Baltijos jūrą, o ši labai jautriai reaguoja į bet kokią antropogeninę veiklą (Dėl vandenų srities plėtos... 2016). Pagal Europos Komisijos nuorodą, Baltijos jūra yra priskirta eutrofikotam vandens telkiniui, todėl visų Lietuvos upių, įtekančių į jūrą, baseinai laikomi jautria zona.

Didžiausią neigiamą įtaką upių vandens kokybei turi biogeninių medžiagų patekimas į vandens telkinius iš sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltinių (Grimvall *et al.* 2000), lemiantis eutrofikacijos procesą.

Biogeninėmis medžiagomis arba maistingomis medžiagomis dažniausiai vadinami azoto ir fosforo junginiai (Tumas 2001): amonis (NH<sub>4</sub>-N), nitritai (NO<sub>2</sub>-N), nitratai (NO<sub>3</sub>-N), bendrasis azotas (N<sub>b</sub>), fosfatai (PO<sub>4</sub>-P) ir bendrasis fosforas (P<sub>b</sub>). Tai pagrindiniai fizikiniai-cheminiai kokybės elementų rodikliai pagal maistingąsias medžiagas, kuriais remiantis upės priskiriamos vienai iš 5 ekologinės būklės klasių: labai gerai, gerai, vidutinei, blogai ir labai blogai (Dėl Lietuvos Respublikos... 2016).

Nustatyta, kad dėl sutelktosios taršos 5 % Lietuvos upių neatitinka geros būklės kriterijų, o pagrindinė to

priežastis yra išleidžiamų nuotekų kiekiai (Aplinkos apsaugos agentūra 2011). Nepakankamai išvalytų ir be valymo išleidžiamų paviršinių, buitinių, gamybinių ir komunalinių nuotekų kiekis sudaro tik 1,9 % nuo bendro išleidžiamo nuotekų kiekio, tačiau nepakankamai arba visai nevalytų paviršinių nuotekų išleidžiama 88,8 % (Aplinkos apsaugos agentūra 2015).

Lietuvoje geros ekologinės būklės kriterijų dėl pasklidusios taršos neatitinka 19 % tirtų upių. Pasklidoji žemės ūkio tarša gali sudaryti 45–80 % nuo bendros taršos apkrovos, patenkančios į paviršinius vandenį (Aplinkos apsaugos agentūra 2011). Įvairaus intensyvumo žemdirbystės poveikis vandens kokybei vertinamas labai nevienodai (Gužys 2012), nes vieni cheminiai elementai, kurie naudojami žemės ūkyje, daro didesnę neigiamą poveikį nei kiti (Stakeliūnaitė, Litvinaitis 2015). Taip pat įtakos turi ir upių baseinuose nevienodai pasiskirstę skirtingos granulometrinės sudėties dirvožemiai. Smėlinguose dirvožemiuose geresnės aeracijos sąlygos ir intensyvesnė mineralinių medžiagų mineralizacija. Ten greičiau formuojasi tirpūs azoto junginiai ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ), kurie greičiau išplaunami. Fosforo migracija dirvožemyje skiriasi nuo azoto (Povilaitis 2015). Smėlinguose dirvožemiuose fosforo junginiai taip pat išplaunami, tačiau nustatyta, kad molingame dirvožemyje šis procesas intensyvesnis (Heckrath *et al.* 2008).

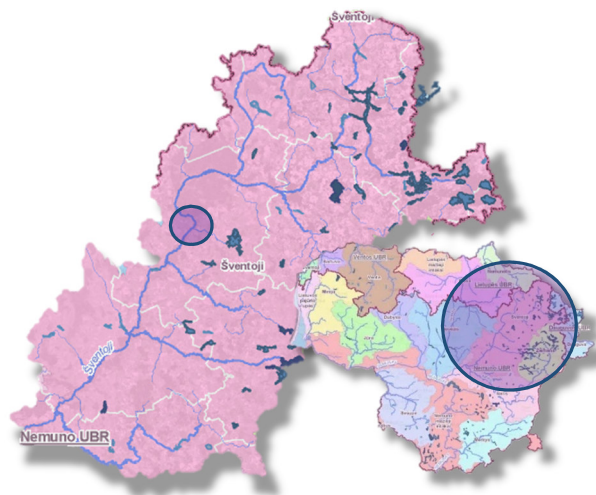
Biogeninių medžiagų srautai ir koncentracijos upių vandenyje priklauso ir nuo meteorologinių bei hidrologinių sąlygų. Nagrinėjant biogeninių medžiagų srautus upių vandenyje tikslinga atsižvelgti į vandeninumo kaitos galimybes (Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė 2005), kadangi koncentracijos jautriai reaguoja į upės debito pasikeitimus.

Straipsnyje analizuojamas tyrimas, kurio tikslas įvertinti antropogeninės veiklos įtaką Šventosios upės vandens kokybei. Tyrimo metu, nustatyta Anykščių miesto, kaip sutelktosios taršos šaltinio, įtaka Šventosios upės vandens kokybei tiriant biogeninių medžiagų koncentracijas, bei išnagrinėta koncentracijų priklausomybė nuo meteorologinių ir hidrologinių sąlygų pokyčių ne tik tiriamuoju laikotarpiu, bet ir remiantis daugiamečiais vandens kokybės duomenimis.

## Metodika

Tyrimo objektu pasirinkta Šventosios upė ties Anykščių miestu (1 pav.). Šventoji yra didžiausias Neries intakas. Visas Šventosios baseinas, kurio plotas 6789,2 km<sup>2</sup>, patenka į Lietuvos teritoriją, todėl Šventoji yra ilgiausia upė tekanti tik Lietuvos teritorijoje, o jos ilgis siekia 246,0 km (Nemuno upių baseinų... 2010).

