



VšĮ „EPHITAS“

VANDENS TELKINIŲ BŪKLĖS TYRIMŲ, TARŠOS ŠALTINIŲ IDENTIFIKAVIMO IR PRIEMONIŲ VANDENS TELKINIŲ BŪKLEI GERINTI PARENGIMO PASLAUGOS

GALUTINĖ ATASKAITA



Vilnius
2021

UŽSAKOVAS

**APLINKOS APSAUGOS
AGENTŪRA**



VYKDYTOJAI

**Pagrindinis vykdytojas
VšĮ „EPHITAS“**



**Subteikėjas
VšĮ „Grunto valymo technologijos“**



**Projektas: VANDENS TELKINIŲ BŪKLĖS TYRIMŲ, TARŠOS ŠALTINIŲ
IDENTIFIKAVIMO IR PRIEMONIŲ VANDENS TELKINIŲ BŪKLEI GERINTI
PARENGIMO PASLAUGOS**

Projekto etapas: GALUTINĖ ATASKAITA

GALUTINĖ ATASKAITA

**Pagrindinis ekspertas – tyrimų
vadovas**

(parašas)

Justas Samosionokas

**Pagrindinė ekspertė – biologijos
mokslų srities specialistė**

(parašas)

Dr. Jurgita Butkuvienė

**Ekspertė – vertinanti patenkančią į
vandens telkinius taršą ir parenkanti
priemonės taršos mažinimui**

(parašas)

Dr. Lina Bagdžiūnaitė – Litvinaitienė

**Ekspertas – vertinantis patekančią į
vandens telkinius taršą ir parenkantis
priemonės taršos mažinimui**

(parašas)

Dr. Andrius Litvinaitis

VšĮ „EPHITAS“ direktorė

(parašas)

Dr. Lina Bagdžiūnaitė – Litvinaitienė

TURINYS

1.	TYRIMO OBJEKTAI	11
2.	METODIKA	17
2.1.	Monitoringo duomenų analizės metodika	17
2.2.	Lūksto ežero žuvų tyrimų metodika	17
2.3.	Papio ežero natūrinių tyrimų metodika	22
2.4.	Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika	22
2.5.	Ežerų ir tiriamųjų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika	26
2.6.	Pasklidosios taršos upių, upelių, griovių ir kanalų baseinuose vertinimas	29
2.7.	Biogeninių medžiagų patekimo į ežerus srautų nustatymo metodika	31
2.8.	Priemonių nustatytoms taršos šaltiniams parinkimo metodika	33
3.	ESAMI TARŠOS ŠALTINIAI IR APKROVOS	34
3.1.	Tiriamųjų ežerų baseinų apžvalga Nemuno ir Ventos upių baseinuose	34
3.2.	Potencialūs taršos šaltiniai	53
3.2.1.	Lietuvos geologijos tarnybos duomenų analizė	53
3.2.2.	Galimų sutelktosios taršos šaltinių identifikavimo rezultatai	55
3.3.	Žalos gamtai atlyginimo teisinės bazės apžvalga	57
3.4.	Apibendrinimas	59
4.	TYRIMŲ REZULTATAI	60
4.1.	Monitoringo duomenų analizė	60
4.2.	Fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai Papio ežere	63
4.3.	Lūksto ežero žuvų tyrimų rezultatai	63
4.4.	Meteorologinė situacija tyrimų laikotarpiu	80
4.5.	Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė	80
4.5.1.	Lūksto ežero baseinas	80
4.5.2.	Paršežerio ežero baseinas	88
4.5.3.	Papio ežero baseinas	92

4.5.4. Didžiulio ežero baseinas	97
4.5.5. Kampuolio ežero baseinas.....	103
4.6. Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė	106
4.7. Biogeninių medžiagų prietakos į ežerus srautų ir pabaseinių apkrovų analizė.....	113
4.7.1. Laukų antropogeninės apkrovos ir prietakos į ežerus teorinių skaičiavimų rezultatai	113
4.7.2. Srautų analizė Lūksto ežero baseine	113
4.7.3. Srautų analizė Paršežerio baseine	115
4.7.4. Srautų analizė Papio ežero baseine	116
4.7.5. Srautų analizė Didžiulio ežero baseine	117
4.7.6. Srautų analizė Kampuolio ežero baseine.....	119
4.8. Apibendrinimas ir išvados	120
5. PRIEMONIŲ NUSTATYTIEMS TARŠOS ŠALTINIAMS PARINKIMO REZULTATAI	123
5.1. Priemonės sutelktajai taršai	123
5.2. Priemonės pasklidajai taršai	123
5.3. Priemonės esant neaiškios priežasties taršai	124
Literatūra.....	127

IVADAS

Aplinkos apsaugos agentūros (toliau – AAA) užsakymu 2019 – 2021 m. VšĮ „Ephitas“ kartu su subrangove VšĮ „Grunto valymo technologijos“ įgyvendino projektą „Vandens telkinių būklės tyrimų, taršos šaltinių identifikavimo ir priemonių vandens telkinių būklei gerinti parengimo paslaugos“ (toliau – Projektas). Jis vykdytas AAA įgyvendinant projektą „Vidaus vandenų aplinkos būklės tyrimai ir vertinimai“, kuris finansuojamas pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programos 5 prioriteto „Aplinkosauga, gamtos išteklių darnus naudojimas ir prisitaikymas prie klimato kaitos“ 05.3.1-APVA-V-011 priemonę „Vandens išteklių valdymas ir apsauga“.

Projekto tikslas – atlikti vandens telkinių būklės tyrimus ir esant poreikiui pasiūlyti priemones vandens telkinių taršai mažinti.

Projekto uždaviniai:

1. Atlikti Papio (Vandens telkinio identifikavimo kodas upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė [1] toliau – (kadastro kodas) – 12030180, vandens telkinio kodas – LT112030180), Kampuolio (kadastro kodas – 12130282, vandens telkinio kodas – LT112130282), Paršežerio (kadastro kodas – 30030062, vandens telkinio kodas – LT330030062), Lūksto (kadastro kodas – 30030063, vandens telkinio kodas – LT330030063) ir Didžiulio (kadastro kodas – 11040126, vandens telkinio kodas – LT111040126) ežerų (toliau – Tiriami ežerai) turimų monitoringo duomenų analizę.

2. Lūksto ežere atlikti žuvų tyrimus 1 kartą per metus, vegetacijos sezono metu. Atsižvelgiant į atliktus žuvų tyrimus, įvertinti lydekų nerštaviečių plotus ir jų tinkamumą lydekų biomasės palaikymui ežere ir jo intakuose/ištakose ir pasiūlyti nerštaviečių pagerinimo priemones.

3. Tiriamų ežerų baseinuose privalomai atlikti šiuos tyrimus:

3.1. Atlikti upėse, upeliuose, kanaluose ar drenažiniuose grioviuose, kurie tiesiogiai ar netiesiogiai per kitus intakus įteka į Tiriamus ežerus, fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimus: ištirpusio deguonies, biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras, amonio, nitratų ir nitritų ir bendrojo azoto, fosfatų ir bendrojo fosforo kiekių. Tyrimus atlikti 7 kartus per metus (kovą, balandį, gegužį, rugsėjį, spalį, lapkritį, gruodį).

3.2. Tyrimus atlikti: keturiuose Didžiulio ežero intakuose, penkiuose Lūksto ežero intakuose, septyniuose Papio ežero intakuose, dviejuose Paršežerio ežero intakuose ir trijuose Kampuolio ežero intakuose.

3.3. Atlikti Papio ežere fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimus: skaidrumo, rūgštingumo (pH), ištirpusio deguonies, biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras, amonio, nitratų ir nitritų ir bendrojo azoto, fosfatų ir bendrojo fosforo kiekius. Tyrimus atlikti 4 kartus per metus (gegužės mėnesio antroje pusėje, liepos mėnesio antroje pusėje, rugpjūčio mėnesio antroje pusėje, rugsėjo mėnesio antroje pusėje-spalio mėnesio pirmoje pusėje).

4. Įvertinti Tiriamų ežerų ekologinę būklę pagal turimus naujausius monitoringo duomenis vadovaujantis Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 įsakymu Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“.

5. Nustatyti galimus vandens telkinių taršos šaltinius ir esant poreikiui parinkti būklės gerinimo priemones taršos šaltinių poveikiui sumažinti.

5.1. Kiekybiškai įvertinti, kiek biogeninių (azoto, fosforo ir jo junginių, amonio) medžiagų gali patekti į Tiriamus ežerus per į juos įtekančias upes, kanalus, griovius.

5.2. Įvertinti, ar patenkantys biogeninių medžiagų kiekiai gali būti reikšmingi vandens telkinio būklei.

5.3. Pasiūlyti priemones nustatytiems taršos šaltiniams pašalinti, įvertinant jų tinkamumą techniniu bei aplinkosauginiu požiūriais (atsižvelgiant į ežero tipą, vandens pasikeitimo laiką, gylį, žemėnaudą, pakrantės apsauginių juostų būklę, taršos šaltinių buvimą, žmogaus veiklos pobūdį ir mastą, taikomus teisinius apribojimus ir kitus svarbius veiksniai);

5.4. Įvertinti siūlomų priemonių/metodų kaštus, palyginant juos su planuojamu efektu sumažinant taršą į vandens telkinius.

Šioje galutinėje ataskaitoje aprašomos Projekto įgyvendinimo metu atliktos veiklos siekiant identifikuoti taršos šaltinius ir įvertinti priemonių, skirtų vandens telkinių taršai mažinti, poreikį.

ATLIKTŲ DARBŲ LENTELĖ PAGAL PROJEKTO SUTARTIES SĄLYGAS SU NUORODOMIS Į ATASKAITOS DALIS

Darbai	Nuoroda į ataskaitos dalį
2.1. Atlikti Papio (Vandens telkinio identifikavimo kodas upių, ežerų ir tvenkinių kadastre toliau – (kadastro kodas) – 12030180, vandens telkinio kodas – LT112030180), Kampuolio (kadastro kodas – 12130282, vandens telkinio kodas – LT112130282), Paršežerio (kadastro kodas – 30030062, vandens telkinio kodas – LT330030062), Lūkšto (kadastro kodas – 30030063, vandens telkinio kodas – LT330030063) ir Didžiulio (kadastro kodas – 11040126, vandens telkinio kodas – LT111040126) ežerų (toliau – Tiriami ežerai) turimų monitoringo duomenų analizę.	2.1 Monitoringo duomenų analizės metodika 4.1 Monitoringo duomenų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
2.2. Lūkšto ežere atlikti žuvų tyrimus 1 kartą per metus, vegetacijos sezono metu. Atsižvelgiant į atliktus žuvų tyrimus, įvertinti lydekų nerštiečių plotus ir jų tinkamumą lydekų biomasės palaikymui ežere ir jo intakuose/ištakose ir pasiūlyti nerštiečių pagerinimo priemonės.	2.2 Lūksto ežero žuvų tyrimų metodika 4.3 Lūksto ežero žuvų tyrimų rezultatai 4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.2.Tyrimus atlikti: 3.2.1. Didžiulio ežero baseine: 3.2.1.1. Dusmenos upėje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą (koordinatės 6032681, 532501 (LKS-94)); 3.2.1.2. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą (koordinatės 6033034, 530753 (LKS-94)); 3.2.1.3. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą (koordinatės 6032981, 531726 (LKS-94)); 3.2.1.4. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą (koordinatės 6032253, 532566 (LKS-94));	2.4 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika 2.5 Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika 4.5 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė 4.5.4 Didžiulio ežero baseinas 4.6 Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.2.2. Lūkšto ežero baseine: 3.2.2.1. Domanto upėje ties įtekėjimu (koordinatės 393517, 6177140 (LKS-94)); 3.2.2.2. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu (koordinatės 6173474, 395165 (LKS-94)); 3.2.2.3. Sietuvos upėje ties įtekėjimu į Garduvą (koordinatės 393570, 6172683 (LKS-94));	2.4 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika 2.5 Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika 4.5 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė 4.5.1 Lūksto ežero baseinas 4.6 Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė

Darbai	Nuoroda į ataskaitos dalį
3.2.2.4. Garduvos upėje ties įtekėjimu į Lūksto ežerą (koordinatės 393751, 6172846 (LKS-94)); 3.2.2.5. Ungurio upėje ties įtekėjimu į Lūksto ežerą (koordinatės 394766, 6178594 (LKS-94)).	4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.2.3. Papio ežero baseine: 3.2.3.1. Merkio-Vokės kanale ties ištekėjimu (koordinatės 6034756, 572049 (LKS-94)) iš Merkio upės; 3.2.3.2. Merkio-Vokės kanale (koordinatės 572887, 6037609 (LKS-94)); 3.2.3.3. Kanale prieš tvenkinio išleidimą ir po tvenkinio išleidimo, arba kitoje tyrimo vietoje leisiančioje įvertinti iš tvenkinio išleidžiamo vandens kokybę (koordinatės 572831, 6037505 (LKS-94)); 3.2.3.4. Merkio-Vokės kanale ties įtekėjimu į pelkę (koordinatės 572949, 6037730 (LKS-94)); 3.2.3.5. Merkio-Vokės kanale ties įtekėjimu į ežerą (koordinatės 573118, 6038130 (LKS-94)); 3.2.3.6. Okvos upėje ties įtekėjimu į pelkę (koordinatės 6039398, 574024 (LKS-94)); 3.2.3.7. Okvos upėje ties įtekėjimu į Papio ežerą (koordinatės 6039391, 573734 (LKS-94));	2.4 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika 2.5 Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika 4.5 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė 4.5.3 Papio ežero baseinas 4.6 Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.2.4. Paršežerio ežero baseine: 3.2.4.1. Raudžio upelyje ties įtekėjimu (koordinatės 6168657, 393044 (LKS-94)); 3.2.4.2. Kanale ar griovyje įtekančiame į ežerą (koordinatės 6169514, 393436 (LKS-94));	2.4 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika 2.5 Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika 4.5 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė 4.5.2 Paršežerio ežero baseinas 4.6 Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.2.5. Kampuolio ežero baseine: 3.2.5.1. Sirgėlos upėje ties įtekėjimu į ežerą (koordinatės 6117721, 623058 (LKS-94));	2.4 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika 2.5 Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika

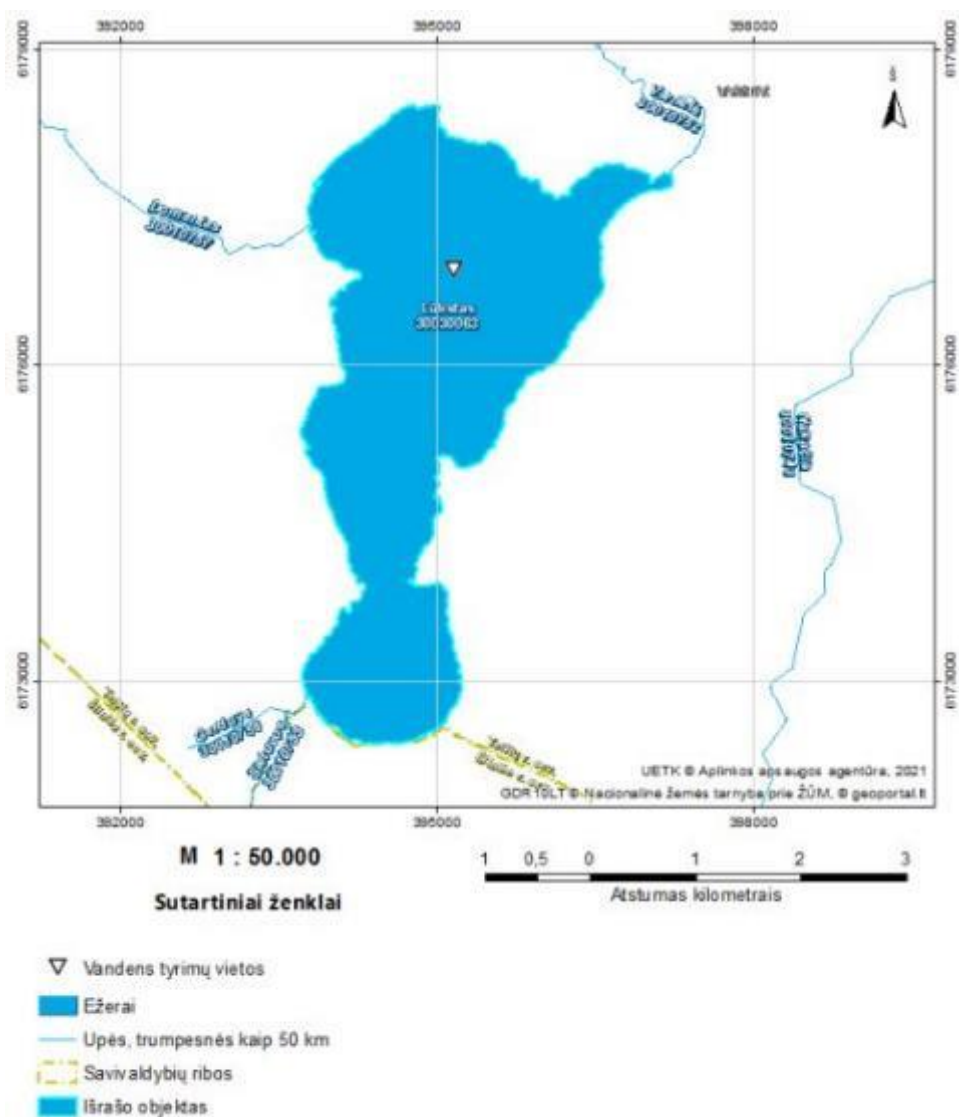
Darbai	Nuoroda į ataskaitos dalį
3.2.5.2. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į ežerą (koordinatės 6117766, 623363 (LKS-94)); 3.2.5.3. Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į pelkę (koordinatės 6117693, 623961 (LKS-94)).	4.5 Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė 4.5.5 Kampuolio ežero baseinas 4.6 Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
3.3. Atlikti Papio ežere fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimus: skaidrumo, rūgštingumo (pH), ištirpusio deguonies, biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras, amonio, nitratų ir nitritų ir bendrojo azoto, fosfatų ir bendrojo fosforo kiekius. Tyrimus atlikti 4 kartus per metus (gegužės mėnesio antroje pusėje, liepos mėnesio antroje pusėje, rugpjūčio mėnesio antroje pusėje, rugsėjo mėnesio antroje pusėje-spali mėnesio pirmoje pusėje).	2.3 Papio ežero natūrinių tyrimų metodika 4.2 Fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai Papio ežere 4.8 Apibendrinimas ir išvados
4. Įvertinti Tiriamų ežerų ekologinę būklę pagal turimus naujausius monitoringo duomenis vadovaujantis Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 įsakymu Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“.	2.1 Monitoringo duomenų analizės metodika 4.1 Monitoringo duomenų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
5. Nustatyti galimus vandens telkinių taršos šaltinius ir esant poreikiui parinkti būklės gerinimo priemones taršos šaltinių poveikiui sumažinti. 5.1. Kiekybiškai įvertinti, kiek biogeninių (azoto, fosforo ir jo junginių, amonio) medžiagų gali patekti į Tiriamus ežerus per į juos įtekančias upes, kanalus, griovius.	2.6 Pasklidosios taršos upių, upelių, griovių ir kanalų baseinuose vertinimas 2.7 Biogeninių medžiagų patekimo į ežerus srautų nustatymo metodika 4.7 Biogeninių medžiagų prietakos į ežerus srautų ir pabaseinių apkrovų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
5.2. Įvertinti, ar patenkančios biogeninių medžiagų kiekiai gali būti reikšmingi vandens telkinio būklei.	2.6 Pasklidosios taršos upių, upelių, griovių ir kanalų baseinuose vertinimas 2.7 Biogeninių medžiagų patekimo į ežerus srautų nustatymo metodika 4.7 Biogeninių medžiagų prietakos į ežerus srautų ir pabaseinių apkrovų analizė 4.8 Apibendrinimas ir išvados
5.3. Pasiūlyti priemones nustatytiems taršos šaltiniams pašalinti, įvertinant jų tinkamumą techniniu bei aplinkosauginiu požiūriais (atsižvelgiant į ežero tipą, vandens pasikeitimo laiką, gylį, žemėnaudą,	4.8 Apibendrinimas ir išvados 5 PRIEMONIŲ NUSTATYTIEMS TARŠOS ŠALTINIAMS PARINKIMO REZULTATAI

Darbai	Nuoroda į ataskaitos dalį
pakrantės apsauginių juostų būklę, taršos šaltinių buvimą, žmogaus veiklos pobūdį ir mastą, taikomus teisinius apribojimus ir kitus svarbius veiksnius); 5.4. Įvertinti siūlomų priemonių/metodų kaštus, palyginant juos su planuojamu efektu sumažinant taršą į vandens telkinius.	5.1 Priemonės sutelktajai taršai 5.2 Priemonės pasklidajai taršai 5.3 Priemonės esant neaiškios priežasties taršai

1. TYRIMO OBJEKTAI

Lūksto ežeras

Lūkstas, ežeras Telšių rajono savivaldybės teritorijoje, 2 km į pietvakarius nuo Varnių. Ežero plotas be salų 979,7 ha, ilgis (iš šiaurės į pietus) 7,4 km, didžiausias plotis 3,6 kilometro. Paviršiaus altitudė 154,69 metro. Didžiausias ežero gylis 7 m, vidutinis gylis siekia 3,6 metro. Lūksto dubuo susidaręs buvusio ledo luisto vietoje. Baseino plotas 79,9 km². Kranto linijos ilgis 20,7 kilometro. Šiaurės vakarinis krantas statokas, šiaurės rytinis ir pietinis – pelkėti. Į ežerą įteka Sietuva, Garduva, Domantas, Ungurys ir dar 2 upeliai (1 pav.).

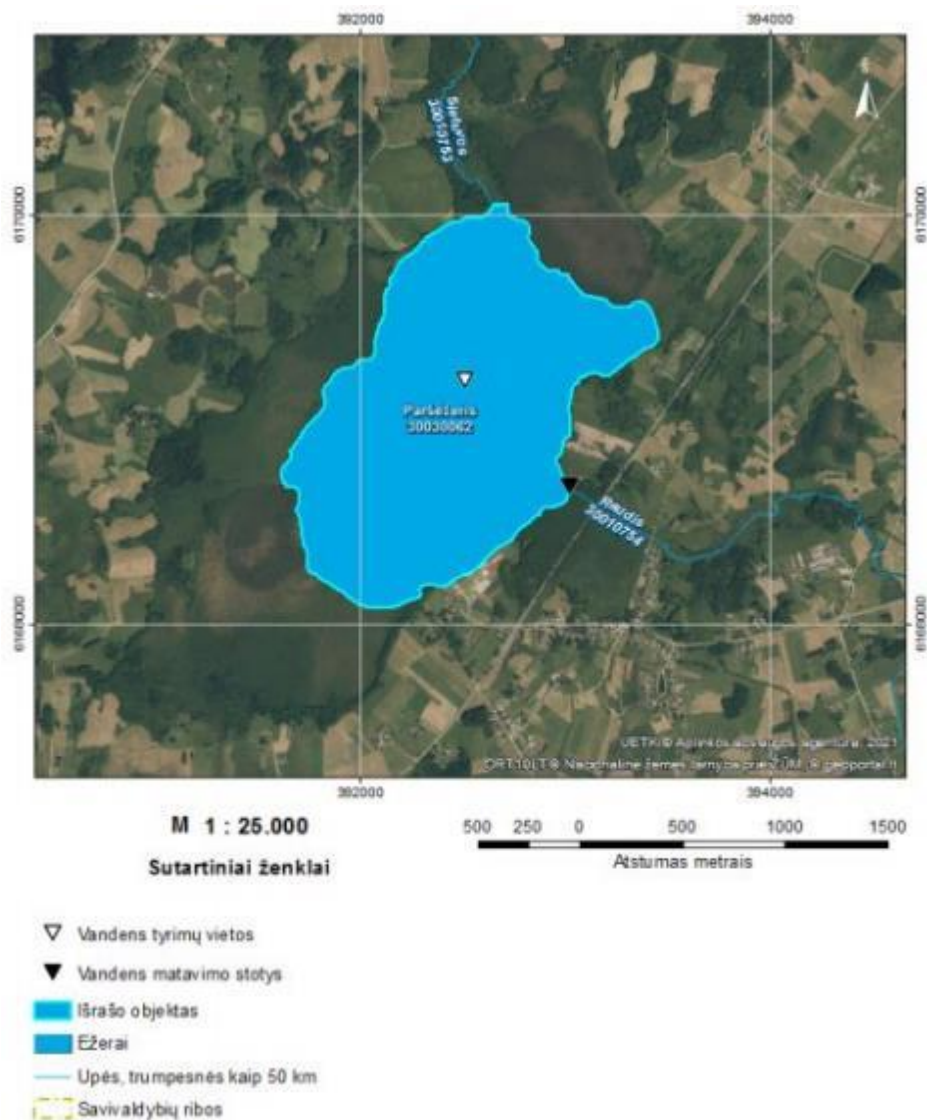


1 pav. Lūksto ežeras [1]

Iš ežero išteka Varnelės upė. Lūkstas priklauso Ventos baseinui. Ežero pratakumas 77 %. Šiaurės vakariniame krante atabradas smėlingas, kitur apaugęs žoline augalija. Tarp Lūksto ir Paršežerio yra Sietuvos kūlgrinda. Ledynų sąnašose rasta gintaro (vadinamasis Palūksčio gintaringasis krantas). Lūkstas priklauso Varnių regioniniam parkui.

Paršežerio ežeras

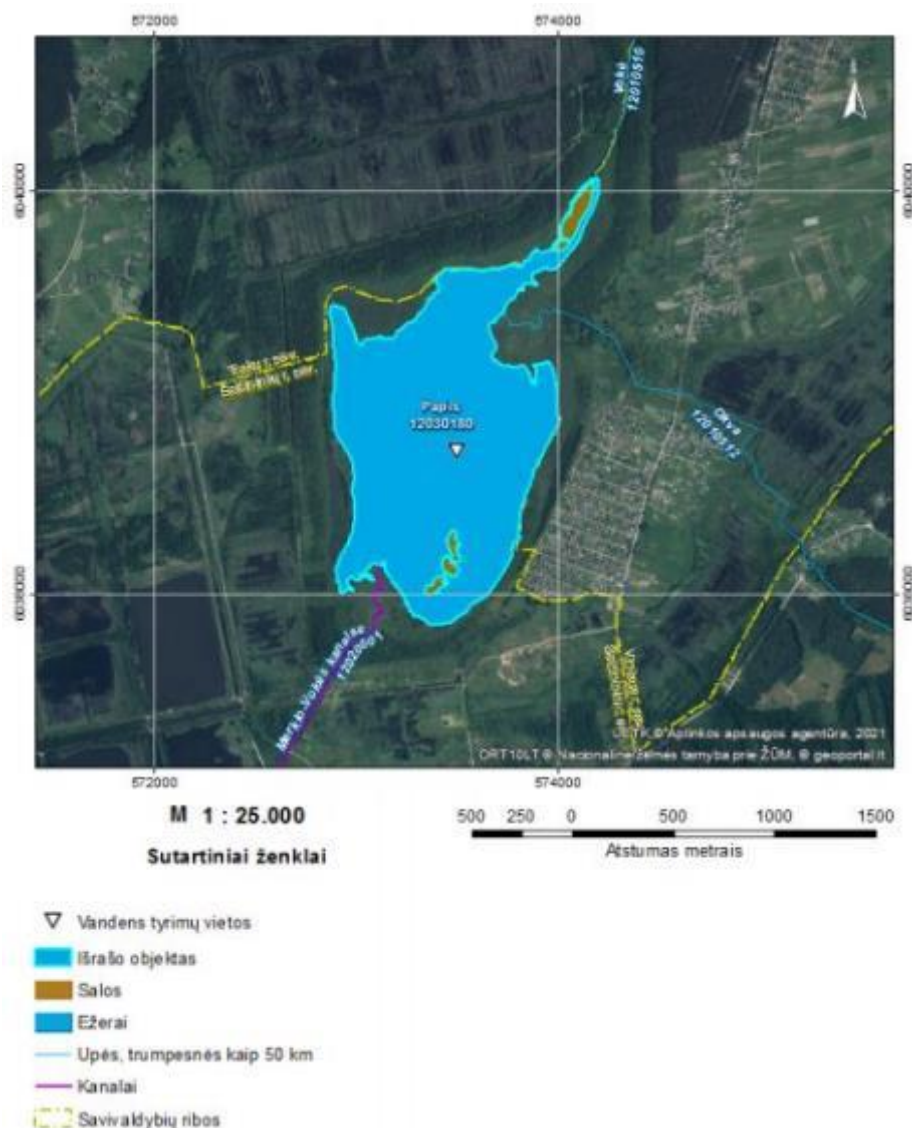
Paršežeris – ežeras vakarų Lietuvoje, Šilalės rajone, Varnių regioniniame parke, apie 3,5 km į šiaurės rytus nuo Laukuvos (2 pav.). Ežeras priklauso Ventos upių baseinų rajonui, Ventos upės baseinui. Paršežeris yra didžiausias natūralios kilmės vandens telkinys Tauragės apskrityje. Jis yra netaisyklingo pavidalo ledo lūstavietės duburyje. Ežeras užima 198,5 ha, jo ilgis iš pietvakarių į šiaurės rytus 1,9 km, plotis iki 1,0 km, kranto linijos ilgis yra 6,3 km, o ežero baseino plotas siekia 25,2 km². Altitudė 157,59 m. Dubens šlaitai su terasomis, krantai žemi, daugiausia pelkėti. Iš pietų Paršežerį juosia ~ 150 ha Ežero žemapelkė, o iš šiaurės – ~ 90 ha Požerės aukštapelkė. Į Paršežerio ežerą iš rytų įteka Raudžio upelis, iš vakarų – keli melioraciniai grioviai, sausinantys prie ežero prisišliejusią žemapelkę. Didesnė Raudžio upelio vagos dalis sureguliuota – ištiesinta, pagilinta ir (ar) paplatinta. Vagų reguliavimas sudaro palankias sąlygas greitam vandens nuotėkiui iš baseino į ežerą. Raudžio upelis sausina intensyviai žemės ūkyje naudojamas teritorijas, į jį, tikėtina, patenka Poežerės gyvenvietės lietaus ir dalis buitinių nuotekų. Iš Paršežerio į Lūksto ežerą užpelkėjusiu slėniu teka Sietuvos upelis. Esant aukštam ežero vandens lygiui ištekančias vanduo išsilieja į Sietuvos upelio pakrantėse esančias pelkes. Ežero pratakumas 220 % per metus.



2 pav. Paršežerio ežeras [1]

Papio ežeras

Papis – ežeras pietryčių Lietuvoje, Šalčininkų rajone (ties sankirta su Vilniaus ir Trakų rajonais), apie 2 km į šiaurę nuo Baltosios Vokės, Rūdninkų girios šiauriniame pakraštyje (Papiškių, Ropėjos miškai), apsuptas Baltosios Vokės durpyno. Papis priklauso Nemuno upių baseinų rajonui, Neries mažųjų intakų (su Nerimi) upių pabaseiniui. Ežero baseino plotas užima 37,6 km², kranto linijos ilgis 9,9 km. Vandens lygio altitudė 130,87 m. Ilgis iš pietų į šiaurę – 2,6 km, plotis – iki 0,5 km. Ežeras sekus, jo didžiausias gylis – 1,6 m, vidutinis gylis – 0,9 m. (3 pav.). Ežeras susidaręs senslėnio terasos duburyje. Papis pasiekęs senatvės būklę – užžėlęs vandens augmenija. Yra keletas salų pietinėje dalyje (didžiausios 0,73 ha, 0,64 ha, 0,6 ha) ir keletas šiaurinėje dalyje (didžiausios 1,86 ha, 0,28 ha). Krantai žemi, pelkėti. Dugną dengia molinga klintis, dumblas.



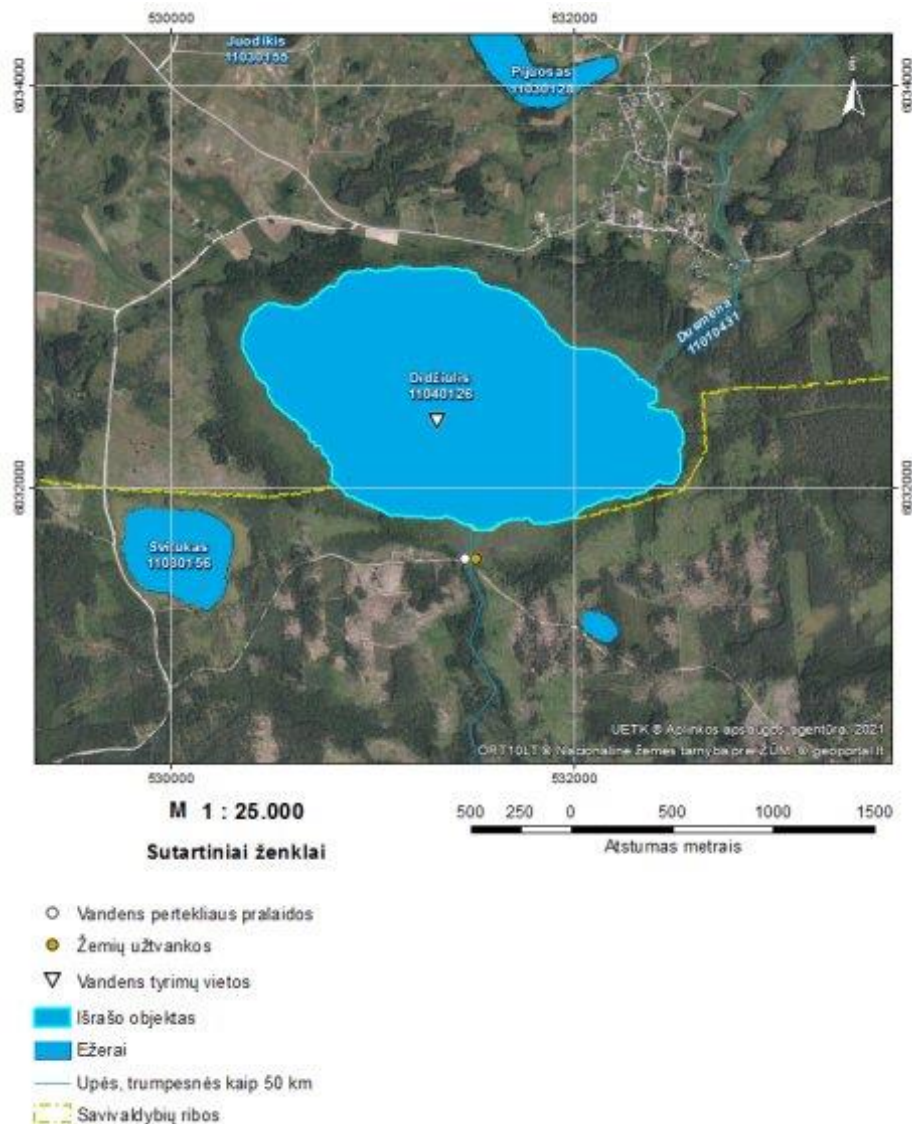
3 pav. Papio ežeras [1]

Į Papio ežerą įteka Okva, o išteka Neries intakas Vokė. Ežere gausu raudžių, karosų, ešerių, kuojų, lydekų. Papio ežeras 1967 m. paskelbtas ornitologiniu draustiniu. Čia saugoma migruojančių paukščių apsistojimo vieta, didžiųjų baurių, pievinių lingių perimvietės. Pietuose ežeras su Merkiu jungiamas Merkio-Vokės arba kitaip Papio kanalu. Jo ilgis 3 km, plotis 9–12 metrų. Krantai 1,5–2 m aukščio. Gylis 2 metrai. Vidutinis nuolydis 0,6 m/km. Srovės greitis 0,2 m/s. Vandens debitas ties Žagarine: vidutinis 3,25 m³/s, maksimalus 22,2 m³/s. Merkio–Vokės kanalas iškastas apie 1930 m.; jo paskirtis – nukreipti dalį Merkio vandens į Vokę Grigiškių popieriaus fabriko (pastatyto prie Vokės 1923

m.) reikmėms. Vandens kiekį kanale reguliavo 2 skydinės užtvankos: viena Merkyje, kita – kanalo pradžioje. 1983 m. Merkyje, sugriuvusios užtvankos vietoje, pastatytas reguliuojamasis šliuzas, o kanalo pradžioje (angoje) – stačiakampis betoninis latakas. Juo nuteka daugiau kaip 80 % Merkio vandens. Žemiau užtvankos Merkys tampa mažu, išsekusiu, užžėlusiu, vingiuotu upeliu. Prie Merkio-Vokės kanalo įsikūrusi Baltoji Vokė, yra žuvininkystės tvenkinių. Imamas vanduo iš ežero per Merkio – Vokės kanalą į žuvininkystės ūkius [2].

Didžiulio ežeras

Didžiulio ežeras – ežeras pietryčių Lietuvoje, Trakų rajone, Onuškio seniūnijoje, apie 8,5 km į pietvakarius nuo Onuškio, Varėnos rajono paribyje. Jis priklauso Nemuno upių baseinų rajonui, Merkio upės pabaseiniui (4 pav.).



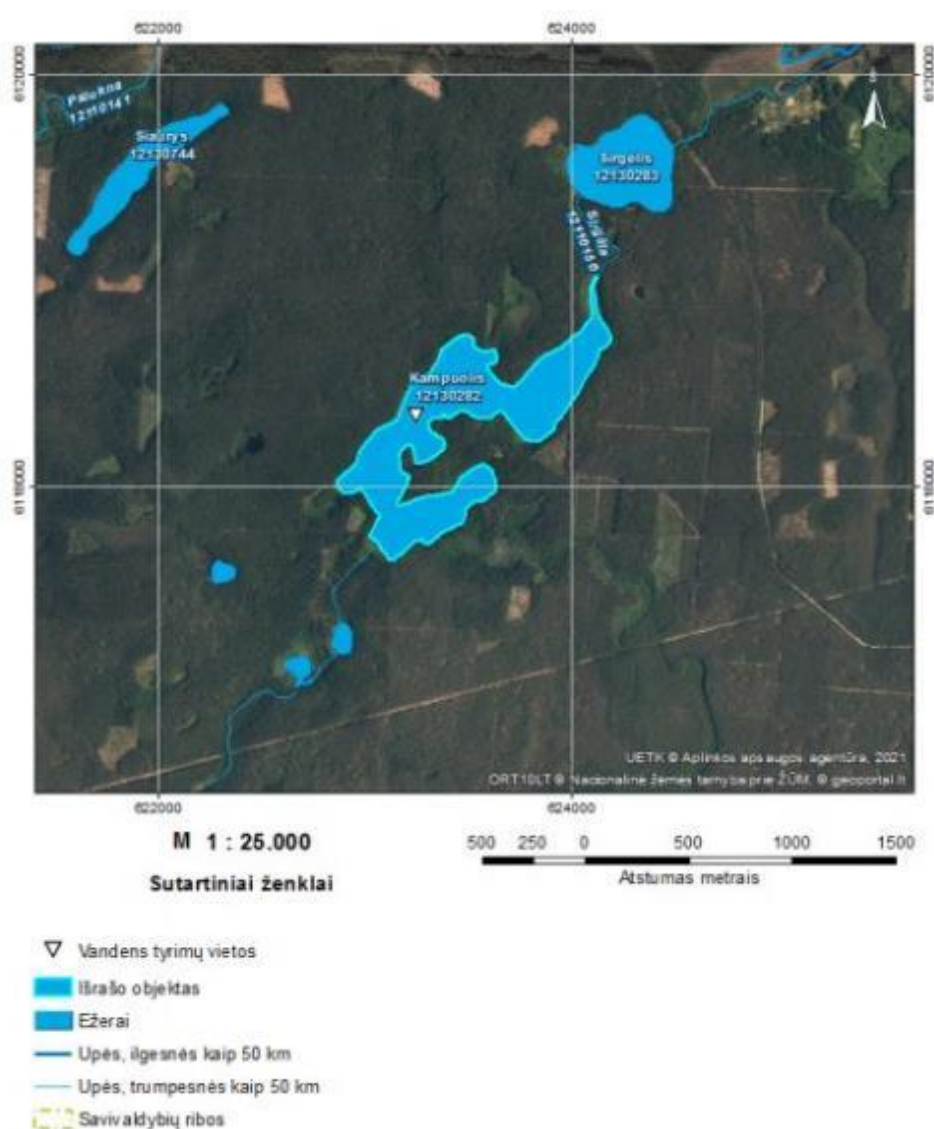
4 pav. Didžiulio ežeras [1]

Ežero paviršiaus be salų plotas 192,7 ha, vidutinis vandens gylis 2,0 m, o didžiausias gylis siekia 5,2 m. Ežeras ovalus. Ilgis šiaurės vakarų – pietryčių kryptimi 2,3 km, plotis iki 0,9 km. Baseino plotas užima 41,1 km², o kranto linijos ilgis 5,8 km. Vandens paviršiaus lygio altitudė 131,83 m. Ežero dubuo susidarė išgulėjus ledyno luitui. Dugne yra susikaupęs storas dumblo sluoksnis (vidutinis storis 6,2 m, didžiausias 8,5 m). Krantai žemi. Aplink ežerą plyti Dusmenų žemapelkė (jos plotas 4,53 km²). Ežerą iš pietų ir rytų supa Dusmenų miškas, iš vakarų - Rainių miškas. Į Didžiulį suteka Dusmena ir trys

upokšniai, o pietuose išteka Dusmena (Varėnės intakas, Merkio baseinas). Ežere sugaunama karšių, lydekų, kuojų ir kitų žuvų [2]. Didžiulio ežere yra įrengta žemės užtvanka, kurios ilgis 160 m, plotis 8,0 m, didžiausias patvankos aukštis 3,0 m. 1972 m. įrengta šachtinė vandens pertekliaus pralaida. Patvankos aukštis 2,6 m, pratekantis gamtosauginis vandens debitas - 0,033 m³/s. Vidutinis daugiameis vandens debitas Q_{vid} : 0,315 m³/s, vidutinis daugiameis vandens debitas $Q_{95\%}$ - 0,224 m³/s, maksimalus pavasario potvynio vandens debitas $Q_{1\%}$ siekia 7,910 m³/s, o maksimalus pavasario potvynio vandens debitas $Q_{5\%}$ yra 4,740 m³/s, minimalus vasaros-rudens 30 sausausių parų laikotarpio debitas $Q_{95\%}$ - 0,033 m³/s, maksimalus vandens debitas, esant maksimaliai (skaičiuotinai) debito tikimybe siekia 7,910 m³/s.

Kampuolio ežeras

Kampuolis – ežeras rytų Lietuvoje, Švenčionių rajone, Švenčionėlių seniūnijoje, 4 km į šiaurės vakarus nuo Švenčionėlių (5 pav.).



5 pav. Kampuolio ežeras [1]

Ežeras priklauso Nemuno upių baseinų rajonui, Žeimenos upės pabaseiniui. Ežero plotas yra 51,1 ha, didžiausias gylis siekia 12,3 m, o vidutinis gylis yra 3,9 m. Ežeras lanko formos, iš rytų yra įsiterpęs ~ 15 ha dydžio pusiasalis. Ilgis pietų-šiaurės-šiaurės rytų kryptimi 2,0 km, plotis iki 0,3 km. Ežero baseino plotas užima 20,9 km², vandens lygio altitudė 133,31 m. Ežero dubuo sudarytas iš 5 daubų. Kranto linija labai vingiuota (ilgis 6,46 km). Krantai daugiausia statūs, tik dalies įlankų – žemi

ir pelkėti. Kampuolio ežerą supa Labanoro - Pabradės miškai (Baranavos miškas). Ežeras, ypač įlankos, tankiai apaugęs vandens augmenija. Į Kampuolio ežerą pietuose suteka Sirgėlos upelis, o išteka Žeimenos intakas Sirgėla [2]. Ežero apylinkėse nevykdoma jokia ūkinė veikla, tačiau dėl nenustatytų priežasčių Kampuolio ežeras neatitinka geros būklės ir yra įtrauktas į 2017-2023 metų vandenų srities plėtros programą.

2. METODIKA

2.1. Monitoringo duomenų analizės metodika

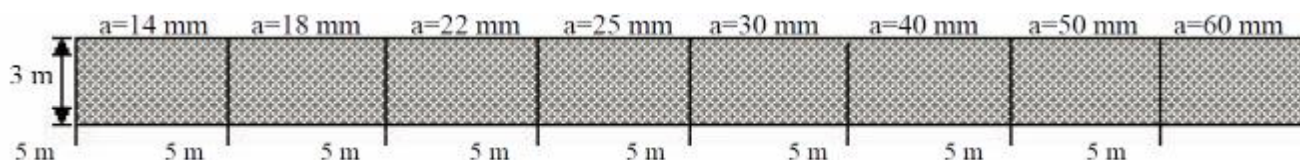
Tiriamų ežerų ekologinė būklė įvertinta pagal Aplinkos apsaugos agentūros pateiktus monitoringo duomenis (Kampuolio ež. 2012, 2016, 2019 metų; Paršežerio ež. 2013, 2016, 2019 metų; Lūksto ež. 2013, 2016, 2019 metų; Didžiulio ež. 2013, 2017, 2019 metų) bei Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2018 m. gruodžio 5 d. įsakymu Nr. D1-1045 „Dėl vandensaugos tikslų patvirtinimo“ Ežerų kategorijos vandens telkinių vandensaugos tikslų duomenis, vadovaujantis Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodika, patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 įsakymu Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“ [4].

2.2. Lūksto ežero žuvų tyrimų metodika

Ichtiologiniai tyrimai Lūksto ežere buvo atliekami pagal Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2012 m. rugsėjo 25 d. įsakymu Nr. D1-767 „Dėl žuvų išteklių tyrimų metodikos patvirtinimo“ patvirtintą metodiką [3]. Tyrimai vykdyti 2 kartus: 2020 m. liepos ir rugsėjo mėn. naudojant selektyvių (atrankinių) tinklų ir standartinių statomųjų tinklų kompleksus.

Kaip empiriniai parametrai buvo vertinti bendras arba absoliutus ir zoologinis (be uodegos peleko) žuvies ilgiai, žuvies masė ir amžius. Tyrimų metu sugautos žuvys buvo suskirstomos pagal rūšis, sveriamos (Q, g), matuojami bendras žuvies ilgis (L, cm) ir ilgis be uodegos peleko (l, cm), imami žvynai amžiaus nustatymui. Matavimui naudota liniuotė su 1 mm paklaida. Laimikio svėrimui naudotos elektroninės svarstyklės su 1 g paklaida. Žuvų amžius buvo nustatomas iš žvynų, laboratorijoje, naudojantis binokliu pagal atitinkamą metodiką [5, 6].

Tyrimams buvo naudoti specialūs statomieji selektyviniai („atrankiniai“) tinklaičiai, kurie pagaminti pagal HELCOM standartus specialiai žuvų išteklių monitoringo vykdymui. Monitoringiniai tinklaičiai yra specialiai pagaminti taip, kad jais žvejojant gauti duomenys atspindėtų visą žuvų bendriją. Monitoringinio tinklaičio charakteristika: vienasienis, sudarytas iš įvairaus akių didumo sekcijų, vienos sekcijos ilgis 5 m, tinklaičio sudėtyje 8 sekcijos, visas ilgis 40 m, aukštis 3 m, sekcijų akių dydžiai 14-18-22-25-30-40-50-60 mm (6 pav.). Iš viso per dvi žvejybas buvo naudota 16 vnt. selektyvinių tinklaičių, kurių bendras ilgis 640 m.



6 pav. Selektinio statomojo tinklaičio schema (a - tinklaičio akis)

Papildomai buvo naudotas statomųjų tinklaičių kompleksas (45 mm, 50 mm, 60 mm, 70 mm ir 80 mm akies tinklaičiai). Tinklaičio charakteristikos: vienasienis, ilgis 30 m, aukštis 1,8 m. Taigi dviejų žvejybų metu buvo naudojama 38 vienetai tinklų, kurių bendras ilgis 1140 m.

Tinklai buvo statomi skirtingose tvenkinio vietose, tiek litoralėje, tiek ir profundalėje, siekiant apžvejoti skirtingus telkinio biotopus ir gylius. Tinklai buvo statomi vakare ir ištraukiami anksti ryte; tinklai vandenyje prastovėjo apie 10-12 valandų.

Duomenų grupavimas

Tais atvejais, kuomet nurodyto intervalo akies diametro tinklais (1 lentelė) konkrečiai grupei priskirtų individų nesugauta, tačiau jų pasitaikė kito (šalia esančio, tinklo akies diametro didėjimo ar mažėjimo kryptimi) akies diametro tinkluose, bendro apžvejoto ploto nustatymui pastarojo akies diametro tinklų ilgis buvo pridedamas prie intervale nurodyto akytumo tinklų bendro ilgio. Tais atvejais, kada atitinkamos grupės individai pasitaikydavo ne šalia esančiame kito akies diametro tinklo segmente (didėjimo ar mažėjimo linkme), bet per vieną ar kelias naudotų tinklų akies diametro kategorijas nutolusių tinklų segmentuose, bendro apžvejoto ploto nustatymui buvo sumuojami efektyvaus gaudymo intervale nurodyto akytumo tinklų segmentų ilgiai, kito akytumo segmentų (kuriais sugautos žuvys) ilgiai ir ne daugiau kaip vieno „tarpinio“, šalia efektyviai gaudančių tinklų esančio segmento ilgis.

1 lentelė. Tinklų akies diametro intervalai, kurių ribose efektyviausiai gaudomos skirtingų rūšių jaunikliai (juv.), neverslinio (NV; 1-2 metais jaunesnės, nei verslinio dydžio) ir verslinio (V) dydžio žuvys, skirtingoms grupėms priskiriamų žuvų ilgio grupių intervalai bei Taisyklėse [5] nurodytas minimalus žuvų ilgis.

Rūšis	juv.		NV		V		Minimalus kūno ilgis Taisyklėse (L, cm)
	Tinklo akies diameteras (mm)	Ilgio grupės (L, cm)	Tinklo akies diameteras (mm)	Ilgio grupės (L, cm)	Tinklo akies diameteras (mm)	Ilgio grupės (L, cm)	
Kuoja	14-18	≤14	18-25	16-19	25-40	≥21	18
Ešerys	14-18	≤14	18-25	16-19	25-50	≥21	18
Raudė	14-18	≤14	18-25	16-19	25-50	≥21	18
Lydeka	18-25	≤31	25-40	34-44	40-70	≥46	45
Lynas	18-25	≤21	25-40	24-29	40-70	≥31	30
Starkis	18-25	≤34	25-40	36-46	40-70	≥49	46
Karosas	18-25	≤14	25-40	16-21	40-70	≥24	22
Sykas	18-25	≤29	25-40	31-36	40-70	≥39	36
Karšis	18-30	≤21	30-50	24-34	≥50	≥36	35
Seliava	≤18	≤16	≤18	19	≤25	≥21	19
Šamas	22-45	≤51	45-60	54-74	≥60	≥76	75
Plakis				14-30			
Pūgžlys				14-18			
Pap. aukšlė				14-18			
Stinta				10-14			
Vėgėlė				14-40*			49

* Ežeruose verslinio dydžio vėgėlės žuvų laimikiuose statomaisiais tinklais pasitaiko labai retai, dažniausiai sugaunami pavieniai, skirtingo dydžio jaunikliai, todėl efektyviai gaudančio tinklo bendras ilgis kiekvieno konkretaus vėgėlių laimikio atveju buvo nustatomas individualiai.

Žuvų gausumo ir biomasės apskaičiavimas

Žuvų išteklių gausumas ir biomasė nustatyta pagal patvirtintą metodiką [7] naudojant šias formules:

$$N = n / (p \times k); B = q / (p \times k) \quad (2.1)$$

kur:

N – tam tikros rūšies žuvų gausumas (vnt./ha); n – tam tikros rūšies sužvegotų žuvų kiekis vienetais; B – tam tikros rūšies žuvų biomasė (kg/ha); q – tam tikros rūšies sužvegotų žuvų biomasė (kg); p – apžvejotas vandens telkinio plotas (ha); k – žvejavimo efektyvumo koeficientas (0,1–0,3).

Apžvejotas telkinio plotas p apskaičiuojamas tinklo ilgį padalinant iš 1000.

Apskaičiuojant šioje ataskaitoje aprašytų ežerų žuvų išteklius, kiekvienos rūšies, kiekvienos grupės žuvis gaudančių tinklų ilgis buvo nustatomas individualiai, laikantis grupavimo ir apjungimo procedūrų, aprašytų skyrelyje „Duomenų grupavimas“. Taip pat, išteklių apskaičiavimui visais atvejais buvo naudojamas toks pats, „0,1“ dydžio žvejavimo efektyvumo koeficientas.

Žuvų išteklių (gausumo, biomasės, verslinio dydžio žuvų produkcijos ir verslinės produkcijos) apskaičiavimas

Apskaičiuotas žuvų gausumas ir biomasė ploto vienetu buvo koreguojami pagal telkinio tipą. Bendrieji ežerų skirstymo į minėtus tipus kriterijai yra pateikti 2 lentelėje, o 3 lentelėje nurodyti korekcijos koeficiento dydžiai (rūšies gyvensenai tinkama ežero dalis), kurie buvo naudojami kiekvienos žuvų rūšies gausumui ir biomasei perskaičiuoti atsižvelgiant į ežero tipą. Lentelėje pateikti koeficientai yra apytikriai.

2 lentelė. Ežerų skirstymo į tipus kriterijai

Kriterijai:	Poly (persimaišantys; „polimiktiniai“)		Strat (stratifikuoti)	Gstrat (gilūs stratifikuoti)
Vidutinis gylis (m)	≤4	>4	>4	n^*
Maksimalus gylis (m)	n^*	<11	11-30	>30

* „ n^* “ - kriterijus nenaudojamas

3 lentelė. Korekcijos koeficiento („naudingo“ ežero ploto) vertės, taikytos žuvų gausumui ir biomasei perskaičiuoti skirtingų tipų ežeruose

Rūšis	Poly	Strat	Dstrat
Kuoja	0,6	0,5	0,4
Ešerys	0,6	0,5	0,4
Pūgžlys	0,6	0,5	0,4
Pap. aukšlė	0,6	0,5	0,4
Lydeka	0,5	0,3	0,2
Karšis	0,5	0,3	0,2
Sterkas	0,5	0,3	0,2
Šamas	0,5	0,3	0,2
Plakis	0,5	0,3	0,2
Lynas	0,4	0,2	0,1
Raudė	0,4	0,2	0,1
Karosas	0,4	0,2	0,1
Seliava		0,1	0,2
Sykas		0,1	0,2
Stinta		0,1	0,2
Vėgėlė		0,1	0,2

Kiekvienos žuvų rūšies, grupės žuvų produkcija ploto vienetu (P kg/ha) apskaičiuota žuvų biomasę ploto vienetu (B kg/ha) dalinant iš 10, t. y. laikantis prielaidos, kad nedarant ženklesnės įtakos žuvų ištekliams gali būti sunaudota 10% biomasės. Toliau produkcija buvo koreguojama atsižvelgiant į verslinio (V) ir neverslinio (NV) dydžio žuvų gausumo ir produkcijos proporcijas, laikantis metodikos, aprašytos 2013 m. Lietuvos hidrobiologų draugijos ataskaitoje „Žuvų išteklių įvertinimas valstybiniuose vidaus vandens telkiniuose“.

Iš verslinio dydžio žuvų produkcijos (ar bendros produkcijos, jeigu žuvies kūno dydžio apribojimas netaikomas) buvo apskaičiuota verslinė produkcija, verslinio dydžio žuvų produkciją dauginant iš koeficiento „0,5“, „0,25“ arba „0,9“. Daugumos žuvų rūšių verslinei produkcijai

apskaičiuoti naudotas „0,5“ dydžio koeficientas laikantis prielaidos, kad versliniais žūklės įrankiais gali būti išgaudyta ne daugiau kaip 50% eksploatuotinos produkcijos (likusi dalis skirta mėgėjų žvejybai, t.p. nuostoliai dėl kitų veiksnių). Tik ešerių, kuojų ir plakių verslinei produkcijai apskaičiuoti naudotas „0,25“ dydžio koeficientas, kadangi, ribojant minimalų leidžiamą naudoti tinklinių įrankių akies diametrą, gali būti išgaudyti tik tam tikrą dydį pasiekę individai (reali verslinė produkcija yra mažesnė).

Žuvų išteklių būklės indekso apskaičiavimas

Žuvų išteklių būklės indeksas apskaičiuotas remiantis mokslinių tyrimų ataskaitoje „Mėgėjiškos žūklės poveikio žuvų populiacijoms ir bendrijoms įvertinimas ir žuvų išteklių būklės vertinimo metodikos parengimas“ [8] pateikta informacija. Taip pat apskaičiuoti ir kiti rodikliai, potencialiai galintys atspindėti žuvų išteklių būklę [9]. Išteklių būklę įvertinta pagal abi indekso versijas (2007 m. originalią ir 2013 m. koreguotą).

Žuvų išteklių būklė laikoma tikrai gera, kada indekso reikšmė yra ne mažesnė kaip 0,65. Gretimame, 0,64-0,55 intervale bendra žuvų išteklių būklė yra tarpinė, kintanti iš geros į vidutinę, 0,54-0,45 – vidutinė, 0,44-0,35 – prasta, <0,35 – bloga.

Lydekų nerštaviečių vertinimo metodika

Augalijos plotams skaičiuoti pasitelktas normalizuotas augmenijos skirtumo indeksas (NDVI) – plačiausiai naudojamas augalijos indeksas, kuriam naudojamas santykis tarp arti-raudonojo, bei raudonojo bangų spektro juostų. Gautas rezultatas yra nuo -1 iki 1 intervale, kur įprastai reikšmės esančios intervale -1 – -0,1 parodo vandens atspindį, -0,1 – 0,2 dirvožemis ar akmenys, 0,2 – 0,4 nežymi augalija (žaliuojantys plotai), 0,4 – 1 ryški augalija (įprasta atogrąžų miškams).

Palydovinių duomenų eilutė, pakankamai gerų augalijos pokyčiams tirti, prasideda nuo 1999 metų, o prastesnės rezoliucijos nuo 1984 metų. Šiam tyrimui naudoti Sentinel-2/MSI palydovo duomenys gauti iš Copernicus Hub (Europos kosmoso agentūra). Pasirinktas laikotarpis 2020 metų balandžio mėnėsis, kuriame trys datos buvo tinkamiausios (tyrimo teritorija neužstojama debesų), 7 d., 22 d., 24 d. Taip pat paimtos trys datos iš vasaros mėnesių: birželio 18 d., liepos 18 d. ir rugpjūčio 8 d., kurios atspindi maksimalų vandens apaugimą makrofitais.

Galutiniai rezultatai apdoroti GIS metodais, pasirinkus augalijos intervalą nuo 0,3 iki 1 ir teritorijos ribas kaip Lūksto ežero poligoną (geoportal.lt duomenys). Rezultatuose matomas vizualus augalijos padengimas pasirinktomis dienomis ir užimamas jos plotas.

Lūksto ežero ekologinės būklės pagal Ežero žuvų indeksą (EŽI)

Lūksto ežeras pagal hidromorfologinius parametrus yra priskiriama prie seklių dažnai persimaišančių vandens telkinių, kurių vidutinis gylis >3 metrai, o maksimalus gylis < 11 metrų (4 lentelė), t. y. 1 tipo. Ekologinės būklės įvertinimui pagal ichtiofauną naudojamas Ežero žuvų indeksas – EŽI [10, 11]. Tyrimų metu, šiame vandens telkinyje buvo sugautos vienuolika žuvų rūšių (5 lentelė).

