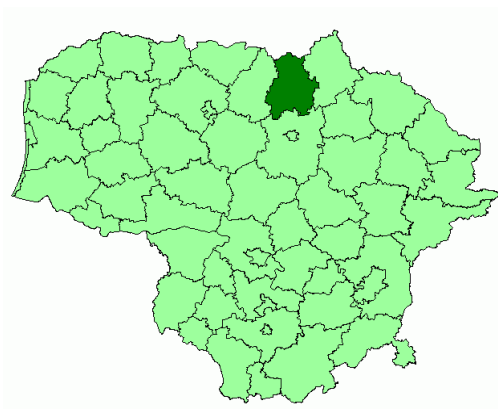


**PASVALIO RAJONO SAVIVALDYBĖS
APLINKOS MONITORINGO ATASKAITA
UŽ 2023 M. III – IV KETV.**



Šiauliai, 2024 m.

Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 m. programos įgyvendinimo konsoliduotą ataskaitą parengė pagal tarptautinį standartą LST EN ISO/IEC 17025:2018 akredituotos UAB „Darnaus vystymosi instituto“ tyrimų laboratorijos vedėjas dr. Kęstutis Navickas.

Pasvalio rajono savivaldybės administracija



Pasvalio rajono
savivaldybė

Vytauto Didžiojo a. 1, LT-39143, Pasvalys

Tel.: (8 451) 54 101

Faks.: (8 451) 54 130

www.pasvalys.lt

Darnaus vystymosi institutas



Aušros al. 66 a., LT-76233, Šiauliai

Tel. (8 ~ 672) 26 226

El. p.: info@institute.lt

www.institute.lt

TURINYS

I.	BENDROJI DALIS.....	4
II.	ORO KOKYBĖS MONITORINGAS	5
III.	PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ MONITORINGAS	28
IV.	POŽEMINIO VANDENS MONITORINGAS.....	50

I. BENDROJI DALIS

Su aplinkos monitoringo reglamentavimu susijusiuose teisės aktų deterministinėse dalyse aplinkos monitoringas yra apibrėžiamas kaip sistemingas aplinkos bei jos gamtinių komponentų būklės ir kitimo stebėjimas, antropogeninio poveikio vertinimas ir prognozė. Valstybiniu, savivaldybių bei ūkio subjektų lygmeniu vykdomas aplinkos monitoringas leidžia įvairiais lygiais sistemingai identifikuoti gamtinių aplinkos komponentų būklę, nustatyti kaitos tendencijas.

Kryptingas Pasvalio rajono savivaldybės teritorijos darnaus vystymosi stimuliavimas yra neatsiejamas nuo išsamios, savalaikės informacijos gavimo apie gamtinių aplinkos komponentų (aplinkos orą, paviršinį ir požeminį vandenį) būklę.

Dėl šios priežasties 2023 m. gegužės 24 d. Pasvalio rajono savivaldybės taryba sprendimu Nr. T1-116 „Dėl Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 metų programos patvirtinimo“ patvirtino Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 metų programą, kurioje pateikiami kiekvieno aplinkos monitoringo komponento tikslai, uždaviniai ir tyrimų apimtys.

UAB „Darnaus vystymosi institutas“, remiantis 2023-08-22 d. pasirašyta Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2025 metų programos vykdymo paslaugų pirkimo sutartimi Nr. ASR-425, įgyvendina Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 metų programą.

Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo informacijos valdymo integruotoje kompiuterinėje sistemoje – „SAMIVIKS“, kuri pasiekama pagal nuorodą: **<http://pasvaliormonitoringas.lt>** moderniai viešinami, nuolatos atnaujinami bei interaktyviai pateikiami visuomenei Pasvalio rajono savivaldybės aplinkos monitoringo tyrimų duomenys.

II. ORO KOKYBĖS MONITORINGAS

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje atlikti NO₂, SO₂, NH₃ lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant difuzinius ėmiklius. Tyrimai atlikti nuo 2023-09-15 iki 2023-09-29 d. ir nuo 2023-11-10 iki 2023-11-24 d.

Difuziniuose ėmikliuose sukauptų aplinkos oro teršalų laboratoriniai tyrimai atlikti akredituotoje laboratorijoje: *Gradko International Ltd.* (Europos akreditacijos organizacijai priklausančios akreditavimo įstaigos „United Kingdom Accreditation Service“ išduoto akreditacijos pažymėjimo Nr. 2187).

UAB „Darnaus vystymosi instituto“ mobilios laboratorijos pagalba aplinkos monitoringo programoje numatytuose tyrimų taškuose (žr. 1 lentelę) 2023 m. III – IV ketv. t.y. 2023-08-24/27 d. (1 tyrimas); 2023-08-27/30 d. (2 tyrimas); 2023-10-01/04 d. (3 tyrimas) ir 2023-10-04/07 d. (4 tyrimas) atlikti kietųjų dalelių (KD_{2,5} ir KD₁₀) bei anglies monoksido (CO) koncentracijų matavimai. Tyrimams vadovavo dr. Kęstutis Navickas.

Tyrimo tikslas: gauti ir teikti sistemišką matavimais ar kitais metodais pagrįstą informaciją, skirtą optimaliam aplinkos oro kokybės reguliavimui užtikrinti, apie teršalų dydžių (koncentracijų ore vertės, srautai į žemės paviršių ir kt.) pokyčius laiko ir erdvės atžvilgiu. Gautų rezultatų pateikimas visuomenei.

Tyrimo uždaviniai:

1. Kaupti ir pateikti patikimą informaciją apie aplinkos oro užterštumo lygį;
2. Nustatyti aplinkos oro kokybės pokyčių priežastis;
3. Vertinti aplinkos oro kokybę Pasvalio rajono savivaldybėje.

Tyrimo objektas: žemiau pateikiame antropogeninės oro taršos stebėsenos vietas bei jų koordinates LKS94 koordinatų sistemoje (žr. 1 pav. ir 1 lentelę).



1 pav. Antropogeninės oro taršos matavimų vietų išsidėstymas Pasvalio rajono savivaldybėje
(šaltinis: sudaryta autorių maps.lt pagrindu)

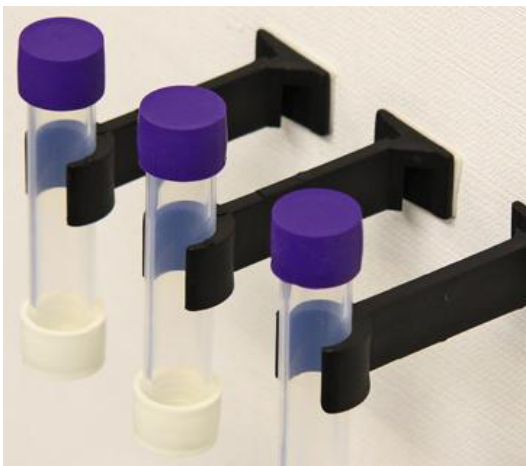
Pasyvių sorbentų pagalba atliktų antropogeninės oro taršos matavimų vietų koordinatės Pasvalio rajono savivaldybės aplinkoje

Eil.Nr.	Monitoringo vietovės pavadinimas	Koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje	
		X	Y
1.	Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“	525347	6214957
2.	Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos	510468	6209633
3.	Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m.	525116	6213980
4.	ŽŪK „Mikoliškio paukštynas“, Mikoliškio k., Pušaloto sen., Pasvalio r. sav., LT-39264	514857	6196308

Tyrimo metodika. Pasvalio rajono viešosios paskirties teritorijų aplinkoje NO₂; SO₂, lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) ir amoniako (NH₃) koncentracijų matavimams aplinkos ore naudoti pasyvūs sorbentai paruošti akredituotoje laboratorijoje Gradko International Ltd.

Pasyvusis sorbentas (kaupiklis) tai paprastai nedidelis difuzinis vamzdelis, kurio vienas galas yra užpildytas sorbentu gebančiu savyje kaupti teršalus iš aplinkos oro be papildomo aktyvaus oro siurbimo (žr. 2 – 5 pav.). Dvi savaites NO₂; SO₂, lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) ir amoniako (NH₃) koncentracijų matavimams aplinkos ore skirti pasyvūs sorbentai kaupė teršalus. Praėjus nustatytam eksponavimo laikui, vamzdeliai buvo sandariai uždaromi ir siunčiami į Gradko International Ltd. laboratoriją cheminei analizei. Pasyvieji sorbentai buvo tvirtinami prie specialaus plastmasinio stovo, kad būtų užtikrinta laisva oro cirkuliacija.

Pasyvūs sorbentai buvo kabinami 2 – 3 metrų aukštyje. Aplinka, kurioje buvo eksponuojami sorbentai buvo atvira, neapsupta pašaliniais objektais, trikdančiais laisvą oro cirkuliaciją (vėdinimą). Taip pat buvo pasirūpinta, kad pritvirtinti sorbentai nebūtų lengvai prieinami pašaliniams asmenims. Prieš eksponavimą ir po jo visi pasyvūs sorbentai buvo sandariai uždaromi ir laikomi vėsioje, tamsioje vietoje. Pasibaigus pasyviųjų sorbentų eksponavimo laikui, jie buvo išsiunčiami į Gradko International Ltd. laboratoriją analizei. Eksponuojant pasyviuosius sorbentus bei atliekant rezultatų vertinimą buvo atsižvelgta į nurodytus reikalavimus, kurie pateikiami kartu su pasyvių sorbentų techninėmis charakteristikomis.



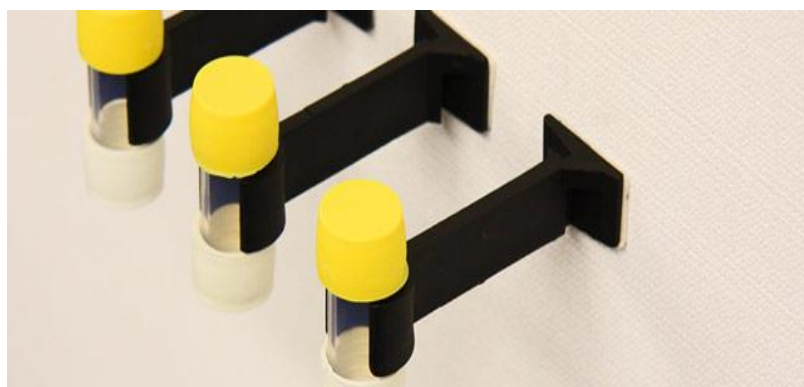
2 pav. SO₂ pasyvus sorbentas



3 pav. NO₂ pasyvus sorbentas



4 pav. LOJ pasyvus serbentas



5 pav. amoniako (NH₃) pasyvus serbentas

Anglies monoksido (CO) ir kietųjų dalelių (KD₁₀; KD_{2,5}) koncentracijų matavimai Pasvalio rajono savivaldybės viešosios paskirties teritorijų aplinkoje atlikti „APMA370“ ir „BAM1020“ tipo analizatoriais. Gautos vidutinės teršalų koncentracijos buvo lyginamos su atitinkamo teršalo mažiausiomis atitinkamo vidurkinimo periodo ribinėmis vertėmis apibrėžtomis teisės aktuose.

Atliekant oro teršalų koncentracijų tyrimus ir vertinant aplinkos oro kokybę buvo vadovaujamasi šiais teisės aktais:

- ES Tarybos direktyva 96/62/EB dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo;
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymas Nr. 596 "Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo" (Įsakymas paskelbtas: Žin. 2010, Nr. 42-2042, i. k. 110301MISAK00D1-279);
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas Nr. D1-329/V-469 „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2000 m. spalio 30 d. įsakymo Nr. 471-582 „Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore vertinamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo patvirtinimo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių nustatymo“ pakeitimo (Įsakymas paskelbtas: Žin. 2007-06-16, Nr. 67-2627, i. k. 107301MISAK29/V-469);
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. įsakymas Nr. 591/640 „Dėl Aplinkos oro užterštumo normų nustatymo" (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2010 m. liepos 7 d. įsakymo Nr. D1-585/V-611 redakcija) (Įsakymas paskelbtas: Žin. 2001, Nr. 106-3827, i. k. 101301MISAK0591/640).

Siekdami, kad būtų užtikrinta oro tyrimų kokybė ir rezultatų palyginamumas oro kokybės tyrimai atitiko pasyvių sorbentų metodui taikomus reikalavimus, nurodytus teisės aktuose:

- LST EN 13528-1:2003 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai. 1 dalis. Bendrieji reikalavimai“;
- LST EN 13528-2:2003 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 2 dalis. Specialieji reikalavimai ir bandymo metodai“;

- LST EN 13528-3:2004 „Aplinkos oro kokybė. Difuziniai ėmikliai dujų ir garų koncentracijoms nustatyti. Reikalavimai ir bandymo metodai 3 dalis. Parinkimo, naudojimo ir priežiūros vadovas“;
- LST EN 12341:2000 „Oro kokybė. Ore skendinčių kietųjų dalelių KD₁₀ frakcijos nustatymas“;
- LST EN 14626:2012 „Aplinkos oras. Standartinis anglies monoksido koncentracijos matavimo metodas, taikant nedispersinę infraraudonąją spektroskopiją“.

Pažymėtina, kad konsoliduotai lakiųjų organinių junginių (LOJ) išraiškai ir daugeliui prie LOJ priskiriamų elementų nėra nustatytų ribinių verčių. Nežiūrint į tai benzenas yra indikatorius kitiems organiniams junginiams; jeigu benzeno koncentracija neviršija nustatytų normų, tai reiškia, kad kitų organinių junginių koncentracijos neturi neigiamo poveikio žmonių sveikatai.

2 lentelė

Aplinkos oro užterštumo ribos

Teršalas	Vidurkinimo laikas	Ribinė vertė	Leistinas nukrypimo dydis
NO ₂	1 val.	200 (18 k.) µg/m ³	50 %
NO ₂	1 m.	40 µg/m ³	50 %
SO ₂	24 val.	125 (3k.) µg/m ³	-
SO ₂	1 m., 1/2m.*	20 E µg/m ³	-
Benzenas	1 m.	5 µg/m ³	5 µg/m ³
Toluenas	30 min./24 val.	0,6 mg/m ³	-
Etilbenzenas	30 min./24 val.	0,02 mg/m ³	-
Ksilenas	30 min./24 val.	0,2 mg/m ³	-
Amoniakas	24 val.	40,0 µg/m ³	-
CO	8 val.**	10 mg/m ³	6 mg/m ³
KD ₁₀	24 val.	50 (35 k.) µg/m ³	50 %
KD ₁₀	1 m.	40 µg/m ³	20 %

Čia:

*- kalendoriniai metai ir žiema (spalio 1 d. – kovo 31 d.);

** - paros 8 valandų maksimalus vidurkis, paskaičiuotas pagal „Aplinkos oro užterštumo normas“ (Žin. 2001, Nr. 106-3827) 6 priedo (CO);

E – ekosistemų apsaugai;

(3 k.), (18 k.), (35 k.) – leistinas viršijimų skaičius (kartais, dienos) per kalendorinius metus.

Maksimalus paros 8 valandų vidurkis reiškia, kad tam tikro teršalo koncentracija nustatoma tiriant paeiliui einančius 8 valandų periodus ir kiekvieną valandą apskaičiuojant ir atnaujinant vidurkį. 8 valandų periodo vidurkis skaičiuojamas pagal šį pavyzdį: pirmas 8 valandų vidurkis imamas pradedant nuo 17.00 val. praėjusios paros iki 1.00 val. paros, kuriai nustatomas vidurkis; paskutinis apskaičiavimo periodas yra nuo 16.00 iki 24.00 val. tos paros, kuriai nustatomas vidurkis.

TYRIMO OBJEKTO PARAMETRŲ EKSPLIKACIJA

Sieros dioksidas (SO_2). Tai atmosferos teršalas, susidarantis degimo (dažniausiai deginant iškastinį kurą, kuriame yra sieros junginių) procese, taip pat naftos produktų perdirbimo, sieros rūgšties gamybos metu. Sieros dioksido kiekį aplinkos ore galima sumažinti naudojant mažai sieros turintį kurą ar naudojant išlakų nusierinimo įrenginius. Patekęs į atmosferą, sieros dioksidas gali oksiduotis iki SO_3 (sieros trioksido). Esant vandens garų, SO_3 greitai virsta sulfatais bei sieros rūgšties aerozoliais. Sieros rūgšties lašeliai ir kiti sulfatai gali būti pernešami dideliais atstumais ir yra vienas iš svarbiausių rūgščių lietų komponentų.

Sieros dioksido poveikis aplinkai dažniausiai pasireiškia per jo oksidacijos produktus. Esant tiesioginiam žmogaus odos kontaktui su SO_2 , oda sudirginama, esant didesnėms koncentracijoms, gali nudegti. Įkvėptas SO_2 suvaržo bronchus, kartu pasunkina ir padažnina kvėpavimą ir širdies ritmą. SO_2 gali paspartinti esamų kvėpavimo takų ligas. SO_2 ir kietosios dalelės veikia sinergetiškai, nes paspartina SO_2 oksidaciją į sieros rūgštį.

Įkvėpta sieros rūgštis (H_2SO_4) skatina kvėpavimo sistemos gleivių išsiskyrimą, o tai savo ruožtu sumažina organizmo gebėjimą pašalinti dulkes ir padidina infekcijos prasiskverbimo į kvėpavimo takus galimybę.

Sieros junginių poveikyje sustiprėja fotooksidantų (ozono) veikimas. Pažeidžiami augalų lapai, sutrinka augalų fotosintezės ir kvėpavimo procesai, augalai nustoja augti. Reguliariai į dirvą patenkančios rūgštys sutrikdo buferines dirvos savybes ir galiausiai sumažina jos pH. Iš dirvos stipriau išplaunamos biogeninės medžiagos, padidėja metalų mobilumas.

Ypač kenksmingas SO_2 ir rūgščių kritulių poveikis materialinėms vertybėms. Esant rūgščiai terpei, greitėja metalų korozija, mažėja įvairių audinių atsparumas. Žalojamos statybinės ir konstrukcinės medžiagos, pvz., betonas, plytos, plastmasės, plienas.

Azoto dioksidas (NO_2). Azotas (N_2) yra aplinkoje paplitusios inertinės dujos, sudarančios 79% atmosferos oro. Šioje formoje azotas yra nekenksmingas žmogui ir gyvybiškai reikalingas augalų medžiagų apykaitai. Dėl savo paplitimo atmosferoje, azotas dalyvauja daugelyje degimo procesų. Esant aukštoms degimo temperatūroms (degant angliai, naftos produktams, dujoms), molekulinis azotas (N_2) jungiasi su atmosferos deguoniu (O_2) ir sudaro azoto oksidą (NO), kuris atmosferoje palaipsniui oksiduojasi iki azoto dioksido (NO_2).

Azoto dioksidas ar azoto oksidai yra vieni iš svarbiausių komponentų rūgšties krituliams sudaryti. Reaguodami su vandeniu jie sudaro azoto rūgštį. Esant saulės šviesai NO_x reaguoja su kitais aktyviais atmosferos komponentais, dažniausiai angliavandeniliais, ir sudėtingų reakcijų

metu sudaro fotocheminius oksidantus (tarp jų ir ozoną). Šie itin nestabilūs junginiai žaloja augalus ir erzina žmogaus kvėpavimo ir regėjimo organus.

Azoto dioksidas NO₂ yra rudos spalvos, slogaus kvapo dujos. Patekęs į žmogaus organizmą, jis dirgina kvėpavimo takus ir gali sukelti sveikatos pablogėjimų esant koncentracijai ore nuo 140 µg/m³. NO₂ apsunkina kvėpavimą, padidina jo dažnumą, sumažina plaučių atsparumą infekcijoms. NO₂ gali pažeisti giliuosius plaučių audinius ir sukelti plaučių edemą. Kai šis azoto dioksidas įkvepiamas su kitais teršalais, efektas būna suminis.

Lakūs organiniai junginiai (LOJ). Lakiųjų organinių junginių skaičius yra labai didelis. Dėl šios priežasties baigtinio tokių junginių sąrašo nėra, ir jiems taikomi bendresnio pobūdžio apibrėžimai. Pagal vieną iš jų, lakiaisiais organiniais junginiais laikomos medžiagos, susidedančios iš anglies, deguonies, vandenilio, halogenų ir t.t. ir pan. atomų, (išskyrus anglies oksidus ir neorganinius metalų karbidus), kurių virimo temperatūra yra mažesnė nei 250 laipsnių Celsijaus esant normaliam atmosferos slėgiui. Toks kriterijus naudojamas Europos Bendrijos (toliau - EB) direktyvose 2004/42/EB. Aromatiniai angliavandeniliai ir kiti lakieji organiniai junginiai kartu su azoto oksidais sudaro pirminius teršalus fotocheminio smogo, šiltu metų laiku susiformuojančio miestuose, kuriuose daug transporto. Vykstant fotocheminėms reakcijoms iš pirminių teršalų susidaro nuodingi antriniai teršalai, ozonas, azoto rūgštis ir oksiduoti organiniai junginiai. Benzino garai yra sunkesni už orą, todėl nesant vėjo oru lengvai kaupiasi degalinėse ir išsilaiko ilgesnį laiko tarpą.

Degalinių teritorijose aplinkos ore dominuoja teršalas, susidarantis benzino garavimo metu – lakiųjų organinių angliavandenilių mišinys. 40 % LOJ emisijos sudaro garavimas nuo automobilių kuro bakų, 40 % – nuo talpyklų, likusieji 20 % – tai transporto priemonių variklių išmetamosios dujos. Kiekvienam litrui benzino patenkančio į automobilio baką apie 1 g išgaruoja į aplinkos orą.

LOJ garavimas iš degalinių prisideda prie ir taip didelės oro taršos urbanizuotose teritorijose, reaguoja su kitais ore esančiais teršalais susidarant smogui ir sąlygoja pažeminio ozono koncentracijos didėjimą.

Vienas iš svarbiausių LOJ yra benzenas - tai bespalvis, degus, kancerogeninis salsvo kvapo skystis. Chemijos pramonėje tai svarbus tirpiklis, naudojamas vaistams, plastikui, sintetiniam kaučiukui bei dažams gaminti. Natūraliai aptinkamas neapdirbtoje naftoje, bet dažnai sintezuojamas iš kitų naftos komponentų. Benzeną, kaip tirpiklį, vis dažniau keičia panašias savybes turintis toluenas.

Benzeno kartais pasitaiko maiste ir gėrimuose, bandant juos konservuoti su natrio benzoatu. Jis dažnai pažymėtas konservanto kodu E210 ir E211 (*angl. sodium benzoate*). Šis junginys skyla

rūgštingoje aplinkoje, pasitaikius vitaminui C ar kitom rūgštingom medžiagom, ir sudaro benzeną. Neseniai mokslininkai pastebėjo, kad benzeno kiekis gaivinančiuose gėrimuose gali būti pavojingas: kai kuriais atvejais net siekia ir viršija kancerogeninius (vėžį sukeliančius) lygius.

Benzenas taip pat naudojamas kaip benzino priedas. Europiečių tyrimai parodė, kad žmonės kasdien įkvėpia apie 220 µg benzeno. Vairuotojai, besipildantys benzino baką degalais, įkvėpia papildomus 32 µg kas kart.

