

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

TARPINĖ ATASKAITA

Užsakovas: **Raseinių rajono savivaldybės administracija**

Temos pavadinimas: **Paviršinių vandens telkinių tyrimų atlikimas**
(Tarpinė ataskaita už 2019 metų II pusmetį)

Mokslo sritis: 04T

2018 m. gegužės 22 d. Sutartis Nr. SR-324 / **17701**

Aplinkos apsaugos instituto direktorius

dr. Tomas Januševičius
(vardas, pavardė, parašas)

Temos vadovė

doc. dr. Jolita Bradulienė

(vardas, pavardė, parašas)

Vykdytojas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos apsaugos institutas

Įmonės kodas: 111950243

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Tel.: 8 5 274 49 47, 8 5 274 47 26

Fax./Tel.: 8 5 274 47 26

VG TU Aplinkos apsaugos instituto direktorius dr. Tomas Januševičius, 8 5 251 21 32

Vykdamt Raseinių rajono savivaldybės paviršinių vandens telkinių tyrimus, bendradarbiauta su:

1. UAB „Vandens tyrimai“ (vykdant programos įgyvendinimą – paviršinio vandens kalio tyrimai).

TURINYS

| | |
|---|----|
| ANOTACIJA..... | 4 |
| ĮVADAS | 5 |
| 1. Paviršinio vandens telkinių tarša ir kokybės parametrai | 6 |
| 2. Paviršinių vandens telkinių tyrimo metodika | 8 |
| 3. Paviršinių vandens telkinių tyrimo rezultatai | 16 |
| 3.1. Paviršinio vandens telkinių temperatūros tyrimo rezultatai | 16 |
| 3.2. Paviršinio vandens telkinių deguonies soties tyrimo rezultatai..... | 17 |
| 3.3. Paviršinio vandens telkinių suspenduotų medžiagų tyrimo rezultatai..... | 18 |
| 3.4. Paviršinio vandens telkinių biocheminio deguonies suvartojimo tyrimo rezultatai..... | 19 |
| 3.5. Paviršinio vandens telkinių fosfato tyrimo rezultatai | 20 |
| 3.6. Paviršinio vandens telkinių nitrito tyrimo rezultatai | 21 |
| 3.7. Paviršinio vandens telkinių nitrato tyrimo rezultatai..... | 22 |
| 3.8. Paviršinio vandens telkinių amonio tyrimo rezultatai | 23 |
| 3.9. Paviršinio vandens telkinių bendrojo fosforo tyrimo rezultatai | 23 |
| 3.10. Paviršinio vandens telkinių bendrojo azoto tyrimo rezultatai | 25 |
| 3.11. Paviršinio vandens telkinių kalio tyrimo rezultatai | 26 |
| IŠVADOS..... | 27 |
| REKOMENDACIJOS | 28 |
| LITERATŪRA | 29 |
| Priedas Nr. 1 | 31 |

ANOTACIJA

Monitoringo programos ataskaitą sudaro 3 skyriai. Paviršinių vandens telkinių monitoringo programa 2019 metais buvo vykdyta Raseinių rajono savivaldybės teritorijoje.

Pirmajame ataskaitos skyriuje pateikiama bendra informacija apie Raseinių rajoną bei paviršinio vandens telkinių taršą ir kokybės parametrus.

Antrajame ataskaitos skyriuje pateikiami paviršinių vandens telkinių (Raseinių I ir II, Viduklės I ir II tvenkinių) tyrimų tikslas, stebimi parametrai, tyrimų metodika, vietų parinkimo principai ir pagrindimas.

Trečiajame ataskaitos skyriuje nagrinėjami įvykdytų paviršinio vandens telkinių (Raseinių I ir II, Viduklės I ir II tvenkinių) tyrimų monitoringo rezultatai (temperatūra (°C); deguonies sotis (ištirpęs deguonis) (mg O₂/l); suspenduotos (skendinčios) medžiagos (mg/l); biocheminis deguonies suvartojimas BDS₇ (mg O₂/l); fosfatas (mgP/l); nitritas (mgN/l); nitratas (mgN/l); amonis (mgN/l); bendrasis fosforas (mgP/l); bendrasis azotas (mgN/l); kalis (mg/l)). Šiame skyriuje taip pat pateikti gauti taršos rezultatai.

Ataskaitos pabaigoje suformuluotos išvados, rekomendacijos ir pateiktas literatūros sąrašas.

IVADAS

Monitoringo tikslas – valdyti savivaldybės teritorijoje aplinkos kokybę, kad atlikus stebėjimus būtų gauta išsamesnė, negu gaunama valstybinio aplinkos monitoringo metu, informacija apie savivaldybių teritorijų gamtinės aplinkos būklę, kuria remiantis būtų galima vertinti ir prognozuoti aplinkos pokyčius bei galimas pasekmes, rengti atitinkamas rekomendacijas, planuoti neigiamo poveikio mažinimo programas bei planus ir įgyvendinti jose numatytas priemones, teikti informaciją specialistams bei visuomenei.

Galiojantys įstatymai apibrėžia šio *monitoringo uždavinius*:

1. Nuolat ir sistemingai stebėti gamtinės aplinkos ir jos elementų būklę:

- a) nustatyti miestų, kaimų, gyvenviečių ir žemės ūkio gamybos antropogeninį poveikį rajono vandens telkiniams;
- b) nustatyti rajono pramonės, energetikos įmonių bei transporto įtaką paviršinio vandens kokybei Raseinių rajono savivaldybėje;
- c) nustatyti antropogeninio poveikio mastą rajono ekosistemai (kurį sukėlė pramonės įmonių paviršinio vandens teršimas).

2. Sisteminti, vertinti ir prognozuoti Raseinių rajono savivaldybės gamtinėje aplinkoje vykstančius savaiminius ir dėl antropogeninio poveikio atsirandančius pokyčius, gamtinės aplinkos kitimo tendencijas ir galimas pasekmes.

3. Kaupti, analizuoti ir teikti valstybinėms institucijoms ir visuomenei informaciją apie gamtinės aplinkos būklę, reikalingą darniam vystymuisi užtikrinti, teritorijų planavimo, socialinės raidos sprendimams priimti, mokslo ir kitoms reikmėms.

4. Analizuoti ir vertinti vykdomų aplinkosaugos priemonių veiksmingumą.

1. PAVIRŠINIO VANDENS TELKINIŲ TARŠA IR KOKYBĖS PARAMETRAI

Paviršinio vandens kokybė priklauso nuo į vandens telkinius patenkančių teršalų kiekio ir jų savybių. Pagrindiniai teršalai patenka su buitinėmis ir gamybinėmis nuotekomis. Raseinių miesto nutekamieji vandenys yra valomi biologinio valymo įrenginiuose. Nuotekų valykla yra rekonstruota ir gali išvalyti nuotekas pagal Europos Sąjungos nustatytus normatyvus. Todėl išleidžiamose nuotekose teršiančių medžiagų koncentracijos neviršija leistinų normų.

Upės vandenyje nemažus kiekius biocheminių medžiagų lemia ne tik miestų ūkio-buities ir gamybinių nuotekų išleidimas, bet ir tarša gaunama su lietaus (paviršinėmis) nuotekomis, sniego tirpimo ir dirvožemio išplovimo vandenimis, kuri nėra tiriami.

Pagrindiniai paviršinių vandens telkinių kokybės parametrai: temperatūra, deguonies sotis (ištirpęs deguonis), suspenduotos (skendinčios) medžiagos; biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇), fosfatai, nitratai, nitritai, amonis, bendrasis fosforas, bendrasis azotas, kalis. Paviršiniame vandenyje yra daug įvairių cheminių neorganinių ir organinių medžiagų, kurios keičia vandens savybes.

Raseinių rajono savivaldybė yra Lietuvos vakarinėje dalyje, 76 km į šiaurės vakarus nuo Kauno miesto. Raseinių rajono teritorija – 157,3 tūkst. ha, iš jų 113,206 tūkst. ha užima žemdirbystės plotai, 23 % – miškai, 4,3 % – miestai ir gyvenvietės, 2,8 % – pramonės įmonės ir keliai, 3,8 tūkst. ha – vandenys, 13,4 tūkst. ha – kitos paskirties plotai.

Raseinių rajone yra 12 seniūnijų (Ariogalos miesto, Ariogalos, Betygalos, Girkalnio, Kalnųjų, Nemakščių, Pajojūkių, Paliepių, Raseinių miesto, Raseinių, Viduklės, Šiluvos). 2010 m. pradžioje Raseinių rajone buvo 38 852 gyventojai (Raseiniuose – 11 584 gyventojų, Ariogaloje – 3 370 gyventojai). 2011 m. pradžioje Raseinių rajone buvo 37 628 gyventojai (Raseiniuose – 11 201 gyventojų, Ariogaloje – 3 227 gyventojai). 2012 m. pradžioje Raseinių rajone buvo 36 846 gyventojai (Raseiniuose – 11 115 gyventojų, Ariogaloje – 3 128 gyventojai). 2013 m. pradžioje Raseinių rajone buvo 36 056 gyventojai (Raseiniuose – 11 033 gyventojų, Ariogaloje – 3 006 gyventojai). 2014 m. pradžioje Raseinių rajone buvo 35 489 gyventojai (Raseiniuose – 10 890 gyventojų, Ariogaloje – 2 939 gyventojai). Rajone dar yra 7 miesteliai, 3 geležinkelio stotys, 597 kaimai.

Raseinių rajoną kerta Europos reikšmės transporto koridorius IXB (Vilniaus–Kauno–Klaipėdos magistralinis kelias), magistralė A12 (Ryga–Kryžkalnis–Tilžė) ir IA geležinkelio koridorius Ryga–Tilžė. Valstybinės reikšmės kelių ilgis Raseinių rajono savivaldybėje, 2006 m. pabaigoje statistikos departamento duomenimis, sudarė 571 km, iš jų su danga – 571 km, su patobulinta danga – 336 km. Vietinės reikšmės kelių ilgis (2013 m. pabaigoje) iš

viso buvo 1349 km, su danga – 1250 km, su patobulinta danga – 182 km, žvyro kelių ilgis – 1068 km.

Didžioji Raseinių rajono savivaldybės dalis yra Rytų Žemaitijos plynaukštėje (prie Kryžkalnio 167 m virš jūros lygio), pietuose plyti Nemuno žemupio žemuma. Pietryčiuose, prie Dubysos, yra žemiausia vieta (30 m virš jūros lygio). Didžiąją rajono teritorijos dalį užima dirbamos žemės ir ganyklos. Didžiausia Raseinių krašto upė – Dubysa. Jos baseino plotas – 2033 km². Yra 15 tvenkinių. Gruntiniai vandenys slūgso 3–5 m gylyje.

Raseinių rajono savivaldybėje yra 15 saugomų teritorijų, iš jų didžiausios – Tytuvėnų regioninis parkas 2089,88 ha, Dubysos regioninis parkas 10234,76 ha, Blinstrubiškio miško biosferos poligonas 2214,98 ha, Blinstrubiškio miškas 2214,98 ha.

2. PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ TYRIMO METODIKA

Svarbiausias paviršinio vandens monitoringo tikslas – periodiškai vykdyti vandens kokybės tyrimus, laiku išsiaiškinti galimus taršos šaltinius ir įspėti apie tai gyventojus.

Svarbiausi uždaviniai:

- **Raseinių I ir II, Viduklės I ir II** tvenkinių numatytose vietose atlikti paviršinio vandens būklės tyrimus;
- Informuoti visuomenę apie atvirų vandens telkinių vandens kokybę.

