

**PAKRUOJO RAJONO SAVIVALDYBĖS
APLINKOS MONITORINGO ATASKAITA
UŽ 2024 M.**



Šiauliai, 2025 m.

Už Pakruojo rajono savivaldybės 2023 – 2028 m. aplinkos monitoringo programos įgyvendinimą atsakingas asmuo ir šią konsoliduotą ataskaitą parengė pagal tarptautinį standartą LST EN ISO/IEC 17025:2018 akredituotos UAB „Darnaus vystymosi institutas“ tyrimų laboratorijos vedėjas dr. Kęstutis Navickas ir kokybės vadybininkė Roberta Šuklienė.....



Kęstučio g. 4, LT-83152 Pakruojis
Tel. (8 ~ 421) 69 090
El. p.: savivaldybe@pakruojis.lt
www.pakruojis.lt



Darnaus Vystymosi Institutas
UAB „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.	APLINKOS ORO MONITORINGAS	5
III.	PAVIRŠINIO VANDENS MONITORINGAS	26
III.	MAUDYKLŲ MONITORINGAS	48

I. BENDROJI DALIS

Pagal LR aplinkos monitoringo vykdymą reglamentuojančius teisės aktus Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos monitoringas vykdomas siekiant gauti išsamią informaciją apie savivaldybės teritorijos gamtinės aplinkos būklę, didinti mokslo atstovų, valstybinių institucijų informavimą apie miesto aplinkos būklę ir ugdyti ekologiškai mąstančią visuomenę. Be to, aplinkos monitoringo vykdymo metu gautą informaciją yra pravartu naudoti planuojant, grindžiant, įgyvendinant konkrečias aplinkosaugos priemones. Kryptingas Pakruojo rajono savivaldybės teritorijos darnaus vystymosi stimuliavimas yra neatsiejamas nuo išsamios informacijos gavimo apie antropogeninės taršos monitoringo komponentus (aplinkos orą, aplinkos triukšmą, dirvožemį, paviršinį, požeminį bei maudyklų vandenį).

Dėl šios priežasties 2022 m. gruodžio 22 d. Pakruojo rajono savivaldybės taryba sprendimu Nr. T-294 patvirtino Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 metų programą, kurioje pateikiami kiekvieno aplinkos monitoringo komponento tikslai, uždaviniai ir tyrimų apimtys.

UAB „Darnaus vystymosi instituto“ remiantis 2023-05-26 d. pasirašyta Paslaugų viešojo pirkimo – pardavimo sutartimi Nr. SA1Pr-23-105 nuo 2023-05-26 d. įgyvendina Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos monitoringo 2023 – 2028 metų programą.

Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos monitoringo informacijos valdymo integruotoje kompiuterinėje sistemoje – „SAMIVIKS“, kuri pasiekiamą pagal nuorodą **<http://pakruojormonitoringas.lt>** moderniai viešinami, nuolatos atnaujinami bei interaktyviai pateikiami visuomenei Pakruojo rajono savivaldybės lygmeniu vykdomo aplinkos monitoringo duomenys. Pažymėtina, kad viešas aplinkos monitoringo duomenų publikavimas didina rajono bendruomenės, specialistų, valstybinių institucijų informavimą apie Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos būklę, sudaro palankias sąlygas ekologiškai mąstančios visuomenės ugdymuisi. Sukaupti ir suklasifikuoti aplinkos monitoringo duomenys yra moksliskai vertingi ir naudingi planuojant bei grindžiant konkrečias aplinkosaugos priemones, projektuojant Pakruojo rajono savivaldybės darnaus vystymosi ateities scenarijus.

II. APLINKOS ORO MONITORINGAS

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje buvo atlikti antropogeninės oro taršos tyrimai. 2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos ore NO₂; SO₂ ir lakiųjų organinių junginių (LOJ) (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno (BTEX)) koncentracijų tyrimai, panaudojant pasyvius sorbentus, atlikti nuo 2024-02-12 iki 2024-02-26 ir nuo 2024-04-30 iki 2024-05-14, nuo 2024-07-26 iki 2024-08-09 ir nuo 2024-09-27 iki 2024-10-11 d.

Kietųjų dalelių (KD₁₀ ir KD_{2,5}) ir anglies monoksido (CO) koncentracijų matavimų datos: nuo 2024-03-01 d. iki 2024-03-05 d. (1 tyrimas), nuo 2024-03-06 d. iki 2024-06-10 d. (2 tyrimas), nuo 2024-04-19 d. iki 2024-04-23 d. (3 tyrimas), nuo 2024-04-24 d. iki 2024-04-28 d. (4 tyrimas), nuo 2024-07-10 d. iki 2024-07-14 d. (5 tyrimas); nuo 2024-07-15 d. iki 2024-06-19 d. (6 tyrimas); nuo 2024-11-03 d. iki 2024-11-07 d. (7 tyrimas); nuo 2024-11-08 d. iki 2024-11-12 d. (8 tyrimas).

Monitoringo objektas: Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos oro kokybė.

Monitoringo tikslas: gauti ir teikti sistemine matavimais ar kitais metodais pagrįstą informaciją, skirtą optimaliam aplinkos oro kokybės reguliavimui užtikrinti, apie teršalų dydžių pokyčius laiko ir erdvės atžvilgiu.

Monitoringo uždaviniai:

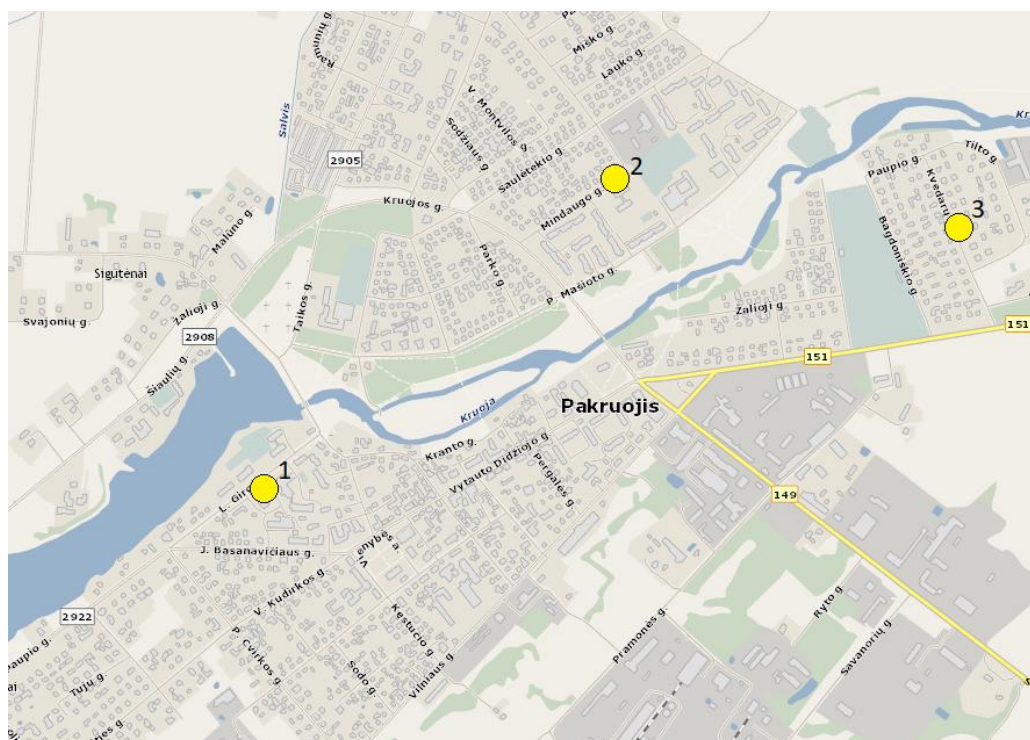
1. Pakruojo rajono savivaldybėje vykdyti oro taršos stebėjimus;
2. kaupti ir analizuoti stebėjimo duomenis, palyginant juos su oro teršalų ribinėmis vertėmis;
3. įvardinti galimas aplinkos oro kokybės pokyčių priežastis, nurodant būdus neigiamoms pasekmės mažinti ar išvengti;
4. teikti informaciją visuomenei apie aplinkos oro kokybę.

Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos oro 2023 – 2028 m. laikotarpio monitoringo tinklas (žr. 1 lent.) atspindi transporto priemonių ir namų ūkių šildymo, keliamą aplinkos oro taršą intensyvaus eismo sankryžų, visuomeninės bei gyvenamosios paskirties aplinkoje. Žemiau pateikiame antropogeninės oro taršos stebėsenos vietas bei jų koordinates LKS94 koordinatų sistemoje (žr. 1 lentelė ir 1 – 3 pav.):

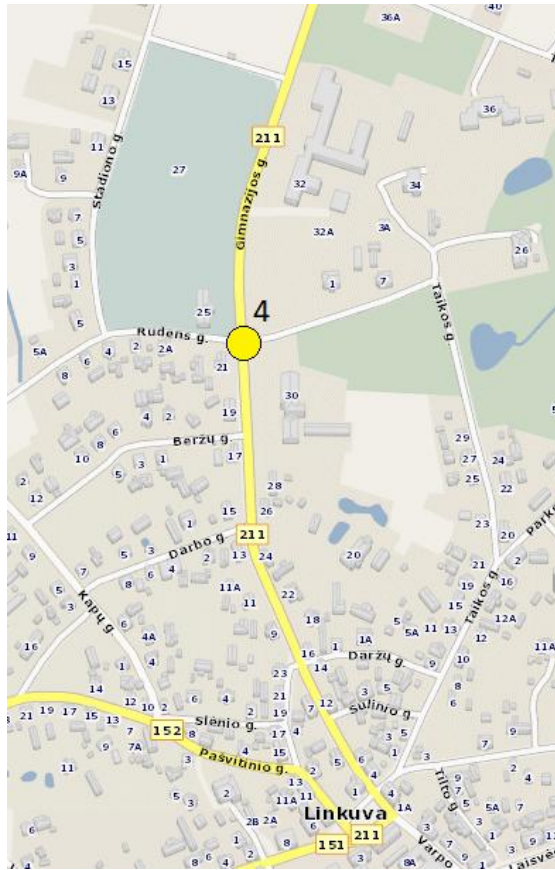
Aplinkos oro taršos matavimo vietų Pakruojo r. savivaldybėje lokalizacija ir vyraujantis taršos pobūdis

Matavimo vietos eil. Nr.	Matavimo vietos pavadinimas	Tyrimo vietos koordinatės LKS 94 koordinatių sistemoje		Taršos pobūdis
		X	Y	
1.	Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninė“	490161	6204938	Autotransporto srautai gretimybėse
2.	Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“	490955	6205614	Autotransporto ir šildymo/kūrenimo sezono metu susidarantys teršalai
3.	Pakruojo m. gyvenamųjų namų kvartalas	491729	6205514	Autotransporto srautai gretimybėse ir šildymo/kūrenimo sezono metu susidarantys teršalai
4.	Rudens g. ir Gimnazijos g. sankryžos aplinkoje, Linkuvoje (gretimybėje Linkuvos gimnazija)	498163	6217284	Šildymo/kūrenimo sezono metu susidarantys teršalai
5.	Rozalimo miestelio centras, Laisvės aikštė	492552	6195377	Autotransporto eismo įtakoje susidarantys teršalai

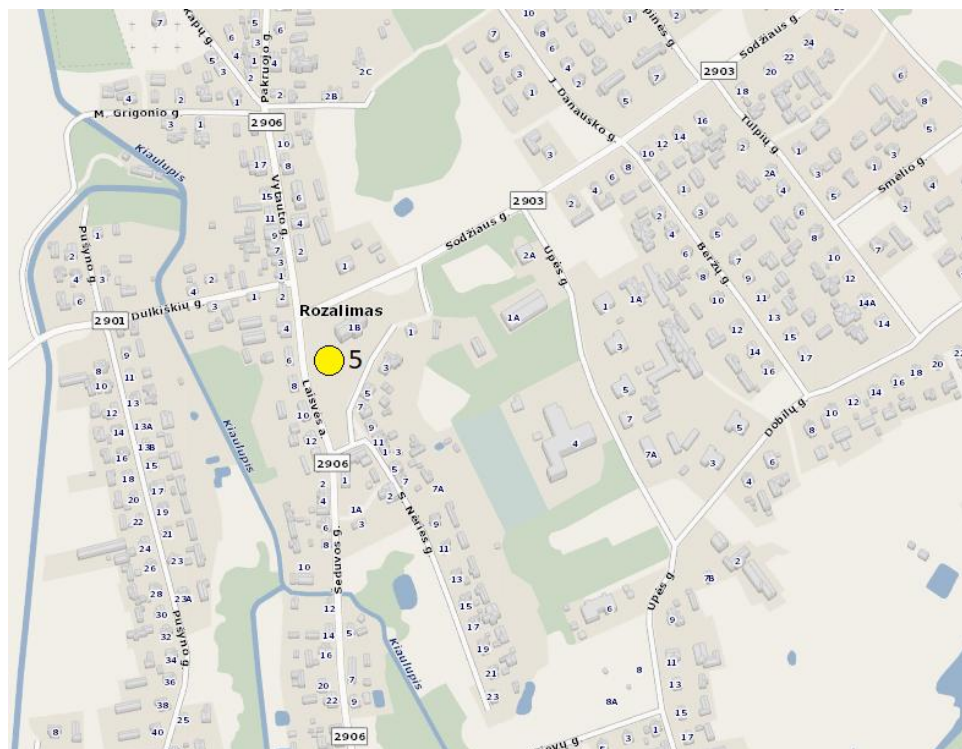
(šaltinis: sudaryta autorių)



1 pav. Aplinkos oro monitoringo tinklas, matavimo vietos Nr. 1 – Nr. 3
(šaltinis: sudaryta autorių maps.lt pagrindu)



2 pav. Aplinkos oro monitoringo tinklas, matavimo vietos Nr. 4
(šaltinis: sudaryta autorių maps.lt pagrindu)

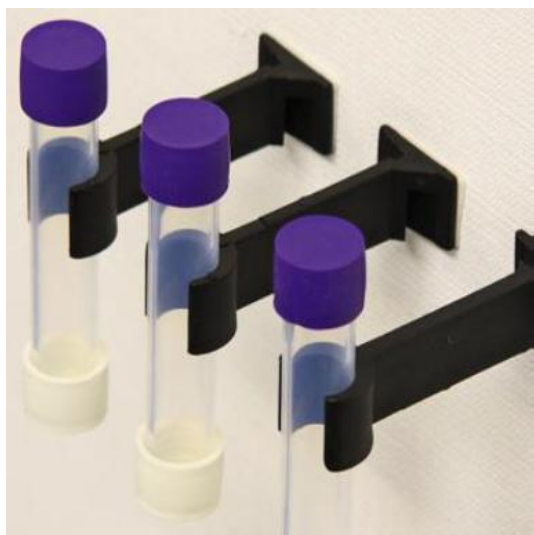


3 pav. Aplinkos oro monitoringo tinklas, matavimo vietos Nr. 5
(šaltinis: sudaryta autorių maps.lt pagrindu)

Tyrimo metodika. Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje NO₂, SO₂ ir lakiųjų organinių junginių 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. 4 – 6 pav.). Dvi savaites NO₂, SO₂ ir lakiųjų organinių junginių 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 pasyviuos sorbentus bei atliekant rezultatų vertinimą buvo atsižvelgta į nurodytus reikalavimus, kurie pateikiami kartu su pasyviųjų sorbentų techninėmis charakteristikomis.