Baseino paviršiuje vyrauja vidutinio sunkumo priemoliai (63 %), bet yra ir smėliu bei žvyru dengiamų plotų (27 %). Miškingumas – 26 %, pelkėtumas – 0,7 %, ežeringumas – 3 %. Vidutiniškai per metus Šventosios baseine iškrinta 750 mm kritulių. Baseino metų vandens nuotėkio koeficientas  $\eta = 0,42$ , o vidutinis debitas žiotyse yra apie 56,5 m<sup>3</sup>/s (pagal Baltromiškės VMS duomenis) (Kilkus, Stonevičius 2011).



1 pav. Šventosios upės baseino ir Anykščių miesto geografinės padėtis

Siekiant nustatyti ekologinę būklę ir reikšmingą taršos poveikį Šventosios baseinui, yra identifikuoti visi svarbiausi taršos šaltiniai ir kiekybiškai įvertintos jų taršos apkrovos (Nemuno upių baseinų... 2010). Atsižvelgiant į Aplinkos apsaugos agentūros pateikiamus duomenis, mėginių ėmimo vietos ties Anykščių miestu, pasirinktos, įvertinus paviršinių ir buitinių nuotekų išleistuvų geografinę padėtį ir paskirtį (2 pav.).

Pasirinktos 3 mėginių ėmimo vietos:

- **1-oji** mėginių ėmimo vieta yra prieš Anykščių miestą. Imamas vienas mėginys, 50 m atstumu prieš pirmąjį paviršinių nuotekų išleistuvą. Vieta pasirinkta, tam kad būtų galima palyginti gautus rezultatus ir įvertinti Anykščių miesto įtaką vandens kokybei;
- **2-oji** mėginių ėmimo vieta pasirinkta už paskutinio Anykščių miesto paviršinių nuotekų išleistuvo. Imami trys mėginiai, 50 m atstumu prieš išleistuvą ir 50 m bei 500 m atstumu už išleistuvo;
- **3-oji** mėginių ėmimo vieta pasirinkta už Anykščių miesto ir už buitinių nuotekų valyklos išleistuvo. Imami trys mėginiai, 50 m atstumu prieš išleistuvą ir 50 m bei 500 m atstumu už išleistuvo.

Mėginiai imami vadovaujantis mėginių ėmimo standarto LST EN ISO 5667-1:2007 nurodymais, atsižvelgiant į visus vandens mėginiu ėmimo aspektus.



2 pav. Mėginių ėmimo vietų ir išleistuvų geografinė padėtis Anykščių mieste: ● – mėginių ėmimo taškas; ● – paviršinės nuotekos; ● – buitinės nuotekos

Mėginiai imti kartą per mėnesį: 2016 metų liepos, rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais. Per tiriamąjį laikotarpį iš viso paimtas 21 mėginys.

Biogeninių medžiagų koncentracijos nustatomos fotometrines analizės pagrindu. Metodo esmė – medžiagos absorbcijos (sugėrimo) intensyvumas prie tam tikro bangos ilgio yra tiesiogiai proporcingas tos medžiagos koncentracijai. Koncentracijos nustatomos „HANNA“ multiparametriniu fotometru HI 83205. „HANNA“ multiparametrinio fotometro optinės sistemos pagrindas – specialios subminiatiūrinės volframo lempos ir siaurajuosčio interferencijos filtrai, kurie užtikrina gerą veikimą ir patikimus rezultatus.

Tiriamos koncentracijos:

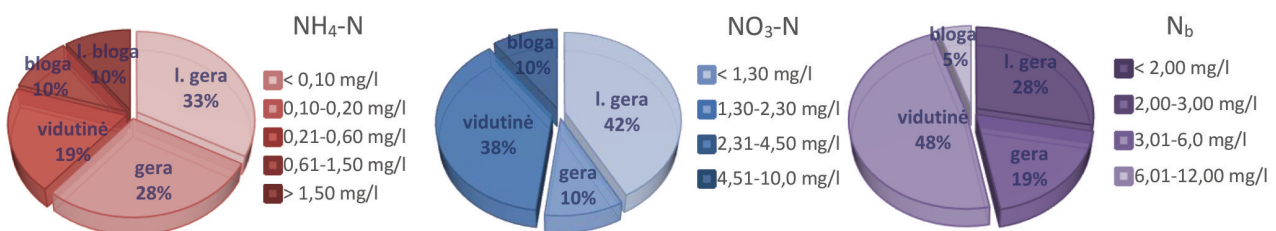
- Amonio azoto ( $NH_4-N$ ). Amonio koncentracija nustatoma pagal Neslerio metodą, naudojant reagentus: HI 93700A-0 ir HI 93700B-0. Nustatymo paklaida  $\pm 5\%$ , intervalas 0,00–10,0 mg/l;
- Nitritų azoto ( $NO_2-N$ ). Nitritų koncentracija nustatoma diazotizacijos metodu, naudojant HI 93707-0 reagentą. Nustatymo paklaida  $\pm 4\%$ , intervalas 0,00–0,35 mg/l;
- Nitratų azoto ( $NO_3-N$ ). Nitratu koncentracija vandenyje nustatomas kadmio mažinimo metodu naudojant HI 93728-01 reagentą. Nustatymo paklaida  $\pm 10\%$ , intervalas 0,0–30,0 mg/l;
- Fosfatinio fosforo ( $PO_4-P$ ). Fosfatu koncentracija vandenyje nustatomas askorbo rūgšties metodu naudojant HI 93713-01 reagentus. Nustatymo paklaida  $\pm 4\%$ , intervalas 0,0–30,0 mg/l.
- Ištirpusio deguonies ( $O_2$ ). Ištirpusio deguonies kiekis nustatomas pagal Winklerio metodą. Naudojami reagentai: HI 93732A-0, HI 93732B-0 ir HI 93732C-0. nustatymo paklaida  $\pm 3\%$ , intervalas, 0,0–10,0 mgO<sub>2</sub>/l.