4 lentelė. Ežerų tipai ir juos apibūdinantys veiksniai [11]

Eil. Nr.	Tipas	Veiksniai					
		Ekoregionas	Absoliutinis aukštis, m	Vidutinis gylis, m	Didžiausias gylis, m	Paviršiaus plotas, km ²	Geologinis pagrindas
1.	1	Baltijos jūros	<200	≤3	–	>0,5	Kalcinis
2.	1			>3	<11		
3.	2			>3	11-30		
4.	3			–	>30		

5 lentelė. Žuvų rodikliai ir jų kaitos ribos būklės klasėse.

Ežerų tipai	Rodikliai	Etaloninė vertė	Būklės klasės				
			L. gera	Gera	Vidutinė	Bloga	L. bloga
1 (POLY)	Plakis Q% ¹	1.5	<4	4-10	11-18	19-25	>25
	Benthivor_Sp Q% ²	10	<20	20-34	35-46	47-60	>60 (0)
	Ešeris N% ³	30	>25	25-18	17-10	9-5	<5
	Obligatinės rūšys ⁴	6	6	5	4	<4	<4
	Neviet_Transl rūšys Q% ⁵	0	-	-	<1	1-5	>5

EŽI rodiklių aprašas:

1 Plakis Q% - plakių santykinė biomasė ;

2 Benthivor_Sp Q% - plakių, karšių ir pūgžlių santykinė biomasė;

3 Ešeris N% – ešerių santykinis gausumas;

4 Obligatinės rūšys: POLY ežeruose - Aukšlė, Raudė, Lydeka, Lynas, Ešeris, Kuoja;

5 Neviet_Transl rūšys Q% - bendra sterko, sidabrinio karoso, karpio bei kitų nevietinių rūšių individų santykinė biomasė (%) bendrijoje;

6 lentelė. Rodiklių (išskyrus obligatines rūšis ir nevietinių-translokuotų rūšių santykinę biomasę) vertės, transformuotos į EKS skalę („1“ - l. gera būklė, „0“ l. bloga būklė).

Ežerų tipai	Rodikliai	(maksimali vertė)	Būklės klasės				
			L. gera	Gera	Vidutinė	Bloga	L. bloga
1 (POLY)	Plakis Q%_EKS	(30)	1.0-0.913	0.912-0.702	0.701-0.421	0.420-0.175	0.175-0
	Benthivor_Sp Q%_EKS	(70)	1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.400	0.399-0.167	0.166-0
	Ešeris N%_EKS		1.0-0.834	0.833-0.600	0.599-0.333	0.332-0.167	0.166-0

6 lentelėje pateiktų rodiklių transformacija į ekologinės kokybės santykį (EKS) vykdoma pagal žemiau pateiktas formules.

1.) Plakis Q% ir Benthivor_Sp Q% rodikliams:

$$EKS = (X - X_{max}) / (X_{et} - X_{max});$$

2.) Ešeris N% rodikliui:

$$EKS = X / X_{et};$$

Kur: X – nustatyta vertė,

X_{et} – etaloninė vertė,

X_{max} – teorinė maksimali vertė;

Rodiklio EKS vertei esant >1 ar <0 (neigiama vertė; 1 grupės rodikliai), rodiklio vertė yra prilyginama atitinkamai „1“ arba „0“.

7 lentelė. Obligatinių rūšių EKS vertė priklausomai nuo ežere aptiktų obligatinių rūšių skaičiaus.

Ežero tipas	Obligatinių rūšių skaičius			
	1 (POLY)	6	5	4
Obligatinių rūšių EKS	1	-	0,2	0

Pastaba: jeigu kuri nors iš obligatinių žuvų rūšių tyrimų metu nesugauta, tačiau yra žinoma, kad ji ežere tikrai gyvena, ji yra pridedama prie kitų rūšių nustatant obligatinių žuvų rūšių EKS rodiklį.

8 lentelė. Nevietinių ir translokuotų rūšių santykinės biomasės (Q%) EKS vertės

Nevietinių ir translokuotų rūšių individų santykinės biomasės (Q%) rodiklis				
Q%	0%, arba laimikyje per SŽP tik 1 individas	<1%	1-5%	≥5%
EKS	- (rodiklis nenaudojamas)*	0,5	0,2	0

* - rodiklis naudojamas tik tada, kai per standartizuotą žūklės pastangą 8 selektyviais tinklais sugaunamas daugiau kaip 1 individas.

Ežero žuvų indeksas (EŽI) yra visų rodiklių EKS vidurkis. EŽI indekso kaitos ribos skirtingose būklės klasėse yra pateiktos 9 lentelėje.

9 lentelė. Ežerų ekologinės būklės/potencialo klasės pagal EŽI vertes [4]

Kokybės elementas	Rodiklis	Ežero tipas	Ežerų ekologinės būklės klasių kriterijai pagal ichtiofaunos rodiklio vertę				
			Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga
Ichtiofaunos taksonominė sudėtis, gausa ir amžiaus struktūra	EŽI	1-3	1,000–0,865	0,864–0,605	0,604–0,365	0,364–0,175	0,174–0,000

2.3. Papio ežero natūrinių tyrimų metodika

Atlikti Papio ežere fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai: skaidrumo, rūgštingumo (pH), ištirpusio deguonies, biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras, amonio, nitratų ir nitritų ir bendrojo azoto, fosfatų ir bendrojo fosforo kiekiai. Tyrimai atlikti 4 kartus per metus (gegužės mėnesio antroje pusėje, liepos mėnesio antroje pusėje, rugpjūčio mėnesio antroje pusėje, rugsėjo mėnesio antroje pusėje-spalio mėnesio pirmoje pusėje).

2.4. Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų metodika

Atlikti upėse, upeliuose, kanaluose ar drenažiniuose grioviuose, kurie tiesiogiai ar netiesiogiai per kitus intakus įteka į Tiriamus ežerus, fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai: ištirpusio deguonies, biocheminio deguonies suvartojimo per 7 paras, amonio, nitratų ir nitritų ir bendrojo azoto, fosfatų ir bendrojo fosforo kiekiai. Tyrimai atlikti 7 kartus per metus (kovą, balandį, gegužį, rugsėjį, spalį, lapkritį, gruodį). Tyrimų vietos pateiktos 10 lentelė-14 lentelėse ir 7 pav-11 pav.

10 lentelė. Tyrimų vietos Lūksto ežero baseine

Tyrimų vietos	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vietos pavadinimas
Domanto upėje ties įtekėjimu	393517, 6177140	LukD3
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu	395165, 6173474	Luk4
Sietuvos upėje ties įtekėjimu į Garduvą	393570, 6172683	LukS1
Garduvos upėje ties įtekėjimu į Lūksto ežerą	393751, 6172846	LukG2
Ungurio upėje ties įtekėjimu į Lūksto ežerą	394766, 6178594	LukU1



7 pav. Tyrimų vietos Luksto ežero baseine

11 lentelė. Tyrimų vietos Paršežerio ežero baseine

Tyrimų vietos	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vietos pavadinimas
Raudžio upelyje ties įtekėjimu	393044, 6168657	ParR2
Kanale ar griovyje įtekančiame į ežerą	393436, 6169514	Par1



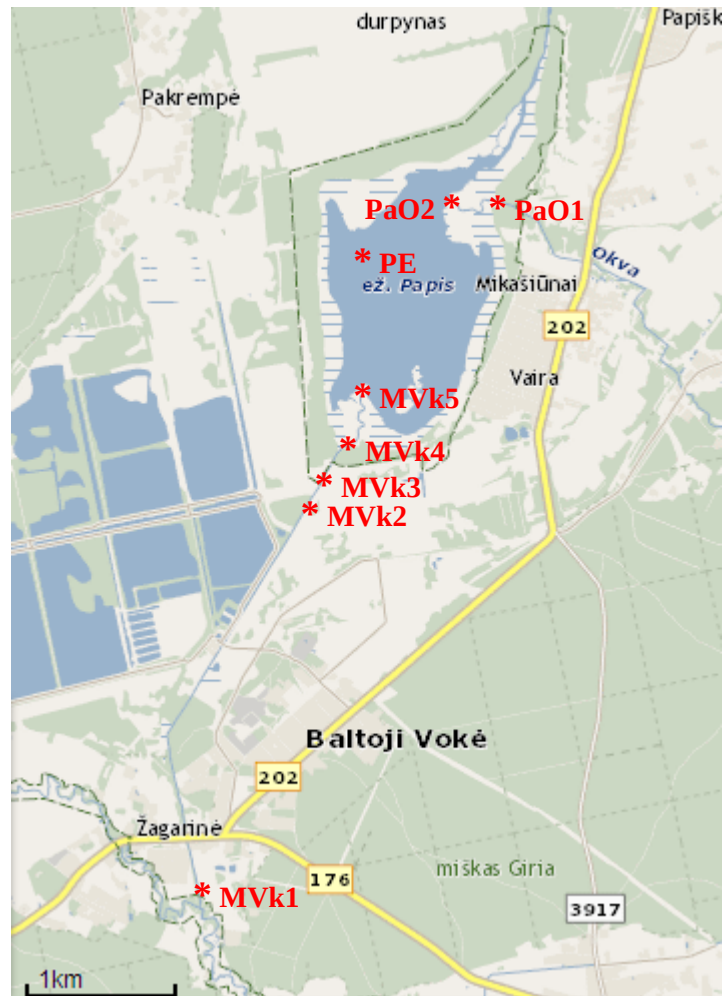
8 pav. Tyrimų vietos Paršežerio ežero baseine

12 lentelė. Tyrimų vietos Papio ežero baseine

Tyrimų vietos	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vietos pavadinimas
Merkio-Vokės kanale ties išteklėjimu	572049, 6034756	MV _{k1}
Kanale prieš tvenkinio išleidimą	572831, 6037505	MV _{k2}
Merkio-Vokės kanale, po tvenkinio išleidimo	572887, 6037609	MV _{k3}
Merkio-Vokės kanale ties įtekėjimu į pelkę	572949, 6037730	MV _{k4}
Merkio-Vokės kanale ties įtekėjimu į ežerą	573118, 6038130	MV _{k5}
Okvos upėje ties įtekėjimu į pelkę	574024, 6039398	PaO ₁
Okvos upėje ties įtekėjimu į Papio ežerą	573734, 6039391	PaO ₂
Papio ežere	573222, 6038914	PE

13 lentelė. Tyrimų vietos Didžiulio ežero baseine

Tyrimų vietos	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vietos pavadinimas
Dusmenos upėje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą	532501, 6032681	Di ₃
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą	530753, 6033034	Di ₁
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą	531726, 6032981	Di ₂
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą	532566, 6032253	Di ₄



9 pav. Tyrimų vietos Papio ežero baseine



10 pav. Tyrimų vietos Didžiulio ežero baseine

14 lentelė. Tyrimų vietos Kampuolio ežero baseine

Tyrimų vietos	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vietos pavadinimas
Sirgėlos upėje ties įtekėjimu į ežerą	6117721 , 623058	KaS1
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į ežerą	6117766 , 623363	Ka2
Kanale ar griovyje ties įtekėjimu į pelkę	6117693 , 623961	Ka3



11 pav. Tyrimų vietos Kampuolio ežero baseine

Detaliai gautų rezultatų analizei buvo vertinami antropogeninės veiklos įtaka bei biogeninių medžiagų kaitą vandens telkiniuose lemiantys fiziniai-geografiniai parametrai.

2.5. Ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos įvertinimo metodika

Kompleksinei ežerų ir tiriamų intakų baseinų kvartero nuogulų tipų nustatymo ir nuogulų baseinuose sklaidos analizei atlikti buvo sudarytos tiriamų upių baseinų meteorologinių, hidrologinių parametru, žemėnaudų duomenų bazės. Jų sudarymui naudotos aerofotonuotraukos, litologiniai, geomorfologiniai, žemėnaudų, hidrografiniai žemėlapiai bei skaitmeninės duomenų bazės (KDB10LT). Vandens balanso kaita, nagrinėjamų ežerų intakų baseinuose, ir kaitos priklausomybės nustatytos statistiniais metodais bei taikant matematinį modeliavimą.

Baseinų kvartero nuogulų struktūra ir sklaida vertinta naudojant GIS bei teminius žemėlapius:

- Informacinė sistema „Geolis“ (Lietuvos geologijos tarnyba):
 - Geomorfologinis žemėlapis M 1:50 000;

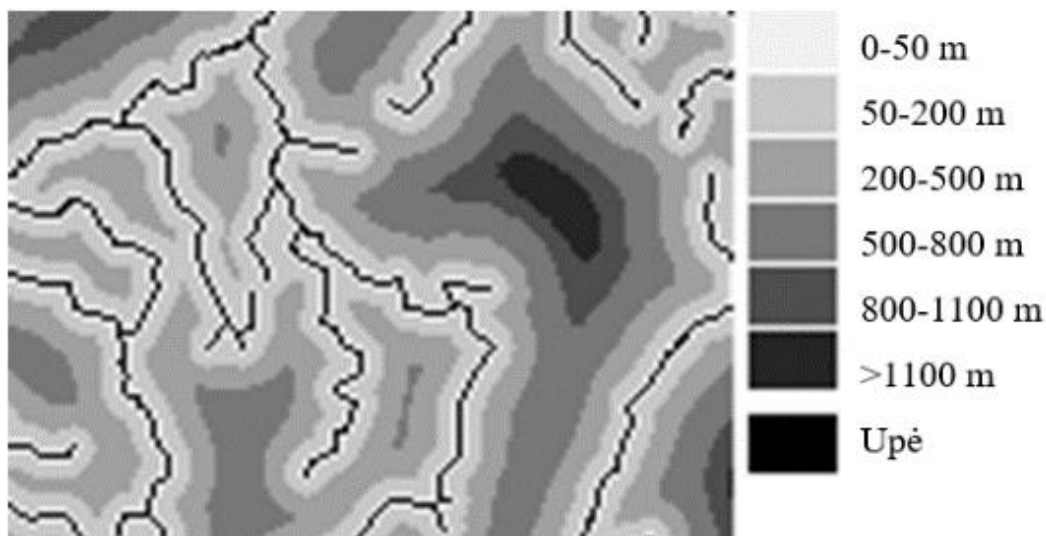
- Kvartero geologinis žemėlapis M 1:50 000;
- Lietuvos pelkių ir durpynų žemėlapis M 1:50 000.
- Lietuvos upių žemėlapis M 1:50000;
- Lietuvos CORINE žemės dangos GIS duomenų bazė M 1:100 000.

Pagal baseino nuogulų sudėtį, vertinant filtracijos koeficientus (15 lentelė), išskirtos trys nuogulų klasės: 1) smėlis, 2) priemolis-priesmėlis (toliau – priemolis), 3) molis [12]. Puvenai ir durpėms taikyti pamatinių mineralinių nuogulų filtracijos koeficientai.

15 lentelė. Filtracijos koeficientai įvairių nuogulų tipams [13]

Nuogulų tipas	Filtracijos koeficientas, m/d
Smėlis	5,00
Priemolis, pjesmėlis	1,00
Molis	0,01

Atsižvelgiant į tai, kad tiriami baseinai yra sąlyginai nedideli, baseinai dalimis (segmentais) neskaidomi. Baseinai, didesni nei 20 km² skaidyti prievaginiais ruožais. Atliekant išsamią nuogulų ir žemėnaudų sklaidos baseine analizę buvo naudotos ArcGis programinės priemonės. Statmenai upės ašiai buvo išskirti 0–50 m, 50–200 m, 200–500 m, 500–800 m, 800–1100 m ir >1100 m pločio prievaginiai ruožai, kuriuose procentaliai prievaginio ruožo plotui įvertinta nuogulų sklaida (12 pav.).



12 pav. Prievažinių ruožų išskyrimo schema [12]

Kritulių filtracijos per nuogulas ir patekimo į upės vagą, filtracijos koeficiento nustatymo metodika

Nustatant vandens kiekį upės baseine, patenkantį į upes požeminiu nuotėkiu, reikalingas kelių aplinkos komponentų (kritulių, garavimo, nuotėkio, paviršiaus sąskaidos, nuogulų ir žemėnaudų struktūros) įvertinimas. Tokiam vertinimui naudotos empirinės formulės, apibūdinančios kiekybines minėtų komponentų reikšmes. Įvertinant filtracijos greitį ploto vienetu, naudotos formulės atsižvelgiant į kritulių pobūdį [14]. Ilgalaiams krituliams:

$$v_f = k + \frac{kh_m}{s}, \quad (2.2)$$

bei vienos liūties krituliams:

$$v_f = stk, \quad (2.3)$$

čia v_f – vandens filtracijos greitis (m/d), k – nuogulų filtracijos koeficientas (m/d), s – kritulių stulpelio aukštis (mm), h_m – kapiliarinių meniskų čiulpimo jėga (mm), t – laikas (para), per kurį susidaro stulpelio aukštis s .

Kai nuogulų paviršius labai greitai prisisotina vandens ir dydis $\frac{kh_m}{s}$ tampa artimas 0, taikyta paprastesnė formulė:

$$v_f = k. \quad (2.4)$$

čia v_f – vandens filtracijos greitis (m/d), k – nuogulų filtracijos koeficientas (m/d).

Gravitacinio vandens ištekliai vertinti naudojant formulę:

$$V_{gr} = \mu V, \quad (2.5)$$

čia V_{gr} – gravitacinio vandens ištekliai (m^3), μ – vandengrąžos koeficientas, V – paviršiuje esančio vandens tūris (m^3), paskaičiuojamas pagal kritulių sluoksni.

Dažniausiai nuogulose vyksta laminarinis vandens tekėjimas pagal linijinį vandens judėjimo dėsnį, kuriuo teigiama, kad pagrindinėje filtracijos dalyje yra tiesinė srauto debito ir spūdzio pokyčio priklausomybė [15]. Debitas nustatomas remiantis Darsi dėsniu:

$$Q = kA_s i, \quad (2.6)$$

čia Q – debitas (m^3/s), k – filtracijos koeficientas (m/d), A_s – srauto skerspjūvio plotas (m^2), i – spūdzio gradientas arba hidraulinis nuolydis (m). Jis rodo, koks vandens spūdzių pokytis tenka filtracijos kelio vienetui.

Kritulių įtaka upių debitui ir debito pokyčiams įvertinta ekstrapoliuojant 2.2–2.5 formules. Laikas, per kurį krituliai, iškritę bet kuriame baseino taške pasiekia upės vagą, įvertintas vykdant baseino prievaginių ruožų analizę. Tai įgalina patikslinti nuogulų grupių filtracijos koeficientus. Bendru atveju, pagal vandens balanso lygtį, nuotėkio iš upės baseino reikšmė bus lygi kritulių, iškritusių upės baseine ir suminio garavimo skirtumui bei vandens atsargų, esančių baseine, pokyčiui:

$$R = K - E \pm \Delta S, \quad (2.7)$$

čia R – nuotėkis iš baseino (mm), K – krituliai, iškritę baseine (mm), E – suminis garavimas (mm), ΔS – vandens atsargų, susikaupusių baseine, pokytis (mm).

Krituliams patekus ant prievaginių ruožų analizuojamo baseino paviršiaus, dalis vandens išgaruoja, kita filtruojasi į nuogulas ir požeminiu nuotėkiu patenka į upės vagą. Šiam procesui apibūdinti buvo naudojama vandens balanso lygtis [12]:

$$R = \sum_{i=1}^f \left[(K_f - E_f) \cdot A_f \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{L_f}{v_f} + \sum_{i=1}^{f+1} \frac{L_{f+1}}{v_{f+1}} \right) \right], \quad (2.8)$$

čia R – nuotėkio aukštis (mm); f – prievaginis ruožas, skaičiuojant nuo tolimiausio >1100 m ruožo artyn upės; K_f – kritulių kiekis, tenkantis prievaginiam ruožui (mm/d); E_f – suminis garavimas prievaginiame ruože (mm/d); A_f – prievaginio ruožo plotas (km^2); L_f – ruožo plotis (m); L_{f+1} – arčiau

upės esančio prievaginio ruožo plotis (m); v_f – vandens filtracijos greitis prievaginiame ruože (m/d); v_{f+1} – vandens filtracijos greitis arčiau upės esančiame prievaginiame ruože (m/d).

Formulės (2.2, 2.3, 2.4) vandens filtracijos greičiui v_f apskaičiuoti taikomos priklausomai nuo kritulių pobūdžio. 2.8 formulė taikytina tais atvejais, kai iškritus krituliams nesusidaro paviršinis nuotėkis.

Metinis garavimas nuo žemės ir vandens paviršiaus įvertintas remiantis žemėlapiais, paruoštais A. Konstantinovo metodu [16]. Sezoniniams laikotarpiais garavimas įvertintas Blaney ir Criddle lygtimi [17, 18]:

$$E = 0,254 \cdot k_c \cdot p_t \cdot (32 + 1,8T), \quad (2.9)$$

čia E – potencialusis suminis garavimas (mm/laikotarpis), k_c – žemėnaudos koeficientas (16 lentelė), p_t – procentais išreikštas santykis tarp skaičiuojamo laikotarpio ir metų, T – vidutinė laikotarpio temperatūra (°C).

16 lentelė. Žemėnaudos koeficientai Blaney ir Criddle lygčiai

Žemėnaudos tipas	k_c	Žemėnaudos tipas	k_c
Vandens telkiniai	0,80	Parkai ir vaismedžių sodai	0,65
Miesto teritorija	0,30	Mišakai	0,50
Dirbama žemė	0,75	Kita	0,25

2.6. Pasklidusios taršos upių, upelių, griovių ir kanalų baseinuose vertinimas

Laukų antropogeninių apkrovų nustatymas

Laukų antropogenines apkrovas daugiausia lemia žemės ūkio augalų tręšimas mineralinėmis ir organinėmis trąšomis. Ten, kur nėra įrengta centralizuotų kanalizacijos tinklų, laukuose ir daržuose paskleidžiami ir žmonių teršalai.

Sunaudotų mineralinių trąšų kiekiai tiksliausiai nustatomi pagal ūkininkų vedamus apskaitos žurnalus. Tačiau šiuo metu tokių ūkininkų yra mažai. Todėl ten, kur nėra trąšų apskaitos, laukų antropogeninės apkrovos nustatomos pagal administraciniuose rajonuose sunaudotus ir statistikos metraščiuose pateikiamus trąšų kiekius. Laukų apkrovos mineralinėmis trąšomis skaičiuojamos pagal formulę:

$$A_m = \frac{T_m}{F_{žū}} \quad (2.10)$$

čia A_m – laukų apkrovos mineralinėmis trąšomis, kg/ha T_m – rajone sunaudotas mineralinių trąšų kiekis, kg; $F_{žū}$ – rajono žemės ūkio naudmenų plotas, ha.

Jeigu upės baseinas yra kelių rajonų teritorijose, naudojamos kiekvieno rajono antropogeninės apkrovos perskaičiuotos baseino plotui.

Žmonių sukeliama taršai įvertinti pirmiausia nustatomas rajono gyventojų skaičius. Jį padauginus iš teršimo normos (17 lentelė) surandama žmonių sukeliama tarša, o padalijus iš žemės ūkio naudmenų ploto – vidutinė hektaro antropogeninė apkrova:

$$A_z = \frac{S_z Z}{F_{žū}} \quad (2.11)$$

čia A_z – vidutinė hektaro sukeliama antropogeninė apkrova, kg/ha; S_z – žmogaus teršimo norma, kg/metus; Z – gyventojų skaičius, vnt.; $F_{žū}$ – rajono žemės ūkio naudmenų plotas, ha.

Jei upės baseinas ar pabaseinis yra keliuose rajonuose, surandama kiekvieno rajono vidutinė žmonių sukeliama antropogeninė apkrova.

17 lentelė. Teršalų normos, kg/metus

Teršėjo pavadinimas	Teršalo pavadinimas		
	Azotas	Fosforas	Kalis
Žmogus	5	1	104
Sąlyginis gyvulys	111	12	

Panašiai skaičiuojama ir laukų antropogeninė apkrova gyvulių mėšlu, tačiau čia naudojamosi vadinamojo „sąlyginio gyvulio“, kaip etalono, sąvoka. Sąlyginiu gyvuliu laikoma karvė, kuri per metus duoda 5000 kg pieno. Sąlyginių gyvulių skaičių dauginant iš teršimo normos ir dalijant iš žemės ūkio naudmenų ploto surandama gyvulių sukeliama 1 ha antropogeninė apkrova:

$$A_g = \frac{S_g SG}{F_{žū}} \quad (2.12)$$

čia: A_g – gyvulių sukeliama 1 ha antropogeninė apkrova, kg/ha; S_g – gyvulių teršimo norma, kg/metus; SG – sąlyginių gyvulių skaičius, vnt.

Laukų, esančių prie didelių gamyklų ar kitų didelių oro teršėjų, antropogeninę apkrovą gali padidinti atmosferos tarša. Ji nustatoma pagal oro stebėsenos tikslinius duomenis arba matavimus. Tuomet bendrą rajono, vieno žemės ūkio naudmenų hektaro antropogeninę apkrovą galima apskaičiuoti pagal formulę:

$$A_b = A_m + A_z + A_g + A_a \quad (2.13)$$

čia: A_b – vieno žemės ūkio naudmenų hektaro antropogeninė apkrova, kg/ha; A_a – atmosferinė apkrova, kg/ha.

Biogeninių medžiagų išplovimo nustatymas

Gamtiniai vandenys niekada nebūna be priemaišų. Netgi žmogaus nepalietose teritorijose susidariusiuose paviršiniuose vandenyse būna vienoks ar kitoks ištirpusių cheminių medžiagų kiekis. Tas cheminių ir kitokių medžiagų kiekis yra vadinamas fonine tarša. Į upes biogeninės medžiagos patrenka iš laukų ir miškų. Miškuose vyrauja natūralios ar pusiau natūralios biocenozės. Vanduo iš jų išteka švarus, biogeninių medžiagų koncentracija jame būna maža. Todėl, atliekant biogeninių medžiagų išplovimų skaičiavimus, vandens, iš tekančių iš miškingų teritorijų, užterštumą galima laikyti foniniu.

Lietuvoje foninę taršą galima vertinti pagal integruotos stebėsenos stočių, įrengtų ne žemės ūkio paskirties žemėse, stebėjimų duomenis. Tačiau tų stočių yra mažai ir stebėjimų sekos nėra ilgos. Todėl foninę taršą galima skaičiuoti pagal panašiomis gamtinėmis sąlygomis Švedijoje parengtą metodiką [19, 20]. Vidutinio šlapumo metais azoto apkrovos (kg/ha per metus) skaičiuojamos pagal tokias formules:

$$NH_4^+ = 0,03945 \quad (2.14)$$

$$NO_3^- = 0,000445 h_0 + 0,000551 \quad (2.15)$$

$$N_{\text{org}} = 0,0279 h_0 + 0,00893 \quad (2.16)$$

$$N_{\text{bendr}} = \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + N_{\text{org}} \quad (2.17)$$

čia: h_0 – vidutinis daugiamejis upės nuotėkio aukštis, mm.

Fosforo apkrovos iš miškingų teritorijų (kg/ha per metus) skaičiuojamos pagal formulę:

$$P = 0,00014 h_0 - 0,000383 \quad (2.18)$$

čia: h_0 – vidutinis daugiamejis upės nuotėkio aukštis, mm.

2.7. Biogeninių medžiagų patekimo į ežerus srautų nustatymo metodika

Upių, upelių, kanalų, griovių vandens debito nustatymo metodika

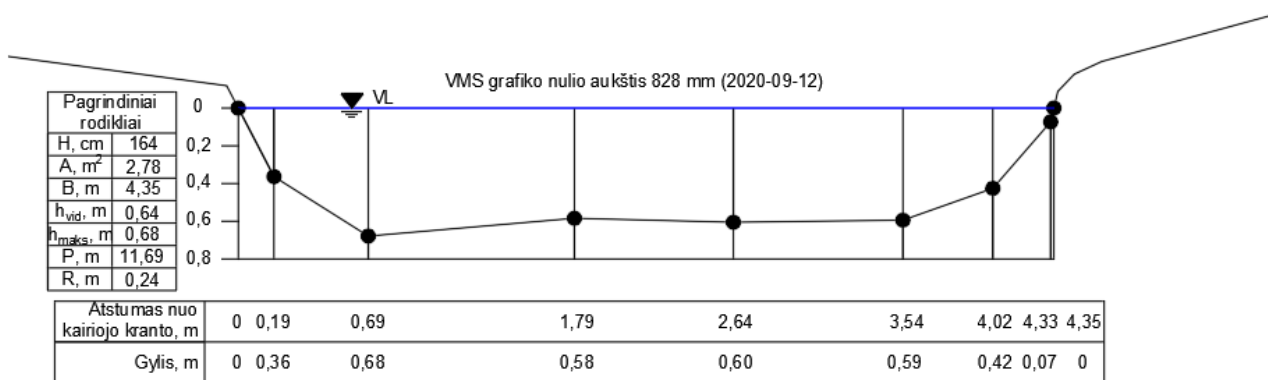
Siekiant nustatyti upių, upelių, griovių ar kanalų vandens debitus, vandens lygio kaitai stebėti per visą nagrinėjamą tyrimų laikotarpį buvo įrengti vandens matavimo postai (18 lentelė, 13 pav.). Vagos ir slėnio dalies profiliui nustatyti (14 pav.) atlikti niveliavimo darbai tacheometru Trimble C5 (15 pav.).

18 lentelė. Vandens tyrimų postai

Tyrimų vieta	Koordinatės, LKS-94	Tyrimų vieta	Koordinatės, LKS-94
LukD3	393509, 6177137	PaO1	574187, 6039327
Luk4	395197, 6173479	Di3	532673, 6032820
LukS1	393576, 6172710	Di1	530680, 6033099
LukU1	394794, 6178571	Di2	531764, 6033135
ParR2	393118, 6168619	Di4	532943, 6032319
Par1	393749, 6169488	KaS1	623001, 6117630
MVk3	572888, 6037613	Ka2	623370, 6117755



13 pav. Vienas iš vandens tyrimų postų (Di4, ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą) 2020-02-08 ir 2020-10-



14 pav. Kanalo ties įtekėjimu į Didžiulio ežerą (tyrimų vieta Di4) skersinio pjūvio profilio pavyzdys (H - vandens lygis; A – skerspjūvio plotas; B – upės plotis; h_{vid} – vidutinis gylis pjūvyje; h_{maks} – maksimalus gylis pjūvyje; P – skerspjūvio šlapiasis perimetras; R – hidraulinis spindulys)



15 pav. Upelio vagos ir slėnio niveliavimo darbai

Debitas nustatytas pagal Šezi formulę:

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad (2.19)$$

kur

A- skersplotis, m², C – Šezi koeficientas, R – hidraulinis spindulys, m, i – hidraulinis nuolydis.

Upių, upelių, kanalų, griovių biogeninių medžiagų srautų nustatymo metodika

Biogeninių medžiagų koncentracijas ir šių medžiagų srautus veikia upės nuotėkio kaita, todėl vertinant tirpių azoto ir fosforo junginių daugiameses tendencijas sunku išvengti klaidų. Šių junginių statistinės tendencijos atspindi gamtinių reiškinių ir antropogeninės taršos sąveiką. Jose sunku atskirti upės nuotėkio ir žmogaus ūkinės veiklos komponentes. Siekiant eliminuoti nuotėkio kaitą ir įvertinti „tikrąsias“ taršos tendencijas, siūloma analizuoti ne medžiagų koncentracijas, o jų srautus.

Biogeninių medžiagų srautai skaičiuoti pagal šią formulę [21]:

$$S_1 = \sum_{i=1}^n \frac{C_{ti} \cdot W_{ti}}{1000} \quad (2.20)$$

čia

C_{ti} – biogenų koncentracija, nustatyta vieno stebėjimo per mėnesį metu, mg/l;

W_{ti} – nuotėkio tūris, apskaičiuotas pagal mėnesio vidutinį debitą, m³;

n – stebėjimų skaičius per nagrinėjamą laikotarpį.

2.8. Priemonių nustatytams taršos šaltiniams parinkimo metodika

Specifinės priemonės, ežerų ekologinei būklei pagerinti, parenkamos individualiai kiekvienam vandens telkiniui, priklausomai nuo nustatytos problemos.

Skirtingo tipo specifinės tipinės priemonės buvo parenkamos šioms skirtingoms problemoms spręsti:

- Sutelktajai taršai
- Pasklidajai taršai
- Vidinei taršai
- Esant neaiškiai priežasčiai

Priemonės buvo parenkamos pagal Aplinkos apsaugos agentūros siūlomas priemones ežerų ir tvenkinių ekologinei būklei pagerinti [22]

3. ESAMI TARŠOS ŠALTINIAI IR APKROVOS

3.1. Tiriamųjų ežerų baseinų apžvalga Nemuno ir Ventos upių baseinuose

Nemuno UBR pabaseiniuose esantys tiriamieji ežerai

Tiriamieji ežerai (Papis, Didžiulis, Kampuolis) yra skirtinguose Nemuno UBR pabaseiniuose: Papio ežeras – Neries mažųjų intakų; Didžiulis – Merkio, o Kampuolis – Žeimenos, todėl kiekvienas pabaseinis nagrinėjamas atskirai.

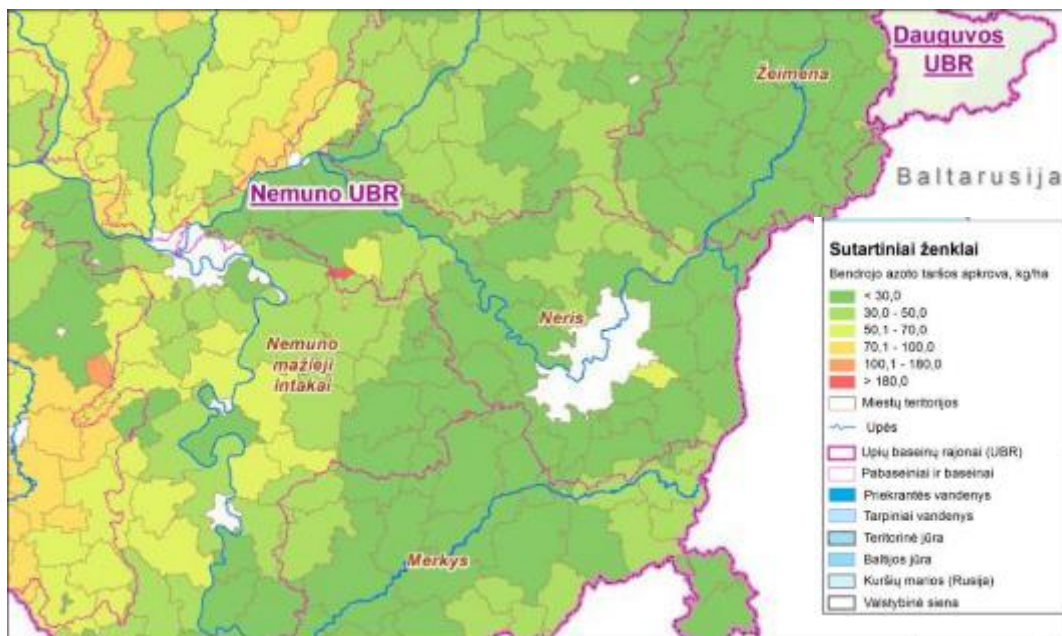
Atlikus Nemuno UBR taršos šaltinių analizę bei jų poveikio vertinimą, buvo nustatyti šie pagrindiniai vandens telkinių ekologinei būklei darantys įtaką veiksniai:

- Pasklidoji tarša, kurios didžiąją dalį sudaro dėl žemės ūkio veiklos susidarančios taršos apkrovos;
- Sutelktoji tarša, kurią sudaro miestų ir gyvenviečių nuotekų valyklų išleistuvų tarša, miestų ir gyvenviečių lietaus (paviršinių) nuotekų išleistuvų tarša bei pramoninių ir gamybinių nuotekų išleistuvų tarša [23].

Pasklidusios žemės ūkio taršos poveikis

Sudarant pirmuosius UBR valdymo planus buvo nustatyta, kad pasklidoji žemės ūkio tarša yra vienas svarbiausių ir reikšmingiausių poveikį Nemuno UBR vandens telkinių kokybei darančių veiksnių. Nemuno UBR baseinuose ir pabaseiniuose pasklidoji žemės ūkio tarša gali sudaryti nuo 45 iki 80% visos į vandens telkinius išsiplaunančios nitratų azoto taršos apkrovos [23].

Pasklidąją žemės ūkio taršą sudaro į dirvožemį su gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis patenkančios azoto ir fosforo junginių apkrovos. Nemuno UBR susidarančios pasklidusios taršos apkrovos pateiktos 19 lentelėje ir 16 pav bei 17 pav paveiksluose. Apkrovos apskaičiuotos atsižvelgiant į deklaruotų sutartinių gyvulių skaičių ir tikėtiną mineralinių trąšų sunaudojimą [23].

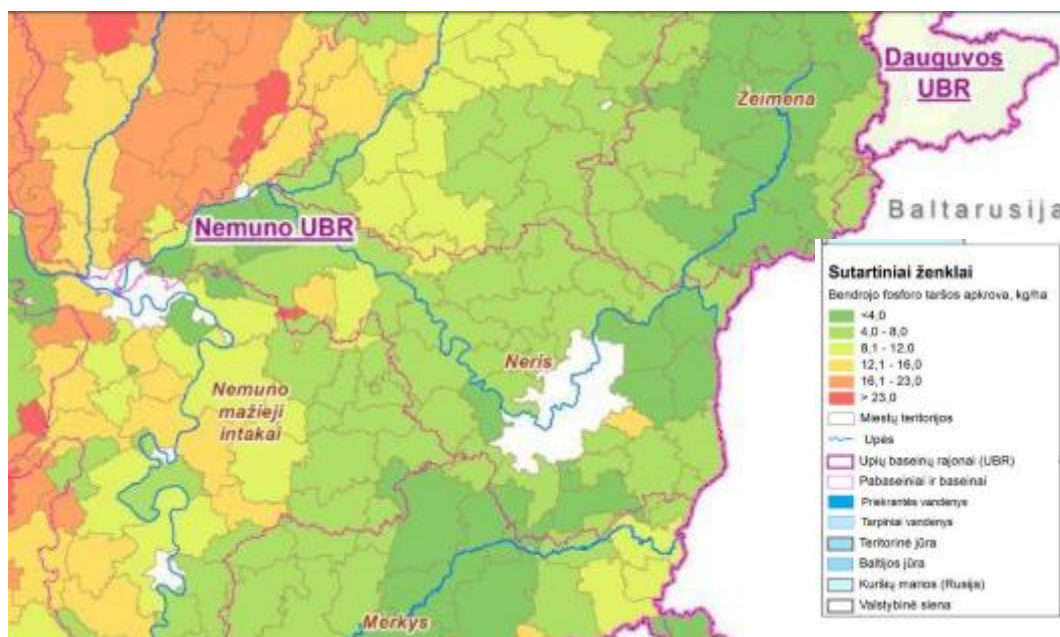


16 pav. Žemės ūkyje susidarančios bendrojo azoto taršos apkrovos Nemuno UBR seniūnijose [23]

Nuo 2008 m. iki 2012 m. šalyje deklaruotų sutartinių gyvulių skaičius sumažėjo 6 proc. (nuo 662 iki 622 tūkst.), deklaruotos ariamos žemės plotas išaugo 14,5 proc. (nuo 14,9 iki 17,05 tūkst. km²). Akivaizdu, kad bendrai žemės ūkio veiklos intensyvumas didėjo [23].

19 lentelė. Žemės ūkio taršos apkrovos Nemuno UBR pabaseiniuose [23]

Baseinas/pabaseinis	Apskaičiuotos sudarant pirmąjį UBR valdymo planą		Apskaičiuotos 2012 m. duomenų pagrindu	
	BN, kg/ha	BP, kg/ha	BN, kg/ha	BP, kg/ha
Žeimenas	13,0	2,2	12,5	2,8
Neries ir mažųjų intakų	15,7	2,7	18,8	4,4
Merkys	15,6	2,8	14,8	3,9



17 pav. Žemės ūkyje susidaranti bendrojo fosforo taršos apkrovos Nemuno UBR seniūnijose [23]

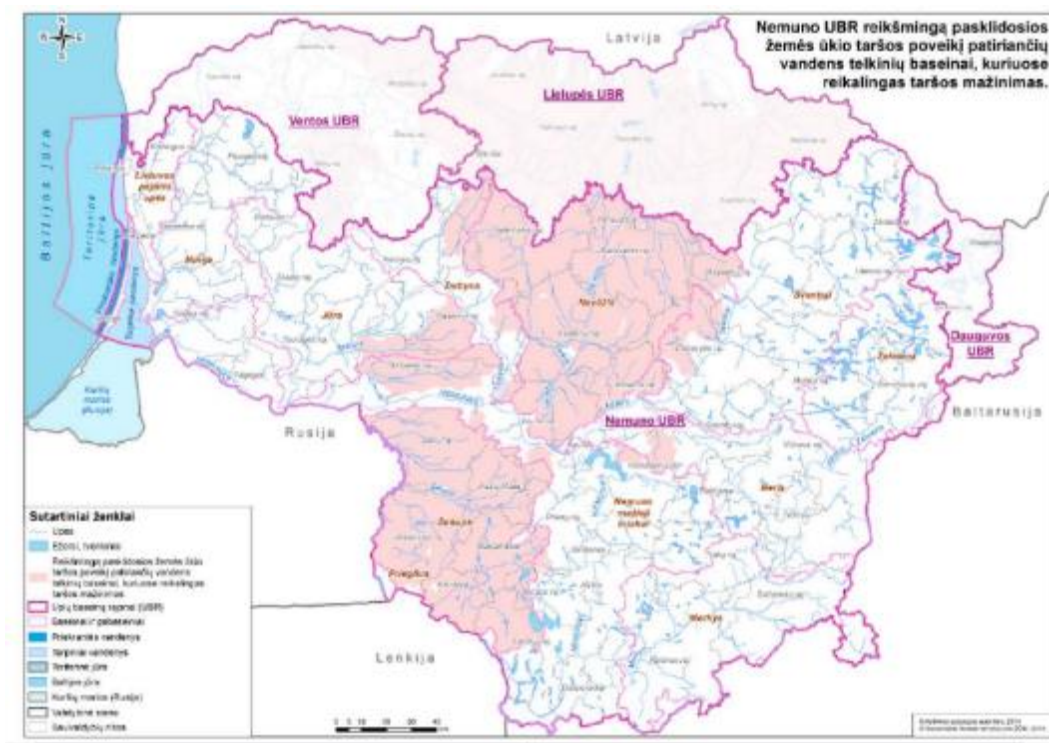
Kad žemės ūkio taršos poveikis išliko mažai pakitęs patvirtina 2010-2012 m. vandens kokybės monitoringo duomenys ir SWAT matematinio modelio rezultatai. Naujausiais duomenimis, geros ekologinės būklės/potencialo reikalavimų dėl žemės ūkio taršos poveikio neatitinka ir rizikos grupei priskiriama 20 proc. visų Nemuno UBR upių kategorijos vandens telkinių, kurių bendras ilgis sudaro 19 proc. visų išskirtų telkinių ilgio [23].

Atlikti vertinimai rodo, kad šiuo metu dėl žemės ūkio veiklos poveikio geros ekologinės būklės reikalavimų neatitinka apie 1655 km Nemuno UBR upių kategorijai priklausančių vandens telkinių (19 proc. visų išskirtų telkinių ilgio). Todėl žemės ūkio veikla tebeišlieka vieną reikšmingiausių poveikių vandens telkinių kokybei turintis veiksnys. 17 paveiksle pateikti reikšmingą žemės ūkio taršos poveikį patiriančių vandens telkinių baseinai, kuriuose reikalingos papildomos taršos mažinimo priemonės [23].

Merkio, Neries mažųjų intakų ir Žeimenos pabaseiniai nepatenka į reikšmingą pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį patiriančių vandens telkinių baseinų ir pabaseinių teritorijas (18 pav.).

Sutelktosios taršos poveikis

2012 m. Nemuno UBR buvo identifikuoti 1428 išleistuvai, kuriais į paviršinius vandens telkinius buvo išleidžiamos buitinės, gamybinės bei paviršinės nuotekos. Palyginimui, 2007 m. buvo identifikuota 1412 išleistuvų [23]. Išleistuvų kiekis Žeimenos, Merkio ir Neries mažųjų intakų pabaseiniuose pateiktas 20 lentelėje.



18 pav. Reikšmingą pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį patiriančių vandens telkinių baseinai, kuriuose reikalingas taršos mažinimas [23]

20 lentelė. Išleistuvų skaičiaus pasiskirstymas Žeimenos, Merkio ir Neries mažųjų intakų pabaseiniuose 2012 m. [23]

Pabaseinis	Iš viso	Išleistuvo paskirtis*						
		8	3			16	8	6
Žeimena	41							
Neries mažieji intakai	322	153	10	2	11	46	63	37
Merkys	44	9	5		2	15	9	4

*Išleistuvų paskirtis:

- 0 – nevalytos nuotekos;
- 1 – miestų nuotekų valyklos (NV) (komunalinis ūkis);
- 2 – į pramonės įmonių balansą įtrauktos NV, kuriose valomos ir miestų nuotekos;
- 3 – pramonės įmonių NV;
- 4 – kaimo vietovių NV, išskyrus pramonės įmonių NV;
- 5 – paviršinių nuotekų valymo įrenginiai;
- 6 – kitos NV.

Sudarant pirmuosius UBR valdymo planus buvo konstatuota, kad sutelktosios taršos apkrovos dėl įgyvendinamų nuotekų tvarkymo projektų Lietuvoje nuolat mažėja jau daugiau nei dešimtmetį. Buvo prognozuojama, kad dėl pasiekto gana aukšto nuotekų išvalymo laipsnio sutelktosios taršos apkrovų mažėjimas gerokai sulėtės. Vis dėlto, lyginant 2012 m. sutelktosios taršos duomenis su planavimui naudotais 2008-2009 m. duomenimis, ir toliau matyti gana reikšmingas taršos apkrovų sumažėjimas Nemuno UBR. Nors bendras nuotekų kiekis sumažėjo tik 7 %, BDS₇ taršos apkrovos sumažėjimas siekia net 46 %, bendrojo azoto – 26 %, o bendrojo fosforo – 41 % [23].

Nuotekų išleistuvų išleidžiamos taršos krūvis per metus visuose trijuose pabaseiniuose sumažėjo nuo 1,13 kartų Neries mažųjų intakų pabaseinyje iki 1,56 Žeimenos ir 1,95 karto Merkio pabaseiniuose (21 lentelė). Ryškiausi taršos pagal BDS₇ sumažėjimai pastebėti Žeimenos ir Merkio pabaseiniuose. Čia atitinkamai taršos pagal BDS₇ sumažėjo nuo 3 kartų Žeimenos iki 3,65 kartų Merkio pabaseinyje. Taršos

bendru azotu ir fosforu didžiausias sumažėjimas buvo Merkio pabaseinyje (atitinkamai 2,43 ir 3,15 karto).

21 lentelė. Nuotekų išleistuvų į aplinką išleidžiamų taršos krūvių pokyčiai Žeimenos, Merkio ir Neries mažųjų intakų pabaseiniuose lyginant su ankstesniu planavimo laikotarpiu [23]

Pabaseinis	2008-2009 m. duomenys				2012 m. duomenys			
	Q, mln. m ³ /metus	BDS ₇ , t/metų	BN, t/metų	BP, t/metų	Q, mln. m ³ /metus	BDS ₇ , t/metų	BN, t/metų	BP, t/metų
Žeimenos	8,4	62,0	32,4	6,0	5,4	20,4	29,4	4,8
Neries mažųjų intakų	77,9	465,4	738,8	56,1	68,8	466,4	630,1	45,6
Merkio	8,4	128,2	64,3	10,4	4,3	35,1	26,4	3,3

Vertinant skirtingos paskirties išleistuvų indėlį į bendrą taršą nustatyta, kad didžiausi teršėjai Namuno UBR yra miestų NV, kurių tarša sudaro daugiau nei pusę visos taršos apkrovos. Didelę dalį visos sutelktosios taršos apkrovos sudaro nevalytos (daugiausia paviršinės) nuotekos. Su jomis į vandens telkinius gali patekti apie 22 % visos sutelktosios BDS₇ taršos apkrovos, 23 % BP ir 16 % BN apkrovos. Kitų išleistuvų tarša palyginti nedidelė ir tesudaro vos kelis procentus [23].

Drenažo sistemų poveikis pasklidajai taršai Nemuno UBR

Kadangi Lietuva yra drėgmės pertekliaus zonoje, tai siekiant laiku jį pašalinti buvo kasami grioviai ir įrengiamos drenažo sistemos. Vandens imtuvo funkcijas tokiose sistemose atlieka upės, upeliai ir grioviai [23].

Neries mažųjų intakų pabaseinyje bendras sausinamas plotas yra didžiausias – siekia 86715,99 ha, o mažiausias – Žeimenos pabaseinyje – 34580,78 ha. (22 lentelė).

22 lentelė. Sausinamų žemių plotas Nemuno UBR pabaseiniuose [23]

Pabaseinis	Bendras sausinamas plotas, ha	Bendro sausinamo ploto dalis nuo pabaseinio ploto, %	Blogos būklės sausinamų plotų dalis, %	Drenažu sausinamas plotas, ha
Žeimenos	34580,78	12,5	19,4	33220,89
Neries m. intakų	86715,99	20,3	11,1	84262,67
Merkio	54835,66	14,4	12,3	47780,63

Drenažu sausinamos žemės pasižymi didesne tirpių azoto ir fosforo junginių prietakos į paviršinius vandenį rizika. Priklausomai nuo žemės dirbimo būdų, auginamų kultūrų sudėties ir drenažo nuotėkio tūrio, tirpių azoto ir fosforo junginių išplovą gali ženkliai padidėti lyginant su nedrenuotais plotais. Didžiausios nitratinio azoto ir mineralinio fosforo išplovos yra Neries mažųjų intakų (0,67 kg/ha nitratinio azoto ir 0,026 kg/ha mineralinio fosforo) pabaseinyje. Žeimenos ir Merkio pabaseiniuose vidutinė metinė nitratinio azoto išplovą kg/ha drenažu yra panaši, siekia atitinkamai 0,12 ir 0,15 kg/ha, o mineralinio fosforo atitinkamai 0,014 kg/ha ir 0,010 kg/ha (23 lentelė ir 24 lentelės) [23].

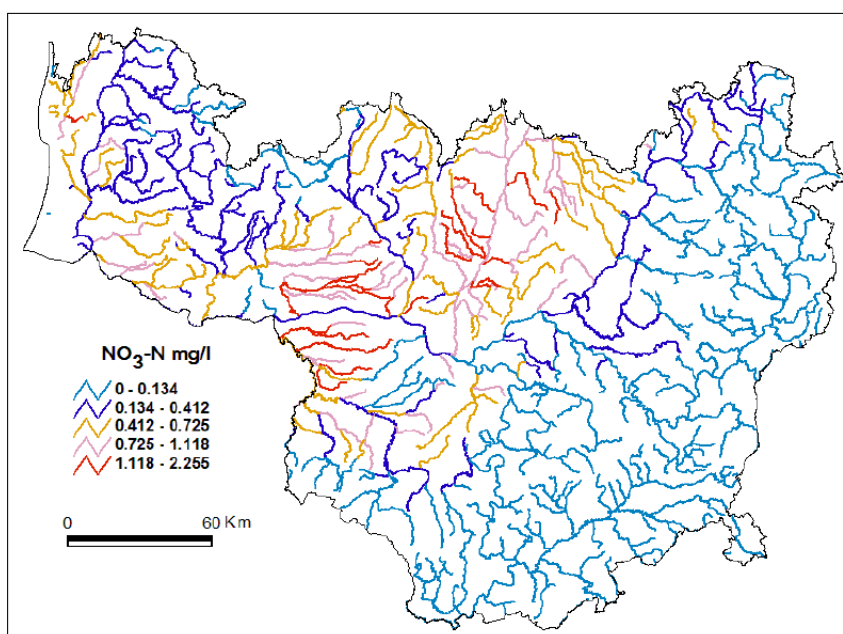
23 lentelė. Nitratinio azoto išplovą drenažu Žeimenos, Neries mažųjų intakų ir Merkio pabaseiniuose [23]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplovą drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Žeimenos	0,12	3986,5
Neries mažųjų intakų	0,67	56456,0
Merkio	0,15	7167,1

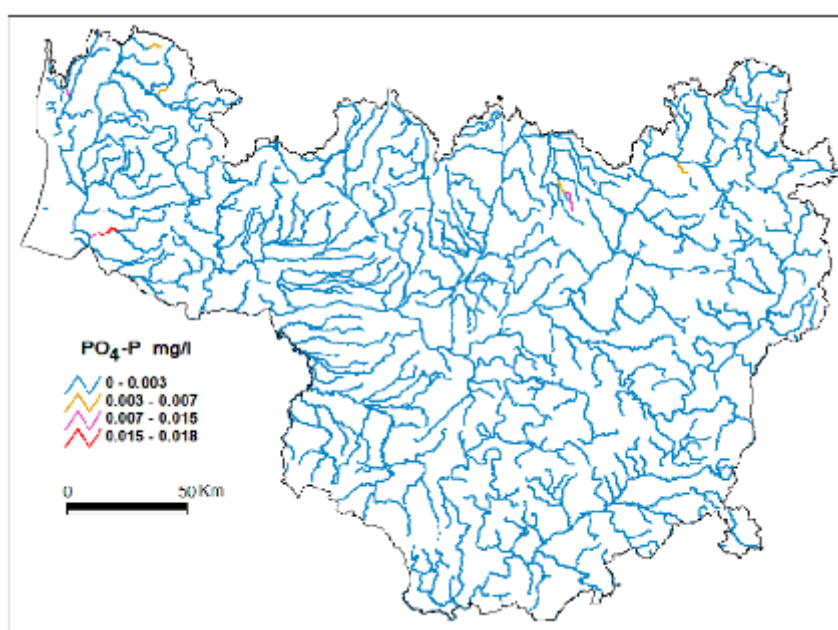
Kampuolio, Papio ir Didžiulio ežerai nepatenka į zonas, kuriose yra tirpaus mineralinio azoto ir fosforo vidutinių metinių koncentracijų padidėjimas dėl prietakos iš drenažo sistemų daugiau 0,134 mg/l ($\text{NO}_3\text{-N}$) ir daugiau 0,003 mg/l ($\text{PO}_4\text{-P}$). (19 pav ir 20 pav.) [23].

24 lentelė. Mineralinio fosforo išplovą drenažu Žeimenos, Neries mažųjų intakų ir Merkio pabaseiniuose [23]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplovą drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Žeimenos	0,014	465,1
Neries m. intakų	0,026	2190,8
Merkio	0,010	477,8



19 pav. Tirpaus mineralinio azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) vidutinių metinių koncentracijų padidėjimas Nemuno UBR upėse dėl prietakos iš drenažo sistemų [23]



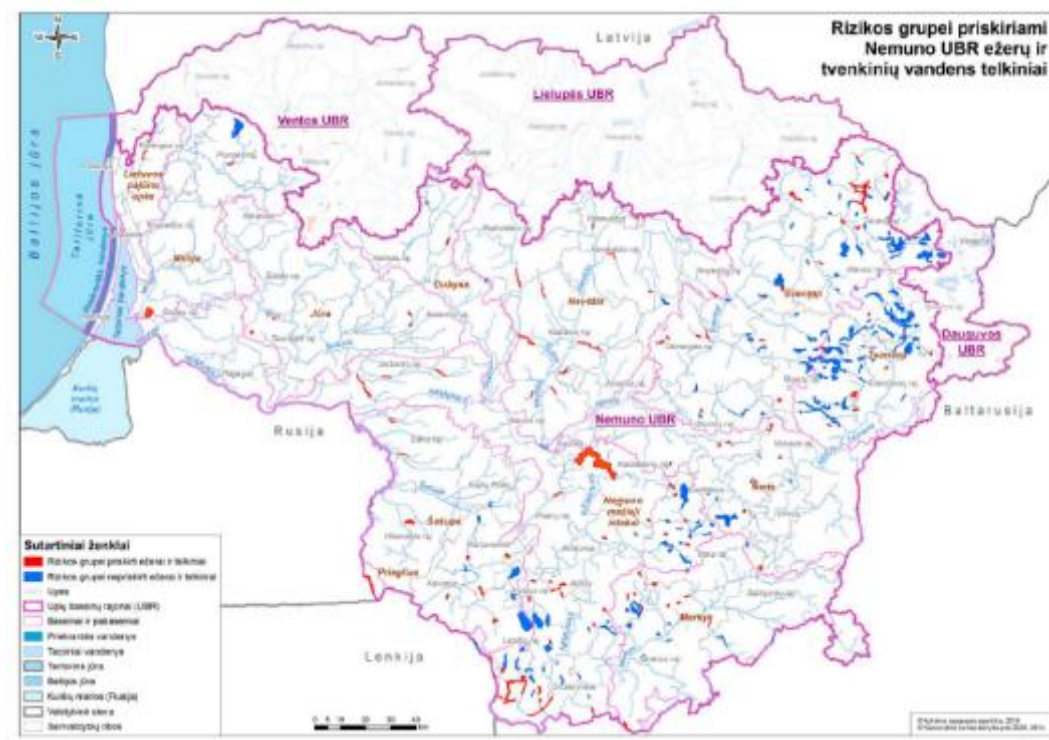
20 pav. Tirpaus mineralinio fosforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) vidutinių metinių koncentracijų padidėjimas Nemuno UBR upėse dėl prietakos iš drenažo sistemų [23]

Ivertinus 1997-2012 metų meteorologines, hidrologines ir ūkinės veiklos Nemuno UBR sąlygas nustatyta, kad $\text{NO}_3\text{-N}$ išplova iš drenažo sistemų padidina vidutines metines šių junginių koncentracijas upių vandenyje nuo 0,001 iki 2,255 mg/l (19 pav.), o $\text{PO}_4\text{-P}$ - nuo 0,001 iki 0,018 mg/l (20 pav.).

Rizikos grupei priskiriami ežerų kategorijos vandens telkiniai

Pagal Nemuno UBR valdymo plane nurodytus duomenis, Didžiulio ežeras patiria dabarties ir praeitės rizikos veiksnius, o Papio ežeras – nežinomus rizikos veiksnius, kurie daro įtaką ežerų būklei. Kampuolio ežeras nenurodytas kaip riziką patiriantis.

21 paveiksle pateikti rizikos grupei priskiriami Nemuno UBR ežerų ir tvenkinių vandens telkiniai.



21 pav. Rizikos grupei priskiriami Nemuno UBR ežerų ir tvenkinių vandens telkiniai [23]

Pasklidusios ir sutelktosios taršos poveikis gruntiniam vandeniui, o per jį ir paviršinio vandens telkiniams

2013 metų pabaigoje Geologinės aplinkos taršos židinių duomenų bazėje buvo registruoti 8942 sutelktosios taršos židiniai (STŽ). Bendras jų plotas Nemuno UBR sudaro apie 16500 ha (25 lentelė) [23].

Nemuno UBR didžiąją dalį STŽ sudaro teršiančių medžiagų kaupimo ir regeneravimo objektai (12098 vnt.), antroje vietoje pramonės, energetikos, transporto ir paslaugų objektai (4063 vnt.), trečioje vietoje – gyvulininkystės objektai (1723 vnt.) (25 lentelė).

Didžioji dalis STŽ (61 proc.) vertinami kaip vidutinio pavojaus aplinkai, ypatingai didelis pavojus aplinkai tikėtinas 10 proc. STŽ (26 lentelė).