Stebimi parametrai

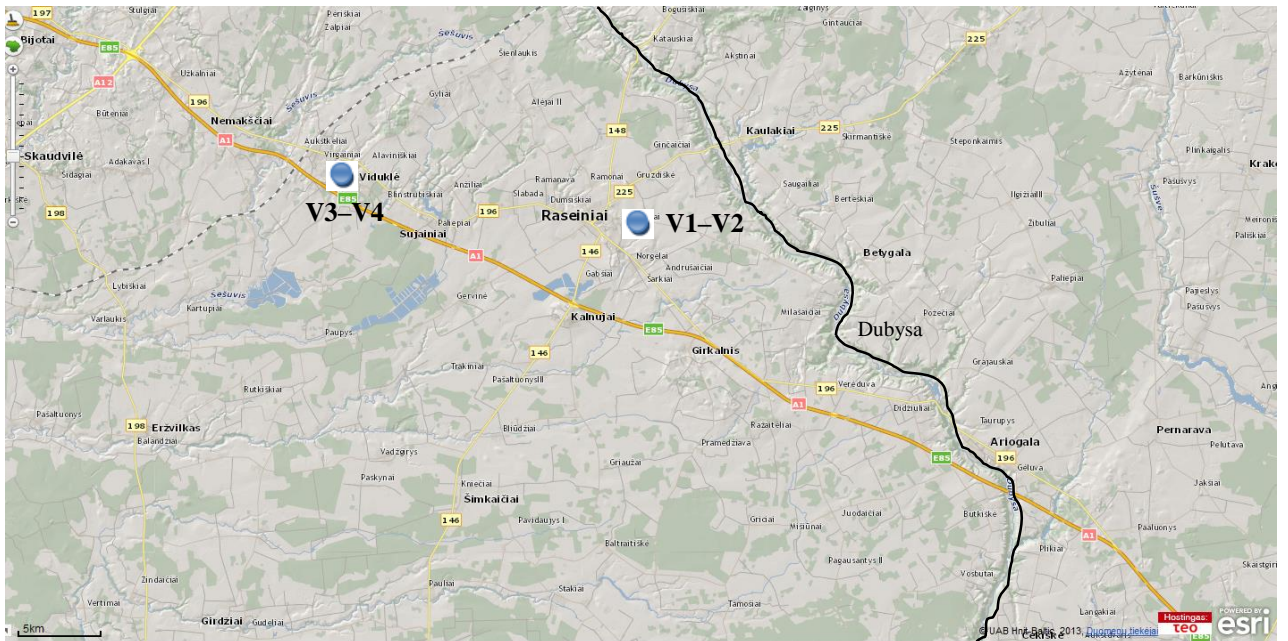
Numatytose vietose Raseinių I ir II, Viduklės I ir II tvenkiniuose tirti šiuos parametrus:

1. Temperatūra (°C);
2. Ištirpęs deguonis O₂ (mg/l O₂);
3. Suspenduotos medžiagos (mg/l);
4. BDS₇ (mg/l O₂);
5. Fosfatai (mg/l PO₄);
6. Nitritai (mg/l NO₂);
7. Nitratai (mg/l NO₃);
8. Amonio jonai (mg/l NH₄);
9. P_{bendras} (mg/l P);
10. N_{bendras} (mg/l N);
11. Kalis (mg/l).

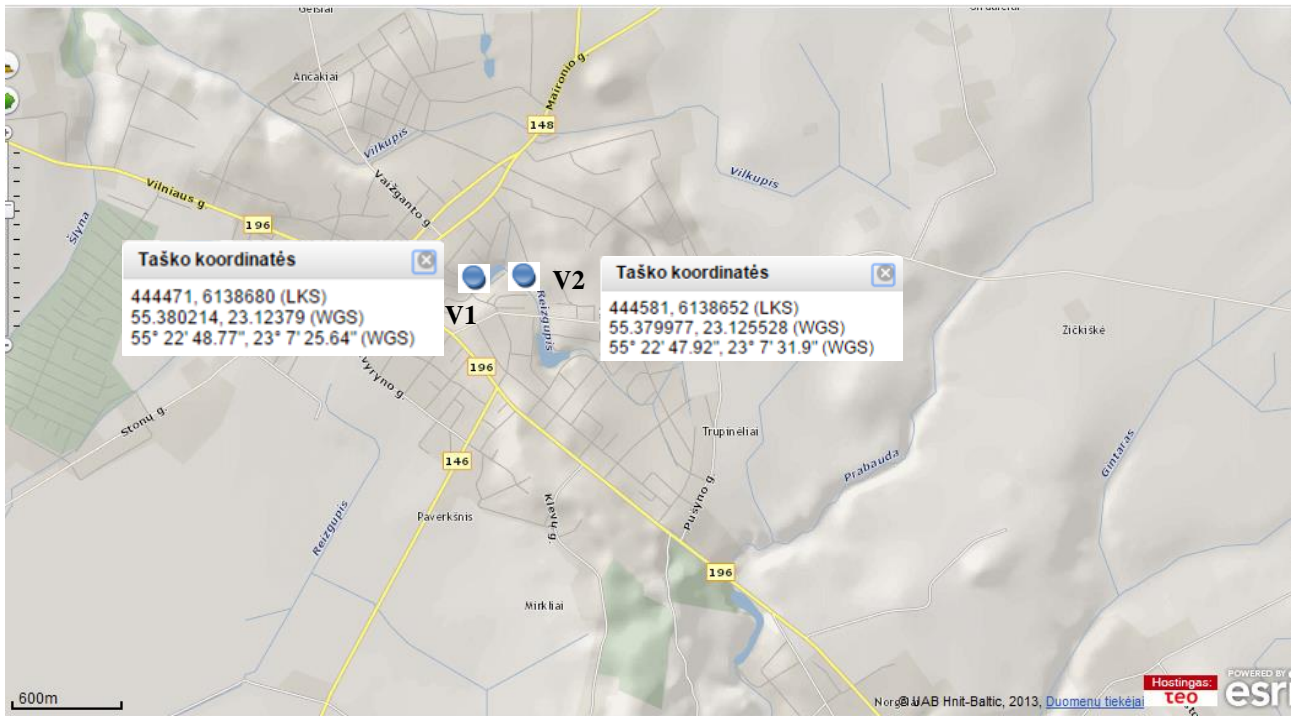
Monitoringo vietų skaičius ir jų išdėstymas

Išsklaidytos ir sutelktos taršos vertinimui parinktos matavimo vietos vandens telkiniuose, kad būtų galima stebėti išvalytų tvenkinių Raseinių (Raseinių I ir II), Viduklės (Viduklės I ir II) miestuose vandens kokybę. Mėginių ėmimo vietos (2.1–2.3 pav.):

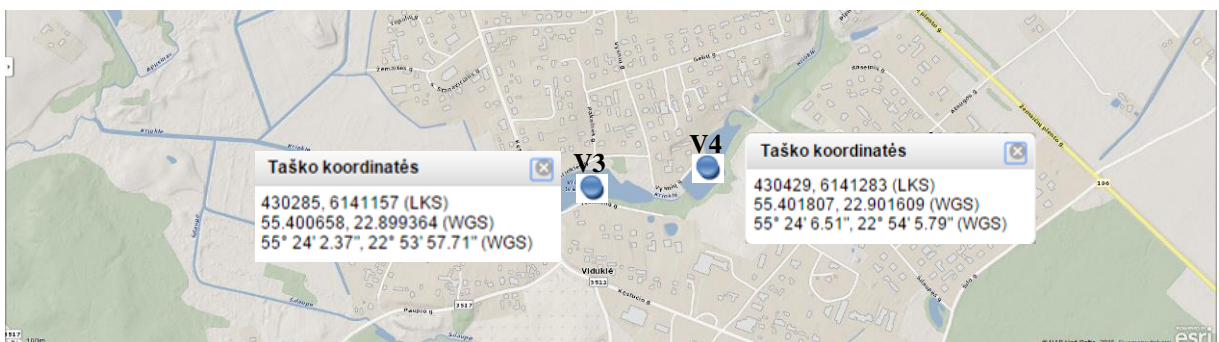
1. Raseinių I tvenkinys [V1];
2. Raseinių II tvenkinys [V2];
3. Viduklės I tvenkinys [V3];
4. Viduklės II tvenkinys [V4].



2.1 pav. ● V1–V7 – Paviršinio vandens monitoringo tyrimo vietų išdėstymo schema Raseinių r. savivaldybėje



2.2 pav. ● V1, V2 – Paviršinio vandens monitoringo tyrimo vietų išsidėstymo schema Raseiniuose



2.3 pav. ● V3, V4 – Paviršinio vandens monitoringo tyrimo vietų išsidėstymo schema Viduklėje

Sanglaudos skatinimo veiksmų programos 3.1 prioriteto „Vietinė ir urbanistinė plėtra, kultūros paveldo ir gamtos išsaugojimas bei pritaikymas turizmo plėtrai“, 3.1.4 uždavinio „Skatinti gamtos išteklių (visų pirma vandens išteklių bei kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės) išsaugojimą, sudarant sąlygas efektyviam jų pritaikymui gyventojų ir ūkio reikmėms“ priemone VP3-1.4-AM-04-R „Vandens telkinių būklės gerinimas“ įgyvendino projektą „Raseinių miesto I ir II tvenkinių išvalymas“. Projekto vykdymo metu pašalintas tvenkinių dugne susikaupęs dumblas bei vandens augmenija (nendrės, meldai). Projektas vykdytas 2013 m. liepos mėn. – 2014 m. rugsėjo mėn. Norint įvertinti Raseinių I [V1] ir Raseinių II [V2] tvenkinių kokybę, mėginiai tyrimams iš šių vietų imami iki 2020 m. kovo mėnesio (2.4 ir 2.5 pav.).



2.4 pav. Raseinių I tvenkinio [V1] vandens mėginio ėmimo vieta



2.5 pav. Raseinių II tvenkinio [V2] vandens mėginio ėmimo vieta

Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Aplinkos projektų valdymo agentūra ir Raseinių rajono savivaldybės administracija 2013 m. pasirašė projekto Nr. VP3-1.4-AM-04-R-21-014 „Viduklės miestelio tvenkinių išvalymas“ finansavimo ir administravimo sutartį, kuriai finansavimas buvo skirtas pagal Sanglaudos skatinimo veiksmų programos 1 prioriteto „Vietinė

ir urbanistinė plėtra, kultūros paveldo ir gamtos išsaugojimas bei pritaikymas turizmo plėtrai“ VP3-1.4-AM-04-R priemonę „Vandens telkinių būklės gerinimas“. Įgyvendinamo projekto tikslas yra išvalyti Viduklės miestelio I ir II tvenkinius nuo susikaupusio dumblo (apie 4800 m³) ir sutvarkyti jų krantus. Projektas vykdytas 2013 m. liepos mėn. – 2014 m. rugsėjo mėn. Norint įvertinti Viduklės I [V3] ir Viduklės II [V4] tvenkinių kokybę, mėginiai tyrimams iš šių vietų imami iki 2020 m. kovo mėnesio (2.6 ir 2.7 pav.).



2.6 pav. Viduklės I tvenkinio [V3] vandens mėginio ėmimo vieta



2.7 pav. Viduklės II tvenkinio [V4] vandens mėginio ėmimo vieta

Vandens mėginiai tyrimams iš paviršinių vandens telkinių (tvenkinių) buvo imami kartą per ketvirtį:

- 2019 m. liepos 8 d.
- 2019 m. spalio 14 d.

Vandens temperatūra matuojama vandens mėginio pasėmimo vietoje pamerkus termometrą į vandens telkinį. Jei to negalima padaryti, temperatūra matuojama butelyje (tūris ne mažesnis kaip 1 l), tuoj pat pasėmus vandenį (2.8 pav.). Prieš mėginio sėmimą indas palaikomas vandenyje, kad indo temperatūra susilygintų su vandens temperatūra. Termometras pamerkiamas į vandenį, laikomas 5–10 min., kol gyvsidabrio stulpelis nusistovi.