Pagal gautus rezultatus apskaičiuota bendrojo neorganinio azoto ( $N_b$ ) koncentracija, susumavus  $NH_4-N$ ,  $NO_2-N$  ir  $NO_3-N$  koncentracijas.

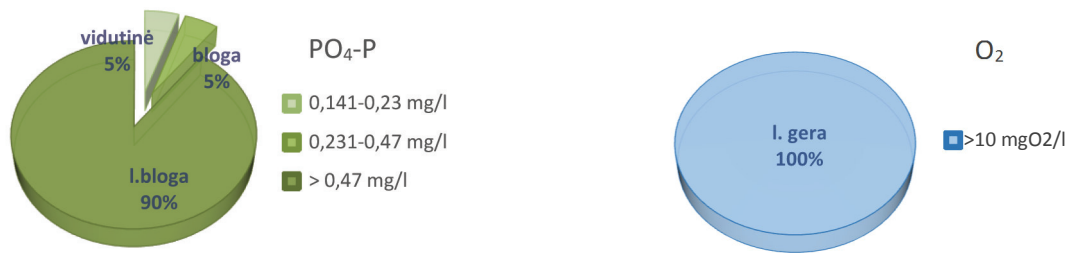
### Rezultatai ir jų analizė

Atlikus tyrimus, buvo įvertinta Šventosios upės vandens kokybė ties Anykščių miestu. Upės ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius nustatytos remiantis Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymą Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ 1 lentelė.

Nustatyta, kad  $NH_4-N$  koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 0,01 mg/l iki 3,0 mg/l. Iš visų tirtų mėginių labai gerą ekologinę būklę pagal fizikinius-cheminius kokybės elementų rodiklius atitiko 33 % mėginių, gerą 28 %, vidutinę 19 %, blogą 10 %, labai blogą 10 % (3 pav.).



3 pav. Ekologinė būklė pagal fizikinius-cheminius ( $NH_4-N$ ,  $NO_3-N$ ,  $N_b$ ) kokybės elementų rodiklius, išreikšta procentais nuo bendro mėginių skaičiaus, %



4 pav. Ekologinė būklė pagal fizikinius-cheminius (PO<sub>4</sub>-P, O<sub>2</sub>) kokybės elementų rodiklius, išreikšta procentais nuo bendro mėginių skaičiaus, %

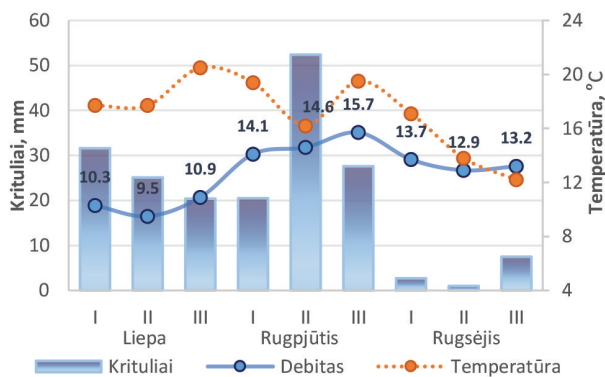
NO<sub>2</sub>-N koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 0,01 mg/l iki 3,70 mg/l.

NO<sub>3</sub>-N koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 0,0 mg/l iki 5,80 mg/l. Labai gerą ekologinę būklę pagal fizikinius-cheminius kokybės elementų rodiklius atitiko 42 % tirtų mėginių, gerą 10 %, vidutinę 38 %, blogą 10 %, o labai blogą 0 % (3 pav.).

N<sub>b</sub> koncentracijos tiriamuoju laikotarpiu kito nuo 0,10 mg/l iki 6,02 mg/l. Iš visų tirtų mėginių labai gerą ekologinę atitiko 28 % mėginių, gerą 19 %, vidutinę 48 %, o blogą 5 % (3 pav.).

PO<sub>4</sub>-P koncentracijos kito nuo 0,20 mg/l iki 7,80 mg/l. Iš visų tirtų mėginių labai geros ekologinės būklės pagal fizikinius-cheminius kokybės elementų rodiklius neatitiko nei vienas tirtas mėginys, vidutinę būklę atitiko 5 % mėginių, blogą būklę taip pat 5 % mėginių, o labai blogą 90 % tirtų mėginių (4 pav.).

Nagrinėjant biogeninių medžiagų koncentracijų kitimą, svarbu įvertinti meteorologinių sąlygų įtaką, kadangi tai yra vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiantis hidrologinių parametrų kaitą, ypač upės debito. Meteorologinės ir hidrologinės sąlygos nagrinėjamo laikotarpio metu (liepos-rugsėjo mėn.) nustatytos, remiantis Lietuvos Hidrometeorologijos tarnybos (LHMT) pateiktais duomenimis. Šventosios upės debitas pateiktas remiantis Anykščių miesto vandens matavimo stoties (VMS) duomenimis (5 pav.).



5 pav. Debito, temperatūros ir kritulių priklausomybė 2016 metų liepos-rugsėjo mėnesiais pagal I, II ir III mėnesių dekadas

Liepos mėn. vidutinis debitas ties Anykščiu m. siekė 10,30 m<sup>3</sup>/s, didžiausias debitas užfiksuotas liepos 30 d. – 14,50 m<sup>3</sup>/s, o mažiausias liepos 21 d. – 8,49 m<sup>3</sup>/s. Mėginių ėmimo metu, liepos 13 d., debitas ties Anykščiu m. buvo 9,76 m<sup>3</sup>/s.