4 pav. SO₂ pasyvus sorbentas



5 pav. NO₂ pasyvus sorbentas



6 pav. LOJ pasyvus serbentas

Anglies monoksido (CO) ir kietųjų dalelių (KD₁₀) koncentracijų matavimams Pakruojo rajono savivaldybės viešosios paskirties teritorijų aplinkoje būtini oro mėginiai buvo siurbiami į mobilią laboratoriją ir analizuojami „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 vadovaujamosi šiais teisės aktais:

- 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).

Atliekant tyrimus buvo vadovautasi tokiomis metodikomis ir standartais:

- 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 12341:2014 Aplinkos oras. Standartinis gravimetrinis matavimo metodas tvyrančių kietųjų dalelių KD₁₀ arba KD_{2,5} masės koncentracijai nustatyti;
- 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	-
KD ₁₀	24 val.	50 (35 k.) µg/m ³	50 %
KD ₁₀	1 m.	40 µg/m ³	20 %
CO	8 val. **	10 mg/m ³	6 mg/m ³

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 (SO₂). 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 SO₃ (sieros trioksido). Esant vandens garų, SO₃ greitai virsta sulfatais bei sieros rūgšties aerozoliais. Sieros rūgšties lašeliai ir kiti sulfatai gali būti pernešami dideliais atstumais ir yra vienas iš svarbiausių rūgščių lietu komponentų.

Sieros dioksido poveikis aplinkai dažniausiai pasireiškia per jo oksidacijos produktus. Esant tiesioginiam žmogaus odos kontaktui su SO₂, oda sudirginama, esant didesnėms koncentracijoms, gali nudegti. Įkvėptas SO₂ suvaržo bronchus, kartu pasunkina ir padažnina kvėpavimą ir širdies ritmą. SO₂ gali paspartinti esamų kvėpavimo takų ligas. SO₂ ir kietosios dalelės veikia sinergetiškai, nes paspartina SO₂ oksidaciją į sieros rūgštį.

Įkvėpta sieros rūgštis (H₂SO₄) 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 SO₂ 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 (NO₂). Azotas (N₂) 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 aukštomis 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 NO_2 yra rudos spalvos, slogaus kvapo dujos. Patekęs į žmogaus organizmą, jis dirgina kvėpavimo takus ir gali sukelti sveikatos pablogėjimų esant koncentracijai ore nuo $140 \mu g/m^3$. NO_2 apsunkina kvėpavimą, padidina jo dažnumą, sumažina plaučių atsparumą infekcijoms. NO_2 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 litrai 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 rūgštingoms medžiagoms, 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.

Kietosios dalelės (KD₁₀). Į atmosferą patenkančios dalelės skiriasi savo dydžiu ir chemine sudėtimi, todėl jų įtaka žmonių sveikatai ir aplinkai tiesiogiai susijusi su šiais parametrais.

Dažniausi taršos smulkiomis dalelėmis šaltiniai yra katilinės, naudojančios iškastinį kurą (išmeta pelenus ir suodžius), pramoniniai procesai (metalo, audinių dulkes), dirvos erozija, fotocheminiai procesai. Degimo metu susidariusios dalelės būna mažesnės už 1 µm, industrinės ir dirvos dalelės – didesnės už 1 µm.

Daugiausia sveikatos sutrikimų sukelia dalelės, mažesnės už 1 µm. Jas sunkiausia išvalyti iš pramoninių procesų išlakų, todėl didžiausia jų dalis iš oro pašalinama lyjant.

Didelės kietųjų dalelių koncentracijos aplinkos ore saulės spinduliavimo ir drėgmės poveikyje gali veikti klimatinės sąlygas ir sumažinti matomumą. Smulkiosios dalelės dalyvauja debesų formavimesi, ir esant intensyviems išmetimams gali padidinti debesuotumą ir kritulių kiekį tam tikroje vietovėje. Dalelės, kurių skersmuo yra tarp 0,1 ir 1,0 μm , efektyviai išsklaido matomąją šviesą, taip sumažindamos matomumą. Esant dideliame oro drėgnumui, susiformuoja migla.

Kietieji teršalai patenka į žmogaus organizmą per kvėpavimo sistemą. Dalelių prasiskverbimo gylis į kvėpavimo sistemą priklauso nuo jų dydžio. Didesnės nei 5 μm dalelės dažniausiai sulaikomas gerklėje arba nosyje. Nuo 0,5 iki 5 μm diametro dalelės nusėda bronchuose, o nedidelė dalis pasiekia plaučių alveoles. Smulkesnės už 0,5 μm dalelės pasiekia plaučių alveoles ir gali jose nusėsti, tam tikra dalis per alveoles patenka į kraują. Kietųjų dalelių poveikyje gali išsivystyti kvėpavimo takų ligos (astma, bronchitas, emfizema), sutrikti širdies veikla (širdies priepuolis) ir išsivystyti plaučių vėžys.

Kietosios dalelės neigiamai veikia augalų vystymąsi ir augimą; jos sukelia įvairių medžiagų pažeidimus (pavyzdžiui, metalų koroziją, padengia nešvarumais namus ir audinius ir kt.).

Anglies monoksidas (CO). Pagrindinis anglies monoksido šaltinis aplinkos ore transportas su vidaus degimo varikliais. CO susidaro degant skystam arba dujiniam naftos kurui. Daugiausia šio teršalo išmeta benzinu varomos transporto priemonės su „Otto“ tipo varikliais. Galimi taršos mažinimo būdai – automobilių parko atnaujinimas, katalizatorių naudojimas, tinkamas degimo procesų suregulavimas.

Patekęs į žmogaus organizmą per plaučius, CO reaguoja su hemoglobinu (deguonį nešančioji molekulė kraujyje), sudarydamas karboksihemoglobiną (COHb). Šis procesas sumažina kraujo gebėjimą pernešti deguonį, nes CO giminingumas hemoglobinui yra 200 kartų didesnis nei deguonies. Pažymėtina, kad karboksihemoglobino (COHb) lygis kraujyje tiesiogiai priklauso nuo CO koncentracijos aplinkos ore. Esant pastoviai CO koncentracijai, po tam tikro laiko nusistovi koncentracijų pusiausvyra, kuri vėl pakinta pasikeitus CO koncentracijai ore.

CO poveikyje suaktyvėja širdies ir kraujotakos sistemos ligos, suprastėja koordinacija ir laiko suvokimas. Manoma, kad CO aplinkos ore padidina širdies smūgio galimybę, neigiamai veikia vaisiaus vystymąsi.

TYRIMO REZULTATAI

Žemiau esančiose lentelėse pateiktos 2024 m. vykdytų antropogeninės oro taršos tyrimų statistinės lentelės.

3 lentelė

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos oro taršos NO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Matavimo vietos pavadinimas	Matavimo vietos koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Tyrimų vidurkis, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	Žiema	Pavasaris	Vasara	Ruduo		
1	Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninė“	490161	6204938	11,75	13,26	14,45	14,59	13,51	40
2	Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“	490955	6205614	10,11	7,85	6,75	6,41	7,78	40
3	Pakruojo m. gyvenamųjų namų kvartalas	491729	6205514	12,77	7,30	7,08	6,51	8,42	40
5	Rozalimo miestelio centras, Laisvės aikštė	492552	6195377	11,81	7,19	5,75	4,95	7,43	40

4 lentelė

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės aplinkos oro taršos SO₂ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Matavimo vietos pavadinimas	Matavimo vietos koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje		Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Tyrimų vidurkis*, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
		X	Y	Žiema	Pavasaris	Vasara	Ruduo		
1	Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninė“	490161	6204938	3,31	3,47	3,3	3,76	3,46	20
2	Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“	490955	6205614	3,34	a<3,15	a<3,15	a<3,15	2,02	20
3	Pakruojo m. gyvenamųjų namų kvartalas	491729	6205514	3,53	a<3,15	a<3,15	a<3,15	2,07	20
5	Rozalimo miestelio centras, Laisvės aikštė	492552	6195377	3,31	a<3,15	3,24	a<3,15	2,43	20

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos;

5 lentelė

2024 m. Pakruojo rajono aplinkos oro taršos LOJ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Matavimo vietos koordinatės LKS 94 koordinačių sistemoje		Analitė	Tyrimo rezultatas, µg/m ³				Tyrimų vidurkis*, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
	X	Y		Žiema	Pavasaris	Vasara	Ruduo		
1	490161	6204938	Benzenas	1,24	0,66	0,61	0,52	0,76	5
			Toluenas	0,85	0,91	0,82	0,89	0,87	600
			Etilbenzenas	0,60	a<0,51	a<0,51	a<0,51	0,35	20

			m/p-ksilenas	0,63	0,63	0,71	0,81	0,70	200
			o-ksilenas	0,54	0,62	0,68	0,82	0,67	200
2	490955	6205614	Benzenas	1,07	0,66	0,59	0,67	0,75	5
			Toluenas	1,30	0,69	0,66	0,79	0,80	600
			Etilbenzenas	1,08	0,68	0,61	0,68	0,76	20
			m/p-ksilenas	0,74	a<0,51	a<0,51	0,55	0,45	200
			o-ksilenas	0,54	0,52	a<0,51	a<0,51	0,40	200
3	491729	6205514	Benzenas	1,26	0,84	0,71	0,64	0,86	5
			Toluenas	1,47	0,53	a<0,51	a<0,51	0,66	600
			Etilbenzenas	0,96	0,53	0,58	0,69	0,69	20
			m/p-ksilenas	0,81	0,70	0,53	0,61	0,66	200
			o-ksilenas	0,64	a<0,51	a<0,51	a<0,51	0,36	200
5	492552	6195377	Benzenas	0,86	0,74	0,84	0,77	0,80	5
			Toluenas	0,84	0,59	0,58	0,53	0,68	600
			Etilbenzenas	0,54	a<0,51	a<0,51	a<0,51	0,33	20
			m/p-ksilenas	0,54	0,60	0,67	0,7	0,63	200
			o-ksilenas	a<0,51	0,57	a<0,51	a<0,51	0,34	200

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos;

* - tyrimų vidurkis apskaičiuotas naudojant pusę tyrimo metodo nustatymo ribos.

6 lentelė

2024 m. Pakruojo rajono aplinkos oro taršos KD₁₀ tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		KD ₁₀ koncentracija, µg/m ³								Tyrimų vidurkis, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas	5 tyrimas	6 tyrimas	7 tyrimas	8 tyrimas		
1	490161	6204938	14,2	17,5	12,3	10,1	18,3	11,8	24,1	25,6	16,74	50
2	490955	6205614	18,9	10,5	17,7	19,2	20,1	25,3	20,6	29,8	20,26	50
3	491729	6205514	10,5	12,9	9,8	12,7	14,3	19,6	15,3	16,3	13,93	50
4	498163	6217284	18,1	21,6	15,3	10,5	10,8	13,9	11,4	13,1	14,34	50
5	492552	6195377	20,8	19,4	19,7	29,6	22,1	21,2	19,0	21,5	21,66	50

7 lentelė

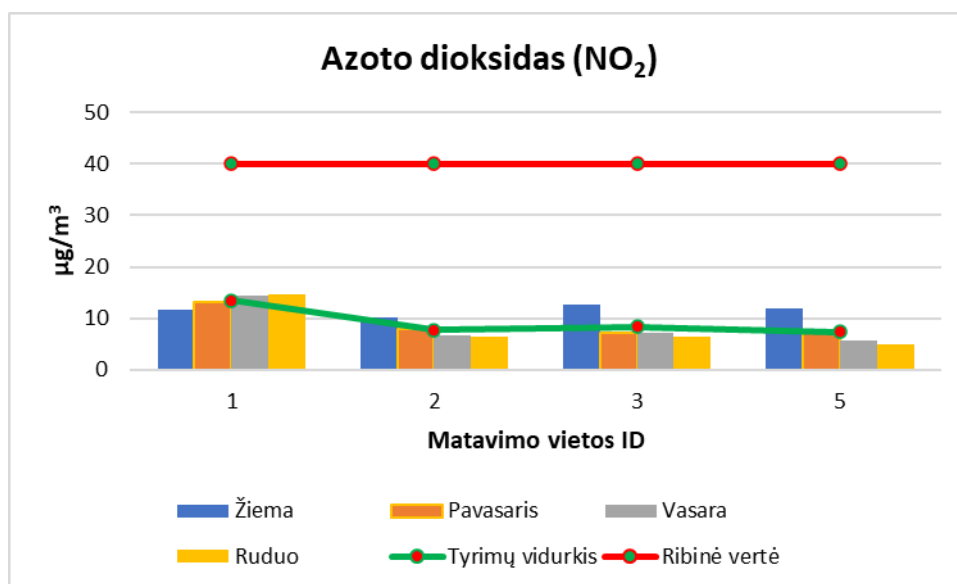
2024 m. Pakruojo rajono aplinkos oro taršos KD_{2,5} tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		KD ₁₀ koncentracija, µg/m ³								Tyrimų vidurkis, µg/m ³	Ribinė vertė, µg/m ³
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas	5 tyrimas	6 tyrimas	7 tyrimas	8 tyrimas		
2	490955	6205614	9,1	8,6	7,4	8,9	6,3	9,2	10,1	11,3	8,9	50

