



Klaipėdos
universitetas
Jūros tyrimų
institutas



Interreg
Latvija-Lietuva
Europos regioninės plėtros fondas



PLATELIŲ EŽERO VANDENS BŪKLĖS PAGERINIMO VEIKSMŲ PLANO PARENGIMAS

II etapo “Atlikti dumblo nuosėdų storio, dumblo kaupimosi ežere greičio, hidrocheminius, hidrogeologinius, hidrologinius morfologinius, augmenijos, įtekančių upelių, kanalų vandens cheminius tyrimus” ataskaita



Klaipėda, 2023

Šis dokumentas parengtas naudojant Europos Sąjungos finansinę paramą. Už šio dokumento turinį atsako Žemaitijos nacionalinio parko direkcija. Jokiomis aplinkybėmis negali būti laikoma, kad jis atspindi Europos Sąjungos nuomonę.

Šis planas parengtas įgyvendinant projektą Kuržemės ir šiaurės Lietuvos ežerų valdymo bei priežiūros tobulinimas (LIVE LAKE). Projektą finansuoja 2014–2020 m. Interreg V-A Latvijos ir Lietuvos programa.

Visas projekto biudžetas – 981750 Eur. Iš jų – bendrasis Europos regioninės plėtros fondo finansavimas – 834490,49 Eur.

This document has been prepared with the financial support of the European Union. The Directorate of Žemaitija National Park is fully responsible for the content of this document and it cannot be considered the official position of the European Union under any circumstances.

The Plan has been developed under the Interreg V-A Latvian-Lithuanian cross-border cooperation program 2014-2020. in the project "Lake Management and Management in Kurzeme and Northern Lithuania" (LIVE LAKE).

The total cost of the project is 981750 EUR. The co-financing of the project from the European Regional Development Fund is EUR 834,490.

II etapo pagrindiniai ekspertai:

Dr. Jolita Petkuvienė



Dr. Mindaugas Žilius



Tyrimai atliekami sutinkamai su paslaugų 2021 m. gruodžio 17 d. viešojo pirkimo - pardavimo sutartimi Nr. 2021-12-08 Nr. F9-81-(5.60k)/SUT-21P-76 tarp Žemaitijos nacionalinio parko direkcijos ir Klaipėdos universiteto.

TURINYS

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	7
1. ĮVADAS.....	8
2. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI	10
2.1 Tyrimo vietos	10
2.1.1 Įtekančių upelių tyrimų vietos	10
2.1.2 Tyrimo vietos Platelių ežere	11
2.1.3 Sedimentacijos greičio tyrimo vietos	12
2.1.4 Dugno nuosėdų tyrimo vietos.....	13
2.2 Tyrimai upelių intakuose	15
2.3 Platelių ežero vandens storumės tyrimai.....	16
2.4 Vandens fiziko-cheminių charakteristikų nustatymas	17
2.5 Fitoplanktono ir chlorofilo a analizė.....	18
2.6 Dugno nuosėdų kolonėlių paėmimas ir inkubacija.....	18
2.6.1 Dugno nuosėdų paėmimas ir paruošimas inkubacijai	18
2.6.2 Bendrosios apykaitos tarp nuosėdų ir priedugnio vandens matavimas	19
2.7 Skendinčių medžiagų nusėdimo greičio matavimai	20
2.8 Vandens mėginių cheminė analizė.....	21
2.9 Nuosėdų kolonėlių pjaustymas ir fizikinių bei geocheminių savybių nustatymas	22
2.10 Maistmedžiagų balanso Platelių ežere skaičiavimas	23
3. REZULTATAI IR DISKUSIJA.....	25
3.1 Platelių ežero intakų analizė	25
3.1.1 Ekologinės būklės rodiklių koncentracijų kaita ežero intakuose.....	25
3.1.2 Vandens kokybė ežero intakuose pagal ekologinės būklės rodiklius.....	27
3.1.3 Maistmedžiagų prietaka į Platelių ežerą.....	28
3.1.4 Šlapynių vaidmuo reguliuojant maistmedžiagų srautus į Platelių ežerą	31
3.2 Platelių ežero vandens būklė.....	32
3.2.1 Pagrindinių fiziko–cheminių parametrų kaita Platelių ežero vandens storumėje....	32
3.2.2 Maistmedžiagų pasiskirstymas ežere	36
3.2.3 Chlorofilo a ir fitoplanktono sezoninė ir erdvinė dinamika	38
3.2.4 Platelių ežero ekologinės būklės daugiametė dinamika	40
3.3 Skendinčių dalelių sedimentacijos greitis ir maistmedžiagų pasiskirstymas nuosėdose Platelių ežere.....	41
3.4 Maistmedžiagų apykaita tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės bei denitrifikacija Platelių ežere.....	43
3.5 Azoto ir fosforo balansas ežere.....	45