Merkio ir Žeimenos pabaseiniai patenka tarp tų, kuriems tenka mažiausiai STŽ. Neries mažųjų intakų pabaseiniui tenka vidutinis kiekis STŽ.

25 lentelė. Sutelktosios taršos židiniai Nemuno UBR [23]

STŽ tipai ir potipiai	Bendras kiekis, vnt.	Plotas, ha
<i>Gyvulininkystės objektai</i>	1723	5833,1
Avidė	10	37,6
Galvijų ferma	1410	4098,9
Kiaulidė	243	1089,3
Paukštynas	43	516,7
Žirgynas	10	24,9
Žvėrelių ferma	7	65,7
<i>Pramonės, energetikos, transporto ir paslaugų objektai</i>	4063	7907,01
Asfaltbetonio bazė	27	53,3
Autoservisas	245	80,3
Degalinė	625	237,4
Depo	15	48,2
Gamybos cechas	258	797,4
Garažas	463	513,9
Geležinkeliai	2	80,0
Karinė teritorija	66	3252,8
Katilinė	232	209,5
Naftos bazė	831	352,3
Plovykla	180	10,7
Skerdykla	25	13,4
Technikos kiemas	1094	2257,9
<i>Teršiančių medžiagų kaupimo ir regeneravimo objektai</i>	12098	19765
Automobilių demontavimo aikštelė	121	73,5
Gyvulių laidojimo vieta	70	5,1
Kanalizacija	1	0,1
Rezervuaras	199	268,2
Sandėlis	1305	161,5
Saugojimo aikštelė	243	222,3
Sąvartynas	672	1241,4
Nuotekų kolektoriai	1	200,0
Užteršto grunto regeneravimo aikštelė	5	10,3
Valymo įrenginiai	539	830,2
Viso	8942	16752

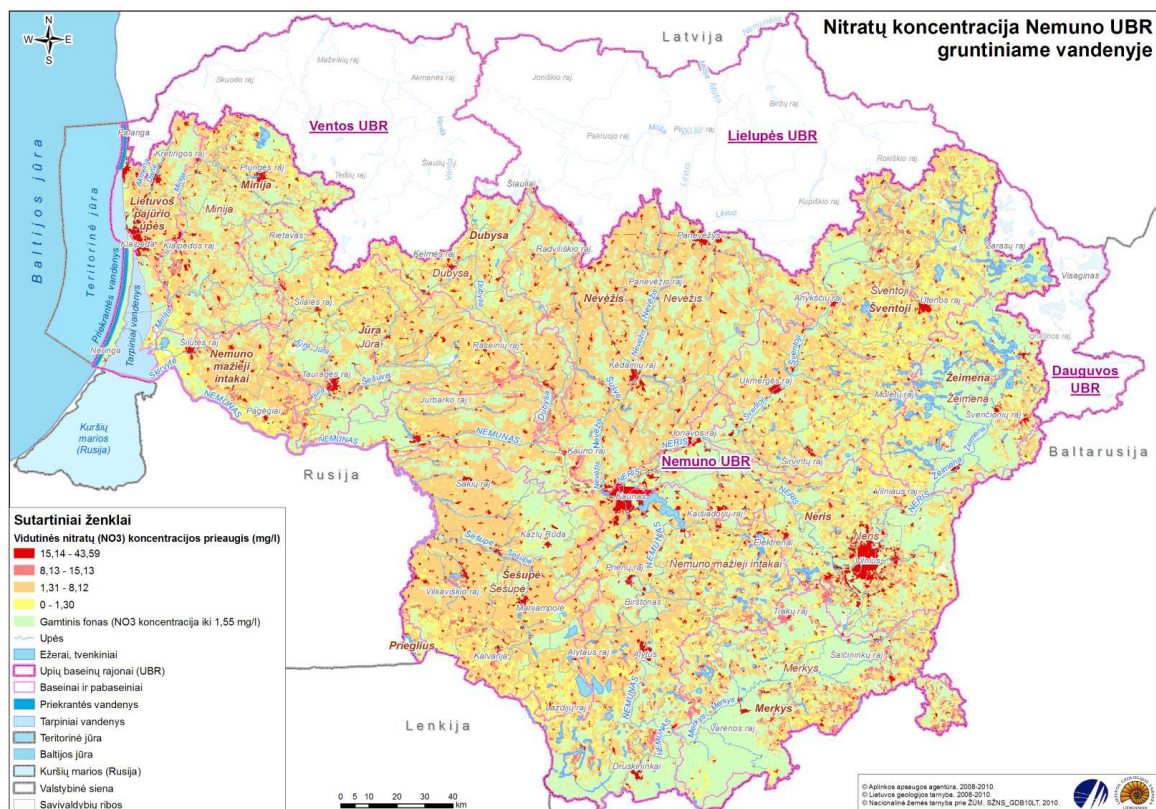
26 lentelė. STŽ pavojingumas ir jų skaičius pabaseiniuose [23]

Pabaseinis	Baseino plotas, km ²	STŽ plotas	Proc. nuo baseino	STŽ pavojingumas (skaičius/proc.)						Bendras
				Vidutinis		Didelis		Ypatingai didelis		
Merkio	3798,73	8,52	0,22	304	72	94	22	27	6	425
Neries	4266,79	18,84	0,44	922	70	301	23	98	7	1321
Dubysos	1965,9	5,56	0,28	189	60	90	29	35	11	314
Šešupės	4769,75	30,01	0,63	411	49	331	40	90	11	832
Jūros	4005,06	18,09	0,45	569	63	247	28	81	9	897
Nevėžio	6140,42	9,14	0,15	343	49	271	39	85	12	699
Minijos	2939,97	2,18	0,07	125	41	122	40	56	18	303
Šventosios	6789,18	22,96	0,34	980	66	386	26	122	8	1488
Žeimenos	2775,25	4,93	0,18	237	66	90	25	31	9	358
Pajūrio upių	1100,04	9,634	0,88	225	51	130	29	88	20	443
Nemuno mažųjų intakų	9174,9	37,65	0,41	1134	61	565	30	171	9	1870
Viso	47726	168	0,35	5439	61	2627	29	884	10	8950

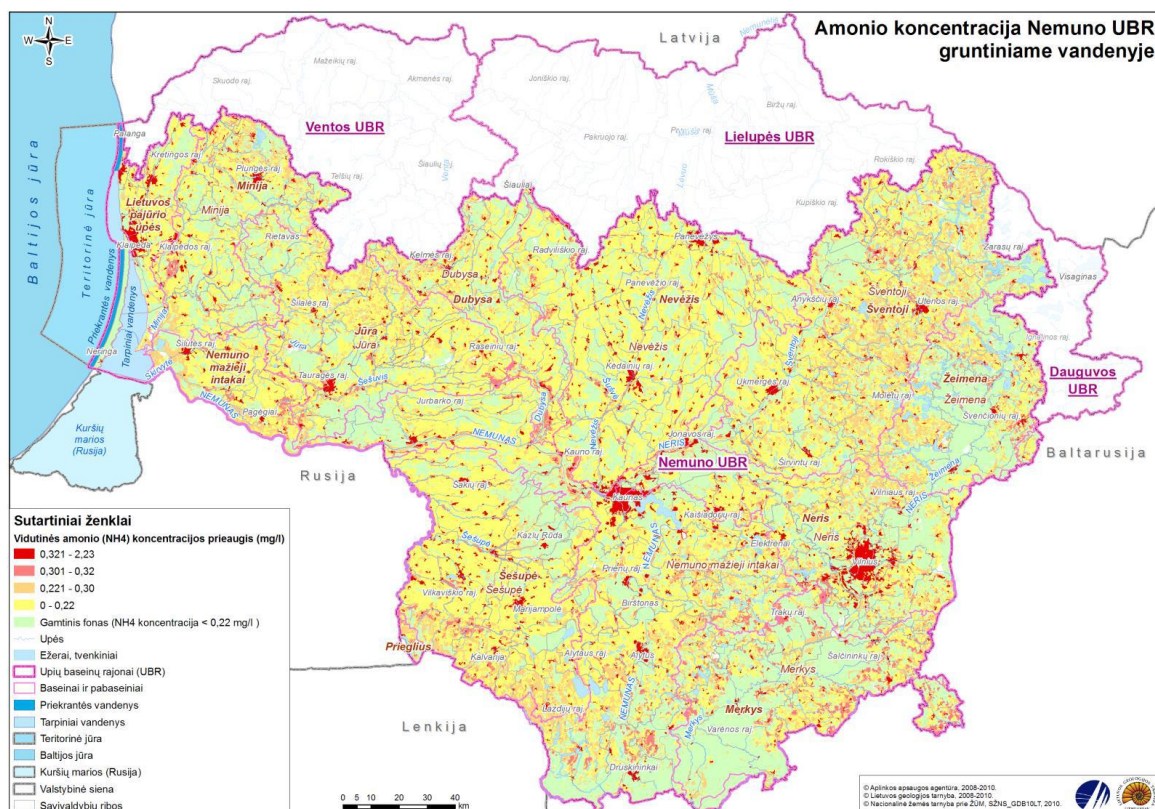
Pagal turimus daugelio tyrimų duomenis galima daryti išvadą, kad reikšmingiausi požeminės geosferos teršalai Lietuvoje pastaruoju metu yra azoto junginiai, bendra organinė medžiaga ir angliavandeniliai, pagrindiniai taršos židiniai regioniniame lygmenyje yra žemdirbystės laukai ir urbanizuotos teritorijos, o lokaliame lygmenyje – fermos, sąvartynai, senosios naftos produktų saugyklos, degalinės bei kai kurių įmonių teritorijos [23].

Požeminio vandens iškrovos į paviršinio vandens telkinius modeliuojamuose požeminio vandens baseinuose (toliau – PVB) bei ekspertų vertinimo rezultatai leidžia preliminarai teigti, jog pasklidosios taršos paveikto gruntinio vandens poveikis paviršinio vandens kokybei regioniniu mastu yra nedidelis – išsikraunancio požeminio vandens debitas yra litrai per sekundę, tuo tarpu bet kurios stambesnės upės nuotėkis yra kubiniai metrai per sekundę [23].

Pasklidosios ir sutelktosios taršos poveikį gruntiniam vandeniui rodo atskirų jo hidrocheminės sudėties analizių koncentracijų gruntiniame vandenyje žemėlapiai, vaizduojantys, koku mastu vienoje ar kitoje vietoje gruntinis vanduo yra užterštas konkrečia teršiančia medžiaga. Sudaryti visų Nemuno UBR pabaseinių gruntinio vandens lygio ir kokybės žemėlapiai. 22 pav. ir 23 paveiksluose yra parodytos nitratų ir amonio koncentracijos Nemuno UBR gruntiniame vandenyje. Iš žemėlapių matosi, kad regioniniu mastu minėtų azoto junginių koncentracijos neviršija geriamojo vandens standartų reikalavimų, o didžiausias pasklidosios taršos poveikis gruntiniams vandenims stebimas urbanizuotose teritorijose bei intensyvios žemdirbystės plotuose. Šiose teritorijose nitratų koncentracija gruntiniame vandenyje priartėja prie DLK, kuri yra 50 mg/l, o amonio koncentracija siekia 2,44 mg/l ir keletą kartų viršija DLK (0,5 mg/l) [23].



22 pav. Nitratų koncentracija Nemuno UBR gruntiniame vandenyje [23]



23 pav. Amonio koncentracija Nemuno UBR gruntiniame vandenyje [23]

Ventos UBR pabaseinyje esantys ežerai

Į Ventos UBR Ventos pabaseinį patenka Paršežerio ir Lūksto ežerai. Yra nustatyti šie pagrindiniai Ventos UBR vandens telkinių ekologinę būklę įtakojantys veiksniai:

- Pasklidoji tarša, kurios didžiąją dalį sudaro dėl žemės ūkio veiklos susidarančios taršos apkrovos;
- Sutelktoji tarša, kurią sudaro miestų ir gyvenviečių nuotekų valyklų išleistuvų tarša, miestų ir gyvenviečių lietaus (paviršinių) nuotekų išleistuvų tarša bei pramoninių ir gamybinių nuotekų išleistuvų tarša.

Sutelktosios taršos šaltiniai ir apkrovos

2012 m. į Ventos UBR paviršinius vandens telkinius nuotekas išleido 109 išleistuvai (27 lentelė). Palyginimui, 2009 m. buvo identifikuoti 131 išleistuvas [24].

Sudarant pirmąjį UBR valdymo planą buvo prognozuojama, kad artimiausiu metu sutelktosios taršos apkrovos mažės nežymiai, nes jau yra pasiektas gana aukštas nuotekų išvalymo lygis. Vis dėlto, lyginant 2012 m. sutelktosios taršos duomenis su planavimui naudotais 2008–2009 m. duomenimis, matyti gana reikšmingas taršos apkrovų sumažėjimas Ventos UBR. Nors bendras nuotekų kiekis padidėjo 10 %, bendrojo azoto apkrovos sumažėjo 14 %, o bendrojo fosforo – 54 %, tiesa, BDS₇ taršos apkrova išaugo net 40 % [24]. Taršos apkrovų pokyčiai Ventos UBR baseinuose ir pabaseiniuose pateikti 28 lentelėje.

27 lentelė. Sutelktosios taršos išleistuvų skaičius Ventos UBR [24]

Baseinas	Bendras išleistuvų sk.	Išleistuvo paskirtis*						
Ventos	87	13	10		4	40	19	1
Bartuvos	10	1	1			3	5	
Šventosios (pajūrio)	12	3			1	4	4	
IŠ VISO:	109	17	11	0	5	47	28	1

*Išleistuvų paskirtis:

0 – nevalytos nuotekos;

1 – miestų NV (komunalinis ūkis);

2 – į pramonės įmonių balansą įtrauktos NV, kuriose valomos ir miestų nuotekos;

3 – pramonės įmonių NV;

4 – kaimo vietovių NV, išskyrus pramonės įmonių NV;

5 – paviršinių nuotekų valymo įrenginiai;

6 – kitos NV.

28 lentelė. Nuotekų išleistuvų į aplinką išleidžiamų taršos krūvių pokyčiai Ventos UBR lyginant su ankstesniu planavimo laikotarpiu [24]

Baseinas	2008-2009 m. duomenys				2012 m. duomenys			
	Q, mln. m ³ /metus	BDS ₇ , t/metus	Nb, t/metus	Pb, t/metus	Q, mln. m ³ /metus	BDS ₇ , t/metus	Nb, t/metus	Pb, t/metus
Venta	24,1	81,8	110,4	22,5	26,3	115,0	94,9	9,8
Bartuva	0,4	1,4	4,6	0,5	0,5	1,4	4,44	0,5
Šventoji (pajūrio)	0,1	1,6	2,8	0,3	0,2	2,2	1,9	0,5
Iš viso Ventos UBR:	24,6	84,8	117,8	23,3	27,0	118,6	101,24	10,8

Sudarant pirmąjį UBR valdymo planą sutelktosios taršos sumažėjimas, nors ir palyginti nedidelis, buvo siejamas su pagrindinių priemonių įgyvendinimu nuotekų tvarkymo srityje. Buvo planuojama, kad pagrindinių priemonių įgyvendinimas (t.y. esamų NV rekonstrukcija ar naujų NV statyba) leis užtikrinti tinkamą į aplinką išleidžiamų nuotekų kokybę bei sumažinti sutelktosios taršos apkrovas [24].

Ventos UBR yra 8 aglomeracijos, kurių taršos apkrovos viršija 2000 gyventojų ekvivalentų ir kurioms taikomi Miestų nuotekų valymo direktyvos reikalavimai. 7 tokios aglomeracijos yra Ventos baseine (Kursėnai, Mažeikiai, Telšiai, Naujoji Akmenė, Akmenė, Venta, Vieksniai) ir 1 Bartuvos baseine (Skuodas) [24].

BDS₇ taršos apkrova miestų, turinčių nuo 10 000 iki 100 000 g.e. grupėje, lyginant su 2008–2009 m., padidėjo 34 %, tuo tarpu buvo prognozuotas 6 % sumažėjimas. Šį padidėjimą didžiaja dalimi nulėmė išaugęs Telšių NV nuotekų kiekis ir didesnės nei anksčiau BDS₇ koncentracijos Telšių NV nuotekose. Didžiųjų aglomeracijų į vandens telkinius išleidžiama amonio azoto apkrova išaugo 7 %, o buvo prognozuotas 1 % sumažėjimas. Tačiau bendrojo azoto kiekis sumažėjo 31 % (tiek pat ir prognozuota), bendrojo fosforo – net 73 % (prognozuota 46 %), nitratų – 46 % (prognozuota 42 %) [24].

Apibendrinus visų miestų ir gyvenviečių, turinčių daugiau nei 2000 g.e., duomenis matyti, kad, lyginant su 2008–2009 m., BDS₇ taršos apkrova padidėjo 28 %, tuo tarpu sudarant bazinį scenarijų prognozuotas 6 % sumažėjimas. Amonio azoto apkrova sumažėjo 3 % (prognozuotas 0,5 % sumažėjimas), nitratų – 45 % (prognozuota 39 %), bendrojo azoto – 31 % (prognozuota 27 %), bendrojo fosforo – 69 % (prognozuota 43 %). Svarbu paminėti, kad miestų ir gyvenviečių, turinčių daugiau nei 2000 g.e., išleidžiamų nuotekų kiekis, lyginant su 2008–2009 m., išaugo, o tai reiškia, kad taršos apkrovų sumažėjimas yra pasiektas ne dėl sumažėjusio nuotekų kiekio, o dėl pagerėjusio nuotekų išvalymo [24].

Pasklidusios taršos šaltiniai ir apkrovos

Žemės ūkio taršos apkrovą sudaro su gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis į dirvą patenkantis azoto ir fosforo junginių kiekis [24]

Ventos UBR intensyviausiai žemės ūkio veikla yra vykdoma Bartuvos baseine. Čia dirbama žemės ūkio paskirties žemė sudaro 60 % baseino ploto. Ventos baseine dirbama 44 % žemės, o Šventosios – 40 % [24].

Bartuvos baseinui taip pat būdingas vienas didžiausių šalyje gyvulių tankis – jis vidutiniškai siekia 0,2 SG/ha (skaičiuojant visam baseino plotui). Ventos baseine gyvulių tankis yra du kartus mažesnis - 0,1 SG/ha, o Šventosios baseine siekia tik 0,07 SG/ha [24].

Su gyvulių mėšlu ir mineralinėmis trąšomis į dirvą patenkančios azoto ir fosforo apkrovos pateikiamos 29 lentelėje. Su gyvulių mėšlu į dirvožemį patenkančios apkrovos apskaičiuotos atsižvelgiant į sutartinių gyvulių (toliau-SG) skaičių ir priimant, kad vienas SG per metus sudaro 100 kg bendrojo azoto ir 17 kg bendrojo fosforo. Faktinių duomenų apie mineralinių trąšų naudojimą Lietuvoje nėra, todėl azoto ir fosforo kiekiai, į dirvą patenkantys su mineralinėmis trąšomis, buvo apskaičiuoti atsižvelgiant į pasėlių plotus, jų struktūrą, derlingumą ir darant prielaidą apie optimalų trąšų naudojimą [24].

29 lentelė. Žemės ūkio taršos apkrovos Ventos UBR baseinuose (skaičiuojant visam baseino plotui) [24]

Baseinas	N (kg/ha)	P (kg/ha)
Šventosios	31,3	7,4
Bartuvos	74	17
Ventos	51,4	13,3

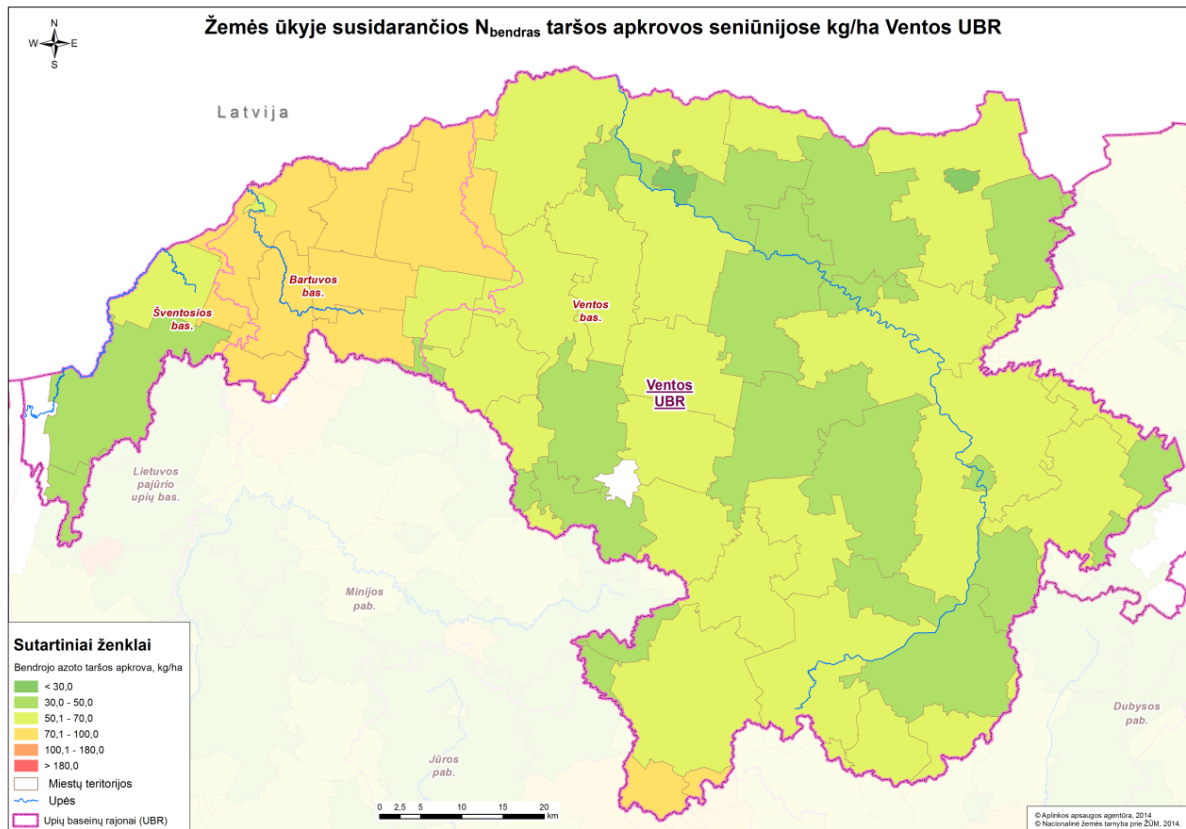
24 pav. ir 25 paveiksluose pavaizduotos žemės ūkyje susidaranti N_{bendras} ir P_{bendras} taršos apkrovos seniūnijose kg/ha Ventos UBR. Paršežerio ežeras patenka į plotą, kuriame N_{bendras} taršos apkrovos siekia 70,1 – 100 kg/ha, o P_{bendras} taršos apkrovos – 12,1 – 16,0 kg/ha. Tuo tarpu Lūksto ežeras patenka į mažesnę apkrovą patiriančią teritoriją: N_{bendras} taršos apkrovos siekia 50,1 – 70,0 kg/ha, o P_{bendras} – 8,1 – 12,0 kg/ha (24 pav ir 25 pav.).

Atlikti skaičiavimai rodo, kad pasklidusios žemės ūkio taršos mažinimas Ventos UBR yra reikalingas 1800 km² plote (26 pav.). Siekiant, kad žemės ūkio tarša nebedarytų reikšmingo poveikio vandens telkinių būklei, nitratų azoto išsiplovimas turėtų būti sumažintas vidutiniškai 1,4 kg/ha. Panašus taršos mažinimo tikslas – nitratų azoto išsiplovimo sumažinimas 1,2 kg/ha – buvo nustatytas pirmajame UBR valdymo plane [24].

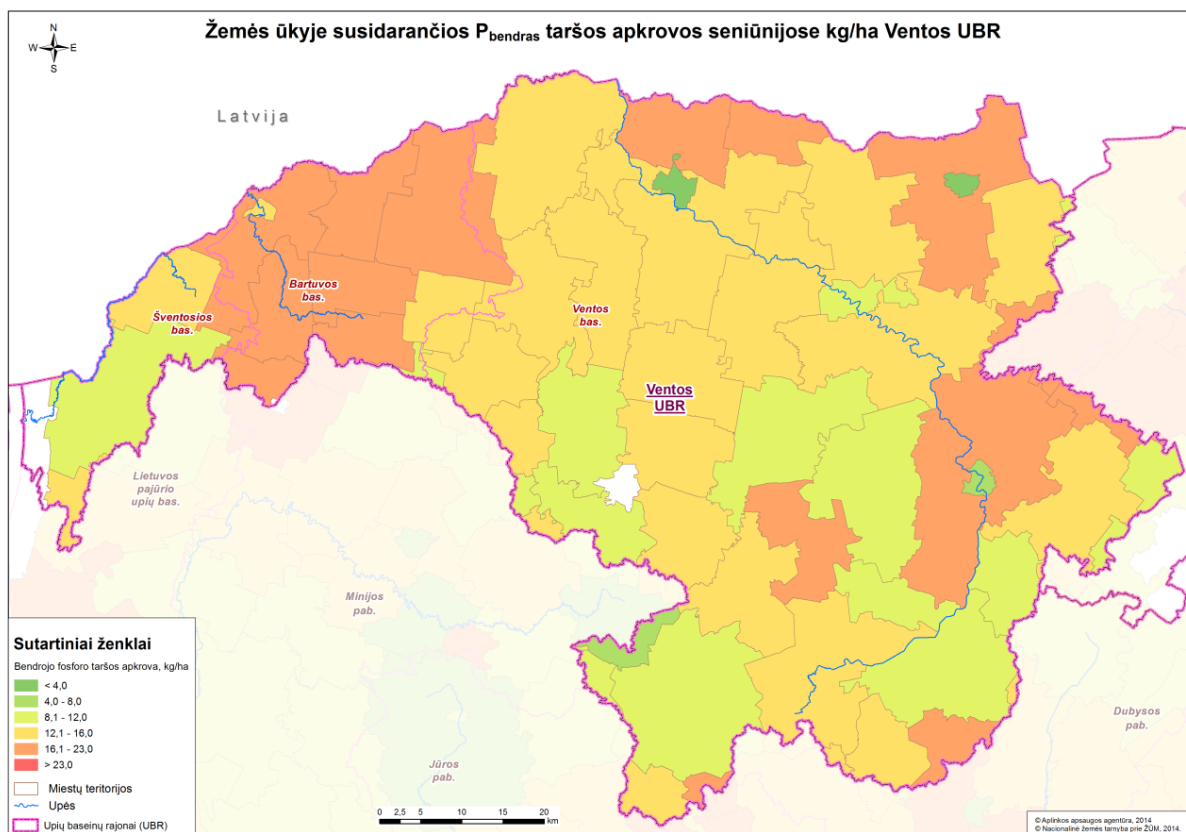
Paršežerio ir Lūksto ežerai patenka į priskirtinus prie reikšmingą pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį patiriančių vandens telkinių baseinų (26 pav.).

Gyvulininkystės kompleksų poveikis drenažo vandens kokybei.

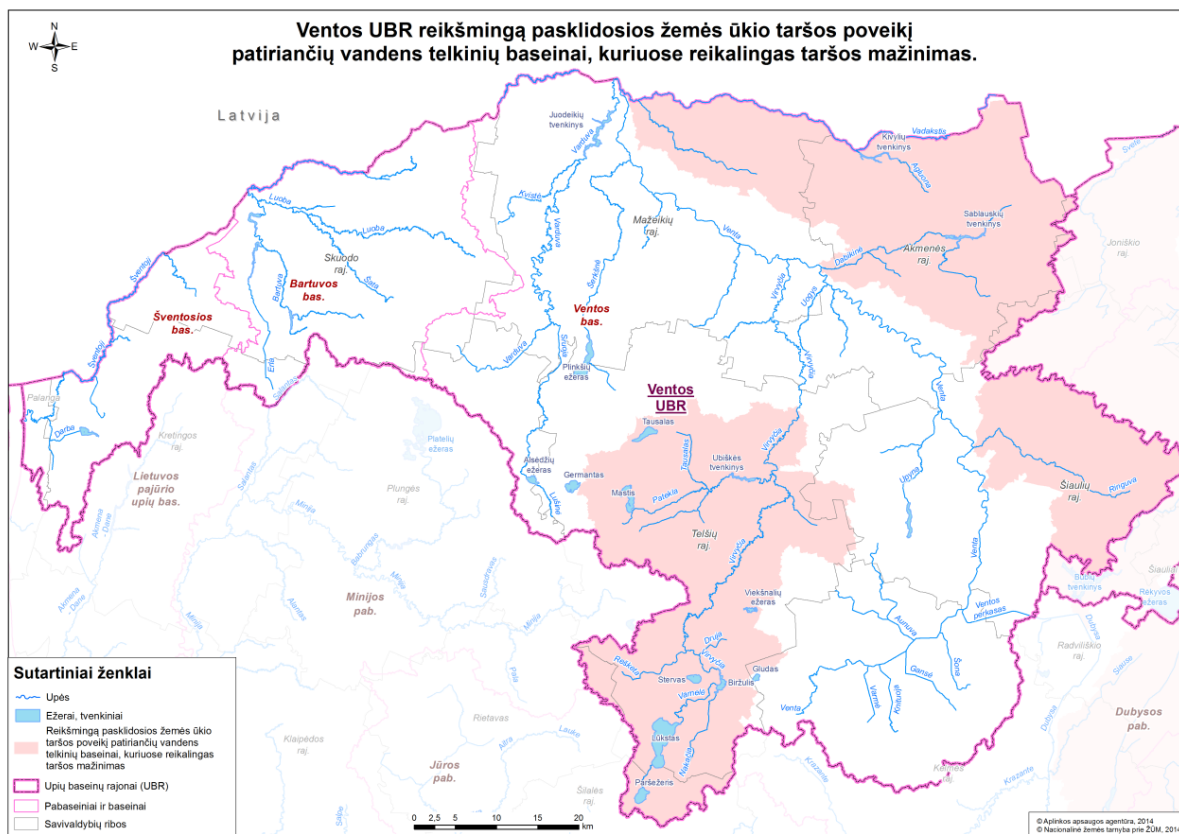
Ventos UBR yra 3 stambios gyvulininkystės įmonės, kur SG skaičius didesnis nei 900. Organinių trąšų (toliau - OT) skystojoje frakcijoje BDS₇ siekia 6000-9000 mgO₂/l, bendrojo azoto kiekis – 1000-1400 mg/l, bendrojo fosforo 200-300 mg/l, kalio – 400-600 mg/l, sausųjų medžiagų iki 10 g/l. Remiantis turima informacija apie Ventos UBR sausinamus žemės ūkio plotus, informacija pateikiama 30 lentelėje [24].



24 pav. Žemės ūkyje susidaranti N_{bendras} taršos apkrovos seniūnijose kg/ha Ventos UBR [24]



25 pav. Žemės ūkyje susidaranti P_{bendras} taršos apkrovos seniūnijose kg/ha Ventos UBR [24]



26 pav. Reikšmingą pasklidusios žemės ūkio taršos poveikį patiriančių vandens telkinių baseinai, kuriuose reikalingas taršos mažinimas [24]

30 lentelė. Sausinamų žemių plotas Ventos UBR [24]

Pabaseinis	Bendras sausinamas plotas, ha	Bendro sausinamo ploto dalis nuo pabaseinio ploto, %	Blogos būklės sausinamų plotų dalis, %	Drenažu sausinamas plotas, ha
Ventos	254909,34	49,6	10,3	244039,85
Bartuvos	52715,99	70,4	1,45	50081,60
Šventosios	20909,87	53,6	3,57	17867,15

Įvertinus vidutinį metinį drenažo nuotėkio turį iš OT paskleidžiamų plotų galima teigti, kad gyvulininkystės kompleksų poveikis drenažo vandens kokybei yra nežymus, tačiau, vertinant išplovimus iš gyvulininkystės plotų drenažu, turi būti analizuojamos ne vidutinės metinės koncentracijos, kaip dabartiniu metu, bet matuojamos ir vertinamos teršalų koncentracijos, imant mėginius aiškiai nustatytu laiko intervalu [24]. 31 lentelėje ir 32 lentelėje pateikiama vidutinė metinė mineralinio azoto ir mineralinio fosforo išplova bei bendras medžiagų krūvis, patenkantis iš drenažo sistemų Ventos UBR pabaseiniuose [24].

31 lentelė. Mineralinio azoto išplova drenažu Ventos UBR pabaseiniuose [24]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplova drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Šventosios	4,84	849258,7
Bartuvos	4,90	245399,8
Ventos	3,48	849258,7

32 lentelė. Mineralinio fosforo išplovą drenažu Ventos UBR pabaseiniuose [24]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplovą drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Šventosios	0,056	1000,6
Bartuvos	0,084	4206,9
Ventos	0,052	12690,1

Ventos pabaseinyje mineralinio azoto ir fosforo išplovą drenažu yra mažiausia lyginant su kitais dviem pabaseiniais (31 lentelė ir 32 lentelė).

Atsižvelgiant į esamas apkrovas (medžiagų krūvį) ir vidutinį metinį drenažo nuotėkio tūrį, vidutinės metinės tirpaus azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) koncentracijos drenažo vandenyje visuose Ventos UBR pabaseiniuose neatitinka reikalavimų, vertinant pagal geros upių ekologinės būklės kriterijus ($\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracija vandenyje svyruoja nuo 2,83 iki 3,42 mg/l ir pagal nustatytus rodiklius viršija 2,3 mg/l, o tirpaus fosforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) koncentracijos atitinka ($<0,090$ mg/l) geros upių ekologinės būklės kriterijus. Tačiau abiejų medžiagų kiekiai drenažo vandenyje atitinka geriamojo vandens kokybės standartus [24].

Kadangi drenažo vandens kokybė vertinama pagal geriamojo vandens kokybės standartus (ES Nitratų direktyva nurodo, kad $\text{NO}_3\text{-N}$ kiekis vandenyje negali viršyti 11,3 mg/l) galima teigti, kad drenažu išplaunamų N ir P medžiagų poveikis paviršinių vandenų taršai yra nereikšmingas [24].

Atlikus matematinį modeliavimą apskaičiuota, kad Ventos UBR upėmis pernešamas foninės taršos krūvis per metus vidutiniškai gali sudaryti 1942 t BDS_7 , 32 t amonio azoto, 850 t nitratų azoto bei 38 t bendrojo fosforo. Foninės taršos dalis sudaro apie 65 procentus bendro upėmis pernešamo BDS_7 krūvio, apie 23 procentus amonio azoto krūvio, apie 25 procentus nitratų azoto krūvio ir apie 34 procentus bendrojo fosforo krūvio [24].

Žemių sausinimas ir jo poveikis pasklidajai taršai Ventos UBR

Bendras ir drenažu sausinamas plotas Ventos UBR pateiktas 33 lentelėje.

33 lentelė. Sausinamų žemių plotas Ventos UBR [24]

Pabaseinis	Bendras sausinamas plotas, ha	Bendro sausinamo ploto dalis nuo pabaseinio ploto, %	Blogos būklės sausinamų plotų dalis, %	Drenažu sausinamas plotas, ha
Ventos	254909,34	49,6	10,3	244039,85
Bartuvos	52715,99	70,4	1,45	50081,60
Šventosios	20909,87	53,6	3,57	17867,15

Drenažu sausinamos žemės pasižymi didesne tirpių azoto ir fosforo junginių prietakos į paviršinius vandenis rizika. Priklausomai nuo žemės dirbimo būdų, auginamų kultūrų sudėties ir drenažo nuotėkio tūrio tirpių azoto ir fosforo junginių išplovą gali ženkliai padidėti lyginant su nedrenuotais plotais. 34 lentelė ir 35 lentelėse pateikiama vidutinė metinė (1997–2012 m.) mineralinio azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) ir mineralinio fosforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) išplovą bei bendras šių medžiagų krūvis, patenkantis iš drenažo sistemų Ventos UBR pabaseiniuose [24].

34 lentelė. Nitratinio azoto išplovą drenažu Ventos UBR pabaseiniuose [24]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplovą drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Šventosios	4,84	849258,7
Bartuvos	4,90	245399,8
Ventos	3,48	849258,7

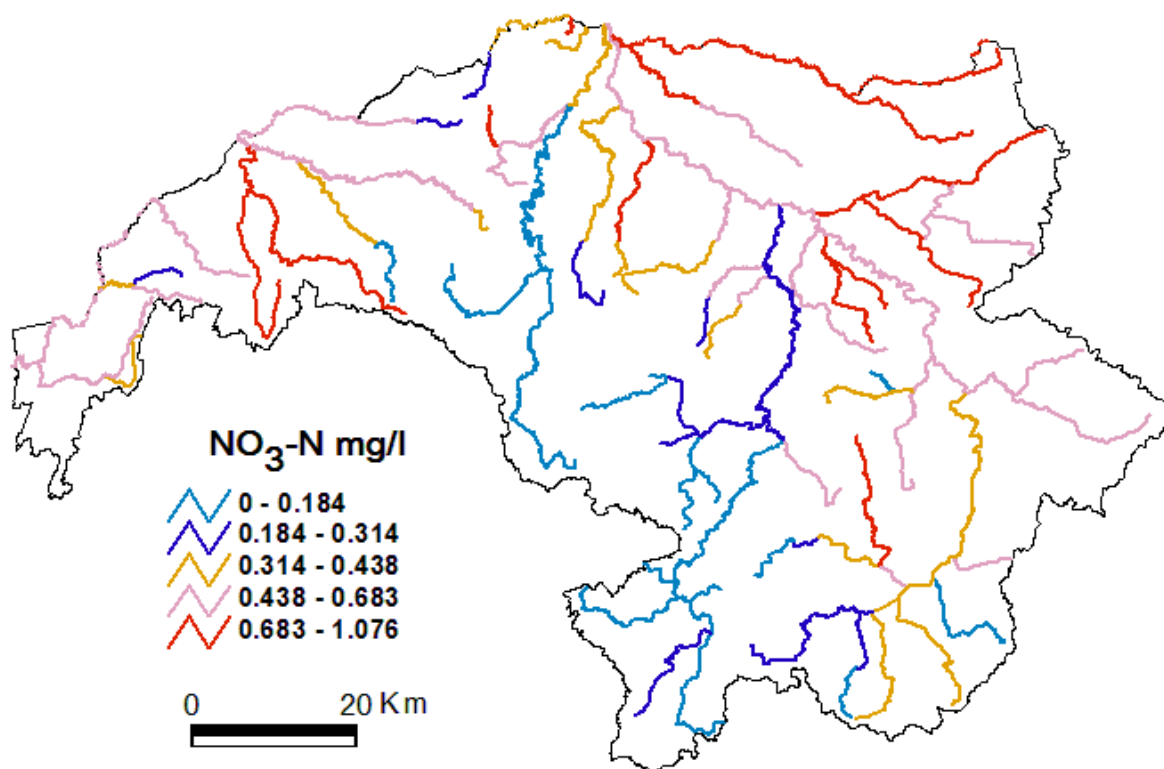
35 lentelė. Mineralinio fosforo išplovą drenažu Ventos UBR pabaseiniuose [24]

Pabaseinis	Vidutinė metinė išplovą drenažu, kg/ha	Bendras kiekis, kg
Šventosios	0,056	1000,6
Bartuvos	0,084	4206,9
Ventos	0,052	12690,1

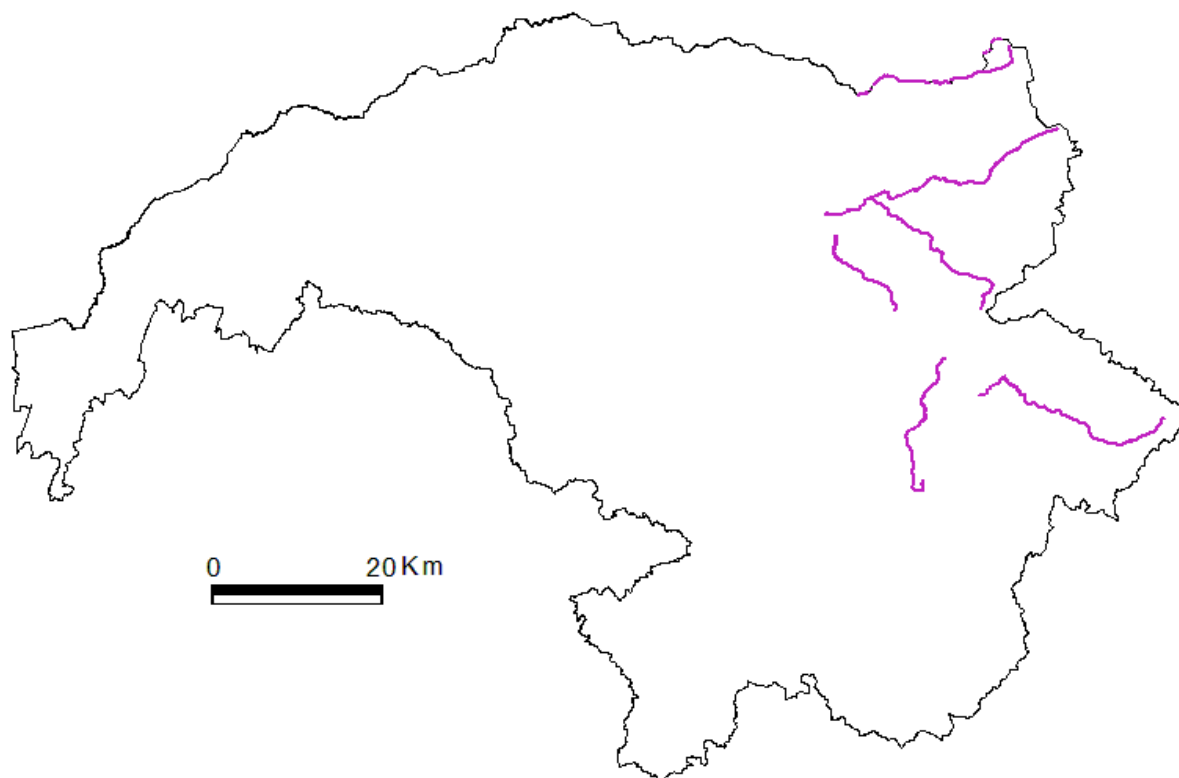
Ivertinus 1997–2012 metų meteorologines, hidrologines ir ūkinės veiklos Ventos UBR sąlygas nustatyta, kad $\text{NO}_3\text{-N}$ išplovą iš drenažo sistemų padidina vidutines metines šių junginių koncentracijas upių vandenyje nuo 0,001 iki 1,076 mg/l (27 pav.), o $\text{PO}_4\text{-P}$ - tik 0,001 mg/l [24].

Tokia medžiagų prietaka yra priežastis to, kad kai kuriose Ventos UBR upėse (Vadakstis, Dabikinė, Pregalvys, Ringuva, Upyna, Avižlys) yra nepasiekama gera (mažiau kaip 2,30 mg/l) jų būklė pagal vidutines metines $\text{NO}_3\text{-N}$ koncentracijas vandenyje (28 pav.). Pagal pritekančių drenažu $\text{PO}_4\text{-P}$ medžiagų kiekį tokių upių Ventos UBR nėra [24].

Apibendrinant galima teigti, kad žemių sausinimas Ventos UBR gali sutrukdyti pasiekti nustatytus vandensaugos tikslus, nes drenažu išplaunamų tirpių azoto medžiagų poveikis paviršinių vandenų taršai yra reikšmingas. Pagal fosforo junginių išplovą drenažu žemių sausinimo poveikis Ventos UBR vandens telkinių būklei yra nereikšmingas ir leidžia pasiekti nustatytus vandensaugos tikslus [24].



27 pav. Tirpaus mineralinio azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) vidutinių metinių koncentracijų padidėjimas Ventos UBR upėse dėl prietakos iš drenažo sistemų [24]



28 pav. Ventos UBR upės, kuriose mineralinio azoto išplovą drenažu neleidžia pasiekti nustatytų vandensaugos tikslų [24]

Rizikos grupei priskiriami ežerų ir tvenkinių vandens telkiniai

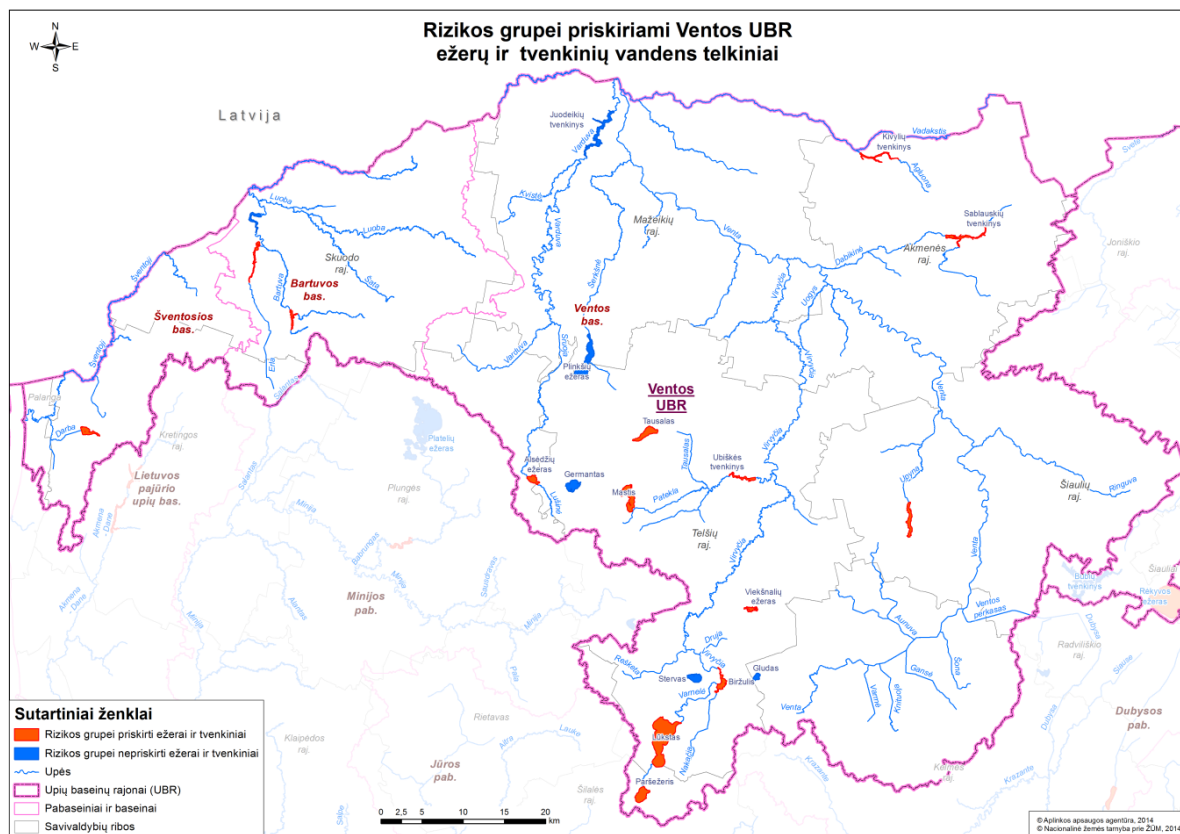
Ventos UBR valdymo plane nurodyta, kad Paršežerio ir Lūksto ežerai priskirtini ežerų kategorijos rizikos vandens telkiniams, o priežastys, lėmusios prastesnę nei gera šių ežerų ekologinę būklę/potencialą nėra žinomos. Ventos UBR valdymo plane teigiama, kad šiuose telkiniuose fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertės atitinka geros ekologinės būklės kriterijus, tačiau pagal daugumą biologinių kokybės elementų rodiklių minėtų telkinių ekologinė būklė/potencialas yra prastesnė nei gera. Lūksto ežere kokybės elementų rodiklių vertės ankstesniu laikotarpiu atitiko geros ekologinės būklės kriterijus, tačiau dabartiniu laikotarpiu bendrojo azoto ir bendrojo fosforo koncentracijos vandenyje yra linkę didėti (nors vis dar atitinka geros ekologinės būklės kriterijus) [24].

Rizikos grupei priskiriami ežerų ir tvenkinių vandens telkiniai Ventos UBR pavaizduoti 29 pav paveiksle.

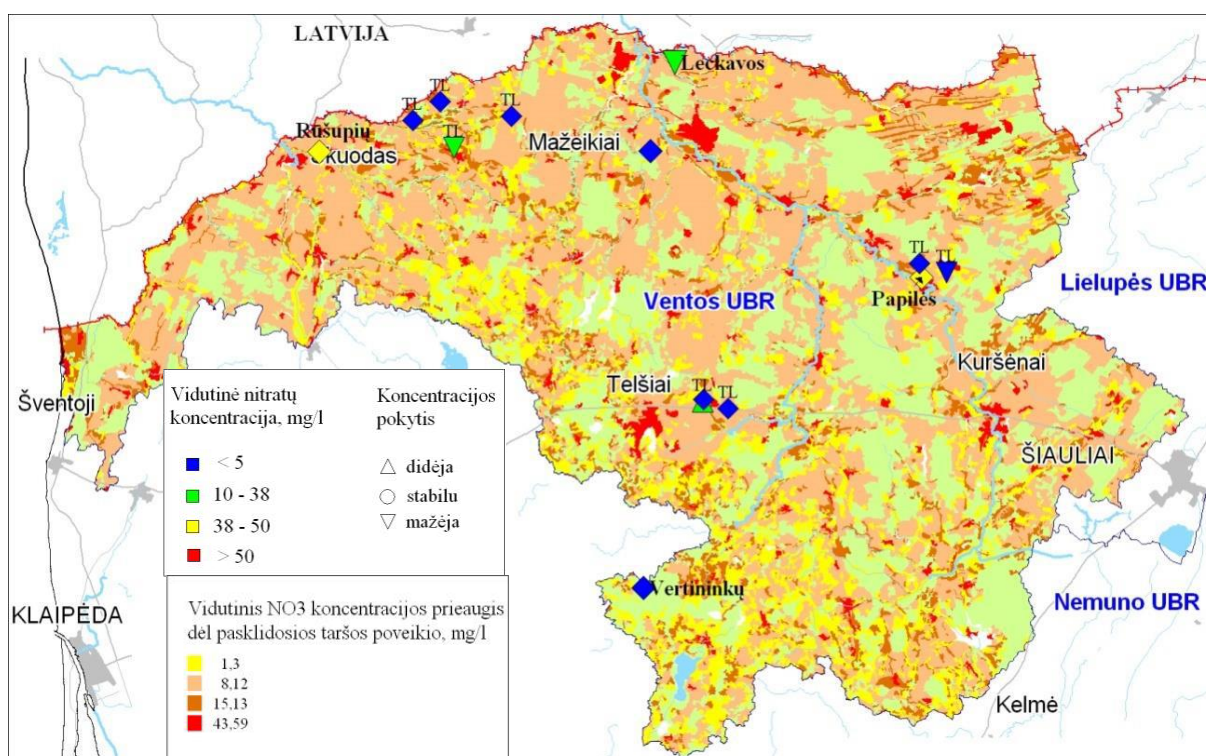
Pasklidosios ir sutelktosios taršos poveikis gruntiniam vandeniui, o per jį ir paviršinio vandens telkiniams

Ventos UBR vidutinis nitratų koncentracijos prieaugis gruntiniame vandenyje dėl pasklidosios taršos poveikio yra 9 mg/l, amonio – 0,33 mg/l. Šiame UBR gamtinės teritorijos, kuriose aptinkamos foninės nitratų ir amonio koncentracijų vertės (NO_3 – 1,55 mg/l, NH_4 – 0,21 mg/l) užima 1883 km² plotą, t.y. beveik trečdalį UBR teritorijos. Didžiausią teritorijos dalį (43 %) yra paveikusi pasklidoji tarša iš molingose dirvose esančių žemdirbystės laukų – čia vidutinė nitratų koncentracija, palyginus su foninėmis vertėmis, vidutiniškai yra padidėjusi 8,12 mg/l, amonio – 0,22 mg/l. 8 % teritorijos užima žemdirbystės laukai smėlingose dirvose, čia vidutinė nitratų koncentracija gruntiniame vandenyje yra 16,68 mg/l, amonio – 0,53 mg/l (prieaugis dėl pasklidosios taršos poveikio – atitinkamai 15,13 ir 0,32

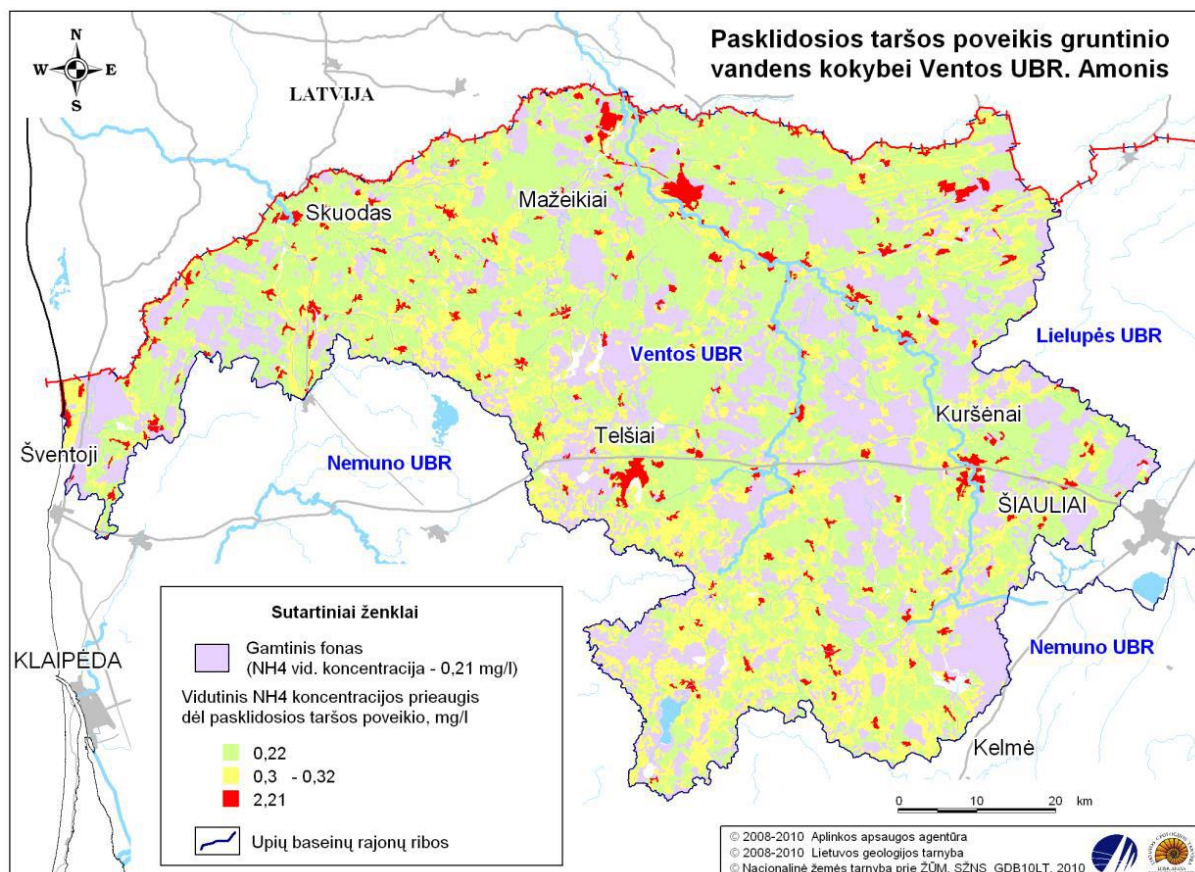
mg/l). Urbanizuotos teritorijos, kuriose stebimas didžiausias pasklidusios taršos poveikis gruntinio vandens kokybei, užima vos 3 % UBR ploto. Čia vidutinė nitratų koncentracija, palyginus su foninėmis vertėmis, vidutiniškai yra padidėjusi 43,59 mg/l ir siekia 45,14 mg/l, amonio – 2,21 mg/l ir siekia 2,44 mg/l (30 pav ir 31 pav.) [24].



29 pav. Rizikos grupei priskiriami ežerų ir tvenkinių vandens telkiniai Ventos UBR [24]



30 pav. Pasklidusios taršos poveikis gruntinio vandens kokybei. Nitratai [24]



31 pav. Pasklidusios taršos poveikis gruntinio vandens kokybei. Amonis [24]

Sutelktosios taršos poveikis.

Potencialūs geoaplinkos taršos židiniai yra registruojami LGT Geologinės informacijos sistemoje. Informacinė sistema yra pildoma iš įvairių šaltinių. Vykdantiems potencialiai taršią veiklą ūkio subjektams tokia registracija yra privaloma. Neveikiantys objektai užregistruojami specialių inventorizacijų metu. 2014 metų sausio 1 d. Potencialių geoaplinkos taršos židinių duomenų bazėje buvo registruoti 640 potencialūs gruntinio vandens sutelktosios taršos židiniai (STŽ), patenkantys į Ventos UBR teritoriją (36 lentelė) [24].

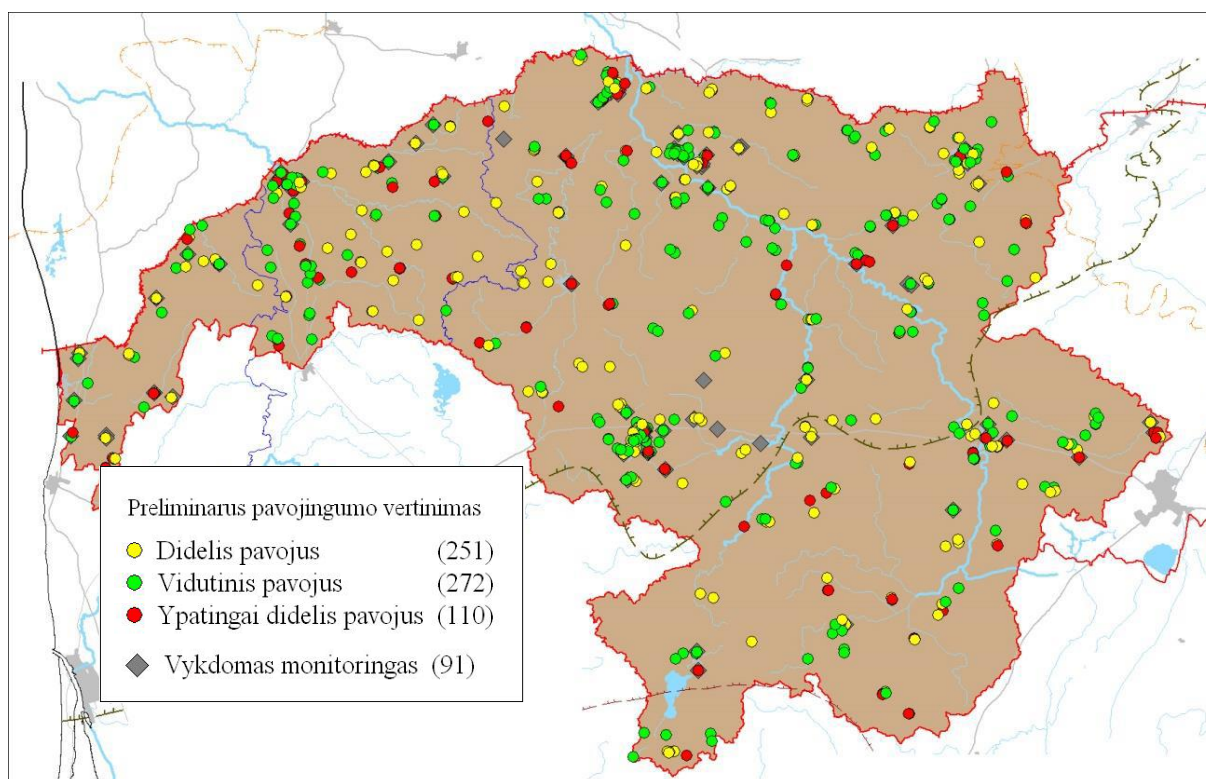
36 lentelė. Potencialūs gruntinio vandens STŽ Ventos UBR [24]

STŽ tipai ir potipiai	Kiekis	Užimamas plotas, m ²
Gyvulininkystės objektai	13	514000
Galvijų ferma	11	280000
Kiaulidė	2	234000
Pramonės, energetikos, transporto ir paslaugų objektai	355	4291448
Asfaltbetonio bazė	8	88100
Autoservisas	6	4880
Degalinė	40	86872
Depo	1	4500
Elektrinė	1	238950
Gamybos cechas	10	796356
Garažas	17	420025
Karinė teritorija	3	202650
Katilinė	20	42777
Naftos bazė	107	1085340
Plovykla	19	18260

STŽ tipai ir potipiai	Kiekis	Užimamas plotas, m ²
Technikos kiemas	110	1302738
Teršiančių medžiagų kaupimo ir regeneravimo objektai	272	2752026
Automobilių demontavimo aikštelė	13	93242
Gyvulių laidojimo vieta	1	4000
Rezervuaras	23	619394
Sandėlis	134	91052
Saugojimo aikštelė	15	77290
Sąvartynas	40	1138348
Užteršto grunto regeneravimo aikštelė	1	23000
Valymo įrenginiai	46	705700
viso	640	7557474

Bendras STŽ užimamas plotas sudaro apie 760 ha ir sudaro labai mažą (0,12 %) Ventos UBR dalį. Didesnės dalies (78 %) STŽ plotas yra mažesnis nei 1 ha. Didžiausią plotą užima gyvulininkystės objektai ir pavieniai sąvartynai, technikos kiemai. Kaip ir kitur, Ventos UBR svarbiausiais sutelktosios taršos objektais, kurie gali veikti gruntinį vandenį, o per jį paviršinį, yra gyvulininkystės kompleksai, be jų šiame UBR yra dar ir tokie potencialiai taršūs objektai kaip AB „Akmenės cementas“, „Būtingės naftos terminalas“ ir AB „Mažeikių nafta“ (naftos perdirbimo gamykla). Jos sudaro didelės technogeninės apkrovos teritorijas [24].