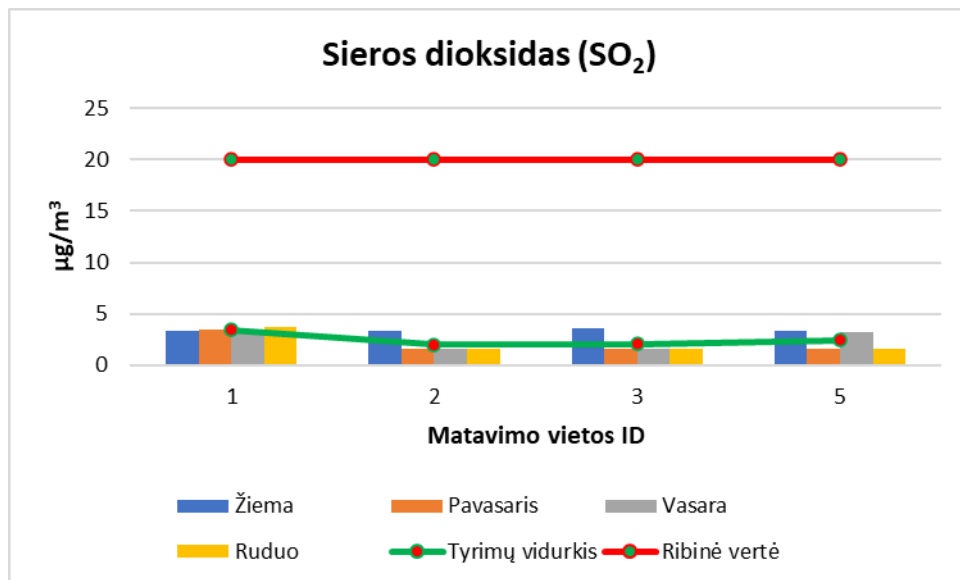
2024 m. Pakruojo rajono aplinkos oro taršos CO tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje		Tyrimo rezultatas, mg/m ³								Tyrimų vidurkis, mg/m ³	Ribinė vertė, mg/m ³
	X	Y	1 tyrimas	2 tyrimas	3 tyrimas	4 tyrimas	5 tyrimas	6 tyrimas	7 tyrimas	8 tyrimas		
1	490161	6204938	0,16	0,19	0,11	0,13	0,18	0,14	0,20	0,17	0,16	10
2	490955	6205614	0,28	0,18	0,25	0,21	0,20	0,23	0,19	0,26	0,23	10
3	491729	6205514	0,17	0,22	0,15	0,20	0,27	0,18	0,24	0,30	0,22	10
4	498163	6217284	0,12	0,19	0,10	0,18	0,14	0,25	0,26	0,19	0,18	10
5	492552	6195377	0,29	0,24	0,26	0,19	0,16	0,15	0,18	0,22	0,21	10

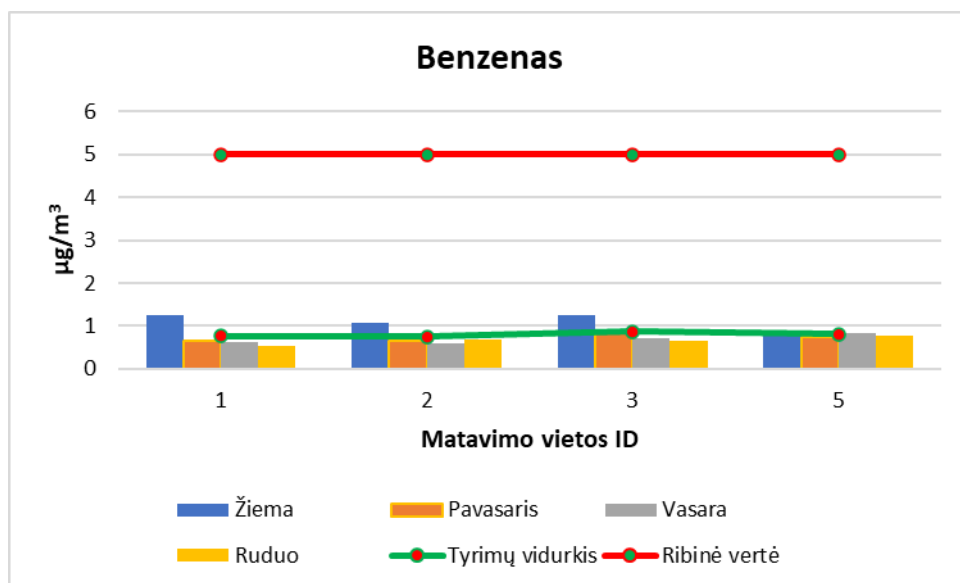
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2024 m. atliktų aplinkos oro tyrimų rezultatų vizualizacijos.



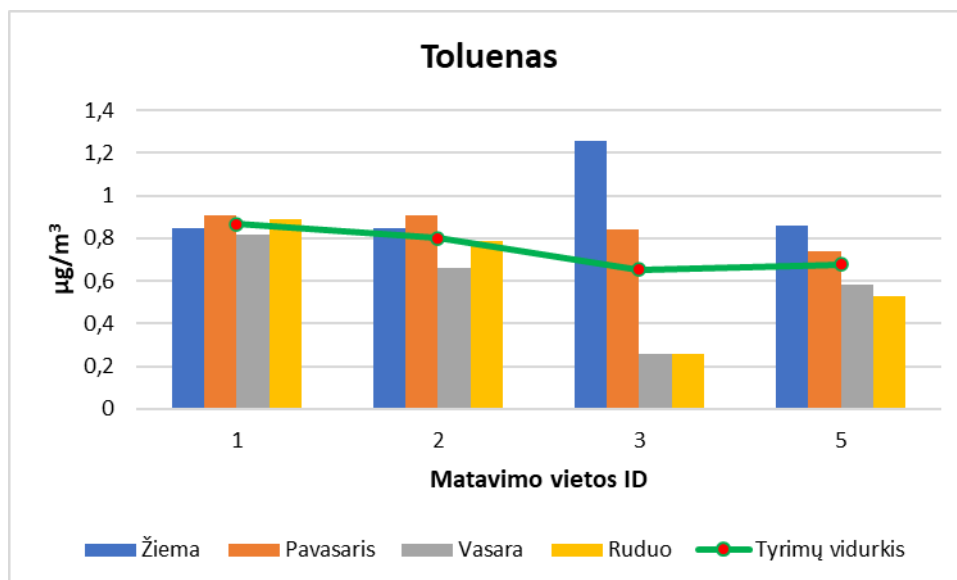
7 pav. NO₂ koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



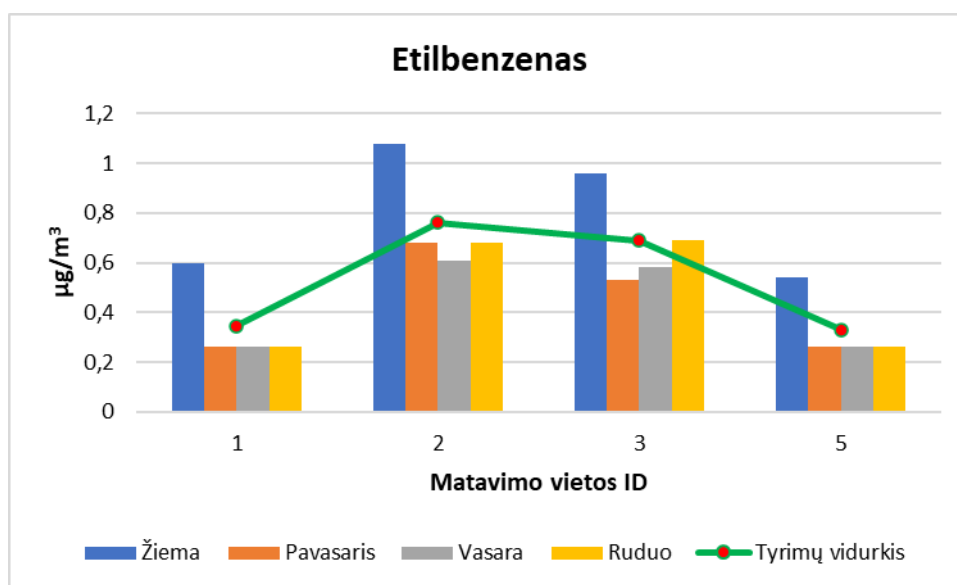
8 pav. SO₂ koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė 20 µg/m³ grafike neatvaizduojama, nes gautos SO₂ koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



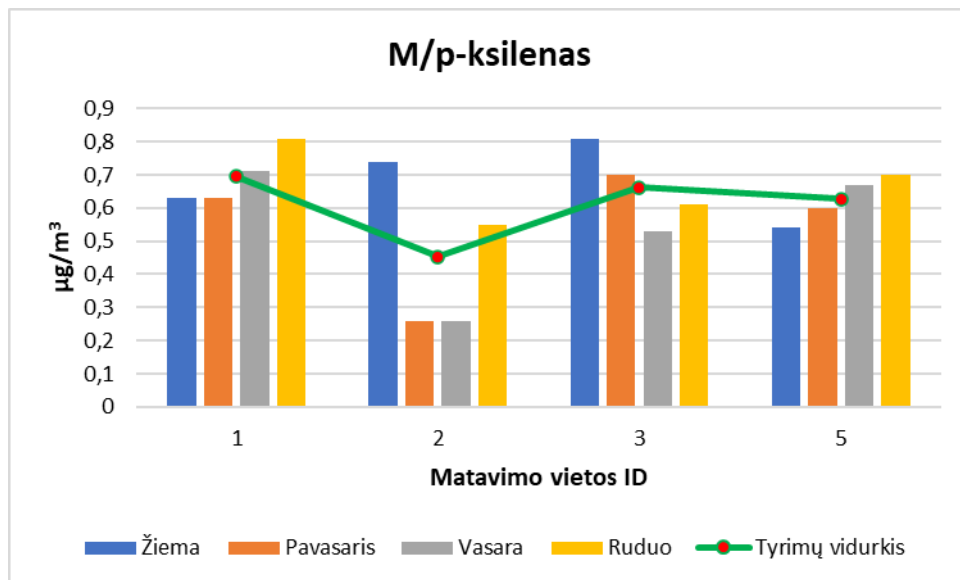
9 pav. Benzeno koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



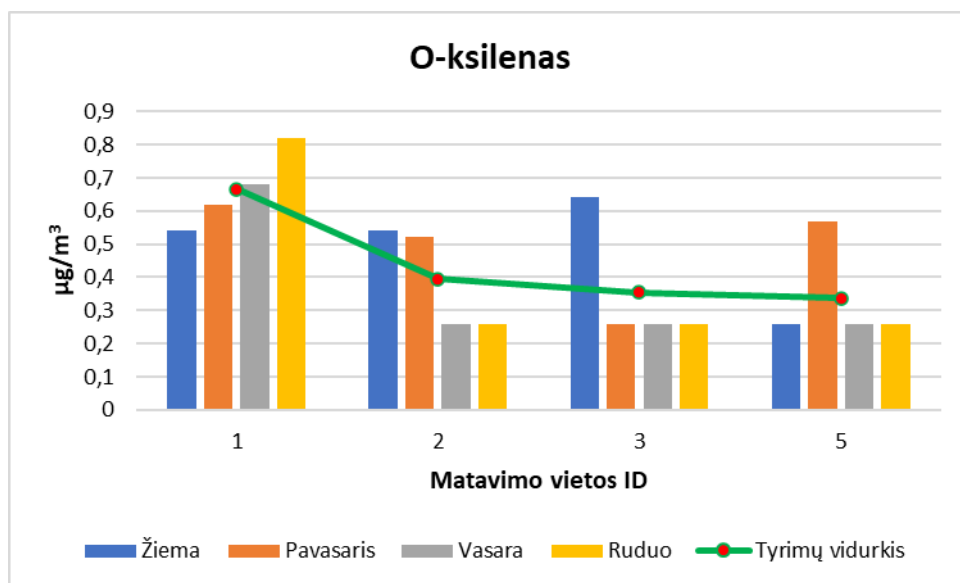
10 pav. Tolueno koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos tolueno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



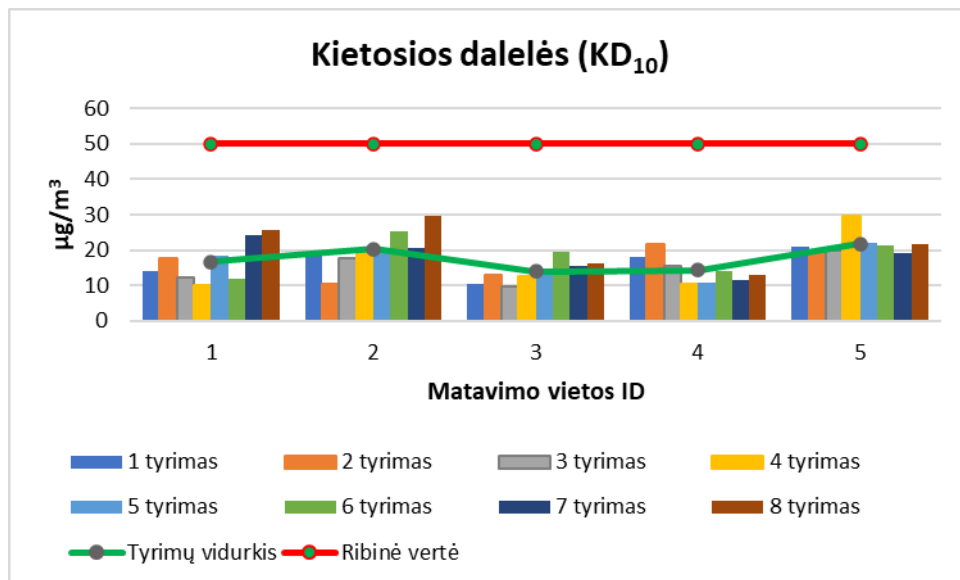
11 pav. Etilbenzeno koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos etilbenzeno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