Liepos mėn. vidutinis Šventosios upės debitas ties Anykščiais buvo 10,30 m<sup>3</sup>/s. Mėginių ėmimo metu, liepos 13 d., debitas siekė 9,76 m<sup>3</sup>/s. Iš viso per mėnesį iškrito 77,1 mm kritulių, o vidutinė mėnesio temperatūra buvo 18,7 °C. Mėginių ėmimo metu lijo stiprus lietus, per dieną iškrito net 8,0 mm kritulių.

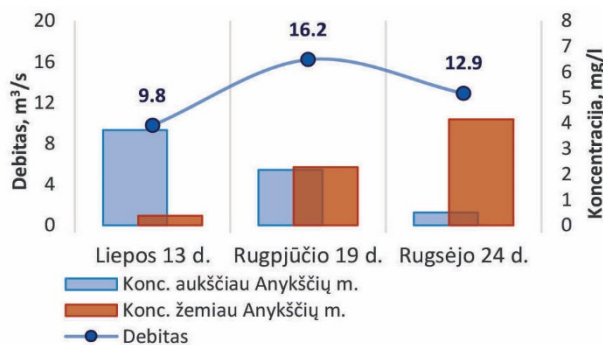
Rugpjūčio mėn. vidutinis debitas buvo 14,8 m<sup>3</sup>/s, Mėginių ėmimo metu, rugpjūčio 19 d., debitas ties Anykščiais buvo 16,2 m<sup>3</sup>/s. Per Rugpjūčio mėn. iškrito 100,5 mm kritulių, o vidutinė mėnesio temperatūra buvo 18,4 °C. Mėginių ėmimo metu kritulių nebuvo.

Rugsėjo mėn. vidutinis debitas ties Anykščiais buvo 13,3 m<sup>3</sup>/s. Mėginių ėmimo metu, rugsėjo 24 d., debitas siekė 12,9 m<sup>3</sup>/s.

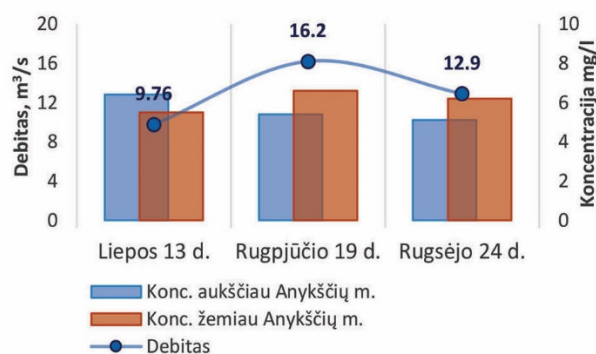
Rugsėjo mėn. iškrito 9,7 mm kritulių, o vidutinė mėnesio temperatūra buvo 14,0 °C. Mėginių ėmimo metu lijo nesmarkus trumpalaikis lietus, per dieną iškrito 0,5 mm kritulių.

Nustatant tirtų koncentracijų priklausomybę, nuo meteorologinių ir hidrologinių sąlygų, sudaryti grafikai (6 ir 7 pav.), kuriuose matoma kaip N<sub>b</sub> ir PO<sub>4</sub>-P koncentracijos kinta tiriamuoju laikotarpiu esant skirtingiems upės debitams. Grafikuose taip pat galima matyti kaip koncentracijos kito skirtingose mėginių ėmimo vietose: prieš Anykščių miestą ir už jo. Koncentracijos aukščiau Anykščių paimtos iš 1.1 mėginių ėmimo taško, o koncentracijos žemiau Anykščių iš 3.3 taško.

Nustatyta, kad Liepos 13 d. N<sub>b</sub> koncentracija (6 pav.) prieš Anykščių m. buvo beveik 90 % didesnė nei už jo. Nors debitas tiriamuoju laikotarpiu buvo mažiausias ir siekė 9,8 m<sup>3</sup>/s, koncentracija prieš miestą gauta kur kas didesnė nei esant didžiausiam 16,2 m<sup>3</sup>/s tiriamojo laikotarpio debitui. Liepos 13 d. iškritęs 8,0 mm kritulių kiekis, lėmė paviršinio ir požeminio nuotėkio formavimosi pradžią ir biogeninių medžiagų išplovimą iš baseino paviršinio



6 pav. Nb koncentracijų kaita 1.1 ir 3.3 mėginių ėmimo taškuose ir priklausomybė nuo debito tiriamuoju laikotarpiu



7 pav. Pb koncentracijų kaita 1.1 ir 3.3 mėginių ėmimo taškuose ir priklausomybė nuo debito tiriamuoju laikotarpiu

dirvožemio sluoksnio, todėl dėl pasklidusios taršos įtakos koncentracija prieš Anykščių miestą gauta kur kas didesnė nei už jo. Tam įtakos turėjo ir paviršinės nuotekos, į upę patenkančios iš Anykščių m. paviršinių nuotekų išleistuvų. Lietaus nuotekos yra mažai užterštos biogeninėmis medžiagomis, o besitęsiant ilgalaikiam lietaui biogeninių medžiagų koncentracijos lietaus nuotekose yra nykstantai mažėjančios, todėl lietaus vanduo sumažina Nb koncentraciją upės vandenyje jį praskieddamas ir koncentracija už miesto gauta kur kas mažesnė.