Benzeno buvimas aplinkoje gali sukelti rimtus sveikatos sutrikimus. Įkvėpus didelę dozę benzeno garų, gali ištikti mirtis, nuo mažų dozių gali prasidėti mieguistumas, galvos svaigimas, galvos skausmas, drebulys, padidėti širdies dažnis, netenkama sąmonės. Maisto, kuriame yra didelis kiekis benzeno, vartojimas gali sukelti vėmimą, pilvo dirginimą, galvos svaigimą, mieguistumą, gali padidėti širdies ritmas, prasidėti konvulsijos, ištikti mirtis.

Pagrindinis ilgalaikio buvimo benzeno turinčioje aplinkoje efektas – kaulų čiulpų pažeidimai, dėl kurių sumažėja raudonųjų kraujo kūnelių kiekis ir susergama anemija (mažakraujyste) ir leukemija.

Benzenas yra priskiriamas prie lakių organinių junginių (LOJ), kurie erzinančiai veikia kvėpavimo takus, o kartais ir odą. Ilgesnį laiką išbuvus nevedintoje patalpoje, kurioje yra pasklidę LOJ garų, gali atsirasti galvos skausmas, svaigulys, mieguistumas. Lakieji organiniai junginiai, kaip pirmtakai (prekursoriai) dalyvauja ozono susidarymo arba skilimo reakcijų cikluose. Saulės šviesoje, LOJ reaguojant su azoto oksidais, atmosferoje didėja ozono kiekis, susidaro rūgštus lietus. LOJ sudėtyje esantys tokie angliavandeniliai, kaip benzenas, toluenas, visų rūšių ksilenai yra toksiški, kancerogeniški ir kenksmingi žmogaus sveikatai.

Amoniakas (NH₃). Tai yra bespalvės, aštraus, nemalonaus kvapo, sprogios, degios ir toksiškos dujos. Amoniakų dujų antropogeniniai šaltiniai yra neorganinės chemijos, azotinių trąšų gamybos įmonės, gyvulininkystės įmonės, paukštynai. 64% dėl žmogaus antropogeninės veiklos išsiskiriančio amoniako tenka gyvulininkystei. Gyvulininkystės technologiniuose procesuose 37 % amoniako emisijų susidaro tvartuose, 20 % iš mėšlidžių, 38% iš skleidžiamo mėšlo, 5% ganant gyvulius. Stambaus kiaulių komplekso taršos šaltiniai per 1 val. į aplinkos orą išmeta apie 160 kg amoniako, 14,5 kg vandenilio sulfido. Amoniakų dujos stipriai dirgina kvėpavimo takų ir akių gleivines, gali jas nudeginti, sukelti kosulį, kvėpavimo sutrikimus. Apsinuodijus amoniaku peršti, ašaroja akys, sukeliamas kosulys, čiaudulys, prasideda nosies, gerklų, bronchų gleivinės, akių junginės uždegimas. Didelės koncentracijos amoniakas sukelia balso klosčių, gerklų ir bronchų raumenų spazmus. Mirštama dėl plaučių emfizemos arba dėl kvėpavimo centro paralyžiaus. Amoniakų kvapo pajutimo slenkstis yra 0,5 mg/m³. Amoniakas priskiriamas vietinio ir regioninio

poveikio dujoms. Patekęs į atmosferą amoniakas reaguodamas su anglies dvideginiu bei vandens garais transformuojasi į amonio karbonatą, azoto ir nitritinės rūgštis, kurios sausų ir šlapių iškritų pavidalu patenka į dirvožemį, vandens telkinius. Nuo taršos pertekliaus rūgštėja dirvožemis, vandens telkiniuose nuo maistinių medžiagų pertekliaus paspartėja eutrofikacijos procesai.

METEOROLOGINĖS SĄLYGOS

Meteorologinės sąlygos daro pakankamai didelę įtaką Pasvalio rajono aplinkos oro kokybei. Aplinkos oro užterštumas antropogeninės kilmės teršalais priklauso nuo daugelio faktorių: teršalų išmetimų kiekio, kaupimosi išmetimo vietose specifikos, išsisklaidymo į didesnę erdvę galimybių. Silpnas vėjas, rūkas, dulksna, temperatūros inversija, kuri dažniausiai stebima naktį esant ramiems, giedriems orams, sudaro palankias sąlygas teršalams kauptis pažemio oro sluoksnyje ir oro užterštumas tokiais atvejais gali žymiai padidėti. Tokios sąlygos susidaro, kai orus lemia anticiklonas, gūbrys, mažo gradiento slėgio laukas, vyrauja ramūs, be vėjo ir be kritulių orai. Be to, mažesniuose pramonės centruose, kur oro kokybei didelę įtaką turi vieno stambaus teršėjo išmetimai, teršalų koncentracija gali padidėti ir pučiant tos krypties vėjui, kuris teršalus neša nuo gamyklos link miesto.

Žiemą nemažą įtaką oro kokybei turi oro temperatūra, nes spaudžiant šalčiams padidėja šiluminės energijos poreikis, o ją gaminant padidėja išmetimai į orą. Kai orus lemia žemo atmosferos slėgio sukuriai - ciklonai - vyrauja palankios sąlygos teršalų išsisklaidymui dėl dažnos orų kaitos, stipresnio vėjo, gausesnio lietaus arba sniego, kurie greitai išsklaido arba išplauna, nusodina kenksmingus oro teršalus.

Tyrimų metu Pasvalio MS užfiksuota vidutinė oro temperatūra (°C), sant. oro drėgnumas (%), kritulių kiekis (mm), vid. vėjo greitis (m/s) saugomi Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos duomenų bazėse ir yra prienami visuomenei teisės aktų nustatyta tvarka.

TYRIMO REZULTATAI

Įvertinus gautus tyrimo rezultatus bei teršalų kilmę galima teigti, kad Pasvalio rajono savivaldybės orą labiausiai teršia autotransporto išmetamosios dujos ir stambių pramoninių ūkio subjektų teršalų išmetimai. Higieniniu požiūriu pagrindiniai teršalai: azoto dioksidas, sieros dioksidas, anglies monoksidas ir LOJ. Dalinai aplinkos oro taršos lygis priklauso nuo

autotransporto intensyvumo ir eismo organizavimo, gatvių važiuojamosios dalies pločio, vietovės reljefo, meteorologinių sąlygų. Taip pat oro kokybę įtakoja transporto priemonės variklio tipas, galingumas, techninė būklė, darbo režimas, naudojamas kuras. Autotransporto išmetamosios dujos patenka į žemiausią atmosferos sluoksnį, todėl sunkiai išsisklaido.

Žemiau esančiose lentelėse pateiktos 2023 m. III – IV ketv. vykdytų antropogeninės aplinkos oro taršos tyrimų rezultatų suvestinės.

3 lentelė

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos NO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Matavimo vietos pavadinimas	Matavimo vietos koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³		Laikotarpio vidurkis, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	III ketv.	IV ketv.		
1	Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“	525347	6214957	11,93	15,03	13,48	40
2	Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos	510468	6209633	13,66	12,70	13,18	40
3	Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m.	525116	6213980	9,24	10,81	10,03	40

4 lentelė

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos SO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Matavimo vietos pavadinimas	Matavimo vietos koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³		Laikotarpio vidurkis*, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	III ketv.	IV ketv.		
1	Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“	525347	6214957	a<3,15	3,27	2,43	20
2	Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos	510468	6209633	a<3,15	a<3,15	1,58	20
3	Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m.	525116	6213980	a<3,15	3,84	2,71	20

Čia: a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos;

5 lentelė

2023 m. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos LOJ tyrimo rezultatų suvestinė (tyrimai atlikti pasyvių sorbentų metodu)

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		Analitė	Tyrimo rezultatas, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Metinis vidurkis*, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	X	Y		III ketv.	IV ketv.		
1	525347	6214957	Benzenas	1,81	1,25	1,53	5
			Toluenas	1,54	1,03	1,29	600
			Etilbenzenas	0,62	0,55	0,59	20
			m/p-ksilenas	1,20	0,60	0,90	200
			o-ksilenas	a<0,51	0,56	0,41	200
2	510468	6209633	Benzenas	1,67	1,14	1,41	5
			Toluenas	1,79	1,51	1,65	600
			Etilbenzenas	0,60	a<0,51	0,43	20
			m/p-ksilenas	1,31	1,06	1,19	200
			o-ksilenas	a<0,51	0,56	0,41	200
3	525116	6213980	Benzenas	0,79	0,80	0,80	5

6 lentelė

2023 m. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos NH_3 tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		Tyrimo rezultatas, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	X	Y	III ketv.	IV ketv.	
4	525181	6234730	18,18	10,82	40,0

7 lentelė

2023 m. III-IV ketv. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos $\text{KD}_{2,5}$ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		$\text{KD}_{2,5}$ tyrimo rezultatas, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Metinis vidurkis, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas		
1	525347	6214957	7,5	9,1	11,3	8,9	9,2	20

8 lentelė

2023 m. III-IV ketv. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos KD_{10} tyrimo rezultatų suvestinė

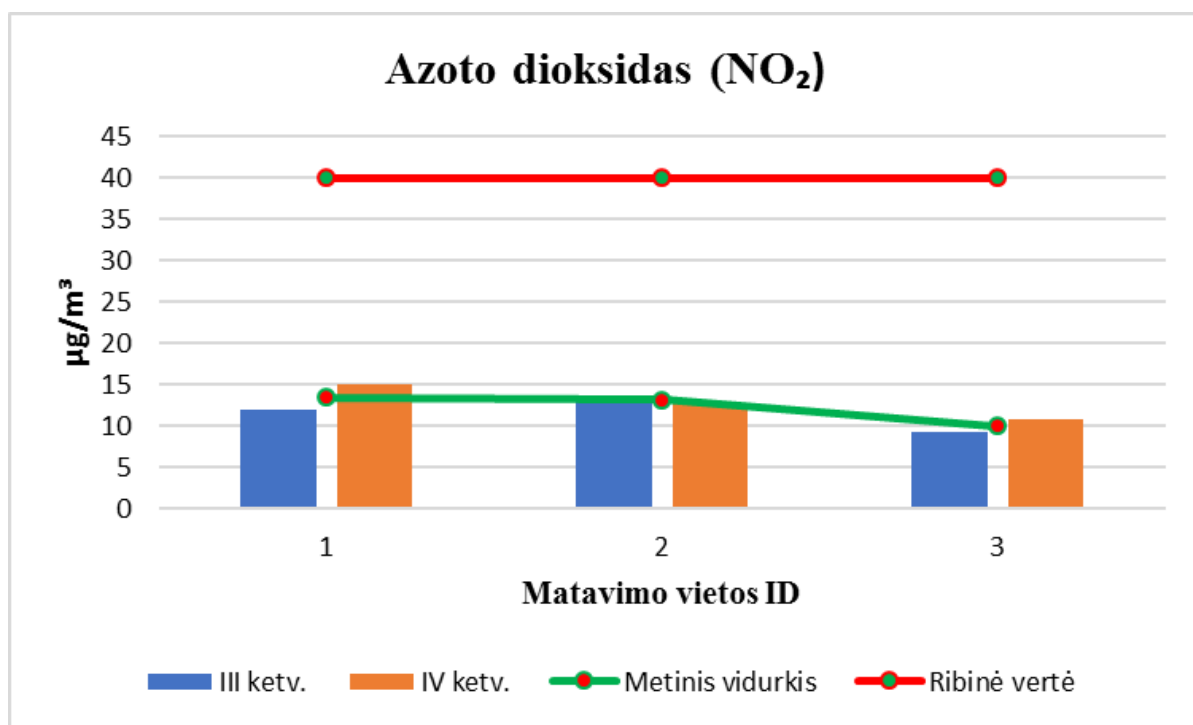
Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		KD_{10} tyrimo rezultatas, $\mu\text{g}/\text{m}^3$				Metinis vidurkis, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ribinė vertė, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas		
1	525347	6214957	20,7	15,2	19,9	29,8	21,40	50
2	510468	6209633	14,6	21,3	20,5	21,9	19,58	50
3	525116	6213980	16,4	18,9	22,1	35,6	23,25	50

9 lentelė

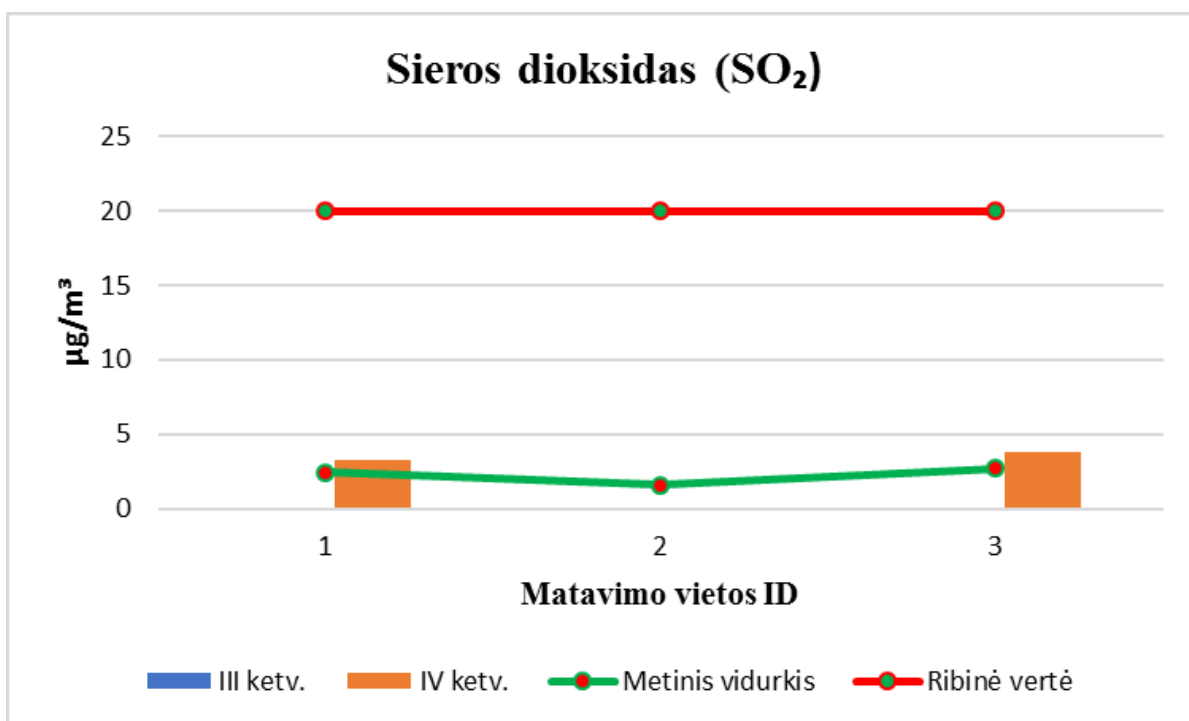
2023 m. III-IV ketv. Pasvalio rajono aplinkos oro taršos CO tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		CO tyrimo rezultatas, mg/m ³				Metinis vidurkis, mg/m ³	Ribinė vertė, mg/m ³
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas		
1	525347	6214957	0,23	0,21	0,19	0,23	0,22	10
2	510468	6209633	0,26	0,25	0,22	0,16	0,22	10
3	525116	6213980	0,20	0,17	0,24	0,11	0,18	10

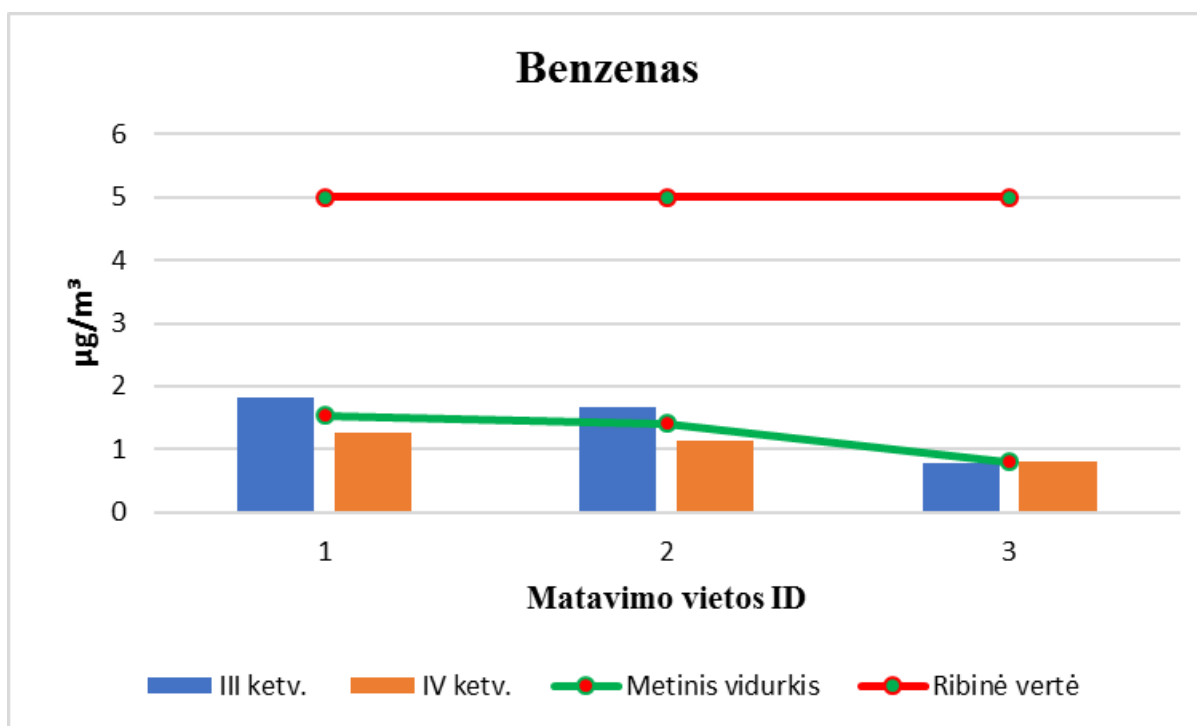
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2023 m. III – IV ketv. atliktų aplinkos oro tyrimo rezultatų vizualizacijos.



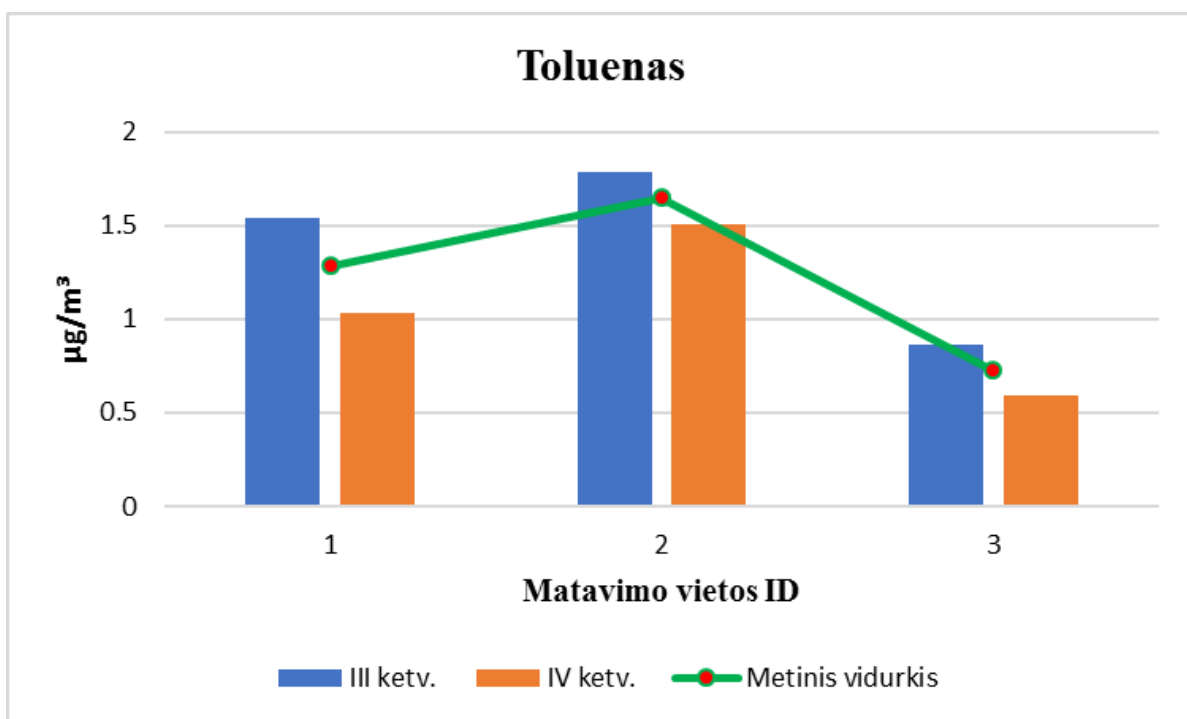
6 pav. NO₂ koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



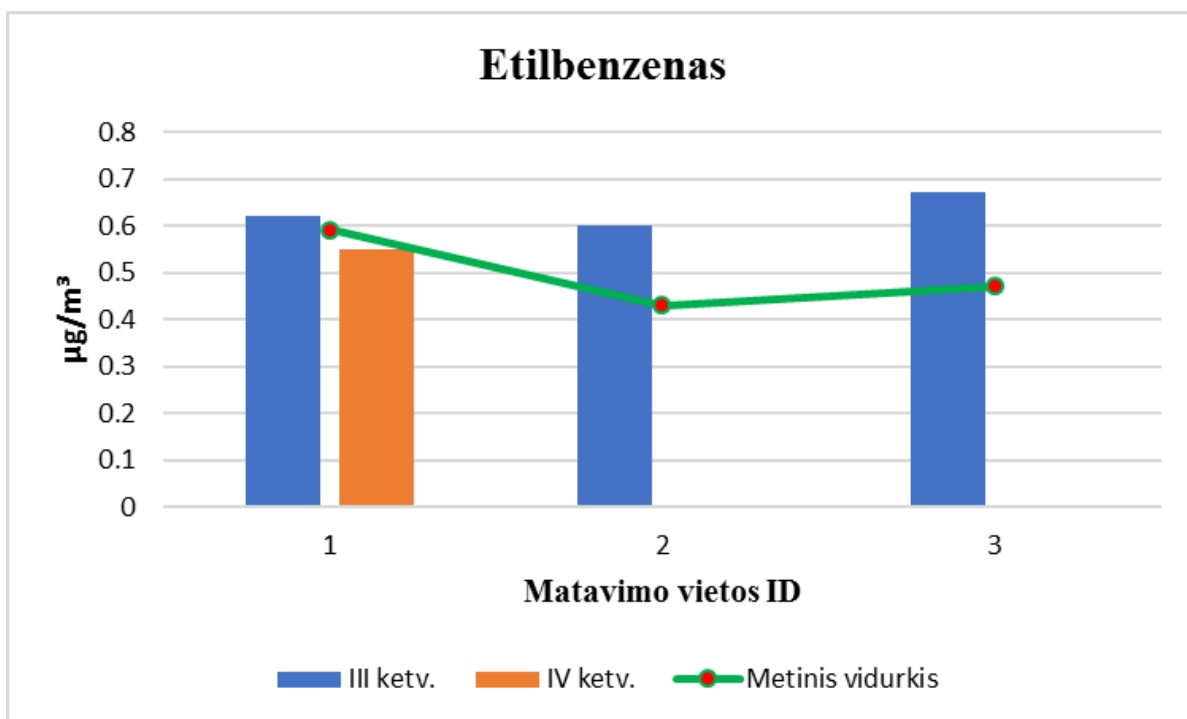
7 pav. SO₂ koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