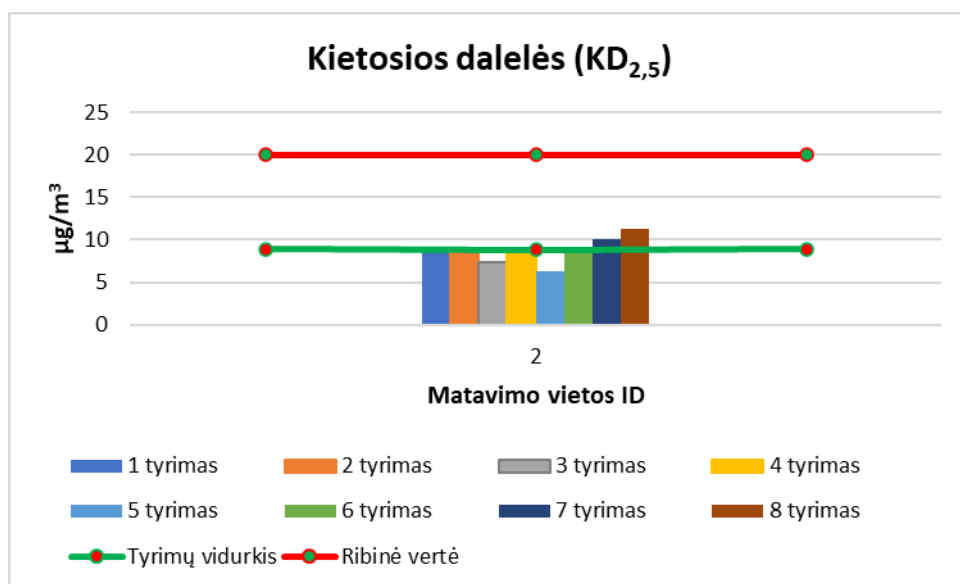
12 pav. m/p-ksileno koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos m/p-ksileno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



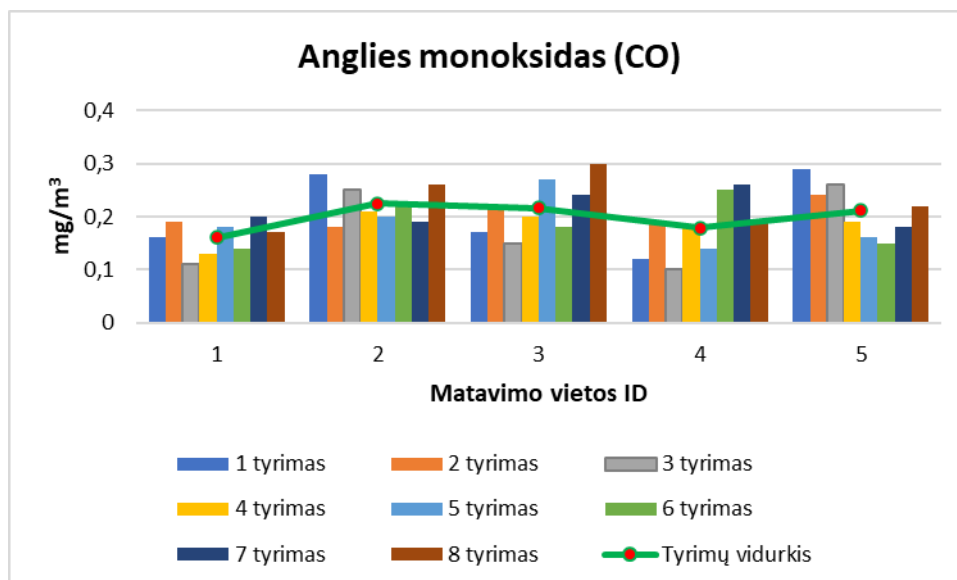
13 pav. o-ksileno koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ grafike neatvaizduojama, nes gautos o-ksileno koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



14 pav. KD₁₀ koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



15 pav. KD_{2,5} koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytoje matavimo vietoje



16 pav. CO koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė 10 mg/m^3 grafike neatvaizduojama, nes gautos CO koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)

IŠVADOS

Dėl didėjančio automobilių kiekio ir besiplečiančios pramonės didėja oro tarša ir su ja susijusios problemos. Įvairios dujos, lakūs organiniai junginiai, kurių padidėjimas sukelia oro taršą yra labai pavojingi žmogui ir aplinkai, todėl reikia nustatyti ir stebėti teršalų koncentracijų vertes ir jų kitimą, įvertinti esamą situaciją, kuri leistų išvengti, sustabdyti arba sumažinti žalingą poveikį žmonių sveikatai ir aplinkai. Gauti rezultatai taikomi oro kokybės valdymui ir visuomenės informavimui.

Išnagrinėjus aukščiau pateiktas 2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje atlikto antropogeninės oro taršos tyrimo rezultatų suvestines matyti aiškus NO_2 , SO_2 , lakiųjų organinių junginių (benzeno, tolueno, etilbenzeno, m/p-ksileno ir o-ksileno) taip pat KD_{10} , $\text{KD}_{2,5}$ ir CO koncentracijų pasiskirstymas Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **azoto dioksido** (NO_2) koncentracija įvairavo nuo $4,95 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ iki $14,59 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas NO_2 koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $7,43 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ iki $13,51 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Santykinai didžiausias azoto dioksido koncentracijos vidurkis buvo suskaičiuotas Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninės“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje, atliktuose aplinkos oro tyrimuose **sieros dioksido** (SO_2) koncentracija buvo fiksuota mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $<3,15 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ iki $3,76 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas sieros dioksido koncentracijos

tyrimų vidurkis kitėsi nuo $2,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $3,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias sieros dioksido koncentracijos vidurkis buvo suskaičiuotas Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninės“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **benzeno** koncentracija įvairavo nuo $0,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas benzeno koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,86 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias benzeno koncentracijos vidurkis buvo Pakruojo m. gyvenamųjų namų kvartale.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **tolueno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tolueno koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias tolueno koncentracijos vidurkis buvo suskaičiuotas Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninės“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **etilbenzeno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $1,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas etilbenzeno koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias etilbenzeno koncentracijos vidurkis buvo apskaičiuotas Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **m/p-ksileno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas m/p-ksileno koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias m/p-ksileno koncentracijos vidurkis buvo apskaičiuotas Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninės“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **o-ksileno** koncentracija įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 0,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimų metodo nustatymo ribos) o-ksileno koncentracijos tyrimų vidurkis keitėsi nuo $0,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $0,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausi o-ksileno koncentracijos vidurkiai buvo apskaičiuoti Pakruojo m., prie VŠĮ „Pakruojo ligoninės“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **kietųjų dalelių (KD₁₀)** koncentracija įvairavo nuo $9,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $29,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas KD₁₀ tyrimų vidurkis keitėsi nuo $13,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $21,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Santykinai didžiausias kietųjų dalelių koncentracijos vidurkis suskaičiuotas Rozalimo miestelio centre, Laisvės aikštėje.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **kietųjų dalelių (KD_{2,5})** koncentracija įvairavo nuo $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $11,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Iš turimų duomenų suskaičiuotas

KD_{2,5} koncentracijos tyrimų vidurkis 8,9 µg/m³, kuris buvo Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“.

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktuose aplinkos oro tyrimuose **anglies monoksido (CO)** koncentracija įvairavo nuo 0,10 mg/m³ iki 0,29 mg/m³. Iš turimų duomenų suskaičiuotas CO tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,16 mg/m³ iki 0,23 mg/m³. Santykinai didžiausias anglies monoksido koncentracijos vidurkis suskaičiuotas Pakruojo m., prie Pakruojo vaikų lopšelio-darželio „Vyturėlis“.

Pažymėtina, jog Pakruojo rajone, 2024 m. nebuvo užfiksuotų NO₂, SO₂, LOJ (lakieji organiniai junginiai: benzenas, toluenas, etilbenzenas, m/p-ksilenas ir o-ksilenas), KD₁₀, KD_{2,5} ir CO koncentracijų nustatytų ribinių verčių viršijimų.

Siūlomos oro taršos mažinimo priemonės:

1. Didėjantis automobilių skaičius, transporto infrastruktūros plėtra yra pagrindinis faktorius, įtakojantis rajono aplinkos oro kokybės rodiklius. Kaišiadorių 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. Minėtiems tikslams įgyvendinti svarbu išspręsti šiuos uždavinius:
 - 1) krašto keliuose atlikti dangos stiprinimą ir platinimą;
 - 2) rekonstruoti kelius jungiančius a, b ir c kategorijos gyvenvietes;
 - 3) rajono žvyrkelių asfaltavimo programos spartesnis įgyvendinimas;
 - 4) miesto ir priemiestinio viešojo transporto sistemos plėtra, transporto techninės būklės gerinimas;
 - 5) dviračių ir pėsčiųjų takų tiesimas rajonuose, miestuose bei gyvenvietėse ir už jų ribų;
 - 6) degalinių tinklo plėtra.
2. 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.
3. Visuomenės ekologinio švietimo programų vykdymas, skatinant energijos vartojimo efektyvumo ir atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimą individualių gyvenamųjų namų apšildymui, karšto vandens ruošimui. Vykdyti visuomenės švietimo, lavinimo, informavimo institucijų skatinimą, siekiant efektyvesnio

visuomenės dalyvavimo Žemės dienos, Europos judumo savaitės ir kituose ekologiniuose renginiuose.

LITERATŪRA

1. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos būklė 2010. Tik faktai, 2011.
2. Aplinkos apsaugos agentūra. Aplinkos būklė. 2011. Tik faktai, 2012.
3. 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;
4. Colville, R. N.; Hutchinson, E. J.; Warren, R. F. 2002. The transport sector as a source of air pollution. *Developments in Environmental Sciences* 1.
5. COM 1998 COM (1998) 591 final. Proposal for a COUNCIL DIRECTIVE relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air.
6. Fenger, J. 2009. Air pollution in the last 50 years – From local to global. *Atmospheric Environment*.
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“.
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“.
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. PAVIRŠINIO VANDENS MONITORINGAS

2024 m. vasario 23 d., 2024 m. gegužės 23 d., 2024 m. liepos 20 d., 2024 m. rugpjūčio 28 d. ir 2024 m. rugsėjo 27 d. Pakruojo rajono savivaldybėje buvo paimti paviršinio vandens mėginiai. Mėginių paėmimui vadovavo laborantas Mindaugas Jankus. Paviršinio vandens tyrimams pasinaudota UAB „Darnaus vystymosi instituto“ tyrimų laboratorijos ir UAB „Vandens tyrimai“ laboratorijos pajėgumais.

Tyrimo tikslas: ištirti paviršinių vandens telkinių užtaršą ir teikti informaciją, reikalingą antropogeninės taršos mažinimo bei vandens telkinių būklės gerinimo priemonių parengimui ir įgyvendinimui, įgyvendinamų vandensaugos priemonių efektyvumo įvertinimui.

Tyrimo uždaviniai:

- paviršinių vandens telkinių taršos maistinėmis medžiagomis įvertinimas;
- įgyvendinamų vandensaugos priemonių efektyvumo įvertinimas;
- duomenų apie paviršinių vandens telkinių fizinę-cheminę taršą kaupimas ir pateikimas visuomenei;
- eutrofikacijos proceso eigos ir jo įtakos paviršinio vandens telkinių būklei kaupimas ir vertinimas.

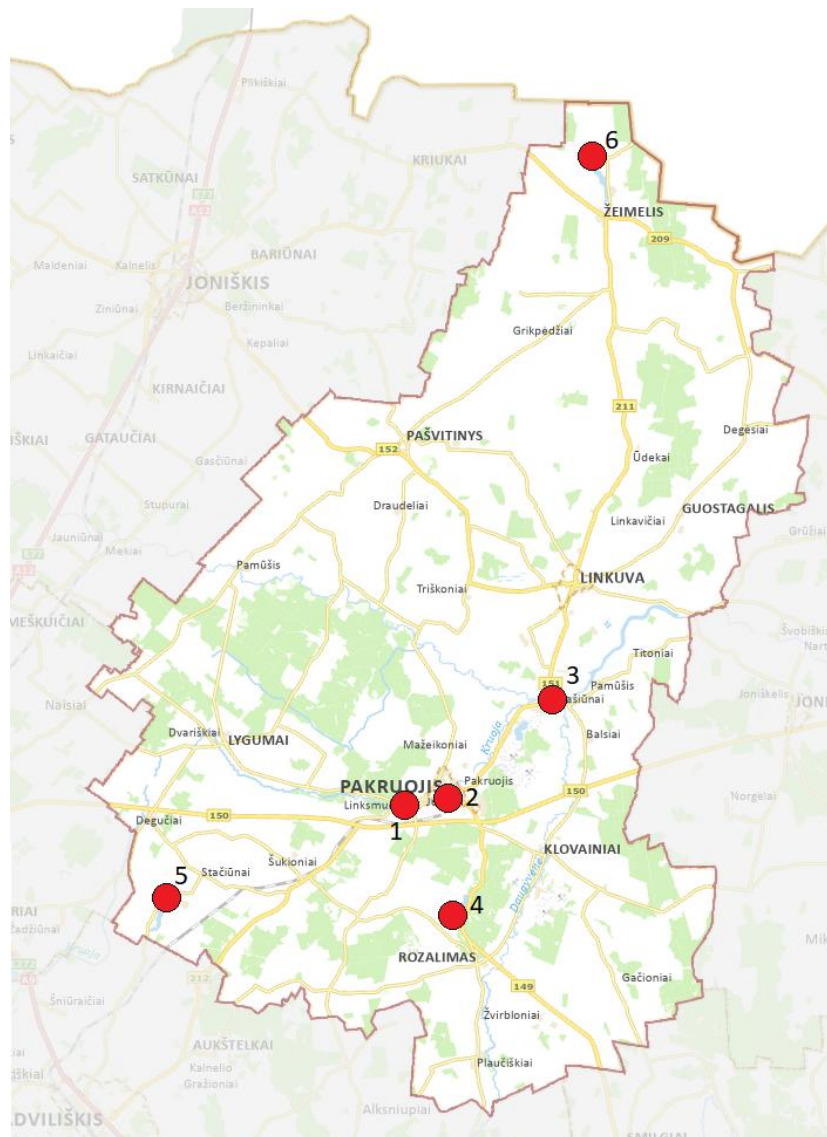
Paviršinio vandens stebėsenos vietų koordinatės: žemiau lentelėje pateikiama informacija apie paviršinio vandens monitoringo vietų koordinates LKS 94 koordinacių sistemoje, o žemiau paveiksle (žr. 17 pav.) pateikiamas monitoringo vietų išsidėstymo žemėlapis.