Rugsėjo 19 d. Nb koncentracija prieš miestą gauta 42 % mažesnė nei Liepos 13 d., nors debitas buvo 1,6 karto didesnis. Rugsėjo mėn. iškrito 100,5 mm kritulių kiekis, suformavęs didelį nuotėkį. Mėginių ėmimo dieną kritulių nebuvo, tačiau keletą dienų prieš tai, iškrito taip pat didelis kritulių kiekis, kuris lėmė intensyvių biogeninių medžiagų išplovimą ir suformavo aukštą upės vandens lygį. Pasibaigus lietaui, dar kelias dienas debitas laikėsi pastovus, o upė spėjo savaimiškai apsisvalyti iki rugsėjo 19 d. kada buvo imti mėginiai. Didžiausias biogeninių medžiagų kiekis iš baseino paviršinio dirvožemio sluoksnio jau buvo išplautas, todėl koncentracijos ir gautos mažesnės nei liepą. Upės vandens kokybei įtakos turėjo ir Anykščių m. Koncentracija už miesto gauta 5 % didesnė nei prieš jį.

Rugsėjo 24 d. pastabimas ryškus skirtumas tarp koncentracijų prieš ir už miesto. Nb koncentracija už miesto buvo 88 % didesnė prieš jį. Tai paaiškina rugsėjo mėn. iškritęs mažas kritulių kiekis, tik 9,7 mm, todėl biogeninių medžiagų išplova iš baseino buvo palyginti nedidelė, o Anykščių miestas, kaip sutelktosios taršos šaltinis turėjo reikšmingesnę įtaką upės vandens kokybei.

PO<sub>4</sub>-P koncentracijos (7 pav.) ne tokios jautrios meteorologinių ir hidrologinių sąlygų pokyčiams kaip ankščiau nagrinėtos Nb koncentracijos. Koncentracijų skirtumai tiriamuoju laikotarpiu svyravo nežymiai.

Liepos 13 d. PO<sub>4</sub>-P koncentracija prieš Anykščių m. buvo taip pat didesnė nei už jo, tačiau skirtumas tik 14 %.

Kitomis mėginių ėmimo dienomis PO<sub>4</sub>-P koncentracijos už miesto buvo didesnės: rugsėjo 19 d. 18 %, o rugsėjo 24 d. 21 %.

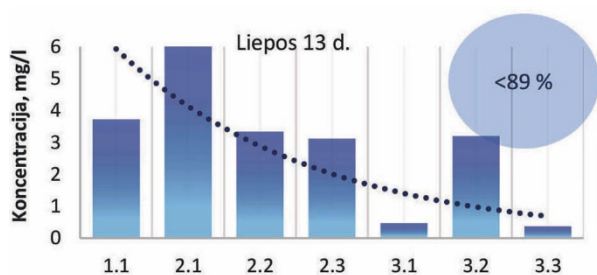
Didžiausia fosforo koncentracija gauta Rugsėjo 19 d. kuomet debitas buvo didžiausias ir siekė 16,2 m³/s. Dirvožemyje fosforo junginiai nėra tokie judrūs kaip azoto. Jų išsiplovimą lemia dirvožemio granulimetrinė sudėtis ir paviršinis nuotėkis (Povilaitis 2015). Rugsėjo mėn. iškrito 100,5 mm kritulių kiekis, suformavęs didelį paviršinį nuotėkį, todėl PO<sub>4</sub>-P didžiausia koncentracija gauta esant didžiausiam upės debitui.

Azoto junginių koncentracijos yra kur kas jautresnės meteorologinių ir hidrologinių sąlygų pokyčiams nei fosforo junginių. Nagrinėjant koncentracijų priklausomybę nuo meteorologinių ir hidrologinių sąlygų, būtina atsižvelgti ne tik į esamas sąlygas mėginių ėmimo dieną, bet ir į jų pokyčius prieš mėginių ėmimą, kad būtų galima suprasti koncentracijų kitimo tendencijas, esant nepastovioms sąlygoms.

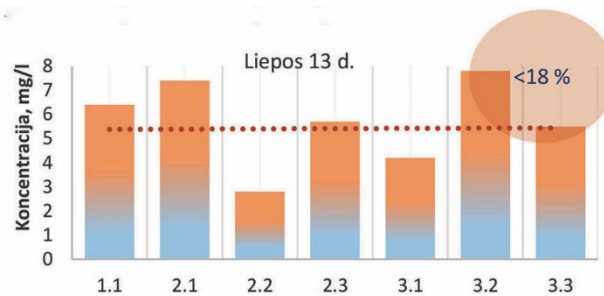
Anykščių miesto įtaką upės vandens kokybei sunku nustatyti, kadangi koncentracijų nustatymo tyrimais neįmanoma atskirti sutelktosios taršos nuo pasklidusios taršos, galima vertinti tik koncentracijų pokyčius prieš ir už miesto. Detalesnei analizei sudaryti grafikai (8, 9, 10, 11, 12 ir 13 pav.), kuriuose pavaizduotas koncentracijų pokytis visuose mėginių ėmimo taškuose Anykščių mieste.

Vertinant Nb koncentracijų pokytį, rugsėjo 19 d. ir rugsėjo 24 d. didesnės koncentracijos gautos žemiau miesto, atitinkamai 5 % (9 pav.) ir 88 % (10 pav.) Liepos 13 d. Nb koncentracija aukščiau miesto buvo 89 % didesnė nei žemiau jo (8 pav.). Įvertinus vidutines tiriamojo laikotarpio koncentracijas prieš ir už miesto, nustatyta, kad Nb koncentracija už miesto padidėja tik 6 %.