2.8 pav. Vandens mėginio temperatūros matavimas ėmimo vietoje

Vandens telkinių kokybę vertinama pagal jos atitikimą DLK, nustatytomis aplinkos ministro 2014 m. rugsėjo 15 d. įsakymu Nr. D1-739 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo pakeitimo“ (Teisės aktų registras, Nr. 2014-12419) (paskutinis papildymas Teisės aktų registras, 2014, Nr. 2014-15745) ir aplinkos ministro 2011 m. vasario 18 d. įsakymu Nr. D1-144 „Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo pakeitimo“ (Žin., 2011, Nr. 23-1115).

2.1 lentelėje pateikiami paviršinių vandens telkinių nustatymo metodai.

2.1 lentelė. Paviršinių vandens telkinių nustatymo metodai

| Eil. Nr. | Tiriami parametrai | Tyrimo metodas | Nuorodos į dokumentus |
|----------|------------------------|---|---|
| 1. | Mėginių paėmimas | – | LST EN ISO 5667-6:2017 LST EN ISO 5667-3:2013 |
| 2. | Temperatūra | Instrumentinis | Unifikuoti nuotekų ir paviršinių vandenų kokybės tyrimų metodai. 1 dalis. Cheminiai analizės metodai. Vilnius. 1994 |
| 3. | Ištirpęs deguonis | Elektrocheminis | LST EN ISO 5814:2012 |
| 4. | Suspenduotos medžiagos | Svorio, košiant pro stiklo pluošto koštuvą | LST EN 872:2005 |
| 5. | BDS7 | Elektrocheminis | LST EN 1899-2:2000 |
| 6. | Fosfatai | Spektrometrinis, vartojant amonio molibdatą | LST EN ISO 6878:2004 |
| 7. | Nitritai | Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas | LST EN 26777:1999 |
| 8. | Nitratai | Spektrometrinis | LST EN ISO 13395:2000 |
| 9. | Amonio jonai | Spektrometrinis | LST ISO 7150-1:1998 |
| 10. | Pbendras | Spektrometrinis, vartojant amonio molibdatą | LST EN ISO 6878:2004 |

| Eil. Nr. | Tiriami parametrai | Tyrimo metodas | Nuorodos į dokumentus |
|----------|--------------------|---|-------------------------|
| 11. | Nbendras | Spektrometrinis, mineralizuojant peroksodisulfatu | LST EN ISO 11905-1:2000 |
| 12. | Kalis | Spektrometrinis | LST ISO 9964-2:1998 |

Paaškinimai:

1. LST EN ISO 5667-6:2017. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 6 dalis. Nurodymai, kaip imti mėginius iš upių ir upelių.
2. LST EN ISO 5667-3:2013. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3 dalis. Vandens mėginių konservavimas ir tvarkymas (ISO 5667-3:2012).
3. LST EN ISO 5814:2012. Vandens kokybė. Ištirpusio deguonies nustatymas. Elektrocheminio zondo metodas (ISO 5814:2012)
4. LST EN 872:2005. Vandens kokybė. Suspenduotų medžiagų nustatymas. Košimo pro stiklo pluošto koštuvą metodas.
5. LST EN 1899-2:2000. Vandens kokybė. Biocheminio deguonies suvartojimo per n parų (BDS<(Index)n>) nustatymas. 2 dalis. Neskiestų mėginių metodas (ISO 5815:1989, modifikuotas).
6. LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą (ISO 6878:2004).
7. LST EN 26777:1999. Vandens kokybė. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas (ISO 6777:1984).
8. LST EN ISO 13395-2000. Vandens kokybė. Nitritų azoto, nitratų azoto ir jų sumos analizuojant srautą (CFA ir FIA) nustatymas ir spektrometrinis aptikimas (ISO 13395:1996).
9. LST ISO 7150-1:1998. Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas. 1 dalis. Rankinis spektrometrinis metodas.
10. LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą (ISO 6878:2004).
11. LST EN ISO 11905-1:2000. Vandens kokybė. Azoto nustatymas. 1 dalis. Oksidacinio mineralinimo peroksodisulfatu metodas (ISO 11905-1:1997).
12. LST ISO 9964-2:1998. Vandens kokybė. Natrio ir kalio nustatymas. 2 dalis. Kalio nustatymas atominės absorbcijos spektrometriniu metodu.

Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinės vertės pateiktos 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinės vertės. Mėginių ėmimo metodai ir dažnis (Žin., 2011, Nr. 23-1115)

| Eil. Nr. | Kokybės rodiklis | Ribinė vertė vandens telkiniams | | Tyrimo metodas | Pastabos |
|----------|--|--|--|---|---|
| | | Lašišiniams | Karpiniams | | |
| 1. | Temperatūra (°C) | 1. Temperatūra pasroviui nuo terminės taršos šaltinio susi-maišymo zonos gale (500 m pasroviui nuo šaltinio), lyginant su temperatūra aukščiau terminės taršos šaltinio, neturi padidėti daugiau kaip: | | Matavimas termometru | Matuojama prieš srovę ir pasroviui (500 m pasroviui) nuo terminės taršos šaltinio. |
| | | 1,5 °C | 3 °C | | |
| | | 2. Pasroviui nuo terminės taršos šaltinio susimaišymo zonos gale temperatūra neturi viršyti: | | | |
| | | 21,5 °C (O) 10 °C* (O) | 28 °C (O) 10 °C* (O) | | |
| | | * 10 °C temperatūros apribojimas taikomas tik tuo laikotarpiu, kai neršia Aprašo 5.2 ir 5.3 punktuose nurodytų rūšių žuvis, taip pat vėgėlės (<i>Lota lota</i>) ir stintos (<i>Osmerus eperlanus</i>), ir tik tiems vandenims, kuriuose gali gyventi minėtų rūšių žuvis. | | | |
| 2. | Ištirpęs deguonis (mg/l O ₂) | ≥ 9 mg/l O ₂ (minimali koncentracija 6 mg/l O ₂) | ≥ 7 mg/l O ₂ (minimali koncentracija 4 mg/l O ₂) | Jodometrinis arba elektrocheminis | Jei O ₂ koncentracija yra mažesnė už minimalią, reikia nedelsiant imtis priemonių priežastims pašalinti. |
| 3. | Suspenduotos medžiagos (mg/l) | ≤ 25 (O) | ≤ 25 (O) | Košimas per stiklo pluošto koštuvą | Dėl potvynių suspenduotų medžiagų koncentracijos gali labai padidėti. |
| 4. | BDS ₇ (mg/l O ₂) | ≤ 4 | ≤ 6 | Jodometrinis arba elektrocheminis | |
| 5. | Fosfatai (mg/l PO ₄) | ≤ 0,2 | ≤ 0,4 | Molekulinės absorbcijos spektrometrinis | Nustatoma tik ežerų vandenyje. |
| 6. | Nitritai (mg/l NO ₂) | ≤ 0,1 | ≤ 0,15 | Molekulinės absorbcijos spektrometrinis | |
| 7. | Amonio jonai (mg/l NH ₄) | ≤ 1 | ≤ 1 | Spektrofotometrinis | |

(O) – kokybės rodiklio verčių nuokrypiai yra galimi dėl nepaprastų oro arba ypatingų geografinių sąlygų.

2.3 lentelė. Pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) (Įsakymo Nr. D1-739, 2014 09 15, Teisės aktų registras, Nr. 2014-12419)

| Medžiagų grupės pavadinimas | Medžiagos pavadinimas | Matavimo vienetas | DLK, į nuotekų surinkimo sistemą | DLK, į gamtinę aplinką | Ribinė koncentracija į gamtinę aplinką |
|-----------------------------|---|-------------------|----------------------------------|------------------------|--|
| Kitos medžiagos | Bendras azotas | mg/l | 100 | 30 | 12 |
| | Nitritai (NO ₂ -N)/NO ₂ | mg/l | - | 0,45/1,5 | 0,09/0,3 |
| | Nitratai (NO ₃ -N)/NO ₃ | mg/l | - | 23/100 | 9/39 |
| | Amonio azotas (NH ₄ -N) | mg/l | - | 5/6,43 | 2/2,57 |
| | Bendras fosforas | mg/l | 20 | 4 | 1,6 |
| | Fosfatai (PO ₄ -P)/PO ₄ | mg/l | - | - | - |

Tvenkinių ekologinis potencialas yra vertinamas pagal fizikinį-cheminį kokybės elementą – bendrus duomenis (maistingąsias medžiagas) apibūdinančius rodiklius: bendrąjį azotą (N_b) ir bendrąjį fosforą (P_b). Pagal paviršinio vandens sluoksnio mėginių kiekvieno rodiklio vidutinę metų vertę vandens telkinys priskiriamas vienai iš penkių ekologinio potencialo klasių (2.4 lentelė).

2.4 lentelė. Tvenkinių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (Žin., 2010, Nr. 29-1363)

| Eil. Nr. | Rodiklis | Ekologinio potencialo klasių kriterijai pagal fizikinio-cheminio kokybės elemento rodiklių vertes | | | | |
|----------|-----------------------|---|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | Maksimalus | Geras | Vidutinis | Blogas | Labai blogas |
| 1 | N _b , mg/l | <2,00 | 2,00–3,00 | 3,01–6,00 | 6,01–12,00 | >12,00 |
| 2 | P _b , mg/l | <0,100 | 0,100–0,140 | 0,141–0,230 | 0,231–0,470 | >0,470 |

Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymu Nr. D1-210 (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 m. kovo 4 d. įsakymo Nr. D1-178 redakcija; Žin. 2010, Nr. 29-1363).

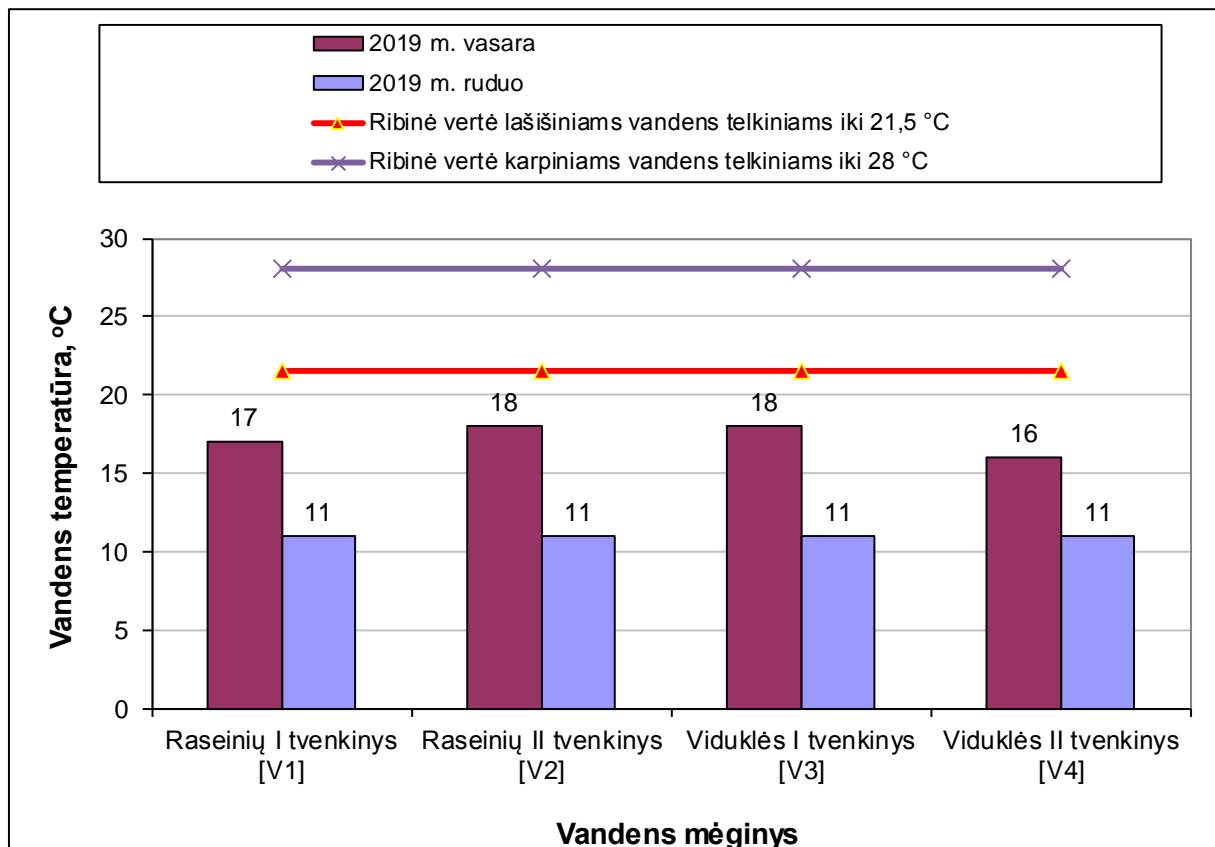
3. PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ TYRIMO REZULTATAI

Vasaros sezono metu paviršinio vandens mėginiai Raseinių r. buvo imti liepos 8 d. Mėginių ėmimo dieną oro temperatūra buvo 13 °C. Rudens sezonu mėginiai imti spalio 14 d., o aplinkos temperatūra buvo 16 °C.