9 lentelė

Paviršinių vandens telkinių tyrimo vietos Pakruojo rajono savivaldybėje

Eil. Nr.	Pavadinimas	Tyrimo vietos koordinatės LKS 94 koordinacių sistemoje		Tipas
		X	Y	
1.	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	487983	6204256	Upė
2.	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	492436	6206336	Upė
3.	Mūša (ties keliu 151)	496711	6210405	Upė
4.	Laičių I tvenkinys	491107	6198299	Tvenkinys
5.	Petraičių tvenkinys	474928	6199264	Tvenkinys
6.	Baltausių tvenkinys	499192	6241066	Tvenkinys

(sudaryta autorių)



17 pav. Paviršinio vandens monitoringo tinklas Pakruojo rajono savivaldybėje
(sudaryta autorių)

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 (NO₃-N), amonio azotą (NH₄-N), bendrąjį azotą (N_b), fosfatinį fosforą (PO₄-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.

10 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:

11 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.	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.			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.		Organi-nės 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.	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.				2–3					>4,0
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		

12 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:

13 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		-	(Žr. 2 lentelę)	-	-	-

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 veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“ pateiktomis Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo (toliau – Aprašas) priede esančiomis paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, vandens kokybės rodiklių ribinėmis vertėmis.

14 lentelė

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

Eil. Nr.	Kokybės rodiklis	Ribinė vertė	
		Lašišiniams 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 veistis gėlavandenės žuvis, 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 žuvis mėsoje.

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. Tamsoje 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.) neišnuomotinuose vandens telkiniuose, pirmenybę teikiant žuvingiausiems vandens telkiniams.

Nitratai (NO₃) ir nitritai (NO₂). Pažymėtina, kad nitratai, NO₃⁻ ir nitritai, NO₂⁻ susidaro vartant baltyminius medžiagoms. Be to, nitratus 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 nitratus 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.

Vasarą nitratus koncentracija yra mažesnė, nes vandens augalija vegetacijos periodu juos intensyviai asimiliuoja. Pasibaigus vasarai, irstant augalams ir dumbliams nitratus koncentracija vandenyje padidėja. Be to, intensyvūs rudens lietūs iš dirvos išplauna nemažai organinių ir neorganinių trąšų, sutekančių į upelius ir upes.

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.

Fosfatai (PO_4). 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 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 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 BDS_7 . Biocheminis deguonies suvartojimas BDS_7 – pagrindinis organinių medžiagų kiekį paviršiniame vandenyje nusakantis rodiklis – biocheminis deguonies suvartojimas per septynias paras (BDS_7). 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 eutrofikuoiose upėse vandens augmenijos irimo procesų metu. Upėse užfiksuotas padidėjęs BDS rodo galimą organinės kilmės taršą.

TYRIMO REZULTATAI

Žemiau pateikiamos 2024 m. atliktų paviršinio vandens telkinių tyrimų rezultatų suvestinės.

15 lentelė

2024 m. vasario 23 d. Pakruojo rajono upių vandens tyrimų 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/IO 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	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	6,3	a<0,0389	5,14	0,022	0,02	7,19	a<1
2	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	6,4	a<0,0389	5,42	0,019	0,01	8,31	2,0
3	Mūša (ties keliu 151)	6,7	a<0,0389	5,62	0,045	0,04	7,58	3,1

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

16 lentelė

2024 m. gegužės 23 d. Pakruojo rajono upių vandens tyrimų 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/IO 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	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	1,4	a<0,0389	3,47	0,093	0,04	7,85	2,1
2	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	1,9	a<0,0389	7,54	0,070	0,02	7,33	3,9
3	Mūša (ties keliu 151)	1,3	a<0,0389	4,38	0,086	0,03	8,11	1,9

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

17 lentelė

2024 m. liepos 20 d. Pakruojo rajono upių vandens tyrimų 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/IO 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	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	1,7	a<0,0389	0,371	0,114	0,101	7,51	2,4
2	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	1,9	a<0,0389	0,029	0,147	0,118	8,15	2,5
3	Mūša (ties keliu 151)	3,6	a<0,0389	2,120	0,181	0,146	7,96	a<1

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

18 lentelė

2024 m. rugsėjo 27 d. Pakruojo rajono upių vandens tyrimų 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/IO 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	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	1,6	a<0,0389	1,950	0,090	0,088	6,85	2,3
2	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	1,5	a<0,0389	3,778	0,072	0,057	9,29	1,6
3	Mūša (ties keliu 151)	1,7	a<0,0389	2,911	0,146	0,089	6,28	1,5

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

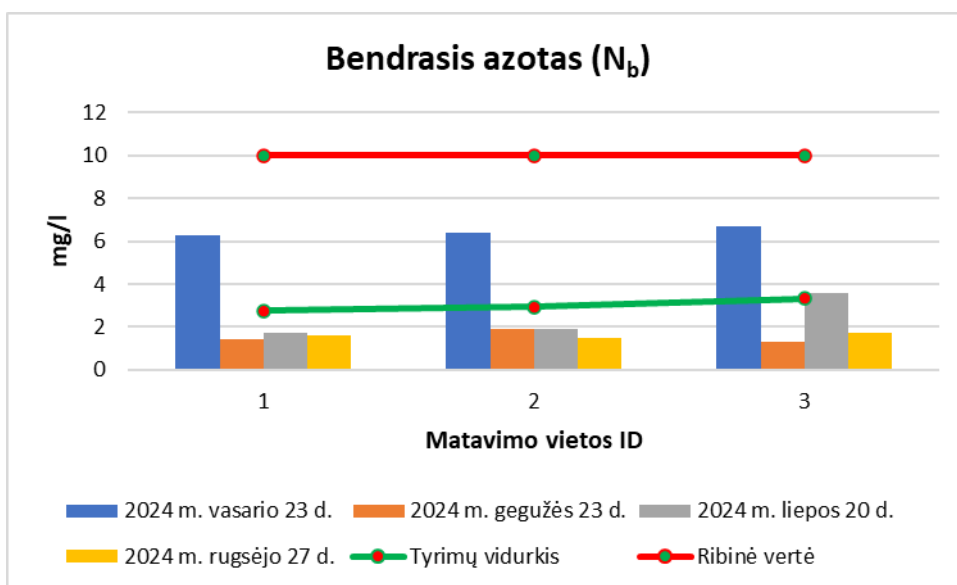
2024 m. suskaičiuoti upių vandens tyrimų rezultatų vidurkiai

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė						BDS ₇ *
		N bendras	Amonio azotas (NH ₄ -N)*	Nitratinis azotas (NO ₃ -N)	P bendras	Fosfatinis fosforas (PO ₄ -P)	Ištirpęs deguonis	
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mgO ₂ /l	
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	Kruoja (aukščiau Pakruojo m.)	2,8	0,020	1,95	0,080	0,062	7,51	1,8
2	Kruoja (žemiau Pakruojo m.)	2,9	0,020	3,778	0,077	0,051	8,15	2,5
3	Mūša (ties keliu 151)	3,3	0,020	2,911	0,115	0,076	7,96	1,8

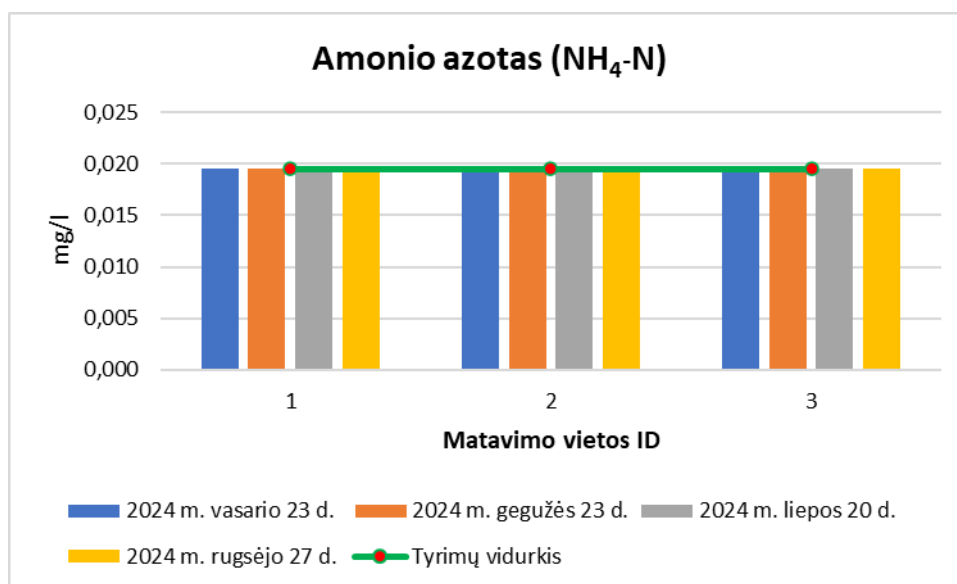
Čia:

* - apskaičiuojant tyrimų vidurkį naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos ir tik iš turimų duomenų.

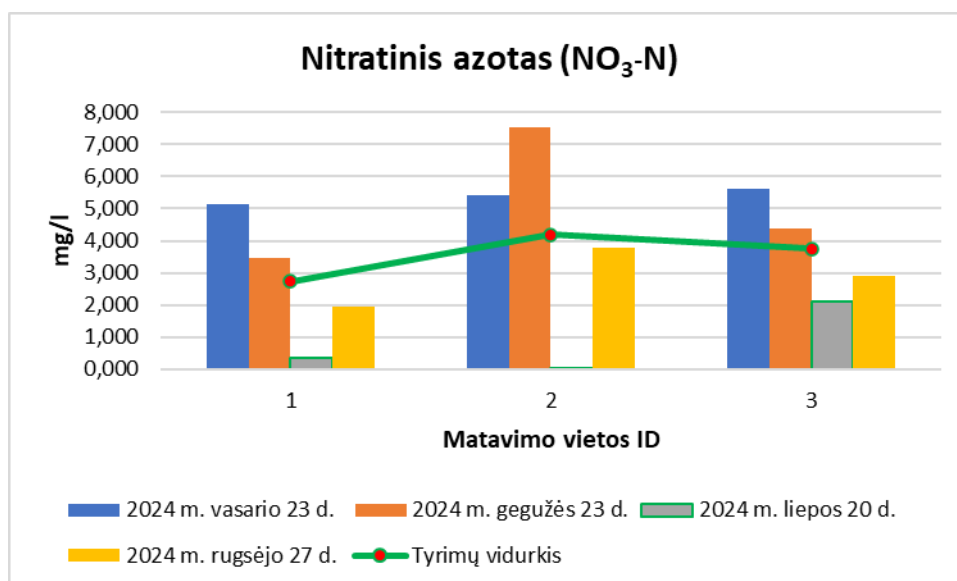
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2024 m. atliktų upių vandens tyrimų rezultatų vizualizacijos.



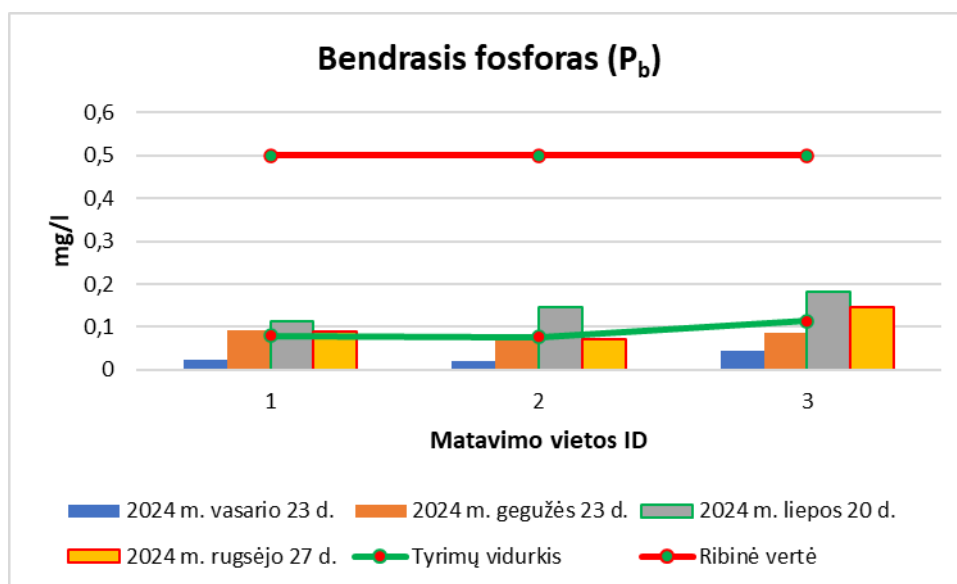
18 pav. N bendrojo koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



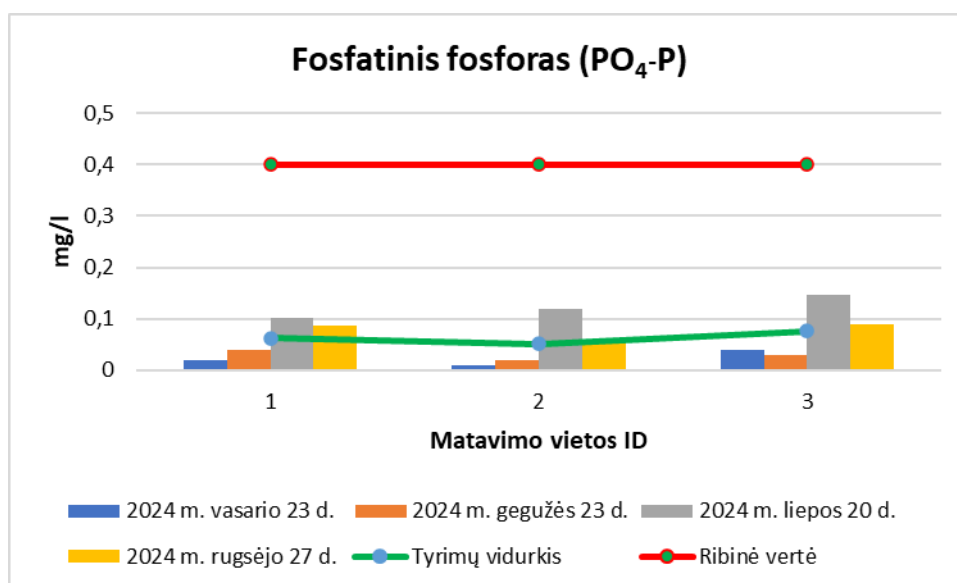
19 pav. Amonio azoto (NH₄-N) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose. (Ribinė vertė 0,778 mg/l grafike neatvaizduojama, nes gautos amonio azoto koncentracijų vertės ženkliai mažesnės)