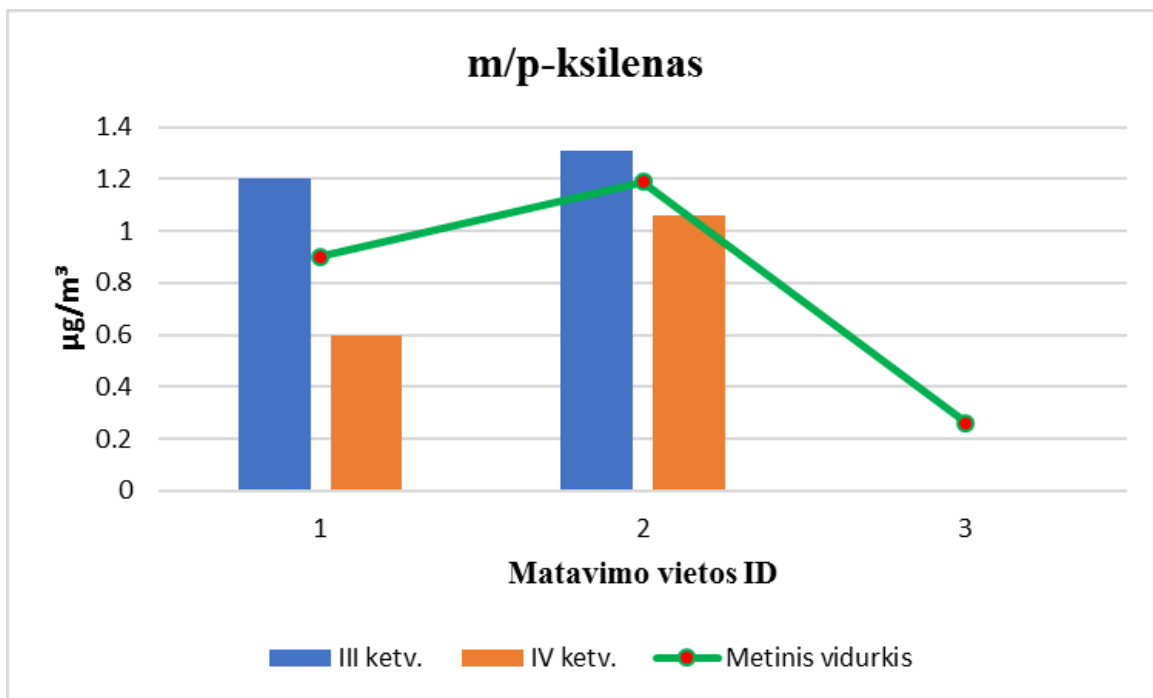
8 pav. Benzeno koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



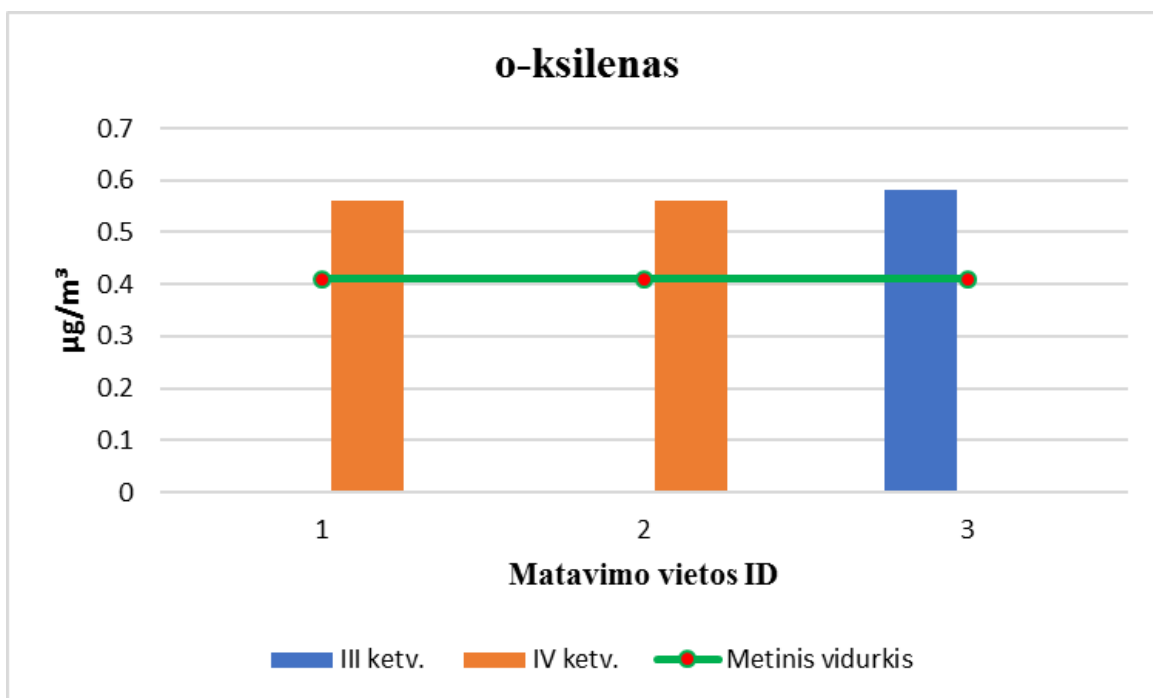
9 pav. Tolueno koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID.
(Ribinė vertė 600 µg/m³ grafike neatvaizduojama, nes gautos tolueno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



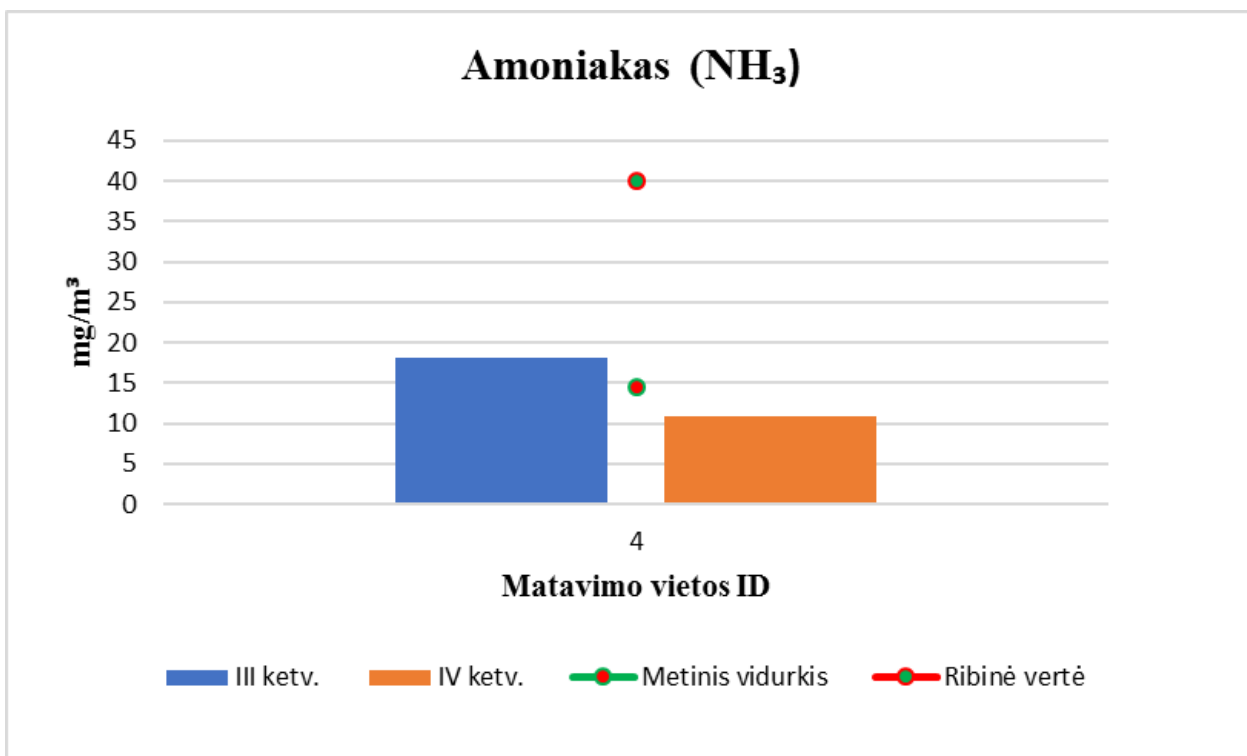
10 pav. Etilbenzeno koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID. (Ribinė vertė 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos etilbenzeno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



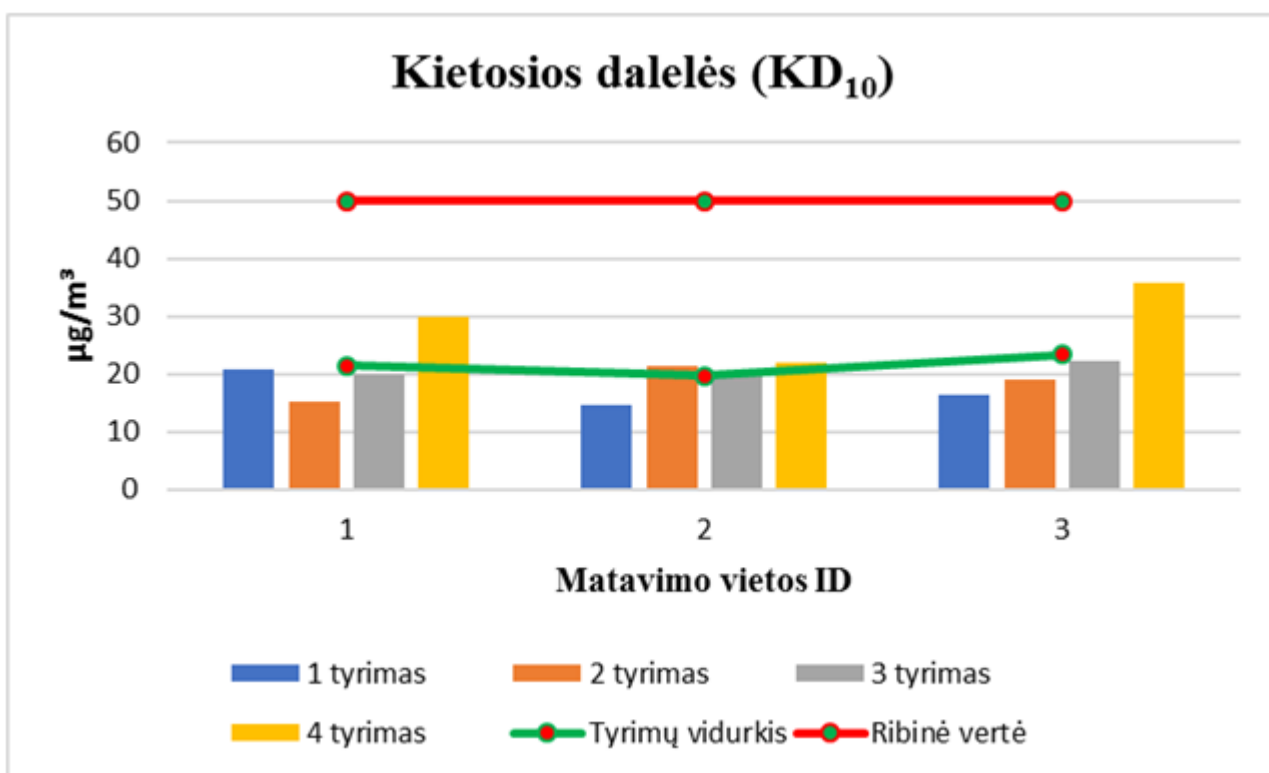
11 pav. m/p-ksileno koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID. (Ribinė vertė 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos m/p-ksileno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



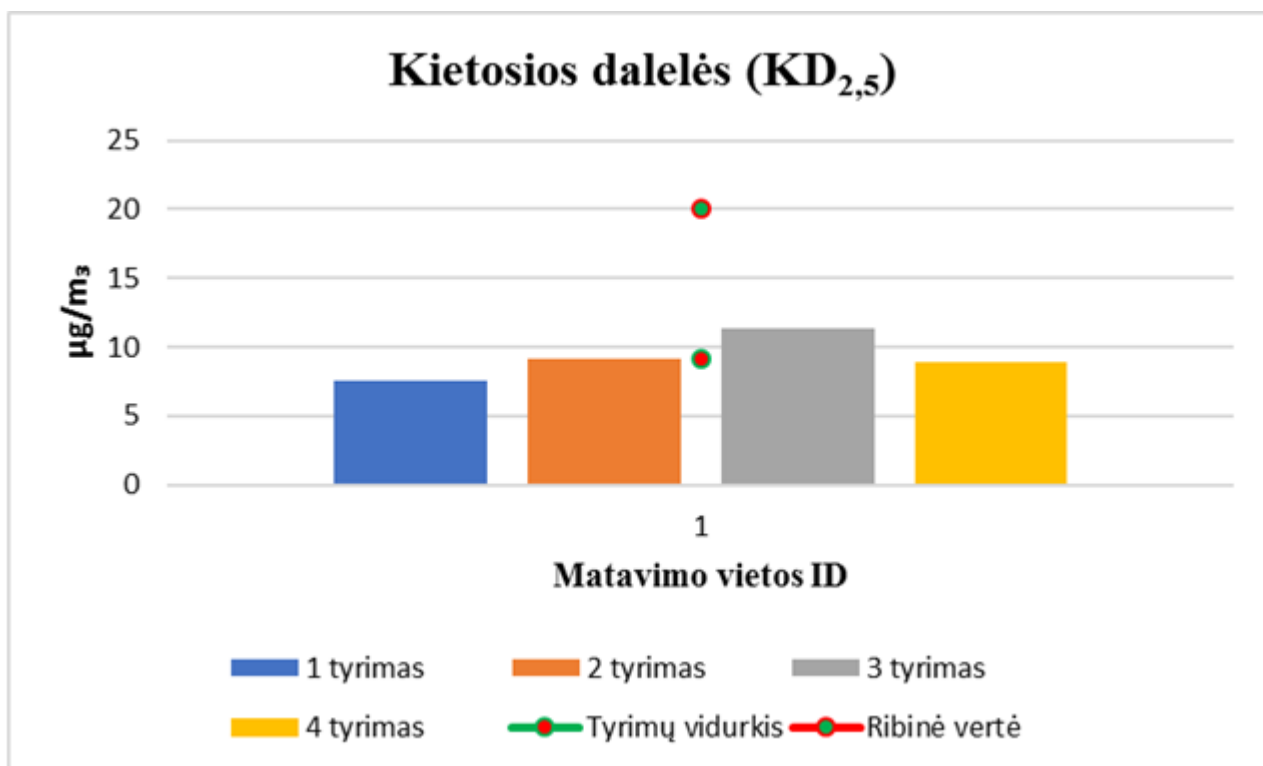
12 pav. o-ksileno koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID. (Ribinė vertė 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos o-ksileno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



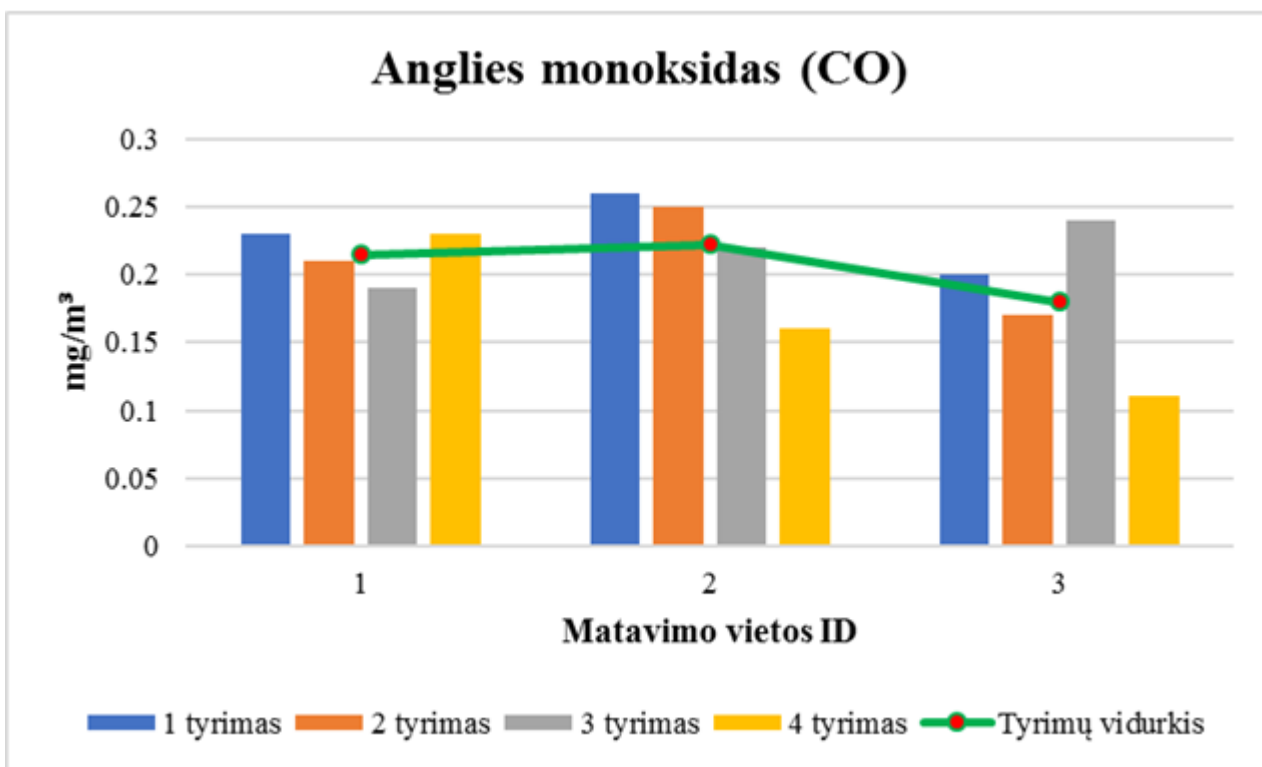
13 pav. NH_3 koncentracijų pasiskirstymai Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



14 pav. KD₁₀ koncentracijų pasiskirstymas Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



15 pav. KD_{2,5} koncentracijų pasiskirstymas Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID



16 pav. CO koncentracijų pasiskirstymas Pasvalio rajone pagal nustatytos matavimo vietos ID. (Ribinė vertė 10 mg/m³ grafike neatvaizduojama, nes gautos CO koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)

IŠVADOS

Išnagrinėjus aukščiau pateiktą 2023 m. III – IV ketv. pasyvių sorbentų būdu Pasvalio rajono savivaldybės teritorijoje atlikto antropogeninės oro taršos (NO₂; SO₂; lakiųjų organinių junginių (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno) ir amoniako (NH₃) tyrimo rezultatų suvestinę matyti aiškus NO₂; SO₂; lakiųjų organinių junginių (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno) ir amoniako (NH₃) koncentracijų pasiskirstymas Pasvalio rajono savivaldybės teritorijoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **azoto dioksido (NO₂)** koncentracija įvairavo nuo 9,24 µg/m³ iki 15,03 µg/m³. Iš turimų duomenų suskaičiuotas azoto dioksido koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo 10,03 µg/m³ iki 13,48 µg/m³. Santykinai didžiausias NO₂ koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **sieros dioksido (SO₂)** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimų metodo aptikimo riba, t. y. nuo $a < 3,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $3,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) sieros dioksido koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $1,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $2,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias SO₂ koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m., nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **benzeno** koncentracija įvairavo nuo $0,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) benzeno koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $0,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias benzeno koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **tolueno** koncentracija įvairavo nuo $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas tolueno koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $0,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias tolueno koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **etilbenzeno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimų metodo aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) etilbenzeno koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $0,43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias etilbenzeno koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **m/p-ksileno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimų metodo aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) m/p-ksileno koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $0,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias m/p-ksileno koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **o-ksileno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimų metodo aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) o-

ksileno koncentracijos metinis vidurkis nesikeitė ir siekė $0,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O-ksileno koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“, ties Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos ir ties Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m., nustatytose matavimo vietose.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **kietųjų dalelių (KD_{10})** koncentracija įvairavo nuo $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $35,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas kietųjų dalelių koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $19,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $23,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias KD_{10} koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas ties Panevėžio g., Vilniaus g., Taikos g., Vyšnių g., Pasvalio m., nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **kietųjų dalelių ($\text{KD}_{2,5}$)** koncentracija įvairavo nuo $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas kietųjų dalelių koncentracijos metinis vidurkis kuris siekė $9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nustatytas $\text{KD}_{2,5}$ koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **anglies monoksido (CO)** koncentracija įvairavo nuo $0,11 \text{mg}/\text{m}^3$ iki $0,26 \text{mg}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas anglies monoksido koncentracijos metinis vidurkis keitėsi nuo $0,18 \text{mg}/\text{m}^3$ iki $0,22 \text{mg}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias CO koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas ties Pasvalio m., prie VŠĮ „Pasvalio ligoninė“ ir ties Vytauto g. 37, Joniškėlis, prie Gabrielės Petkevičaitės-Bitės gimnazijos, nustatytose matavimo vietose.

Pažymėtina, jog Pasvalio rajone, 2023 m. III – IV ketv. nebuvo užfiksuotų NO_2 , SO_2 , NH_3 , lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno ir m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEx)), kietųjų dalelių (KD_{10} ir $\text{KD}_{2,5}$) ir anglies monoksido (CO) koncentracijų nustatytų ribinių verčių viršijimų.