3.1. Paviršinio vandens telkinių temperatūros tyrimo rezultatai

Paviršinio vandens temperatūrą lemia oro temperatūra. Vanduo lėtai įšyla ir atvėsta. Tokie temperatūrų svyravimai lemia skirtingą ištirpusio deguonies kiekį vandenyje.

Imant paviršinio vandens telkinio mėginį, buvo matuojama temperatūra. Šie duomenys pateikiami 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Paviršinio vandens telkinio temperatūra

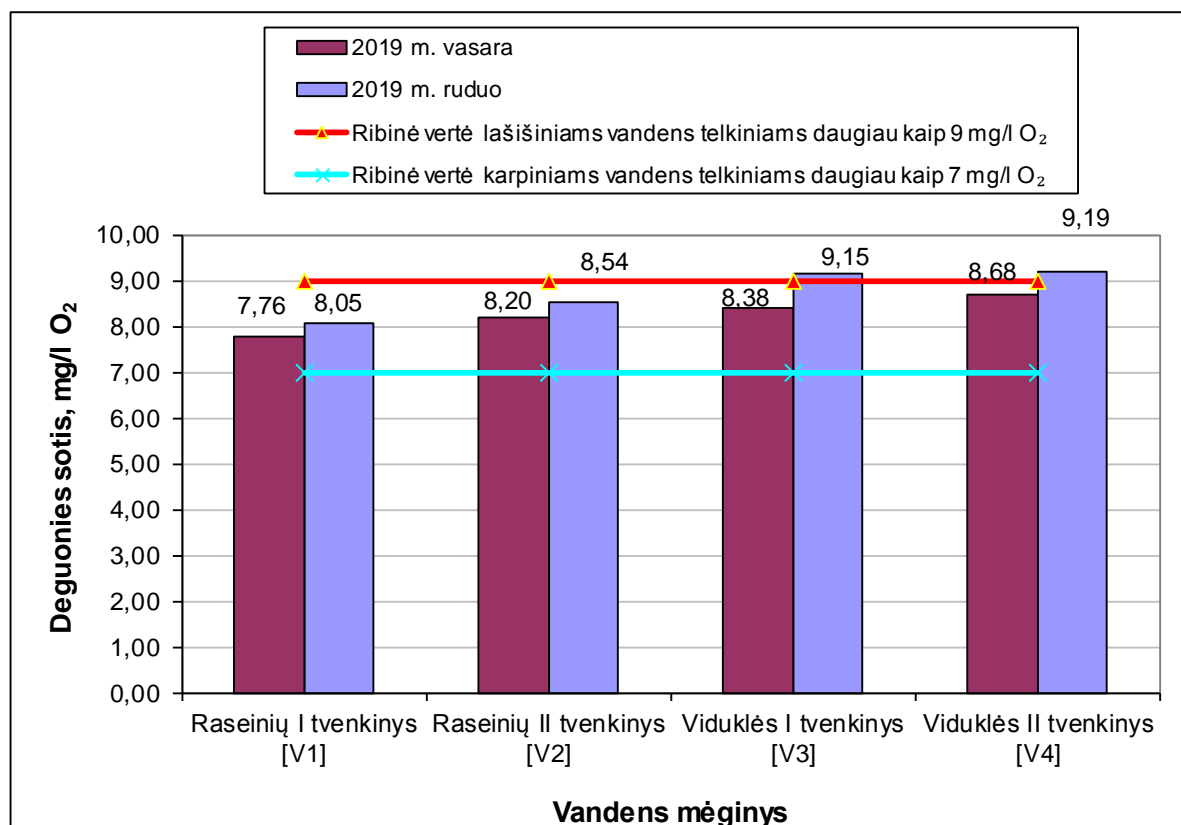
Kaip matyti iš 3.1 paveikslo, visuose mėginiuose vandens temperatūra atitiko ribinę vertę *karpiniams* (iki 28 °C) ir *lašišiniams* (iki 21,5 °C) vandens telkiniams. Mėginių ėmimo metu aplinkos oro temperatūra buvo liepos mėnesį apie 13 °C, spalio – apie 16 °C.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio temperatūros vertės mėginiuose buvo: V1 – 14,0 °C; V2 – 14,5 °C; V3 – 14,5 °C; V4 – 13,5 °C. Mažiausia tiriamojo laikotarpio temperatūros vertė nustatyta Viduklės II tvenkinyje [V4].

3.2. Paviršinio vandens telkinių deguonies soties tyrimo rezultatai

Deguonies sotis priklauso nuo temperatūros, dalinio deguonies slėgio ir druskingumo. Deguonies soties analizės vertę gali sąlygoti eutrofikacija (t. y. spartus dumblių ir mikroorganizmų dauginimasis, kurio pasekmė deguonies trūkumas vandenyje esantiems gyvūnams). Pagal cheminius vandens kokybės parametrus – tai dažniausiai kokybės reikalavimų neatitinkanti analizė. Daugiausiai deguonies suvartojama organinei medžiagai biochemikai oksiduoti. Deguonies kiekis gali didėti ir dėl humusinių medžiagų gausos. Ištirpęs vandenyje deguonis yra molekulių (O_2) pavidalo. Deguonies tirpumas vandenyje priklauso nuo temperatūros: jai krintant, tirpumas didėja. Deguonis vandenyje yra ne tik gaminamas, bet ir vartojamas organinėms bei kai kurioms mineralinėms medžiagoms oksiduoti bei vandens organizmams kvėpuoti. Daugiau deguonies suvartojama kylant temperatūrai, gausėjant bakterijų bei kitų vandens organizmų, didėjant chemiškai bei biochemiškai skaidomų medžiagų koncentracijai.

Deguonies soties tyrimo rezultatai pateikti 3.2 paveiksle.



3.2 pav. Deguonies sotis paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.2 paveikslo, deguonies soties ribinę vertę *karpiniams* vandens telkiniams (daugiau kaip 7 mg/l O_2) atitiko visi mėginiai, o *lašišiniams* vandens telkiniams (daugiau kaip 9 mg/l O_2) atitiko tik mėginiai, imti Viduklės tvenkiniuose [V3] ir [V4] rudenį.

Ištirpusio deguonies koncentracija priklauso ir nuo vandens temperatūros – šaltesniame vandenyje deguonies gali ištirti daugiau. Jei O₂ koncentracija yra mažesnė už minimalią (laišiniams – mažiau 6 mg/l O₂, karpiniams – mažiau 4 mg/l O₂), reikia imtis priemonių priežastims pašalinti: naudojami tokie vandens prisotinamieji deguonimi būdai: vandens maišymas, aeracija, vandens telkinių tręšimas su tikslu stimuliuoti fotosintezės procesą, mažinama žuvies maitinimo norma, kalkinamas tvenkinių vanduo.

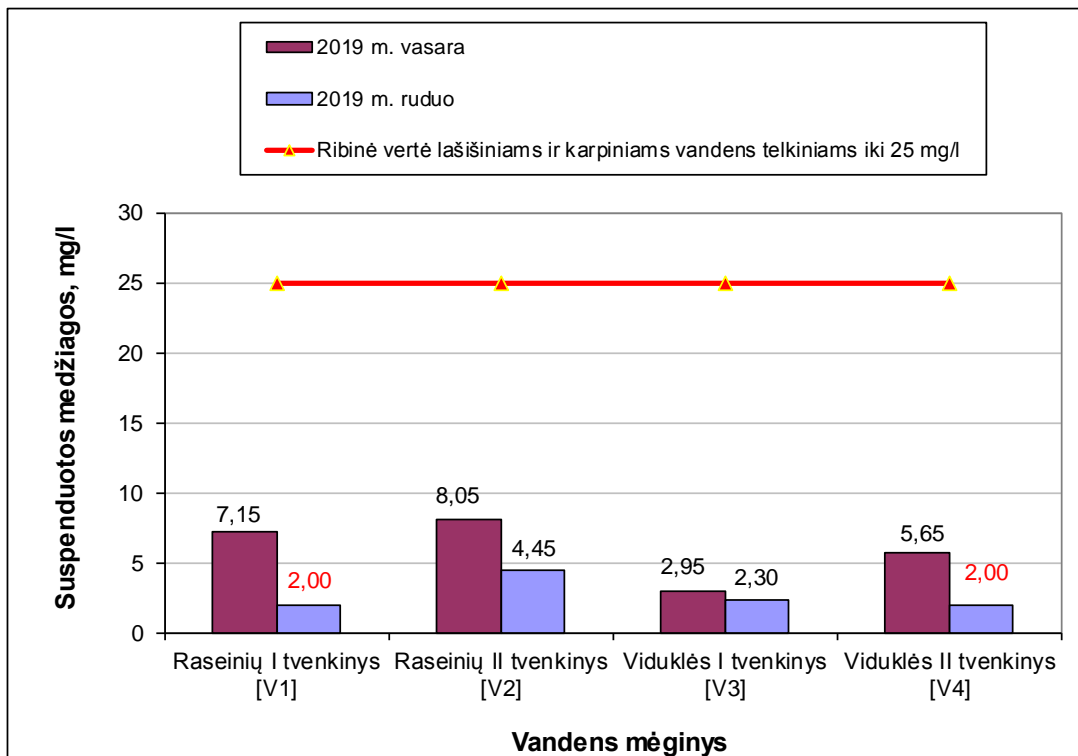
2019 metų II pusmečio vandens telkinio deguonies soties vertės mėginuose buvo: V1 – 7,91 mg/l O₂; V2 – 8,37 mg/l O₂; V3 – 8,77 mg/l O₂; V4 – 8,94 mg/l O₂.

3.3. Paviršinio vandens telkinių suspenduotų medžiagų tyrimo rezultatai

Skendinčios (suspenduotos) medžiagos – medžiagos, sulaikomos košiant apibrėžtomis sąlygomis. Jų kiekis vandenyje priklauso nuo antropogeninių sąlygų, gali sukelti fizinius, cheminius ir biologinius pokyčius paviršiniame vandenyje.

Visos vandenyje esančios medžiagos skirstomos į ištirpusias ir netirpias. Netirpios medžiagos būna nusėdusios, pakibusios (suspenduotos) ir išplaukiančios (putos, plėvelės). Dėl vandenyje esančių suspenduotų (skendinčių) medžiagų atsiranda vandens drumstumas. Drumstumas yra vandens mėginio sklaidančių ir sugeriančių šviesos srautą savybių išraiška.

Suspenduotų medžiagų tyrimo rezultatai pateikti 3.3 paveiksle.