Kiekvieno potencialaus sutelktosios taršos židinio pavojingumas preliminariai vertinamas pagal patvirtintą metodiką, atsižvelgus į jo techninę būklę, jame esančių teršalų pavojingumą ir kiekį, padėtį jautrių ekosistemų atžvilgiu ir t.t. Didelė dalis STŽ (43 %) vertinami kaip vidutinio pavojaus aplinkai, ypatingai didelis pavojus aplinkai tikėtinas 110 STŽ (17 %) (32 pav.).



32 pav. Potencialūs gruntinio vandens STŽ Ventos UBR [24]

Tikras pavojus aplinkai yra įvertintas 148 STŽ, kuriuose atlikti ekogeologiniai tyrimai, įvertinta grunto ir gruntinio vandens tarša, 91 iš jų vykdomas poveikio požeminiam vandeniui monitoringas. Objektuose, kuriuose preliminarinių ekogeologinių tyrimų metu nustatoma neleistina tarša atliekami detalūs tyrimai, kurių pagrindu rengiamas teritorijos sanavimo (tvarkymo) planas. Tokiu būdu pagal šiuo

metu galiojančius cheminėmis medžiagomis užterštų teritorijų tvarkymo reikalavimus, ir ekogeologinių tyrimų reglamentą yra sutvarkomos pavojingiausios teritorijos arba jose imamasi priemonių gruntinio vandens taršai mažinti. Vykdančiuose potencialiai taršią veiklą ūkio subjektų teritorijose yra atliekamas poveikio požeminiam vandeniui monitoringas [24].

Įvertinus tai, kad potencialios taršos plotai apie taršos židinių gruntiniame vandeningame sluoksnyje, net esant palankioms migracijos sąlygoms, siekia apie 100 m, potencialios taršos plotas siektų apie 11,32 km². Toks plotas sudaro apie 0,18 % Ventos UBR ir bendrai gruntinio vandens būklei esminio poveikio nedaro [24].

3.2. Potencialūs taršos židiniai

3.2.1. Lietuvos geologijos tarnybos duomenų analizė

Pagal Lietuvos geologijos tarnybos (LGT) skelbiamo potencialių taršos židinių (PTŽ) žemėlapiu duomenis (33 pav., 37 lentelė), Lūksto ežero (be Paršežerio baseino) baseine yra:

- nebenaudojamas sąvartynas (Ungurio pabaseinis). Dabar šioje vietoje plečiasi stambi ferma;
- veikianti galvijų ferma, fiziškai esanti netirto bevardžio pietinio intako baseine, netoli vandenskyros su netirto bevardžio Paršežerio šiaurinio intako baseinu.

Paršežerio ežero baseine:

- Raudžio upelio pabaseinyje - neveikiantys technikos kiemas, kiaulidė, naftos bazė, (veikla vykdoma); sugriauti rezervuaras ir sandėliai.
- netirto bevardžio intako pabaseinyje, šiaurės vakaruose – neveikianti galvijų ferma.

Papio ežero baseine:

- Okvos pabaseinyje – neveikiantis, rekultivuotas sąvartynas
- pietinėje dalyje, netoli Merkio-Vokės kanalo – rekultivuotas sąvartynas, veikiantys valymo įrenginiai, katilinė, sandėlis, klasifikuoti kaip keliantys nuo vidutinio iki didelio pavojingumo paviršiniam ir požeminiams vandenims.

Didžiulio ežero baseine:

- Di2 pabaseinyje - du sugriauti sandėliai ir rekultivuotas sąvartynas.
- Dusmenos pabaseinyje – trys sugriautos galvijų fermos, sugriautas technikos kiemas ir rekultivuotas sąvartynas.

37 lentelė. Tiriamųjų ežerų baseinuose Lietuvos geologijos tarnybos skelbiami potencialūs taršos židiniai

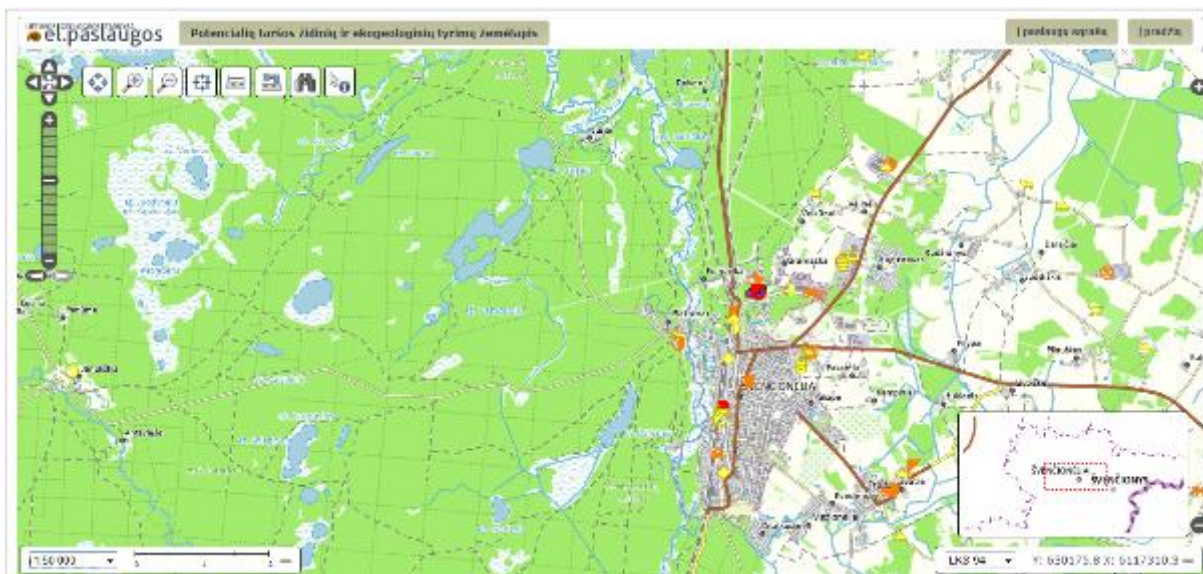
Baseinas, pabaseinis	Būklė	Anketos data	Tipas	Koordinatės LKS		Pavojingumas			
				Šiaurės	Rytų	bendras	gruntui	paviršiniam vandeniui	požeminiame vandeniui
Lūksto, Ungurio	Sugriautas	2009-09-23	Sąvartynas	6179 938	395 218	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Nežymus	Vidutinis pavojus
Lūksto	Veikiantis	2007-06-13	Galvijų ferma	6170 372	393 959	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Paršežerio	Sugriautas	2007-06-03	Galvijų ferma	6170 639	391 195	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Paršežerio, Raudžio	Neveikiantis	2007-06-04	Technikos kiemas	6168 287	394 185	Didelis pavojus	Vidutinis pavojus	Didelis pavojus	Vidutinis pavojus
Paršežerio, Raudžio	Sugriautas	2007-06-04	Naftos bazė	6168 259	394 379	Didelis pavojus	Vidutinis pavojus	Didelis pavojus	Didelis pavojus
Paršežerio, Raudžio	Sugriautas	2007-06-04	Rezervuaras	6168 287	394 930	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Paršežerio, Raudžio	Sugriautas	2007-06-04	Sandėlis	6168 334	394 995	Didelis pavojus	Didelis pavojus	Didelis pavojus	Didelis pavojus

Baseinas, pabaisinis	Būklė	Anketos data	Tipas	Koordinatės LKS		Pavojingumas			
				Šiaurės	Rytų	bendras	gruntui	paviršiniam vandeniui	požeminiam vandeniui
Paršežio, Raudžio	Sugriautas	2007-06-04	Sandėlis	6167 818	396 578	Ypatingai didelis pavojus	Ypatingai didelis pavojus	Didelis pavojus	Didelis pavojus
Papio, Okvos	Neveikiantis	2009-01-27	Sąvartynas	6041 495	577 176	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Papio	Rekultivuotas	2010-10-21	Sąvartynas	6036 775	573 392	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Nežymus pavojus	Vidutinis pavojus
Papio	Veikiantis	2009-05-26	Valymo įrenginiai	6036 342	572 292	Didelis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Didelis pavojus
Papio	Veikiantis	2009-05-26	Katilinė	6035 970	572 361	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Papio	Veikiantis	2009-05-26	Sandėlis	6035 848	572 248	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Di2	Rekultivuotas	2008-08-06	Sąvartynas	6033 440	531 210	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Di2	Sugriautas	2008-08-06	Sandėlis	6033 395	531 207	Ypatingai didelis pavojus	Didelis pavojus	Ypatingai didelis pavojus	Didelis pavojus
Didžiulio, Di2	Sugriautas	2009-08-06	Sandėlis	6033 382	531 279	Ypatingai didelis pavojus	Didelis pavojus	Ypatingai didelis pavojus	Didelis pavojus
Didžiulio, Dusmenos	Sugriautas	2008-08-06	Galvijų ferma	6037 260	530 756	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Dusmenos	Sugriautas	2008-08-06	Galvijų ferma	6035 064	533 947	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Dusmenos	Sugriautas	2008-08-06	Galvijų ferma	6033 559	532 704	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Dusmenos	Sugriautas	2008-08-06	Technikos kiemas	6033 640	532 560	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus
Didžiulio, Dusmenos	Rekultivuotas	2008-08-06	Sąvartynas	6033 479	532 908	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus	Vidutinis pavojus



33 pav. PTŽ išsidėstymas Lūksto ežero apylinkėse

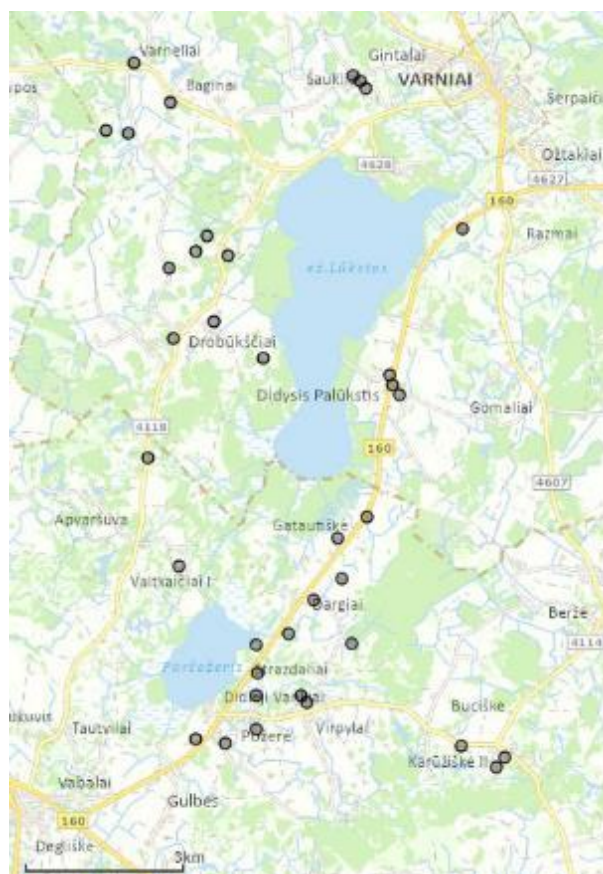
Kampuolio ežero baseine PTŽ nėra nustatyta (34 pav.). Artimiausias PTŽ yra už maždaug 3 km esantis veikiantis technikos kiemas ir naftos bazė.



34 pav. PTŽ išsidėstymas Kampuolio ežero apylinkėse

3.2.2. Galimų sutelktosios taršos šaltinių identifikavimo rezultatai

Ortofoto medžiagos analizės ir išvykų metu patikslinti galimi sutelktosios taršos šaltiniai nagrinėjamų ežerų ir jų intakų apylinkėse – fermos ir ūkiniai pastatai, kuriuose laikomi gyvuliai, didesni nei 300 m², pateikiami 38 lentelėje, 35 pav. Atkreipiamas dėmesys, kad identifikuojant galimus taršos šaltinius nebuvo įtraukti gyvenamosiose vietovėse galimai esantys individualūs ūkių valymo įrenginiai.



35 pav. Galimi sutelktosios taršos šaltiniai Lūksto ežero baseine

38 lentelė. Galimi sutelktosios taršos šaltiniai

Baseinas, pabaseinis	Tipas	Koordinatės, LKS-94	Pastaba
Lūksto, Ungurio	Fermų kompleksas	395246, 6179982	Besiplečiantis fermų kompleksas nuo apie 5100 (2010 m.) iki 11600 m ² (2017 m.)
Lūksto, Ungurio	Ferma	395382, 6179891	Apie 2000 m ²
Lūksto, Ungurio	Ferma	395482, 6179747	Apie 1400 m ²
Lūksto, Domanto	Fermų kompleksas	391818, 6179495	Besiplečiantis fermų kompleksas nuo apie 1700 (2010 m.) iki 5700 m ² (2017 m.)
Lūksto, Domanto	Ferma	391117, 6180228	Trys ūkiniai pastatai po 300 m ² , gyvenvietėje, laikomi gyvuliai
Lūksto, Domanto	Ferma	391009, 6178901	400 m ²
Lūksto, Domanto	Ūkinis pastatas	390594, 6178948	200 m ² , galimai laikomi gyvuliai
Lūksto, Domanto	Ūkinis pastatas	392506, 6176975	200 m ² , galimai laikomi gyvuliai
Lūksto, Domanto	Ūkinis pastatas	391789, 6176365	300 m ² , galimai laikomi gyvuliai
Lūksto, Domanto	Ūkinis pastatas	392284, 6176673	300 m ² , galimai laikomi gyvuliai
Lūksto, Domanto	Sąvartynas	392883, 6176601	
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	391863, 6175046	600 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	392633, 6175355	Drobūkščiai, 6 ūkiniai pastatai, bendras plotas 5800 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	393544, 6174675	Mažasis Palūkštis, 4 ūkiniai pastatai, bendras plotas 1500 m ²
Lūksto, Garduvos	Ferma	391392, 6172802	500 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	395043, 6170511	300 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	394951, 6171269	800 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	395513, 6171675	1000 m ²
Lūksto, Luk4	Ferma	396125, 6173972	400 m ²
Lūksto, Luk4	Ferma	395995, 6174154	400 m ²
Lūksto, Luk4	Ferma	395946, 6174347	400 m ²
Lūksto, bevardis (netirtas)	Ferma	397300, 6177091	1400 m ²
Paršežerio, bevardis (netirtas)	Ferma	391952, 6170749	400 m ²
Paršežerio, bevardis (netirtas)	Ferma	392276, 6167486	300 m ²
Paršežerio, bevardis (netirtas)	Ferma	392837, 6167412	300 m ²
Paršežerio, bevardis (netirtas)	Ūkiniai pastatai	393422, 6167685	Požerė, ūkiniai pastatai 200 m ²
Paršežerio, Raudžio	Ūkiniai pastatai	393420, 6168308	Požerė, ūkiniai pastatai 200 m ²
Paršežerio, Raudžio	Technikos kiemas	394267, 6168327	Technikos kiemas
Paršežerio, Raudžio	Ferma	394368, 6168191	Kiaulidė
Paršežerio, Raudžio	Ferma	398113, 6167149	1000 m ²
Paršežerio, Raudžio	Ferma	397937, 6166976	700 m ²
Paršežerio, Raudžio	Ferma	397289, 6167353	1000 m ²
Paršežerio, Raudžio	Ferma	393455, 6168741	300 m ²
Paršežerio, bevardis (netirtas)	Ferma	393430, 6169271	300 m ²
Paršežerio, Parl	Ferma	394035, 6169477	500 m ²
Paršežerio, Parl	Ferma	394511, 6170120	450 m ²
Paršežerio, Parl	Ferma	395227, 6169287	450 m ²
Didžiulio, Dusmenos	Ferma	530638, 6037262	900 m ²
Kampuolio, Ka2	Sąvartynas	623695, 6116243	apie 1 ha buvęs sąvartynas

3.3. Žalos gamtai atlyginimo teisinės bazės apžvalga

1992 m. sausio 21 d. Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymo aktualioje redakcijoje nurodyta, kad žala aplinkai – tai tiesiogiai ar netiesiogiai atsiradęs neigiamas aplinkos ar jos elementų (žemės paviršiaus ir gelmių, oro, vandens, augalų, gyvūnų, kitų gyvųjų organizmų, organinių ir neorganinių medžiagų, juos vienijančių natūraliųjų ir antropogeninių sistemų, įskaitant ir saugomas teritorijas, kraštovaizdį, biologinę įvairovę, buveines) pokytis arba jų funkcijų, turimų savybių pablogėjimas. Minėto įstatymo 32 straipsnyje nurodyta, jog pripažįstama, kad žala aplinkai padaryta, jeigu yra tiesioginis ar netiesioginis neigiamas poveikis:

1) palaikomai ar siekiamai išlaikyti rūšių ar buveinių palankiai apsaugos būklei, taip pat biologinės įvairovės, miškų, kraštovaizdžio, saugomų teritorijų būklei;

2) paviršinio ir požeminio vandens ekologiškai, cheminei, mikrobinei ir (arba) kiekybinei būklei ir (arba) ekologiniam pajėgumui (potencialui), kaip tai apibūdinta Lietuvos Respublikos vandens įstatyme, taip pat jūros aplinkos būklei, kaip tai apibūdinta Lietuvos Respublikos jūros aplinkos apsaugos įstatyme;

3) žemei, tai yra žemės užteršimas, kai teršalai pasklinda žemės paviršiuje, įterpiami į žemę ar po ja (į žemės gelmes);

4) kitiems aplinkos elementams ar kitoms jų funkcijoms.

Neigiamas poveikis paviršiniam vandens telkiniui laikomas reikšmingu, kai tenkinama bent viena iš šių sąlygų:

1) pablogėjo paviršinio vandens telkinio ekologinės būklės, ekologinio potencialo ar cheminės būklės klasė;

2) viršytos nustatytos cheminių medžiagų ribinės vertės aplinkos ministro nustatytu laikotarpiu ir aplinkos ministro nustatytame paviršinio vandens telkinio plote ar tūryje;

3) reikšmingai pablogėjo paviršinio vandens telkinio hidromorfologinė būklė.

Detalios reikšmingo neigiamo poveikio aplinkai kriterijus nustato aplinkos ministras [25].

Gamtos išteklių naudotojai ir asmenys, vykdančios ūkinę veiklą privalo imtis visų būtinų priemonių, kad būtų išvengta žalos aplinkai, žmonių sveikatai ir gyvybei, kitų asmenų turtui ir interesams, o padariusieji žalos aplinkai privalo kuo skubiau imtis veiksmų, užtikrinančių teršalų ir (arba) kitokių darančių žalą aplinkai veiksmų skubią kontrolę, sulaikymą, pašalinimą ar kitokį valdymą siekiant sumažinti ar išvengti didesnės žalos aplinkai, neigiamo poveikio žmonių sveikatai ar tolesnio aplinkos elementų funkcijų pablogėjimo. Padariusieji žalos aplinkai asmenys taip pat privalo aplinkos ministro nustatytais atvejais atkurti aplinkos būklę, taikydami aplinkos atkūrimo priemones aplinkos ministro nustatyta tvarka. Tais atvejais, kai žala aplinkai šio įstatymo nustatyta tvarka pripažįstama žala, darančia reikšmingą neigiamą poveikį aplinkai (išskyrus reikšmingą neigiamą poveikį žemei), šią žalą aplinkai padarę asmenys privalo atkurti aplinkos būklę iki pirminės būklės, taikydami aplinkos atkūrimo priemones aplinkos ministro nustatyta tvarka. Pirminė būklė nustatoma pagal turimą informaciją apie geriausią aplinkos būklę, kuri buvo žalos aplinkai padarymo metu ir kuri būtų buvusi, jeigu žala aplinkai nebūtų padaryta [25].

Padariusieji žalos aplinkai asmenys privalo Aplinkos apsaugos įstatymo nustatyta tvarka atlyginti žalą aplinkai ir kitus susijusius nuostolius. Žalos aplinkai ir kitų susijusių nuostolių dydis sumažinamas asmenų savo lėšomis įgyvendintų priemonių, kuriomis buvo atkurta aplinka ar sumažinta padaryta žala, išlaidų dydžiu. Žala aplinkai vertinama ir žalos aplinkai atlyginimo dydis apskaičiuojamas pagal aplinkos ministro patvirtintą metodiką, įvertinant pirminę aplinkos būklę (sąlygas), neigiamo poveikio aplinkai reikšmingumą, natūralaus aplinkos atsikūrimo galimybes ir laiką, atliktus veiksmus, užtikrinančius teršalų ir (arba) kitokių darančių žalą aplinkai veiksmų skubią kontrolę, sulaikymą, pašalinimą ar kitokį valdymą siekiant sumažinti ar išvengti didesnės žalos aplinkai, neigiamo poveikio žmonių sveikatai ar tolesnio aplinkos elementų funkcijų pablogėjimo, taip pat pritaikytas aplinkos atkūrimo priemones [25].

2006 m. gegužės 16 d. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-228 „Dėl aplinkos atkūrimo priemonių parinkimo bei išankstinio pritarimo gavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“

(toliau – Tvarkos aprašas) [26] reglamentuoja aplinkos atkūrimo priemonių parinkimo bei išankstinio pritarimo gavimo procedūras.

Žala aplinkai ištaisoma atkuriant pirminę aplinkos būklę pasirenkant šiuos aplinkos atkūrimo būdus: pirminį, papildomą ir kompensuojamąjį. Pirminio aplinkos atkūrimo tikslas – atkurti pažeistų aplinkos elementų ir (arba) funkcijų (savybių) pirminę būklę, papildomo aplinkos atkūrimo – atkurti tokių patį aplinkos elementų ir (arba) funkcijų (savybių) lygį, jei reikia ir alternatyvioje vietovėje, panašų į tą, kuris būtų atkurtas, jei būtų buvusi sugrąžinta pažeistos vietovės pirminė būklė, kompensuojamojo aplinkos atkūrimo – kompensuoti aplinkos elementų ir (arba) funkcijų (savybių) laikinus (tarpinius) nuostolius iki tokių aplinkos elementų ir funkcijų (savybių) atkūrimo [26].

Taikant pirminį aplinkos atkūrimo būdą, pasirenkamos aplinkos atkūrimo priemonės, kurios sugrąžina pažeistus aplinkos elementus ir (arba) pablogėjusias funkcijas (savybes) į pirminę būklę arba kiek galima artimesnę jai. Papildomos aplinkos atkūrimo priemonės taikomos aplinkos elementams ir (arba) funkcijoms (savybėms) kompensuojant tai, jog pirminis aplinkos atkūrimo būdas nevisiškai atkuria pažeistus aplinkos elementus ir (arba) funkcijas (savybes). Alternatyvi vietovė turi būti geografiškai susijusi su pažeista vietove, atsižvelgiant į gyventojų, kuriems padaryta žala, interesus. Kompensuojamojo aplinkos atkūrimo priemonės taikomos kompensuojant aplinkos elementų ir (arba) funkcijų (savybių) laikinus (tarpinius) nuostolius, susidarančius nuo žalos padarymo datos iki tol, kol pasiekiamas visiškai pirminio aplinkos atkūrimo poveikis. Tokį kompensavimą sudaro aplinkos elementų papildomi pagerinimai pažeistoje vietovėje arba alternatyvioje vietovėje [26].

Jei įvykdžius pirminį aplinkos atkūrimą neatkuriama pirminė aplinkos būklė, vykdomos papildomos aplinkos atkūrimo priemonės. Kompensuojamojo aplinkos atkūrimo priemonės vykdomos kompensuojant laikinus (tarpinius) nuostolius. Šiuo atveju netaikoma finansinė kompensacija asmenims [26].

2002 m. rugsėjo 9 d. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. 471 „Dėl aplinkai padarytos žalos atlyginimo dydžių apskaičiavimo metodikos patvirtinimo“ (toliau – Metodika) nustato aplinkai padarytos žalos atlyginimo dydžių skaičiavimo metodus. Padarytos žalos atlyginimo dydžiai skaičiuojami aplinką užteršus teisės aktais draudžiamais išmesti į aplinką teršalais ir (ar) draudžiamu būdu ar draudžiamoje vietoje, išskyrus taršą, už kurią pagal Lietuvos Respublikos mokesčio už aplinkos teršimą įstatymą turi būti mokamas mokestis. Metodika taikoma visiems juridiniams ir fiziniams asmenims, padariusiems žalą aplinkai Lietuvos teritorijoje, teritoriniuose vandenyse bei išskirtinėje šalies ekonominėje zonoje (jūroje) [27].

Metodikoje nurodyta, kad jei žala padaryta keliomis teršiančiomis medžiagomis, atlyginimo dydis skaičiuojamas sumuojant atskirų medžiagų padarytos žalos atlyginimo dydžius. Jeigu teršimo metu arba po jo susidaro pavojingesni teršalai, žalos atlyginimo dydis skaičiuojamas susidariusiam junginiui. Jei žala padaryta keliems aplinkos komponentams, jos atlyginimo dydis skaičiuojamas kaip žalos atskiriems komponentams suma. Faktinis išmestų (išleistų) į aplinką teršalų arba atliekų kiekis nustatomas, vadovaujantis turima informacija apie pradinius (prieš išmetimą/patekimą į aplinką) ir likutinius teršalų arba atliekų kiekius, tiesioginių teršalų arba atliekų išmetimo matavimų arba skaičiavimų rezultatais, aplinkos būklės pokyčio matavimais (pradinė aplinkos būklė vertinama pagal faktinius duomenis (matavimus) arba, kai tokių duomenų nėra, – pagal teisės aktuose patvirtintus foninės būklės rodiklius), kitokių tyrimų, ekspertinio vertinimo rezultatais [27].

Užbaigus taršos likvidavimo darbus, aplinkos apsaugos institucija padarytą žalą įvertina, apskaičiuoja padarytos žalos dydį bei pateikia pažeidėjui pretenziją su aplinkai padarytos žalos apskaičiavimais [27].

Vadovaujantis Aplinkos apsaugos įstatymo [25] 32 straipsniu, visi juridiniai ir fiziniai asmenys, neteisėta veika padarę žalą aplinkai, privalo atlyginti visus nuostolius ir, esant galimybei, sušvelninti pažeidimo pasekmes [27]. Žalos aplinkai, įskaitant ir žalą vandens telkiniams, atlyginimo dydžiai skaičiuojami pagal Metodikoje pateiktas formules.

Darytina išvada, kad svarbu kontroliuoti ūkio subjektų veiklą ir pastebėjus neleistiną aplinkos taršą imtis prevencinių veiksmų siekiant apsaugoti aplinką. Aukščiau aprašytas teisinis žalos aplinkai atlyginimo reglamentavimas aprašo metodinius žalos aplinkai įvertinimo principus ir tvarką, kuri leidžia skaitine verte įvertinti aplinkai padarytą žalą ir numatyti aplinkos atkūrimo priemones.

3.4. Apibendrinimas

Pagal UBR valdymo planą [24] Paršežerio ežeras patenka į plotą, kuriame N_b taršos apkrovos siekia 70,1 – 100 kg/ha, o P_b taršos apkrovos – 12,1 – 16,0 kg/ha. Tuo tarpu Lūksto ežeras patenka į mažesnę apkrovą patiriančią teritoriją: N_b taršos apkrovos siekia 50,1 – 70,0 kg/ha, o P_b – 8,1 – 12,0 kg/ha.

Pagal UBR valdymo planą [23] Didžiulio ežero baseine N_b apkrovos sudaro <30 kg/ha, P_b 4-8 kg/ha, Papio ežero baseine N_b <30 kg/ha, P_b <4 kg/ha, Kampuolio ežero baseine žemės ūkio veikla nevykdoma.

Kampuolio, Papio ir Didžiulio ežerai nepatenka į zonas, kuriose yra tirpaus mineralinio azoto ir fosforo vidutinių metinių koncentracijų padidėjimas dėl prietakos iš drenažo sistemų daugiau 0,134 mg/l (NO_3-N) ir daugiau 0,003 mg/l (PO_4-P).

Pagal Nemuno UBR valdymo plane nurodytus duomenis, Didžiulio ežeras patiria dabarties ir praeities rizikos veiksnius, o Papio ežeras – nežinomus rizikos veiksnius, kurie daro įtaką ežerų būklei. Kampuolio ežeras nenurodytas kaip riziką patiriantis.

Naudojantis Lietuvos geologijos tarnybos skelbiamo potencialių taršos židinių žemėlapiu, ortofoto medžiagos analizės ir išvykų metu patikslinti galimi sutelktosios taršos šaltiniai – sąvartynai, sandėliai, fermos ir ūkiniai pastatai:

- Pagal Lietuvos geologijos tarnybos skelbiamo potencialių taršos židinių sąrašą, potencialių taršos židinių nagrinėjamuose baseinuose yra: Lūksto baseine 2, Paršežerio - 6, Papio - 5, Didžiulio - 8, Kampuolio neregistruota.
- Ortofoto medžiagos analizės ir išvykų metu patikslinti galimi sutelktosios taršos šaltiniai fermos ir ūkiniai pastatai, kuriuose laikomi gyvuliai, didesni nei 300 m²: Lūksto ežero baseine 21, Paršežerio – 15, Didžiulio – 1. Kampuolio ežero baseine nustatytas galimai buvęs intensyviai eksploatuotas neregistruotas sąvartynas.

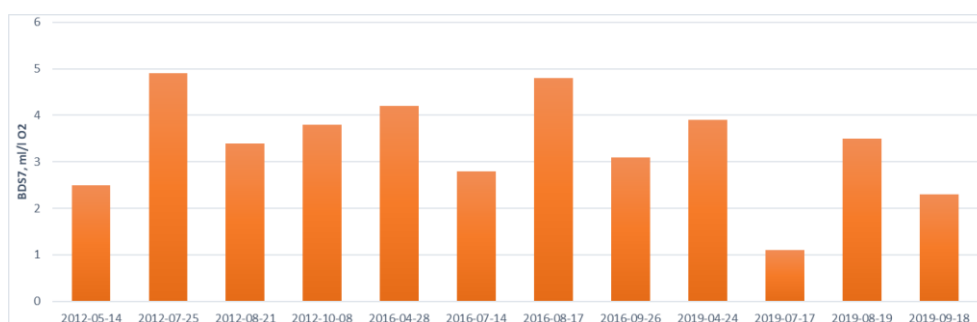
Svarbu kontroliuoti ūkio subjektų veiklą ir pastebėjus neleistiną aplinkos taršą imtis prevencinių veiksmų siekiant apsaugoti aplinką. Aukščiau aprašytas teisinis žalos aplinkai atlyginimo reglamentavimas aprašo metodinius žalos aplinkai įvertinimo principus ir tvarką, kuri leidžia skaitine verte įvertinti aplinkai padarytą žalą ir numatyti aplinkos atkūrimo priemones.

4. TYRIMŲ REZULTATAI

4.1. Monitoringo duomenų analizė

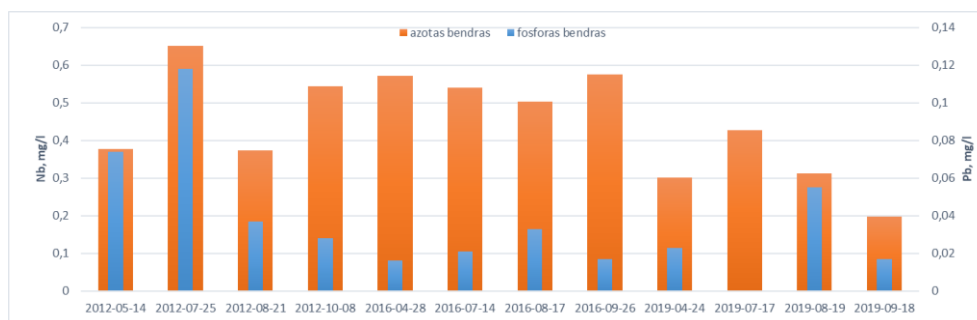
Analizuojami ežerai Didžiulis (ežero kodas LR upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė 11040126, vandens telkinio kodas LT111040126), Kampuolis (Ežero kodas LR upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė 12130282, vandens telkinio kodas LT1121302820), Papis (Ežero kodas LR upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė 12030180, vandens telkinio kodas LT112030180) yra pietryčių Lietuvos ežerai, natūralūs vandens telkiniai. Didžiulio ir Papio ežerai priskirti 1 tipo vandens telkiniams, o Kampuolis 2 tipo.

Paršežerio (ežero kodas LR upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė 30030062, vandens telkinio kodas LT330030062), Lūksto (ežero kodas LR upių, ežerų ir tvenkinių kadastrė 30030063, vandens telkinio kodas LT330030063) ežerai yra vakarų Lietuvos ežerai, kurie priskirti 1 tipo vandens telkiniams, jie taip pat yra natūralūs. Visi nagrinėjami ežerai neatitinka bendros vandens telkinio geros būklės. Ekologinės būklės atžvilgiu Didžiulio, Papio ir Lūksto ežerai atitinka vidutinę ekologinę klasę, Kampuolio ir Paršežerio – blogą. Vertinant atskirų ežerų būklę per kelerius pastaruosius metus, reikėtų atkreipti dėmesį, kad Kampuolio ežere nuo 2012 metų iki 2019 metų organinių medžiagų (BDS₇) koncentracijos sumažėjo beveik 30 proc. ir pagal šį kriterijų atitinka gerą ekologinę būklę (36 pav.).



36 pav. Kampuolio ežero BDS₇ koncentracijų kaita per 2012-2019 m.

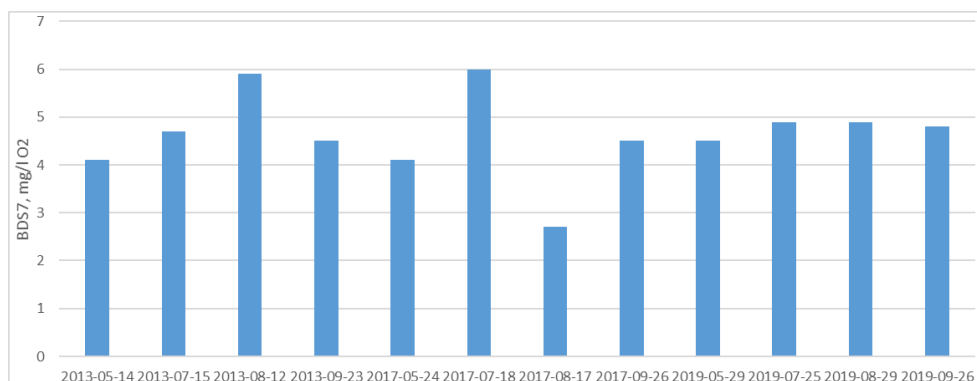
Bendrojo azoto (N_b) koncentracijos per nagrinėjamą laikotarpį neviršijo labai geros ekologinės būklės klasės kriterijų, o bendrojo fosforo (P_b) koncentracijos 2019 metais lyginant su 2012 metais sumažėjo daugiau nei 50 proc., tačiau N:P santykis rodo, kad ežere yra puikios sąlygos fitoplanktonui vystytis (37 pav.). Ežero skaidrumo parametras siekia vidutinę ekologinę klasę, suspenduotų (skendinčių) medžiagų koncentracijos vidutiniškai siekia 4,5 mg/l.



37 pav. Kampuolio ežero Nb ir Pb koncentracijų kaita per 2012-2019 m.

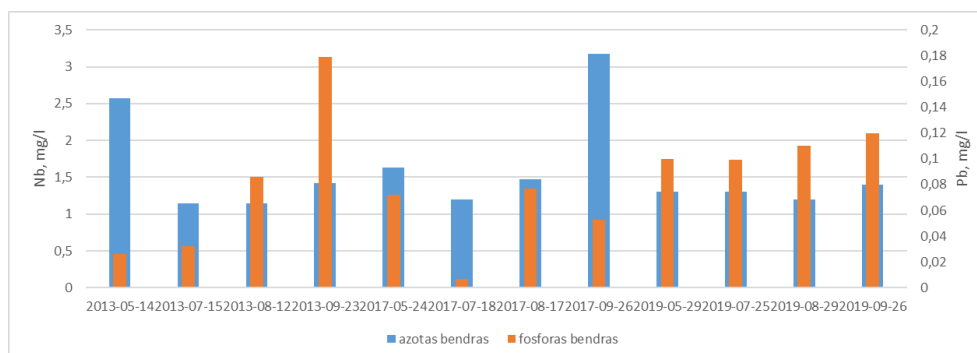
Pagal fitoplanktono ir makrozoobentos indeksus ežeras atitinka vidutinę ekologinę klasę, o pagal žuvų indeksą – blogą. Galima teigti, kad ežero bendrą blogą būklę suformavo praeities ūkinė veikla.

Didžiulio ežero vandens kokybės rodikliai prastesni, lyginant su Kampuolio ežeru, ir per 2013-2019 metų laikotarpį stebimas tik N_b koncentracijų sumažėjimas iki 20 proc. ir atitinka gerą ekologinę būklę, tačiau BDS_7 koncentracijos nuolat viršijo geros ekologinės klasės kriterijaus vertes (38 pav.) ir atitiko vidutinę ekologinę klasę.



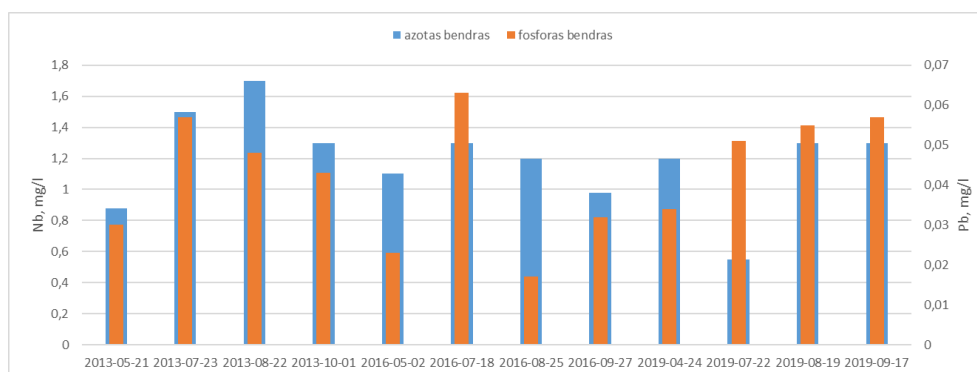
38 pav. Didžiulio ežero BDS_7 koncentracijų kaita per 2013-2019 m.

P_b koncentracijos per nagrinėjamą laikotarpį kito įvairiai – 2013 metais koncentracijos viršijo geros klasės rodiklius 33 proc., o 2017 metais vidutinė P_b koncentracija tenkino geros vandens klasės vertę, tačiau gegužės ir rugpjūčio mėnesiais siekė vidutinės klasės reikšmes (39 pav.).



39 pav. Didžiulio ežero N_b ir P_b koncentracijų kaita per 2013-2019 m.

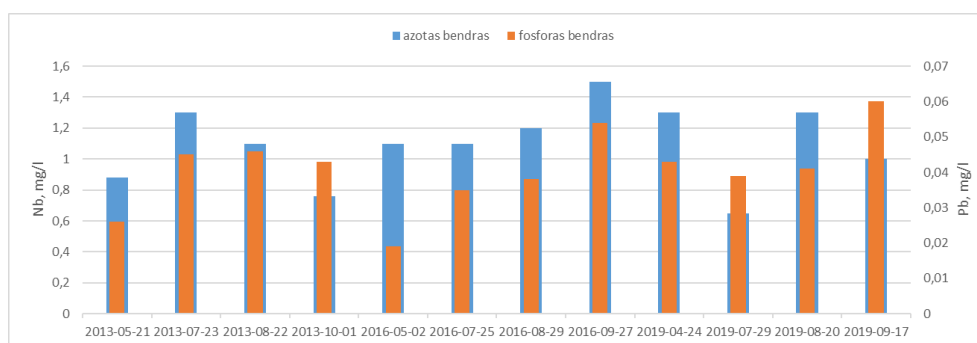
2019 metais ežero būklė pagal P_b parametą atitiko blogos ekologinės klasės vertes. Šis ežeras paveiktas antropogeninės veiklos ir dėl netinkamai reguliuojamo vandens lygio jis praranda savaiminio apsivalymo galimybę.



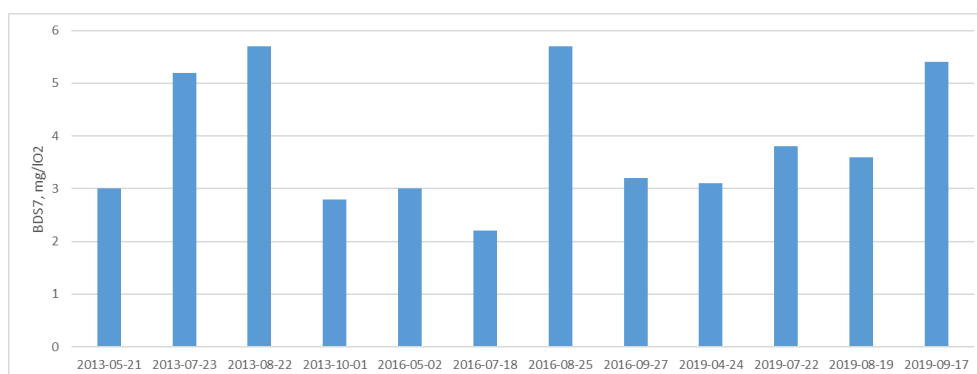
40 pav. Paršežerio ežero N_b ir P_b koncentracijų kaita per 2013-2019 m.

Ežero skaidrumas atitinka blogą ekologinę būklę, o suspenduotų (skendinčių) medžiagų koncentracijos vidutiniškai kito nuo 6 iki 12 mg/l. Pagal fitoplanktono ir žuvų indeksus ežeras atitinka vidutinę ekologinę būklę, o pagal makrobestuburių indeksą – gerą.

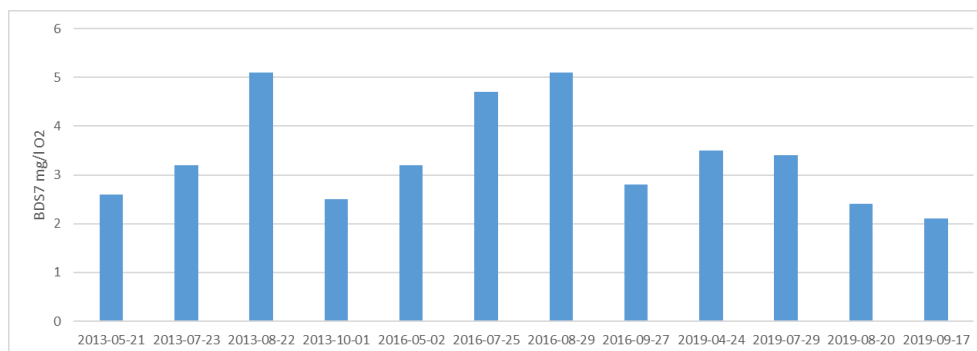
Lūksto ir Paršežerio ežeruose per nagrinėjamą laikotarpį nei N_b , nei P_b ir BDS_7 koncentracijos nebuvo viršytos arba geros klasės reikšmės viršytos nežymiai. Vertinant ežerų skaidrumo parametą nustatyta, kad Lūksto ežero skaidrumas atitinka gerą ekologinę būklę, tačiau Paršežerio skaidrumo vidutinės reikšmės yra ribose taro vidutinės ir blogos ekologinės būklės. Suspenduotų (skendinčių) medžiagų Paršežerio ežere yra apie 10 mg/l, o Lūksto ežere 2019 metų duomenimis rugsėjo mėnesį siekė net 39 mg/l. Paršežeris pagal fitoplanktono bei makrobestuburių indeksus atitinka blogą ekologinės klasės būklę. Lūksto ežero žuvų indeksas rodo, kad ežeras yra vidutinės ekologinės klasės, o pagal fitoplanktono indeksą – atitinka gerą ekologinę klasę (40 pav -43 pav.).



41 pav. Lūksto ežero N_b ir P_b koncentracijų kaita per 2013-2019 m.



42 pav. Paršežerio ežero BDS_7 koncentracijų kaita per 2013-2019 m.



43 pav. Lūksto ežero BDS_7 koncentracijų kaita per 2013-2019 m.

Papio ežero monitoringinių duomenų yra nedaug ir jie rodo, kad pagal N_b ir P_b koncentracijas vandens kokybė yra gera.

Vertinant visų nagrinėtų ežerų ekologinės būklės pokyčius per 2010-2013 ir 2014-2018 metų laikotarpius [22] pastebėta, kad Lūksto ežero ekologinė būklė suprastėjo nuo vidutinės iki blogos. Suprastėję parametrai yra vandens skaidrumas, fitoplanktono bei dugno bestuburių rodikliai, tačiau pagerėjo bendrojo fosforo reikšmės. Paršežerio ežero ekologinė būklė per du nagrinėjamus laikotarpius nepakito ir išlieka bloga, neatitinkantys geros būklės parametrai yra vandens skaidrumas, fitoplanktonas bei dugno bestuburiai. Didžiulio ežero ekologinė būklė nuo 2010-2013 metų laikotarpio pablogėjo nuo vidutinės iki blogos. Suprastėjo fitoplanktono parametrai, tačiau bendrojo fosforo reikšmės sumažėjo, o vandens skaidrumo, bendrojo azoto bei BDS₇ duomenų rezultatai nekito per abu laikotarpius. Vienintelio Kampuolio ežero, iš visų nagrinėjamų ežerų, ekologinė būklė pagerėjo nuo blogos iki vidutinės. Bendrojo fosforo ir dugno bestuburių parametrai pagerėjo, tačiau vandens skaidrumo, bendrojo azoto, BDS₇ bei fitoplanktono parametrai nepakito.

4.2. Fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai Papio ežere

Papio ežere gegužės mėnesio antroje pusėje, liepos mėnesio antroje pusėje, rugpjūčio mėnesio antroje pusėje, rugsėjo mėnesio antroje pusėje-spalio mėnesio pirmoje pusėje atlikti ežero vandens fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimai (39 lentelė).

39 lentelė. Papio ežero vandens fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių tyrimų rezultatai

	2020-05-17	2020-07-21	2020-08-26	2020-09-23
Skaidrumo, Secchi, m	1,54	1,22	1,00	0,90
pH	7,21	7,23	7,05	7,02
O ₂ , mg/l	5,12	5,47	4,28	3,18
BDS ₇ , mg/l O ₂	8,40	8,80	5,80	6,12
NH ₄ -N, mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
NO ₃ -N, mg/l	<1,00	0,26	<1,00	<1,00
NO ₂ -N, mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
N _b , mg/l	1,60	2,40	1,80	1,20
PO ₄ -P, mg/l	0,035	0,031	0,030	0,031
P _b , mg/l	0,047	0,047	0,041	0,035

Per nagrinėjamą laikotarpį pagal N_b, P_b koncentracijas ežeras atitinka geros ekologinės būklės klasės rodiklius. BDS₇ koncentracijos viršija labai blogos klasės reikšmes, galimai dėl to, kad mėginiai imti ežero 0,5 m. gylyje, kur būdavo nuo dugno pakilusių dalelių. Papio ežero vidutinis gylis 0,9 m., giliausia vieta 1,6 m. rasta giliausia vieta 1,5, čia atlikti skaidrumo tyrimai. Mėginiai imti vidutinio gylio zonoje. Amonio azoto koncentracijos atitiko labai geros būklės kriterijus, tai rodo BDS₇ koncentracijų gamtinę kilmę.

4.3. Lūksto ežero žuvų tyrimų rezultatai

Hidromorfologinės charakteristikos ir ežero tipas

Ežeras priklauso Ventos baseinui. Pietinis ir šiaurės rytų krantai lėkšti bei pelkėti, šiaurės vakaruose statoki. Ežero pakrantės apaugusios miškeliais ir krūmais. Apyežerėje vyrauja pievos ir dirbami laukai, šiaurės rytuose yra Debesnų pelkė. Į ežerą įteka Sietuva, Garduva, Domantas, Ungurys ir dar trys upeliai, išteka – Varnelė. Vandens apykaitos greitis – 77% per metus. Ežero litoralė gana plati, beveik ištisai apaugusi plačia ir tankia nendrių juosta. Vanduo neskaidrus, vyraujantis gruntas –

dumblingas smėlis. Lūksto ežero plotas siekia 1000,9 ha, tačiau maksimalus gylis – tik 7 m, o vidutinis gylis – 3,6 m (40 lentelė). Pagal maksimalaus ir vidutinio gylio rodiklį Lūksto ežeras priskirtinas seklių, polimiktinių ežerų grupei. Pagal žuvininkystės tipą priskirtas karšiniams ežerams, kuriuose tinkamos sąlygos gyventi sterkams.

40 lentelė. Lūksto ežero morfometrinės charakteristikos

Baseinas	Didžiausias gylis, m	Vidutinis gylis, m	Plotas valstybinės reikšmės ežerų sąraše, ha	Savivaldybė	Tyrimų metai
Ventos	7	3,6	1000,9	Telšių	2020

Žuvų rūšinė ir amžinė sudėtis laimikyje

Tyrimų metu sugautos 11 rūšių žuvis (41 lentelė). Starkio, ešerio, lydekos, karšio ir kuojos laimikius sudarė leistina sužvejoti dydį pasiekę bei jaunesni (1 – 2 m. bėgyje leistina sužvejoti dydį pasiekiantys ar dar jaunesni) individai. Raudžiū sugauti tik jaunikliai bei leistina sužvejoti dydį pasiekę individai, o lynų – tik leistina sužvejoti dydį pasiekę individai. Duomenys apie faktinius įvairaus amžiaus žuvų individų laimikius skirtingo akytumo tinklų segmentuose yra pateikti 41 lentelėje.

41 lentelė. Faktiniai laimikiai skirtingo akytumo tinklų segmentuose. Pilkuose laukeliuose nurodyti tinklų segmentai, kurių bendras ilgis (gaudančių tinklų ilgis) naudotas atitinkamos rūšies žuvų grupių gausumui ir biomasei perskaičiuoti į ploto vienetą – hektarą).

Rūšis	Grupė		Tinklų segmentų akies diametras (skaitiklyje) ir ilgis (vardiklyje)											Viso SŽP	Gaudančių tinklų ilgis
			14 80	18 80	22 80	25 80	30 80	40 80	45 240	50 320	60 320	70 240	80 180		
Ešeris	juv.	N, vnt.	159	28	2	2								191	320
		B, g	2253	686	66	39								3044	
	NV	N, vnt.	2	5	3	2	1							13	400
		B, g	106	338	145	188	89							866	
	V	N, vnt.	1	1	2	4	5	3	15	7	1	1		40	1600
		B, g	270	127	259	562	902	702	5147	3070	892	811		12742	
Raudė	juv.	N, vnt.		2										2	160
		B, g		68										68	
	V	N, vnt.					1	1						2	800
		B, g					348	356						704	
Kuoja	juv.	N, vnt.	463	465	58	12								998	320
		B, g	9848	14162	1860	571								26441	
	NV	N, vnt.	58	257	88	8	4	1						416	480
		B, g	2068	10879	4418	535	350	71						18321	
	V	N, vnt.	1		1	23	21	9	47	19	2			123	1360
		B, g	110		127	3964	5263	3423	15753	8398	1548			38586	
Karšis	juv.	N, vnt.	22	31	25	27	23	3						131	480
		B, g	531	859	1174	1971	2059	236						6830	
	NV	N, vnt.				10	13	18	82	31	1			155	1120
		B, g				1242	1646	2787	14109	7743	386			27913	
	V	N, vnt.								3	6	1	1	11	1060
		B, g								1964	3462	525	1179	7130	
Starkis	juv.	N, vnt.	1	1										2	320
		B, g	17	10										27	
	NV	N, vnt.			1				4					5	560
		B, g			133				2010					2143	
	V	N, vnt.						1	3	3	6		1	14	1380
		B, g						1189	3936	3188	11513		4230	24056	
Lydeka	juv.	N, vnt.	1	1										2	320
		B, g	38	50										88	
	NV	N, vnt.					1							1	240

Rūšis	Grupė	Tinklų segmentų akies diametras (skaitiklyje) ir ilgis (vardiklyje)											Viso SŽP	Gaudančių tinklų ilgis
		14 80	18 80	22 80	25 80	30 80	40 80	45 240	50 320	60 320	70 240	80 180		
	B, g						348						348	
	V					1 1522		2 7150	1 2683				4 9833	1280
Lynas	V								1 972	1 992			2 1964	1200
Plakis														
	N, vnt.	98	102	48	18	6	1	4	1				278	1360
	B, g	1456	2534	1735	1219	397	138	668	190				8337	
P. aukšlė														
	N, vnt.	475	5	4	2								486	320
	B, g	11559	142	114	46								11861	
Pūgžlys														
	N, vnt.	71	3		3								77	320
	B, g	871	53		38								962	
Gružlys														
	N, vnt.	1											1	80
	B, g	20											20	

Vertingesnių žuvų rūšių tarpe labai didelė amžinių grupių įvairovė yra ešerių laimikiuose, kuriuos sudarė 11 amžinių grupių žuvys. Taip pat gana didelė amžinė įvairovė starkingų ir karšių (7 amžinės grupės), lydekų (5), o lynų sugauta tik tos pačios amžinės klasės individų (42 lentelė).

42 lentelė. Tyrimų metu sugautų vertingesnių žuvų individų amžius, vidutinis kūno ilgis ir svoris.

		Amžius (metai)												
		0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	14+
Ešerys	L, cm			10,88	12,47	15,45	18,75	21,95	23,7	27,39	29,85	32,65	35,08	40,3
	Q, g			12,92	17,79	38	70,88	129,13	167,8	255,3	331,83	444,75	563,8	892
Karšis	L, cm			12,57	18,57	24,1	29,45	35,65	40,58	48,40				
	Q, g			20,60	63,28	135,91	245,65	467,64	664,25	1179				
Lynas	L, cm									41,2				
	Q, g									982				
Starkis	L, cm	13,05	24,5		37,83	48,65	53,68	60,9		78,5				
	Q, g	13,5	133		502,5	1133,83	1508,25	2330		4230				
Lydeka	L, cm	20,45			41,25		62,7	76,15		78,6				
	Q, g	44			469		1522	2641,5		4550				

Gausumas, biomasė ir produkcija

Perskaičiuojant faktinius laimikius į žuvų gausumą ir biomasę ploto vienetu, visų rūšių žuvims naudotas „0,1“ gaudymo efektyvumo koeficientas. Bendros naudotinos produkcijos dydžio apskaičiavimui ežero plotas prilygintas 1000,9 ha. Duomenys apie žuvų gausumo, biomasės ir produkcijos rodiklius bei jų perskaičiavimo į galimą naudoti (Pvd) bei eksploatuotiną (Peks) produkciją koeficientus yra pateikti 43 lentelėje.

Atsižvelgiant į verslinio/neverslinio dydžio individų skaičiaus santykį, pritaikant K2 koeficientą atitinkama dalimi buvo mažinama ešerių, kuojų, starkingų, lydekų (santykinai pernelyg mažas leistino

sužvejoti dydį pasiekiančių - NV individų skaičius), lynų (sugauti tik V individai) ir raudės (sugauti tik V ir juv. grupių individai) eksploatuotina produkcija. Rūšims, kurių dydis nelimituojamas (ir individai neskirstyti į dydžio grupes), koeficientas K2 standartiškai prilygintas 0,7.

43 lentelė. Apskaičiuotas žuvų gausumas, biomasė, bendra eksploatuotina produkcija ir verslinė produkcija (faktinių laimikio duomenų perskaičiavimo į verslinę produkciją procedūra detaliau aprašyta metodikos skyriuje).

Rūšis	Grupė	N (vnt) ¹	B (kg) ¹	Apg. plotas (ha) ²	K1 ³	N (vnt./ha) ⁴	B (kg/ha) ⁴	P ³ (kg/ha) ⁵	K2 ⁶	Pvd. (kg/ha) ⁷	Pvd. (kg) ⁷	Peks. (kg/ha) ⁸	Peks. (kg) ⁸
Ešeris	juv.	191	3,044	0,32	0,6	3581	57,1	5,7					
	NV	13	0,866	0,4	0,6	195	13	1,3					
	V	40	12,742	1,6	0,6	150	47,8	4,8	0,5	2,4	2391	0,6	598
Raudė	juv.	2	0,068	0,16	0,4	50	1,7	0,2					
	V	2	0,704	0,8	0,4	10	3,5	0,4	0,375	0,1	132	0,07	66
Kuoja	juv.	998	26,441	0,32	0,6	18713	495,8	49,6					
	NV	416	18,321	0,48	0,6	5200	229	22,9					
	V	123	38,586	1,36	0,6	543	170,2	17	0,756	12,9	12881	0,32	3220
Karšis	juv.	131	6,83	0,48	0,5	1365	71,2	7,1					
	NV	155	27,913	1,12	0,5	692	124,6	12,5					
	V	11	7,13	1,06	0,5	52	33,6	3,4	1	3,4	3366	1,68	1683
Starkis	juv.	2	0,027	0,32	0,5	31	0,4	0,04					
	NV	5	2,143	0,56	0,5	45	19,1	1,9					
	V	14	24,056	1,38	0,5	51	87,2	8,7	0,5	4,4	4362	2,18	2181
Lydeka	juv.	2	0,088	0,32	0,5	31	1,4	0,1					
	NV	1	0,348	0,24	0,5	21	7,3	0,7					
	V	4	9,833	1,28	0,5	16	38,4	3,8	0,5	1,9	1922	0,96	961
Lynas	V	2	1,964	1,2	0,4	7	6,6	0,7	0,25	0,2	164	0,08	82
Plakis		278	8,337	1,36	0,5	1022	30,7	3,1	0,7	2,2	2148	0,5	537
P. aukšlė		486	11,861	0,32	0,6	9113	222,4	22,2	0,7	15,6	15582	7,78	7791
Pūgžlys		77	0,962	0,48	0,6	963	12	1	0,7	0,8	843	0,42	421
Gružlys		1	0,02	0,08	0,4	50	1	0,1	0,7	0,07	70	0,04	35
Viso:						41898	1673,8	167,4		43,8	43860	17,6	17620
Tik vertingos, leidžiamo sužvejoti dydžio žuvis:						275	213,5	21,4		12,2	12205	5,5	5545

¹ faktiniai žuvų laimikiai;

² apgaudytas plotas apskaičiuotas GT ilgi (nurodytą 42 lentelėje) dalinant iš 1000;

³ K1 - nuo ežero tipo priklausantis žuvų gausumo ir biomasės ploto vienetu korekcijos koeficientas (žr. Skyrių „Metodika“);

⁴ apskaičiuoti pagal formulę: N, B (ha) = N, B / Apg. plotas / 0,1 (žvejojimo efektyvumo koef.) * K1;

⁵ produkcija P (kg/ha) apskaičiuota žuvų biomasę B (kg/ha) dalinant iš 10;

⁶ K2 – V ir NV dydžio žuvų individų skaičiaus santykiu pagrįstas produkcijos korekcijos koeficientas;

⁷ leidžiamo sužvejoti dydžio žuvų produkcija Pvd (kg/ha) apskaičiuota absoliučią produkciją P (kg/ha) dauginant iš korekcijos koeficiento K2.