Siūlomos oro taršos mažinimo priemonės:

- Didėjantis automobilių skaičius, transporto infrastruktūros plėtra yra pagrindinis faktorius, įtakojantis rajono aplinkos oro kokybės rodiklius. Pasvalio rajono bendrojo plano susisiekimo dalies svarbiausias tikslas yra darnios tarpusavyje sąveikaujančios susisiekimo sistemos kūrimas mažinant transporto srautų poveikį aplinkai, tolygiai vystant vietinių kelių plėtrą, tobulinant ir plėtojant transporto infrastruktūrą.
- Centralizuoto aprūpinimo šiluma sistemos plėtra, daugiabučių gyvenamųjų namų, švietimo, kultūros, sveikatos priežiūrų įstaigų pastatų modernizavimas, energetinio efektyvumo, šiluminės varžos rodiklių gerinimas, centralizuotai tiekiamos šilumos nuostolių mažinimas.
- Visuomenės ekologinio švietimo programų vykdymas, skatinant energijos vartojimo efektyvumo ir atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą individualių gyvenamųjų namų apšildymui, karšto vandens ruošimui. Vykdyti visuomenės švietimo, informavimo institucijų skatinimą, siekiant efektyvesnio visuomenės dalyvavimo Žemės dienos, Europos judriosios savaitės ir kituose ekologiniuose renginiuose.
- Diegti mažiau aplinką veikiančią ūkininkavimą ne tik ekologiniuose, bet ir tradiciniuose ūkiuose, ekologinio ūkininkavimo, natūralius ir ekologiškus produktus gaminančių, netradicinę veiklą plėtojančių ūkių veiklos skatinimas. Esamų gyvulininkystės kompleksų amoniako išmetimų į aplinkos orą mažinimu, kontroliuoti atitinkamų aplinkosaugos reikalavimų gyvulių laikymo, mėšlo ir sрутų kaupimo, sandėliavimo ir įterpimo technologinio proceso laikymąsi.

LITERATŪRA

1. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos buklė. 2022. Tik faktai, 2023 .
2. Avogbe, P. H.; Ayi-Fanou, L.; Autrup, H.; Loft, S.; Fayomi, B.; Sanni, A.; Vinzents, P.; Møller, P. 2005. Ultrafine particulate matter and high-level benzene urban air pollution in relation to oxidative DNA damage. *Carcinogenesis* 26;
3. Colville, R. N.; Hutchinson, E. J.; Warren, R. F. 2002. The transport sector as a source of air pollution. *Developments in Environmental Sciences* 1.
4. COM 1998 COM (1998) 591 final. Proposal for a COUNCIL DIRECTIVE relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air.
5. Fenger, J. 2009. Air pollution in the last 50 years – From local to global. *Atmospheric Environment*.
6. Kauno aplinkos kokybės tyrimai: oro kokybė. Viešosios įstaigos “Kauno miesto aplinkos kokybės tyrimai” 2007 metų veiklos ataskaita. Kaunas, 2008.
7. Klibavičius A. Transporto neigiamo poveikio aplinkai vertinimas. Vilnius: Technika, 1998.
8. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 11 d. Nr. 591/640 įsakymas „Dėl aplinkos oro užterštumo normų nustatymas“ (Žin., 2001, Nr. 106-3827).
9. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2007 m. birželio 11 d. Nr. D1-329/V-469 įsakymas „Dėl teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal Europos Sąjungos kriterijus, sąrašo ir teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus, sąrašo ir ribinių aplinkos oro užterštumo verčių patvirtinimo“ (Žin., 2007, Nr. 67-2627).
10. Nacionalinių taršos mažinimo bei oro kokybės vertinimo programų paruošimas Europe Aid/114743/D/SV/LT. Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas. Vilnius, 2010.
11. Paulauskienė, T. 2008. Oro taršos lakiaisiais organiniais junginiais tyrimas ir jos mažinimas naftos terminaluose. Daktaro disertacija. Vilnius: Technika.
12. Seinfeld, J. H.; Pandis, N. S. 1998. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. New York – Wiley-Interscience.

III. PAVIRŠINIŲ VANDENS TELKINIŲ MONITORINGAS

2023 m. rugpjūčio 31 d. ir 2023 m. spalio 12 d. Pasvalio rajono savivaldybėje buvo paimti paviršinio vandens mėginiai. Mėginių paėmimui vadovavo dr. Kęstutis Navickas. Paviršinio vandens tyrimams pasinaudota UAB „Vandens tyrimai“ pajėgumais.

Tyrimo tikslas: stebėti antropogeninės taršos masto pokyčius, nustatyti numatytą šioje programoje paviršinio vandens telkinių vandens kokybę. Gautus rezultatus taikyti paviršinio vandens telkinių vandens kokybės valdymui ir visuomenės informavimui.

Tyrimo uždaviniai:

- paviršinio vandens telkiniuose atlikti vandens kokybės parametrų stebėseną (periodinius matavimus);
- sutelktosios taršos įtaką paviršinio vandens telkinių ekologinei būklei, atliekant paviršinio vandens telkinių taršos parametrų matavimus;
- Atlikti sukaupėtų duomenų analizę, įvertinti vandens kokybę ir telkinio ekologinę būklę, pateikti išvadas.

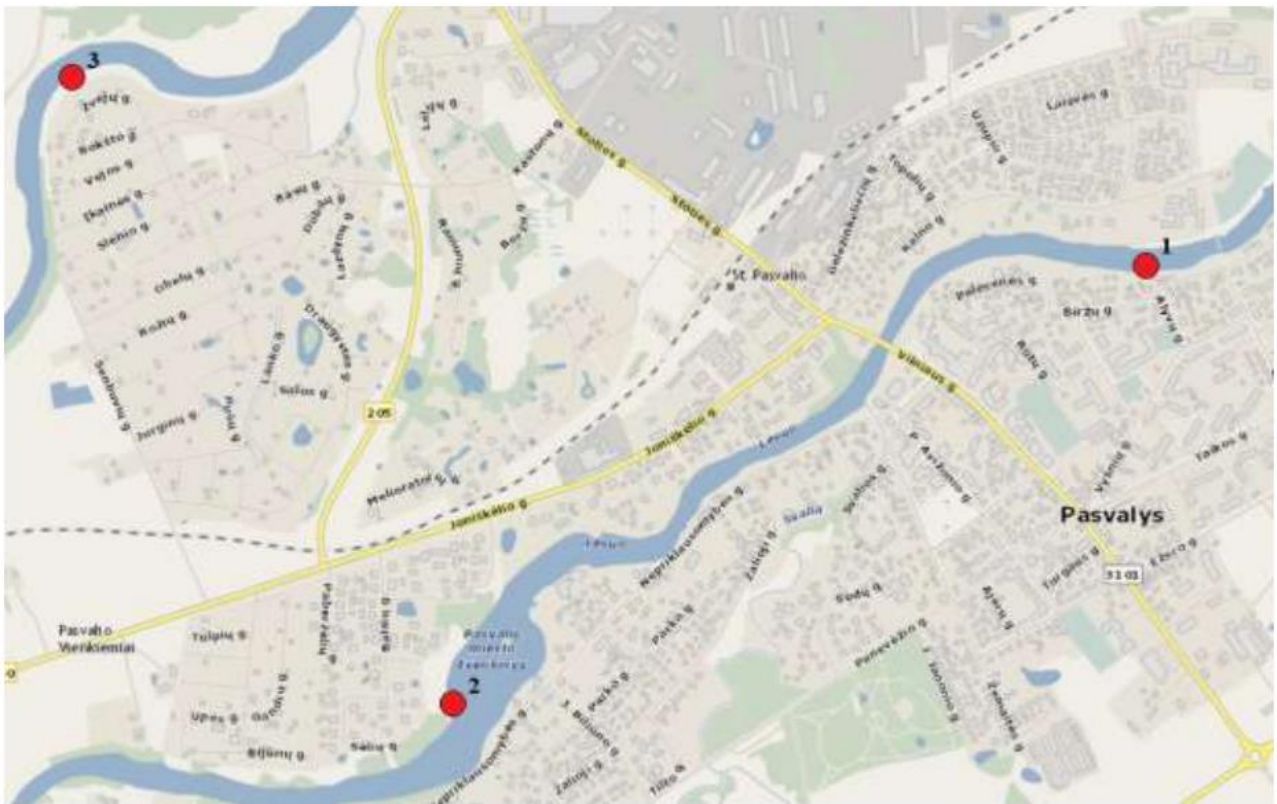
Stebėsenos rezultatai skirti paviršinio vandens telkinių vandens kokybės gerinimo priemonių planavimui ir įgyvendinimui, visuomenės informavimui.

Paviršinio vandens stebėsenos vietų koordinatės: konkrečios paviršinio vandens stebėsenos vietų koordinatės pateikiamos žemiau esančioje lentelėje ir 17 pav.

10 lentelė

Paviršinio vandens taršos matavimų vietų koordinatės

Eil. Nr.	Monitoringo vietovės pavadinimas	Koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje		Tipas
		X	Y	
1.	Lėvuo Pasvalio mieste	525259	6214539	Upė
2.	Pasvalio miesto tvenkinys	523903	6213633	Tvenkinys
3.	Mūša	523152	6214891	Upė



17 pav. Paviršinio vandens stebėsenos vietų lokalizacija Pasvalio rajono savivaldybės teritorijoje

Tyrimo metodika. Vandens mėginiai iš paviršinio vandens telkinio horizonto buvo imami plastiko arba steriliu stiklo indu.

Paviršinių vandens telkinių būklės vertinimas atliekamas vadovaujantis Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2021 m. lapkričio 4 d. įsakymu Nr. D1-645 „Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ pakeitimo“;

2007 m. balandžio 12 d. įsakymo Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo“ (2021-11-05:Nr. D1-645). Nustatant upių būklę, yra vertinamas upių ekologinis potencialas ir cheminė būklė. Upių būklė nustatoma pagal prastesnę iš jų, klasifikuojant į dvi klases: gerą arba neatitinkančią geros būklės.

Upių ekologinė būklė yra vertinama pagal fizikinius-cheminius, hidromorfologinius ir biologinius kokybės elementus. Upių ekologinė būklė yra vertinama pagal fizikinius-cheminius kokybės elementus – bendrus duomenis (maistingąsias medžiagas, organines medžiagas, prisotinimą deguonimi) apibūdinančius rodiklius: nitratinį azotą ($\text{NO}_3\text{-N}$), amonio azotą ($\text{NH}_4\text{-N}$), bendrąjį azotą (N_b), fosfatinį fosforą ($\text{PO}_4\text{-P}$), bendrąjį fosforą (P_b), biocheminį deguonies

suvartojimą per 7 dienas (BDS₇) ir ištirpusio deguonies kiekį vandenyje (O₂). Pagal kiekvieno rodiklio vidutinę metų vertę vandens telkinys priskiriamas vienai iš penkių ekologinės būklės klasių.

11 lentelė

Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių–cheminių kokybės elementų rodiklius

Eil. Nr.	Kokybės elementas		Rodiklis	Upės tipas	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių–cheminių kokybės elementų rodiklių vertes				
					Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
1.	Bendrieji duomenys	Maistingosios medžiagos	NO ₃ -N, mg/l N	1–5	<1,30	1,30–2,30	2,31–4,50	4,51–10,00	>10,00
2.			NH ₄ -N, mg/l N	1–5	<0,10	0,10–0,20	0,21–0,60	0,61–1,50	>1,50
3.			N _b , mg/l	1–5	<2,00	2,00–3,00	3,01–6,00	6,01–12,00	>12,00
4.			PO ₄ -P, mg/l P	1–5	<0,050	0,050–0,090	0,091–0,180	0,181–0,400	>0,400
5.			P _b , mg/l	1–5	<0,100	0,100–0,140	0,141–0,230	0,231–0,470	>0,470
6.		Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg/l O ₂	1–5	<2,30	2,30–3,30	3,31–5,00	5,01–7,00	>7,00
7.		Prisotinimas deguonimi	O ₂ , mg/l	1, 3, 4, 5	>8,50	8,50–7,50	7,49–6,00	5,99–3,00	<3,00
8.			O ₂ , mg/l	2	>7,50	7,50–6,50	6,49–5,00	4,99–2,00	<2,00
9.	Specifiniai teršalai	Sunkieji metalai	Al, µg/l	1–5		≤200	>200		
10.			As, µg/l	1–5		≤5,0	>5,0		
11.			Cr, µg/l	1–5		≤5,0	>5,0		
12.			Cu, µg/l	1–5		≤5,0	>5,0		
13.			V, µg/l	1–5		≤5,0	>5,0		
14.			Zn, µg/l	1–5		≤20,0	>20,0		
15.			Sn, µg/l	1–5		≤5,0	>5,0		

Ežerų ekologinė būklė vertinama 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 ekologinės būklės klasių, kurios detalizuojamos žemiau esančioje lentelėje:

12 lentelė

Ežerų ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius

Eil. Nr.	Kokybės elementas		Rodiklis	Ežero tipas	Ežerų ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes				
					Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
1.		Maistingosios medžiagos	N_b , mg/l	1–3	<1,00	1,00–2,00	2,01–3,00	3,01–6,00	>6,00
2.			P_b , mg/l	1	<0,040	0,040–0,060	0,061–0,090	0,091–0,140	>0,140
3.			P_b , mg/l	2–3	<0,030	0,030–0,050	0,051–0,070	0,071–0,100	>0,100
4.		Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg/l O ₂	1	<2,3	2,3–4,2	4,3–6,0	6,1–8,0	>8,0
5.			BDS ₇ , mg/l O ₂	2–3	<1,8	1,8–3,2	3,3–5,0	5,1–7,0	>7,0
6.	Bendrieji duomenys	Vandens skaidrumas	S, m	1	>2,0 (esant mažesniai nei 2 m telkinio gyliui, vandens skaidrumas – iki dugno)	2,0–1,3	1,2–0,8	0,7–0,5	<0,5
7.			S, m	2–3	>4,0	4,0–2,0	1,9–1,0	0,9–0,5	<0,5
8.	Specifiniai teršalai	Sunkieji metalai	Al, µg/l	1–3		≤200	>200		
9.			As, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
10.			Cr, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
11.			Cu, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
12.			V, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
13.			Zn, µg/l	1–3		≤20,0	>20,0		
14.			Sn, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		

13 lentelė

Ežerų, tvenkinių ir karjerų, kurie priskiriami prie dirbtinių ir labai pakeistų vandens telkinių, ekologinio potencialo klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius

Eil. Nr.	Kokybės elementas		Rodiklis	Vandens telkinio tipas	Ekologinio potencialo klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes				
					Labai geras	Geras	Vidutinis	Blogas	Labai blogas
1.	Bendrieji duomenys	Maistingosios medžiagos	N _b , mg/l	1–3	<1,00	1,00–2,00	2,01–3,00	3,01–6,00	>6,00
2.			N _b , mg/l	1–3 (labai pratakių tvenkinių (kai vandens apytakos koeficientas K>100))	<2,00	2,00–3,00	3,01–6,00	6,01–12,00	>12,00
3.			P _b , mg/l	1	<0,040	0,040–0,060	0,061–0,090	0,091–0,140	>0,140
4.			P _b , mg/l	2–3	<0,030	0,030–0,050	0,051–0,070	0,071–0,100	>0,100
5.			P _b , mg/l	1–3 (labai pratakių tvenkinių (kai vandens apytakos koeficientas K>100))	<0,100	0,100–0,140	0,141–0,230	0,231–0,470	>0,470
6.		Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg/l O ₂	1	<2,3	2,3–4,2	4,3–6,0	6,1–8,0	>8,0
7.			BDS ₇ , mg/l O ₂	2–3	<1,8	1,8–3,2	3,3–5,0	5,1–7,0	>7,0
8.		Vandens skaidrumas	S, m	1	>2,0 (kai telkinio gylis mažesnis kaip 2 m, vandens skaidrumas – iki dugno)	2,0–1,3	1,2–0,8	0,7–0,5	<0,5
9.			S, m	2–3	>4,0	4,0–2,0	1,9–1,0	0,9–0,5	<0,5
10.	Specifiniai teršalai	Sunkieji metalai	Al, µg/l	1–3		≤200	>200		
11.			As, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
12.			Cr, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
13.			Cu, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
14.			V, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		
15.			Zn, µg/l	1–3		≤20,0	>20,0		
16.			Sn, µg/l	1–3		≤5,0	>5,0		

Upių, kanalų, ežero ir tvenkinių paviršinio vandens cheminė būklė vertinama pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakyme Nr.D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. spalio 8 d. įsakymo Nr. D1-515 redakcija) pateiktas didžiausias leidžiamas koncentracijas vandens telkinyje-priimtuve.

Prioritetinės pavojingų medžiagų bei pavojingų ir kitų kontroliuojamų medžiagų didžiausios leidžiamos koncentracijos (DLK) ir ribinės koncentracijos gamtiniuose paviršinio vandens telkiniuose detalizuojamos žemiau esančioje lentelėje:

14 lentelė

Kitų Lietuvoje kontroliuojamų medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija (DLK)

Medžiagų grupės pavadinimas	Medžiagos pavadinimas	CAS Nr. ¹	DLK ⁰ į nuotekų surinkimo sistemą	DLK ⁰ į gamtinę aplinką	DLK ⁰ vandens telkinyje-priimtuve	Ribinė koncentracija ² į nuotekų surinkimo sistemą	Ribinė koncentracija ² į gamtinę aplinką
Kitos medžiagos	Bendras azotas		100	-	*	50	10
	Nitritai (NO ₂ -N)/NO ₂		-	-	-	-	-
	Nitratai (NO ₃ -N)/NO ₃		-	-	*	-	-
	Amonio jonai (NH ₄ -N)/NH ₄		-	-	*	-	-
	Bendras fosforas		20	-	*	10	0,5
	Fosfatai (PO ₄ -P)/PO ₄		-	-	*	-	-
	Chloridai		2000	1000	300	1000	500
	Fluoridai		10	8	-	2	3,2
	Sulfatai		1000	300	100	300	200
	Sintetinės veiklios paviršinės medžiagos (anijoninės)		10	1,5	-	2	0,6
	Sintetinės veiklios paviršinės medžiagos (ne joninės)		15	2	-	3	0,8
	Riebalai		100	10	-	50	5
	Skendinčiosios medžiagos		-	25	-	-	25

Čia:

⁰ Šis parametras yra DLK, išreikštas kaip metinė vidutinė vertė.

¹ CAS – Cheminių medžiagų santrumpų tarnybos registracijos numeris.

² Ribinė koncentracija – ribinė didžiausia apskaičiuota, išmatuota arba planuojama medžiagos koncentracija, iki kurios šios medžiagos normuoti/kontroliuoti dar nereikia.

³ Orientacinės vertės, taikomos po mineralinių sulfidų nustatymo metodikos patvirtinimo.

* Šių medžiagų (taip pat BDS7) vidutinės metinės vertės paviršiniame vandens telkinyje (skirstant pagal ekologinės būklės klases) nurodytos Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikoje, patvirtintoje Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 d. įsakymu Nr. D1-210 „Dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“.

Įvertinus upių ir tvenkinių paviršinio vandens hidrochemines savybes, vandens telkinys priskiriamas vienai iš dviejų cheminės būklės klasių – gerai arba neatitinkančiai geros būklės. Paviršinio vandens telkinio cheminė būklė yra gera, jeigu visų pavojingų medžiagų koncentracija neviršija didžiausių leidžiamų koncentracijų. Vandens telkinio cheminė būklė yra neatitinkanti geros būklės, jeigu bent vienos pavojingos medžiagos koncentracija viršija didžiausią leidžiamą koncentraciją.

Upių ir tvenkinių paviršinio vandens cheminiai parametrai, kurių didžiausių leidžiamų koncentracijų nereglamentuoja Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakymas Nr. D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“, vertinami pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. gruodžio 21 d. įsakyme Nr. D1-633 „Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“ pateiktomis Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo (toliau – Aprašas) priede esančiomis paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinėmis vertėmis.

15 lentelė

Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinės vertės

Eil. Nr.	Kokybės rodiklis	Ribinė vertė	
		Lašiniams vandens telkiniams	Karpiniams vandens telkiniams
1.	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)
2.	pH	nuo 6 iki 9 (O)	nuo 6 iki 9 (O)
3	Suspenduotos medžiagos (mg/l)	≤25 (O)	≤25 (O)
4	BDS ₇ (mg/l O ₂)	≤4	≤6
5.	Fosfatai(mg/l PO ₄)	≤ 0,2	≤ 0,4
6.	Nitritai(mg/l NO ₂)	≤ 0,1	≤ 0,15
7.	Amonio jonai(mg/l NH ₄)	≤ 1	≤ 1

Čia:

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

Lašišinis ar karpinis vandens telkinys laikomas atitinkančiu Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. D1-633 „Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvys, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“ patvirtinto Aprašo reikalavimus, jei: 95 procentai iš per metus išmatuotų temperatūros, pH, BDS₇, nejonizuoto amoniako, amonio jonų, nitritų, bendrojo cinko, ištirpusio vario, chloro likučio ir fosfatų verčių neviršija ribinių verčių. Tais atvejais, kai ėminiai imami rečiau kaip kartą per mėnesį, visos šių rodiklių išmatuotos vertės turi atitikti ribines vertes; 50 procentų per metus išmatuotų ištirpusio deguonies verčių atitinka ribinę vertę; suspenduotų medžiagų vidutinė metinė koncentracija atitinka ribinę vertę; lašišinių ar karpinių vandens telkinių paviršiuje kalendorinių metų laikotarpyje nebuvo susiformavusi naftos angliavandenilių plėvelė ir nebuvo jaučiamas naftos angliavandenilių bei fenolių skonis žuvies mėsosje.

TYRIMO OBJEKTO PARAMETRŲ EKSPLIKACIJA

Ištirpęs deguonis. Deguonis būtinas daugeliui vandens augalų ir gyvūnų. Gamtiniuose vandenyse ištirpusio deguonies koncentracija gali keistis nuo 0 iki 14 mg/l, priklausomai nuo metų ir paros laiko. Pavyzdžiui, deguonies koncentracija pradeda didėti ryte ir didžiausia būna po vidurdienio. Tamsioje fotosintezė nevyksta, tačiau augalai ir gyvūnai kvėpuoja naudodami deguonį, todėl mažiausia jo koncentracija būna prieš auštant. Ištirpusio deguonies koncentracija priklauso ir nuo vandens temperatūros – šaltesniame vandenyje deguonies gali ištirpti daugiau. Be to, paviršinio vandens telkinio apledėjimas mažina ištirpusio deguonies koncentraciją, todėl sumažėjus deguonies kiekiui iki kritinės koncentracijos (3 mg/l) ar pastebėjus žuvų dusimo požymius, skubiai informuoti visuomenę bei organizuoti ir koordinuoti žuvų gelbėjimo nuo dusimo darbus (valyti nuo ledo sniegą, kirsti eketes, aeruoti vandenį, perkelti žuvis ir t.t.) neišnuomotuose vandens telkiniuose, pirmenybę teikiant žuvingiausiems vandens telkiniams, į šią veiklą įtraukiant visuomenines organizacijas.

Nitratų azotas NO₃-N ir nitritų azotas NO₂-N. Pažymėtina, kad nitratai, NO₃- ir nitritai, NO₂- susidaro yrant baltyminėms medžiagoms. Be to, nitratų gali atsirasti ir su lietaus vandeniu, kuriame beveik visuomet esti azoto rūgštis. Dėl vykstančių oksidacijos - redukcijos reakcijų, nitritai gali virsti nitratais ir atvirkščiai. Pagrindinė padidinto nitratų kiekio priežastis yra organinės ir mineralinės (azotinės) trąšos, naudojamos žemės ūkyje, todėl ypač daug jų randama šachtiniuose šuliniuose. Nitratai yra pavojingi žmogui ir ypač kūdikiams. Vartojant maisto mišinius, į kurių sudėtyje įeina vanduo su padidėjusiu nitratų kiekiu, padidėja methemoglobinemijos rizika. Ligos

metu labai padidėja methemoglobino koncentracija kraujyje. Ji pasunkina deguonies pernešimą su krauju iš plaučių į audinius. Kūdikiams atsiranda dispepsinių reiškinių, dusulys, pamėlsta oda ir gleivinės. Sunkiais atvejais atsiranda traukuliai, ir kūdikis gali mirti.