3.3 pav. Suspenduotos medžiagos paviršiniame vandens telkinyje (raudonai pažymėta reikšmė yra mažesnė nei metodo nustatymo reikšmė)

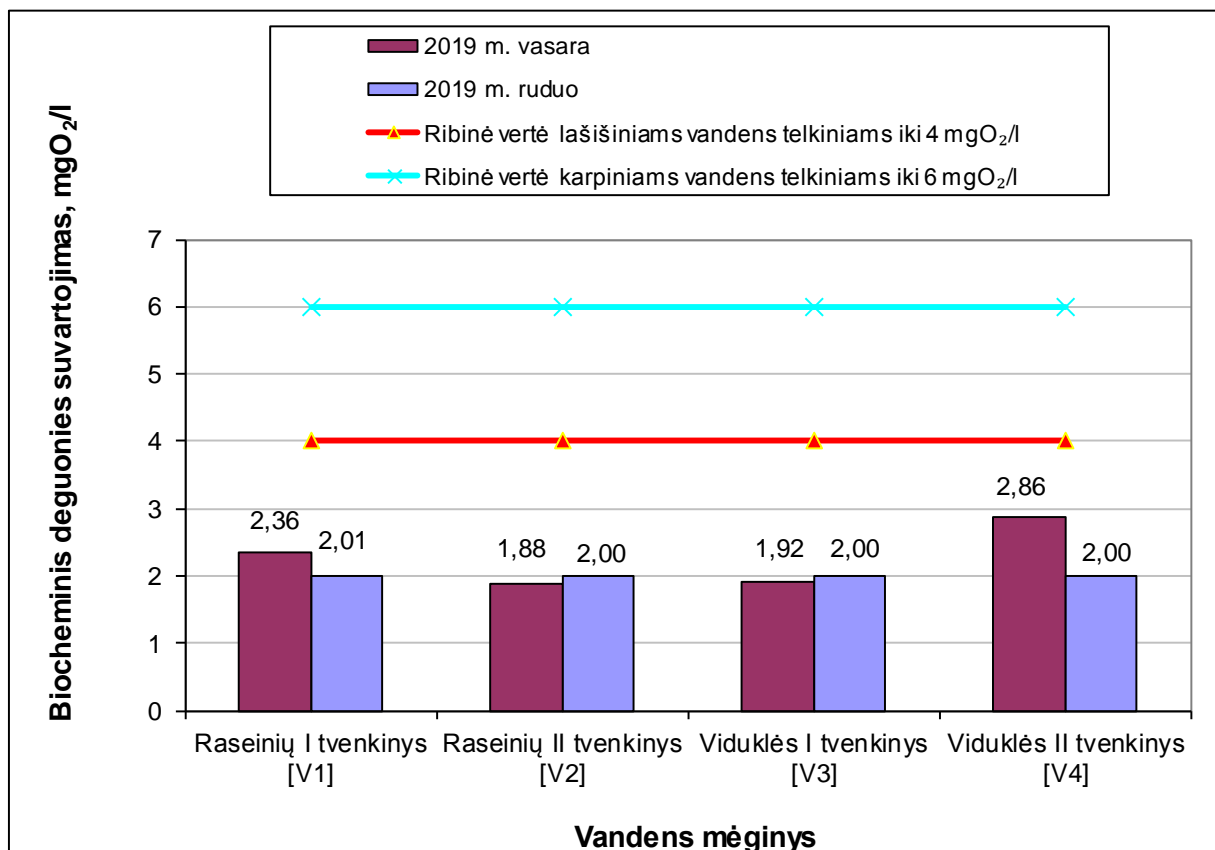
Kaip matyti iš 3.3 paveikslo, suspenduotų medžiagų ribinė vertė *lašišiniams ir karpiniams* vandens telkiniams (iki 25 mg/l) atitiko visuose mėginiuose.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio suspenduotų medžiagų vertės mėginiuose buvo: V1 – 4,58 mg/l; V2 – 6,25 mg/l; V3 – 2,63 mg/l; V4 – 3,83 mg/l.

3.4. Paviršinio vandens telkinių biocheminio deguonies suvartojimo tyrimo rezultatai

Netiesiogiai apie organinių medžiagų kiekį vandenyje galima spręsti ir pagal biocheminį deguonies suvartojimą (BDS). Biocheminis deguonies suvartojimas tiesiogiai lemia ištirpusio deguonies kiekį upėse ir upeliuose. Kuo greičiau deguonis sunaudojamas upeliuose, tuo didesnis biocheminio deguonies kiekis būna vandenyje. Tai reiškia, kad vandenyje yra per maža ištirpusio deguonies koncentracija, lemianti neigiamą poveikį vandens organizmams.

Biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) tyrimo rezultatai pateikti 3.4 paveiksle.



3.4 pav. Biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇) paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.4 paveikslo, ribinė vertė *lašišiniams* (iki 4 mgO₂/l) ir *karpiniams* (iki 6 mgO₂/l) vandens telkiniams atitiko visuose tirtuose mėginiuose.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) vertės mėginiuose buvo: V1 – 2,2 mgO₂/l; V2 – 1,9 mgO₂/l; V3 – 2,0 mgO₂/l; V4 – 2,4 mgO₂/l.

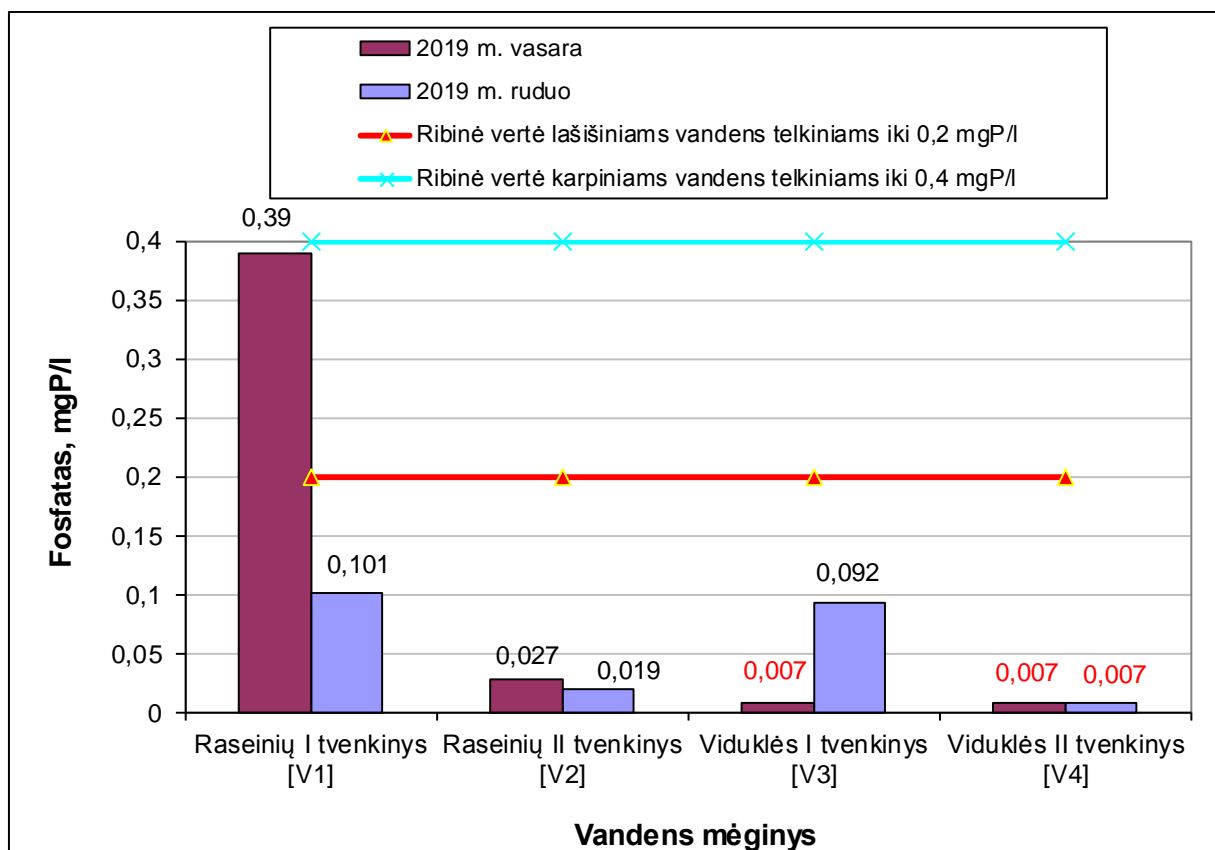
3.5. Paviršinio vandens telkinių fosfato tyrimo rezultatai

Nitratai ir fosfatai yra pagrindinės augalų maistinės (biogeninės) medžiagos, tačiau jų kaita upių vandenyje yra skirtinga.

Fosfatų kiekiai vegetacijos metu padidėja. Šios tendencijos rodo, kad fosfatų perteklius yra sietinas su upių tarša buitinėmis nuotekomis. Jai būdingas „praskiedimo“ efektas – didėjant nuotėkiui, koncentracijos mažėja. Upėse, kur taškinė tarša nevyksta, tokia didelė fosforo junginių kiekio kaita nebūdinga.

Fosfatų koncentracija natūraliuose paviršiniuose vandenyse paprastai yra šimtųjų ar net tūkstantųjų miligramo dalių dydžio, tačiau teršiamuose vandenyse gali siekti ir kelis mg/litre.

Fosfato tyrimo rezultatai pateikti 3.5 paveiksle.



3.5 pav. Fosfatas paviršiniame vandens telkinyje (raudonai pažymėta reikšmė yra mažesnė nei metodo nustatymo reikšmė)

Kaip matyti iš 3.5 paveikslo, ribinė vertė *karpiniams* (iki 0,4 mgP/l) vandens telkiniams atitiko visuose mėginiuose, *lašišiniams* (iki 0,2 mgP/l) vandens telkiniams neatitiko mėginys, imtas [V1] Raseinių I tvenkinyje vasaros metu.

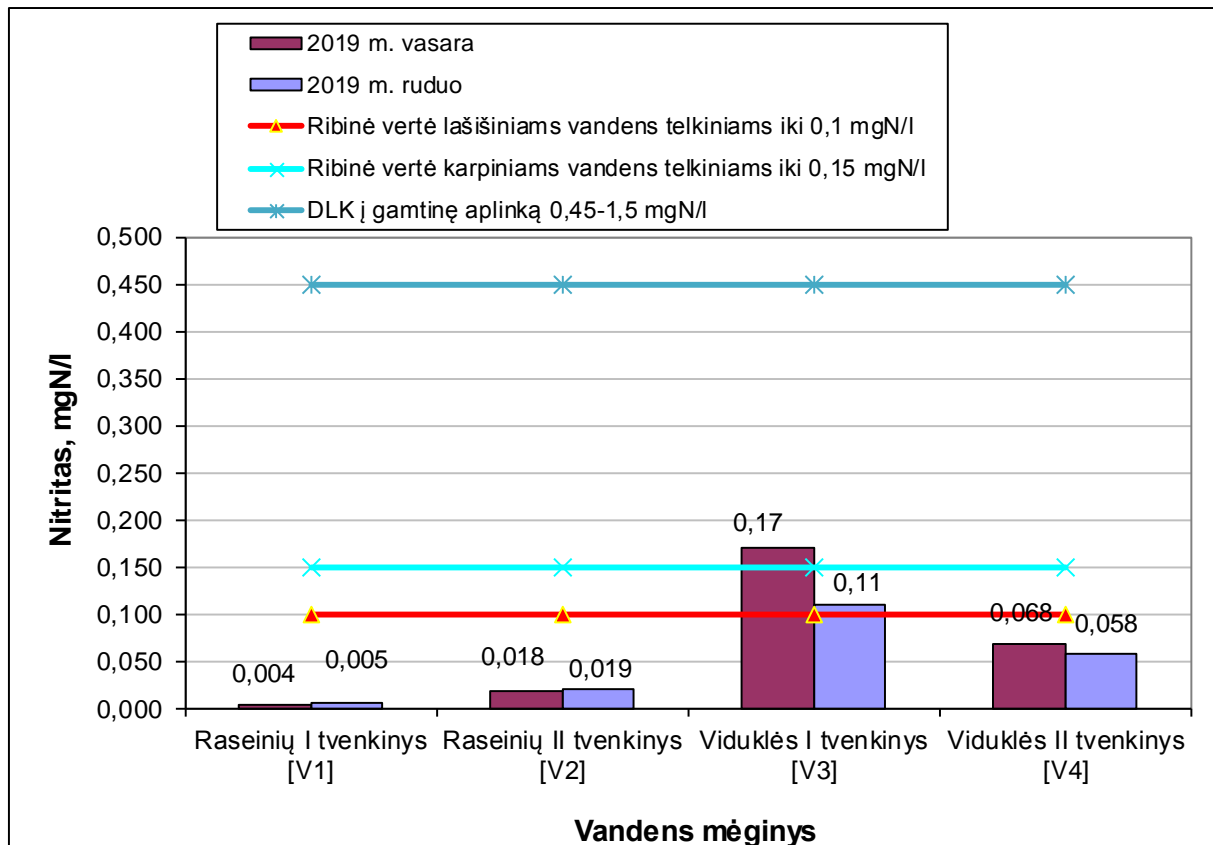
2019 metų II pusmečio vandens telkinio fosfato vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,246 mgP/l; V2 – 0,023 mgP/l; V3 – 0,050 mgP/l; V4 – 0,007 mgP/l.