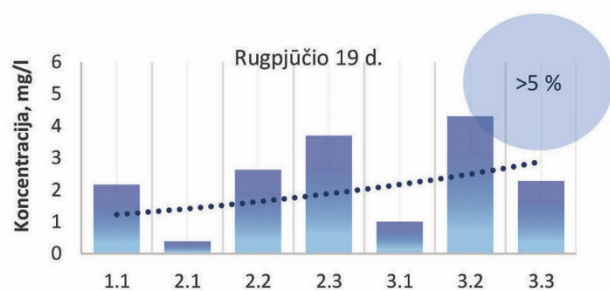
Vertinant P koncentracijų pokytį, rugsėjo 19 d. ir rugsėjo 24 d. didesnės koncentracijos kaip ir Nb atveju tai pat gautos žemiau Anykščių miesto, atitinkamai rugsėjo



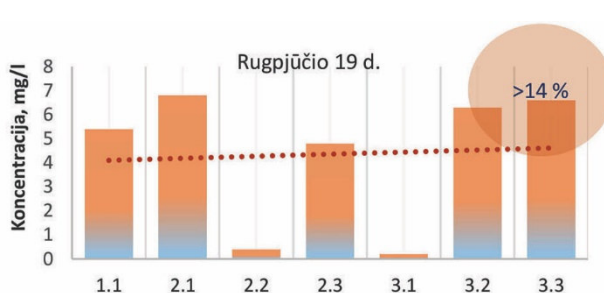
8 pav.  $N_b$  koncentracijų kaita Anykščių mieste liepos 13 d.



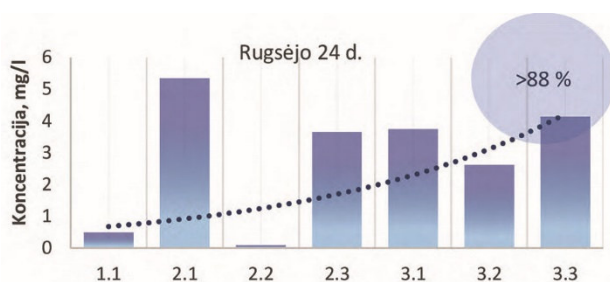
11 pav.  $PO_4-P$  koncentracijų kaita Anykščių mieste liepos 13 d.



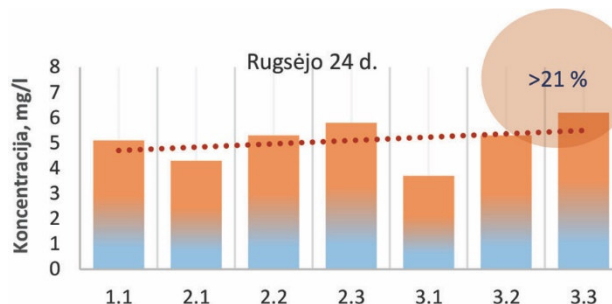
9 pav.  $N_b$  koncentracijų kaita Anykščių mieste rugpjūčio 19 d.



12 pav.  $PO_4-P$  koncentracijų kaita Anykščių mieste rugpjūčio 19 d.



10 pav.  $N_b$  koncentracijų kaita Anykščių mieste rugsėjo 24 d.



13 pav.  $PO_4-P$  koncentracijų kaita Anykščių mieste rugsėjo 24 d.

mėn. 18 % (12 pav.), rugsėjo mėn. 21 % (13 pav.). Liepos 13 d.  $N_b$  koncentracija aukščiau miesto buvo 14 % didesnė nei žemiau jo (11 pav.). Įvertinus vidutines tiriamojo laikotarpio koncentracijas prieš ir už miesto, nustatyta, kad  $PO_4-P$  koncentracija už miesto padidėja tik 8 %.

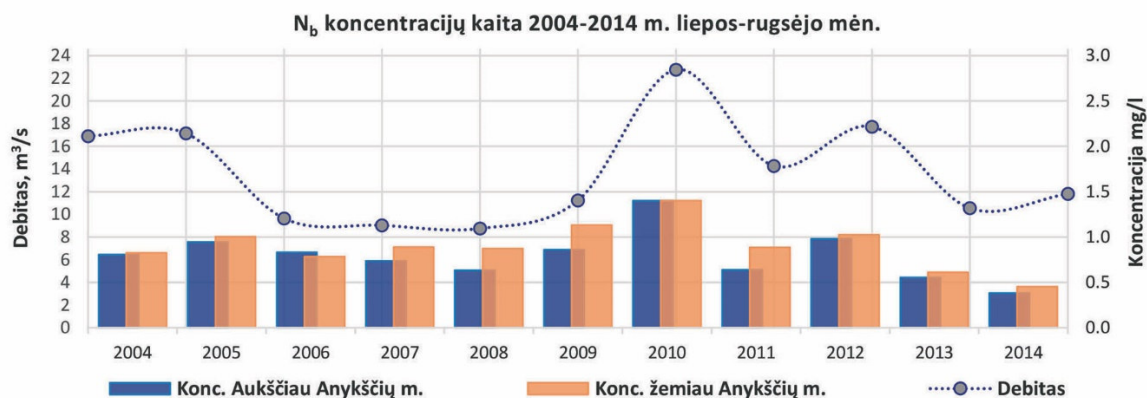
Rezultatai rodo, kad vidutiniškai tiriamuoju laikotarpiu Anykščių miestas tik nežymiai padidina biogeninių medžiagų koncentraciją Šventosios upės vandenyje. Pagal  $N_b$  6 %, o pagal  $PO_4-P$  8 %. Nedideli koncentracijų skirtumai prieš ir už Anykščių miesto, kuris vertinamas kaip sutelktosios taršos šaltinis, rodo, kad didesnę įtaką biogeninių medžiagų migracijai upės vandenyje turi pasklidoji tarša. Literatūros šaltiniai teigia, kad pasklidoji tarša gali sudaryti 45–80 % visos baseino taršos (Aplinkos apsaugos agentūra 2011).