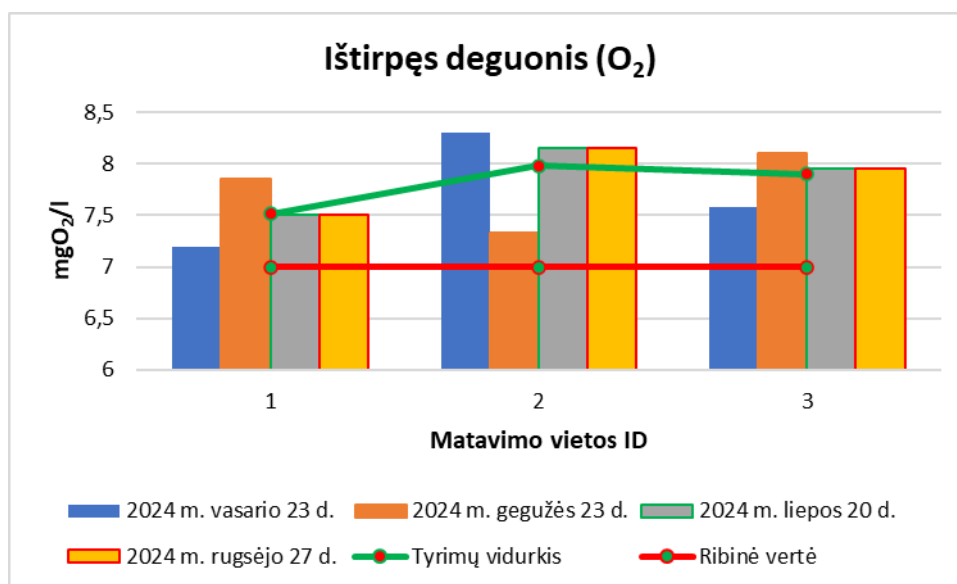
20 pav. Nitratinio azoto (NO₃-N) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



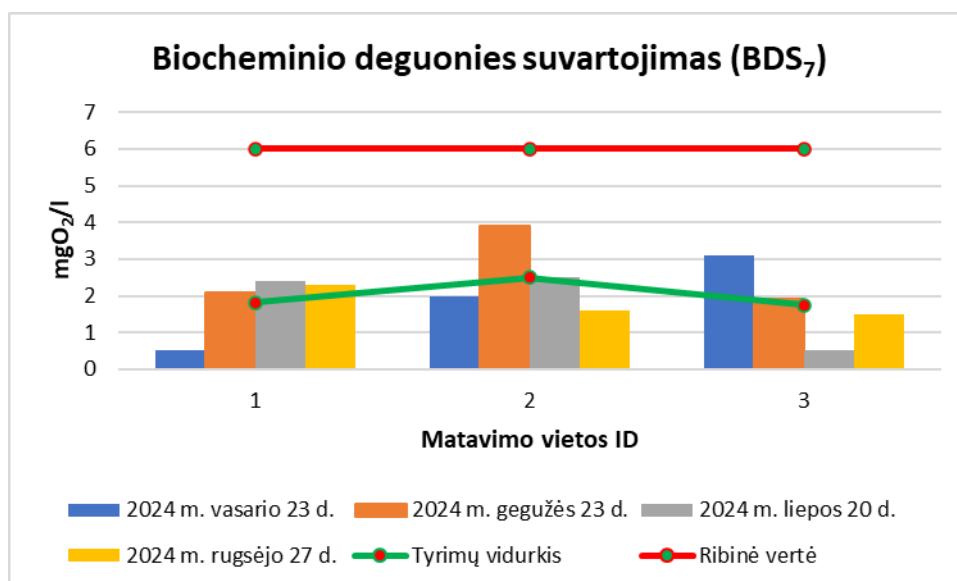
21 pav. P bendrojo koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojis rajone, nustatytose matavimų vietose



22 pav. Fosfatinio fosforo (PO_4-P) koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojis rajone, nustatytose matavimų vietose



23 pav. Ištirpusio deguonies koncentracijų pasiskirstymas upėse, Pakruojo rajone, nustatytose matavimo vietose. (Gautos O₂ koncentracijų vertės aukščiau ribinės vertės (≤ 7 mgO₂/l) grafike rodo, jog yra pakankamas ištirpusio deguonies kiekis upių vandenyje nustatytose matavimo vietose)



24 pav. BDS₇ verčių pasiskirstymas upėse, Pakruojo rajone, nustatytose matavimo vietose

20 lentelė

2024 m. gegužės 23 d. tvenkinių paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Skaidrumas	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Ežero gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
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
4	Laičių I tvenkinys	1,4	5,3	0,012	1,8
5	Petraičių tvenkinys	1,5	2,2	0,266	8,3
6	Baltausių tvenkinys	1,5	1,9	0,03	5,2

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

21 lentelė

2024 m. liepos 20 d. tvenkinių paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Skaidrumas	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Ežero gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
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
4	Laičių I tvenkinys	1,5	1,4	0,012	a<1
5	Petraičių tvenkinys	1,7	3,3	0,482	7,6
6	Baltausių tvenkinys	1,6	1,4	0,034	1,2

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

22 lentelė

2024 m. rugpjūčio 28 d. tvenkinių paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Skaidrumas	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Ežero gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
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
4	Laičių I tvenkinys	1,5	1,2	0,018	1,6
5	Petraičių tvenkinys	1,6	1,4	0,184	3,1
6	Baltausių tvenkinys	1,5	1,6	0,036	1,4

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

2024 m. rugsėjo 27 d. tvenkinių paviršinio vandens tyrimo rezultatų suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Skaidrumas	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Ežero gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
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
4	Laičių I tvenkinys	1,4	1,5	0,016	a<1
5	Petraičių tvenkinys	1,5	3,6	0,118	5,7
6	Baltausių tvenkinys	1,5	1,5	0,048	1,5

Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

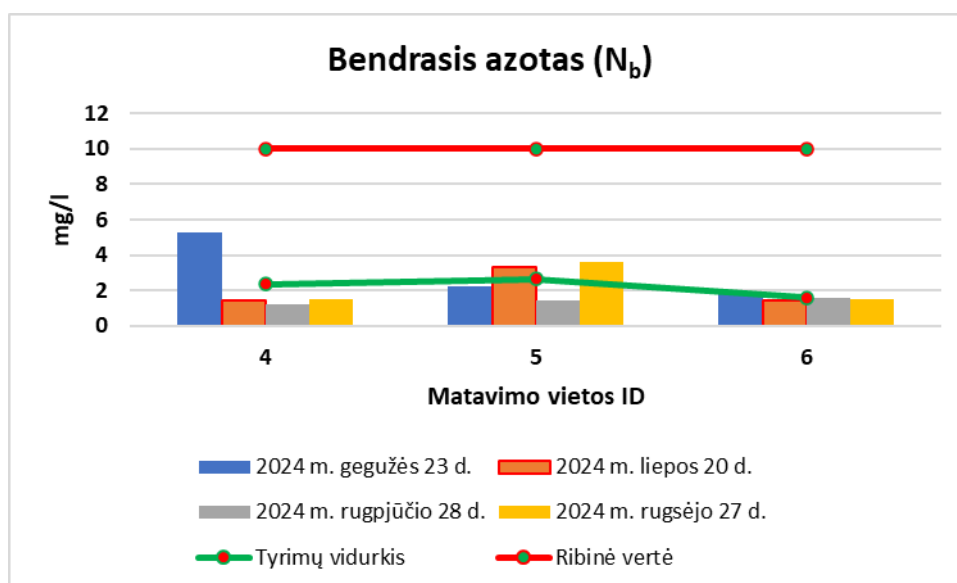
2024 m. tvenkinių paviršinio vandens tyrimo rezultatų vidurkių suvestinė

Matavimo vietos ID	Pavadinimas	Analitė			
		Skaidrumas	N bendras	P bendras	BDS ₇
		m	mg/l	mg/l	mg/IO ₂
Ežero gera ekologinė būklė, kai vidutinė metų koncentracija, mg/l		>1,3	<2	<0,06	<4,2
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
4	Laičių I tvenkinys	1,5	2,4	0,015	0,8
5	Petraičių tvenkinys	1,6	2,6	0,263	7,3
6	Baltausių tvenkinys	1,5	1,6	0,037	2,3

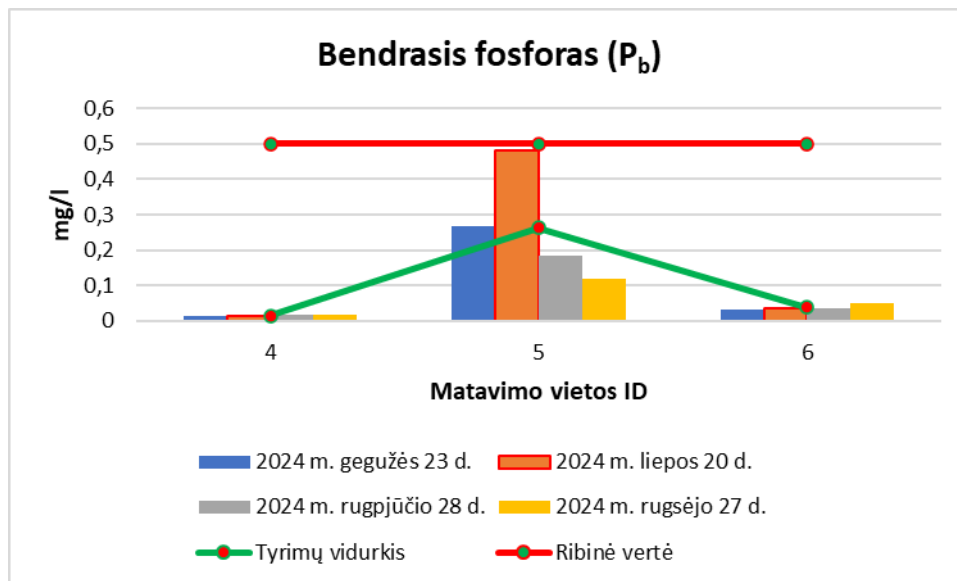
Čia:

a< - mažiau tyrimo metodo aptikimo ribos.

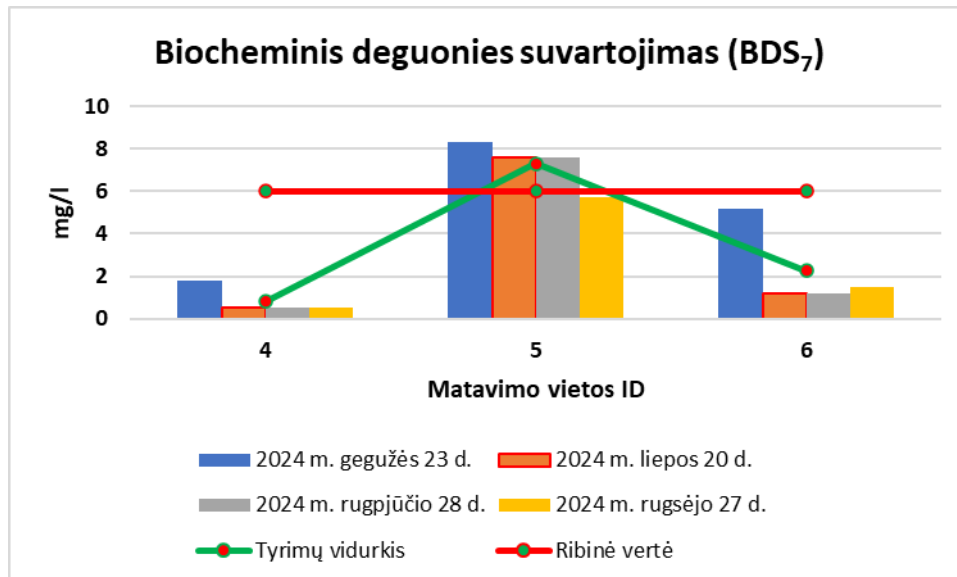
Žemiau esančiuose grafikuose pateiktos 2024 m. tvenkinių vandens tyrimų rezultatų vizualizacijos.