Nitratų ir nitritų azotas yra azoto ciklo aplinkos sudėtinė dalis, todėl net ir žmogaus nepaveiktame paviršinio vandens telkinio baseine išplaunamas tam tikras jų kiekis. Dėl žmogaus veiklos nitratų azoto prietaka į vandens telkinius labai padidėja, tačiau tai priklauso nuo metų sezono. Laikui bėgant pasitaiko laikotarpių, kai nitratų koncentracijos gali priklausyti ne tik nuo upės nuotėkio, bet ir nuo kitų veiksnių: augalų vegetacijos, žiemos sąlygų, dirvožemio įšalimo gylio, sniego dangos.

Vasarą nitratų koncentracija yra mažesnė, nes vandens augalija vegetacijos periodu juos intensyviai asimiliuoja. Pasibaigus vasarai, instant augalams ir dumbliams nitratų koncentracija vandenyje padidėja. Be to, intensyvūs rudens lietūs iš dirvos išplauna nemažai organinių ir neorganinių trąšų, sutekančių į upelius ir upes. Daugelis Lietuvos upių ir ežerų yra smarkiai užteršti azoto (ir fosforo) junginiais, ir tai yra viena iš jų dumblių priežasčių.

Amonio azotas ($\text{NH}_4^+ \text{N}$). Amonio azotas – junginys, kuris susijungęs su deguonimi sudaro nitritus, šių oksidacinių reakcijų pagalba vyksta nitrifikacija. Toliau oksiduojantis gaunamas nitratas.

Fosfatų fosforas ($\text{PO}_4\text{-P}$). Buitiniuose ir pramoniniuose plovikliuose fosfatai yra dažniausiai vartojami kaip didžiausią dalį sudarančios sudedamosios dalys. Jų paskirtis – suminkštinti vandenį, kad plovikliai būtų veiksmingi. Paprastai vartojama fosfato rūšis yra STTP (natrio tripolifosfatas). Fosfatų naudojimas plovikliuose daugiausia rūpesčio kelia todėl, kad patekęs į vandens aplinką jis gali sukelti maistinių medžiagų perteklių, o tai, savo ruožtu, gali sukelti eutrofikaciją ir su ja susijusias problemas.

Temperatūra. Temperatūra turi įtakos daugeliui vandenyje vykstančių cheminių ir biologinių procesų (deguonies ir anglies dioksido tirpimas vandenyje, fotosintezės sparta ir kt.). Ypatingai svarbi upių gyvenime 10 °C temperatūra, kai atgyja vandens gyvūnija (tai vyksta balandžio pabaigoje). Kai vanduo atšąla žemiau šios temperatūros – vėl viskas apmiršta (spalio pradžioje).

Bendrasis azotas. Bendras azotas - tai Kjeldalio azotas (organinis ir amoniakinis azotas), prie kurio pridedamas nitritų ir nitratų azotas. Ši analizė yra aktuali, kai norima nustatyti eutrofikacijos tendencijas.

Bendrasis fosforas. Visų nuotekose arba vandenyje esančių įvairių formų fosforo junginių suma, išreikšta fosforo kiekiu, vadinama bendruoju fosforu. Ši analizė yra aktuali, kai norima nustatyti eutrofikacijos tendencijas.

Biocheminis deguonies suvartojimas (BDS₇). Biocheminis deguonies suvartojimas BDS₇ – pagrindinis organinių medžiagų kiekį paviršiniame vandenyje nusakantis rodiklis – biocheminis deguonies suvartojimas per septynias paras (BDS₇). Jis parodo ištirpusio deguonies kiekį, reikalingą vandenyje esančioms organinėms medžiagoms biochemiškai oksiduoti arba kitaip tariant BDS parodo kiek deguonies suvartoja bakterijos, skaidydamos vandenyje esančias organines medžiagas. Jis padidėja organinėmis medžiagomis užterštuose vandenyse. Organinės medžiagos į upes patenka su gamybinėmis ir buitinėmis nuotekomis, taip pat gausūs šių medžiagų kiekiai susidaro eutrofikuotose upėse vandens augmenijos irimo procesų metu. Upėse užfiksuotas padidėjęs BDS rodo galimą organinės kilmės taršą.

TYRIMO REZULTATAI

Žemiau esančiose lentelėse pateiktos 2023 m. III – IV ketv. atliktų paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinės.

16 lentelė

2023 m. rugpjūčio 31 d. Pasvalio rajono upių vandens telkinių tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė						
		N bendras	Amonio azotas (NH ₄ -N)	Nitratinis azotas (NO ₃ -N)	P bendras	Fosfatinis fosforas (PO ₄ -P)	Ištirpęs deguonis	BDS ₇
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgO ₂ /l	mg/lO ₂
Upės gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		<3	<0,20	<2,3	<0,14	<0,09	>7,5	<3,30
Ribinė vertė, mg/l		10	0,778	-	0,5	0,4	≤7	6
1.	Lėvuo Pasvalio mieste	3,3	a<0,0389	2,622	0,017	0,02	7,98	1,7
3.	Mūša	4,8	a<0,0389	4,859	0,023	0,04	8,33	1,5

Čia a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

17 lentelė

2023 m. spalio 12 d. Pasvalio rajono upių vandens telkinių tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė						
		N bendras	Amonio azotas (NH ₄ -N)	Nitratinis azotas (NO ₃ -N)	P bendras	Fosfatinis fosforas (PO ₄ -P)	Ištirpęs deguonis	BDS ₇
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgO ₂ /l	mg/lO ₂
Upės gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		<3	<0,20	<2,3	<0,14	<0,09	>7,5	<3,30
Ribinė vertė, mg/l		10	0,778	-	0,5	0,4	≤7	6
1.	Lėvuo Pasvalio mieste	6,2	a<0,0389	5,062	0,028	0,02	7,39	1,3
3.	Mūša	14.4	0.117	13.831	0.069	0.06	8.16	1.4

Čia a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos;

raudonai paryškintas skaičius duomenų lentelėje, tai koncentracijos sąlyginis viršijimas, vertinant su ribinio rodiklio verte.

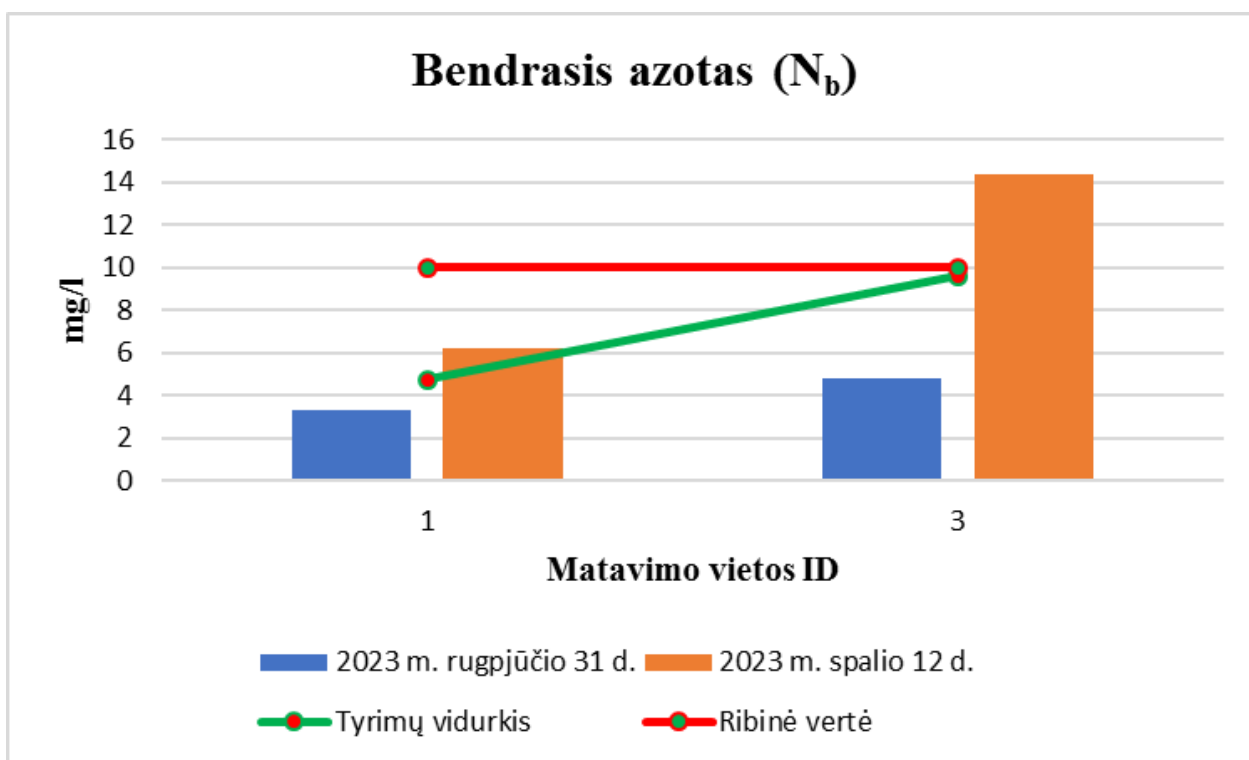
18 lentelė

2023 m. Pasvalio rajono upių vandens telkinių tyrimo rezultatų vidurkių suvestinė

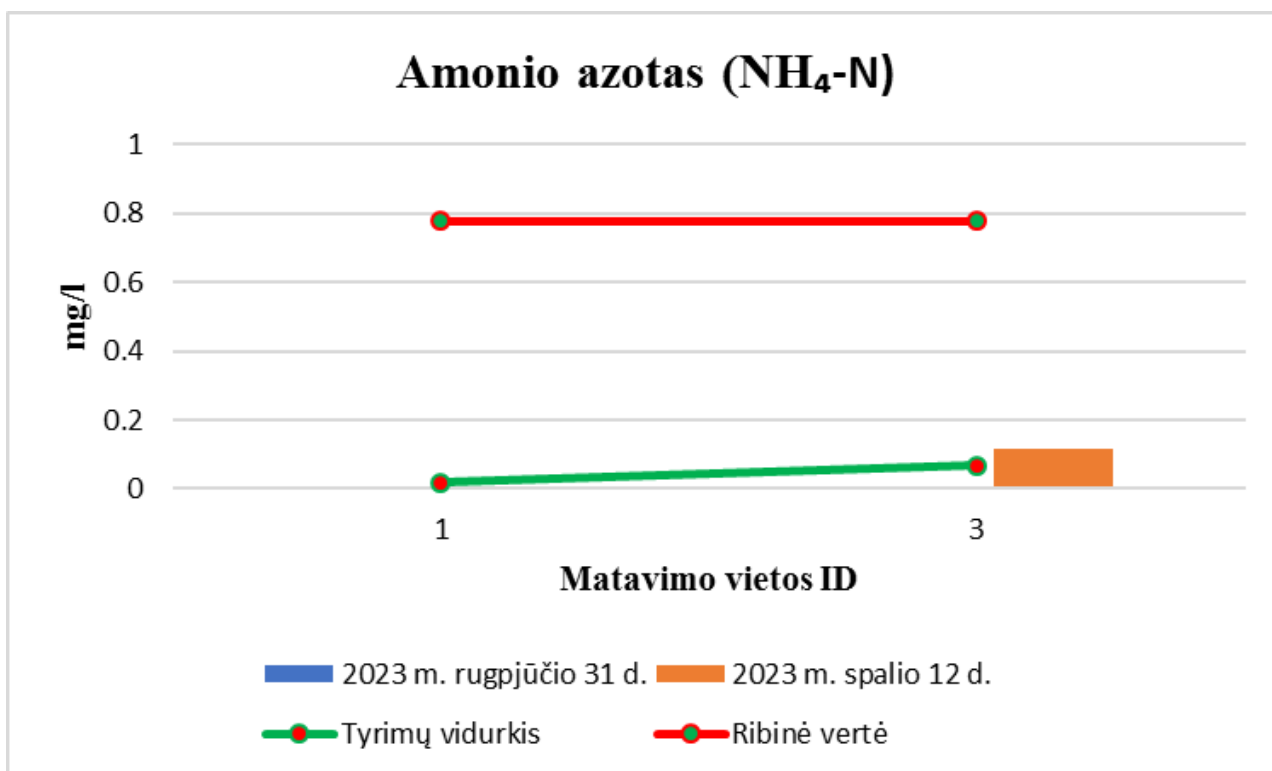
Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė						
		N bendras	Amonio azotas (NH ₄ -N)*	Nitratinis azotas (NO ₃ -N)	P bendras	Fosfatinis fosforas (PO ₄ -P)	Ištirpęs deguonis	BDS ₇
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgO ₂ /l	mg/lO ₂
Upės gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		<3	<0,20	<2,3	<0,14	<0,09	>7,5	<3,30
Ribinė vertė, mg/l		10	0,778	-	0,5	0,4	≤7	6
1.	Lėvuo Pasvalio mieste	4,75	0,01945	3,842	0,023	0,020	7,69	1,50
3.	Mūša	9,60	0,068	9,345	0,046	0,050	8,25	1,45

Čia: * - apskaičiuojant tyrimų vidurkį vietose kuriose koncentracija buvo žemesnė nei tyrimo metodo aptikimo riba, buvo naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos.

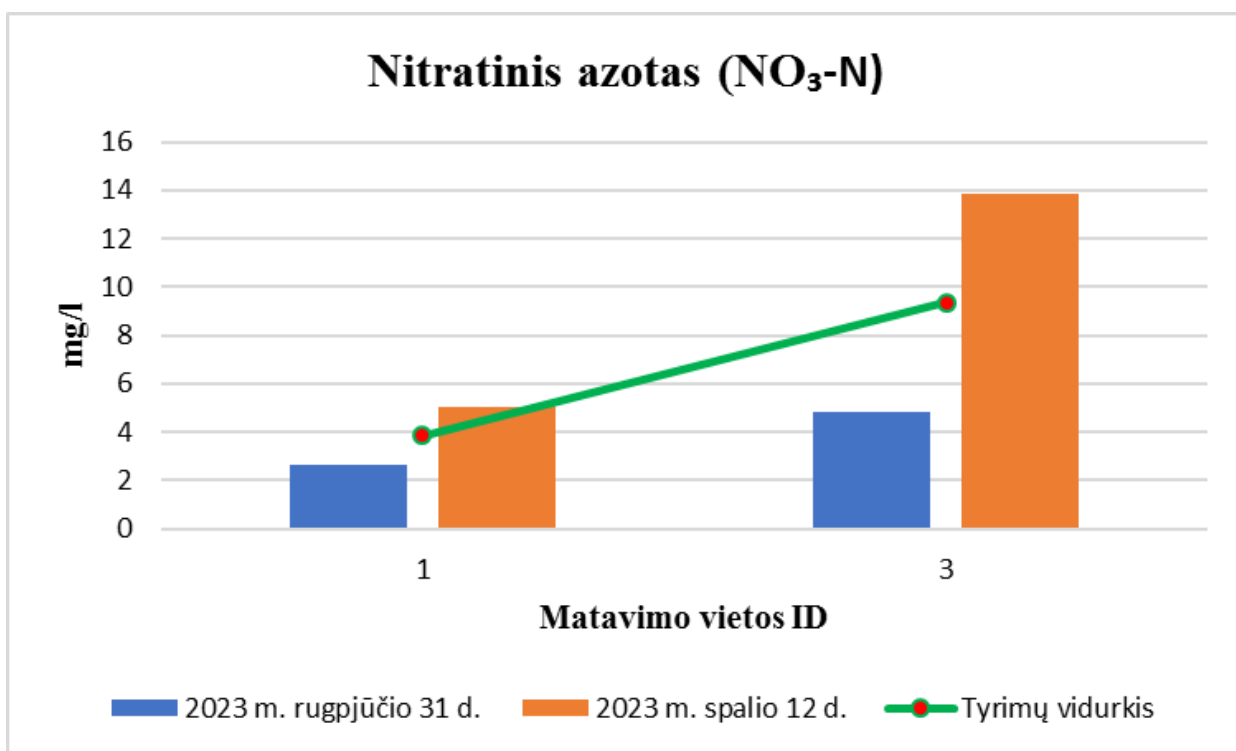
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2023 m. Pasvalio rajono savivaldybės upių vandens tyrimų rezultatų vizualizacijos.



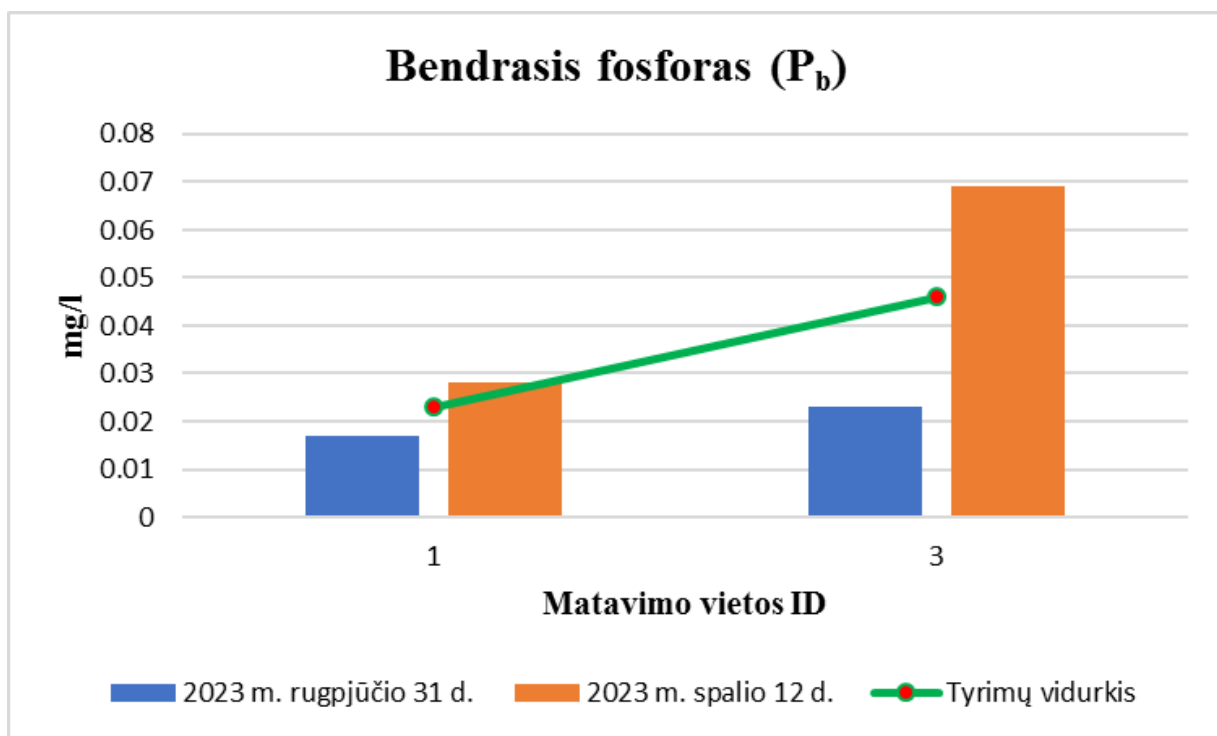
18 pav. N bendrojo koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose



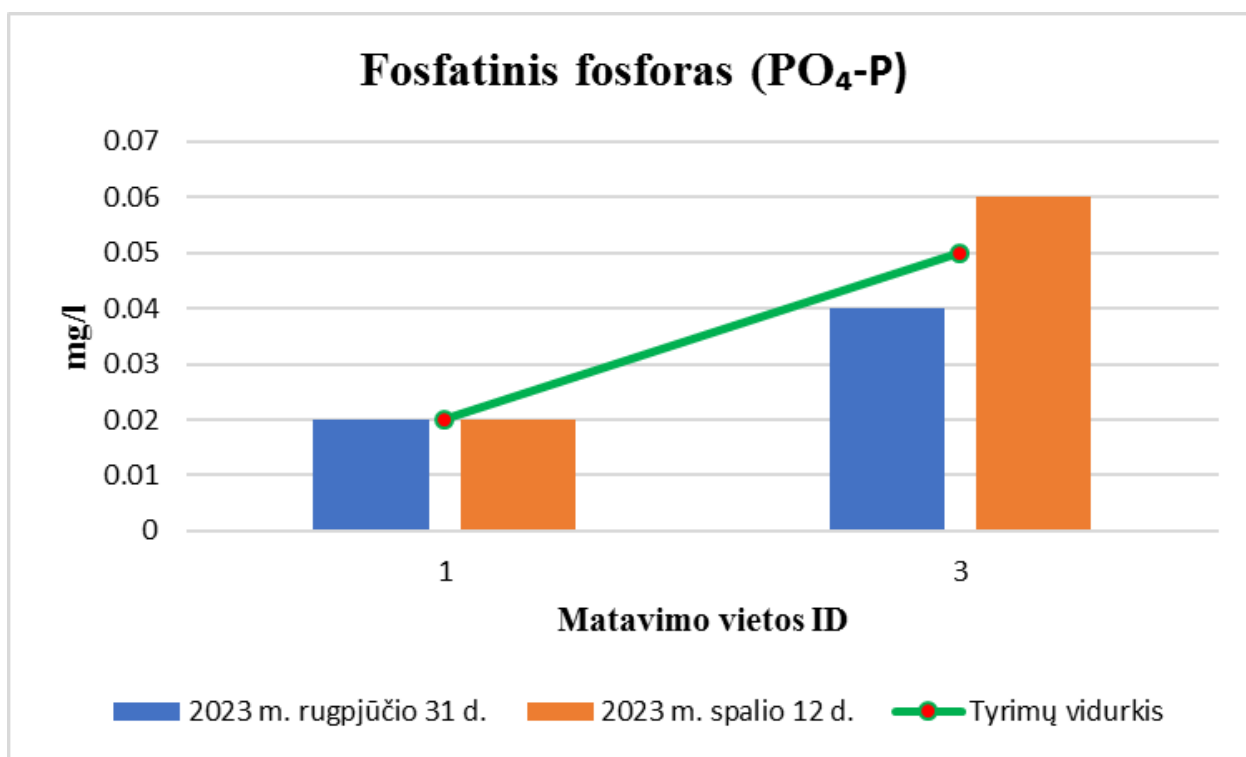
19 pav. Amonio azoto ($\text{NH}_4\text{-N}$) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose



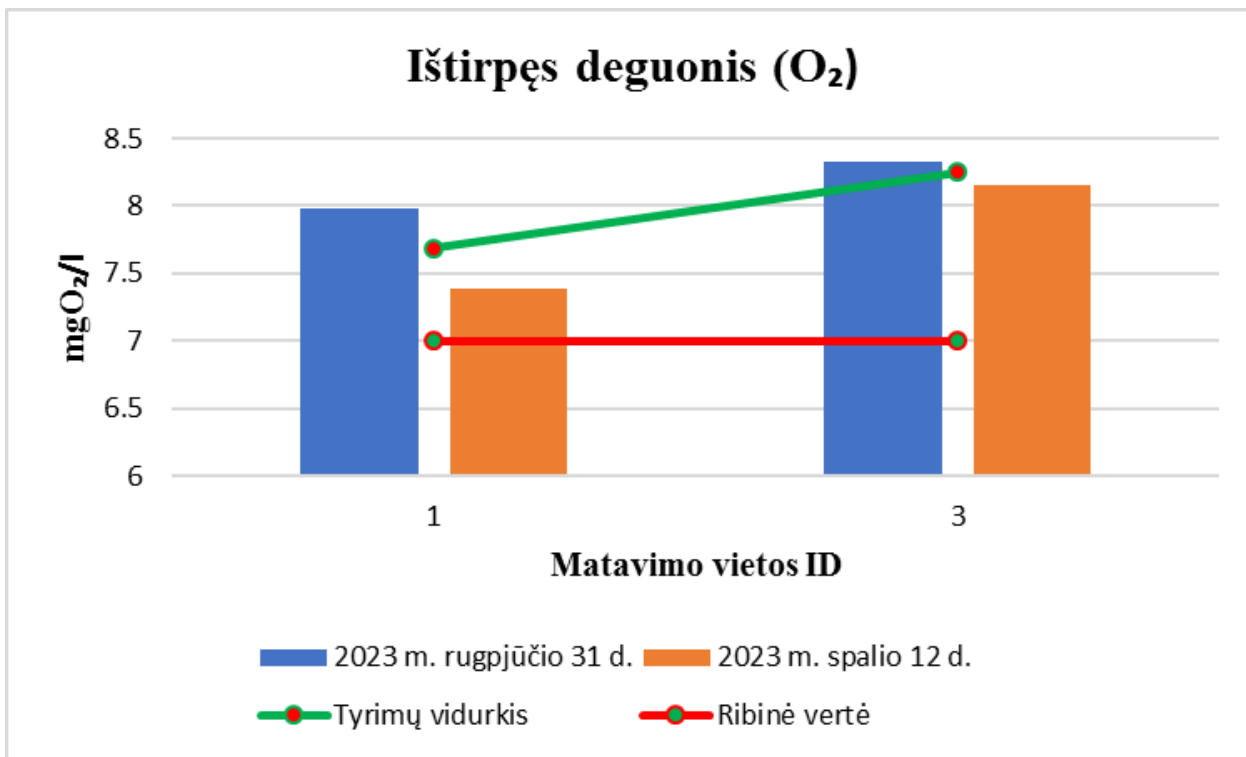
20 pav. Nitratinio azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose



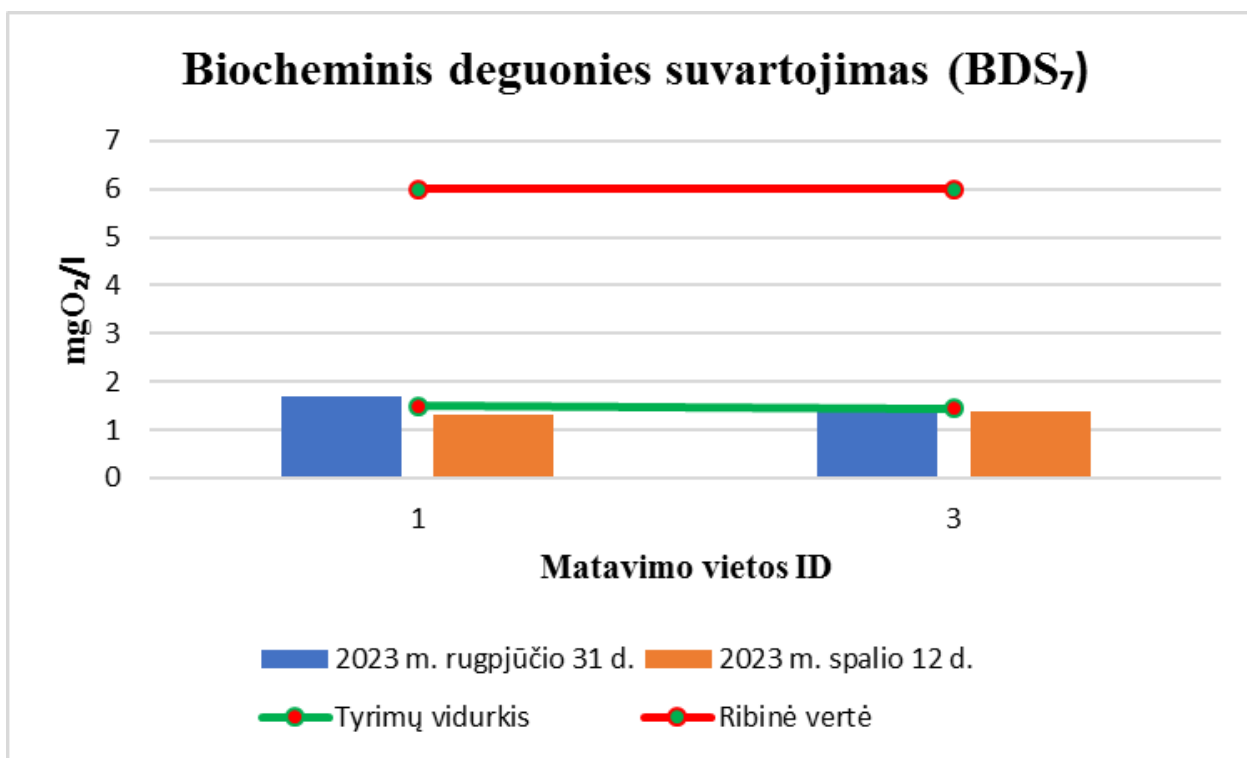
21 pav. P bendrojo koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė 0,5 mg/l grafike neatvaizduojama, nes gautos P_b koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



22 pav. Fosfatinio fosforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė 0,4 mg/l grafike neatvaizduojama, nes gautos $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



23 pav. Ištirpusio deguonies koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose. (Gautos O_2 koncentracijų vertės aukščiau ribinės vertės ($\leq 7 \text{ mgO}_2/\text{l}$) grafike rodo, jog yra pakankamas ištirpusio deguonies kiekis upių vandenyje nustatytose matavimų vietose)



24 pav. BDS₇ verčių pasiskirstymas upėse, Pasvalio rajone, nustatytose matavimų vietose

19 lentelė

2023 m. rugpjūčio 31 d. tvenkinio paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Sekki gylis	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Tvenkinio geras ekologinis potencialas, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
Ribinė vertė, mg/l		-	10	0,5	6
2.	Pasvalio miesto tvenkinys	1,7	3,8	0,015	2,1

20 lentelė

2023 m. spalio 12 d. tvenkinio paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

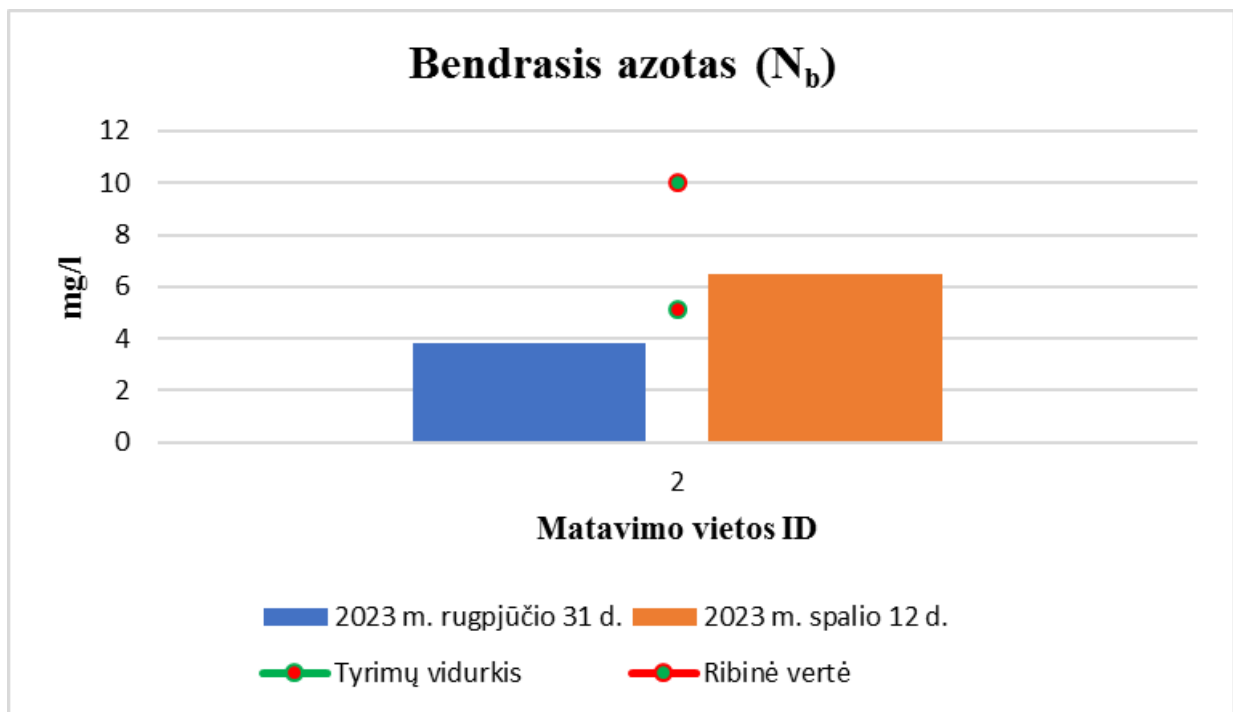
Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Sekki gylis	N bendras	P bendras	BDS ₇
		M	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Tvenkinio geras ekologinis potencialas, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
Ribinė vertė, mg/l		-	10	0,5	6
2.	Pasvalio miesto tvenkinys	1,8	6,5	0,026	1,2

21 lentelė

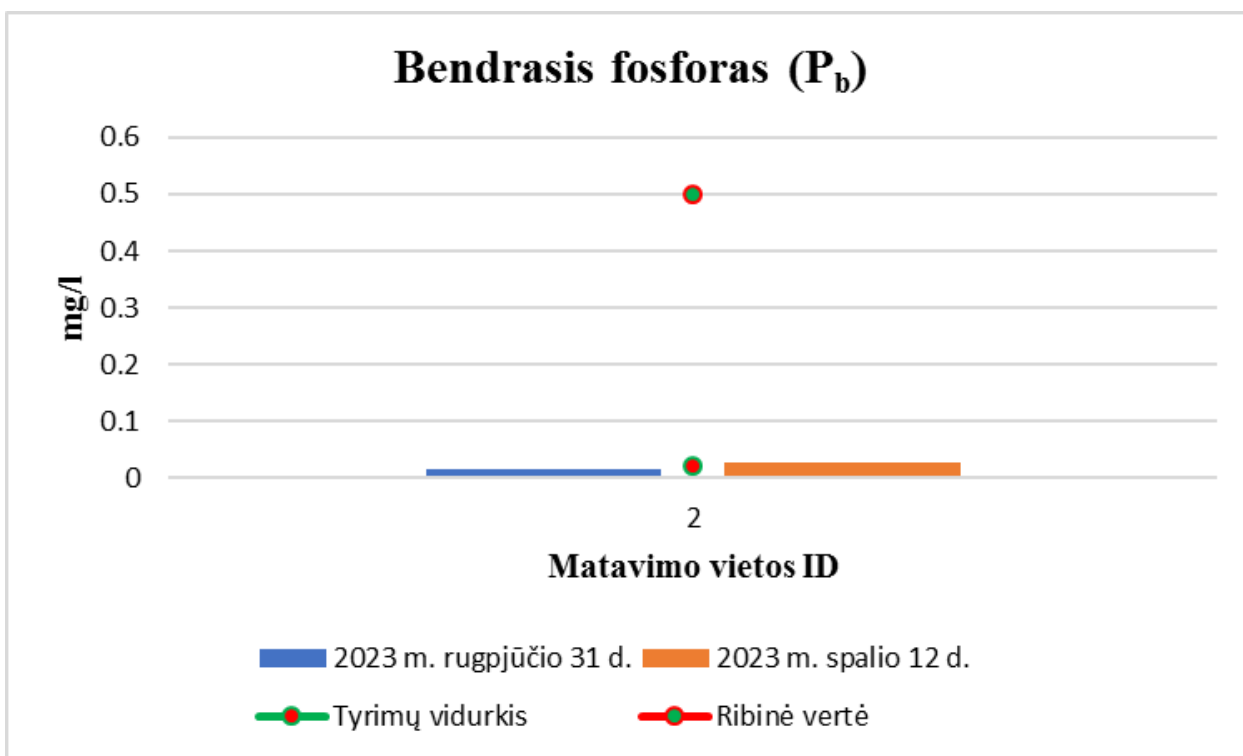
2023 m. tvenkinio paviršinio vandens tyrimo rezultatų vidurkių suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Sekki gylis	N bendras	P bendras	BDS ₇
		M	mg/l	mg/l	mg/lO ₂
Tvenkinio geras ekologinis potencialas, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
Ribinė vertė, mg/l		-	10	0,5	6
2.	Pasvalio miesto tvenkinys	1,75	5,15	0,021	1,65

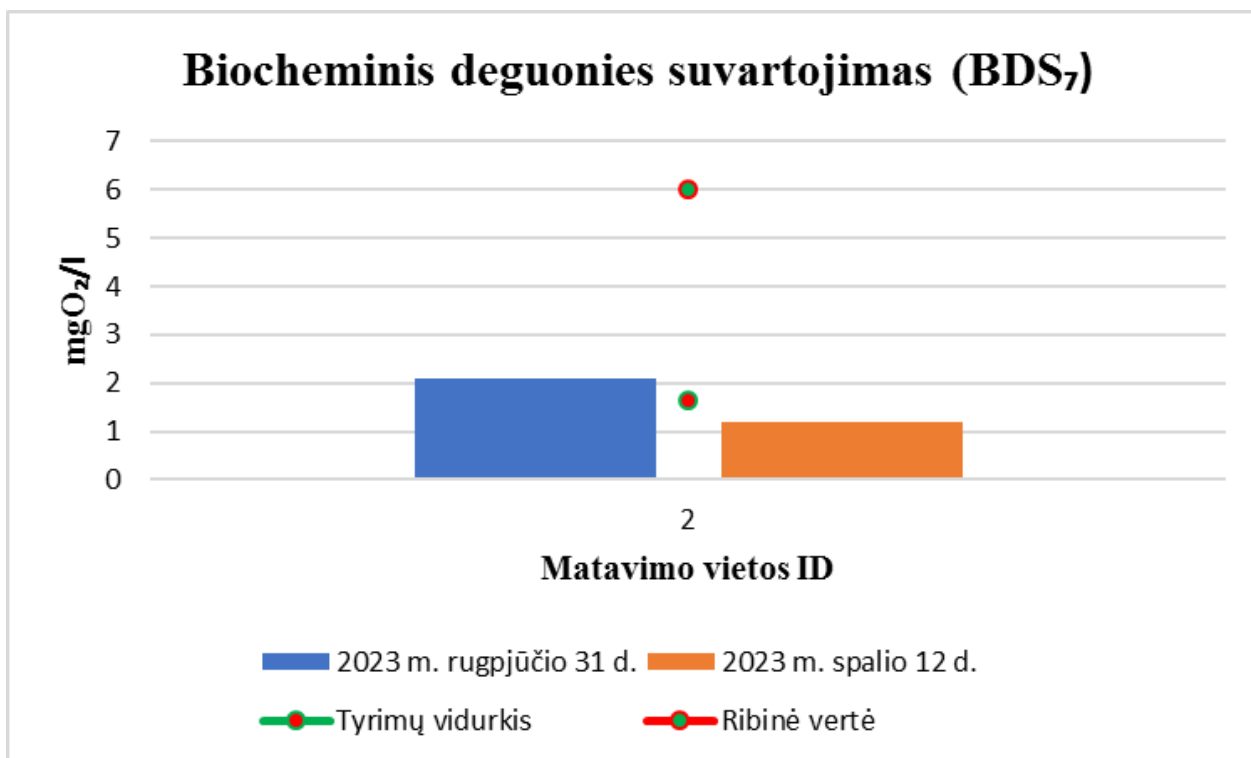
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2023 m. Pasvalio miesto tvenkinio vandens tyrimų rezultatų vizualizacijos.



25 pav. N bendrojo koncentracijos pasiskirstymas Pasvalio miesto tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje



26 pav. P bendrojo koncentracijos pasiskirstymas Pasvalio miesto tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje.



27 pav. BDS_7 vertės pasiskirstymas Pasvalio miesto tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje

IŠVADOS

Apibendrinus 2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje paviršinių vandens telkinių hidrologinių, hidrogeocheminių ir hidrobiologinių vandens tyrimų rezultatus konstatuojame, kad:

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **bendrojo azoto (N_b)** koncentracija įvairavo nuo 3,3 mg/l iki 14,4 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 4,75 mg/l iki 9,60 mg/l. Santykinai didžiausias N_b koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas Mūšos upėje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą N_b koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **vidutinę ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo upė; blogą ekologinės būklės klasę atitinka Mūšos upė.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **amonio azoto (NH_4-N)** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,0389$ mg/l iki 0,117 mg/l. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos) tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,01945 mg/l iki 0,068 mg/l. Santykinai didžiausias NH_4-N koncentracijos tyrimų vidurkis apskaičiuotas Mūšos upėje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą apskaičiuotą NH_4-N koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo ir Mūšos upės.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **nitratinio azoto (NO_3-N)** koncentracija įvairavo nuo 2,622 mg/l iki 13,831 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 3,842 mg/l iki 9,345 mg/l. Santykinai didžiausias NO_3-N koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas Mūšos upėje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą NO_3-N koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **vidutinę ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo upė; blogą ekologinės būklės klasę atitinka Mūšos upė.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **bendrojo fosforo (P_b)** koncentracija įvairavo nuo 0,017 mg/l iki 0,069 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,023 mg/l iki 0,046 mg/l. Santykinai didžiausias P_b koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas Mūšos upėje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą P_b koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo ir Mūšos upės.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **fosfatų fosforo (PO_4-P)** koncentracija įvairavo nuo 0,02 mg/l iki 0,06 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,020 mg/l iki 0,050 mg/l. Santykinai didžiausias PO_4-P koncentracijos tyrimų

vidurkis suskaičiuotas Mūšos upėje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą $\text{PO}_4\text{-P}$ koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo ir Mūšos upės.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **ištirpusio deguonies** koncentracija įvairavo nuo 7,39 mgO_2/l iki 8,33 mgO_2/l . Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 7,69 mgO_2/l iki 8,25 mgO_2/l . Santykinai mažiausias ištirpusio deguonies koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas Lėvuo upėje, Pasvalio mieste, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą ištirpusio deguonies koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **gerą ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo ir Mūšos upės.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje tirtose upėse **BDS₇** vertė įvairavo nuo 1,3 mg/lO_2 iki 1,7 mg/lO_2 . Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 1,45 mg/lO_2 iki 1,50 mg/lO_2 . Santykinai didžiausias BDS₇ vertės tyrimų vidurkis suskaičiuotas Lėvuo upėje, Pasvalio mieste, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą BDS₇ vertės vidurkį upės suskirstomos sekančiai: **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka Lėvuo ir Mūšos upės.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio mieste tirtame tvenkinyje **bendrojo azoto (N_b)** koncentracija įvairavo nuo 3,8 mg/l iki 6,5 mg/l . Iš turimų duomenų suskaičiuotas N_b tyrimų vidurkis buvo 5,15 mg/l . Pagal turimą suskaičiuotą N_b koncentracijos vidurkį tvenkinys priskirtas kaip turintis **blogą ekologinės būklės klasę.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio mieste tirtame tvenkinyje **bendrojo fosforo (P_b)** koncentracija įvairavo nuo 0,015 mg/l iki 0,026 mg/l . Iš turimų duomenų suskaičiuotas P_b tyrimų vidurkis buvo 0,021 mg/l . Pagal turimą suskaičiuotą P_b koncentracijos vidurkį tvenkinys priskirtas kaip turintis **labai gerą ekologinės būklės klasę.**

2023 m. III – IV ketv. Pasvalio mieste tirtame tvenkinyje **BDS₇** vertė įvairavo nuo 1,2 mg/lO_2 iki 2,1 mg/lO_2 . Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis buvo 1,65 mg/lO_2 . Pagal turimą suskaičiuotą **BDS₇** vertės vidurkį tvenkinys priskirtas kaip turintis **labai gerą ekologinės būklės klasę.**

REKOMENDACIJOS

Siekiant mažinti antropogeninės taršos poveikį ir teigiamai įtakoti eutrofikacijos procesus, vykstančius paviršinio vandens telkiniuose, galimi šie veiksmai:

1. Vandens ekosistemų hidrobiologinių parametrų subalansavimas:

- a) Labilių biogeninių medžiagų (azoto ir fosforo) vandens masėje mažinimas (naudojamos hidrocheminių parametrų stabilizavimo priemonės);
- b) biomanipuliacija: dugną rausiančių (karpio, karoso) ir planktonėdžių žuvų (kuojos, raudės ir kt.) bendrijos pakeitimas plėšriųjų (lydekos, ešerio) žuvų bendrija;
- c) dumblius ir kai kuriuos makrofitus ėdančios žuvies (pvz. margojo plačiakakčio) įveisimas;
- d) konkurencijos tarp planktono ir makrolitų dėl maisto medžiagų skatinimas, t. y. kontroliuojant makrofitinę augaliją ribojamas fitoplanktono vystymasis ir taip didinamas vandens skaidrumas;
- e) cheminės priemonės: vandenyje esančio perteklinio fosforo cheminis surišimas į patvarius ir inertinius junginius, panaudojant aliuminio koaguliantus (polialiuminio chloridą, polialiuminio sulfatą), taip pat tam tikrais atvejais – ir geležies koaguliantus (geležies (III) chloridą).

2. Makrofitinės augalijos kontrolė:

- a) hidrocheminių parametrų stabilizavimo ir biogeninių medžiagų koncentracijos sumažinimo priemonės (litoralinėje zonoje sumažėjus maisto medžiagų kiekiui, neskatinamas (arba ribojamas) makrofitų juostų plėtimasis);
- b) mechaninės kontrolės priemonės: rankinis ar mechanizuotas pjovimas, mechaninis pašalinimas, helofitų šienavimas pakrantėse ir nuo ledo; litoralės uždengimas šviesos nepraleidžiančia plėvele (po ja žūva makrofitai).

Pjaunant makrofitus, labai svarbu atkreipti dėmesį į tai, kad nupjautą jų biomasę būtina iš karto surinkti ir išvežti utilizuoti (pvz., kompostuoti), už vandens telkinio tiesioginės prietakos baseino ribų. Makrofitus pjauti geriausiai tada, kai jie savo biomasėje yra sukaupę maksimalų kiekį biogeninių medžiagų (t.y. maksimaliai suaugę ir subrendę), tačiau dar nepradėję irti. Rekomenduojamas optimalus makrofitų pjovimo sezonas yra nuo rugsėjo pabaigos iki lapkričio mėn.