Koncentracijų pokyčių palyginimui, išanalizuotos  $N_b$  ir  $PO_4-P$  koncentracijų kitimo tendencijos 2004–2014 metų liepos-rugsėjo mėn., naudojant Aplinkos apsaugos agentūros pateiktus duomenis (13 ir 14 pav.). Grafikai

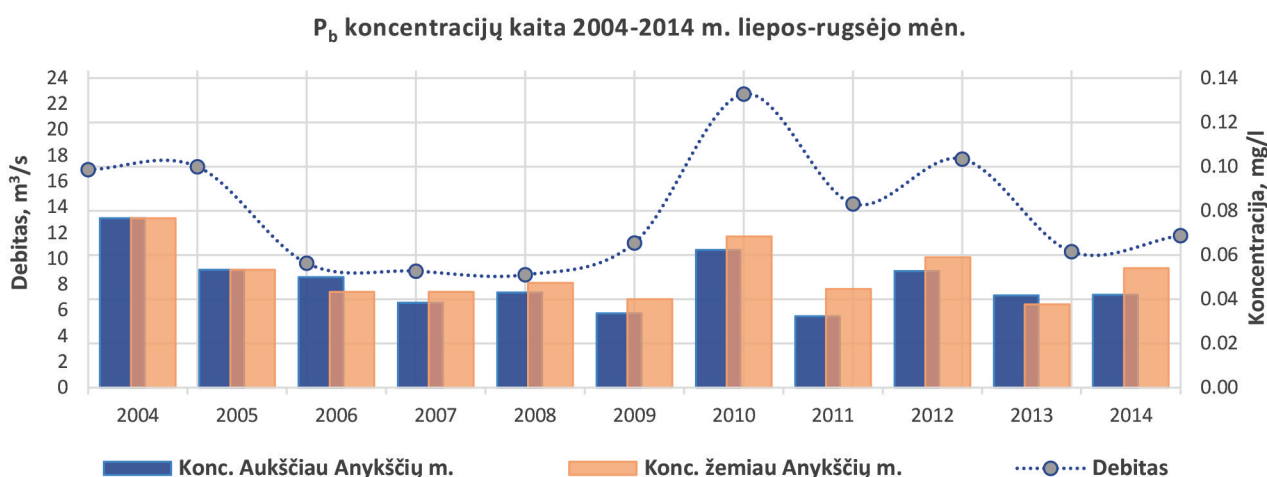
sudaryti naudojant vidutines liepos-rugsėjo mėn. koncentracijų vertes ir vidutinį šio laikotarpio debitą.

Koncentracijos beveik visais atvejais tiesiogiai priklauso nuo Šventosios upės debito. Didėjant upės debitui, didėja ir koncentracija (13 ir 14 pav.). Nagrinėjant tyrimų rezultatus, kuomet mėginys imtas kartą per mėnesį (6 ir 7 pav.), tiesioginę priklausomybę išvelgti sunku, reikia įvertinti debito pokytį prieš mėginių ėmimą.

$N_b$  ir  $PO_4-P$  koncentracijos žemiau Anykščių miesto yra nežymiai didesnės nei aukščiau jo. Įvertinus 2004–2014 m. vidutinių liepos-rugsėjo mėn. koncentracijų pokytį prieš ir už miesto, nustatyta, kad koncentracijų pokytis sąlyginai panašus į tiriamojo laikotarpio 2016 m. liepos-rugsėjo mėn. pokytį. Pagal Aplinkos apsaugos agentūros duomenis vidutiniškai  $N_b$  ir  $PO_4-P$  koncentracijos už miesto padidėja atitinkamai 11 % ir 8 %, o pagal atliktus tyrimų rezultatus – 6 % ir 8 %.



14 pav. N<sub>b</sub> koncentracijų priklausomybė nuo debito 2004–2014 metų liepos-rugsėjo mėnesių laikotarpiu



15 pav. PO<sub>4</sub>-P koncentracijų priklausomybė nuo debito 2004–2014 metų liepos-rugsėjo mėnesių laikotarpiu

## Išvados

1. Pagal atliktus natūrinius biogeninių medžiagų koncentracijų tyrimus buvo įvertinta Šventosios upės vandens kokybė ties Anykščių miestu. Pagal N<sub>b</sub> 48 % tirtų mėginių atitiko vidutinę ekologinės būklės klasę, 28 % labai gerą, 19 gerą, o 5 % blogą. Pagal PO<sub>4</sub>-P didžioji mėginių dalis, net 90 %, atitiko labai blogą ekologinės būklės klasę, o 10 % mėginių atitinkamai blogą ir vidutinę būklę.

2. Biogeninių medžiagų koncentracijos yra jautrios meteorologinių ir hidrologinių sąlygų pokyčiams, tačiau ne visada pasireiškia tiesiogine priklausomybe, kuomet mėginiai imami kartą per mėnesį. Būtina atsižvelgti į sąlygas ne tik mėginių ėmimo dieną, bet ir į jų pokyčius prieš mėginių ėmimą. Vertinant daugiamečius vandens kokybės tyrimų rezultatus jau galima išvelgti tiesioginę koncentracijų priklausomybę nuo debito. Esant didesniai debitui, gaunamos didesnės koncentracijos. Taip pat nustatyta, kad N<sub>b</sub> koncentracijos jautriau reaguoja į meteorologinių sąlygų pokyčius nei PO<sub>4</sub>-P koncentracijos.

Esant skirtingiems tiriamojo laikotarpio debitams PO<sub>4</sub>-P koncentracijų pokyčiai mėginių ėmimo taškuose nėra tokie ryškūs kaip N<sub>b</sub> koncentracijų.

3. Anykščių miesto įtaką šventosios upės vandens kokybei, galima nustatyti vertinant tik koncentracijų pokytį prieš miestą ir už jo, kadangi koncentracijų nustatymo tyrimais neįmanoma atskirti sutelktosios taršos nuo pasklidusios taršos. Nustatyta, kad 2016 m. liepos-rugsėjo mėn. laikotarpiu Anykščių miestas, kaip sutelktosios taršos šaltinis, tik nežymiai padidino biogeninių medžiagų koncentracijas Šventosios upės vandenyje. Pagal N<sub>b</sub> koncentracijos už miesto vidutiniškai padidėjo 6 %, o pagal PO<sub>4</sub>-P 8 %.