3.6. Paviršinio vandens telkinių nitrito tyrimo rezultatai

Kadangi nitritų ir amonio azoto jonai susiję su mažai oksiduotų organinių junginių gausa, jų padidėjimas upių vandenyje rodo „šviežią“ taršą.

Nitritų koncentracija gamtiniame vandenyje dėl jų nepatvarumo yra labai nedidelė. Švariam vandenyje jie analitiškai neaptinkami arba randamos tik tūkstantosios miligramo dalys. Šiek tiek daugiau jų randama pasibaigus vegetacijai, kai prasideda organinių medžiagų irimas. Nitritai yra tarpinė nitrifikacijos proceso grandis. Padidėjusi jų koncentracija vandenyje rodo, kad vandens užterštumas yra didelis, savaiminis apšvalymo procesas sutrikęs, nitrifikacijos procesas nevyksta iki galo. Nitritai yra svarbus gamtinio vandens sanitarinės būklės rodiklis.

Nitrito tyrimo rezultatai pateikti 3.6 paveiksle.



3.6 pav. Nitritas paviršiniame vandens telkinyje. DLK į gamtinę aplinką 0,45–1,5 mgN/l

Kaip matyti iš 3.6 paveikslo, nitrito DLK į gamtinę aplinką žemutinė riba (0,45 mgN/l) ir viršutinė riba (1,5 mgN/l) vandens telkiniams nė karto nebuvo viršyta.

Ribinė vertė *karpiniams* (iki 0,15 mgN/l) vandens telkiniams viršyta viename mėginyje, imtame Viduklės I tvenkinyje [V3] vasaros metu.

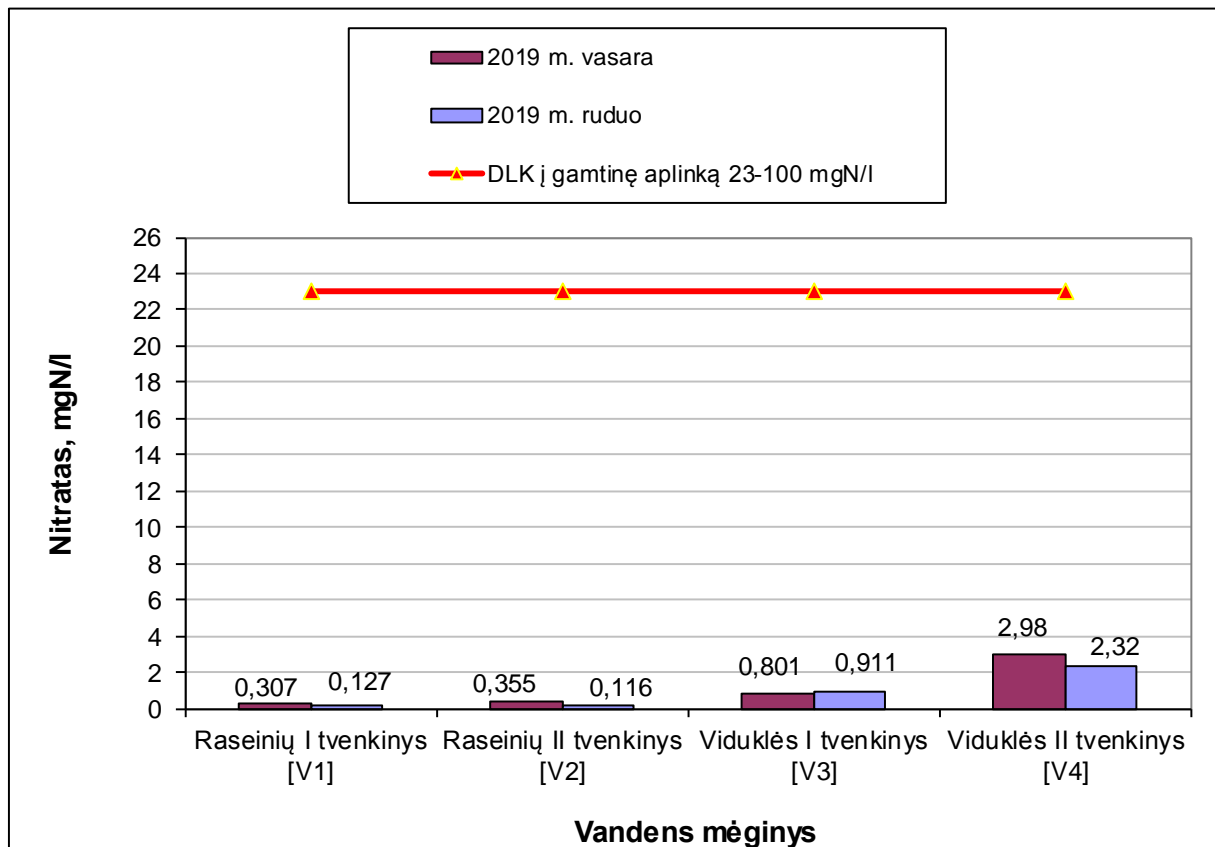
Ribinė vertė *laišiniams* (iki 0,1 mgN/l) vandens telkiniams viršyta vienoje vietoje (Viduklės I tvenkinyje [V3]) vasarą ir rudenį.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio nitrito vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,005 mgN/l; V2 – 0,019 mgN/l; V3 – 0,140 mgN/l; V4 – 0,063 mgN/l.

3.7. Paviršinio vandens telkinių nitrato tyrimo rezultatai

Nitratai yra viena iš pagrindinių augalų maistinių (biogeninių) medžiagų. Nitratai yra patvariausi iš visų neorganinių azoto junginių. Vegetacijos periodu vandenyje jų yra tik dešimtosios miligramo dalys arba visai jų nerandama, o žiemą koncentracija gali padidėti iki kelių miligramų litre vandens.

Nitrato tyrimo rezultatai pateikti 3.7 paveiksle.



3.7 pav. Nitratas paviršiniame vandens telkinyje

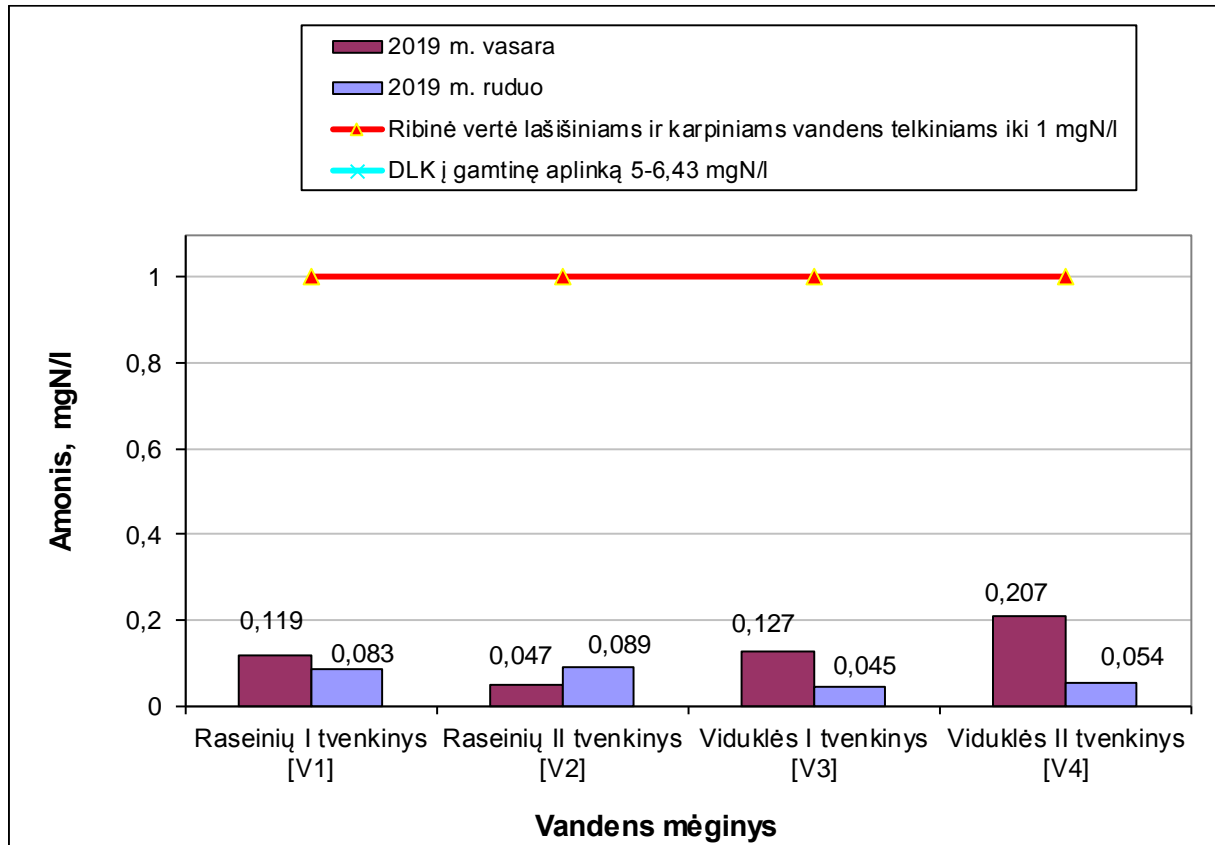
Kaip matyti iš 3.7 paveikslo, visuose tirtuose mėginiuose nitrato kiekis nesiekė žemiausios nustatytos DLK į gamtinę aplinką vertės (23 mgN/l).

2019 metų II pusmečio vandens telkinio nitrato vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,22 mgN/l; V2 – 0,24 mgN/l; V3 – 0,86 mgN/l; V4 – 2,65 mgN/l.

3.8. Paviršinio vandens telkinių amonio tyrimo rezultatai

Kaip jau minėta, kadangi nitritų ir amonio azoto jonai susiję su mažai oksiduotų organinių junginių gausa, jų padidėjimas upių vandenyje rodo „šviežią“ taršą.

Amonio tyrimo rezultatai pateikti 3.8 paveiksle.



3.8 pav. Amonis paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.8 paveikslo, ribinė vertė *lašišiniams* ir *karpiniams* vandens telkiniams (iki 1 mgN/l), DLK į gamtinę aplinką (5–6,43 mgN/l) neviršyta nė viename tirtame mėginyje.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio amonio vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,101 mgN/l; V2 – 0,068 mgN/l; V3 – 0,086 mgN/l; V4 – 0,131 mgN/l.