25 pav. N bendrojo koncentracijų pasiskirstymas tvenkiniuose, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



26 pav. P bendrojo koncentracijų pasiskirstymas tvenkiniuose, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose



27 pav. BDS_7 verčių pasiskirstymas tvenkiniuose, Pakruojo rajone, nustatytose matavimų vietose

IŠVADOS

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **bendrojo azoto (N_b)** koncentracija įvairavo nuo 1,3 mg/l iki 6,7 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 2,8 mg/l iki 3,3 mg/l. Santykinai didžiausias N_b koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas upėje Mūša (ties keliu 151), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą N_b koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1 ir 3 esančios upės; vidutinę ekologinės būklės klasę atitinka matavimo vietoje ID 2 esanti upė.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **amonio azoto (NH_4-N)** koncentracija buvo išmatuota mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. $a < 0,0388$ mg/l visose nustatytose matavimų vietose. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos) amonio azoto koncentracijos tyrimų vidurkis buvo apie 0,020 mg/l visose nustatytose tyrimų vietose. Pagal turimą apskaičiuotą NH_4-N koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1, 2, 3 esančios upės.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **nitratinio azoto (NO_3-N)** koncentracija įvairavo nuo 0,029 mg/l iki 7,54 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 2,733 mg/l iki 4,192 mg/l. Santykinai didžiausias NO_3-N koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas upėje Kruoja (žemiau Pakruojo m.), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą NO_3-N koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietoje ID 1 esanti upė; vidutinę ekologinės būklės klasę atitinka matavimo vietose ID 2 ir 3 esančios upės.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **bendrojo fosforo (P_b)** koncentracija įvairavo nuo 0,019 mg/l iki 0,181 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,077 mg/l iki 1,115 mg/l. Santykinai didžiausias P_b koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas upėje Mūša (ties keliu 151), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą P_b koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1 ir 3 esančios upės; gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimo vietoje ID 2 esanti upė.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **fosfatų fosforo (PO_4-P)** koncentracija įvairavo nuo 0,01 mg/l iki 0,146 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,051 mg/l iki 0,076 mg/l. Santykinai didžiausias PO_4-P koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas upėje Mūša (ties keliu 151), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal

turimą suskaičiuotą PO₄-P koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1, 2 ir 3 esančios upės.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **ištirpusio deguonies** koncentracija įvairavo nuo 7,19 mgO₂/l iki 8,31 mgO₂/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 7,52 mgO₂/l iki 7,99 mgO₂/l. Santykinai mažiausias ištirpusio deguonies vandenyje koncentracijos tyrimų vidurkis suskaičiuotas upėje Kruoja (aukščiau Pakruojo m.), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą ištirpusio deguonies koncentracijos vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1, 2, 3 esančios upės.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtose upėse **BDS₇** vertė įvairavo nuo mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 1,0$ mg/IO₂ iki 3,9 mg/IO₂. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos) BDS₇ vertės tyrimų vidurkis keitėsi nuo 1,8 mg/IO₂ iki 2,5 mg/IO₂. Santykinai didžiausias BDS₇ vertės tyrimų vidurkis apskaičiuotas upėje Kruoja (žemiau Pakruojo m.), nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą BDS₇ vertės vidurkį upės suskirstomos sekančiai (10 lentelė): **labai gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietose ID 1 ir 3 esančios upės; gerą ekologinės būklės klasę atitinka matavimų vietoje ID 2 esanti upė.**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtuose tvenkiniuose **bendrojo azoto (N_b)** koncentracija įvairavo nuo 1,2 mg/l iki 5,3 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 1,6 mg/l iki 2,6 mg/l. Santykinai didžiausia N_b koncentracija apskaičiuota Petraičių tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą N_b koncentraciją **Baltausių tvenkinys priskiriamas kaip turintis gerą ekologinės būklės klasę; Petraičių tvenkinys ir Laičių tvenkinys priskiriami kaip turintys vidutinę ekologinės būklės klasę (11 lentelė).**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtuose tvenkiniuose **bendrojo fosforo (P_b)** koncentracija įvairavo nuo 0,012 mg/l iki 0,482 mg/l. Iš turimų duomenų suskaičiuotas tyrimų vidurkis keitėsi nuo 0,015 mg/l iki 0,263 mg/l. Santykinai didžiausia P_b koncentracija suskaičiuota Petraičių tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą P_b koncentraciją **Petraičių tvenkinys priskiriamas kaip turintis labai blogą ekologinės būklės klasę, likusieji tvenkiniai priskiriami kaip turintys labai gerą ekologinės būklės klasę (11 lentelė).**

2024 m. Pakruojo rajono savivaldybėje tirtuose tvenkiniuose **BDS₇** koncentracija buvo išmatuota mažiau nei tyrimo metodo nustatyta aptikimo riba, t. y. nuo $a < 1$ mg/IO₂ iki 8,3 mg/IO₂. Iš turimų duomenų apskaičiuotas (naudota pusė tyrimo metodo aptikimo ribos) tyrimų

vidurkis keitėsi nuo 0,8 mg/IO₂ iki 7,3 mg/IO₂. Santykinai didžiausia BDS₇ vertė apskaičiuota Petraičių tvenkinyje, nustatytoje matavimo vietoje. Pagal turimą suskaičiuotą BDS₇ vertės vidurkį **Laičių I tvenkinys priskiriamas kaip turintis labai gerą ekologinės būklės klasę; Baltausių tvenkinys priskiriamas kaip turintis gerą ekologinės būklės klasę, o likęs Petraičių tvenkinys priskiriamas kaip turintis labai blogą ekologinės būklės klasę (11 lentelė).**

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) dumbliaus 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 sukaukę 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 5667-3:2018. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas. 3 dalis. Vandens mėginių konservavimas ir tvarkymas (ISO 5667-3:2018).
3. LST ISO 5667-6:2014. 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. LAND 47-1:2007, LAND 47-2:2007. Vandens kokybė. Biocheminio deguonies suvartojimo per n parų nustatymas.
6. LST ISO 7890-3:1998. Vandens kokybė. Nitratų azoto kiekio nustatymas. 3 dalis. Spektrometrinis metodas, vartojant sulfosalicilo rūgštį.
7. LST EN ISO 11732:2005. Vandens kokybė. Amoniakinio azoto nustatymas. Srauto analizės (CFA ir FIA) ir spektrometrinio aptikimo metodas.
8. LST EN ISO 13395:2000. Nitrito kiekio nustatymas. Molekulinės absorbcijos spektrometrinis metodas.
9. LST EN ISO 6878:2004. Vandens kokybė. Fosforo nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant amonio molibdatą (ISO 6878:2004).
10. LST EN ISO 10523:2012. Vandens kokybė. pH nustatymas (ISO 10523:2008).
11. 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) (ISO 15681-1:2003).

III. MAUDYKLŲ MONITORINGAS

2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. ir 2024 m. rugsėjo 02 d. Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje buvo atlikti maudyklų paviršinio vandens tyrimai. Vykdam tyrimus pasinaudota Nacionalinės visuomenės sveikatos priežiūros laboratorijos pajėgumais. Mėginių ėmimui vadovavo dr. Kęstutis Navickas.

Monitoringo objektas: Pakruojo rajono savivaldybės maudyklų vandens kokybė.

Monitoringo tikslas: įvertinti maudyklų vandens kokybę pagal Lietuvos higienos normos (HN 92:2018) „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ reikalavimus. Teikti visuomenei informaciją, susijusią su vandens kokybę maudyklose.

Monitoringo uždaviniai:

1. vykdyti mikrobiologinės taršos stebėjimus Pakruojo rajono savivaldybės maudyklose;
2. numatyti priemones maudyklų vandens kokybei gerinti, kai būtina;
3. teikti informaciją visuomenei apie maudyklų vandens kokybės atitikimą Lietuvos higienos normos HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ reikalavimams.

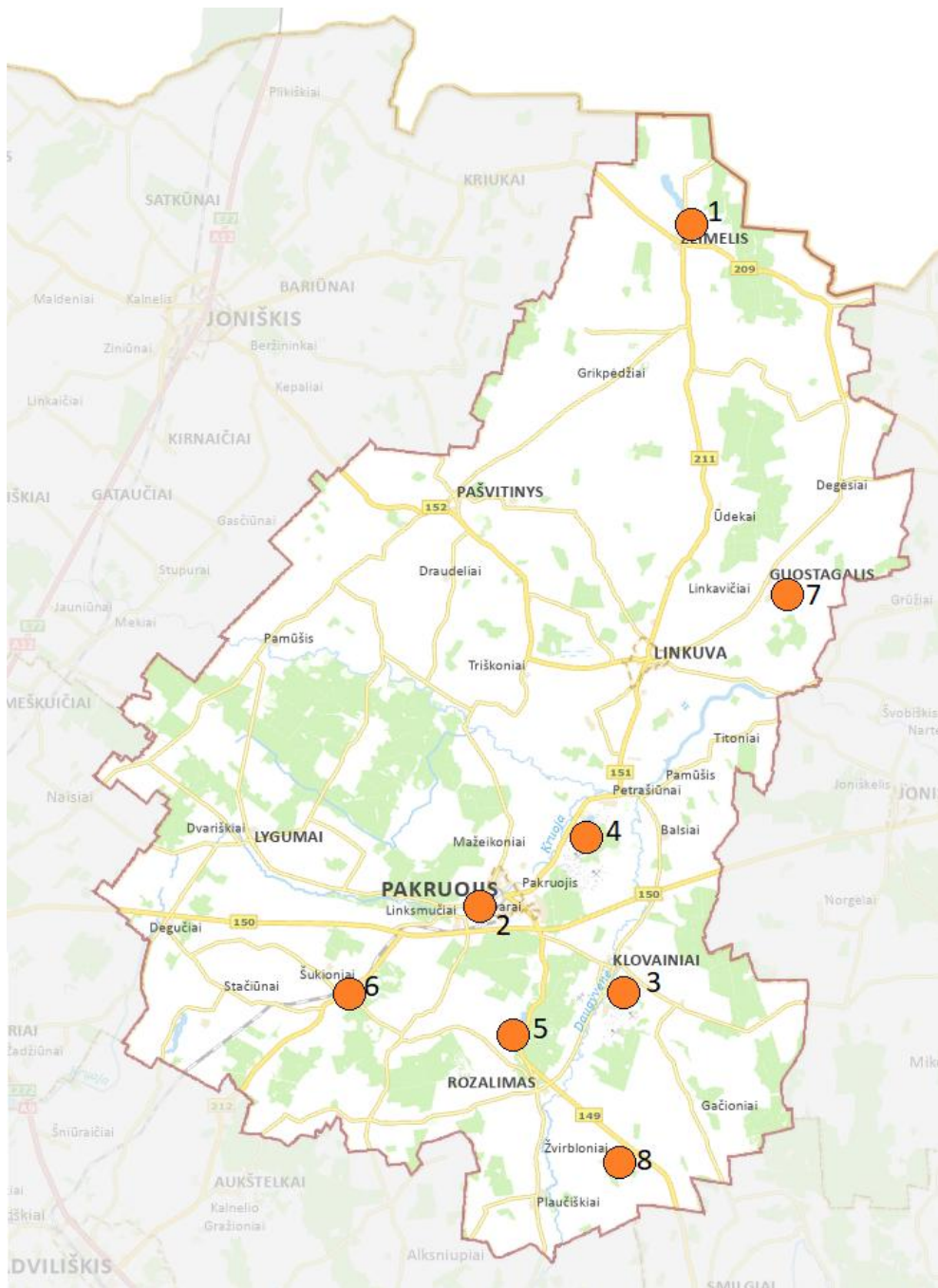
Pakruojo rajono savivaldybės maudyklų monitoringo vietų lokalizacija ir monitoringo tinklas pateikiami žemiau esančioje lentelėje ir paveiksle (žr. 28 pav.).

25 lentelė

Maudyklų tyrimo vietos Pakruojo rajono savivaldybėje

Eil. Nr.	Stebėsenos objektas	Taško koordinatės LKS 94 koordinatinių sistemoje	
		X	Y
1.	Žeimelio tvenkinys	500021	6238716
2.	Pakruojo tvenkinys (“Varlinėlio,, maudymvietė)	489296	6204661
3.	Klovainių karjeras	496621	6200471
4.	Petrašiūnų karjeras	494130	6207947
5.	Laičių I tvenkinys (Paežeriai)	491107	6198299
6.	Šūkionių tvenkinys	483075	6200259

7.	Guostagalio tvenkinys	504519	6220732
8.	Žvirblonių tvenkinys	496705	6192496



28 pav. Maudyklų monitoringo tinklas
(šaltinis: sudaryta autorių)

Tyrimo metodika. Maudyklų paviršinio vandens kokybė vertinama vadovaujantis Lietuvos higienos norma HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“.

Maudyklų vandens kokybės mikrobiologinių, fizikinių ir cheminių rodiklių ribinės reikšmės

Rodiklio pavadinimas	Ribinė rodiklio reikšmė
Žarninių enterokokų (<i>Intestinal Enterococci</i>) kolonijas sudarančių vienetų skaičius 100 ml	100
Žarninių lazdelių (<i>Escherichia coli</i>) kolonijas sudarančių vienetų skaičius 100 ml	1000
Atliekos, nuolaužos ir plūduriuojančios medžiagos	Neturi būti

Atliekant tyrimus buvo remtasi tokiais standartais:

1. LST EN ISO 19458:2006. Vandens kokybė. Mėginių ėmimas mikrobiologinei analizei (ISO 19458:2006);
2. LST EN ISO 7899-1+AC:2000. Vandens kokybė. Žarninių enterokokų aptikimas paviršiniuose vandenyse bei nuotėkose ir jų skaičiavimas. 1 dalis. Sumažintasis (tikėtiniausiojo skaičiaus) metodas, sėjant skystoje terpėje (ISO 7899-1:1998) arba LST EN ISO 7899-2:2001. Vandens kokybė. Žarninių enterokokų aptikimas ir skaičiavimas. 2 dalis. Membraninio filtravimo metodas (ISO 7899-2:2000);
3. 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) arba LST EN ISO 9308-3+AC:2000. Vandens kokybė. *Escherichia coli* ir koliforminių bakterijų aptikimas paviršiniuose vandenyse bei nuotėkose ir jų skaičiavimas. 3 dalis. Sumažintasis (tikėtiniausiojo skaičiaus) metodas, sėjant skystoje terpėje (ISO 9308-3:1998);
4. Vizualinis tikrinimas. Atliekos, nuolaužos ir plūduriuojančios medžiagos.

TYRIMO OBJEKTO PARAMETRŲ EKSPLIKACIJA

Žarninės lazdelės (*Escherichia coli*). Bakterijos (lot. Bacteria, graik. bakterion -lazdelė) – prokariotai, bakterijų (Bacteria) domeno organizmų karalystė. Lazdelinės bakterijos savo forma yra šiek tiek įvairesnės, ypač skiriasi jų ilgis. Lazdelinės bakterijos kartais esti smailiais galais, lenktos ar šiek tiek šakotos. Kai kurios rūšys po dalijimosi lieka sukibusios. Susidaro poromis sukibusios arba grandinės formos lazdelinės bakterijos (*Lactobacterium plantarum*). Mikrobinė vandens būklė tiriama netiesioginiais mikrobiologiniais metodais. Vandenyje ieškomi ne patys užkrečiamąsias ligas sukeliantys mikrobai, o užkrečiamųjų ligų sukėlėjų indikatoriniai mikroorganizmai. Dažniausiai nustatoma žarninė lazdelė (***Escherichia coli*** arba ***E. coli***). Ji

susirgimo nesukelia, bet, radus ją, laikoma, kad vanduo yra užterštas. Geriamajame vandenyje neturi būti ligas sukeliančių mikroorganizmų ir virusų.