4. Atlikus 2004-2014 m. liepos-rugsėjo mėn. laikotarpio biogeninių medžiagų kitimo tendencijų analizę, remiantis Aplinkos apsaugos agentūros pateiktais duomenimis, nustatyta, kad vidutiniškai PO<sub>4</sub>-P koncentracijos už miesto padidėja taip pat tik 8 %, o N<sub>b</sub> 11 %.

5. Remiantis atliktais tyrimais ir duomenų analizę, galima teigti, jog nedideli koncentracijų skirtumai prieš

Anykščių miestą ir už jo, kuris vertinamas kaip sutelktosios taršos šaltinis, rodo, kad didesnę įtaką biogeninių medžiagų migracijai Šventosios upės vandenyje ties Anykščiais turi ne sutelktoji, o pasklidoji tarša.

## Literatūra

- Aplinkos apsaugos agentūra. 2011. *Reikšmingi žmogaus veiklos poveikiai* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. vasario 11 d.]. Prieiga per internetą: <https://aplinka.lt/reiksmingi-zmogaus-veiklos-poveikiai>
- Aplinkos apsaugos agentūra. 2015. *Sutelktoji tarša/nuotekų išleidimas* [interaktyvus], [žiūrėta 2017 m. vasario 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://vanduo.gamta.lt/cms/index?rubricId=c5e99a6f-07e4-4452-a28b-0a8ce0cfa53e>
- Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. 2005. Mineralinio azoto ir fosforo srautų upių vandenyje pokyčiai įvairaus vandeningumo laikotarpiais, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 13(3): 132–140.
- Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ pakeitimo. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, *Teisės aktų registras*, 2016, Nr. 21814.
- Dėl vandenų srities plėtros 2017–2023 metų programos patvirtinimo. Lietuvos Respublikos Vyriausybė, *Teisės aktų registras*, 2016, Nr. 2348.
- Direktyva 2000/60/EB nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus. 2000. *Europos bendrijų oficialus leidinys Eur-Lex*, Nr. 32013L0039.
- Grimvall, A., et al. 2000. Time scale of nutrient losses from land to sea – a European perspective, *Ecological Engineering* 14: 363–371. [https://doi.org/10.1016/S0925-8574\(99\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S0925-8574(99)00061-0)
- Gužys, S. 2012. Skirtingo intensyvumo žemdirbystės sistemų įtaka azoto išplovimui drėnažu, *Vandens ūkio inžinerija* 41 (61): 46–56.
- Heckrath, G.; Bechmann, M.; Ekholm, P.; Ulen, B.; Djodjic, F.; Andersen, H. E. 2008. Review of indexing tools for identifying high risk areas of phosphorus loss in Nordic catchments, *Journal of Hydrology* 349: 68–87. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.10.039>
- Kilkus, K.; Stonevičius, E. 2011. *Lietuvos vandenų geografija: vadovėlis*. Vilnius. 15 p.
- LST EN ISO 5667-1:2007. *Vandens kokybė. Mėginių ėmimas*. 1 dalis. Mėginių ėmimo programų ir būdų sudarymo nurodymai.
- Nemuno upių baseinų rajonų valdymo planas. 2010. Aplinkos apsaugos agentūra.
- Povilaitis, A. 2015. *Žemių sausinimo poveikis biogeninių medžiagų transformacijoms dirvožemyje ir vandens telkinių taršai*. Kaunas: Akademija. 10 p.
- Stakeliūnaitė, E.; Litvinaitis, A. 2015. Stambaus sutelktojo taršos šaltinio įtaka Neries upės vandens kokybės parametru kaitai, *Aplinkos apsaugos inžinerija* 14: 94–99.
- Tumas, R. 2001. Water ecology: hydrochemical and hydrobiological evaluation of Lithuanian rivers. Water management engineering. Transactions, *Vandens ūkio inžinerija* 14(36): 41–47.

## INFLUENCE OF ŠVENTOJI RIVER WATER QUALITY BY ANTHROPOGENIC ACTIVITIES AND TREND OF NUTRIENTS CONCENTRATIONS CHANGES

L. Šaučiūnas, L. Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė

### Summary

Due to anthropogenic activities, increasing migration of nutrients in the river water is a major factor in determining the quality of surface water. In order to preserve the rivers and other basins of surface water in met condition, it is necessary to take preventive measures that can be scientific water quality research and analysis. According to research, the article analyses the influence of Anykščiai city, as concentrated source of pollution, to Šventoji river water quality. Also, by the influence of meteorological and hydrological conditions changes, multiannual nutrient concentrations trend was analysed, based on the statistical information. The assessment were carried out in July–September of 2016. The photometric analysis was used to determine the concentration of ammonium (NH<sub>4</sub>-N), nitrite (NO<sub>2</sub>-N), nitrate (NO<sub>3</sub>-N), phosphate (PO<sub>4</sub>-P) and dissolved oxygen (O<sub>2</sub>). In order to determine the concentrated source of pollution impact on the investigating river water quality, assessed the changes of concentration before the source of pollution and beyond it, according to the meteorological and hydrological conditions. It was found that total nitrogen (N<sub>b</sub>) and total phosphorus (P<sub>b</sub>) concentrations during the research period beyond Anykščiai, which was assessed as concentrated source of pollution, accordingly increases of 6% and 8%.

**Keywords:** nutrients, concentrated source of pollution, total nitrogen, total phosphorus, anthropogenic activities, photometric analysis, water quality