⁸ skirtingų žuvų rūšių eksploatuotina produkcija Peks. (kg/ha) apskaičiuota leidžiamo sužvejoti dydžio žuvų produkciją Pvd (kg/ha) dauginant iš koeficiento „0,25“ arba „0,5“ (žr. skyrių „Metodika“).

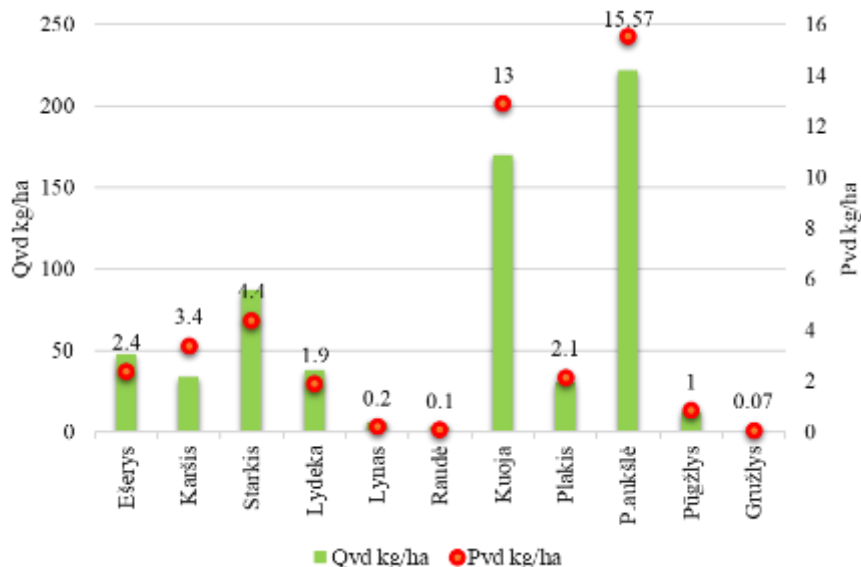
Iš vertingų žuvų rūšių tik karšių NV grupės individų produkcija buvo ženkliai didesnė nei V grupės produkcija (ženklus verslinį dydį pasiekiančių žuvų pagausėjimas nenusimato), todėl produkcijos santykiu pagrįstas koeficientas nebuvo perskaičiuotas (K1 prilygintas 1).

Lūksto ežeras priskiriamas seklių, greitai persimaišančių (Poly) ežerų grupei (2 lentelė). Atitinkamai, perskaičiuojant kiekvienos rūšies žuvų produkciją, atsižvelgiant į naudingą ežero plotą

(kuriame atitinkamos rūšies žuvys potencialiai gali būti paplitę), naudotos Poly ežerams taikomos koeficiento K1 vertės, kurios pateiktos 3 lentelėje.

Nustatyta, kad bendra žuvų biomasė Lūksto ežere siekia beveik 1673,8 kg/ha, o bendras visų žuvų gausumas sudaro 41898 ind./ha. Vertingų žuvų rūšių biomasė ir gausumas ženkliai mažesni ir atitinkamai siekia 213,5 kg/ha ir 275 ind./ha. Tokią mažą santykinę vertingų žuvų biomasės dalį nuo bendros žuvų bendrijos lėmė ypatingai didelis smulkių kuojų ir paprastųjų aukšlių gausumas bei biomasė. Paprastosios aukšlės ir kuojos priskiriamos juv. grupei sudaro net 66,4% visų žuvų gausumo ir 42,9% bendros visų žuvų biomasės, atitinkamai p. aukšlės 21,7% gausumo ir 13,3% biomasės, kuojos – 44,7% gausumo ir 29,6% biomasės (44 pav.).

Apskaičiuota visų žuvų rūšių, pasiekusių leistiną sužvejoti dydį, produkcija (Pvd) sudaro 43,8 kg/ha. Trečdalis šios produkcijos tenka p. aukšlėms net 15,57 kg/ha, kiek mažesnę dalį sudaro kuojos – 13 kg/ha. Leistiną sužvejoti dydį pasiekusių vertingų žuvų produkcija ežere siekia 12,2 kg/ha, kurios daugiau kaip trečdalią šios produkcijos sudaro starkingų produkcija – 4,4 kg/ha. Karšio, ešerio ir lydekos leistino sužvejoti dydžio žuvų produkcija atitinkamai siekia – 3,4 kg/ha, 2,4 kg/ha ir 1,9 kg/ha. Vertingų žuvų tarpe apskaičiuota lyno produkcija pati mažiausia ir siekia tik 0,2 kg/ha.



44 pav. Lūksto ežero žuvų rūšių biomasė (Q) ir leistiną sužvejoti dydį pasiekusių individų produkcija (Pvd) ploto vienete (ha).

Nustatyta bendra visų leistiną sužvejoti dydį pasiekusių vertingų žuvų eksploatuotina produkcija (Peks) ežere sudaro 17,6 kg/ha. Beveik pusę šios produkcijos sudaro p. aukšlių produkcija (7,78 kg/ha). Vertingų žuvų eksploatuotina produkcija sudaro beveik trečdalią – 5,5 kg/ha. Didžiausią dalį vertingų žuvų eksploatuotinos produkcijos sudaro starkingai ir karšiai, atitinkamai 2,18 ir 1,68 kg/ha. Kiek mažesnę dalį tenka lydekai – 1 kg/ha ir ešeriui – 0,6 kg/ha. Lyno eksploatuotina produkcija tesudaro 0,1 kg/ha.

Lydekų gausumas ir biomasė

Atliktų tyrimų metu nustatytas bendras lydekų gausumas ir biomasė siekia 67,7 ind./ha ir 47 kg/ha. Santykinis gausumas sudaro vos 0,16 %, o santykinė biomasė 2,8%. Didžioji dalis lydekų buvo sugauta litoralėje arba netoli jos, kas turi įtakos šios žuvų rūšies žvejybos efektyvumui. Dėl lydekų teritoriškumo ir mitybos specifikos (dažniausiai lydekos medžioja iš pasalų tykodamos savo grobio), ypač šiltuoju periodu lydekos nemigruoja taip intensyviai telkinyje kaip kitos žuvų rūšys ieškodamos

maisto. Lyginant su ankstesniais Lietuvos hidrobiologų draugijos atliktais tyrimais 2013-2015 metų periodu [28], pagal 2013-2015 m. rezultatus: nustatytas lydekų gausumas siekė 22 ind./ha, o biomasė 55,7 kg/ha, ir sugauti tik stambūs individai.

Išteklių būklė

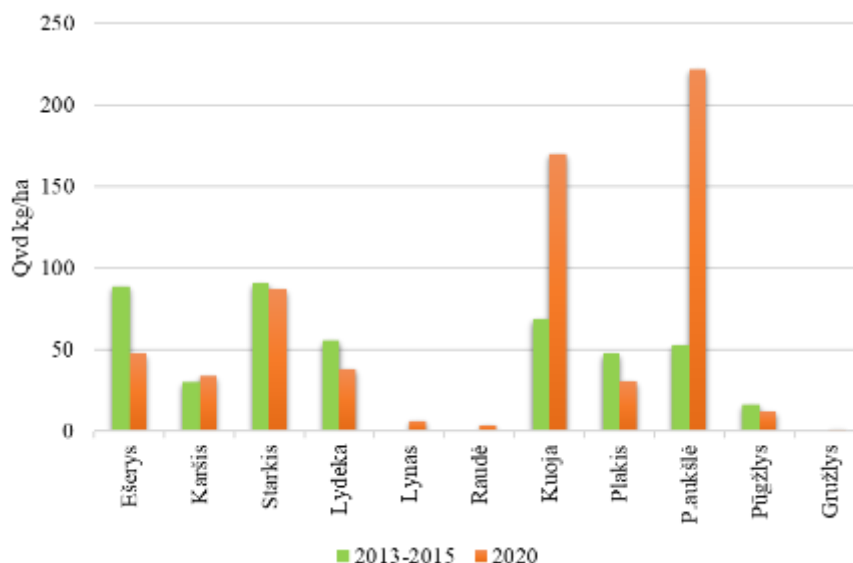
Remiantis nustatytu išteklių būklės indeksu, pateiktu 44 lentelėje, Lūksto ežere žuvų išteklių būklė yra riboje tarp geros ir vidutinės. Didžiausią neigiamą įtaką indekso reikšmei turėjo pernelyg mažas plėšriųjų žuvų santykinis gausumas, siekiantis vos 1,21 % nuo bendro visų žuvų gausumo. Vidutinio individo svorio ir vertingų verslinių žuvų verslinės produkcijos bei bendros visų žuvų verslinės produkcijos santykio rodikliai yra tik šiek tiek mažesni nei optimalios jų vertės. Santykiniam plėšriųjų žuvų gausumui, vidutiniam individo svoriui ir vertingų, leidžiamo sužvejoti dydžio žuvų santykinės biomasės rodiklių reikšmėms didelės įtakos turi ypatingai didelis smulkių kuojų ir paprastųjų aukšlių gausumas Lūksto ežere. Pagal pagrindinių verslinių žuvų – lydekų, ešerių ir karšių amžinių grupių įvairovės rodiklius žuvų išteklių būklė yra gera.

44 lentelė. Žuvų išteklių būklės indekso rodiklių vertės

Rodiklis	Nustatyta vertė	Nustatytos/optimalios vertės santykis
<i>Plėšriųjų žuvų santykinis gausumas (N, %)</i>	1,21	0,17
<i>Vidutinis individo svoris (g)</i>	39,95	0,44
Lydekų amžinių grupių skaičius (vnt.)	5	0,83
Ešerių amžinių grupių skaičius (vnt.)	11	0,92
Karšių amžinių grupių skaičius (vnt.)	7	0,7
Starkių amžinių grupių skaičius (vnt.)	7	0,88
<i>Amžinės sudėties rodiklis</i>	0,83	
<i>Vertingų, leidžiamo sužvejoti dydžio žuvų santykinė biomasė (B, %)</i>	27,83	0,43
Išteklių būklės indeksas	0,48	

Išteklių būklės pokytis lyginant su ankstesniu laikotarpiu atliktų tyrimų rezultatais

Lyginant 2020 tyrimų rezultatus su ankstesniais tyrimais, atliktais 2013-2015 metų laikotarpiu, stebimas ženklus leistino sužvejoti dydžio ešerių biomasės sumažėjimas (45 pav.). Karšių, starkių ir lydekų biomasė kito labai neženkliai. 2020 metų tyrimų metu sugautos trys 2013-2015 metais nefiksuotos rūšys: raudė, lynas ir gruzlys. Menkaverčių žuvų tarpe, kelis kartus išaugo kuojų ir paprastųjų aukšlių biomasė. Plakio ir pūgžlio biomasė kito ganėtinai neženkliai (45 lentelė).



45 pav. Lūksto ežero pasiekusių leistiną dydį sužvejoti žuvų rūšių biomasė (Qvd kg/ha) 2013-2015 m ir 2020 m tyrimų rezultatų palyginimas

Lyginant išteklį būklės rodiklius, stebima, kad pokytis ežero būklėje yra labai neženklaus. Kaip ir ankstesniais tyrimais santykinis plėšriųjų žuvų gausumas nustatytas labai mažas. Vidutinio individo svorio ir vertingų, leidžiamo sužvejoti dydžio žuvų santykinės biomasės būklės rodikliai įvertinti kaip geri-vidutiniai. Amžinės sudėties įvairovės rodikliai įvertinti kaip geri. Bendras išteklį būklės indeksas 2020 metais šiek tiek mažesnis nei 2013-2015 metais, tačiau abiejų tyrimų metu gautos reikšmės yra priskiriamos tai pačiai kategorijai, kurioje ežero išteklį būklė yra tarp geros ir vidutinės.

45 lentelė. Lūksto ežero žuvų išteklį būklės indekso rodiklių vertės 2013-2015 m ir 2020 m.

Rodiklis	Nustatyta vertė (santykis su optimalia verte)	
	2013-2015 m.	2020
Plėšriųjų žuvų santykinis gausumas (N. %)	1,66 (0,33)	1,21 (0,17)
Vidutinis individo svoris (g)	35,75 (0,4)	39,95 (0,44)
Lydekų amžinių grupių skaičius (vnt.)	5 (0,83)	5 (0,83)
Ešerių amžinių grupių skaičius (vnt.)	10 (0,83)	11 (0,92)
Karšių amžinių grupių skaičius (vnt.)	8 (1)	7 (0,7)
Starkių amžinių grupių skaičius (vnt.)	7 (0,7)	7 (0,88)
Amžinės sudėties rodiklis	0,92	0,83
Vertingų žuvų verslinės produkcijos ir bendros visų žuvų verslinės produkcijos santykis	10,8 (0,39)	27,83 (0,43)
Išteklį būklės indeksas	0,51	0,48

Lydekų nerštaviečių vertinimas

Lydekų nerštas prasideda anksti pavasarį kovo – balandžio mėn. vos tik nutirpus ledui. Paprastai ežeruose neršia sekliame 0,25-1 m gylyje, ikrus sudėdamos ant pernų, kštės, povandeninės arba vandens užlietos sausumos augmenijos. Neršia nedidelėmis grupėmis, nerštas vienkartinis (visi ikrai išneršiami vienu metu), tačiau neršti traukia keliomis bangomis. Vislumas priklauso nuo patelių dydžio: 30 – 40

cm ilgio lydekų vislumas 5 – 17 tūkst. ikrų, 50 – 60 cm ilgio lydekų vislumas 30 – 60 tūkst. ikrų, 70 – 80 cm ilgio lydekų vislumas 70 – 150 tūkst. ikrų, didesnių nei 90 cm ilgio – daugiau nei 200 tūkst. ikrų. Embrionai vystosi (8) 10 – 12 (14) parų. Iš ikrų išsiritusios lervos kelias paras būna nejudrios, kybo prisitvirtinusios prie augalų nerštavietėse, o praėjus 7 paroms lervų ilgis siekia 1,5 – 1,7 mm. Pasiekusios 20 – 22 mm ilgį sunyksta trynio maišelis, lervos pasklinda sėkliuje ir pradeda aktyviai maitintis.

Įprastą pavasarį, nutirpus ledui ir kiek pakilus vandens lygiui, lydekoms atsiveria papildomos nerštavietės naujai susiformavusiose apyežerės seklumose ir upių intakuose/ištakose, kas dar padidina neršto efektyvumą. Pagal balandžio mėnesio palydovines nuotraukas, Lūksto ežere lydekų nerštavietės apyežerėje išsidėsčiusios nevienodu tankumu: daugiausiai potencialių nerštaviečių fiksuota įtekančių ir ištekančių upelių vietose, ypač pietinėje ežero įlankoje, pagal vakarinę ir šiaurės vakarinę ežero krantą bei ties Varnelės upelio ištakomis (46 pav - 51 pav.).

Vandens augalijos padengimas, dėl šylančio vandens Lūksto ežere smarkiai didėja, nuo 5,77 ha balandžio pradžioje iki 12,4 ha mėnesio pabaigoje (46 lentelė). Birželio – rugpjūčio mėn. , kuomet makrofitai pilnai suvešėję augalijos padengimo plotas su nežymiais svyravimais išlieka gan stabilus ir siekia beveik 100 ha (46 lentelė).

46 lentelė. Augalijos padengimo plotas (m²) Lūksto ežere naudojant intervalą nuo 0,3 iki 1.

Palydovinių nuotraukų data	Augalijos plotas m ²
2020 04 07	57 700
2020 04 22	106 500
2020 04 24	124 700
2020 06 18	928 500
2020 07 18	990 200
2020 08 07	995 800



46 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais balandžio 7 d.



47 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais balandžio 22 d.



48 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais balandžio 24 d.



49 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais birželio 18 d.



50 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais liepos 18 d.



51 pav. Lūksto ežero padengimas vandens augalais rugpjūčio 7 d.

Lydekų nerštaviečių plotų ir tinkamumo biomasės palaikymo įvertinimas

Nerštinių buveinių ploto nustatymas ir jų tinkamumo įvertinimas, logiškiausias žingsnis siekiant nustatyti optimalų lydekų biomasės kiekį vandens telkinyje. Pavasariniai potvyniai gali užtvindyti sausius ar užpelkėjusius pakrančių plotus padengtus augmenija, taip sudarant idealias sąlygas lydekų nerštui. Susidariusių naujų nerštaviečių plotai labai priklauso nuo kranto topografijos ir užtvindytos augmenijos tipo ir jos tankumo. Santykinis tinkamų nerštaviečių kiekis gali būti įvertintas tarp vandens paviršiaus ploto, kurio gylis yra mažesnis nei 1 metras pavasarį ir viso vandens ploto paviršiaus vasaros metu skirtumo, bet šis metodas tinkamas tik telkiniuose, pasižyminčiuose ženkliai sezoniniu vandens lygio svyravimu (vandens telkiniai, į kuriuos įteka vandeningos upės). Esant sekliems telkinio krantams, tinkamas metodas yra augmenijos plotų įvertinimas pavasario ir vasaros metu, kuriuose potencialiai gali vykti lydekų nerštas.

Lydekų populiacijos gausa telkinyje labai priklauso ne tik nuo potencialių nerštaviečių ploto, bet ir nuo telkinio produktyvumo (ekologinės talpos) vasaros metu. Todėl ypatingai svarbu žinoti teorinę, maksimalią telkinio ekologinę talpą. Remiantis Snow [29], lydekų didesnių nei 35 cm maksimalus tankis yra 40 vnt./ha. Pasiekus šį gausumą didesnis tankis dėl lydekų teritoriškumo ir pasireiškiančio kanibalizmo sunkiai įmanomas, nors maisto ir yra pakankamai.

Nors nustatytas lydekų didesnių nei 35 cm gausumas Lūksto ežere siekė 37 ind./ha, kas yra arti Snow [29] aprašytos maksimalios telkinio ekologinės talpos, pagal 2013-2015 metų rezultatus tokių individų gausumas siekė tik 22 ind./ha. 2020 metais nustatytas mažesnių lydekų gausumas tik 31 ind./ha, o 2013-2015 mažų lydekų išvis nebuvo sugauta. Dėl tyrimų metodikos ir lydekų mitybinės taktikos specifikos, įtakančios žvejybinį efektyvumą, tikėtina, kad realus mažų individų gausumas turėtų būti kelis ar net keliolika kartų didesnis nei buvo nustatyta 2020 metais. Todėl mažų lydekų gausumo įvertinimas turėtų būti vertinamas atsargiai.

Peter D. Inskip knygoje „Habitat Suitability Index Models– Northern Pike“ [30], rašoma apie tinkamą nerštaviečių buveinių ir vasarinių maitinimosi buveinių santykį lydekomis. Jo pateiktais buveinių tinkamumo modelių indeksais, optimaliausia nerštinių buveinių ir vasarinių buveinių 1/4 arba 0,25 ha nerštaviečių 1 ha vasarinių buveinių, todėl optimali potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykio vertė laikytina $\geq 0,25$. Pagal šiame darbe atliktą palydovinių nuotraukų telkinio padengimą augalais buvo vertinamas lydekų potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykis (47 lentelė).

47 lentelė. Lydekų potencialių nerštaviečių ploto įvertinimas.

Palydovinių nuotraukų data	Augalijos plotas, potencialios lydekų nerštavietės (ha)	Potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykis*
2020 04 07	5,77	0,006
2020 04 22	10,65	0,011
2020 04 24	12,47	0,013
2020 06 18	92,85	0,093
2020 07 18	99,02	0,099
2020 08 07	99,58	0,1

* Potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykis apskaičiuojamas dalijant augalijos plotą iš bendro telkinio ploto (1000,9 ha) vasaros metu, (optimalus santykis $\geq 0,25$).

Pagal gautus augmenijos Lūksto ežere palydovinių nuotraukų duomenis 2020 metų balandžio mėnesį (lydekų neršto pikas) augmenija padengti plotai mėnesio pradžioje sudarė 5,77 ha arba, tik 0,006 optimalios potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykio vertės. Mėnesio pabaigoje ši vertė buvo beveik 2 kartus didesnė. Įvertinus, tai jog dalis augmenijos lydekų neršto metu dar gali būti nefiksuojuama palydovo, kaip potencialių nerštaviečių maksimali vertė buvo naudojama vasaros metu (liepos birželio-rugpjūčio mėnesių) nustatyti augmenijos plotai. Birželio-rugpjūčio mėnesiais nustatyti augmenijos plotai kur kas didesni nei pavasarį, atitinkamai siekia 0,099 – 0,01 potencialių nerštaviečių

ir vasarinių buveinių santykio vertės. Nustatyti potencialių nerštaviečių plotai vasaros metu beveik 2,5 karto mažesnis nei optimalus potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykis. Taip pat tikėtina, kad tik dalis vasarinių augmenijos plotų gali būti panaudojamos kaip efektyvios nerštavietės. Nerštinės sąlygos šiose vietose (dėl per didelio gylio ir ne tokios tankios augmenijos) nėra palankios lydekų nerštui. Pagal palydovinius augmenijos duomenis, potencialių nerštaviečių ir vasarinių buveinių santykis yra mažesnis nei optimalus.

Nors lydekų nerštinių periodu migruoja į intakus arba ištekančius upelius, kas teoriškai padidina potencialių nerštaviečių plotą, tačiau tokiam dideliame telkinyje, tai gali būti nepakankamai reikšminga. Tikėtina, kad esant dideliame pavasariniam potvyniui užliejama pakrančių pievos ir pelkynai yra žymiai reikšmingesni, kuomet ir susiformuoja gausesnė lydekų generacija Lūksto ežere. Siekiant gausinti lydekų išteklus Lūksto ežere papildomų nerštaviečių plotų kūrimas gali neduoti efektyvaus rezultato, nes stambių lydekų gausumas ežere ganėtinai arti ekologinės būklės talpos.

Rezultatai pagal LEŽI

Pagal 2020 metų tyrimus Lūksto ežero nustatyta EŽI reikšmė – 0,639, o ekologinė būklė yra vertinama kaip Gera (48 lentelė). EŽI rodiklio reikšmę ir ekologinės būklės klasę lėmė tai, kad telkinyje nustatyta santykinai maža plakių bei bentofaginių žuvų rūšių biomasė, kas teigiamai įtakojo EŽI rodiklio reikšmes. Tačiau ešerių santykinis gausumas, ganėtinai žemas, kas turėjo neigiamos įtakos būklės vertinimui. Iš sugautų 11 žuvų rūšių, net 10 yra vietinės, obligatinės žuvų rūšys, kas lėmė maksimalią šio rodiklio reikšmę. Iš nevietinių translokuotų žuvų rūšių, sugauti tik sterčiai, kurių bendra santykinė biomasė sudaro 6,38 % bendros žuvų biomasės.

48 lentelė. Nustatyti žuvų rodikliai, etaloninės vertės, ekologinės kokybės santykis ir jų būklės klasėse

Rodikliai	Nustatyta vertė		Ekologinės kokybės santykis		Etaloninė vertė	Būklės klasė	
	2015	2020	2015	2020		2015	2020
<i>Plakis Q%_EKS</i>	10.56	1.83	0.682	0.988	1,5	Vidutinė	Labai gera
<i>Benthivora Sp Q%</i>	20.89	16.25	0.818	0.896	10	Gera	Gera
<i>Ešeris N%</i>	3.45	9.37	0.115	0.312	30	Labai bloga	Bloga
<i>Obligatinės rūšys</i>	7	10	1	1	6	Labai gera	Labai gera
<i>Neviet. Transl. rūšys Q%</i>	20.09	6.38	0	0	-	Labai bloga	Labai bloga
Ežero žuvų indeksas			0.523	0.639		Vidutinė	Gera

Lyginant su ankstesniais tyrimais atliktais 2013-2015 metų periodu, 2020 metais nustatyta bendra ekologinės būklės klasė iš vidutinės pakilo į gerą. Sumažėjo plakių santykinis gausumas, kas teigiamai įtakojo šio rodiklio vertę. Nustatyta mažesnė santykinė bentofaginių žuvų biomasė. Beveik tris kartus didesnis ešerių santykinis gausumas. 2013-2013 metų tyrimų metu sugautos 7 obligatinės žuvų rūšys (rodiklis vis vien vertintas maksimalia verte). Nevietinių translokuotų žuvų santykinė biomasė sumažėjo beveik 3 kartus, tačiau kaip ir 2020 metais ši rodiklį sudarė tik starkingų žuvų biomasė, nes kitų šios grupės žuvų nebuvo sutikta.

Žuvų įveisimo apimtys ir efektyvumas

Remiantis Aplinkos ministerijos ir Žemės ūkio ministerijos vykdytų žuvų įveisimo darbų 2016-2020 m. duomenimis, žuvys valstybės lėšomis į Lūksto ežerą buvo įveisiamos kasmet skirtingu intensyvumu, išskyrus 2016 metus: 2017 m. suleista 5 tūkst. 30 – 500 g lydekačių, 2018 m. tai pat 5

tūkst. vnt. lydekų šiūmetukų, o 2019 – 2020 metų periodu įleista kiek daugiau, po 10 tūkst. šiūmečių lydekaičių. Laikantis tipinio plano [31] į ežerą kasmet turėjo būti įveisiamos lydekos ir/arba sterkai. 2020 m. vykdytų tyrimų metu lydekų laimikius sudarė 2020, 2017 m. įveisimo generacijas atitinkančios, 0+ - 3+ m. amžiaus lydekaitės. Likusių vyresnių lydekų pagauta tik pavieniai individai. Tikėtina, jog įveisimas tik iš dalies buvo efektyvus. Taip pat yra būtina patikslinti Lūksto ežero žuvų įveisimo planus.

Pagal Žuvivaisos valstybiniuose vandens telkiniuose taisykles [32] bei 2020 metų tyrimų duomenis, Telšių rajono Lūksto ežerą naudojant mėgėjų žvejybai (žuvininkystės tipas – karšinis, kuriame tinkamos sąlygos gyventi sterkams) bei vykdant biomanipuliacinius darbus, rekomenduojamos įžuvinimo normos (49 lentelė).

49 lentelė. Rekomenduojamos įžuvinimo normos

Žuvų rūšys	Amžius	Įveisimo kiekis 2021-2025 metais	2021 Vnt./ha	2022 Vnt./ha	2023 Vnt./ha	2024 Vnt./ha	2025 Vnt./ha	Vnt/Eur	Kaina viso/Eur
Lydeka	šiūmetės	5000 vnt	1	1	1	1	1	1	5000
Starkis	šiūmetukai	1500 vnt	0,5		0,5		0,5	3	4500
Šamas	šiūmečiai	400 vnt		0,2		0,2		5	2000
Salatis	šiūmetukai	1000 vn	0,4	0,2	0,2		0,2	5	5000

4.4. Meteorologinė situacija tyrimų laikotarpiu

50 lentelėje pateikiama mėnesių vidutinės temperatūros ir kritulių kiekiai tiriamų upių baseinuose.

50 lentelė. Mėnesių vidutinės temperatūros ir kritulių kiekiai tiriamų upių baseinuose

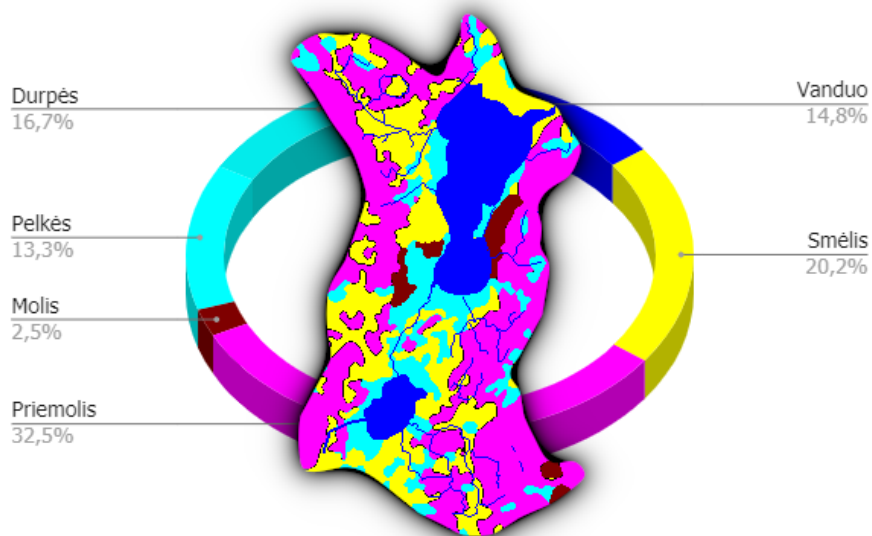
Mėnuo	Lūksto, Paršežerio		Didžiulio		Papio		Kampuolio	
	Temp., C ⁰	Krit., mm	Temp., C ⁰	Krit., mm	Temp., C ⁰	Krit., mm	Temp., C ⁰	Krit., mm
kovas	2,5-3,0	45-60	3,5-4,0	45-60	3,5-4,0	45-60	2,5-3,0	45-60
balandis	6,0-6,5	10-20	6,5-7,0	<10	6,0-6,5	<10	5,5-6,0	10-20
gegužė	9,5-10,0	30-60	10,5-11,0	90-120	10,0-10,5	60-90	10,0-10,5	60-90
birželis	17,5-18,0	45-75	19,0-19,6	75-100	19,0-19,6	75-100	19,0-19,6	75-100
liepa	16,0-16,5	60-90	17,5-18,0	10-30	17,5-18,0	30-60	17,0-17,5	60-90
rugpjūtis	18,0-18,5	40-60	19,0-19,5	80-100	18,5-19,0	60-80	18,0-18,5	40-60
rugsėjis	13,5-14,5	20-40	14,5-15,0	20-40	13,5-14,5	10-20	13,5-14,5	40-60
spalis	9,0-9,5	75-90	10,5-11,0	45-60	9,5-10,0	45-60	10,0-10,5	60-75
lapkritis	5,0-6,0	60-80	4,0-5,0	40-60	4,0-5,0	40-60	3,0-4,0	40-60
gruodis	0,0-0,5	25-40	0,0-0,5	25-40	-0,5-0,0	15-25	-1,0- -0,5	25-40

Per tyrimų laikotarpį Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba fiksavo hidrologinę sausrą. Sausringas laikotarpis paviršinio vandens telkiniuose prasideda, kai vandens lygis daugiau kaip pusėje vandens matavimo stočių (hidrologiniai matavimai kuriose vykdomi daugiau kaip 30 metų), pasiekia vidutinį žemiausią šiltojo sezono vandens lygį.

4.5. Tiriamųjų ežerų baseinų natūrinių tyrimų rezultatų analizė

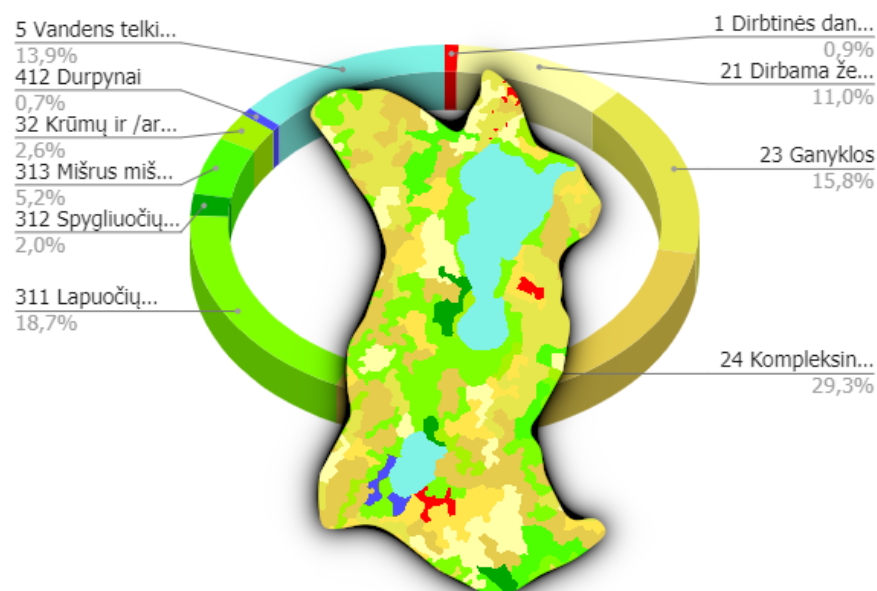
4.5.1. Lūksto ežero baseinas

15% Lūksto ežero baseino (baseino plotas 79,9 km²) dengia vandens telkiniai, didžiąją dalį Paršežerio ir Lūksto ežerai. Priemolio ir smėlio nuogulos dengia atitinkamai 33% ir 20%, yra molio (3%) intarpų (52 pav.).



52 pav. Kvartero nuogulų sklaida Lūksto baseine

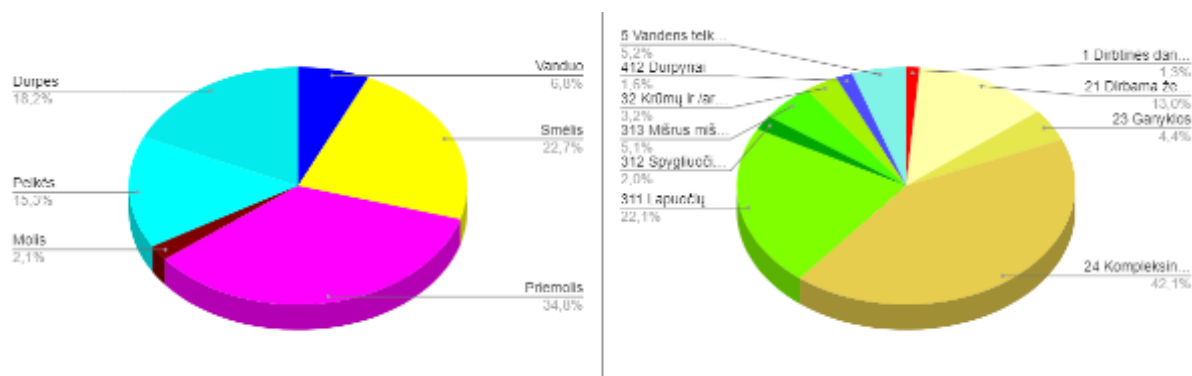
Pelkės užima 13%, durpynai 17% baseino ploto, koncentruojasi ežerų pakrantėse. Miškai ir kitos gamtinės teritorijos dengia 29% baseino ploto, dominuoja lapuočių miškai (19%). Likusi 57% baseino dalis - žemdirbystės teritorija, kur dominuoja kompleksinės žemdirbystės teritorijos (29%), ganyklos (16%) ir dirbama žemė (11%) (53 pav.).



53 pav. Žemėnaudų sklaida Lūksto baseine

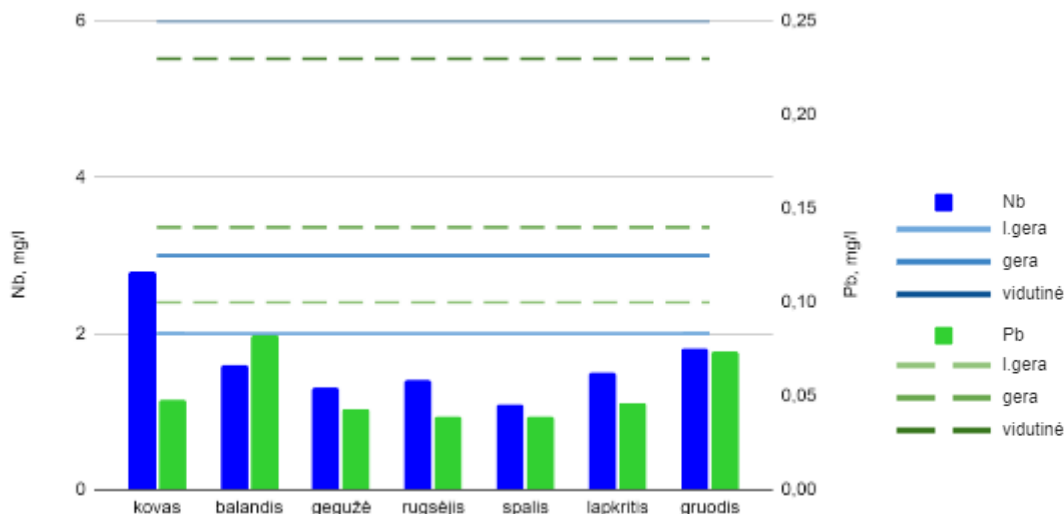
Sietuvos baseinas

Didžiausias Lūksto ežero intakas Sietuva (tyrimų vietos LukS1 ir LukG2) - upė jungia Paršežerio ir Lūksto ežerus, įteka į pietinę Lūksto dalį. Didžiąją Sietuvos vandenskyrinio baseino dalį dengia Paršežerio baseinas (žr. Paršežerio baseinas). Priemolis dengia beveik 35%, smėlis 23%, pelkės ir durpynai bendrai dengia 24% Sietuvos baseino. Baseinas miškingas: 32% baseino dengia miškai, didžioji dalis, 22% - lapuočių. 42% baseino užima kompleksinės žemdirbystės teritorijos, 13% dirbama žemė (54 pav.).



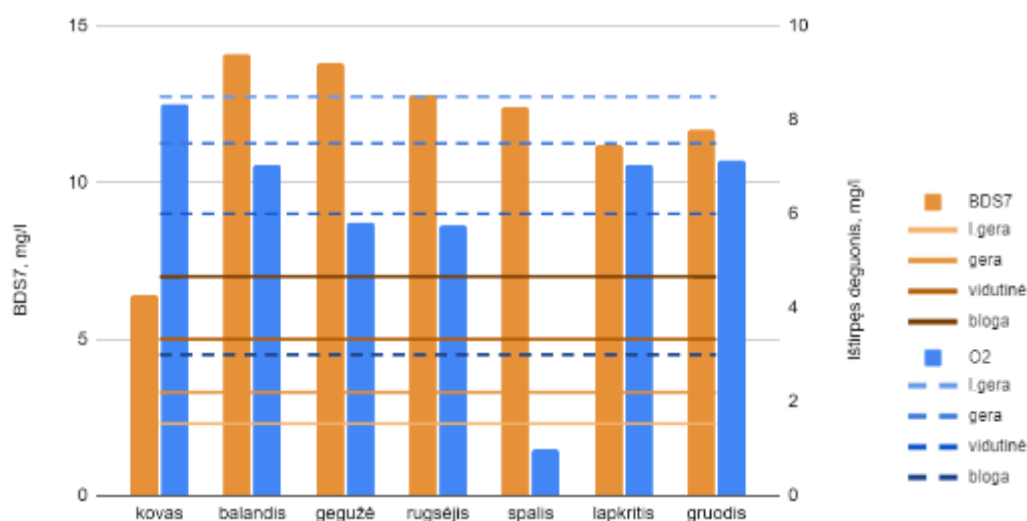
54 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Sietuvos baseine

Atlikus vandens mėginių tyrimus LukS1 vietoje nustatyta, kad per visą nagrinėjamą laikotarpį tiek bendrojo azoto (N_b), tiek bendrojo fosforo (P_b) koncentracijos atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasės kriterijų išskyrus N_b koncentracijas kovo mėnesį, kuomet tikėtina, jau prasidėjus žemės ūkio darbams upės vandenyje azotinių junginių kiekis pakilo, tačiau neviršijo geros būklės kriterijų (55 pav.).



55 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita LukS1 tyrimų vietoje

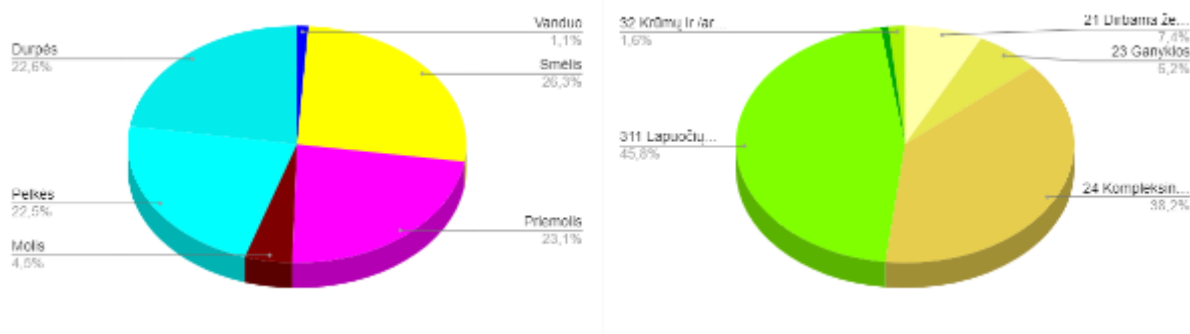
BDS₇ koncentracijos viršijo 11 mg/l visais tirtais laikotarpiais labai blogos būklės kriterijų, išskyrus kovo mėn. (6,4 mg/l) – blogos būklės (56 pav.). Ištirpusio deguonies kiekiai kovo, balandžio, lapkričio, gruodžio mėn. atitiko geros ir vidutinės būklės, spalio – labai blogos kriterijus.



56 pav. BDS₇ ir O₂ kaita LukS1 tyrimų vietoje

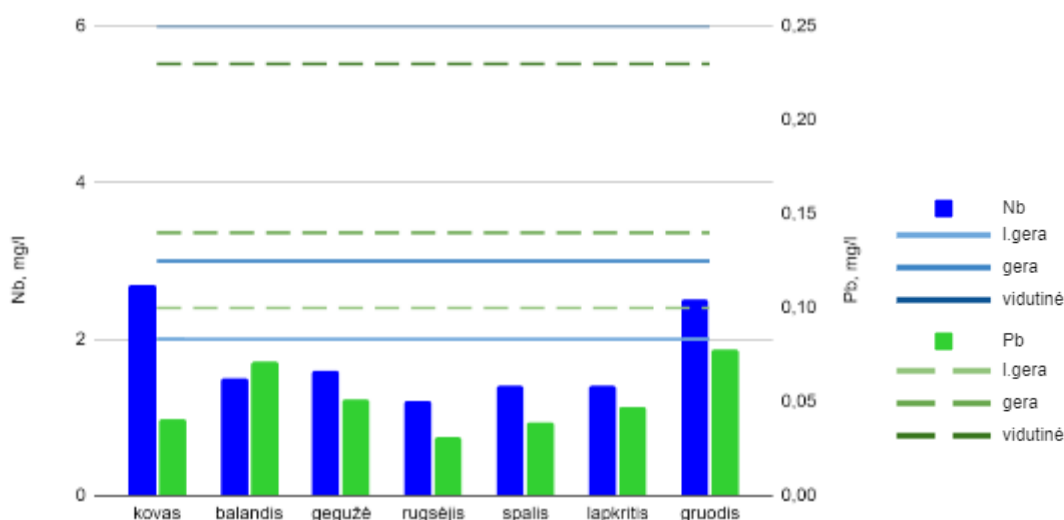
Garduva

Kairysis Sietuvos intakas - Garduva (tyrimo vieta LukG2), apie 7,8 km² baseino ploto upelis, kurio baseiną beveik lygiomis dalimis dengia smėlis, priemolis, durpynai ir pelkės. Garduvos baseiną perpus dengia miškai ir kitos gamtinės teritorijos (vyrauja lapuočių miškai, dengiantys 46% Garduvos baseino) ir žemdirbystės teritorija (vyraujančios kompleksinės žemdirbystės teritorijos, 38% baseino ploto) (57 pav.).



57 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Garduvos upelio baseine

LukG2 tyrimo vietoje įvertinus vandens kokybę nustatyta, kad kovo ir gruodžio mėnesiais N_b koncentracijos buvo aukštesnės nei kitais mėnesiais (l.gera) ir siekė gerą ekologinio potencialo klasę. P_b koncentracijos per visus 7 nagrinėtus mėnesius atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę (58 pav.). BDS_7 koncentracijos visą tiriamąjį laikotarpį viršijo 8,8 mg/l, t.y. atitiko labai blogai būklei nustatytus normas. Deguonies koncentracijos – atitiko geros ir labai geros būklės kriterijus lapkričio mėn. ir l.blogos būklės – kovo, rugsėjo, spalio ir gruodžio mėn. (59 pav.).



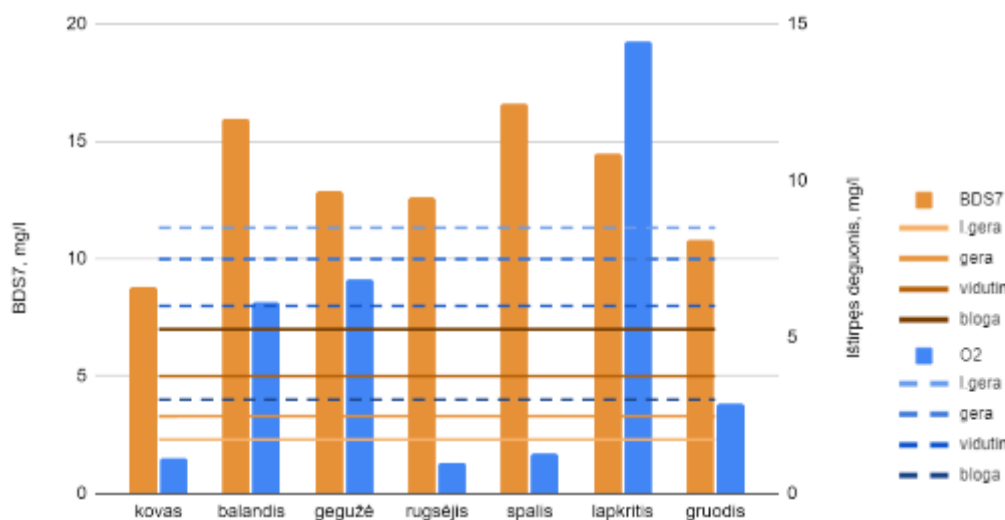
58 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita LukG2 tyrimų vietoje

Domanto upelio baseinas

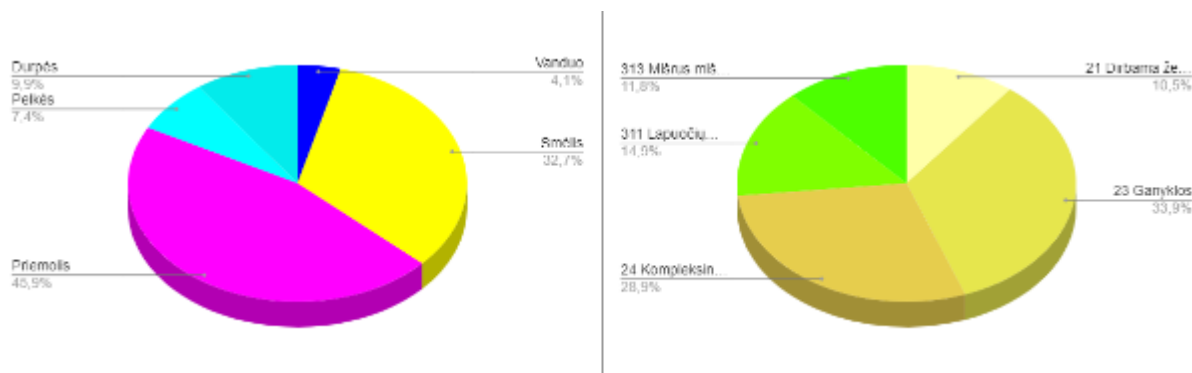
6,3 km ilgio, 18,4 km² baseino ploto didžiaja dalimi melioruotas Domanto upelis (tyrimų vieta LukD3) per pelkę įteka į vakarinę Lūksto dalį. Domanto baseiną dengia priemolio (46%) ir smėlio (33%) nuogulos, pelkės ir durpynai užima atitinkamai 7% ir 10% baseino ploto. 26% baseino ploto dengia lapuočių ir mišriojo tipo miškai, likusi dalis - žemdirbystės teritorija. Čia 34% Domanto baseino ploto yra ganyklos, 29% kompleksinės žemdirbystės teritorijos, dirbama žemė - 11% (60 pav.).

Vandens mėginių tyrimai parodė, kad per nagrinėjamą 7 mėnesių laikotarpį N_b koncentracijos tik kovo mėnesį siekė 3,6 mg/l (vidutinė ekologinio potencialo klasė), tam turėjo įtakos nevegetaciniu laikotarpiu pakilusių nitratų azoto koncentracijos iki 2,6 mg/l. Kitais mėnesiais N_b koncentracija atitiko labai geros būklės kriterijų. Imant viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama labai gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė. P_b koncentracijos per visą laikotarpį atitiko labai geros būklės reikalavimus, tačiau lapkričio mėnesį užfiksuotas pakilimas iki 0,22 mg/l, nes tai galėjo

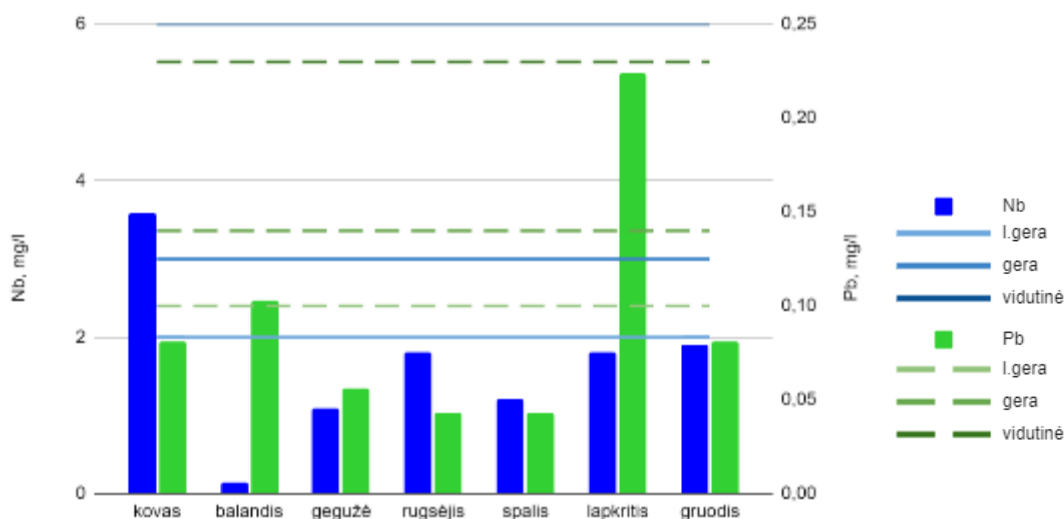
būti momentinis taršos pateikimas į vandens telkinį iš baseine esančio ūkio fermos (61 pav.). Imant viso tiriamojo laikotarpio P_b koncentracijų vidurkį gaunama labai gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė. BDS_7 koncentracijos visais laikotarpiais viršijo 8,3 mg/l, t.y. atitiko labai blogos klasės kriterijų, O_2 – l.blogos ir blogos klasės kriterijų rugsėjį ir spalį, bei l.geros ir geros kovą, lapkritį ir gruodį (62 pav.).



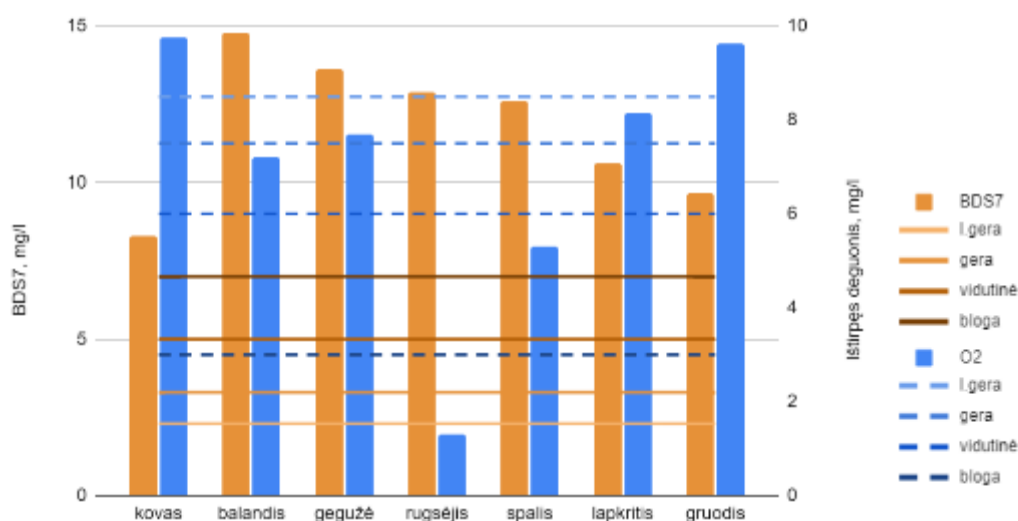
59 pav. BDS_7 ir O_2 kaita LukG2 tyrimų vietoje



60 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Domanto upelio baseine



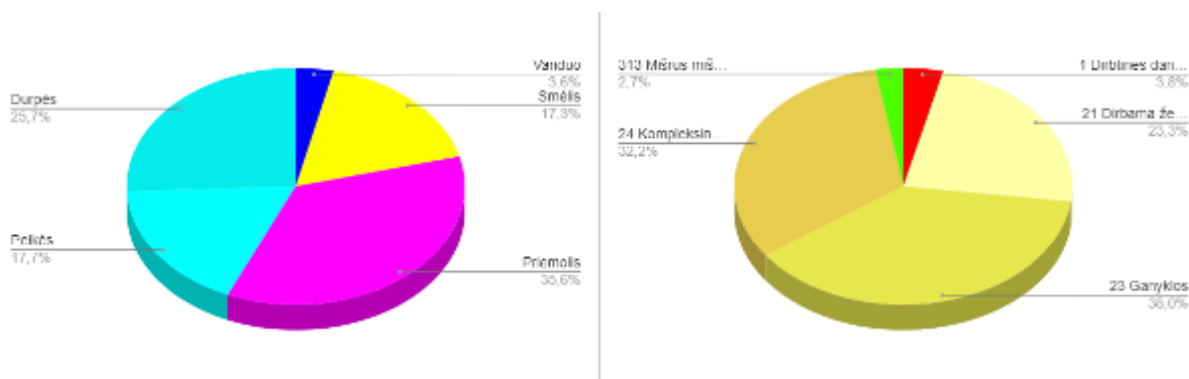
61 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita LukD3 tyrimų vietoje



62 pav. BDS₇ ir O₂ kaita LukD3 tyrimų vietoje

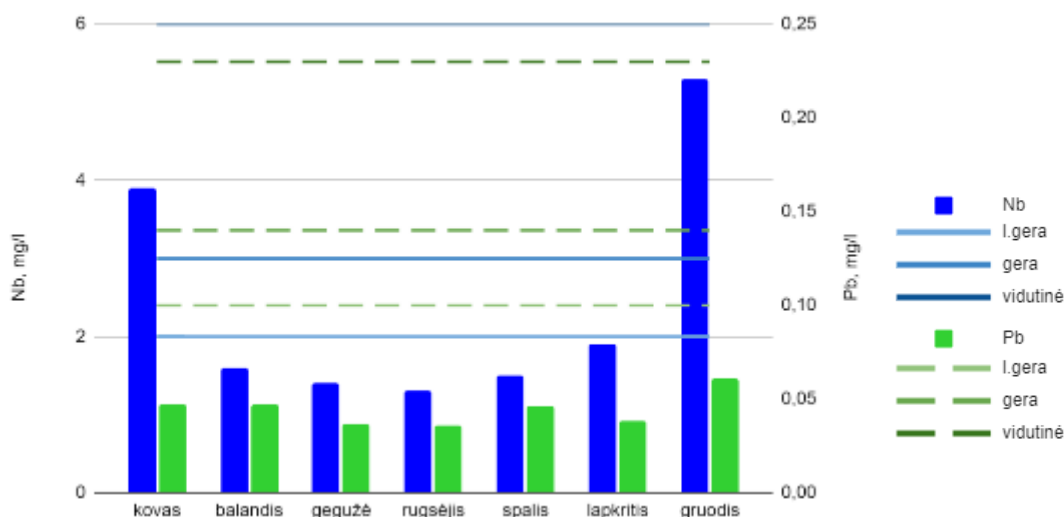
Ungurio upelio baseinas

Apie 2,7 km ilgio, 2,9 km² baseino ploto didžiąja dalimi melioruotas Ungurio upelis (tyrimų vieta LukU1) per pelkę įteka į šiaurės vakarinę Lūksto dalį. Ungurio upelio baseiną dengia priemolis 36% ir smėlis 17%, durpės 26% ir pelkės 18%. Ungurio upelio baseinas pilnai išnaudojamas žemdirbystės reikmėms, tik nepilnus 3% sudaro mišrus miškas. Tuo tarpu dirbtinės dangos (dauguma fermos) užima beveik 4%, ganyklos 38%, dirbama žemė - 23%, kompleksinės žemdirbystės teritorijos - 32% baseino ploto (63 pav.).



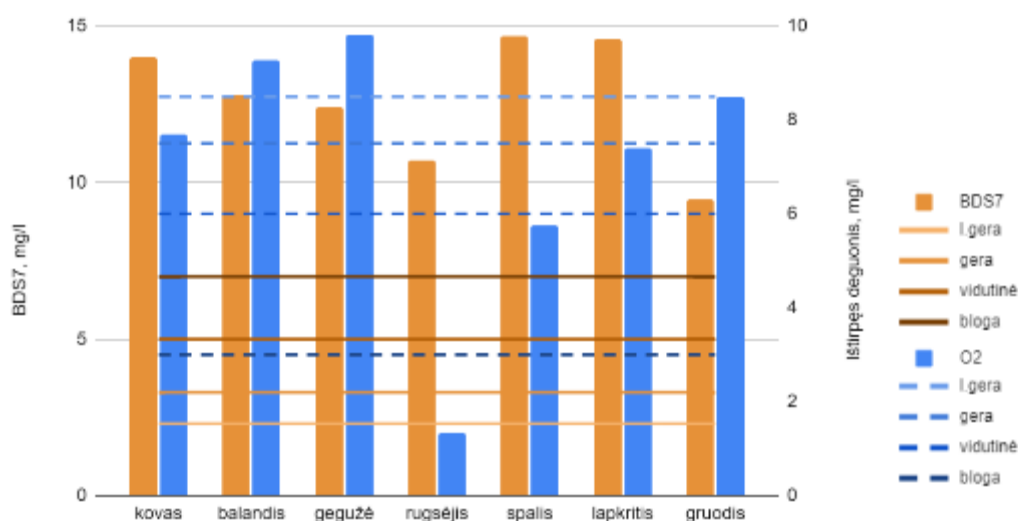
63 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų skaida Ungurio upelio baseine

Atlikus tyrimus LukU1 tyrimų vietoje pastebėta, kad P_b koncentracijos per visą nagrinėtą laikotarpį atitiko labai geros ekologinio potencialo klasės kriterijus. N_b koncentracijos kovo ir gruodžio mėnesiais atitiko vidutinę ekologinio potencialo klasę pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes. Tokius bendrojo azoto koncentracijos pakilimus lėmė nitratų azoto koncentracijų padidėjimai kovo mėnesį iki 1,94 mg/l, o gruodžio net iki 3,23 mg/l. Tam, neabejotinai, turėjo įtakos vandens telkinio baseine dominuojantys žemės ūkiui naudojami plotai (64 pav.). Pagal viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė.