Žarniniai enterokokai (*Intestinal Enterococci*). Žarniniai enterokokai vandenyje rodo, kad jis užterštas fekalijomis, o per jas keliauja įvairios ligos. Gali būti, kad žmogus ir neužsikrės, tačiau rizika egzistuoja.

Atliekos, nuolaužos ir plūduriuojančios medžiagos. Tai iš sunkiai yrančios, netirpstančios, lengvesnės arba sunkesnės už vandenį medžiagos pagaminti gaminiai arba žaliavinė medžiaga. Jų vandenyje neturi būti.

TYRIMO REZULTATAI

Žemiau esančioje lentelėje pateikiame 2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. ir 2024 m. rugsėjo 02 d. Pakruojo rajono savivaldybėje atliktų maudyklų vandens tyrimų rezultatų suvestinę.

27 lentelė

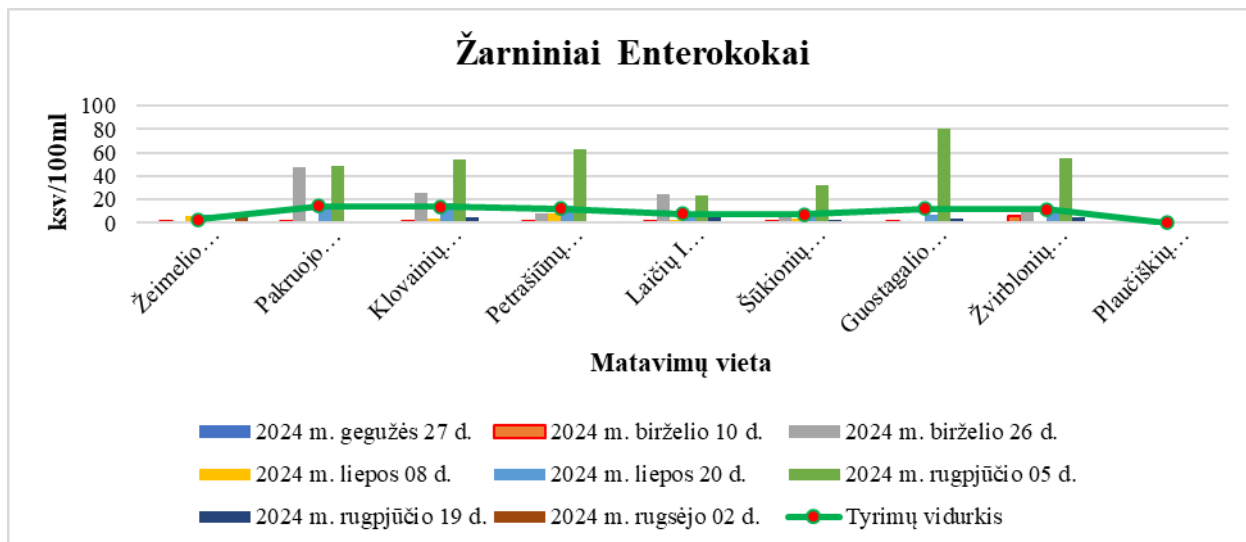
2024 m. Pakruojo rajono maudyklų tyrimų rezultatų suvestinė

Data	Analitė	Ribinė rodiklio reikšmė	Pavadinimas								
			Žemelio tvenkinys	Pakruojo tvenkinys (“Varlinėlio, maudymvietė)	Klovainių karjeras	Petrašiūnų karjeras	Laičių I tvenkinys (Paežeriai)	Šūkionių tvenkinys	Guostagalio tvenkinys	Žvirblonių tvenkinys	Plaučiškių k. užtvanka
2024-05-27	Žarniniai Enterokokai	<100	1	1	1	a<1	1	<1	2	<1	1
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<1000	2	5,2	3,1	1	3,1	2	3	1	5,2
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+
2024-06-10	Žarniniai Enterokokai	<100	1	2	2	1	a<1	a<1	1	6	-
	Žarninės lazdelės	<1000	41	40	33	45	20	31	31	27	-

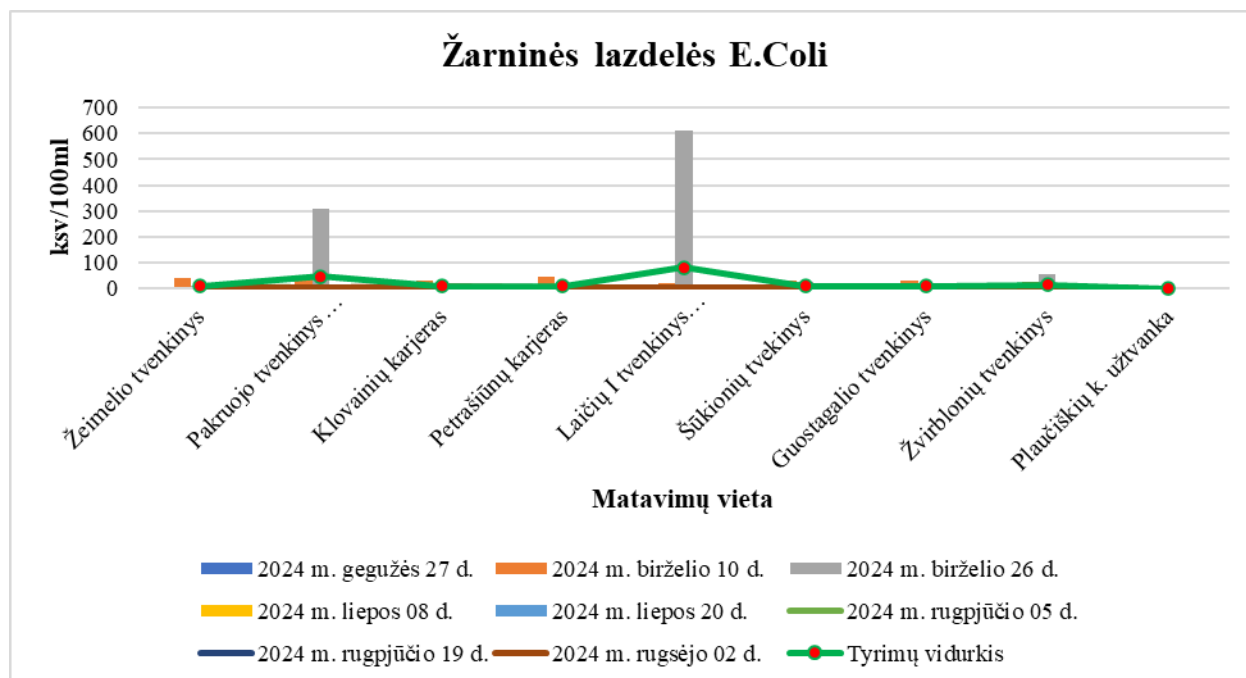
	(E.Coli)										
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	-
	Kirminų kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 1	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Kirminų kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 2	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
2024-06-26	Žarniniai Enterokokai	<100	2	48	26	8	25	5	2	11	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<1000	8,6	310	4,1	6,3	610	27	23	56	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	-
2024.07.08	Žarniniai Enterokokai	<100	6	a<1	4	8	3	4	2	2	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<1000	4,1	a<1	2	1	a<1	1	a<1	3,1	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	-
	Kirminų kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 1	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
Kirminų kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 2	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-	
2024.07.22	Žarniniai Enterokokai	<100	7	12	17	15	5	10	7	12	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<1000	2,3	9,7	17	13	15	16	18	16	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-

	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	
2024.08.05	Žarniniai Enterokokai	<100	a<1	49	54	63	24	32	80	55	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<100 0	7,5	5,2	5,2	3	1	1	6,3	5,2	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	-
	Kirminių kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 1	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Kirminių kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 2	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
2024.08.19	Žarniniai Enterokokai	<100	a<1	1	5	a<1	5	3	4	5	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<100 0	a<1	2	a<1	1	a<1	a<1	1	3,1	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	
2024.09.02	Žarniniai Enterokokai	<100	5	a<1	a<1	1	2	2	2	1	-
	Žarninės lazdelės (E.Coli)	<100 0	2	1	7,2	3,1	2	1	2	1	-
	Atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų skaičius	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Skaidrumas, cm	<100	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	-
	Kirminių kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 1	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-
	Kirminių kiaušinėlių ir lervų nustatymas: Mėginys Nr. 2	Neturi būti	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	Neaptikta	-

Žemiau esančiuose grafikuose pateikiame 2024 m. Pakruojo rajono savivaldybės teritorijoje esančioje maudyklų identifikuotų žarninių enterokokų ir E.Coli kiekių vizualizacijas. Vietose, kuriose koncentracija buvo žemesnė nei tyrimo metodo aptikimo riba, grafike atvaizduojama kaip pusė tyrimo metodo aptikimo ribos, neaptikta – įvertinta kaip 0.



29 pav. Žarninių enterokokų skaičius 100 ml Pakruojo rajono maudyklose 2024 metais.



30 pav. E. Coli skaičius 100 ml Pakruojo rajono maudyklose 2024 metais (Ribinė vertė 1000 vnt./100 ml grafike neatvaizduojama, nes gauti E. Coli kiekiai ženkliai mažesni už ribinę vertę).

IŠVADOS

Maudyklų vandens tyrimai yra svarbūs šiltuoju metų laiku, kai dalis žmonių vyksta prie vandens telkinių maudytis. Palanki oro temperatūra ir išoriniai veiksniai (užteršimas fekalijomis) pagreitina įvairių mikroorganizmų, bakterijų, virusų plitimą. Jei vandenyje aptinkamas jų kiekis, kuris viršija ribinę reikšmę, vadinasi vanduo nėra tinkamas maudytis, nes žmogus gali užsikrėsti įvairiomis ligomis.

Išnagrinėjus 2024 m. atliktus Pakruojo rajono savivaldybės maudyklų vandens kokybės monitoringo tyrimo rezultatus galima suformuluoti tokias išvadas:

Žeimelio tvenkinio, Klovainių karjero, Petrašiūnų karjero, Šūkionių tvenkinio, Guostagalio tvenkinio, Plaučiškių k. užtvankos, Žvirblonių tvenkinio maudyklos ir maudymviečių vandens kokybės mikrobiologinių rodiklių 2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. , 2024 m. rugsėjo 02 d. reikšmės neviršijo Lietuvos higienos normoje HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ patvirtinimo nustatytų maudyklų vandens kokybės mikrobiologinių rodiklių reikšmių. Pakruojo tvenkinio („Varlinėlio,, maudymvietė) ir Laičių I tvenkinio vandens kokybės mikrobiologinių rodiklių rodiklių 2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. , 2024 m. rugsėjo 02 d. reikšmės neviršijo Lietuvos higienos normoje HN 92:2018 „Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė“ patvirtinimo nustatytų maudyklų vandens kokybės mikrobiologinių rodiklių reikšmes.

Santykinai aukščiausias Žarninių enterokokų skaičius neviršijantis ribinės vertės (80 vnt/100 ml) buvo fiksuojamas 2024 m. rugpjūčio 05 d. Guostagalio tvenkininyje, o santykinai aukščiausias E. Coli kiekis neviršijantis ribinės vertės (610 vnt./100 ml) buvo fiksuojamas 2024 m. birželio 26 d. Laičių I tvenkinio maudymvietėje taip pat E. Coli kiekis neviršijantis ribinės vertės (310 vnt./100 ml) buvo fiksuojamas 2024 m. birželio 26 d. Pakruojo tvenkinio („Varlinėlio,, maudymvietėje).

2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. ir 2024 m. rugsėjo 02 d. Pakruojo rajono maudykloje ir maudymvietėse atliekų, nuolaužų ir plūduriuojančių medžiagų neaptikta.

2024 m. gegužės 27 d., 2024 m. birželio 10 d., 2024 m. birželio 26 d., 2024 m. liepos 08 d., 2024 m. liepos 22 d., 2024 m. rugpjūčio 05 d., 2024 m. rugpjūčio 19 d. ir 2024 m. rugsėjo 02 d. Kirminų kiaušinėlių ir lervų maudyklų smėlyje nebuvo aptikta.

LITERATŪRA

1. HN 92:2018 Paplūdimiai ir jų maudyklų vandens kokybė.
2. LST EN ISO 19458:2006/P:2008 (*LST EN ISO 19458:2006*) Vandens kokybė. Mėginių ėmimas mikrobiologinei analizei (ISO 19458:2006).
3. LST EN ISO 7899-1+Ac:2000 Vandens kokybė. Žarninių enterokokų aptikimas paviršiniuose vandenyse bei nuotėkose ir jų skaičiavimas. 1 dalis. Sumažintasis (tikėtiniausiojo skaičiaus) metodas, sėjant skystoje terpėje (ISO 7899-1:1998) arba LST EN ISO 7899-2:2001 Vandens kokybė. Žarninių enterokokų aptikimas ir skaičiavimas. 2 dalis. Membraninio filtravimo metodas (ISO 7899-2:2000).
4. 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) arba LST EN ISO 9308-3+AC:2000 en Vandens kokybė. *Escherichia coli* ir koliforminių bakterijų aptikimas paviršiniuose vandenyse bei nuotėkose ir jų skaičiavimas. 3 dalis. Sumažintasis (tikėtiniausiojo skaičiaus) metodas, sėjant skystoje terpėje (ISO 9308-3:1998).
5. LST EN ISO 7887:2012 Vandens kokybė. Spalvos tyrimas ir nustatymas (ISO 7887:2011).
6. LST EN ISO 9377-2:2002 Vandens kokybė. Angliavandenilinio rodiklio nustatymas. 2 dalis. Metodas, naudojant ekstrahavimą ir dujų chromatografiją (ISO 9377-2:2000) naftos produktai.
7. LST EN 903:2000. Vandens kokybė. Anijoninių paviršiaus aktyviųjų medžiagų nustatymas matuojant metileno mėlio rodiklį (MBAS) (ISO 7875-1:1984, modifikuotas).
8. LST ISO 6439:1998. Vandens kokybė. Fenolio skaičiaus nustatymas. Spektrometrinis metodas, vartojant 4-aminoantipirina, po distiliavimo.