LITERATŪRA

1. LST EN ISO 5667-1:2007/AC:2007. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 1 dalis. Mėginių ėmimo programų ir būdų sudarymo vadovas (ISO 5667-1:2006).
2. LST EN ISO 5667-3:2013. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3 dalis. Nurodymai, kaip konservuoti ir tvarkyti vandens mėginius (ISO 5667-3:2003).
3. ISO 5667-6:2015. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 6 dalis. Nurodymai, kaip imti mėginius iš upių ir upelių (tapatus ISO 5667-6:2014).
4. LST EN 5814:2012. Vandens kokybė. Ištirpusio deguonies nustatymas. Elektrocheminio zondo metodas (ISO 5814:2012).
5. LST ISO 7890-3:1998. Vandens kokybė. Nitratų azoto kiekio nustatymas. 3 dalis. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį.
6. LST EN ISO 11732:2005. Vandens kokybė. Amoniakinio azoto nustatymas. Srauto analizės (CFA ir FIA) ir spektrometrinio aptikimo metodas.
7. LST EN ISO 13395:2000. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas.
8. LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą (ISO 6878:2004).
9. ISO 10523:2012. Elektrometrinis metodas. pH nustatymas (ISO 10523:2008).
10. LST EN ISO 15681-1:2005. Vandens kokybė. Ortofosfato ir suminio fosforo kiekio nustatymas srauto analizės (FIA ir CFA) būdu. 1 dalis. Metodas, analizuojant purškiamą srautą (FIA).
11. LST EN ISO 9308-1:2014. Vandens kokybė. Žarnyno lazdelių (*Escherichia coli*) ir koliforminių bakterijų skaičiavimas. 1 dalis. Membraninio filtravimo metodas, skirtas vandeniui su nedideliu foninės bakterinės floros kiekiu (ISO 9308-1:2014).
12. LST EN ISO 6222:2001. Vandens kokybė. Kultivuojamųjų mikroorganizmų skaičiavimas. Kolonijų standžioje mitybos terpėje skaičiavimas (ISO 6222:1999).
13. ISO 10260:1992. Water quality - Measurement of biochemical parameters - Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration.
14. LAND 69-2005. Vandens kokybė . Biocheminių parametrų matavimas. Spektrometrinis chlorofilo "A" koncentracijos nustatymas.

IV. POŽEMINIO VANDENS MONITORINGAS

2023 m. spalio 12 d. Pasvalio rajono savivaldybėje buvo atlikti požeminio vandens tyrimai. Tyrimams vadovavo Mindaugas Jankus.

Tyrimo tikslas: rinkti informaciją apie gruntinio, vandens būklę bei įvertinti jos pokyčių priežastis, numatant prevencines apsaugos ir būklės gerinimo priemones. Gautus rezultatus taikyti geriamojo vandens kokybės valdymui ir visuomenės informavimui.

Tyrimo uždaviniai:

1. vykdyti šachtinių šulinių vandens periodinius tyrimus;
2. kaupti ir analizuoti gautus tyrimų duomenis, nustatyti ar nekinta vandens būklė;
3. teikti informaciją visuomenei apie gruntinio vandens būklę ir pokyčių tendencijas;
4. parengti rekomendacijas neigiamo poveikio gruntiniam vandeniui mažinimo bei būklės gerinimo priemonėms.

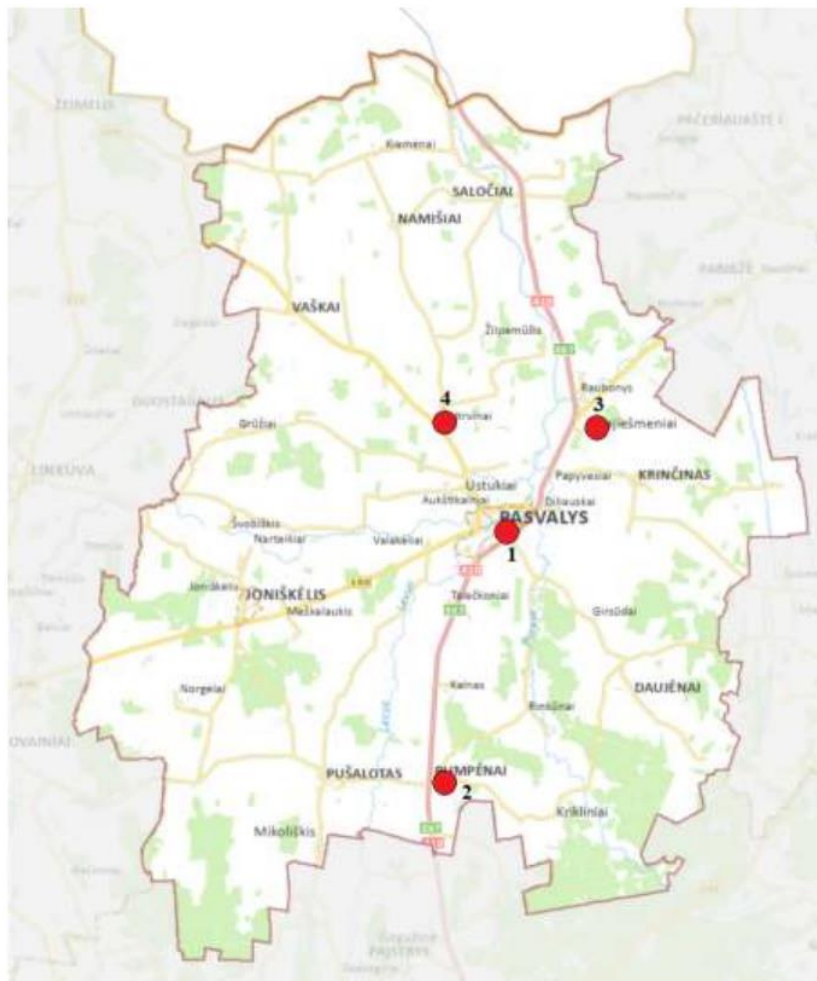
Tyrimo objektas: požeminio vandens stebėsenos vietų koordinatės pateiktos žemiau esančioje lentelėje ir 28 pav.

22 lentelė

Šachtinių šulinių vandens kokybės stebėsenos koordinatės

Eil.Nr.	Monitoringo vietovės pavadinimas	Koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tipas
		X	Y	
1.	Pasvalys	525403	6213660	Šachtinis šulinys
2.	Pumpėnai	521759	6200496	Šachtinis šulinys
3.	Pajiesmeniai	530189	6219490	Šachtinis šulinys
4.	Tetirvinai	521655	6219874	Šachtinis šulinys

(šaltinis: sudaryta autorių)



28 pav. Pasvalio rajono požeminio vandens monitoringo vietos

Tyrimo metodika. Šachtinių šulinių vandens kokybė vertinama pagal didžiausias leistinas vandens kokybės rodiklių vertes. Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimus nustato LR sveikatos apsaugos ministro 2003 m. liepos 23 d. įsakymas Nr.V-455 “Dėl Lietuvos higienos normos HN 24:2023 „Geriamojo vandens saugos ir kokybės reikalavimai“ patvirtinimo“

23 lentelė

Geriamojo vandens toksiniai (cheminiai) rodikliai

Rodiklio pavadinimas	Mato vienetas	Ribinė rodiklio vertė	Reikalavimai analizės nustatymo metodui		
			Teisingumas, procentais	Glaudumas, procentais	Aptikimo riba, procentais
Vandenilio jonų koncentracija (pH)	pH vienetai	6,5-9,5	-	-	-
Savitasis elektros laidis (SEL)	$\mu\text{S cm}^{-1}$ 20 °C temperatūroje	2500	10	10	10
Nitratai (NO_3^{-1})	mg/l	50	10	10	10
Amonis (NH_4^{+})	mg/l	0,50	10	10	10
Nitritai (NO_2^{-})	mg/l	0,50	10	10	10

Atliekant tyrimus buvo remtasi tokiais standartais:

1. LST ISO 5667-11:2009. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 11 dalis. Nurodymai, kaip imti požeminio vandens mėginius (tapatus ISO 5667-11:2009).
2. LST EN 27888:1999. Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas (ISO 7888:1985).
3. LST ISO 7890-3:1998. Vandens kokybė. Nitratų kiekio nustatymas. 3 dalis. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį.
4. LST ISO 7150-1:1998. Vandens kokybė. Amonio kiekio nustatymas. 1 dalis. Rankinis spektrometrinis metodas.
5. LST EN 26777:1999. Vandens kokybė. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas (ISO 6777:1984).
6. LST ISO 10523:2012. Vandens kokybė. pH nustatymas (tapatus ISO 10523:2008).

TYRIMO OBJEKTO PARAMETRŲ EKSPLIKACIJA

pH. Vandens (arba tirpalo) rūgštingumas nusakomas vandeniliniu rodikliu pH. Kuo rūgštingesnis tirpalas – tuo mažesnis pH. Neutraliuose tirpaluose $\text{pH} = 7$, rūgščiuose – $\text{pH} < 7$, šarminiuose – $\text{pH} > 7$. Vandens rūgštingumas kinta dėl įvairių priežasčių. Pavyzdžiui, dieną augalai fotosintezės procese vartoja vandenyje ištirpusį CO_2 , ir pH padidėja. Rūgštieji lietūs sumažina vandens pH. Nuo pH dydžio priklauso įvairių cheminių medžiagų stabilumas vandenyje bei jonų migracija, vandens augalų ir gyvūnų, kurie prisitaikę gyventi tam tikrame pH dydžių intervale, būklė. Priklausomai nuo metų ir paros laiko upių vandenyje pH kinta nuo 6,5 iki 8,5. Žiemą pH dydis paprastai būna 6,8 – 8,5, vasarą 7,4 – 8,2.

Savitasis elektros laidis. Medžiagos savybė praleisti elektros srovę. Įvairioms medžiagoms yra nustatomas skirtingas elektrinis laidis. Jis priklauso nuo medžiagos savybių. (tai dydis, atvirkščias savitajai elektrinei varžai). Elektrinis laidis labai priklauso nuo temperatūros.

Nitratai (NO_3^-) ir nitritai (NO_2^-). Nitratai (NO_3^-) ir nitritai (NO_2^-) susidaro yrant baltyminėms medžiagoms. Be to, nitratų gali atsirasti ir su lietaus vandeniu, kuriame beveik visuomet esti azoto rūgšties. Dėl vykstančių oksidacijos - redukcijos reakcijų, nitritai gali virsti nitratais ir atvirkščiai. Pagrindinė padidinto nitratų kiekio priežastis yra organinės ir mineralinės (azotinės) trąšos, naudojamos žemės ūkyje, todėl ypač daug jų randama šachtiniuose šuliniuose. Nitritai (NO_2^-) yra nepastovūs komponentai, toliau oksiduojasi iki nitratų (NO_3^-). Nitritai į upes

gali pakliūti ir su nutekamaisiais vandenimis. Nesaikingai tręšiant dirvą, nitratų koncentracijos padidėjimą vandenyje gali sąlygoti ir išplautos azotinės trąšos.

Bendra prasme patys nitratai nėra labai nuodingi. Nuodingi yra nitritai. Jiems ypač jautrūs naujagimiai. Naujagimių raudonuosiuose kraujo kūneliuose yra vadinamojo vaisiaus (fetalinio) hemoglobino, kuris lengvai jungiasi su nitritais. Kraujyje susidaro methemoglobinas. Nuo oksihemoglobino jis skiriasi tuo, kad jo trivalentė geležis nebesugeba perduoti audiniams deguonies. Organizme išsivysto vidinis deguonies badas. Dėl fermentinių sistemų nebrandumo methemoglobino toksiniam poveikiui patys jautriausi yra kūdikiai iki 3 mėnesių amžiaus. Nitritai labai pavojingi ir nėščiosioms bei žmonėms turintiems tam tikrų fermentų deficitą. Skrandyje nitritai su maisto antriniais ir tretiniais aminais sudaro kancerogeninius nitrozoaminus. Nitratai gali pereiti (redukuotis) į nitritus dviem būdais: kai geriamajame vandenyje arba adaptuotuose pieno mišiniuose kūdikiams esantys mikroorganizmai nitratus redukuoja iki nitritų. Tokie redukuojantys mikrobai gali būti kad ir E.coli. Rūgšties terpės vandenyje esantis kadmis ir cinkas dar labiau skatina nitratų redukcijos į nitritus procesą. Galimas ir endogeninis nitritų susidarymas iš nitratų. Apie 20% patekusių į burną nitratų, veikiant seilėms ir burnos mikroflorai, redukuojami iki nitritų. Redukcijos procesą toliau skatina rūgšti skrandžio turinio reakcija. Atliktas epidemiologinis tyrimas parodė, kad nėščios moterys, vartojusios geriamąjį vandenį, kuriame nitratų koncentracija viršijo 45 mg/l, turėjo apie 7 kartus didesnę riziką pagimdyti mažo svorio naujagimį, lyginant su vartojusiomis vandenį, atitinkantį higienos normas.

Amonio jonai (NH_4^+). Amonio jonai – tai redukuoto azoto forma. Veikiant nitrifikuojančioms bakterijoms amonio jonai gali būti oksiduoti iki nitritų ir toliau iki nitratų.. Amonio jonai (NH_4^+) į vandenį patenka skaidantis žuvusiems augalams ir gyvūnams. Gamtiniuose vandenyse jų koncentracija mažesnė pavasarį, vasarą – padidėja.

TYRIMO REZULTATAI

Geriamojo vandens kokybė neabejotinai daro įtaką žmonių sveikatai. Lietuvoje apie 1 mln. gyventojų (daugiausia kaimuose ar priemiesčiuose) maistui vartoja vandenį iš šachtinių šulinių, daugeliui – tai vienintelis geriamojo vandens šaltinis. Didėjant antropogeninės kilmės atmosferos ir dirvožemio užterštumui, tam tikra teršalų dalis patenka į požeminius vandenis. Gruntinio vandens monitoringo duomenimis, šalyje per 40 % tirtų šachtinių šulinių vandens užteršta nitratais, iki 50 % tirtų šachtinių šulinių nustatyta mikrobinė tarša. Šulinio vandens kokybė priklauso nuo šulinio vietos parinkimo, jo įrengimo ir priežiūros. Trąšų, mėšlo, kurių nepasisavina augalai, perteklius su

paviršiaus nuotekomis patenka į požeminius vandenį ir užteršia geriamojo vandens šaltinius azoto junginiais ir bakterijomis.

Žemiau esančioje lentelėje pateiktos 2023 m. spalio 12 d. požeminio vandens tyrimo rezultatų suvestinė.

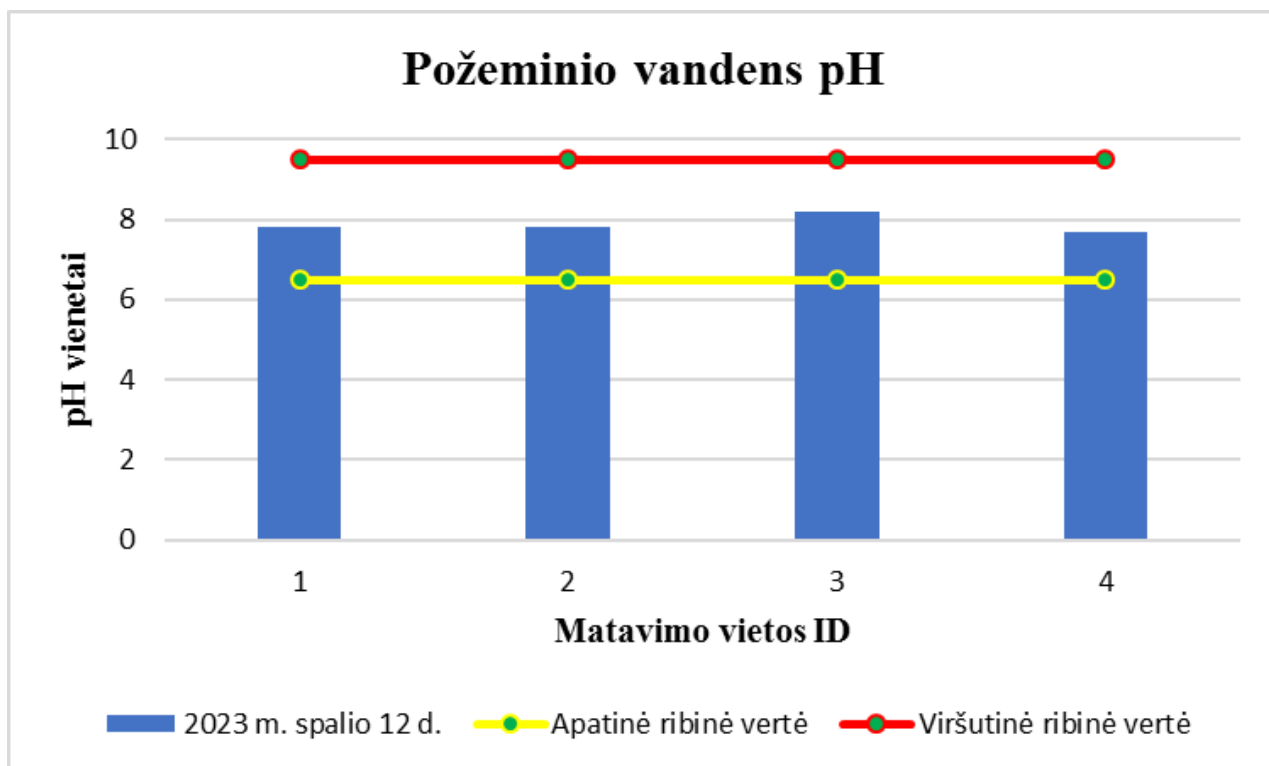
24 lentelė

2023 m. spalio 12 d. Pasvalio rajono savivaldybėje atliktų požeminio vandens tyrimų rezultatų suvestinė

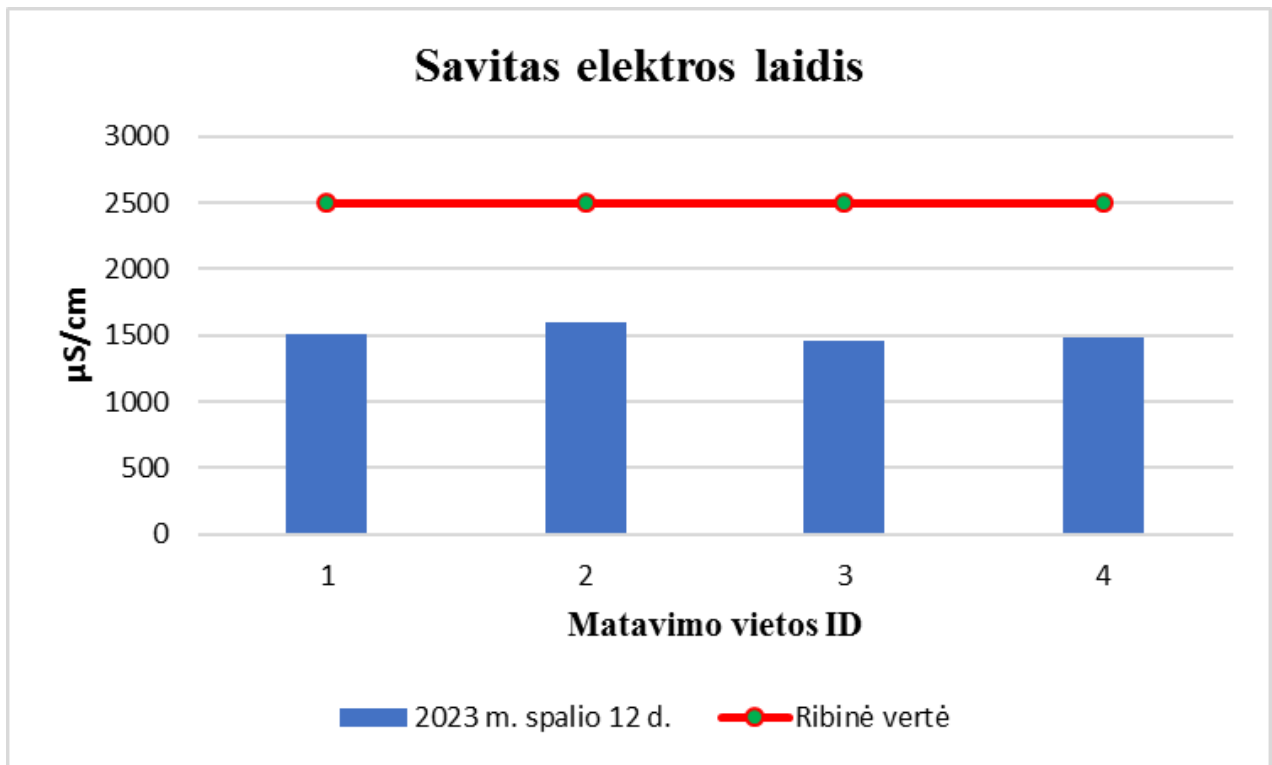
Matavimo vietos ID	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		Analitė								Žarninių enterokokų skaičius KSV/250 ml	Žarnyno lazdelių (Escherichia coli) skaičius KSV/250 ml
		X	Y	pH	Savitas elektros laidis, µS/cm	Nitratai (NO ₃ ⁻¹), mg/l	Amonio azotas (NH ₄ -N), mg/l	Nitritai (NO ₂ ⁻¹), mg/l	Fosfatai (PO ₄ ⁻³), mg/l	Permanen- to deguonies indeksas mg/l O ₂	Ištirpus- io deguonies mgO ₂ /l		
Ribinė rodiklio vertė				6,5-9,5	2500	50	0,389	0,5	-	5	-	-	-
1	Pasvalys	525403	6213660	7,8	1512	8,15	a<0,0389	a<0,05	0,061	3,15	7,17	a<1,0	a<1,0
2	Pumpėnai	521759	6200496	7,8	1594	3,98	a<0,0389	a<0,05	0,092	7,41	8,56	a<1,0	a<1,0
3	Pajiešmeniai	530189	6219490	8,2	1457	29,5	a<0,0389	a<0,05	2,575	23,60	7,38	a<1,0	a<1,0
4	Tetirvinai	521655	6219874	7,7	1489	3,05	a<0,0389	a<0,05	0,123	6,50	6,24	a<1,0	a<1,0

Čia: raudonai paryškinti skaičiai duomenų lentelėje, tai koncentracijų sąlyginiai viršijimai, vertinant su ribinio rodiklio verte.