64 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita LukU1 tyrimų vietoje

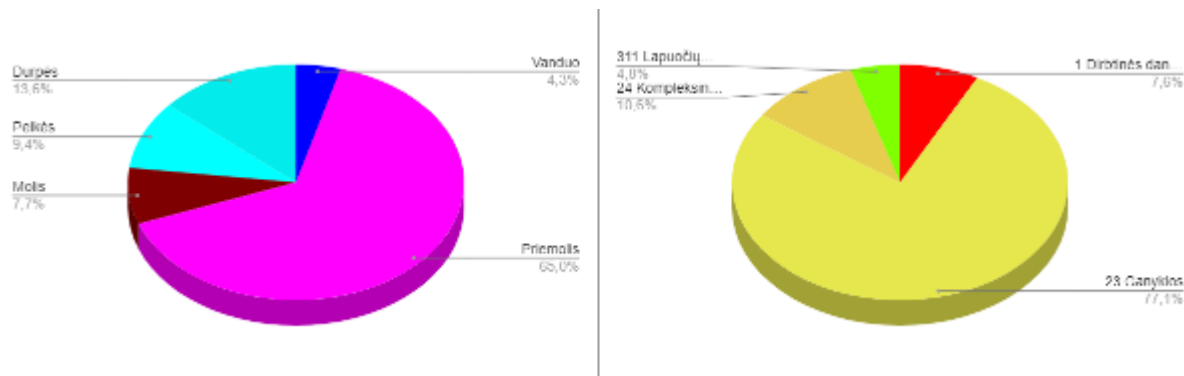
BDS₇ koncentracijos visais mėnesiais viršijo 9,4 mg/l, t.y. atitiko labai blogą ekologinio potencialo klasę. Ištirpusio deguonies koncentracijos rugsėjo, rugsėjo mėn. atitiko labai blogą ekologinio potencialo klasę, kovą-gegužę bei gruodį labai gerą ir gerą klasę (65 pav.).



65 pav. BDS₇ ir O₂ kaita LukU1 tyrimų vietoje

Bevardžio (Luk4) intako baseinas

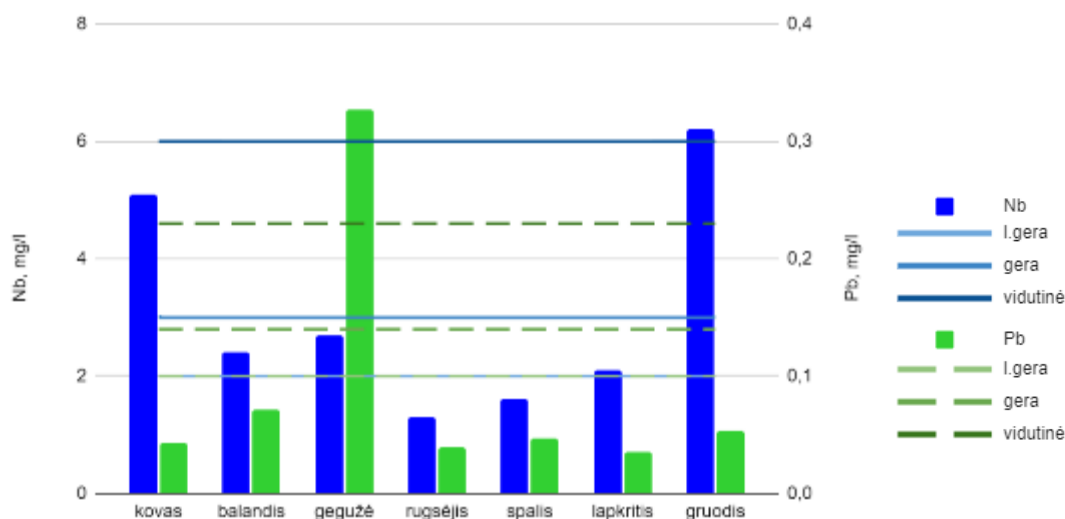
Apie 2,7 km ilgio ir 2,6 km² ploto pilnai sureguliuotas Lūksto pietrytinės dalies intakas (tyrimų vieta Luk4). Didžioji jo dalis dengiama priemolio (65% baseino ploto) ir molio (8%). Pelkės ir durpės užima atitinkamai 9% ir 14% baseino ploto. Ganykloms panaudota 77% baseino ploto, 8% dengia dirbtinės dangos. Gamtinių teritorijų ypač mažai, nepilnus 5% dengia lapuočių miškai (66 pav.).



66 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Luk4 upelio baseine

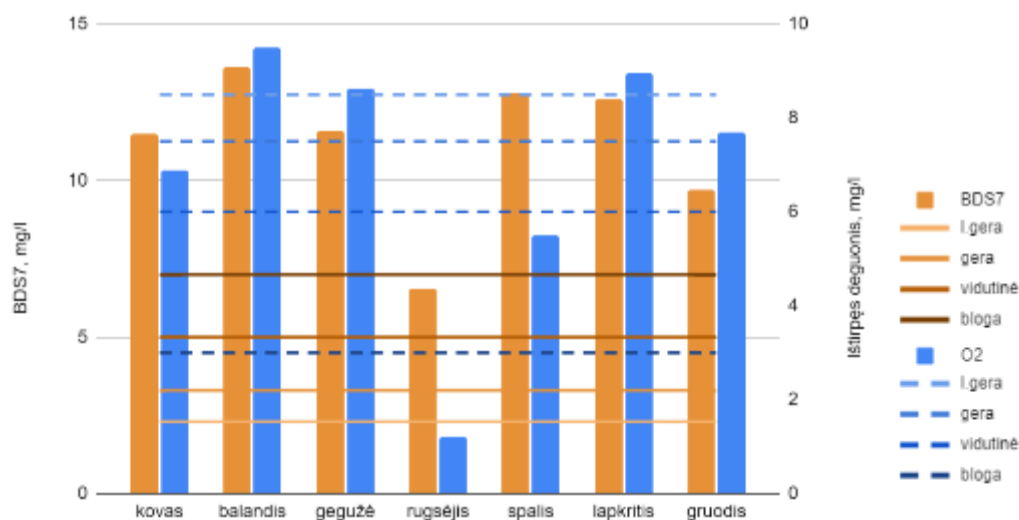
Nagrinėjant N_b ir P_b koncentracijų, Luk4 tyrimų vietoje, pasiskirstymą per nagrinėjamą laikotarpį reikėtų atkreipti dėmesį, kad P_b koncentracijos atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę, tačiau gegužės mėnesį, ji pasiekė blogo kriterijaus vertę. Manoma, kad tam įtakos galėjo turėti momentinis teršalų patekimas į vandens telkinį iš baseine esančios gyvenvietės. Nagrinėjant N_b koncentracijų kaitą, nustatyta, kad kaip ir kitose tyrimų vietose kovo ir gruodžio mėnesiai (nevykstant augalų vegetacijai) išsiskyrė aukštomis vertėmis ir siekė vidutinę ekologinio potencialo klasę. Mažiausios koncentracijos buvo rugsėjo ir spalio mėnesiais, o balandžio, gegužės ir lapkričio mėnesiais atitiko gero ekologinio potencialo klasių kriterijų (67 pav.).

BDS₇ koncentracijos rugsėjo mėn. atitiko blogą ekologinio potencialo klasę, visais kitais mėnesiais – labai blogą. Ištirpusio deguonies koncentracijos rugsėjo-spalio mėnesiais atitiko labai blogą ir blogą klases, kitais mėnesiais didžiąja dalimi labai gerą ir gerą ekologinio potencialo klasę (68 pav.).



67 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Luk4 tyrimų vietoje

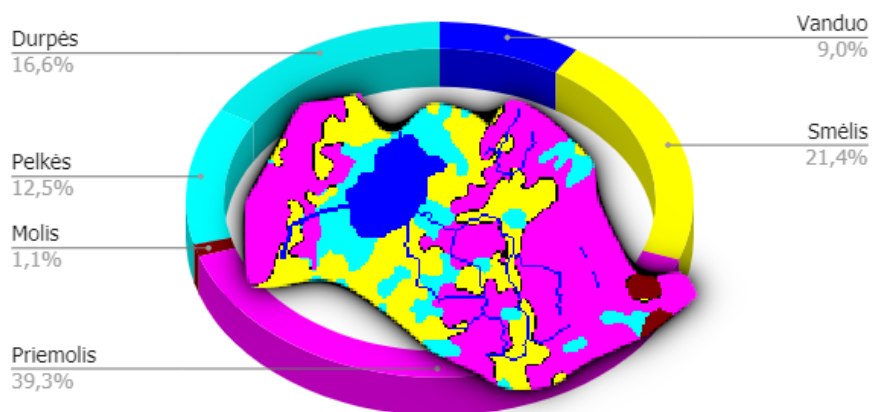
Vandens telkiniuose biocheminio deguonies suvartojimo (BDS₇) parametro vertę gali nulemti gamtiniai veiksniai ir procesai bei antropogeninė pasklidosi arba sutelktoji tarša, tad atsižvelgiant į baseino žemėnaudą, kurioje vyrauja ganyklos, užimančios 77% baseino ploto BDS₇, atitinkantis blogą ar labai blogą ekologinio potencialo klasės kriterijų galėtų būti klasifikuojamas kaip antropogeninės kilmės. Tačiau amonio koncentracijos visą tyrimų laikotarpį atitikusios 1.gerą kriterijų leidžia teigti, kad BDS₇ vis dėlto yra gamtinės kilmės.



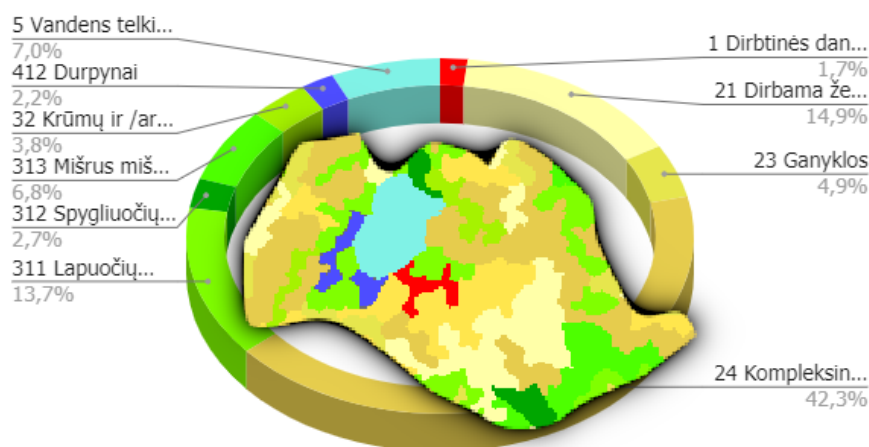
68 pav. BDS₇ ir O₂ kaita Luk4 tyrimų vietoje

4.5.2. Paršežerio ežero baseinas

Paršežerio baseine kvartero nuogulos pasiskirsčiusios taip: priemolio 39%, smėlio 21%, durpės ir pelkės atitinkamai 17% ir 13%, o vanduo užima 7% baseino ploto. Ant kvartero nuogulų baseiną dengia miškai 23%, iš jų vyraujantys – lapuočių miškai (69 pav.). Žemės ūkio veiklai naudojamos kompleksinės žemdirbystės teritorijos sudaro 42% Paršežerio baseino ploto. Dirbama žemė - 15%, ganyklos 5% (70 pav.). Paršežerio baseine nagrinėti 2 intakai - Raudys (ParR2) ir bevardis intakas (Par1). Abu intakai didžiąja dalimi ištiesinti, melioruoti.



69 pav. Kvartero nuogulų sklaida Paršežerio baseine



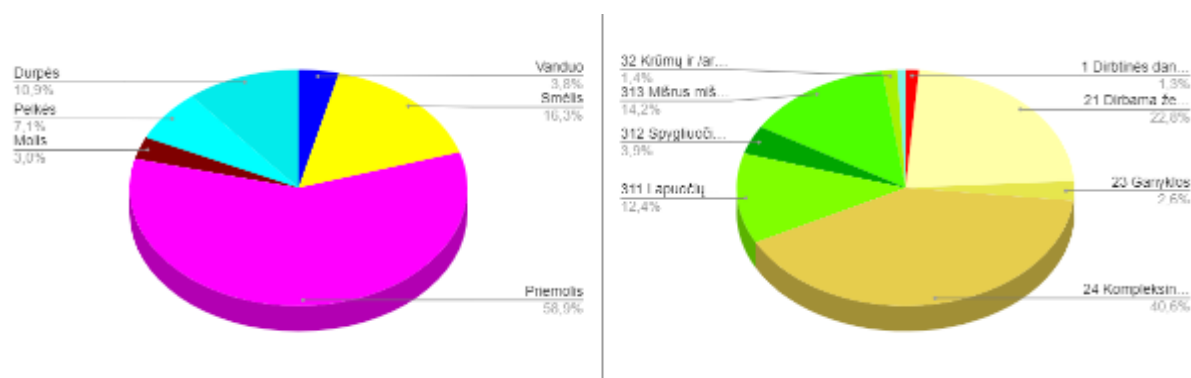
70 pav. Žemėnaudų sklaida Paršėžerio baseine

Raudžio upelio baseinas

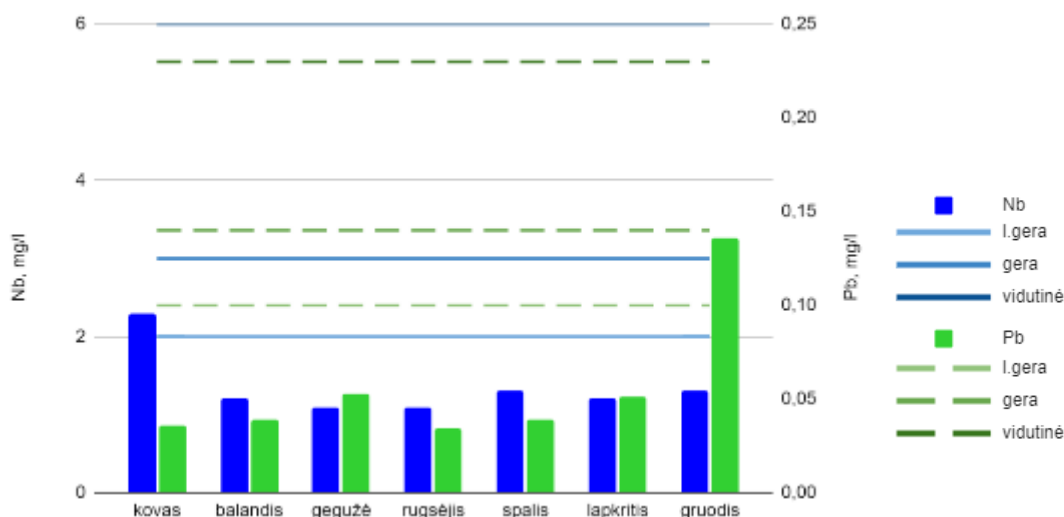
5,1 km ilgio, 4,9 km² ploto Raudžio upelio baseiną dengia priemolis 59%, smėlis 16%, baseine yra natūralių ir dirbtinių vandens telkinių, kurie užima 4% baseino ploto. Baseine 41% ploto naudojama kompleksinės žemdirbystės reikmėms, dirbamai žemei 23%. Baseinas miškingas - 32% baseino ploto dengia miškai, vyrauja mišrus (14%) ir lapuočių (12%) miškų tipai (71 pav.).

Raudžio upelyje (tyrimų vieta ParR2) vandens kokybė bendrojo azoto atžvilgiu per visą nagrinėjamą laikotarpį atitiko gerą ir labai gerą vandens ekologinio potencialo klasę. Bendrojo fosforo koncentracijos viršijimas stebėtas gruodžio mėnesį, kur koncentracija siekė net 0,12 mg/l ir vandens kokybė atitiko vidutinę vandens ekologinio potencialo klasę (72 pav.). Imant viso tiriamojo laikotarpio koncentracijų vidurkius gaunama labai gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė pagal N_b ir P_b.

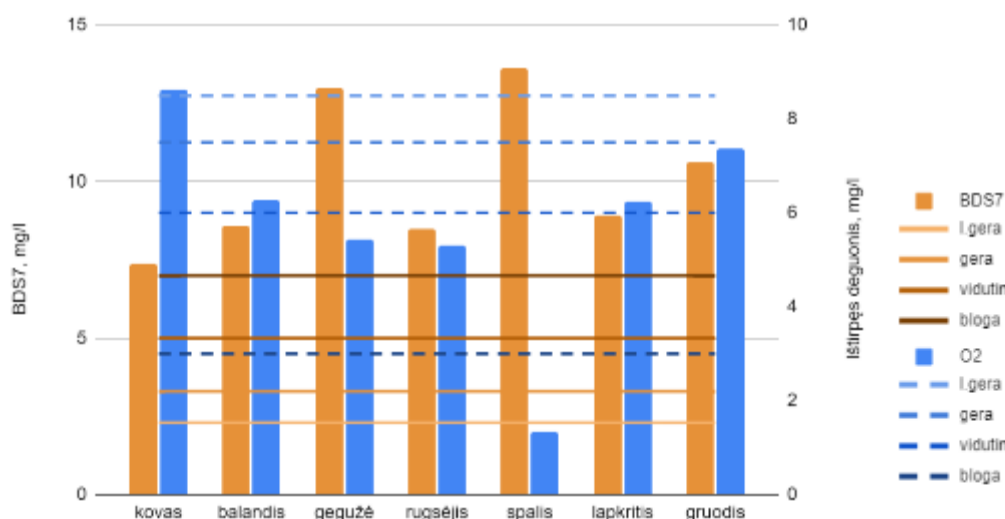
Tuo tarpu BDS₇ koncentracijos visais mėnesiais viršijo 7,4 mg/l, t.y. atitiko labai blogą vandens ekologinio potencialo klasę. Ištirpusio deguonies koncentracijos spalio, rugsėjo mėn. atitiko blogą ir labai blogą, o kovo mėn. labai gerą klases. (73 pav.)



71 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Raudžio upelio baseine



72 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita ParR2 tyrimų vietoje

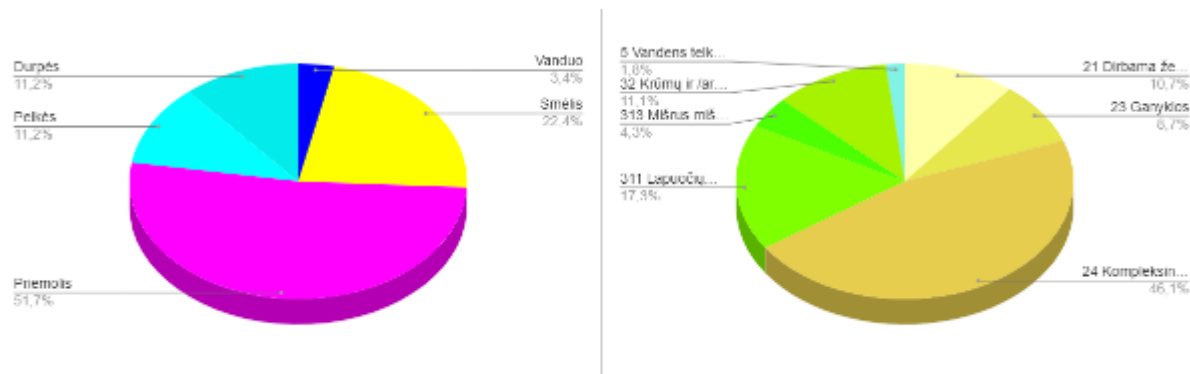


73 pav. BDS_7 ir O_2 kaita ParR2 tyrimų vietoje

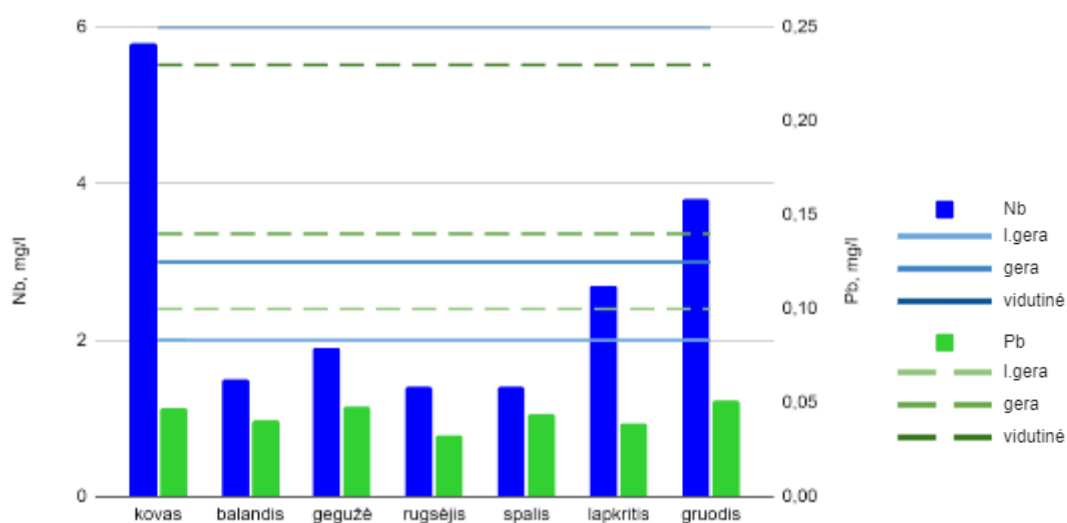
Bevardžio upelio (Par1) baseinas

Apie 3,7 km ilgio 3,5 km² ploto bevardžio upelio (Par1) baseiną dengia priemolis 52%, smėlis 22%, pelkės ir durpynai po 11% baseino ploto. 46% baseino ploto naudojama kompleksinės žemdirbystės reikmėms, dirbamai žemei ir ganykloms atitinkamai po 11% ir 9%. Baseiną dengia lapuočių miškai (17%) ir krūmų ir/arba žolinės augalijos bendrijos (11%) (74 pav.).

Atlikus vandens tyrimus Par1 intake, nustatyta, kad balandžio ir gegužės bei rugsėjo ir spalio mėnesiais bendrojo azoto koncentracijos atitiko labai gerą vandens ekologinę potencialo klasę, kovo ir gruodžio mėnesiais - vidutinę, o lapkričio mėn. - gerą vandens ekologinę potencialo klasę (75 pav.). Manoma, kad azotinių junginių koncentracijos pakilimas kovo mėn. susietas su dar nevykstančiais vegetaciniais procesais, tačiau jau prasidėjusia žemės ūkio veikla, juolab, kad šalia vandens telkinio yra žemės ūkio subjektas – ferma. Pagal viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė. Bendrojo fosforo koncentracijos Par1 intake visu nagrinėtu laikotarpiu atitiko labai gerą vandens ekologinę potencialo klasę.

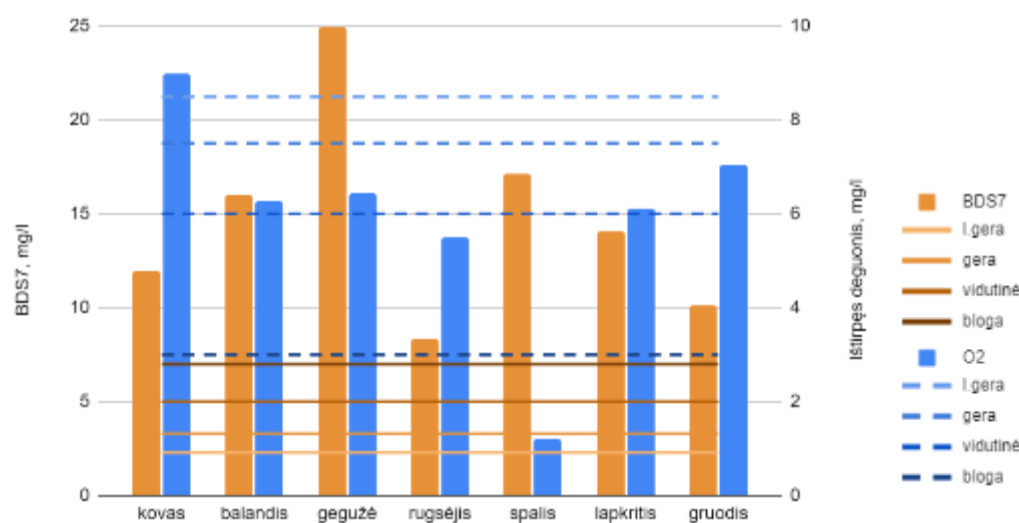


74 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Parl upelio baseine



75 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Parl tyrimų vietoje

BDS₇ koncentracijos visais mėnesiais kito 8,4-25 mg/l intervale ir atitiko labai blogą vandens ekologinio potencialo klasę. Ištirpęs deguonis labai blogą vandens ekologinio potencialo klasę atitiko spalio mėn. (1,2 mg/l), labai gerą – kovo mėnesį (76 pav.).

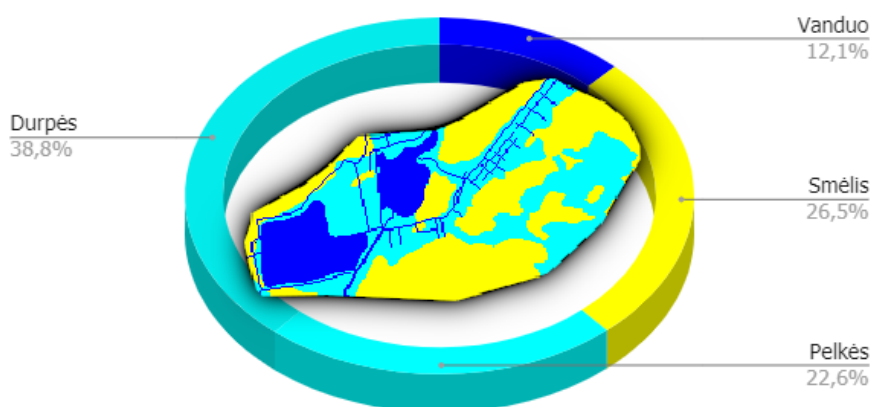


76 pav. BDS₇ ir O₂ kaita Parl tyrimų vietoje

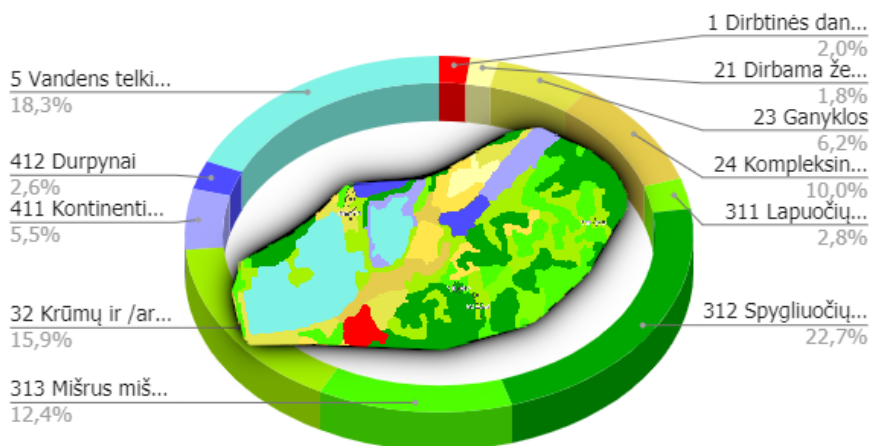
Tiek Par1, tiek Raudžio upeliuose BDS₇ koncentracijos atitinka labai blogą vandens ekologinio potencialo klasę ir tai rodo, kad nagrinėjami intakai yra teršiami organinėmis medžiagomis, kurioms oksiduoti reikia daugiau deguonies. Amonio koncentracijos visą tyrimų laikotarpį atitikusios 1.gerą kriterijų leidžia teigti, kad BDS₇ yra gamtinės kilmės.

4.5.3.Papio ežero baseinas

Ypač durpingas (daugiau 38% baseino ploto dengia durpės) ir pelkėtas (23%) Papio ežero baseinas likusia dalimi padengtas smėlio (27%) nuogulomis bei atviru vandeniu (12%) (77 pav.). Atviro vandens dalį sudaro baseine esantys žuvininkystės tvenkiniai ir Papio ežeras. Didžioji, beveik 82%, dalis Papio baseino padengta gamtinėmis teritorijomis: vandeniu, pelkėmis ir durpynais, miškais, kurių didžiausią dalį sudaro spygliuočių (23%) miškai. Kompleksinės žemdirbystės teritorijos (kolektyviniai sodai didžiaja dalimi) dengia 10%, ganyklos 6%, dirbtinės dangos 2% baseino ploto (78 pav.).



77 pav. Kvartero nuogulų sklaida Papio baseine

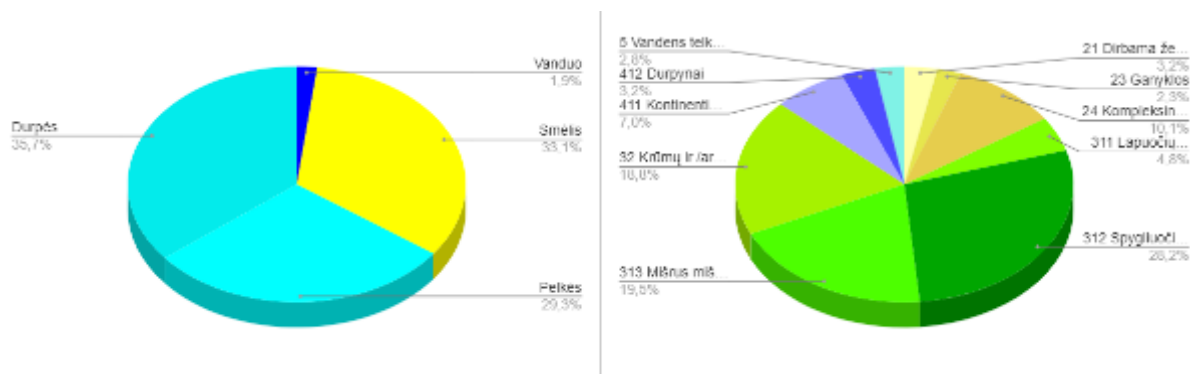


78 pav. Žemėnaudų sklaida Papio baseine

Nagrinėjami intakai: Merkio - Vokės kanalas (tyrimų vietos MVK1, MVK2, MVK3, MVK4, MVK5) ir Okva (tyrimų vietos PAO1, PAO2). Pagrindinę dalį Merkio - Vokės kanalo debito sudaro iš

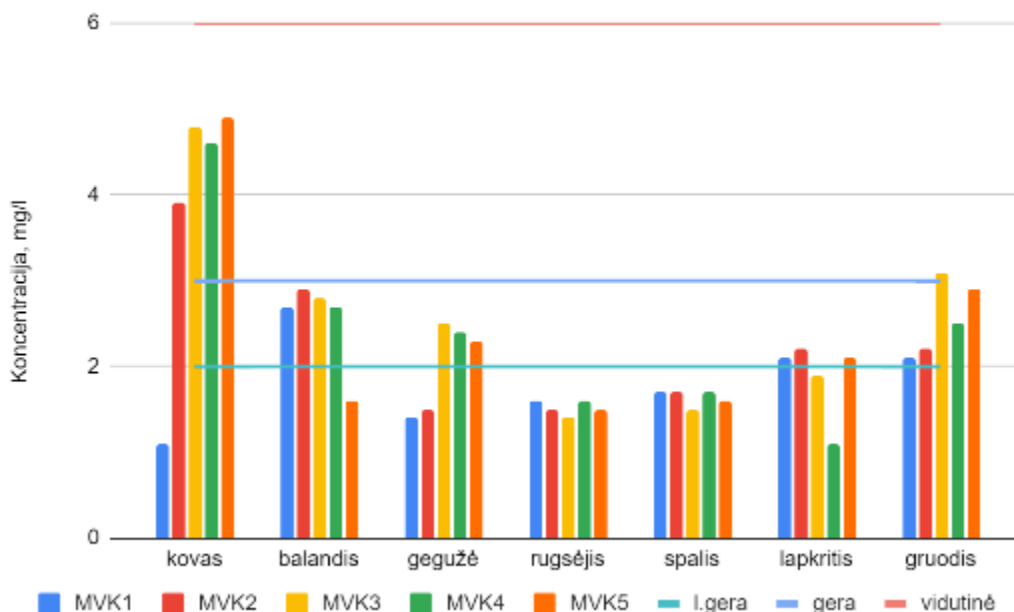
Merkio upės permetamas vanduo, todėl Merkio-Vokės kanalo baseino kvartero nuogulų ir žemėnaudų struktūros analizuoti netikslinga.

Kitas tiriamas intakas - Okvos upė. 2,9 km ilgio, 21 km² baseino ploto upės baseino didžiąją dalį dengia pelkės ir durpės (29% ir 36%), likusi dalis - smėlio nuogulos. Kaip ir Papio ežero, Okvos baseinas reikšmine dalimi (84%) padengtas gamtinėmis teritorijomis: spygliuočių 28%, mišrūs 20% miškai, krūmų ir /arba žolinės augalijos bendrijos 19% baseino teritorijos. Komplexinės žemdirbystės teritorijos (daugiausia kolektyviniai sodai) dengia 10%, dirbama žemė 3%, ganyklos 2% Okvos baseino ploto (79 pav.).



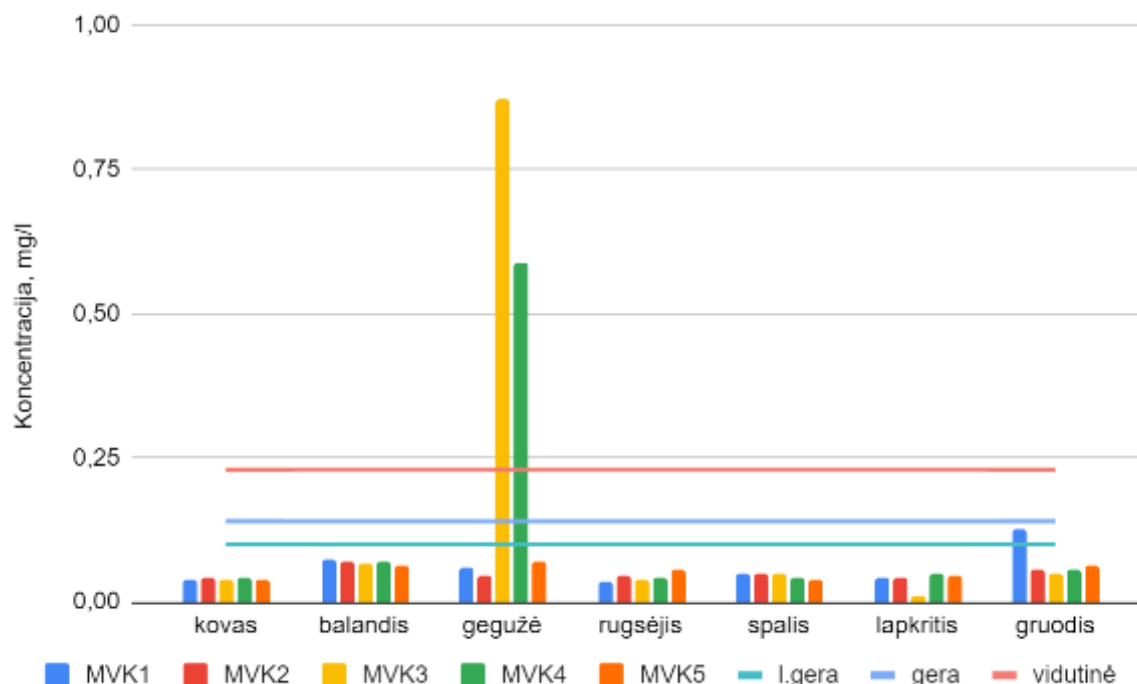
79 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Okvos upelio baseine

Merkio - Vokės kanalas jungia Merkį su Voke per Papio ežerą. MVK1 tyrimo vieta yra kanalo pradžioje, tai reiškia, kad čia yra Merkio upės vanduo. MVK2 tyrimo vieta identifikuoja Baltosios Vokės gyvenvietės įtaką kanalo vandens kokybei. MVK3 vieta yra žemiau žuvininkystės tvenkinių išteklėjimo, tad ši tyrimo vieta leidžia nustatyti žuvų ūkio įtaką vandens kokybei. Dvi paskutinės vandens mėginių ėmimo vietos skirtos nustatyti, ar pelkė yra geras taršos mažinimo elementas, nes MVK4 tyrimo vieta yra aukščiau pelkės, o MVK5 yra prie kanalo žiočių į ežerą, žemiau pelkės. Ištyrus vandens kokybę MVK1, MVK2, MVK3, MVK4, MVK5 tyrimų vietose nustatyta, kad N_b koncentracijos per visą nagrinėjamą laikotarpį atitiko gerus arba labai gerus ekologinio potencialo klasės kriterijus, išskyrus kovo mėnesį, kai MVK2, MVK3, MVK4, MVK5 tyrimų vietose N_b koncentracijos siekė vidutinį ekologinio potencialo klasės kriterijų (80 pav.). Imant viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė.



80 pav. Bendrojo azoto (N_b) kaita Merkio-Vokės kanale

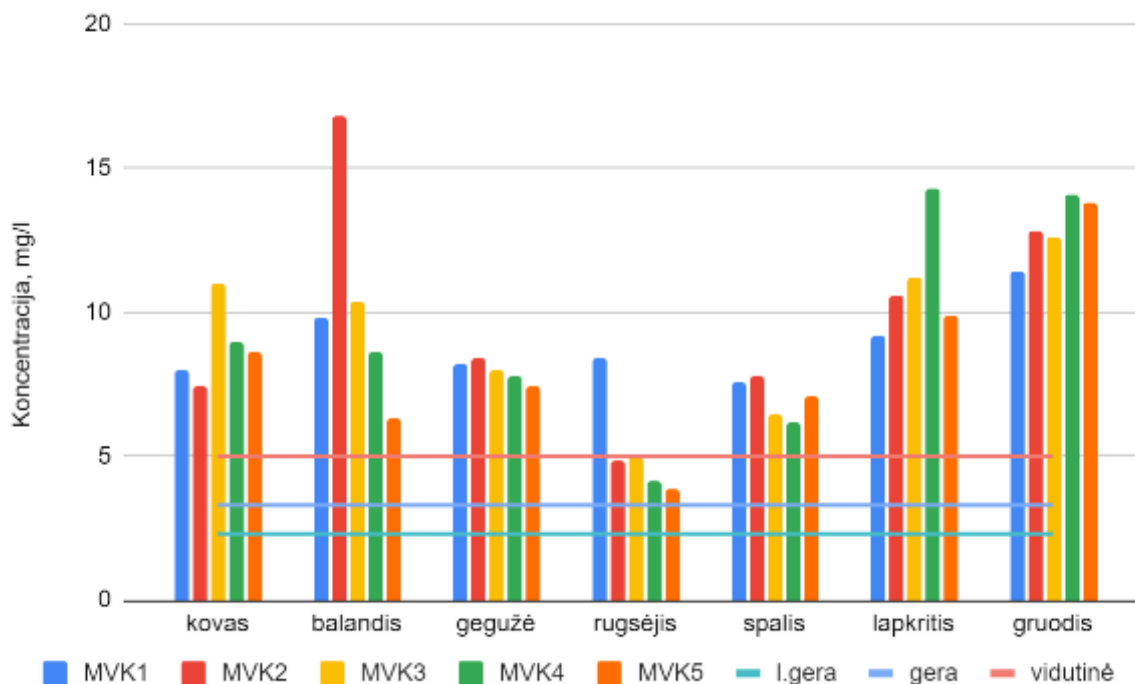
Nagrinėjant P_b koncentracijų kaitą matyti, kad per visą nagrinėjamą laikotarpį vandens kokybė atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę, išskyrus gegužės mėnesį, kuomet MVK3 (tyrimo vieta aukščiau žuvininkystės išleidimo vietos) tyrimo vietoje vandens kokybė pagal P_b atitiko labai blogą ekologinio potencialo klasę (81 pav.). Pakilusios koncentracijos iki blogos klasės išlieka ir iki MVK4 vietos, tačiau pelkė atlieka savo filtro vaidmenį, nes MVK5 tyrimo vietoje kanalo vanduo vėl atitinka labai gerą ekologinio potencialo klasės kriterijų. Šių fiksuotų koncentracijų priežastis galėtų būti momentiniai išmetimai ir vandens valymo įrenginių ar namų ūkio. Imant viso tiriamojo laikotarpio P_b koncentracijų vidurkį gaunama labai gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė.



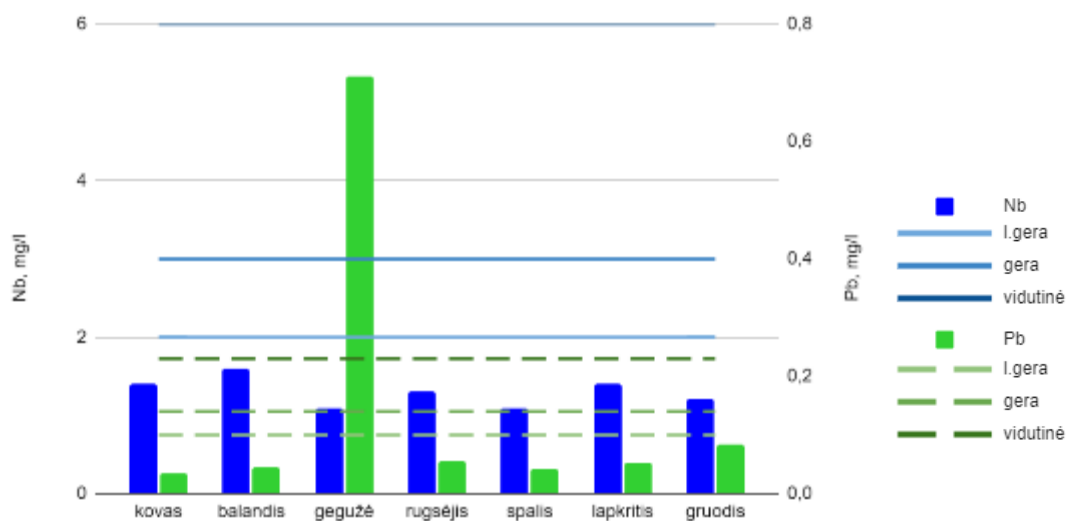
81 pav. Bendrojo fosforo (P_b) kaita Merkio-Vokės kanale

Vandens telkiniuose BDS_7 parametro vertę gali nulemti gamtiniai veiksniai ir procesai bei antropogeninė pasklidoji arba sutelktoji tarša. BDS_7 parametras dažniausiai naudojamas siekiant įvertinti buitinės ir pramoninės taršos poveikį vandens telkiniams priimtuvams, taip pat nuotekų valymo proceso efektyvumą, nes netiesiogiai parodo biologiškai yrančių organinių medžiagų kiekį vandenyje. Tačiau klaidinga manyti, kad buitinė tarša yra išimtinai pagrindinis biologiškai skaidomų organinių medžiagų šaltinis visuose vandens telkiniuose. Ištyrus Merkio-Vokės kanalą nustatyta, kad MVK1 tyrimo vietoje per visą nagrinėjamą laikotarpį BDS_7 koncentracijos atitiko blogą ar labai blogą ekologinio potencialo klasę. Kitose tirtose vietose BDS_7 koncentracijos kito, nors ir atitiko blogą arba labai blogą klasę, išskyrus rugsėjo mėnesį, kur siekė vidutinę klasę (82 pav.).

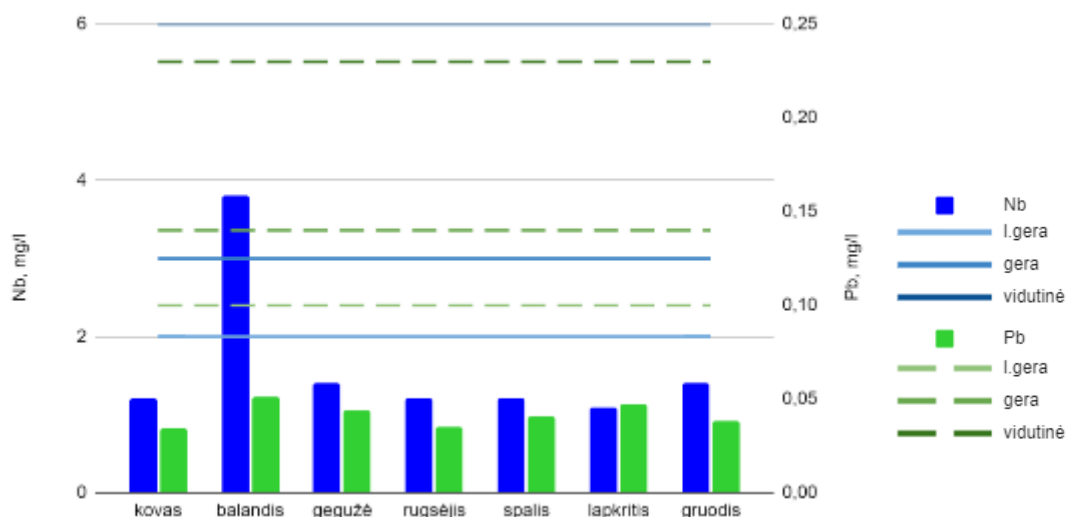
Okvos intake esančios dvi tyrimų vietos, kurios pasirinktos siekiant įvertinti pelkės, kaip filtro, įtaką vandens kokybės gerinimui. N_b koncentracijos abiejuose tyrimų vietose atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę išskyrus balandžio mėnesį PAO2 vietoje (84 pav.), t.y. Okvos upės žiotyse į ežerą N_b koncentracija pakilo 42 proc. lyginant su tyrimo vietos prieš pelkę. Nagrinėjant P_b koncentracijų kaitą pastebėta, kad per visą nagrinėjamą laikotarpį koncentracijų vertės atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę, išskyrus gegužės mėnesį, kur PAO1 tyrimų vietoje (83 pav.) P_b koncentracijos siekė net 0,71 mg/l (galima momentinė tarša iš gyvenamosios teritorijos), tačiau žemiau pelkės P_b koncentracija krito iki 0,04 mg/l ir atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę. Imant viso tiriamojo laikotarpio koncentracijų vidurkius gauname labai gerą vandens telkinio ekologinio potencialo klasę pagal N_b ir P_b . BDS_7 koncentracijos kaip ir visose tirtose vietose yra blogos arba labai blogos klasės (85 pav., 86 pav.). O_2 koncentracijos visose tyrimų vietose atitiko gerą ir labai gerą klasę.



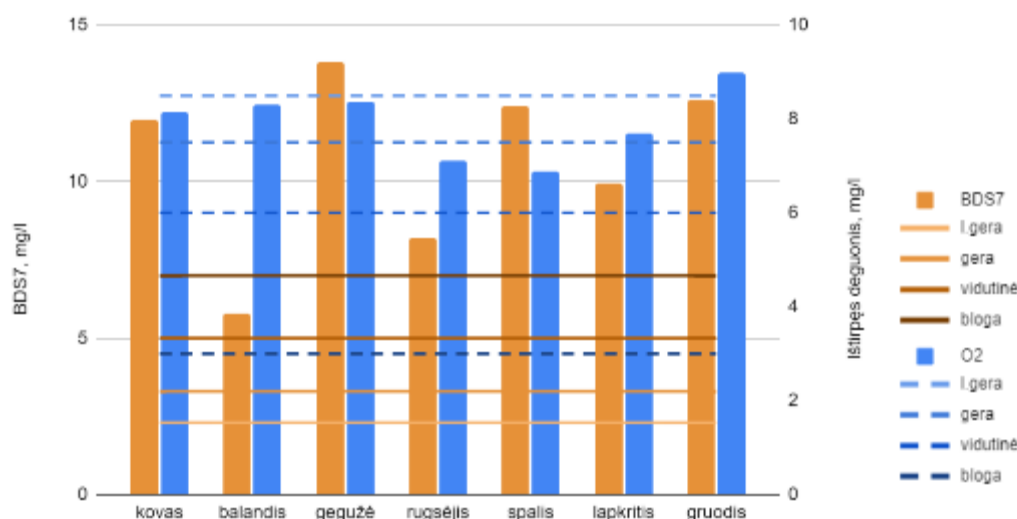
82 pav. BDS₇ kaita Merkio-Vokės kanale



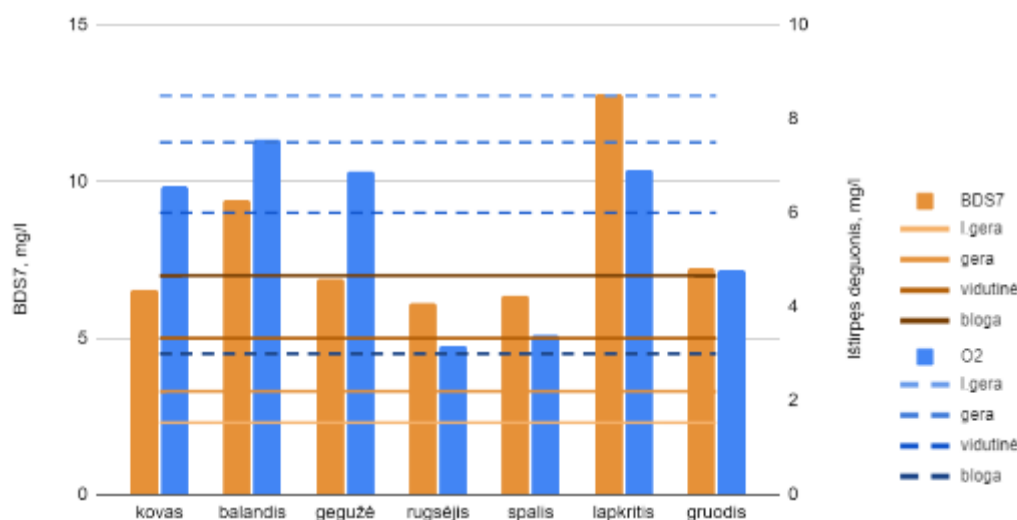
83 pav. Bendrojo azoto (Nb) ir bendrojo fosforo (Pb) kaita PaO1 tyrimų vietoje



84 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita PaO2 tyrimų vietoje



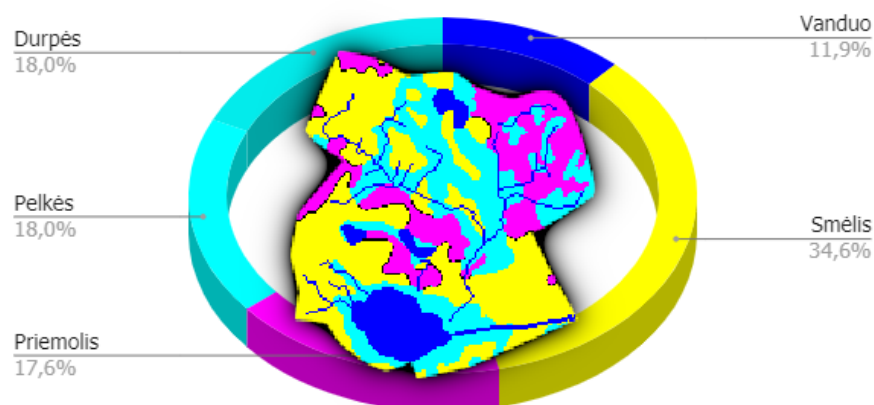
85 pav. BDS₇ ir O₂ kaita PaO1 tyrimų vietoje



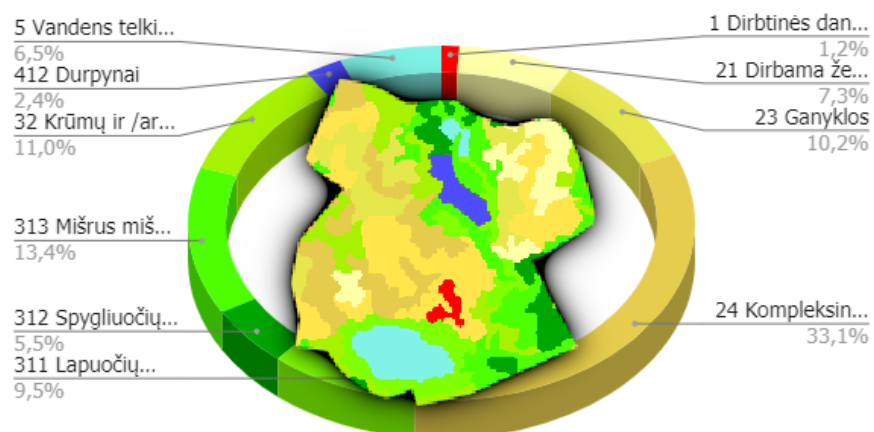
86 pav. BDS₇ ir O₂ kaita PaO2 tyrimų vietoje

4.5.4. Didžiulio ežero baseinas

41,1 km² Didžiulio ežero baseiną dengia smėlio 35%, priemolio 18% nuogulos, pelkės ir durpės dengia po 18% (87 pav.). Apie pusę baseino dengia gamtinės teritorijos: mišrus miškas 13%, krūmų ir /arba žolinės augalijos bendrijos 11% ir kt. Antrą pusę dengia žemdirbystės teritorijos: kompleksinės žemdirbystės teritorijos 33%, ganyklos 10%, dirbama žemė 7% (88 pav.).



87 pav. Kvartero nuogulų sklaida Didžiulio baseine



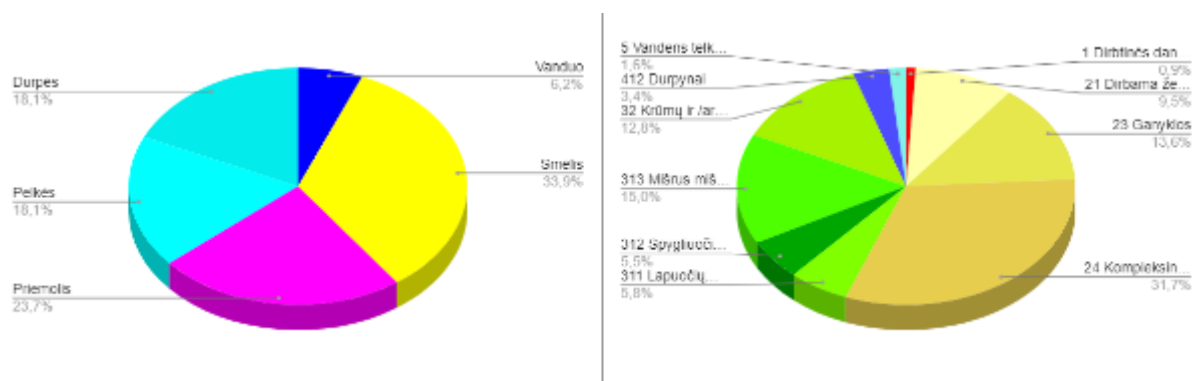
88 pav. Žemėnaudų sklaida Didžiulio baseine

Didžiulio ežero baseine tirti 4 intakai: Dusmenos upelis (tyrimų vieta DI3) bei trys bevardžiai upeliai/melioraciniai grioviai (tyrimų vietos DI1, DI2, DI4).

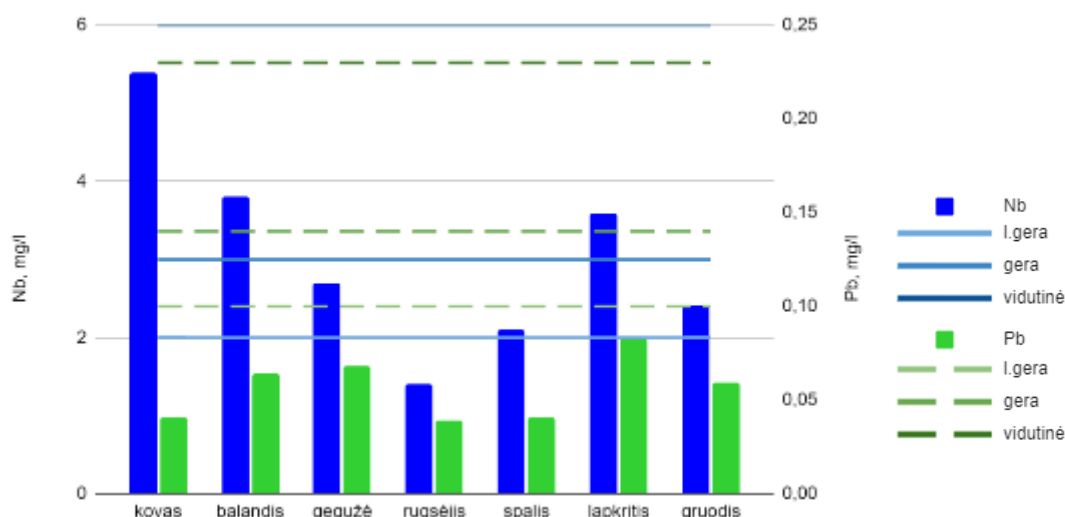
Dusmenos baseinas

Didžiausias intakas - 6,4 km ilgio, apie 23,4 km² ploto Dusmenos upelio aukštupys, dengiamas smėlio 34%, priemolio 24%, pelkių ir durpių po 18% nuogulų. Aukštupyje yra keletas ežerų, vanduo užima virš 6% baseino ploto. Didesnėje, 56% dalyje vykdoma žmogaus ūkinė veikla: kompleksinės žemdirbystės teritorijos dengia 31% baseino ploto, ganyklos 14%, dirbama žemė 10%, dirbtinės dangos 1% (89 pav.). DI3 tyrimų vietoje atlikti vandens kokybės tyrimų rezultatai parodė, kad kovo, balandžio,

lapkričio mėnesiais N_b koncentracijos siekė vidutinę klasę. Tai lėmė nitratų azoto 3,2-1,6 mg/l koncentracijos. Likusiais mėnesiais gerą arba labai gerą, o šių koncentracijų vidurkis rodo vidutinę klasę. Palyginus su kitais Didžiulio ež. intakų baseiniais, kuriuose vandens kokybė neviršijo geros klasės, darytina išvada, kad taršai N_b didžiąja dalimi turėjo įtakos antropogeninė veikla, nepriklausomai, kad natūralios gamtos teritorijų dengia beveik pusė baseino ploto. Vertinant P_b koncentracijos per visą nagrinėjamą laikotarpį neviršijo labai geros klasės kriterijų (90 pav.). BDS₇ koncentracijos viršijo visais tirtais mėnesiais 12 mg/l vertę (91 pav.).