3.9. Paviršinio vandens telkinių bendrojo fosforo tyrimo rezultatai

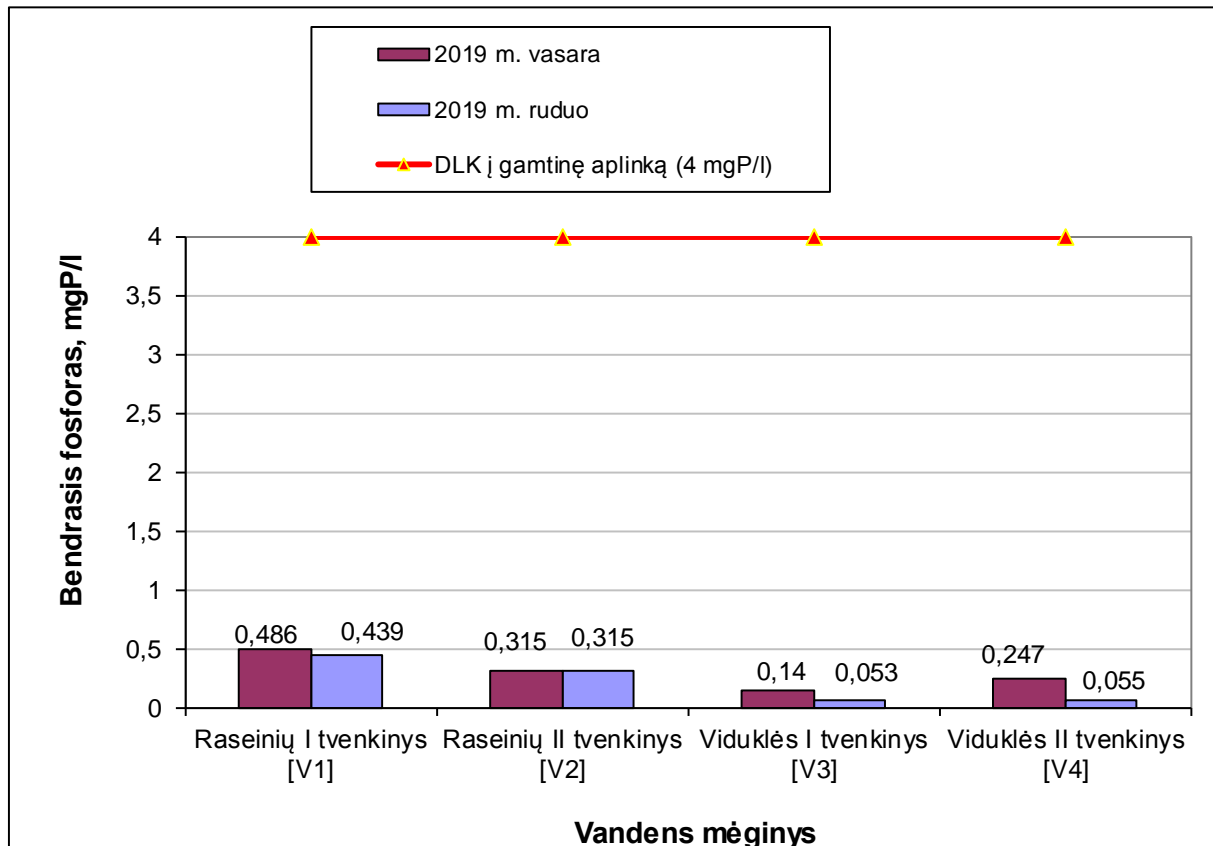
Fosforas priklauso biogeninių medžiagų grupei. Azoto ir fosforo junginiai patenka į upes tiek iš miestų tiek iš žemės ūkio, tačiau daugiausia azoto patenka iš žemės ūkio laukų, o fosforo – iš miestų.

Fosforas yra viena iš pagrindinių biogeninių medžiagų, lemiančių vandens telkinio produktyvumą. Į paviršinius vandenį fosforas suplaunamas iš dirvų, išpustomas iš uolienu,

išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas. Svarbus fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas fosforo trąšomis, detergentų, kuriuose yra fosfatų (PO₄), naudojimas, vandens minkštinimas.

Fosforo junginių koncentracija paviršiniuose vandenyse priklauso nuo sezono. Mažiausia koncentracija paprastai būna vegetacijos periodu, kai vyksta intensyvi fotosintezė, o didžiausia šaltuoju laikotarpiu, kai vyksta organinių medžiagų mineralizacija.

Bendrojo fosforo tyrimo rezultatai pateikti 3.9 paveiksle.



3.9 pav. Bendrasis fosforas paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.9 paveikslo, bendrojo fosforo DLK į gamtinę aplinką (4 mgP/l) neviršyta nė viename tirtame mėginyje.

2019 metų II pusmečio vandens telkinio bendrojo fosforo vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,463 mgP/l; V2 – 0,315 mgP/l; V3 – 0,097 mgP/l; V4 – 0,151 mgP/l.

Vertinant gautus tyrimų rezultatus pagal bendrą fosforo kiekį, Viduklės I tvenkinys [V3], gali būti priskirti **maksimaliam**, Viduklės II tvenkinys [V4] – **vidutiniam**, Raseinių I tvenkinys [V1] ir Raseinių II tvenkinys [V2] – **blogam** ekologinio potencialo klasės kriterijui (2.4 lentelė).

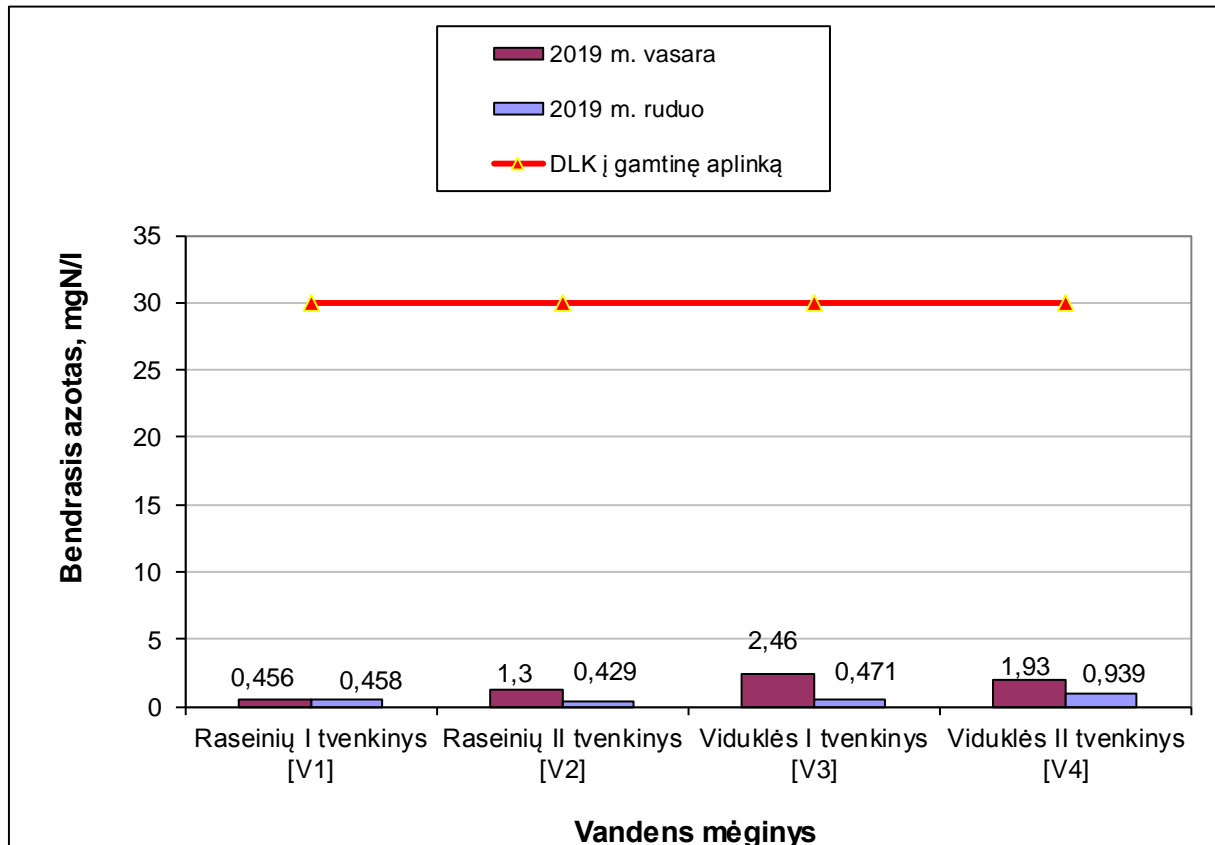
3.10. Paviršinio vandens telkinių bendrojo azoto tyrimo rezultatai

Azotas priklauso biogeninių medžiagų grupei. Kaip jau minėta, azoto ir fosforo junginiai patenka į upes tiek iš miestų tiek iš žemės ūkio, tačiau daugiausia azoto patenka iš žemės ūkio laukų, o fosforo – iš miestų.

Azoto yra organiniuose ir neorganiniuose junginiuose. Jo koncentracijoms būdingi sezoniniai svyravimai. Mineralinis azotas sudaro didžiąją bendrojo azoto dalį. Mineralinį azotą lengvai pasisavina augalija, todėl jo kaita glaudžiai siejasi su augalų vegetacijos pradžia ir pabaiga.

Azoto medžiagų koncentracijos kontrolė paviršiniuose vandenyse yra būtina, norint įvertinti paviršinio vandens sanitarinę būklę.

Bendrojo azoto tyrimo rezultatai pateikti 3.10 paveiksle.



3.10 pav. Bendrasis azotas paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.10 paveikslo, bendrojo azoto DLK į gamtinę aplinką (30 mgN/l) neviršyta nė viename tirtame mėginyje.

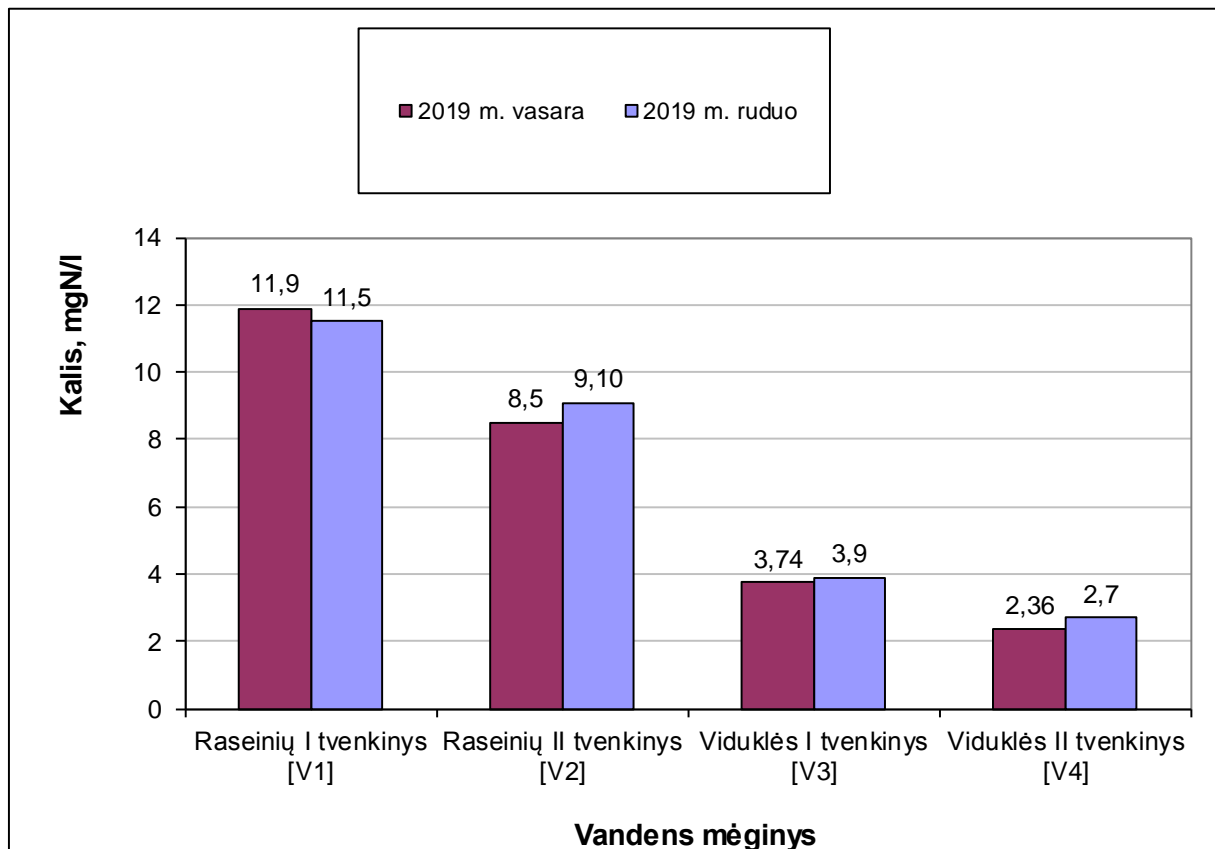
2019 metų II pusmečio vandens telkinio bendrojo azoto vertės mėginiuose buvo: V1 – 0,46 mgN/l; V2 – 0,86 mgN/l; V3 – 1,47 mgN/l; V4 – 1,43 mgN/l.