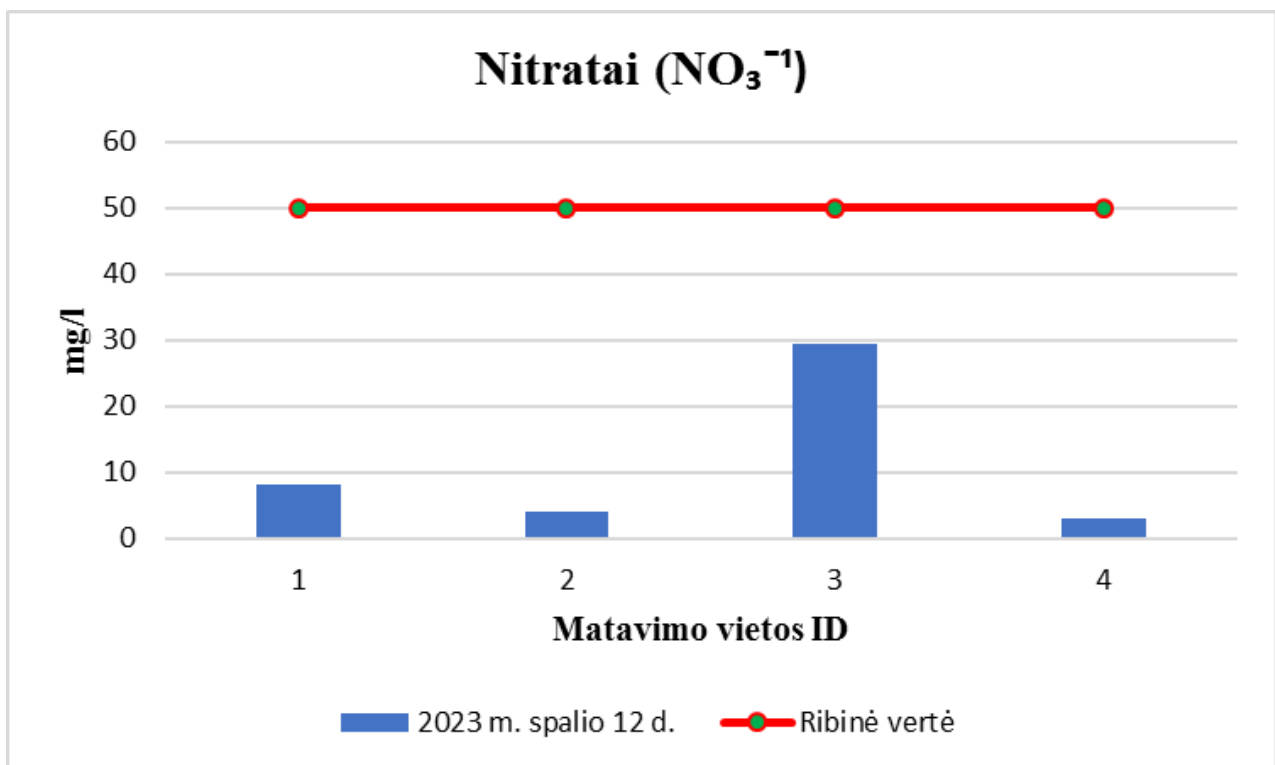
Žemiau esančiuose paveiksluose pateikiame Pasvalio rajono savivaldybėje 2023 m. spalio 12 d. atliktų požeminio vandens taršos tiriamų analizių koncentracijų vizualizacijos.



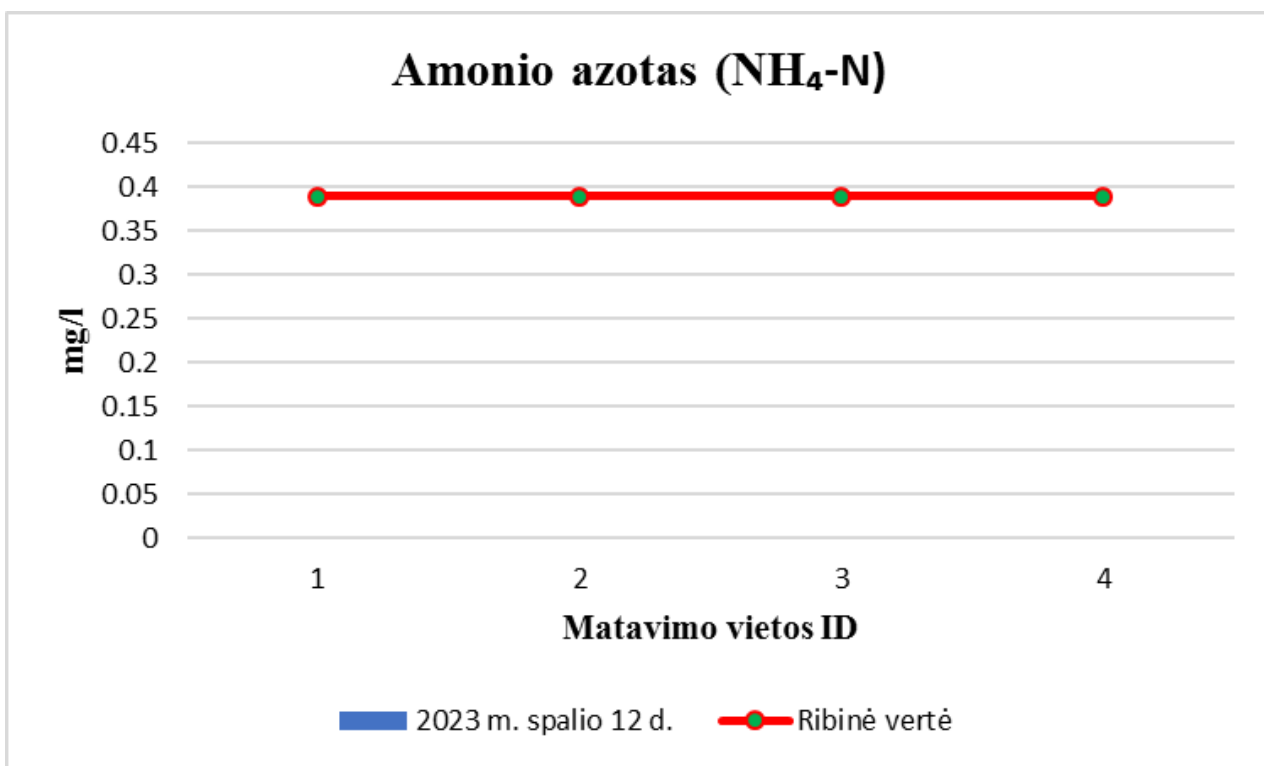
29 pav. pH koncentracija Pasvalio rajono požeminiame vandenyje



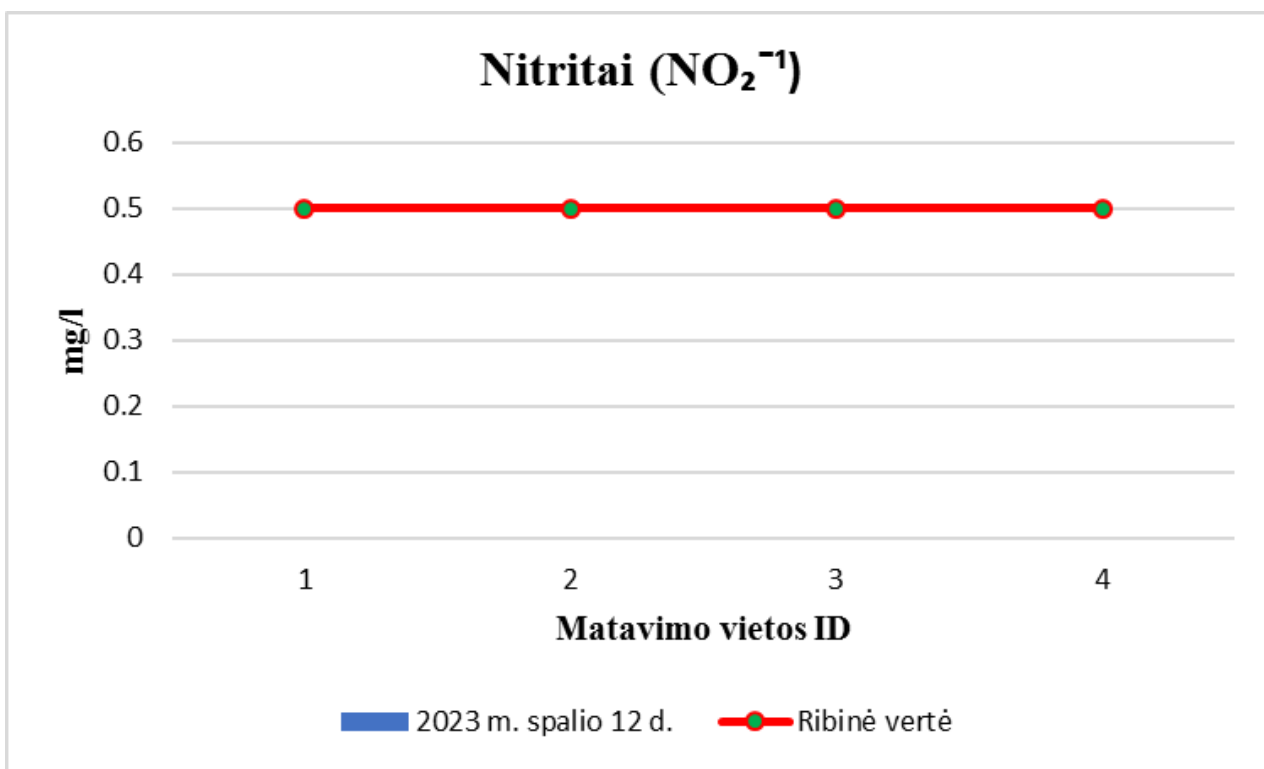
30 pav. Savitojo elektros laidžio koncentracija Pasvalio rajono požeminiame vandenyje



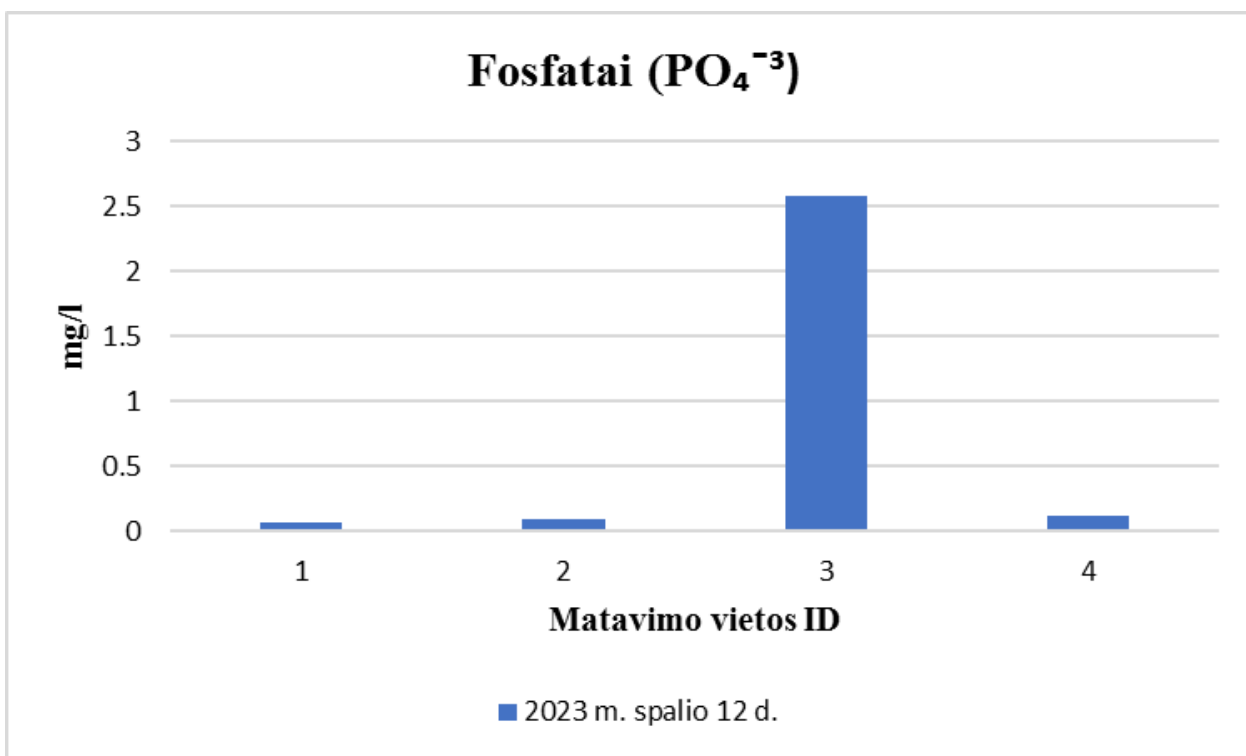
31 pav. nitratų koncentracija Pasvalio rajono požeminiame vandenyje



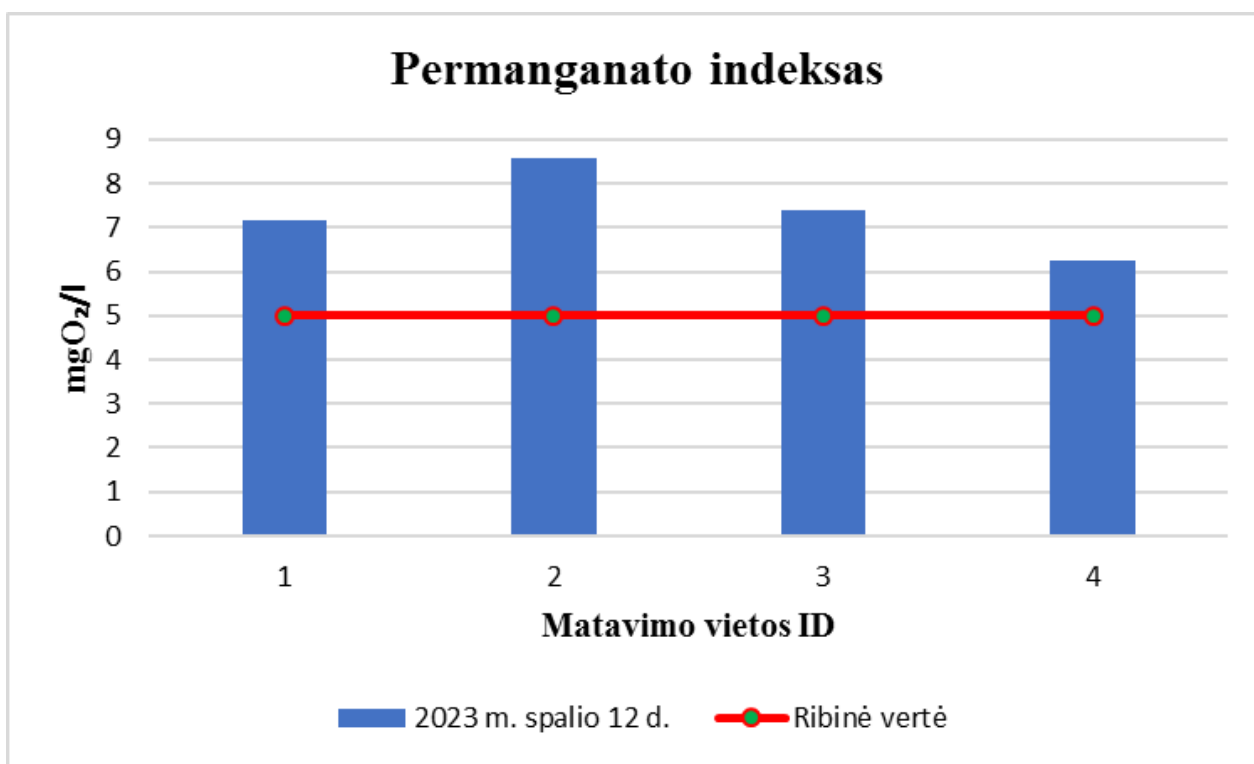
32 pav. Amonio azoto koncentracija Pasvalio rajono požeminiame vandenyje



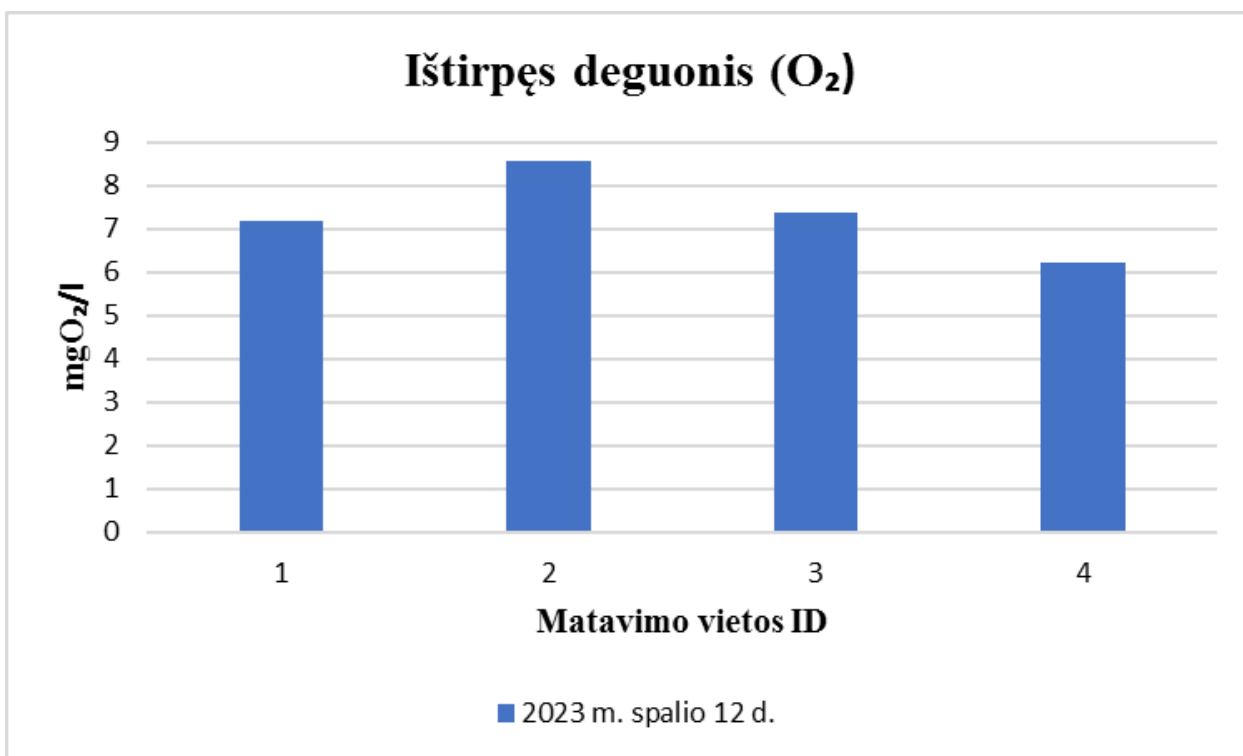
33 pav. Nitritų koncentracija Pasvalio požeminiame vandenyje



34 pav. Fosfatų koncentracijų vizualizacija Pasvalio požeminiame vandenyje



35 pav. Permanganato indekso koncentracijų vizualizacija Pasvalio požeminiame vandenyje



36 pav. Ištirpusio deguonies koncentracijų vizualizacija Pasvalio požeminiame vandenyje

IŠVADOS

Apibendrinus Kėdainių rajono savivaldybėje 2023 m. spalio 12 d. atliktų požeminio vandens tyrimų galima suformuoti tokias išvadas:

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **pH** koncentracija įvairavo nuo 7,7 pH vienetų iki 8,2 pH vienetų. Santykinai didžiausia pH koncentracija išmatuota Pajiešmeniuose, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **savitojo elektros laidžio** koncentracija įvairavo nuo 1457 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iki 1594 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Santykinai didžiausia savitojo elektros laidžio koncentracija išmatuota Pumpėnuose, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **nitratų (NO_3)** koncentracija įvairavo nuo 3,05 mg/l iki 29,5 mg/l. Santykinai didžiausia nitratų koncentracija išmatuota Pajiešmeniuose, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **amonio azoto ($\text{NH}_4\text{-N}$)** koncentracija buvo išmatuota žemiau tyrimo metodo aptikimo ribos, t. y. $a < 0,0389$ mg/l, visose nustatytose matavimų vietose.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **nitritų (NO₂)** koncentracija buvo išmatuota žemiau tyrimo metodo aptikimo ribos, t. y. $a < 0,05$ mg/l, visose nustatytose matavimų vietose.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **fosfatų (PO₄)** koncentracija įvairavo nuo 0,061 mg/l iki 2,575 mg/l. Santykinai didžiausia fosfatų koncentracija išmatuota Pajiešmeniuose, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **permanganato indekso** vertė įvairavo nuo 3,15 mg/lO₂ iki 23,60 mg/lO₂. Didžiausia permanganato indekso vertė, kuri viršijo ribinę vertę (t. y. 5 mg/lO₂), išmatuota Pajiešmeniuose, nustatytoje matavimo vietoje. Pastebėtina, kad permanganato indekso ribinės vertės viršijimai užfiksuoti taip pat Pumpėnuose ir Tetirvinuose, nustatytose matavimų vietose.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **ištirpusio deguonies** koncentracija įvairavo nuo 6,24 mgO₂/l iki 8,56 mgO₂/l. Santykinai mažiausia ištirpusio deguonies koncentracija išmatuota Tetirvinuose, nustatytoje matavimo vietoje.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **žarninių enterokokų** skaičius buvo išmatuotas žemiau tyrimo metodo aptikimo ribos, t. y. $a < 1,0$ KSV/250ml, visose nustatytose matavimų vietose.

2023 m. IV ketv. Pasvalio rajono savivaldybėje atlikus požeminio vandens tyrimus **žarnyno lazdelių (Escherichia coli)** skaičius buvo išmatuotas žemiau tyrimo metodo aptikimo ribos, t. y. $a < 1,0$ KSV/250 ml, visose nustatytose matavimų vietose.

Rekomendacijos šachtinių šulinių naudotojams:

- sutvarkyti šulinių aplinką ir pačius šulinius, kad jie atitiktų sanitarinius-higieninius reikalavimus. Ypač būtina užsandarinti rentinių sandūras ir tuo pačiu apsaugoti šulinius nuo paviršinio vandens. Tai padėtų sumažinti nitratų kiekį šulinių vandenyje.
- šulinių sanitarinėje zonoje apriboti ūkinę-gamybinę veiklą bei autotransporto parkavimą ir remontą.
- periodiškai (ne rečiau kaip kartą į metus) valyti šulinius nuo susikaupusių dugno nuosėdų ir, esant galimybei, atsisakyti mažai naudojamuose šuliniuose įrengtų siurblių eksploatacijos.

LITERATŪRA

1. LST ISO 10523:2012. Vandens kokybė. pH nustatymas (tapatus ISO 10523:2008).
2. Juodkazis V., Kučingis Š. Vilnius: Geriamojo vandens kokybė ir jos norminimas. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.1999.
3. LST EN 5814:2012. Vandens kokybė. Ištirpusio deguonies nustatymas. Elektrocheminio zondo metodas (ISO 5814:2012).
4. LST EN 27888:2002. Vandens kokybė. Savitojo elektrinio laidžio nustatymas (ISO 7888:1985).
5. 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).
6. LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą (ISO 6878:2004).