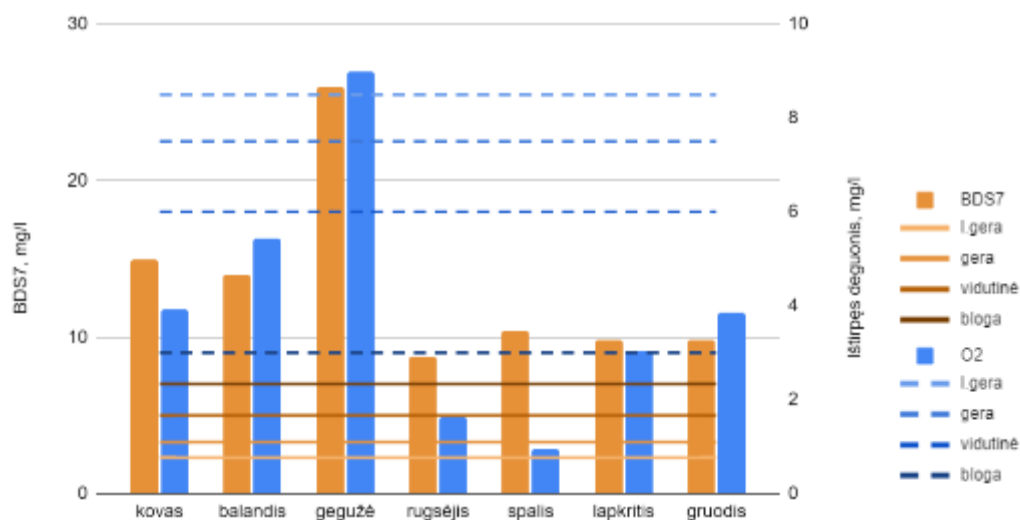
89 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Dusmenos aukštupyje



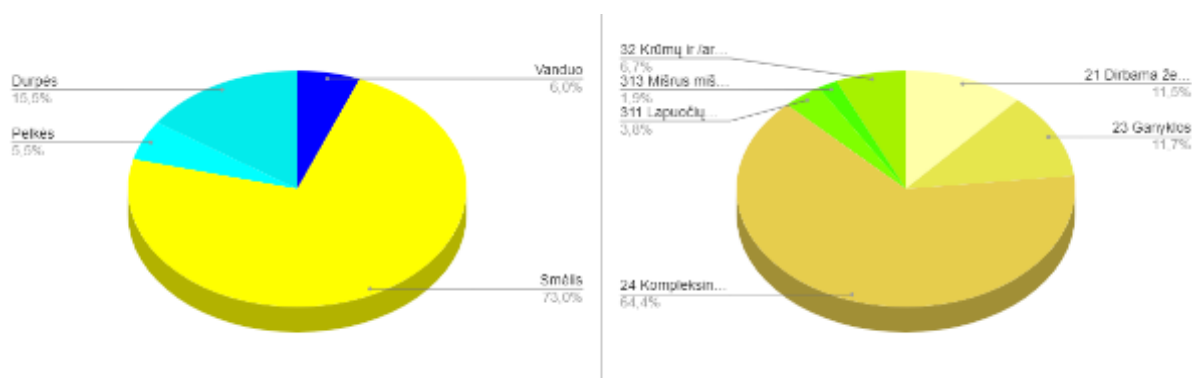
90 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Di3 tyrimų vietoje

Bevardžio (Di1) upelio baseinas

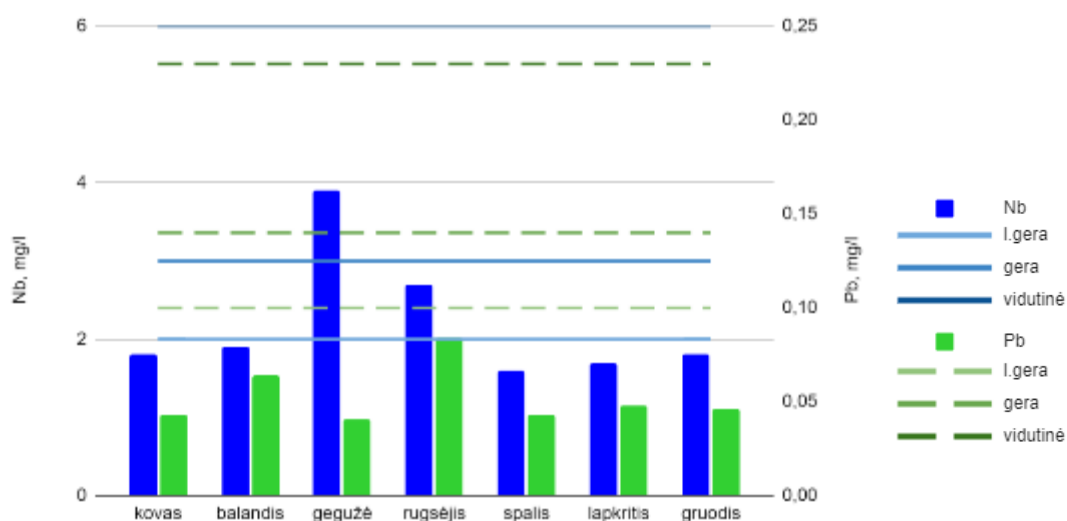
Bevardžio (tyrimų vieta Di1) upelio, apie 2 km ilgio pilnai ištiesinto intako, apie 2,4 km² ploto baseiną 73% dalimi dengia smėlis, durpės 15% ir pelkės (žemupyje) 6%, vanduo 6%. Baseinas 87% išnaudojamas žemės ūkio reikmėms: kompleksinės žemdirbystės teritorijos dengia 64%, ganyklos ir dirbama žemė po beveik 12%. Likusi teritorija - gamtinės teritorijos: krūmų ir /arba žolinės augalijos bendrijos dengia 7% baseino teritorijos, 6% mišrūs ir lapuočių miškai (92 pav.). Ištyrus vandens kokybę nustatyta, kad nors nitratinio azoto koncentracijos siekė 0,99-0,75 mg/l, tačiau N_b koncentracijos gegužės mėnesį siekė 3,9 mg/l, o rugsėjo - 2,7 mg/l ir atitiko atitinkamai vidutinę ir gerą ekologinio potencialo klasę. Kitais mėnesiais - labai gerą ekologinio potencialo klasę. P_b koncentracijos neviršijo labai geros klasės verčių (93 pav.). BDS₇ koncentracijos siekė blogą ir labai blogą ekologinio potencialo klasę, ištirpusio deguonies - gerą ir labai gerą kovo-balandžio mėn., bei labai blogą ir blogą rugsėjo-gruodžio mėn. (94 pav.).



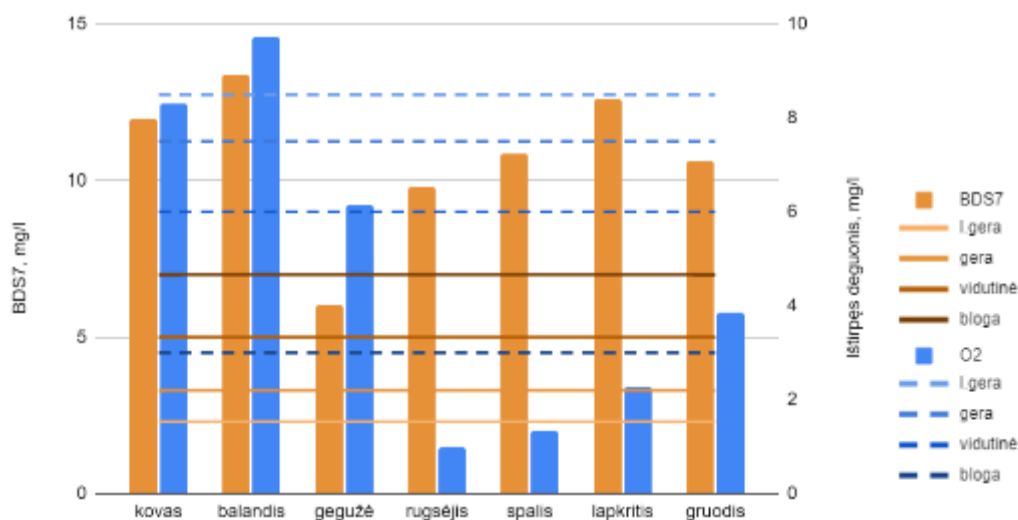
91 pav. BDS₇ ir O₂ kaita Di3 tyrimų vietoje



92 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Di1 baseine



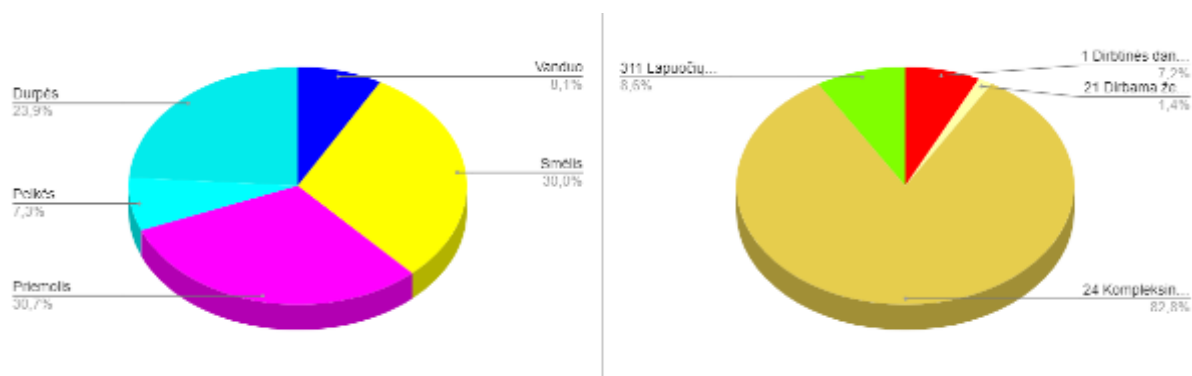
93 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Di1 tyrimų vietoje



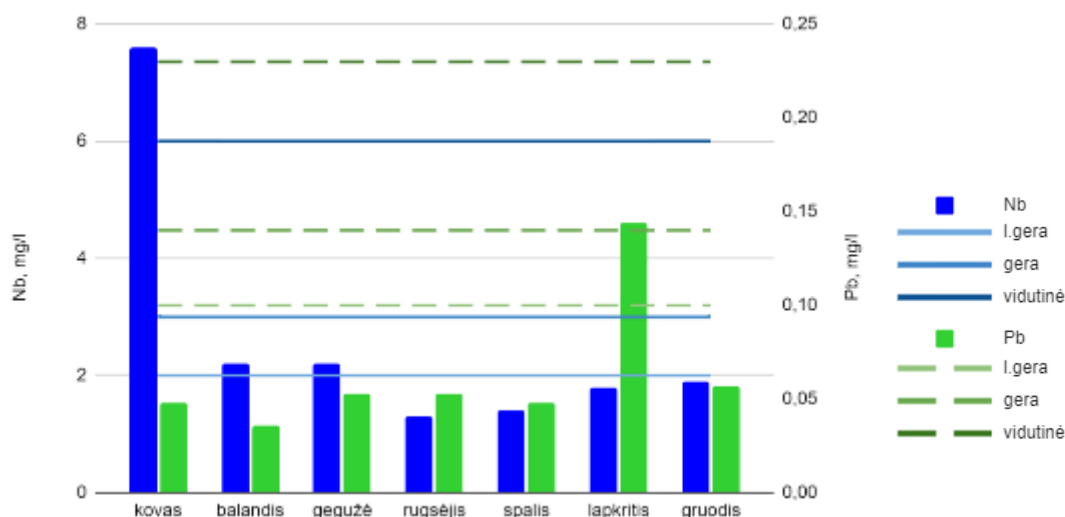
94 pav. BDS₇ ir O₂ kaita Di1 tyrimų vietoje

Bevardžio (Di2) upelio baseinas

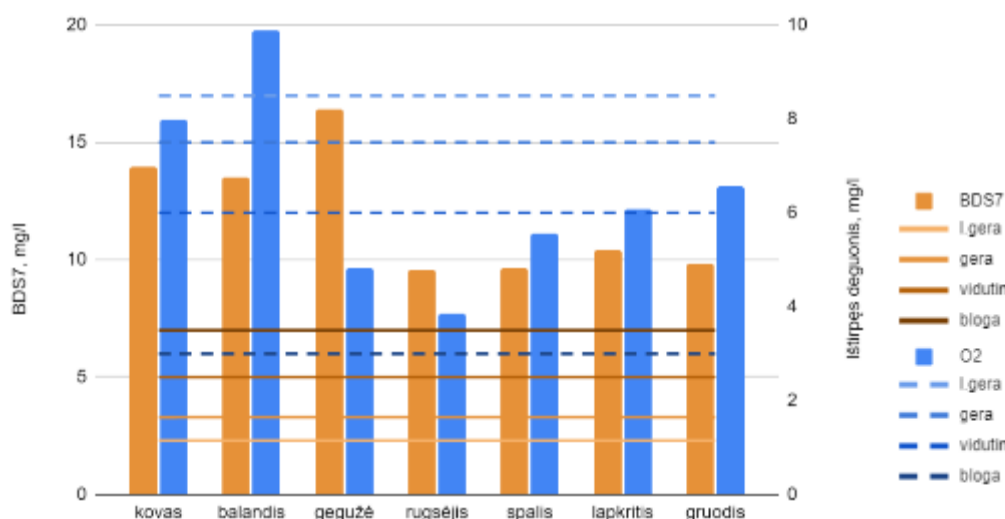
Apie 1,2 km ilgio, 2,4 km² ploto bevardžio (tyrimų vieta Di2) pilnai ištiesinto upelio baseiną po 30% lygiomis dalimis dengia priemolis ir smėlis, durpės 24%, pelkės 7%, vanduo 9%. 9% baseino ploto užima gamtinės teritorijos lapuočių miškai. Likusi dalis - gyvenamosios vietovės (dirbtinės dangos 7%), kompleksinės žemdirbystės teritorijos 83% (95 pav.). Ištyrus vandens mėginius nustatyta, kad N_b koncentracijos tik kovo mėnesį atitiko blogą ekologinio potencialo klasę (nustatytos nitratų azoto koncentracijos 5,1 mg/l), o per likusį laikotarpį - gerą arba labai gerą klasės kriterijų (96 pav.). Suprantama, kad tokia azotinių junginių kaita yra susijusi su dar neprasidėjusiu vegetaciniu laikotarpiu. Imant viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė. P_b koncentracijos išsiskyrė lapkričio mėnesį, kuomet siekė 0,14 mg/l ir atitiko vidutinės vandens telkinio ekologinio potencialo klasės kriterijų, tačiau kitais mėnesiais atitiko labai gerą ekologinio potencialo klasę, o laikotarpio vidurkis – labai gerą ekologinio potencialo klasę. BDS₇ koncentracijos per visą laikotarpį atitiko labai blogos ekologinio potencialo klasės kriterijus. Ištirpusio deguonies koncentracijos rodė gerą ir labai gerą ekologinio potencialo klasę kovo, balandžio mėn. ir blogą bei vidutinę likusiais mėnesiais (97 pav.).



95 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Di2 baseine



96 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Di2 tyrimų vietoje

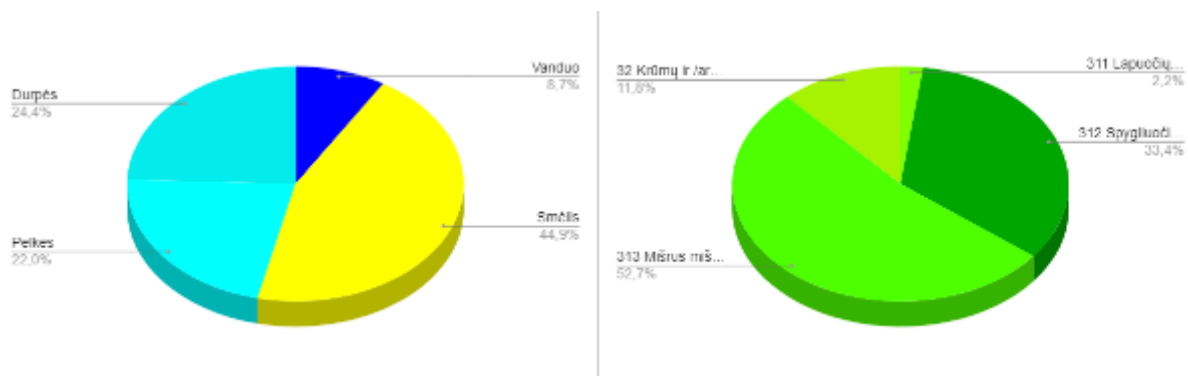


97 pav. BDS_7 ir O_2 kaita Di2 tyrimų vietoje

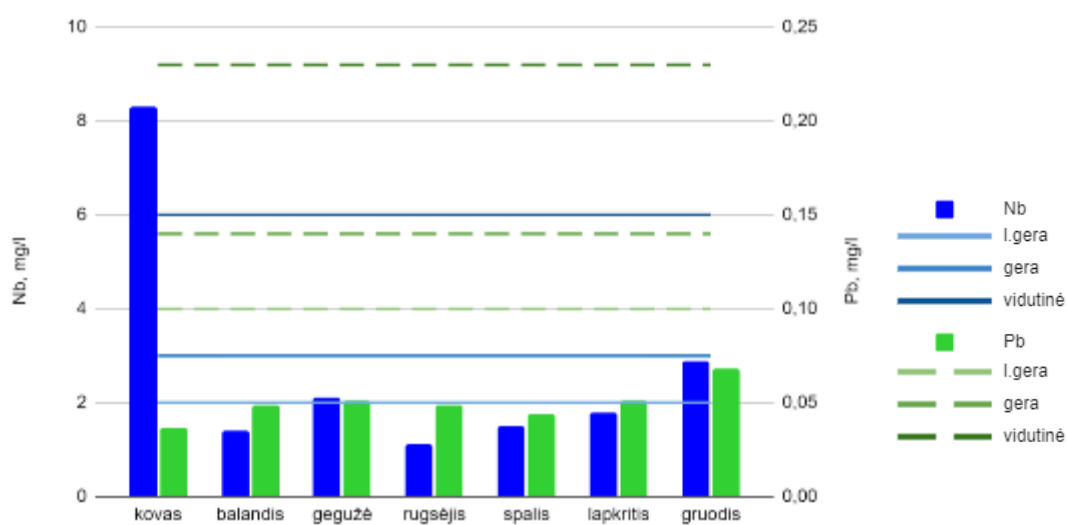
Bevardžio (Di4) upelio baseinas

Apie 2,4 km ilgio, 1,45 km² baseino ploto kanalo (Di4), jungiančio Didžiulio ežerą su upe Muse, 45% baseino ploto sudaro smėlis, durpės apie 34%, pelkės 22% baseino ploto. Apie 9% dengia vanduo - baseine yra pratekantis tvenkinys. Visą baseiną užima gamtinės teritorijos, iš jų mišrus miškas 53%, spygliuočių miškas 33%, krūmų ir/arba žolinės augalijos bendrijos 12% (98 pav.).

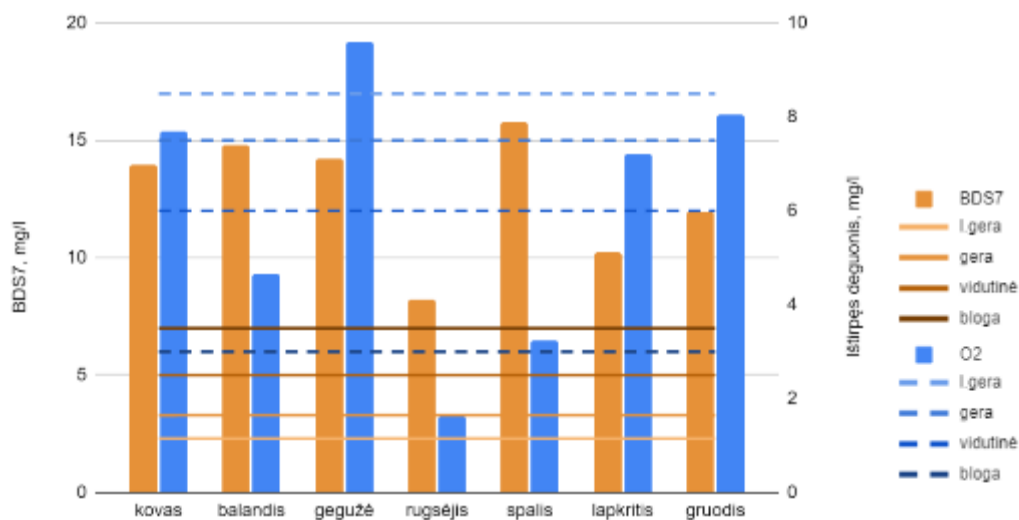
Vandens tyrimų rezultatai šioje vietoje panašūs kaip ir kituose Didžiulio tyrimų vietose: N_b koncentracijos kovo mėnesį siekė net 8,3 mg/l, mat nitratų azoto koncentracijos buvo reikšmingai aukštos (5,8 mg/l). Kitais mėnesiais N_b koncentracijos tenkino labai gerą arba gerą ekologinio potencialo klasę. Imant viso tiriamojo laikotarpio N_b koncentracijų vidurkį gaunama gera vandens telkinio ekologinio potencialo klasė. P_b koncentracijos neviršijo labai geros ekologinio potencialo klasės kriterijaus (99 pav.). BDS_7 koncentracijos atitiko labai blogą ekologinio potencialo klasės kriterijų, ištirpęs deguonis kito nuo labai blogos (rugsėjo mėn.) iki labai geros (gegužės mėn.) klasės (100 pav.).



98 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Di4 baseine



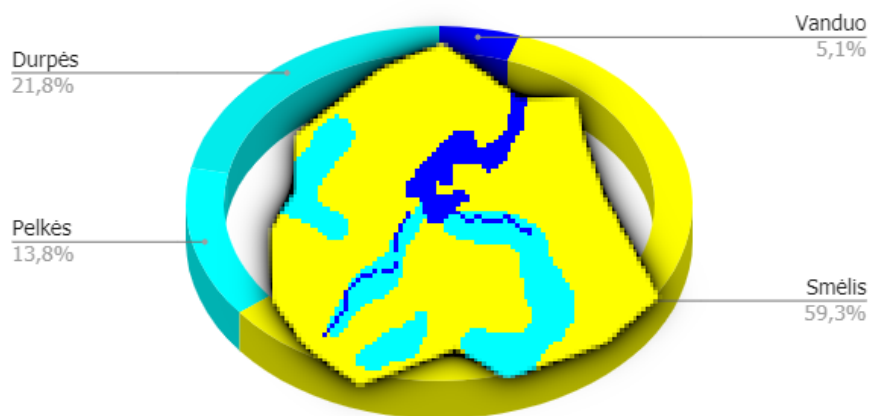
99 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Di4 tyrimų vietoje



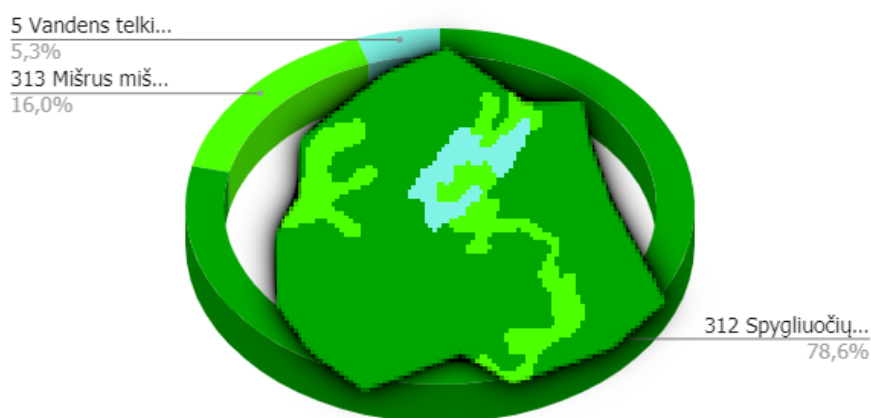
100 pav. BDS7 ir O₂ kaita Di4 tyrimų vietoje

4.5.5. Kampuolio ežero baseinas

Smėlingą Kampuolio ežero baseiną pelkės dengia 14%, durpynai 22%, vandens telkiniai 5% baseino ploto (101 pav.). Baseiną pilnai dengia miškai, spygliuočių 79%, mišrus miškas 16% (102 pav.).



101 pav. Kvartero nuogulų sklaida Kampuolio baseine



102 pav. Žemėnaudų sklaida Kampuolio baseine

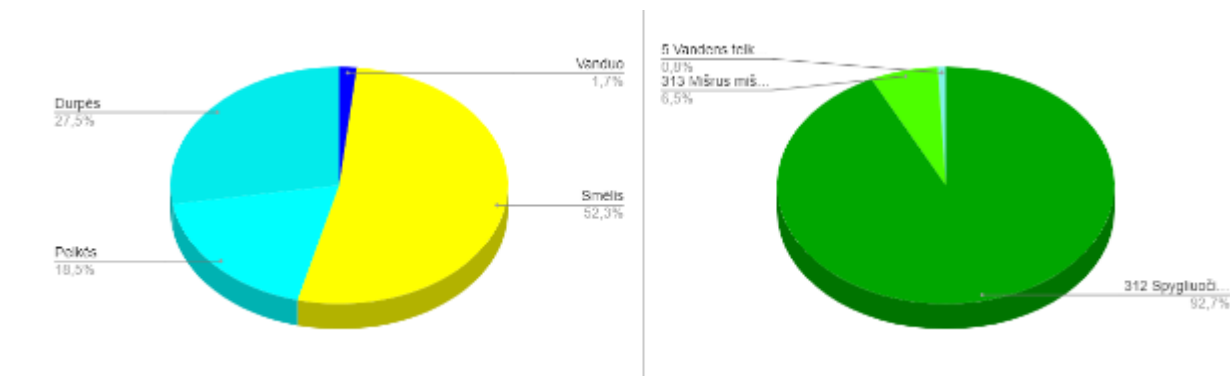
Nagrinėti du intakai: Sirgėlos upės aukštupys, įtekantis į ežerą pietinėje dalyje (tyrimų vieta KaS1) ir bevardis upelis (tyrimų vietos Ka2, Ka3).

Nagrinėjama 1,8 km ilgio Sirgėlos upelio atkarpa išteka iš pelkėto pažemėjimo, prateka du ežerėlius Versminius ir pelkėta vietove įteka į Kampuolio ežero pietinę dalį. Baseiną ant smėlio nuogulų dengia pelkės 19% ir durpynai 27%. Augalijos danga - spygliuočių miškai 93%, mišrus miškas 7% (103 pav.).

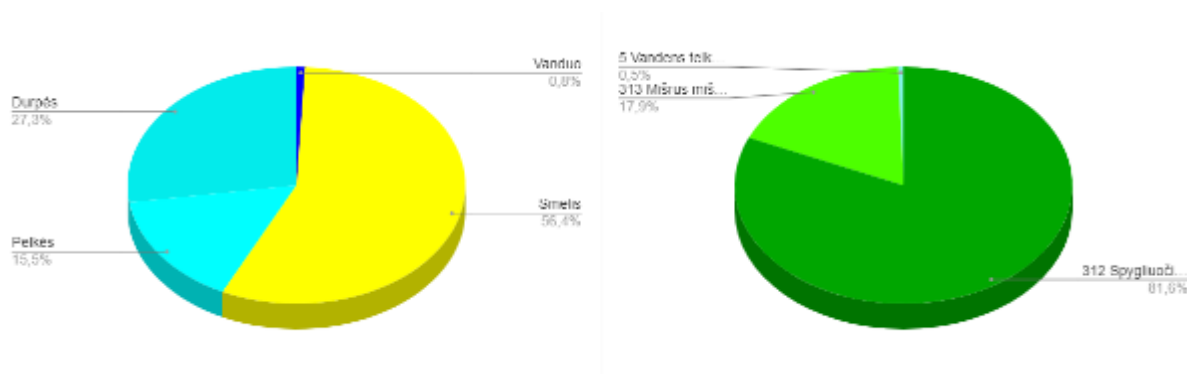
Bevardis upelis (tyrimų vietos Ka2, Ka3) 2,9 km didžiąja dalimi teka per pelkes ir durpynus. Čia smėlio nuogulų baseiną dengia pelkės 16% ir durpynai 27%. Augalijos danga - miškai: spygliuočių miškai dengia beveik 82%, mišrus miškas - 18% baseino ploto (104 pav.).

Nagrinėjamų upių baseinuose nėra jokios žmogaus ūkinės veiklos, kuri turėtų įtakos upių vandens kokybei, todėl N_b ir P_b koncentracijos vandenyje atitinka labai geros ekologinės būklės klasę (105 pav, 107 pav.). Tačiau visai kitokia situacija yra su biocheminiu deguonies suvartojimu (BDS_7),

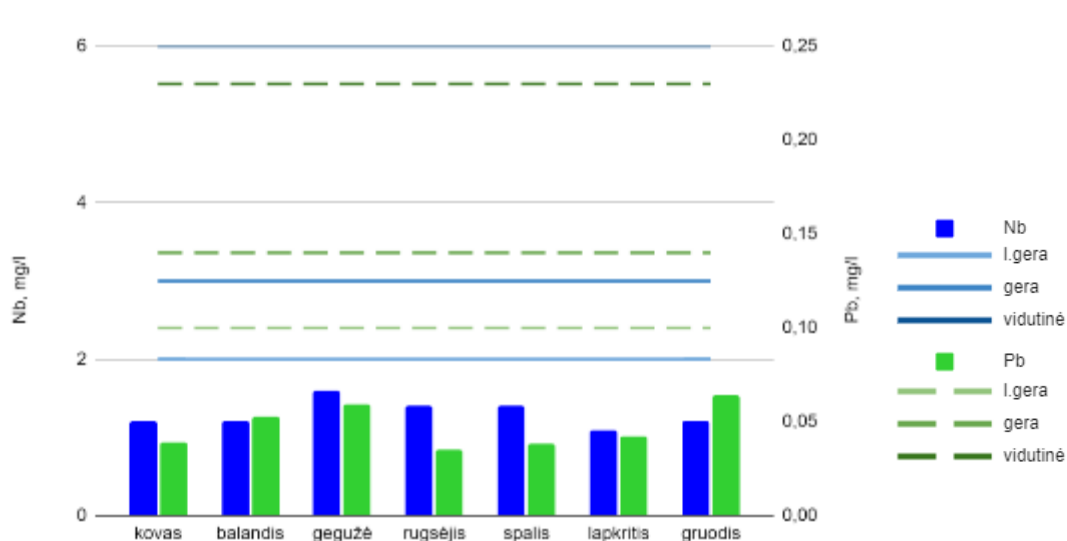
kurio koncentracijos KaS1 vietos vandenyje per visą nagrinėtą laikotarpį atitiko labai blogą ekologinę būklę, tik rugsėjo mėnesį koncentracija tenkino vidutinę ekologinę būklę (106 pav.). Maistinių medžiagų kiekiai bevardžiame upelyje yra dideli, tai rodo BDS₇ koncentracijos, kurios reprezentuoja labai blogą ekologinę vandens būklę. Tarp tiriamų vietų Ka3 ir Ka2 upelis teka per pelkę, tačiau šis faktorius teigiamos įtakos turėjo tik kovo, balandžio, rugsėjo ir lapkričio mėnesiais, nes BDS₇ koncentracijos tarp abiejų tyrimo vietų mažėjo nuo 45 iki 10 proc. Gegužės, spalio ir gruodžio mėnesiais tarp dviejų nagrinėjamų tyrimo vietų esanti pelkė padarė neigiamą įtaką, t.y. BDS₇ koncentracijos padidėjo nuo 1,7 iki net 22 proc. (107 pav-110 pav.). Manoma, kad tai turėjo įtakos mažas 2020 metų upių vandeningumas, kuris Lietuvos hidrometeorologijos tarnybos įvardintas kaip hidrologinė sausra.



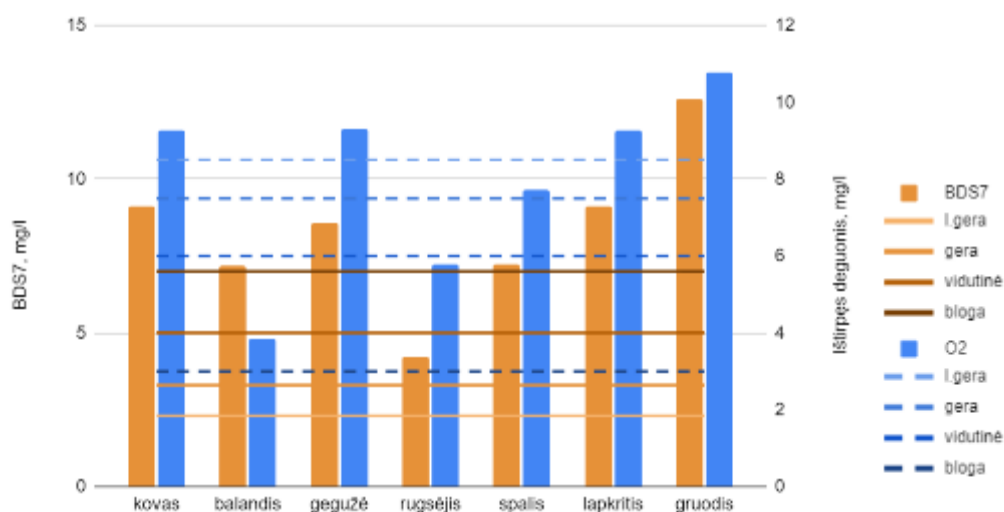
103 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Sirgėlos aukštupyje



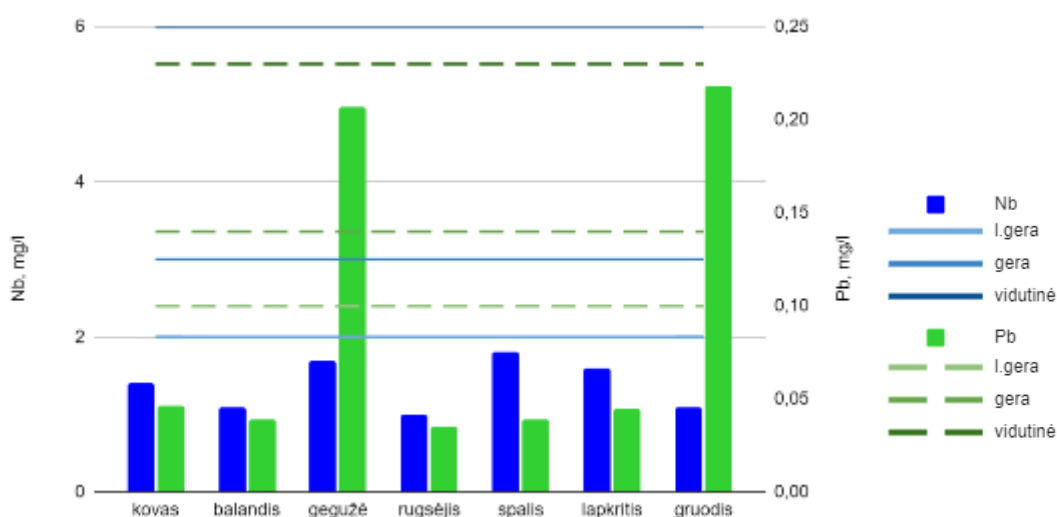
104 pav. Kvartero nuogulų ir žemėnaudų sklaida Ka2 intako baseine



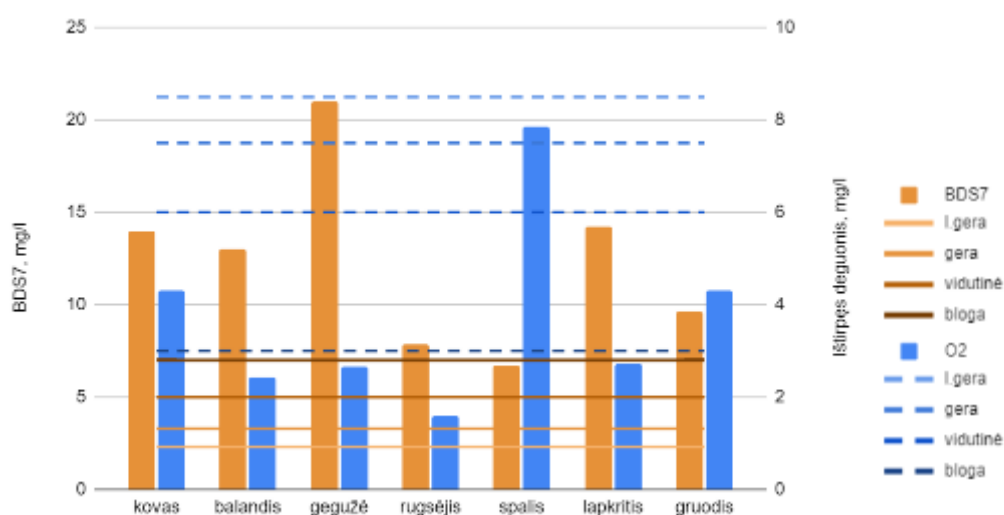
105 pav. Bendrojo azoto (Nb) ir bendrojo fosforo (Pb) kaita KaS1 tyrimų vietoje



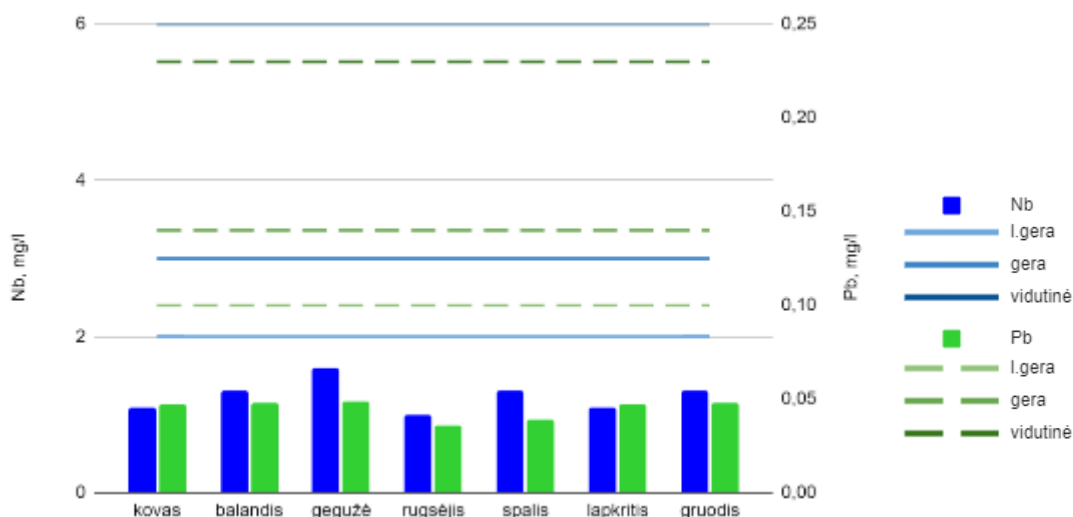
106 pav. BDS₇ ir O₂ kaita KaS1 tyrimų vietoje



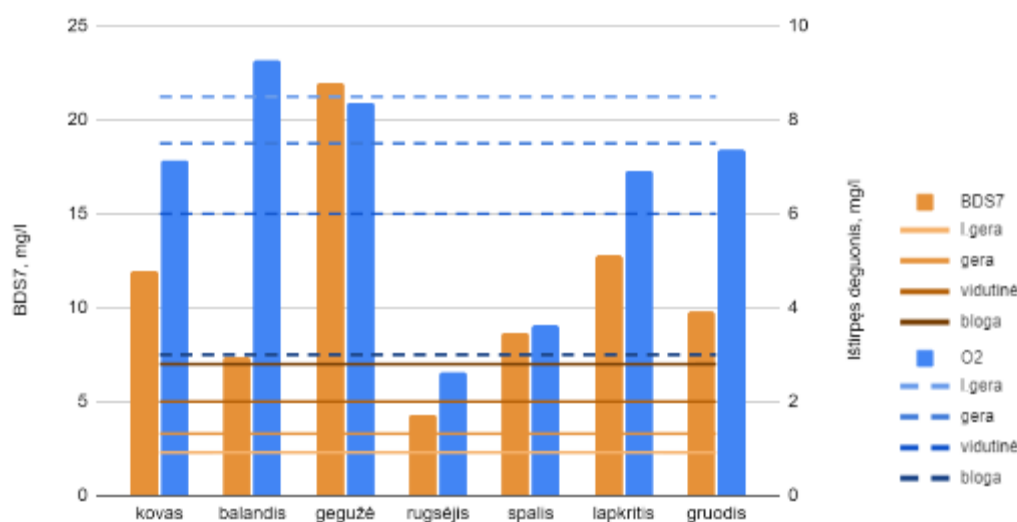
107 pav. Bendrojo azoto (Nb) ir bendrojo fosforo (Pb) kaita Ka3 tyrimų vietoje



108 pav. BDS₇ ir O₂ kaita Ka3 tyrimų vietoje



109 pav. Bendrojo azoto (N_b) ir bendrojo fosforo (P_b) kaita Ka2 tyrimų vietoje



110 pav. BDS_7 ir O_2 kaita Ka2 tyrimų vietoje

4.6. Vandens fizikinių-cheminių parametrų atvejų analizė

Tyrimo laikotarpiu atliktas 151 vandens kokybės tyrimas 21 tyrimo vietoje kovo-gegužės ir rugsėjo-gruodžio mėnesiais (51 lentelė).

Bendro azoto koncentracijos tyrimo laikotarpiu kito 0,15-8,3 mg/l ribose. Rezultatai didžiaja dalimi rodė labai gerą (101) ir gerą (31) tiriamų vandens telkinių būklę (52 lentelė). Blogą būklę rodančios koncentracijos (3) nustatytos mažuose, iki 3 km² baseinuose, ir 16 kartų vidutinės būklės kovo, gruodžio mėnesiais dėl nevykstančios vegetacijos ir galimai laukų tręšimo. Nitritų azotas (NO_2-N) visais laikotarpiais neviršijo 0,06 mg/l – minimalios laboratorijos nustatymo ribos.

51 lentelė. Biogeninių medžiagų koncentracijų kaitos statistika

Medžiaga	Konc. min	Konc. max	Pasikartojimai				
			l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga
Nitratų azotas (NO ₃ -N)	0,11	5,776	126	17	6	2	0
Amonio azotas (NH ₄ -N)	0,08	0,557	148	1	2	0	0
BDS ₇	3,86	26	0	0	6	14	131
Azotas bendras (N _b)	0,149	8,3	101	31	16	3	0
Fosforas bendras (P _b)	0,012	0,873	140	3	4	1	3
Fosfatas (PO ₄ -P)	0,021	1,01	126	15	3	4	3
O ₂	0,96	14,43	38	29	32	31	21

52 lentelė. Bendrojo azoto koncentracijų (mg/l) kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	1,1	2,7	1,4	1,6	1,7	2,1	2,1	1,8
MVK2	3,9	2,9	1,5	1,5	1,7	2,2	2,2	2,3
MVK3	4,8	2,8	2,5	1,4	1,5	1,9	3,1	2,6
MVK4	4,6	2,7	2,4	1,6	1,7	1,1	2,5	2,4
MVK5	4,9	1,6	2,3	1,5	1,6	2,1	2,9	2,4
PAO1	1,4	1,6	1,1	1,3	1,1	1,4	1,2	1,3
PAO2	1,2	3,8	1,4	1,2	1,2	1,1	1,4	1,6
DI1	1,8	1,9	3,9	2,7	1,6	1,7	1,8	2,2
DI2	7,6	2,2	2,2	1,3	1,4	1,8	1,9	2,6
DI3	5,4	3,8	2,7	1,4	2,1	3,6	2,4	3,1
DI4	8,3	1,4	2,1	1,1	1,5	1,8	2,9	2,7
KaS1	1,2	1,2	1,6	1,4	1,4	1,1	1,2	1,3
Ka2	1,1	1,3	1,6	1	1,3	1,1	1,3	1,2
Ka3	1,4	1,1	1,7	1	1,8	1,6	1,1	1,4
Par1	5,8	1,5	1,9	1,4	1,4	2,7	3,8	2,6
ParR2	2,3	1,2	1,1	1,1	1,3	1,2	1,3	1,4
LUKS1	2,8	1,6	1,3	1,4	1,1	1,5	1,8	1,6
LukG2	2,7	1,5	1,6	1,2	1,4	1,4	2,5	1,8
LukD3	3,6	0,149	1,1	1,8	1,2	1,8	1,9	1,6
LukU1	3,9	1,6	1,4	1,3	1,5	1,9	5,3	2,4
Luk4	5,1	2,4	2,7	1,3	1,6	2,1	6,2	3,1
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

Amonio azoto koncentrācijas visā laikotarpī rodē labai gerā būklē. Prastesnēs, t.y. geros ir vidutinēs būklēs nustatyti trīs mēginiai gegužēs ir rugsėjo mēnesiais (53 lentelē).

53 lentelė. Amonio azoto koncentracijų (mg/l) kaita tirtose vietose

[illegible]

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK5	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
PAO1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
PAO2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DI1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DI2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
DI3	0,015	0,015	0,557	0,015	0,015	0,015	0,015	0,092
DI4	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
KaS1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ka2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Ka3	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Par1	0,015	0,015	0,015	0,405	0,015	0,015	0,015	0,071
ParR2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LUKS1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LukG2	0,015	0,015	0,015	0,137	0,015	0,015	0,015	0,032
LukD3	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
LukU1	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Luk4	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

Iš visų mėginių, nitratų azoto ($\text{NO}_3\text{-N}$) 126 mėginiai atitiko labai geros būklės kriterijų, geros – 17 (54 lentelė). Vidutinės ir blogos būklės mėginiai (8), imti neprasidėjus ar pasibaigus augalų vegetacijai kovo ir gruodžio mėnesiais, Didžiulio, Paršežerio ir Lūksto baseinuose rodo vandens telkinių taršą galimai tręšiant laukus ir natūralių augalų irimo procesus.

54 lentelė. Nitratų azoto koncentracijų (mg/l) kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	0,225	0,738	0,474	0,562	0,700	1,012	1,142	0,693
MVK2	1,969	0,894	0,454	0,499	0,682	1,228	1,267	0,999
MVK3	1,924	0,772	0,490	0,377	1,321	0,984	1,095	0,995
MVK4	1,917	0,736	0,474	0,546	0,680	1,021	1,567	0,992
MVK5	1,939	0,225	0,386	0,56	0,533	1,149	1,985	0,968
PAO1	0,384	0,612	0,225	0,225	0,225	0,341	0,225	0,32
PAO2	0,225	0,838	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,313
DI1	0,225	0,93	0,991	0,745	0,639	0,736	0,802	0,724
DI2	5,058	1,115	0,248	0,282	0,368	0,813	0,894	1,254
DI3	3,220	1,829	0,225	0,44	1,100	1,612	1,416	1,406
DI4	5,776	0,384	0,225	0,225	0,479	0,772	1,924	1,398
KaS1	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Ka2	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Ka3	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Par1	3,561	0,691	0,225	0,225	0,225	1,702	2,037	1,238
ParR2	1,305	0,225	0,225	0,225	0,225	0,237	0,262	0,386
LUKS1	0,856	0,458	0,225	0,225	0,225	0,438	0,799	0,461

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
LukG2	0,725	0,461	0,225	0,225	0,225	0,364	1,549	0,539
LukD3	2,687	0,225	0,225	0,225	0,225	0,752	0,876	0,745
LukU1	1,939	0,443	0,225	0,287	0,494	0,966	3,226	1,083
Luk4	3,802	0,225	0,707	0,226	0,490	1,982	4,157	1,656
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

Bendro fosforo koncentracijos kito intervale 0,02-1,01 mg/l. 140 mėginių atitiko labai geros būklės kriterijų (55 lentelė). Labai blogos ir blogos būklės 4 mėginiai nustatyti gegužės mėnesį, galimai dėl nuotekų iš gyvenamųjų teritorijų.

55 lentelė. Bendro fosforo koncentracijų (mg/l) kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	0,038	0,074	0,059	0,034	0,048	0,043	0,125	0,060
MVK2	0,041	0,071	0,047	0,047	0,049	0,044	0,057	0,051
MVK3	0,038	0,068	0,873	0,039	0,051	0,012	0,051	0,162
MVK4	0,044	0,072	0,589	0,041	0,043	0,049	0,056	0,128
MVK5	0,038	0,062	0,071	0,056	0,039	0,047	0,063	0,054
PAO1	0,035	0,046	0,711	0,056	0,043	0,052	0,083	0,147
PAO2	0,034	0,051	0,044	0,035	0,041	0,047	0,038	0,041
DI1	0,043	0,064	0,041	0,084	0,043	0,048	0,046	0,053
DI2	0,048	0,036	0,053	0,053	0,048	0,144	0,057	0,063
DI3	0,041	0,064	0,068	0,039	0,041	0,083	0,059	0,056
DI4	0,037	0,049	0,051	0,049	0,044	0,051	0,068	0,05
KaS1	0,039	0,053	0,059	0,035	0,038	0,042	0,064	0,047
Ka2	0,047	0,048	0,049	0,036	0,039	0,047	0,048	0,045
Ka3	0,046	0,039	0,207	0,035	0,039	0,045	0,218	0,09
Par1	0,047	0,041	0,048	0,033	0,044	0,039	0,051	0,043
ParR2	0,036	0,039	0,053	0,034	0,039	0,051	0,136	0,055
LUKS1	0,048	0,083	0,043	0,039	0,039	0,046	0,074	0,053
LukG2	0,041	0,071	0,051	0,031	0,039	0,047	0,078	0,051
LukD3	0,081	0,103	0,056	0,043	0,043	0,224	0,081	0,090
LukU1	0,047	0,047	0,037	0,036	0,046	0,038	0,061	0,045
Luk4	0,043	0,071	0,327	0,039	0,047	0,036	0,053	0,088
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

Fosfatų fosforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) 126 ir 15 mėginių atitiko labai gerą ir gerą būklę. Po 3-4 mėginius atitiko likusias nuo vidutinės iki labai blogos būklės, sezoninių dėsningumų nenustatyta (56 lentelė).

56 lentelė. Fosfatų fosforo koncentracijų (mg/l) kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	0,032	0,055	0,040	0,031	0,031	0,036	0,081	0,044
MVK2	0,030	0,042	0,040	0,039	0,029	0,038	0,046	0,038
MVK3	0,028	0,040	0,522	0,037	0,037	0,039	0,039	0,106

MVK4	0,035	0,037	0,144	0,033	0,038	0,031	0,048	0,052
MVK5	0,032	0,029	0,047	0,044	0,031	0,038	0,041	0,037
PAO1	0,028	0,029	0,665	0,044	0,036	0,039	0,071	0,130
PAO2	0,030	0,031	0,034	0,031	0,035	0,36	0,098	0,088
DI1	0,028	0,032	0,029	0,071	0,036	0,039	0,042	0,040
DI2	0,036	0,030	0,030	0,044	0,031	1,010	0,038	0,174
DI3	0,032	0,040	0,052	0,031	0,034	0,064	0,041	0,042
DI4	0,030	0,037	0,032	0,039	0,038	0,049	0,052	0,040
KaS1	0,031	0,031	0,032	0,031	0,029	0,033	0,052	0,034
Ka2	0,033	0,028	0,027	0,034	0,028	0,036	0,039	0,032
Ka3	0,033	0,023	0,028	0,031	0,033	0,039	0,188	0,054
Par1	0,037	0,029	0,038	0,029	0,031	0,033	0,046	0,035
ParR2	0,030	0,021	0,040	0,028	0,028	0,048	0,122	0,045
LUKS1	0,038	0,064	0,030	0,033	0,031	0,039	0,061	0,042
LukG2	0,038	0,053	0,040	0,028	0,034	0,038	0,065	0,042
LukD3	0,072	0,043	0,035	0,031	0,037	0,211	0,074	0,072
LukU1	0,032	0,032	0,027	0,027	0,032	0,029	0,059	0,034
Luk4	0,035	0,027	0,304	0,031	0,041	0,031	0,041	0,073
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

BDS₇ (3,86-26) 131 mėginys atitiko labai blogos būklės kriterijų, 14 blogos. 6 vidutinės būklės kriterijų atitinkantys mėginiai imti rugsėjo mėn. (57 lentelė).

57 lentelė. BDS₇ koncentracijų kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	8,00	9,80	8,20	8,40	7,60	9,18	11,40	8,90
MVK2	7,40	16,80	8,40	4,85	7,80	10,60	12,80	9,80
MVK3	11,00	10,40	8,00	4,95	6,45	11,20	12,60	9,20
MVK4	9,00	8,60	7,80	4,14	6,18	14,30	14,10	9,20
MVK5	8,60	6,30	7,40	3,86	7,09	9,86	13,80	8,10
PAO1	12,00	5,80	13,80	8,20	12,40	9,94	12,60	10,70
PAO2	6,56	9,40	6,90	6,12	6,34	12,80	7,22	7,90
DI1	12,00	13,40	6,00	9,80	10,84	12,60	10,60	10,70
DI2	14,00	13,50	16,40	9,60	9,63	10,40	9,85	11,90
DI3	15,00	14,00	26,00	8,80	10,40	9,80	9,86	13,40
DI4	14,00	14,80	14,20	8,20	15,80	10,20	12,00	12,70
KaS1	9,10	7,20	8,60	4,25	7,24	9,14	12,60	8,30
Ka2	12,00	7,40	22,00	4,30	8,68	12,80	9,81	11,00
Ka3	14,00	13,00	21,00	7,85	6,74	14,20	9,64	12,30
Par1	12,00	16,00	25,00	8,36	17,10	14,10	10,10	14,70
ParR2	7,40	8,60	13,00	8,49	13,60	8,93	10,60	10,10
LUKS1	6,40	14,10	13,80	12,80	12,40	11,20	11,70	11,80
LukG2	8,8	16	12,9	12,6	16,6	14,5	10,8	13,2
LukD3	8,3	14,8	13,6	12,9	12,6	10,6	9,64	11,8

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
LukU1	14	12,8	12,4	10,7	14,7	14,6	9,44	12,7
Luk4	11,5	13,6	11,6	6,55	12,8	12,6	9,68	11,2

Vandens telkinių BDS parametro vertėms gali turėti įtakos antropogeninė tarša: sutelktosios ir pasklidosios taršos šaltiniai. Pagrindiniai BDS vertę lemiantys sutelktosios taršos šaltiniai yra miestų ir kaimo gyvenviečių nuotekų valymo įrenginiai, popieriaus, maisto ir mėsos perdirbimo įmonių nuotekų išleistuvai [33]. Pasklidoji tarša – tai nuotėkis nuo žemės ūkio teritorijų, miestų bei gyvulininkystės kompleksų. Vertinant tiriamų ežerų intakų vandens kokybę buvo nustatyta, kad dažnai dominavo aukštos BDS₇ koncentracijos, kurių paaiškinti vien antropogenine tarša negalima. BDS₇ koncentracijų dydžiams upėse gali turėti įtakos ne tik antropogeninė tarša, tačiau ir gamtiniai veiksniai. Veikiant aerobinėms bakterijoms organinės medžiagos skyla ir oksiduojasi. Biocheminis deguonies suvartojimas yra parametras, parodantis mikroorganizmų sunaudojamą deguonies kiekį aerobinio organinių medžiagų skaidymosi metu. BDS parametras dažniausiai naudojamas siekiant įvertinti buitinės ir pramoninės taršos poveikį vandens telkiniams priimtuvams, taip pat nuotekų valymo proceso efektyvumą, nes netiesiogiai parodo biologiškai yrančių organinių medžiagų kiekį vandenyje. Vandens telkiniuose BDS parametro vertę gali nulemti gamtiniai veiksniai ir procesai bei antropogeninė pasklidoji arba sutelktoji tarša. Augalų lapai, kurie yra sudaryti iš organinių medžiagų, patekę į vandens telkinius lengvai suyra veikiami telkinyje esančių mikroorganizmų. Aerobinės bakterijos skaidydamos lapus į paprastesnius stabilus produktus, tokius kaip anglies dioksidas, vandenį, fosfatus bei nitratus, naudoja deguonį. Mirusi vandens augalija taip pat yra organinių medžiagų, kurias skaido aerobinės bakterijos, šaltinis. Į vandens telkinius patenkanti biogeninių medžiagų, t.y. nitratų ir fosfatų, taršos apkrova stimuliuoja vandens augalų augimą. Tad, kuo daugiau šiltuoju laikotarpiu užauga augalų, tuo didesni jų kiekiai suirs šaltuoju laikotarpiu, todėl biogeninės medžiagos gali būti svarbiausias BDS parametro vertes upėse nulemiantis veiksnys. Organinės medžiagos į upes ir ežerus yra pernešamos iš pelkių, kur įprastai yra daug organikos. Taigi, gamtiniai BDS šaltiniai yra šalia vandens telkinių auganti augalija, vandens augalai bei organinės medžiagos, tame tarpe išnešamos iš pelkių [34]. Amonio azoto koncentracijos (148 atvejais iš 151) atitiko labai geros būklės kriterijus, tai rodo BDS₇ koncentracijų gamtinę kilmę.

Ištirpusio deguonies (0,96-14,4 mg/l) mėginiai maždaug po lygiai išsidėstė nuo labai geros iki labai blogos būklės kriterijų per visą laikotarpį. Labai blogos būklės mėginiai fiksuoti rugsėjo, spalio mėnesiais (58 lentelė).

58 lentelė. Ištirpusio deguonies koncentracijų kaita tirtose vietose

Taškas/mėn.	03	04	05	09	10	11	12	vid.
MVK1	10,08	7,47	8,20	8,32	3,72	7,71	7,94	7,63
MVK2	8,00	8,53	9,62	7,38	7,04	11,10	12,82	9,21
MVK3	8,52	8,16	8,64	9,06	7,07	8,48	9,15	8,44
MVK4	9,48	9,66	8,18	7,74	8,08	6,56	10,88	8,65
MVK5	8,96	8,64	13,14	8,38	8,16	8,86	10,70	9,55
PAO1	8,16	8,32	8,37	7,12	6,88	7,71	9,00	7,94
PAO2	6,56	7,55	6,90	3,18	3,39	6,91	4,8	5,61
DI1	8,32	9,74	6,14	0,99	1,34	2,27	3,87	4,67
DI2	8,00	9,88	4,82	3,87	5,57	6,08	6,56	6,40
DI3	3,92	5,44	8,98	1,62	0,96	3,04	3,87	3,98
DI4	7,69	4,67	9,61	1,62	3,23	7,20	8,06	6,01
KaS1	9,28	3,84	9,33	5,79	7,74	9,28	10,80	8,01
Ka2	7,13	9,28	8,38	2,62	3,63	6,91	7,36	6,47

Ka3	4,32	2,45	2,66	1,60	7,84	2,72	4,32	3,70
Par1	9,00	6,27	6,43	5,49	1,20	6,11	7,04	5,93
ParR2	8,64	6,26	5,44	5,30	1,33	6,24	7,36	5,80
LUKS1	8,35	7,04	5,81	5,76	0,99	7,04	7,14	6,02
LukG2	1,15	6,14	6,86	0,99	1,29	14,43	2,86	4,82
LukD3	9,76	7,20	7,68	1,30	5,30	8,16	9,63	7,00
LukU1	7,71	9,28	9,82	1,33	5,76	7,42	8,51	7,12
Luk4	6,89	9,49	8,64	1,20	5,49	8,96	7,68	6,91
*Būklė	l.gera	gera	vidutinė	bloga	l.bloga			

4.7. Biogeninių medžiagų prietakos į ežerus srautų ir pabaseinių apkrovų analizė

4.7.1. Laukų antropogeninės apkrovos ir prietakos į ežerus teorinių skaičiavimų rezultatai

Atlikus žemės ūkio reikmėms naudojamų laukų antropogeninių apkrovų teorinius skaičiavimus nustatyta, kad didžiausios tikėtinos gyvulių antropogeninės apkrovos būtų Lūksto ir Paršežerio baseinuose. Didžiausios tikėtinos apkrovos mineralinėmis trąšomis Papio ir Didžiulio baseinuose (59 lentelė).