Vertinant gautus tyrimų rezultatus pagal bendrą azoto kiekį, Raseinių I tvenkinys [V1], Raseinių II tvenkinys [V2], Viduklės I tvenkinys [V3], Viduklės II tvenkinys [V4] gali būti priskirti **maksimaliam** ekologinio potencialo klasės kriterijui (2.4 lentelė).

3.11. Paviršinio vandens telkinių kalio tyrimo rezultatai

Dalis kalio į vandenį patenka mineralizuojantis vandens augalijai ir gyvūnijai.

Kalio tyrimo rezultatai pateikti 3.11 paveiksle.



3.11 pav. Kalis paviršiniame vandens telkinyje

Kaip matyti iš 3.11 paveikslo, didžiausias kalio kiekis (11,9 ir 11,5 mg/l) nustatytas mėginyje, imtame Raseinių I tvenkinyje [V1], o mažiausias (2,36 ir 2,7 mg/l) – Viduklės II tvenkinyje [V4].

2019 metų II pusmečio vandens telkinio kalio vertės mėginiuose buvo: V1 – 11,70 mg/l; V2 – 8,80 mg/l; V3 – 3,82 mg/l, V4 – 2,53 mg/l.

IŠVADOS

1. 2019 m. II pusmečio temperatūros, suspenduotų medžiagų, biocheminio deguonies suvartojimo, nitratų, amonio, bendrojo fosforo ir bendrojo azoto nustatytos vertės **neviršijo** teisės aktuose nustatytų verčių (ribinės vertės lašišiniams ir karpiniams vandens telkiniams, DLK į gamtinę aplinką).

2. Vertinant gautus tyrimų rezultatus pagal cheminius kokybės elementų rodiklius (bendrą fosforą) tirtus tvenkinius galima priskirti tokiems ekologinio potencialo klasės kriterijams: **maksimalus** – Viduklės I [V3], **vidutinis** – Viduklės II tvenkinys [V4], **blogas** – Raseinių I tvenkinys [V1] ir Raseinių II tvenkinys [V2].

3. Vertinant gautus tyrimų rezultatus pagal cheminius kokybės elementų rodiklius (bendrą azotą) tirtus tvenkinius galima priskirti tokiems ekologinio potencialo klasės kriterijams: **maksimalus** – Raseinių I [V1], Raseinių II [V2], Viduklės I [V3], Viduklės II [V4].

4. Upės baseinas – sudėtinga ekosistema. Žmogaus veikla keičia natūralius medžiagų apykaitos ciklus, todėl išskirti šioje sąveikoje gamtinių procesų įtaką yra sudėtinga. Paviršinio vandens taršos padidėjimas gali atsirasti dėl neleistinių įvairių medžiagų ar teršalų išpylimų, netoli upių esančių dirbamų laukų ir nuo jų migruojančių teršalų su tirpstančiu sniegu patekimo į vandens telkinius.

REKOMENDACIJOS

1. **Paviršinio vandens** taršai įvertinti reiktų imti daugiau mėginių kitose vietose, norint nustatyti, kurioje vietoje tarša padidėja. Taršos padidėjimas gali būti dėl neleistinų įvairių medžiagų ar teršalų išpylimų, netoli upių esančių dirbamų laukų ir nuo jų migruojančių teršalų patekimo į vandens telkinius, teršalų patekimo dėl vandens poplūdžio.
2. Remiantis ankstesnių vykdytų monitoringų gyventojų apklausa, dėl paviršinio vandens taršos reiktų atlikti tyrimus ir kituose vandens telkiniuose. Siūlomos vietos: Skaldinės tvenkinys, Šešuvis prie Ylių, Plačiuva, Upė.









LITERATŪRA

- Aliochin, O. A. 1970. Osnovy gidrochimiji. 444 p.
- Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L. 2005. Biogeninių medžiagų kaitos upių vandenyje tyrimai ir įvertinimas. Daktaro disertacija. 133 p.
- Bilotta, G. G.; Brazier, R. E. 2008. Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota, *Water Research* 42, 2849–2861.
- Council Directive 2006/44/EC on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life // Office Journal of the European Communities. 2006.
- Council Directive 91/271 of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment. // Office Journal of the European Communities. 2000.
- D'Autilia, R.; Falcucci, M.; Hull, V.; Parrella, L. 2004. Short time dissolved oxygen dynamics in shallow water ecosystems, *Ecological Modelling* 179: 297–306.
- Dissolved Oxygen 2015. Prieiga per internetą: <<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/#1>>.
- Gaigalis K. ir kt. 2005. Žemėnaudos, žemės ūkio veiklos, gruntinio bei paviršinio vandens ir kritulių cheminės sudėties monitoringas pagal agroekosistemų monitorinio programą. Tyrimų ataskaita. Kaunas.
- Gorev, L. N.; Nikanorov, A. M.; Pelešenko, V. I. 1989. Regionalnaja gidrochiinija. Kijev. 276 p.
- Gorškov, V.G. 1990. Predely ustoičivosti biosfery i okružajuščej sredy. Leningrad.
- Gustavsson, L.; Engwall, M. 2012. Treatment of sludge containing nitro-aromatic compounds in reed-bed mesocosms – Water BOD, carbon, nutrient removal, *Waste Management* 32: 104–109.
- Kantaravičius, T.; Česonienė, L.; Bereišaitė, R. 2014. Paviršinio vandens kokybės dinamika Kauno regione, *Žmogaus ir gamtos sauga* 3:104–107.
- Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida. 2008. Aplinkos apsaugos agentūra. 238 p.
- Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida. 2013. Aplinkos apsaugos agentūra. 199 p.
- Lietuvos požeminės hidrosferos monitoringas 2001. 2002. Vilnius, 105.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2010 m. kovo 4 d. įsakymas Nr. D1-178 „Dėl aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo“ // Valstybės žinios. 2010. Nr. 29-1363.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 2 d. įsakymas Nr. D1-193 „Dėl paviršinių nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ // Valstybės žinios. 2007. Nr. 42-1594.
- Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymas* 1997. Valstybės žinios, 1997 12 10, Nr. 112-2824.
- Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas Nr. 1098 „Dėl Nemuno upių baseinų rajono valdymo plano ir priemonių vandensaugos tikslams Nemuno upių baseinų rajone pasiekti programos patvirtinimo“. Žin., 2010, Nr. 90-4756.

- Mačiulaitienė, M. 2001. *Ekologija*. Vilniaus kooperacijos kolegija. Vilnius, 88 p.
- Margenytė, L.; Zigmontienė, A.; Tomaševskis, E. 2012. Pagrindinių vandens užterštumo Vilnios upėje charakteristikų analizė, *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – future of Lithuania* 4(5): 435–440.
- Naruševičius V. 2004. The Pilot Areas of Lithuania – Kretuona Lakeside Meadows and Svyla-Birvėta River Valley Junction Meadows. *Fair in the Blooming Meadow: a Study of Traditional Nordic and Baltic Rural Landscapes and Biotopes and their Survival in Modern Times*, 103–120.
- Nikanorov, A. M. 1989. *Gidrochimija*. Leningrad. 351 p.
- Pauliukevičius H. 1998. Biogeninių medžiagų koncentracijų vertinimas pagal upių baseinų žemės naudmenų struktūrą. *Geografija*. 34(1): 22–27.
- Pauliukevičius, H. 1999. Žemės naudmenų poveikis biogeninių medžiagų nuotėkiui. Daktaro disertacija. 123 p.
- Pauliukevičius, H. 2000. Žemės naudmenų transformacijų poveikis azoto ir fosforo koncentracijoms upių vandenyje. *Vandens ūkio inžinerija*. 13(35): 24–29.
- Perelman, A. I. 1982. *Geochimija prirodných vod*. 149 p.
- Sakalauskienė, G.; Valatka, S.; Virbickas, T. 2002. Nuotekų įtaka paviršinių vandenų kokybei bei upių klasifikacija į „lašišinius“ ir „karpinius“ vandenį. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2(20): 3–10.
- Taikomi metodai [interaktyvus] 2015 [žiūrėta 2015 balandžio 30]. Prieiga per internetą: <http://www.zidinio.vilnius.lm.lt/projektas/metodai_pr.html>.
- Thunqvist, E. L. 2004. Regional increase of mean chloride concentration in water due to the application of deicing salt. *Sci. Total Environ.*, 325: 29–37.
- Tilickis, B. 1991. Uslovija funkcionirovanija gidroekologicheskich sistemi Litvy. *Energetika* 4: 62–77.
- Tilickis, B. 1992. Klimato ir fizinių-geografinių veiksnių sąveikos vaidmuo upių vandeningumo cikliniuose svyravimuose. *Energetika* 4: 66–86.
- Tilickis, B. 1993. Šaltojo metų laikotarpio paviršinio-dinaminio nuotėkio formavimosi modelis. *Energetika* 1: 84–91.
- Tilickis, B. 1996. Svarbiausių biogeninių elementų pritekėjimo hidrologiniai dėsniniai. *Energetika* 3: 64–72.
- Tumas, R. 1997. Ūkininkavimas ir upių vandens kokybė. *Aplinkos inžinerija* 2(8): 25–30.
- Tumas, R. 2001. Water Ecology. Hydrochemical and Hydrobiological Evaluation of Lithuanian Rivers. *Vandens ūkio inžinerija* 11(36): 41–47.
- Tumas, R.; Povilaitis, A. 1996. Erosion and Nutrient Transport Prediction: an Evaluation of Agricultural non-point Pollution Models. *Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba* 2(3): 13–20.
- Valstybinė aplinkos monitoringo 2005–2010 metų programa. 2005. Valstybės žinios, 2005 02 10, Nr. 19-608.

PRIEDAS NR. 1

Mėginių ėmimo vietos 2019 m. liepos ir spalio mėnesiais

| Mėginio ėmimo vieta | 2019 m. liepos mėn. | 2019 m. spalio mėn. |
|-------------------------------|---|---|
| Raseinių I tvenkinys [V1] |  |  |
| Raseinių II tvenkinys [V2] |  |  |
| Viduklės I tvenkinys [V3] |  |  |
| Viduklės II tvenkinys [V4] |  |  |