59 lentelė. Laukų antropogeninių apkrovų teorinių skaičiavimų rezultatai

Kampuolio baseinas	Papio baseinas	Didžiulio baseinas	Lūksto baseinas	Paršežerio baseinas
Laukų antropogeninių apkrovų nustatymas, kg/ha				
Apkrova mineralinėmis trąšomis, A_m				
0,00	11,91	10,93	0,7	0,7
Žmonių sukeliamą antropogeninę apkrovą, A_z				
0,00	3,28	4,31	4,4	2,95
Gyvulių antropogeninę apkrovą, A_g				
0,00	9,46	7,99	12,3	12,3
Foninė tarša, kg/ha				
Azoto išplovimai iš miškingų teritorijų, N_b				
6,85	7,42	7,99	9,119	9,119
Fosforo išplovimai iš miškingų teritorijų, P_b				
0,033	0,036	0,039	0,044	0,044

Pagal teorinius skaičiavimus kiekybiškai įvertinta, kiek biogeninių medžiagų gali patekti į tiriamus ežerus (60 lentelė).

60 lentelė. Biogeninių medžiagų prietaka (t/m) į tiriamus ežerus pagal teorinius skaičiavimus

Baseinas	Iš viso baseino				Iš laukų			
	Nb	Nb*	Pb	Pb*	Nb	Nb*	Pb	Pb*
Lūksto	92,47	81,71	7,57	6,92	71,75	65,88	7,47	6,85
Paršežerio	29,47	17,17	2,51	1,42	23,25	13,18	2,48	1,05
Papio**	30,80	1,80	2,67	0,12	15,82	0,69	2,6	0,11
Didžiulio	55,29	43,39	7,05	5,75	42,36	34,51	6,99	5,70
Kampuolio	13,55	3,69	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00

Nb, Pb – prietaka iš ežero baseino

Nb*, Pb* – prietaka iš tiriamų intakų baseinų

**, - Papio ež. apskaičiuota prietaka iš Okvos baseino

Apkrovos biogeninėmis medžiagomis neviršija Nemuno ir Ventos UBR valdymo planuose [23, 24] pateiktų apkrovų minimalių reikšmių.

4.7.2. Srautų analizė Lūksto ežero baseine

Išnagrinėjus Lūksto ežero intakų pernešamų srautų dydžius nustatyta, kad iš visų tirtų Lūksto ežero intakų per tiriamąjį laikotarpį į ežerą pateko 21,7 t bendrojo azoto. Prietaka skirtingais mėnesiais

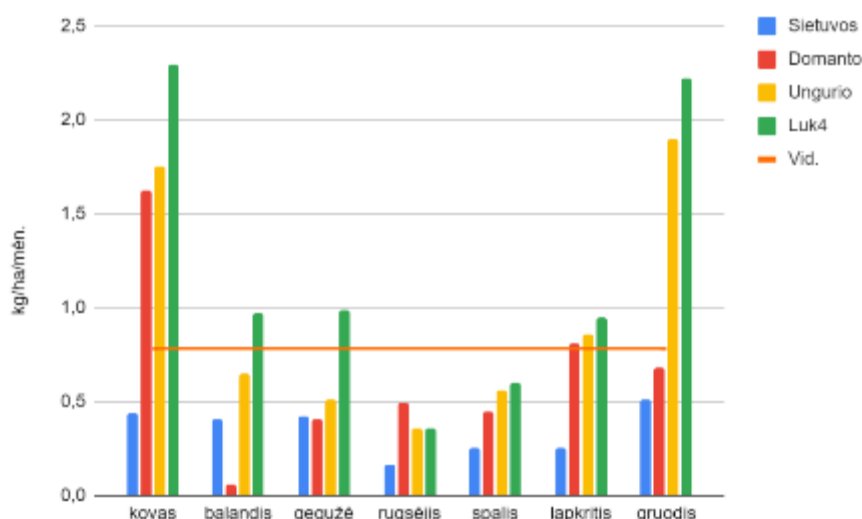
kito nuo 0,093 iki 2,98 t per mėnesį, o vidutinė prietaka per intaką sudarė 0,76 t N_b per mėnesį (61 lentelė).

61 lentelė. Bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei jų junginių prietaka per intakus į Lūksto ežerą, kg

Medž./mėn.	3	4	5	9	10	11	12	Viso
N _b	5 750	2 097	2 754	1 727	2 100	2 960	4 333	21 721
NO ₃ -N	3 375	526-718	68-469	39-269	102-410	1 237	2 510	7857-8988
NH ₄ -N	0-25	0-30	0-28	71-81	0-24	0-27	0-25	71-240
Pb	103	163	124	43	66	228	125	852
PO ₄ -P	91	93	96	35	56	209	109	689

Vertinant bendrojo azoto prietaką kilogramais į ploto vieneta per mėnesį (kg/ha/mėn.) gaunamos medžiagos apkrovos nuo 0,06 iki 2,3 kg/ha/mėn., vidutiniškai 0,78 kg/ha/mėn.

Bendrojo azoto apkrovos **Sietuvos baseine**: 0,16-0,52 kg/ha/mėn., vidutiniškai 0,35 kg/ha/mėn. Mažuosiuose baseinuose nustatyta, kad mažėjant intako plotui didėja bendrojo azoto apkrovų intervalai: Domanto upelyje kito 0,06-1,62 kg/ha/mėn., Ungurio 0,36-1,90 kg/ha/mėn. ir Luk4 0,36-2,30 kg/ha/mėn. (111 pav.). Tai paaiškinama baseino ploto, naudojamo žemės ūkio reikmėms dalies didėjimu, t.y. intensyvia žemės ūkio veikla baseine, ir priemolio plotų dominavimu, kas išryškėja Luk4 baseine.

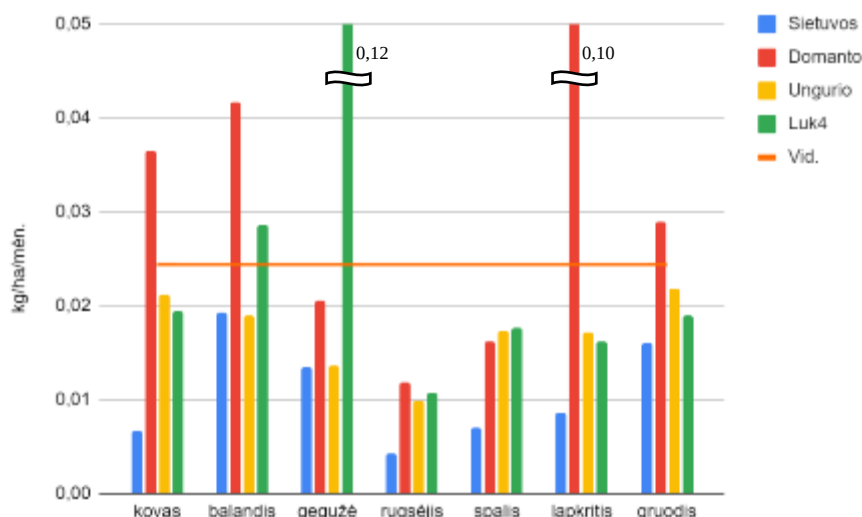


111 pav. Lūksto ežero intakų baseinų N_b apkrovų kaita

Nustatyti visų tirtų Lūksto ežero intakų bendrojo azoto srautų dėsningumai: nedideli srautų kiekiai augalų vegetacijos laikotarpiais gegužės-spalio mėn. ir didesni likusiais. Pikiniai srautai susidaro dėl galimai intensyviai tręšiamų laukų.

850 kg bendrojo fosforo pateko per tiriamuosius intakus į Lūksto ežerą per tiriamąjį laikotarpį. Prietaka kito nuo 2,8-185,7 kg/mėn. per atskirus intakus. Didžiausi kiekiai pateko iš Sietuvos ir Domanto upelių baseinų, atitinkamai 40,7 ir 67,4 kg/mėn.

Vertinant bendrojo fosforo apkrovas, nustatyta kaita 0,004-0,120 kg/ha/mėn. Mažiausi 0,004-0,019 kg/ha/mėn. kiekiai išplaunami Sietuvos baseine, didžiausi - Domanto upelio - 0,016-0,101 kg/ha/mėn. (112 pav.).



112 pav. Lūksto ežero intakų baseinų Pb apkrovų kaita

4.7.3.Srautų analizė Paršezerio baseine

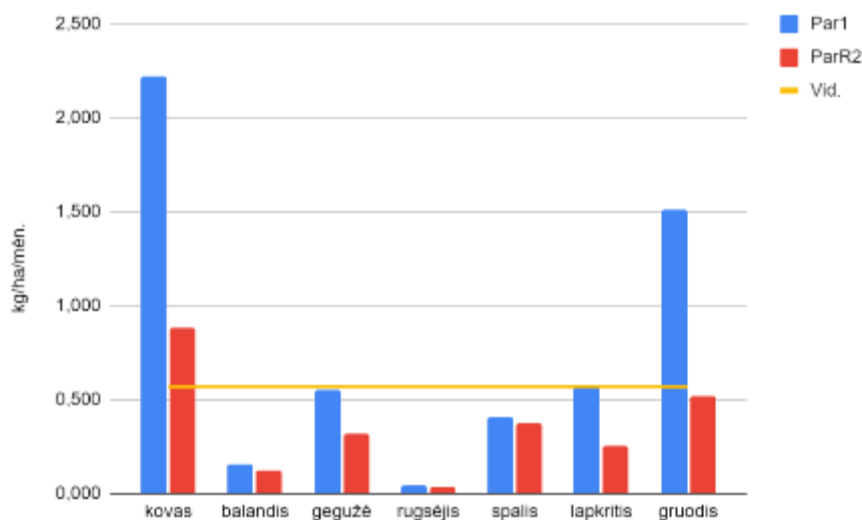
Tiriamuoju laikotarpiu per nagrinėtus intakus į Paršezerio ežerą bendrojo azoto įnešta 4,5 t, net 60 proc. pateko kovo ir gruodžio mėnesiais (62 lentelė). Vidutinė prietaka per visus tirtus intakus yra 318 kg/mėn. Vertinant visų intakų bendrojo azoto prietaką kilogramais baseino ploto vienetui (ha) per mėnesį gaunamos apkrovos nuo 0,03 iki 2,2 kg/ha/mėn., vidutiniškai 0,57 kg/ha/mėn.

62 lentelė. Bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei jų junginių prietaka per intakus į Paršezerio ežerą, kg

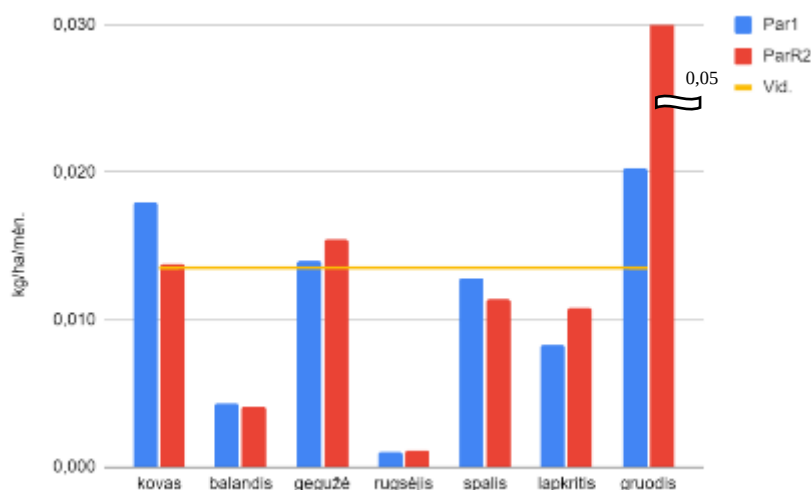
Medž./mėn.	3	4	5	9	10	11	12	Viso
N _b	1 669	184	518	51	525	457	1 053	4 457
NO ₃ -N	983	26-50	0-89	0-10	0-89	177	390	1576-1788
NH ₄ -N	0-8	0-2	0-6	4-5	0-6	0-4	0-8	4-39
Pb	20	6	20	1	16	14	62	139
PO ₄ -P	17	3	16	1	11	13	56	117

Bendrojo azoto apkrovos Raudžio upelio baseine kito nuo 0,03 iki 0,88 kg/ha/mėn. Mažiausios, 0,03-0,38 kg/ha/mėn. nustatytos vegetacijos laikotarpiu, gegužės-spali mėn. Bevardžio upelio (Par1) apkrovų reikšmės kito 0,04-2,22 kg/ha/mėn. intervale, šiltuoju vegetacijos laikotarpiu N_b apkrovos siekė 0,04-0,57 kg/ha/mėn. (113 pav.) Žinant, kad upių nuotėkio pasiskirstymas priklauso nuo upės baseino dydžio nustatyta greitos biogeninių medžiagų prietakos į pagrindinį vandentakį priklausomybė mažame upės baseine.

Bendro fosforo srautas, per tiriamąjį laikotarpį, buvo 0,14 t, tai sudarė vidutinę prietaką į Paršezerio ežerą 10 kg/mėn. iš visų intakų. Vertinant Raudžio upelio Pb prietaką kg/ha/mėn. gaunamos apkrovos nuo 0 iki 0,05 kg/ha/mėn., o vidutinė reikšmė siekė 0,014 kg/ha/mėn. Kadangi srautų dydis tiesiogiai priklauso nuo biogeninių medžiagų koncentracijos kaitos, tad dėl gruodžio mėn. Pb koncentracijos pakilimo išaugo ir srautų reikšmės (114 pav.).



113 pav. Paršežerio ežero intakų baseinų N_b apkrovų kaita



114 pav. Paršežerio ežero intakų baseinų P_b apkrovų kaita

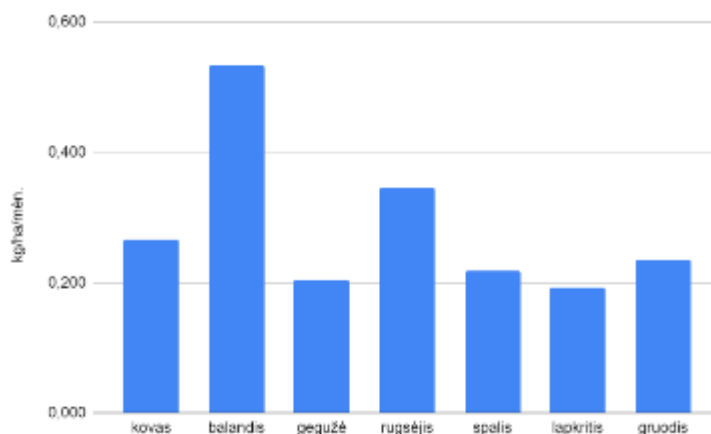
4.7.4. Srautų analizė Papio ežero baseine

Per tiriamąjį laikotarpį nagrinėtais intakais į Papio ežerą bendrojo azoto srautas buvo 94,2 t, vidutiniškai po 6,73 t/mėn. Didžioji srauto dalis t.y. 90,6 t, pernešama Merko-Vokės kanalu (63 lentelė).

63 lentelė. Bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei jų junginių prietaka per intakus į Papio ežerą, kg

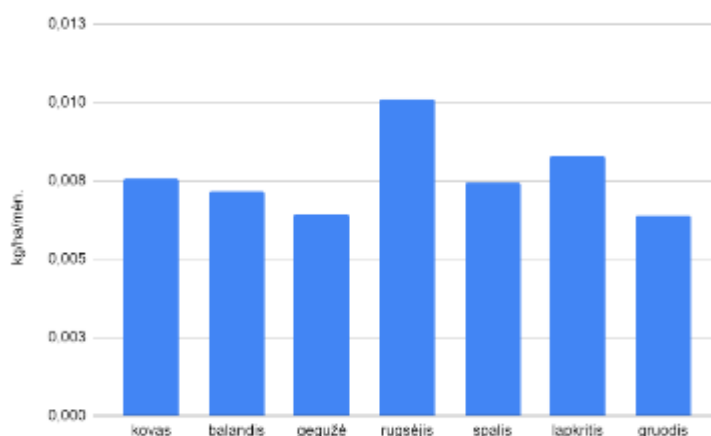
Medž./mėn.	3	4	5	9	10	11	12	Viso
N _b	40 285	6 866	9 324	9 713	7 099	9 100	11 794	94 181
NO ₃ -N	15 862	180-1080	1508-1 577	3332-3 469	2225-2 311	4 822	7783-7 862	35227-36 983
NH ₄ -N	0-128	0-64	0-63	0-98	0-68	0-67	0-64	0-552
Pb	324	261	496	367	179	211	276	2 114
PO ₄ -P	13	9	205	27	14	14	25	307

Okvos upe per tiriamąjį laikotarpį buvo įnešta 3,6 t bendrojo azoto, vidutiniškai po 516 kg/mėn. Okvos baseino apkrovos atskirais laikotarpiais kito nuo 0,16 iki 0,37 kg/ha/mėn. ribose, vidutiniškai 0,25 kg/ha/mėn. (115 pav.).



115 pav. Okvos baseino N_b apkrovų kaita

Bendrojo fosforo srautas per tiriamąjį laikotarpį sudarė 2,1 t, didžiąja dalimi per Merkio-Vokės kanalą - 1,77 t. Vidutinis įnešimas per intakus sudarė 151 kg/mėn. Okvos upe per tiriamąjį laikotarpį įnešta 347 kg bendrojo fosforo, gegužės mėn. 218,7 kg/mėn., o likusiais mėnesiais 16,3-33,9 kg/mėn. Iš Okvos upės baseino P_b išplaunama 0,008-0,016 kg/ha/mėn. ir gegužės mėn. 0,1 kg/ha/mėn. (116 pav.).



116 pav. Okvos baseino P_b apkrovų kaita

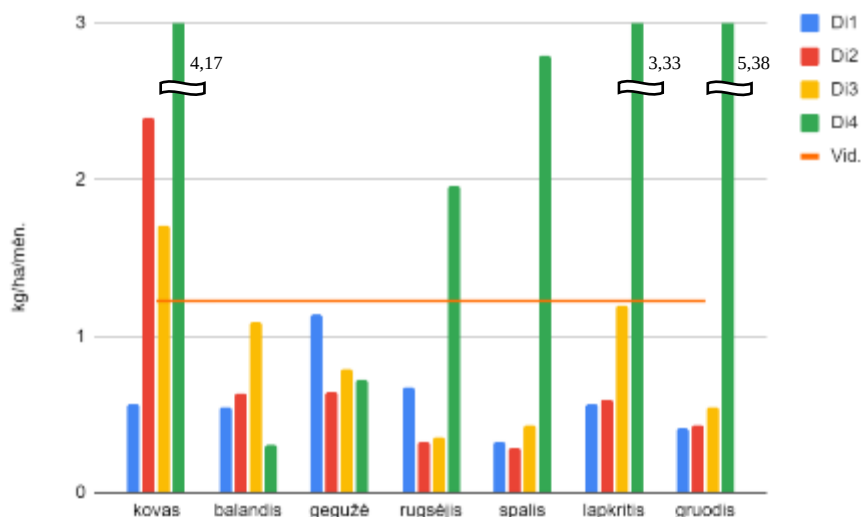
4.7.5. Srautų analizė Didžiulio ežero baseine

Iš tirtų intakų į Didžiulio ežerą nagrinėjamu laikotarpiu bendrojo azoto buvo įnešta 19,2 t arba vidutiniškai po 687 kg/mėn. (64 lentelė). Didžiausi srautų kiekiai į ežerą pateko per didžiausią Dusmenos intaką 14,3 t. Iš mažiausio Di4 intako, kuriuo permetama dalis Musės debito į Didžiulio ežerą, bendrojo azoto srautas sudaro 2,7 t.

64 lentelė. Bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei jų junginių prietaka per intakus į Didžiulio ežerą, kg

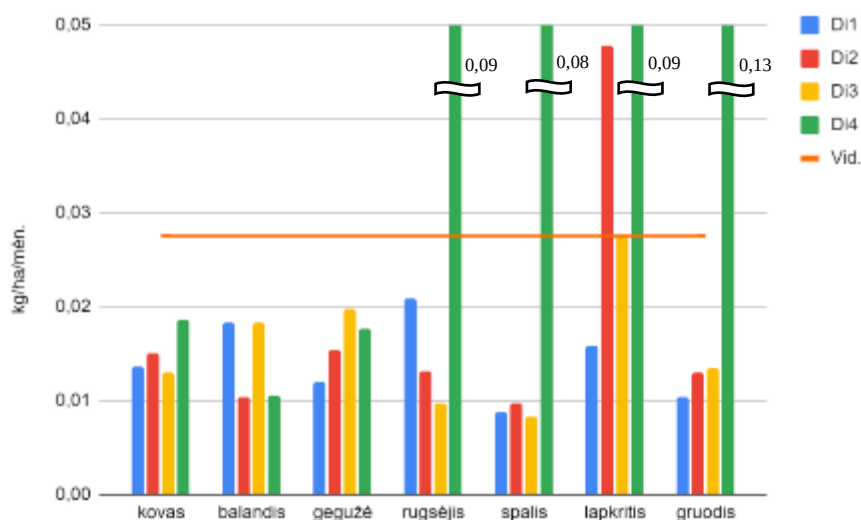
Medž./mėn.	3	4	5	9	10	11	12	Viso
N_b	5 293	2 875	2 366	1 336	1 548	3 561	2 258	19 237
NO_3-N	3175-3192	1 380	86-250	317-375	701	1 584	1 363	8 845
NH_4-N	0-14	0-13	380-382	0-14	0-13	0-18	0-14	380-468
P_b	40	51	55	43	36	93	55	373
PO_4-P	31	32	41	35	30	145	40	354

Prietaka į Didžiulio ežerą iš Dusmenos (Di3) baseino kito nuo 0,35 kg/ha/mėn. iki 1,7 kg/ha/mėn. arba vidutiniškai po 0,87 kg/ha/mėn. Di1 ir Di2 intakų baseinų apkrovos kito 0,28-2,4 kg/ha/mėn. ribose, vidutiniškai 0,68 kg/ha/mėn. (117 pav.).



117 pav. Didžiulio ežero intakų baseinų N_b apkrovų kaita

Bendrojo fosforo prietaka į Didžiulio ežerą iš visų intakų sudarė 374 kg per tiriamąjį laikotarpį arba vidutiniškai po 13,4 kg/mėn. Didžiausi P_b srautai fiksuoti Dusmenos upėje, iki 257,8 kg. Per Di4 intaką įnešta 63,3 kg, vidutiniškai po 9 kg/mėn. Bendrojo fosforo apkrova Dusmenos, Di1, Di2 baseinuose kito nuo 0,008 iki 0,021 kg/ha/mėn., vidutiniškai po 0,014-0,018 kg/ha/mėn., išskyrus lapkričio mėn., kuomet Dusmenos upės vandenyje nustatytos aukštesnės P_b koncentracijos, tad išplovimai siekė 0,048 kg/ha/mėn. (118 pav.).



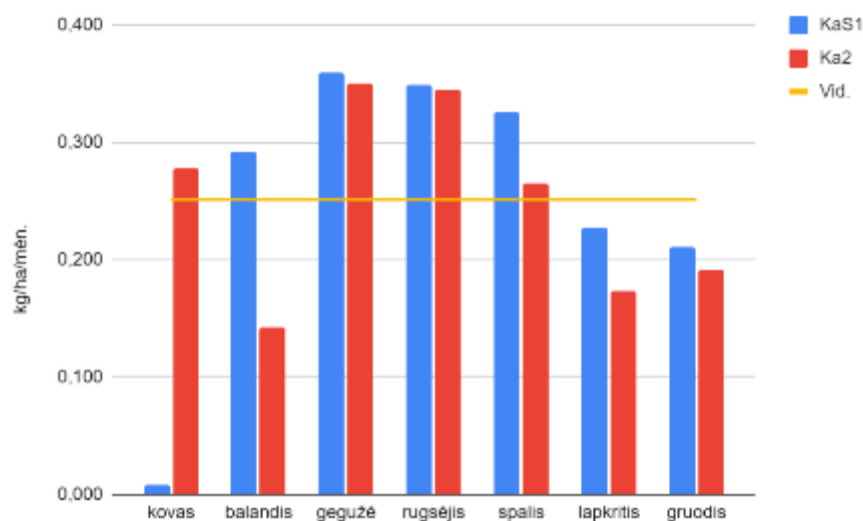
118 pav. Didžiulio ežero intakų baseinų P_b apkrovų kaita

4.7.6. Srautų analizė Kampuolio ežero baseine

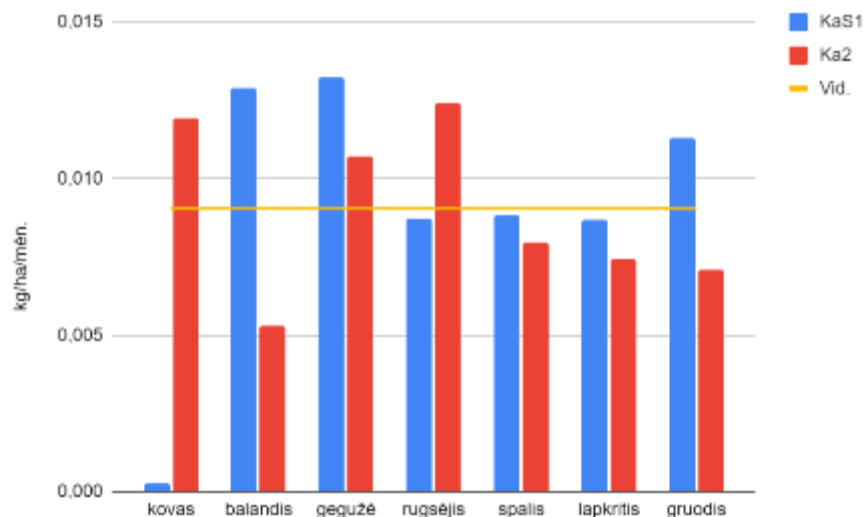
I Kampuolio ežerą per analizuotus intakus tiriamuoju laikotarpiu pateko 1 t bendrojo azoto, vidutiniškai po 71,5 kg/mėn. (65 lentelė). Iš miškingų baseinų didesni kiekiai bendrojo azoto išnešti gegužės-spalio mėnesiais. Išplovimai iš baseinų vyko ribose 0,01-0,36 kg/ha/mėn., vidutiniškai 0,25 kg/ha/mėn. iš Sirgėlos ir 0,14-0,35 kg/ha/mėn., vidutiniškai 0,25 kg/ha/mėn. iš Ka2 intakų baseinuose (119 pav.).

65 lentelė. Bendrojo azoto, bendrojo fosforo bei jų junginių prietaka per intakus į Kampuolio ežerą, kg

Medž./mėn.	3	4	5	9	10	11	12	Viso
N _b	89	120	202	197	167	113	114	1 002
NO ₃ -N	0-18	0-22	0-28	0-39	0-28	0-23	0-21	0-179
NH ₄ -N	0-1	0-1	0-2	0-3	0-2	0-2	0-1	0-12
Pb	4	5	7	6	5	5	5	37
PO ₄ -P	3	3	4	6	4	4	4	28



119 pav. Kampuolio ežero intakų baseinų N_b apkrovų kaita



120 pav. Kampuolio ežero intakų baseinų P_b apkrovų kaita

Bendrojo fosforo srautas nustatytas 36 kg per tirtą laikotarpį arba vidutiniškai po 2,6 kg/mėn. Prietaka iš abiejų intakų svyravo 0,0003-0,013 kg/ha/mėn. ribose, vidutiniškai 0,009 kg/ha/mėn. (120 pav).

4.8. Apibendrinimas ir išvados

Ežerų ir tvenkinių monitoringas

Išnagrinėjus Lūksto ežero vandens kokybės kaitą per 2013-2019 m. laikotarpį nustatyta, kad bendrojo azoto koncentracijos atitiko gerą ekologinę klasę ir vandens kokybė išlieka stabili. Bendrojo fosforo koncentracijos kaitos tendencijos yra didėjančios net iki 30%, nors siekia gerą ekologinę klasę, o įvertinus BDS₇ koncentracijų kaitą, stebima apie 20% mažėjimo tendencija, iki geros ekologinės klasės.

Paršezerio ežero bendrojo azoto koncentracijos per nagrinėjamą laikotarpį mažėja iki 20% ir atitinka gerą ekologinę būklę. Bendrojo fosforo kiekiai ežero vandenyje apie 10% auga, tačiau vis dar atitinka gerą ekologinę klasę. BDS₇ koncentracijos išlieka pastovios ir atitinka gerą ekologinės būklės klasę.

Didžiulio ežere bendrojo azoto koncentracijos per visą nagrinėtą laikotarpį mažėja iki 20% ir atitinka gerą ekologinės būklės klasę, tačiau bendrojo fosforo koncentracijos ženkliai didėja net iki 50% ir atitinka blogą ekologinės klasės būklę. BDS₇ koncentracijos išlieka stabilios per visą nagrinėtą laikotarpį ir atitiko vidutinės ekologinės klasės būklę.

Kampuolio ežere per nagrinėjamą laikotarpį bendrojo azoto koncentracijos sumažėjo iki 35 % ir atitinka labai gerą ekologinę būklės klasę, o bendrojo fosforo koncentracijos sumažėjo daugiau 50% ir 2019 metais kaip ir bendras azotas atitinka gerą ekologinę būklę. BDS₇ koncentracijos per 2012-2019 metų laikotarpį sumažėjo beveik 30% ir atitinka gerą ekologinės būklės klasę.

Monitoringo duomenys parodė, kad Lūksto ir Paršezerio ežerų baseinuose įgyvendinamos aplinkosauginės priemonės yra efektyvios. Didžiulio ežero vandenyje kylančios fosfatinių junginių koncentracijos rodo taršą iš laukų tręšimo fosforo trąšomis, namų ūkio valdų (detergentų, kuriuose yra fosfatų). Monitoringo duomenys rodo gerėjančią vandens kokybę Kampuolio ežere.

Žuvų tyrimai Lūksto ežere

Šiuo metu bendra pagrindinių verslinių žuvų produkcija Lūksto ežere (12,2 kg/ha) yra šiek tiek didesnė už vidutinę, nustatytą ankščiau tyrinėtuose sekliuose polimiktiniuose ežeruose (10-11 kg/ha), o pagrindinių verslinių žuvų rūšių - starkingų, karšių, ešerių ir lydekų populiacijos gana gausios.

Nors šiame ežere ir yra naudojamos limituotos žvejybos taisyklės, ribojančios plėšriųjų žuvų žvejybą, tyrimų rezultatai kol kas atspindi tik nedidelį šių priemonių teigiamą poveikį. Ežere ypatingai gausu menkaverčių žuvų, o plėšriųjų žuvų santykinis gausumas išlieka labai mažas. Didelis aukšlių gausumas tikėtina yra susijęs su ežero trofinės būklės pakitimu (stebimas gan intensyvus ežero vandens „žydėjimas“) ir lydekų skaičiaus didinimas gali neduoti norimo efekto.

Nustatytas bendras lydekų gausumas Lūksto ežere 68 ind./ha iš kurių 37 ind./ha yra didesni nei 35 cm. Šis rodiklis rodo, kad lydekų ištekliai ežere yra arti ekologinės talpos. Pagal 2013-2015 tyrimų rezultatus nustatytas lydekų gausumas 22 ind./ha iš kurių visi yra didesni nei 35 cm. Tai leidžia teigti, jog priimtose lydekų išteklių naudojimo apribojimo priemonės bei žuvivaisos darbai jau turėjo įtakos lydekų išteklių pasipildymui.

Lūksto ežero ekologinės būklės klasė 2020 metais pagal EŽI vertinama kaip gera. Pagal 2013-2015 metų tyrimų duomenimis, ekologinė klasė vertinta kaip vidutinė. 2020 metais beveik visų rodiklių nustatytos reikšmės yra geresnės, nekito tik obligatinių žuvų rūšių (abiem tyrimų laikotarpiais nustatytos

maksimalios rodiklio vertės) ir nevietinių translokuotų rūšių (abiem tyrimų laikotarpiais nustatytos minimalios rodiklio vertės) rodiklių vertės. Didžiausią teigiamą įtaką geram ekologinės būklės klasės įvertinimui turėjo sumažėjusi plakių, bei kitų bentofaginių žuvų rūšių santykinė biomasėvų bendrijoje ir ešerių santykinio gausumo padidėjimas.

Įvertinus lydekų potencialių nerštiečių ir vasarinių buveinių santykį stebimas ženklus nerštiečių trūkumas, beveik 10 kartų mažesnis nei optimali vertė. Tikėtina, kad esant didesniai pavasariniam potvyniui užlietos pakrantės ir pelkynai sudaro didelius potencialius lydekų nerštiečių plotus, o jų metų sugeneruoti individai formuoja gausią lydekų populiaciją visame telkinyje. Turint omenyje tai, kad lydekų gausumas yra arti ekologinės talpos dydžio, nerštiečių plotų didėjimas turi sietis ir su lydekų buveinių skaičiaus didėjimu. Didelis aukšlių gausumas matomai susijęs su ežero trofinės būklės pakitimu (stebimas gan intensyvus ežero vandens „žydėjimas“), kas galimai ir nulėmė lydekų tinkamų buveinių sumažėjimą.

Kadangi stebimas ežero trofiškumo kitimas bei stiprus planktofaginių žuvų gausėjimas, yra būtina atlikti maistmedžiagų (ypatingai fosforo) gamtinių ciklų tyrimus bei žuvų bendrijos mitybinio tinklo analizę, kad būtų galima pateikti techninį projektą kaip mažinti ežero eutrofikaciją bei pašalinti dalį biomasės, jei tai būtų būtina.

Siekiant gausinti lydekų išteklius Lūksto ežere papildomų nerštiečių plotų kūrimas neduos efektyvaus rezultato, nes stambių lydekų gausumas ežere ganėtinais arti ekologinės būklės talpos. Naudojamos plėšriųjų žuvų apsaugos priemonės yra pakankamos ir, ilgalaikėje perspektyvoje, turės svarbią įtaką, subalansuojant ežero žuvų bendriją.

Siekiant gausinti ir palaikyti stabilius lydekų išteklius Lūksto ežere reikia išlaikyti esamą lydekų išteklių naudojimo ribojimą bei patikslinti žuvivaisos apimtį. Kadangi paprastosios aukšlės biomasė išaugo virš 4 kartų, ji nėra nei storkio nei lydekų pagrindinė dalis maisto racione, siūlome nedidinti šių dviejų rūšių įžuvinimo apimčių. Taip pat siūlome ežerą įžuvinti salačiais, kurių maisto objektas yra pelaginės žuvys bei pelagialėje besimaitinantys kitų žuvų rūšių jaunikliai. Patikslintos įžuvinimo apimtys pateiktos tekste.

Biogeninių medžiagų koncentracijų ir jų srautų tyrimai

Tyrimo laikotarpiu atlikti 151 vandens kokybės tyrimas, 21 tyrimų vietoje, kovo-gegužės ir rugsėjo-gruodžio mėnesiais, išanalizuota vandens cheminių parametrų kaita, įvertinti dėsningumai ir priežastingumas pagal išnagrinėtus kvartero nuogulų, žemėnaudų, potencialių ir galimų sutelktosios taršos šaltinių sklaidą tiriamųjų ežerų intakų baseinuose. Nustatyta, kad nagrinėjamų medžiagų koncentracijos tyrimo laikotarpiu kito dėsningai metų laikų, žemės plotų naudojimo intensyvumo atžvilgiais.

Pagal bendrojo azoto koncentracijas vandens telkiniai atitiko labai gerą ir gerą būklę, išskyrus vidutinei būklei priskiriamus Didžiulio ež. intaką Dusmeną ir Lūksto bevardį intaką Luk4. Pagal bendrąjį fosforą visi vandens telkiniai atitiko labai gerą būklę.

Pagal ištirpusio deguonies kriterijų Lūksto ežero intakai atitiko vidutinę, Paršežerio – blogą būklę. Papio ežero Merkio-Vokės kanalas labai geros, Okvos upelis vidutinės ekologinio potencialo klasės. Didžiulio ežero Di1 ir Dusmenos intakai blogos, Di2 ir Di4 vidutinės ekologinio potencialo klasės. Pagal gamtinės kilmės BDS₇ kriterijų visi nagrinėti vandens telkiniai atitiko labai blogą būklę.

Atlikus žemės ūkio reikmėms naudojamų laukų antropogeninių apkrovų teorinius skaičiavimus nustatyta, kad didžiausios tikėtinos gyvulių antropogeninės apkrovos būtų Lūksto ir Paršežerio baseinuose. Didžiausios tikėtinos apkrovos mineralinėmis trąšomis Papio ir Didžiulio baseinuose.

Atlikta tiriamųjų ežerų intakų baseinų apkrovų biogeninėmis medžiagomis skaičiavimai ir analizė pagal natūrinių tyrimų rezultatus parodė, kad biogeninių medžiagų apkrovų reikšmės neviršija teoriniais skaičiavimais ir Upių baseinų valdymo planuose modeliuotų reikšmių. Nustatyta, kad apkrovos

biogeninėmis medžiagomis tyrimo laikotarpiu kito dėsningai metų laiko, žemės plotų naudojimo intensyvumo atžvilgiu.

Nustatyta, kad ūkininkavimo būdas, taikomos aplinkosauginės priemonės (apsaugos juostos), baseinuose esančios pelkėtos vietovės ir esamos sudaro sąlygas l.geros ir geros būklės tirtiems ežerų intakams sausuoju ir vidutinio sausumo laikotarpiais. Rekomenduojama atlikti papildomus tyrimus esant vidutinio ir didesnio vandeningumo laikotarpiais.

Nustatyta, kad intakais patenkanti tarša tiriamuoju laikotarpiu sudarė nereikšmingą poveikį (nereikšminga tarša) ežerams.

5. PRIEMONIŲ NUSTATYTIEMS TARŠOS ŠALTINIAMS PARINKIMO REZULTATAI

Atlikus, projekte numatytus natūrinius tyrimus bei jų analizę ir vertinimą, nustatyta, kad nagrinėjamų ežerų baseinų intakais, tiriamuoju laikotarpiu, reikšmingos taršos ežerams nebuvo. Tirti fizikiniai-cheminiai parametrai neviršijo geros ar labai geros ekologinio potencialo klasės ar ekologinės būklės, išskyrus BDS₇ vertes (žr. skyrių 4 „TYRIMŲ REZULTATAI“). Identifikuoti galimi sutelktosios taršos šaltiniai, iš kurių tikėtinas taršos patekimas į paviršinius vandenį avarių atveju. Identifikuoti pasklidosios taršos šaltiniai, kurie turėtų turėti įtakos, kai kritulių kiekiai yra vidutiniai ar daugiau nei vidutiniai ir paviršiniu nuotėkiu vanduo su azotinėmis ir fosfatinėmis medžiagomis pateks į nagrinėjamų ežerų baseiną esančius intakus, o jais į ežerus (žr. skyrių 3 „ESAMI TARŠOS ŠALTINIAI IR APKROVOS“). Nustatytas žemėnaudos ir nuogulų pasiskirstymas bei atliktas kiekybinis jų vertinimas ežerų ir atskirai intakų baseinuose (žr. skyrių 4 „TYRIMŲ REZULTATAI“).

Siekiant kuo efektyvių rezultatų, priemonės, ežerų ekologiškai būklei pagerinti, parenkamos specifinės tipinės kiekvienam vandens telkiniui, priklausomai nuo nustatytos problemos.

Skirtingo tipo specifinės tipinės priemonės buvo parenkamos šioms skirtingoms problemoms spręsti:

- Sutelktajai taršai
- Pasklidajai taršai
- Esant neaiškiai priežastiai

Priemonės parenkamos pagal Aplinkos apsaugos agentūros siūlomas priemones ežerų ir tvenkinių ekologiškai būklei pagerinti [22].

5.1. Priemonės sutelktajai taršai

Išnagrinėjus visų ežerų reikšmingus sutelktosios taršos šaltinius (žr. skyrių 3.2 Potencialūs taršos šaltiniai) nustatyta, kad į Lūksto ir Paršežerio ežerus nėra išleidžiama nuotekų, nors rizika dėl nuotekų yra galima, tačiau ji nėra identifikuota. Didžiulio ežero baseine sutelktosios taršos šaltinių neidentifikuota, Kampuolio ežero baseine nėra. Atkreipiamas dėmesys, kad identifikuojant galimus taršos šaltinius nebuvo įtraukti gyvenamosiose vietovėse galimai esantys individualūs ūkių nuotekų valymo įrenginiai. Papio ežero sutelktosios taršos šaltiniai yra 2, t.y. žuvininkystės tvenkinio vanduo (UAB „Juodasis gandras“) ir buitinės nuotekos (Baltosios Vokės aglomeracija). *Pirmojo taršos šaltinio atžvilgiu reikėtų sustiprinti žuvininkystės tvenkinių kontrolę. Dėl buitinių nuotekų netiesioginio patekimo į ežerą reikėtų užtikrinti jų maksimalų išvalymą (bent tretinį valymą).*

5.2. Priemonės pasklidajai taršai

Detalūs pasklidosios taršos tyrimų rezultatai pateikti 4.5-4.8 skyriuose, kur analizuojami intakų į ežerus fizikiniai-cheminiai parametrai bei jų kaita per 7 mėnesius. Įvertinus rezultatus galima teigti, kad pasklidoji tarša išryškėja mažuose vandens telkinių baseinuose bei esant priemolio ir molio nuoguloms. Vertinant atskirus intakų į ežerą baseinus, svarbu atsižvelgti į žemės ūkio subjektų skaičių, vykdyti paviršinio vandens monitoringą savivaldybės lygmenyje pagrindiniuose intakuose ir ištakose įtraukiant tai į savivaldybių aplinkos monitoringo programas, siekiant nustatyti į ežerą patenkančių maistinių medžiagų kiekį ir jų balansą. Svarbu taikyti savivaldybės organizuojamą informacijos sklaidimą apie prastos ežerų būklės pagrindines priežastis, svarbą, galimybes, būdus ir naudą mažinti taršą iš žemės ūkio veiklų. Esant galimybei savivaldybėms siūlytina vykdyti ūkininkų motyvavimą lankantis jos teritorijoje organizuojamuose mokymuose dėl tvaraus žemės ūkio bei galimybių už tai gauti ES paramą.

Minėtos priemonės turėtų būti prioritetinės ir tik joms nepasiteisinus imtis papildomų inžinerinių-techninių priemonių.

Literatūroje [35, 36] yra siūlomi gerai žinomos inžinerinės-techninės priemonės, tokios kaip dirbtinės šlapynės, sedimentacijos tvenkinėliai, vandens telkinių pakrančių apsauginės juostos/zonos, drenažo nuotėkio valdymo sistemos, denitrifikuojantys bioreaktoriai drenažo sistemose ir kt. Tačiau atkreiptinas dėmesys, kad dalis priemonių, susijusių su šlapynių įrengimu nerekomenduojamos [37], nes analizuotų upelių baseinus pelkės dengia 7-22 % baseino ploto.

Literatūros šaltiniuose pateikiami azoto sulaikymo pakrančių apsauginėse juostose rezultatai labai įvairūs, tačiau bendrai paėmus, vandenyje, tekančiame per pakrantės ekosistemą, gali būti sulaikoma iki $74,2 \pm 4,0\%$ azoto [38]. Lyginant įvairių autorių atliktų tyrimų rezultatus, nustatyta statistiškai reikšminga priklausomybė tarp pakrančių apsauginių juostų pločio ir azoto pašalinimo efektyvumo. 50%, 75% ir 90% azoto pašalinimo efektyvumas gaunamas, kai pakrančių apsaugos juostų plotis yra atitinkamai 3, 28, ir 112 m. [39]. Platinant pakrančių apsaugos juostas neišvengiamai mažėja aplink upę, griovį esančių laukų plotai. 1 kilometre upės ar griovio, 1 metru platinant pakrantės apsaugos juostą, užimama 0,2 ha aplink esančios teritorijos. Preliminari apsauginės juostos įrengimo kaina 303,5-1007 Eur/ha, kaštų efektyvumas 6,10-58,8 Eur/kg N ir 5,03 - 261,4 Eur/kg P [40, 41]

Tyrimu nustatyta, kad ūkininkavimo būdas, taikomos aplinkosauginės priemonės (pakrančių apsaugos juostos), baseinuose esančios pelkėtos vietovės sudaro sąlygas l.geros ir geros būklės tirtiems ežerų intakams sausuoju ir vidutinio sausumo laikotarpiais (žr. sk. 4.8). Tikėtina, kad esant vidutinio ir didesnio vandeningumo laikotarpiams išplovimai iš žemės ūkio teritorijų intensyvės ir upelių vandens kokybė prastės. Rekomenduojame nagrinėtų, išskyrus Kampuolio ežerą, ežerų baseinuose esantiems intakams, kaip pasklidosios taršos mažinimo inžinerinę-techninę priemonę platinti *pakrančių apsaugines juostas*. Apsauginės juostos yra ekotopas, atskiriantis vandens ir sausumos ekosistemas su unikalia, tik jam būdinga bioįvairove. Pakrančių apsaugos juostos įrengiamos kaip barjeras tarp dirbamų laukų ir vandens telkinio. Griovių ir reguliuotų upelių apsauginės juostos, kaip paskutinis barjeras, sulaikantis vandens erozijos produktus, ypač svarbios tuose ruožuose, šalia kurių yra dirbamų žemių plotai, turintys paviršiaus polinkį į griovio pusę. Apsauginės pakrančių juostos yra viena iš priemonių, galinčių reikšmingai paveikti upių ir ežerų vandens kokybę. Didžiausias apsauginių juostų ir zonų efektyvumas įrengiant jas upių baseinuose, kuriuose intensyviai vystoma žemės ūkio gamyba, dideli ariamos žemės plotai [42].

5.3. Priemonės esant neaiškios priežasties taršai

Tyrimų laikotarpiu stebėtas minimalus Didžiulio ež. naudojimo ir priežiūros taisyklėse [46] numatytas vandens lygis (121 pav., 122 pav.) turi įtakos ežero ekosistemai. Mokslo darbuose yra nustatyta, kad ežero vandens lygis turi įtakos ir jo vandens kokybei [43, 44, 45]. Tyrimų laikotarpiu, bendraujant su vietos bendruomene sužinoti faktai, kad jau keletą metų nėra laikomasi Didžiulio ežero naudojimo ir priežiūros taisyklėse nustatyto vandens lygio režimo. *Rekomenduojama palaikyti normaliai patvekto ežero vandens lygį, o minimalų vandens lygį laikyti ribotą laikotarpį. Tam reikia peržiūrėti ir patikslinti Didžiulio ežero naudojimo ir priežiūros taisykles* [46], jose užtikrinant minimalų vandens lygį, kuris leistų pasiekti ežero gerą arba labai gerą ekologinę būklę. Nesilaikant vandens lygio režimo rekomenduojama perdaryti pralaidą į nereguliuojamo tipo.



121 pav. Didžiulio ežeras, vandens pertekliaus šachtinė pralaida 2020-02-08 ir 2020-09-21



122 pav. Didžiulio ežeras 2020-02-08

Preliminari ežero naudojimo ir priežiūros taisyklių parengimo kaina nuo 6000 Eur su PVM. Preliminari hidrotechninio įrenginio remonto kaina (su projekto parengimu) 15000-20000 su PVM.

Kampuolio ežero baseine nėra sutelktosios taršos šaltinių, tačiau kalbant su vietos gyventojais gauta informacija apie buvusį nelegalų ir netinkamai eksploatuotą sąvartyną prieš 30-40 metų 2 km nuo ežero (623695, 6116246, LKS), bevardžio upelio (Ka2) baseine, tačiau Lietuvos geologijos tarnybos oficialiose duomenų bazėse šis taršos židinytis nėra nurodytas. Anot vietinių gyventojų, į sąvartyną buvo vežama grūdų perdirbimo kombinato, liejyklos, garvežių depo bei viso Švenčionėlių miestelio atliekos. Vietovės kontrastingas kraštovaizdis virš 1 ha plote rodo galimą sąvartyno buvimą (123 pav.).

Siekiant realiai išsiaiškinti situaciją galimai buvusio sąvartyno teritorijoje, siūlytina pirmiausia atlikti preliminarųjį ekogeologinį tyrimą įvertinant grunto ir požeminio vandens taršą. Norint kompleksiskai įvertinti galimą taršą, rekomenduotina 2 ha medžiais ir krūmais apaugusiame plote atlikti kompleksą ekogeologinių darbų vadovaujantis 2008 m. birželio 17 d. Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos direktoriaus įsakymu Nr. 1-104 „Dėl ekogeologinių tyrimų reglamento patvirtinimo“.



123 pav. Galimai eksploatuoto sąvartyno vieta

Tyrimų metu teritorijoje turi būti išgręžti gręžiniai, paimti dirvožemio, grunto, požeminio vandens ėminiai. Minėtame reglamente nustatyta, kokie konkretūs parametrai turi būti ištirti bandiniuose.

Preliminari 2 ha ploto preliminarus ekogeologinio tyrimo atlikimo kaina su reikiamu kompleksinių darbų atlikimu, ėminių laboratorine analize ir ataskaitos parengimu būtų apie 8900 Eur su PVM.

Įtarimams pasitvirtinus turėtų būti atliekamas detalusis ekogeologinis tyrimas patikslinant taršos mastą, o esant reikalui parengiamas ir teritorijos tvarkymo planas bei atliekami tvarkymo darbai.

5.4. Priemonės Lūksto ežero eutrofikacijai mažinti

Lūksto ežero žuvų tyrimo rezultatuose stebimas ežero trofiškumo kitimas bei stiprus planktofaginių žuvų gausėjimas, yra būtina atlikti maistmedžiagų (ypatingai fosforo) gamtinių ciklų tyrimus bei žuvų bendrijos mitybinio tinklo analizę, kad būtų galima pateikti techninį projektą kaip mažinti ežero eutrofikaciją bei pašalinti dalį biomasės, jei tai būtų būtina. Šios priemonės yra vieno tyrimo du tarpiai susiję objektai. Tyrimų metu nustatyta žuvų bendrijos struktūra rodo sparčios eutrofikacijos požymius. Tai susiję su maistmedžiagų apyvarta ežero ekosistemoje. Todėl, norint padėti ežero ekosistemai tvarkytis su N ir P galimu pertekliumi, reikia įvertinti N ir P mineralinės ir organinės formų balansą bei kaitą bent dviejų metų bėgyje. Tuo pačiu reikia stabilųjų izotopų metodu nustatyti ir aprašyti Lūksto ežero mitybinio tinklo struktūrą bei įvertinti biomasės išėmimo iš Lūksto ežero (paprastoji aukšlė bei, galimai, dalis makrofītų) poreikį bei galimybes. Jei tyrimo rezultatai duotų teigiamą atsakymą, tada reikėtų ruošti techninį projektą biomanipuliacijai, kurios pagrindas – biomasės pertekliaus išėmimas. Tyrimų trukmė – 2 metai, apimant du vegetacijos ciklus. Preliminari tyrimų kaina apie 55 000 Eur su PVM. Techninio projekto parengimas - apie 11000 Eur su PVM. Tai galėtų būti panaudota ir kituose ežeruose, kur yra analogiška situacija.

Literatūra

- 1 Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastras
- 2 Kilkus K. Ežerotyra. Vilnius: VU leidykla. 2005.
- 3 Lietuvos LR Aplinkos ministro 2012 m. rugsėjo 25 d. įsakymas Nr. D1-767 „Dėl žuvų išteklių tyrimų metodikos patvirtinimo“ patvirtinta metodika (Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2016 m. spalio 24 d. įsakymo Nr. D1-698 redakcija).
- 4 Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 12 įsakymas Nr. D1-210 „Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo“
- 5 Bukelskis E., Kubilickas A., 1988. Ichtiologijos laboratoriniai darbai.-Vilnius: VVU,- 75p.
- 6 Pravdin I. F. Rukovodstvo po izučėniju rib. Maskva. 1966. (rusų k.).
- 7 Žuvų išteklių tyrimų metodika. Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimas nr. 942, Valstybės žinios, 2005, nr. 106-3911
- 8 Mėgėjiškos žūklės poveikio žuvų populiacijoms ir bendrijoms įvertinimas ir žuvų išteklių būklės vertinimo metodikos parengimas. 2017. Lietuvos hidrobiologų draugijos ataskaita. [žiūrėta 2021-02-18] <https://aplinka.lt/documents/117650/3027357/2017-047-Vir%C4%97k%C5%A1tos+e%C5%BE./16d7d304-6e31-4732-9281-85c0b75dad10;jsessionid=D32CFCE97444AE8E92BB260124262576?version=1.0>
- 9 Žuvų išteklių įvertinimas valstybiniuose vidaus vandens telkiniuose. 2013. Lietuvos hidrobiologų draugijos ataskaita.
- 10 Virbickas, T., Stakėnas, S. 2016. Composition of fish communities and fish-based method for assessment of ecological status of lakes in Lithuania. Fisheries Research 173: 70-79.
- 11 Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. gegužės 23 d. įsakymas Nr. D1-256 „Dėl paviršinių vandens telkinių tipų aprašo ir paviršinių vandens telkinių tipų etaloninių sąlygų aprašo patvirtinimo“
- 12 Litvinaitis, A. 2013. Pakrančių nuogulų įtakos upių vandens kokybei įvertinimas. 10.20334/2117-M.
- 13 Juodkasis V. 1992. Lietuvos karstas: hidrogeologija ir požeminio vandens apsauga. 1-osios politechnikos m-klos sp. Vilnius. P. 189.
- 14 Česnulevičius A. 1998. Vilniaus miesto mažųjų upelių baseinų infiltracinės savybės ir jų sąsaja su reljefo erozija. Geografija. 34(1): 5–10.
- 15 Klimas A. 2006. Vandens kokybė Lietuvos vandenvietėse. Pokyčių studija. Vilnius, 516 p.
- 16 Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkovičienė M. 2001. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Lietuvos energetikos institutas. Kaunas. p. 791.
- 17 Taminskas J., Mažeikis A., Valiuškevičienė L. 2008. Pagal oro temperatūrą apskaičiuoto potencialiojo suminio garavimo lyginamoji analizė. Annales Geographicae. 41(1–2): 81–89.
- 18 Papadopoulou E., Varanou E., Baltas E. et al. 2003. Estimating Potential Evapotranspiration and its Spatial Distribution Greece Using Empirical Methods. 8th International Conference on Environmental Science and Technology. 198, Lemnos Island. Greece, p. 650–658.
- 19 Kaunas, Z. 2004. Upių taršos skaičiavimai: metodinė priemonė vandentvarkos kurso praktiniams darbams. Vilniaus universiteto leidykla. Vilnius. P. 66.
- 20 Vincevičienė, V., Januškevičius D. 2002. Šešupės baseino hidrologinių ir hidrocheminių parametrų įvertinimas. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba [Environmental research, engineering and management] 3(21): 13-22.
- 21 Oskar Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, 2000
- 22 Siūlomos priemonės ežerų ir tvenkinių ekologinei būklei pagerinti. 2020. [žiūrėta 2021-02-18] https://vanduo.gamta.lt/files/Ezeru_priemonės1612943799285.html
- 23 Nemuno UBR valdymo planas, 2017 m., Vilnius.
- 24 Ventos UBR valdymo planas, 2017 m., Vilnius.
- 25 1992 m. sausio 21 d. Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas.

- 26 Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. gegužės 16 d. įsakymas Nr. D1-228 „Dėl aplinkos atkūrimo priemonių parinkimo bei išankstinio pritarimo gavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“.
- 27 Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. rugsėjo 9 d. įsakymas Nr. 471 „Dėl aplinkai padarytos žalos atlyginimo dydžių apskaičiavimo metodikos patvirtinimo“.
- 28 Žuvų išteklių įvertinimas valstybiniuose vandens telkiniuose, žuvų išteklių naudojimo ir atkūrimo planų 2016-2020 m. parengimas. 2016
- 29 SNOW, H. E. Responses of northern pike to exploitation in Murphy Flowage, Wisconsin. American Fisheries Society Special Publication, 1978, 11: 320-327.
- 30 INSKIP, Peter D. Habitat suitability index models: northern pike. Western Energy and Land Use Team, Office of Biological Services, Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior, 1982.
- 31 LR aplinkos ministro 2013 m. sausio 2 d. įsakymas Nr. D1-4
- 32 LR aplinkos ministro 2010 m. balandžio 19 d. įsakymas Nr. 3D-354/D1-303 „Dėl žuvivaisos valstybiniuose vandens telkiniuose taisyklių patvirtinimo“
- 33 Redman M., Merrington G., Winder L., Parkinson R. 2002. Agricultural Pollution Environmental Problems and Practical Solutions. Taylor & Francis Books Ltd. ISBN: 0419213902
- 34 Taršos šaltiniai ir apkrovos; Pagrindinių priemonių poveikio vertinimas; Rizikos vandens telkiniai. 2010. Aplinkos apsaugos agentūros ataskaita. Vilnius 163 p
- 35 Pasklidosios vandens taršos mažinimo priemonių įrengimo pilotiniame baseine darbai. Kaunas, 2016. [žiūrėta 2021-02-18] <https://gamta.lt/files/Galutine%20ataskaita%20pakoreguota.pdf>
- 36 Povilaitis, A. 2015. Žemių sausinimo poveikis biogeninių medžiagų transformacijoms dirvožemyje ir vandens telkinių taršai. Mokslinių darbų apžvalgos studija. Kaunas-Akademija.
- 37 Povilaitis, Arvydas & Taminskas, Julius & Gulbinas, Zenonas & Linkevičienė, Rita & Pileckas, Marijus. 2011. Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė / Lithuanian Wetland and their Water Protective Importance.
- 38 Brian H.M., Bruce D. 2004. A review of the efficiency of buffer strips for the maintenance and enhancement of riparian ecosystems. Water quality research journal of Canada. 39(3): 311-317.
- 39 Mayer P.M., Reynolds S.K., McCutchen M.D., Canfield T.J. 2006. Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: A review of current science and regulations. EPA/600/R-05/118, Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, U.S.
- 40 Bastienė N., Kirstukas J. 2010. Apsauginių juostų vandens telkinių pakrantėse atkūrimo principai ir prioritetai. Vandens ūkio inžinerija, 37(57), 71-83.
- 41 Tredanary, A. 2011. The effect of buffer strip width on cost efficiency: a Swedish case study. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environment. Uppsala
- 42 Rizikos vandens telkinių būklės tyrimų, taršos šaltinių ir kitų priežasčių, lemiančių rizikos vandens telkinio būklę, identifikavimas, būklės gerinimo priemonių parinkimas. 2017. Akademija. [žiūrėta 2021-02-18] <https://gamta.lt/files/Rizikos%20vandens%20telkiniu%20bukle.pdf>
- 43 Zixiong Wang, Tianxiang Wang, Xiaoli Liu, Suduan Hu, Lingxiao Ma, Xinguo Sun Water Level Decline in a Reservoir: Implications for Water Quality Variation and Pollution Source Identification Int J Environ Res Public Health. 2020 Apr; 17(7): 2400. Published online 2020 Apr 1. doi: 10.3390/ijerph17072400
- 44 Nazari-Sharabian M., Taheriyoun M., Ahmad S., Karakouzian M., Ahmadi A. Water Quality Modeling of Mahabad Dam Watershed-Reservoir System under Climate Change Conditions, Using SWAT and System Dynamics. Water. 2019;11:394. doi: 10.3390/w11020394
- 45 Rolls R.J., Leigh C., Sheldon F. Mechanistic effects of low-flow hydrology on riverine ecosystems: Ecological principles and consequences of alteration. Freshw. Sci. 2012;31:1163–1186. doi: 10.1899/12-002.1
- 46 Trakų rajono, Dusmenų kaimo užtvėnkto Didžiulio ežero naudojimo ir priežiūros taisyklės. 1996. AB „Vilniaus hidroprojekta“