3.6	Azoto ir fosforo išorinė įtaka fitoplanktono žydėjimui ežere	48
3.7	Platelių ežero vandens būklės palyginimas su kitais ežerais	49
	IŠVADOS.....	53
	LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	55
	PRIEDAI	57

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

BDS ₇	biologinis deguonies suvartojimas per 7 dienas
Chl-a	chlorofilas a vandens storumėje
C _{org}	organinė anglis
DIN	ištirpęs neorganinis azotas
DIP	ištirpęs neorganinis fosforas
DON	ištirpęs organinis azotas
EKS	ekologinės kokybės santykis
FMTC	Fizinių ir technologijos mokslų centras
GF/F	stiklo pluošto filtrai
IP	neorganinis fosforas
KU JTI	Klaipėdos Universitetas Jūros tyrimų institutas
N	azotas
n	imties dydis
N ₂	azoto dujos
NH ₄ ⁺	amonio azotas
NO _x ⁻	suminis nitritų ir nitratų azotas
NO ₂ ⁻	nitritų azotas
NO ₃ ⁻	nitratų azotas
O ₂	vandenyje ištirpęs deguonis
OP	organinis fosforas
S	savitasis elektrinis laidis
SM	skendinti medžiaga
SN	standartinis nuokrypis
St	stotis
P	fosforas
PO ₄ ³⁻	fosfatai
PON	dalelinis organinis azotas
T	temperatūra
TDN	bendras ištirpęs azotas
TN	bendras azotas
TP	bendras fosforas
Vid.	vidurkis

1. ĮVADAS

Platelių ežero vandens būklės pagerinimo veiksmų plano II etapo “Atlikti dumblo nuosėdų storio, dumblo kaupimosi ežere greičio, hidrocheminius, hidrogeologinius, hidrologinius morfologinius, augmenijos, įtekančių upelių, kanalų vandens cheminius tyrimus” ataskaita pateikiama pagal 7 uždavinius:

1. Platelių ežero intakų analizė.
2. Matuojant temperatūrinį gradientą pagal gylį, įvertinti vandens stovymės permaišymo įtaką sezoninei azoto ir fosforo dinamikai.
3. Įvertinti dumblo kaupimosi greitį ir dugno nuosėdose sukauptų azoto ir fosforo kiekius.
4. Kiekybiškai įvertinti iš dugno nuosėdų patenkančius maistmedžiagių kiekius, analizuojant azoto ir fosforo apykaitą bei denitrifikaciją, jų sezoninę dinamiką ir erdvinį heterogeniškumą.
5. Remiantis gautais rezultatais sudaryti sezoninį azoto ir fosforo balansą vieneriems metams.
6. Įvertinti, kokią įtaką azoto ir fosforo išorinė/vidinė prietaka turi fitoplanktono žydėjimui Platelių ežere.
7. Atlikti aplinkos apsaugos agentūros valstybinio monitoringo rezultatų (nuo 2001 m.) analizę ir įvertinti hidrocheminių bei hidrobiologinių duomenų kaitą bei įvertinti Platelių ežero būklę pagal valstybinio monitoringo rezultatus lyginant su kitais Lietuvos ežerais bei tvenkiniais.

Šioje II etapo ataskaitoje pateikiami rezultatai vertinant įtekančių upelių ir Platelių ežero ekologinės būklės, maistmedžiagių prietakos su upeliais į Platelių ežerą ir iš jo, sezoninę maistmedžiagių dinamiką bei biologinių ir biogeocheminių virsmų įtaką maistmedžiagių balansui pačiame ežere. Įgyvendinant II etapą, vandens fiziko-cheminių ir biologinių parametrų, biogeocheminių ir mikrobiologinių procesų tyrimai buvo atliekami 15-os upelių intakuose, 5 stotyse Platelių ežere apimant 2022 sausio – gruodžio mėnesių ciklą. Visų matuojamų parametrų ir procesų sąrašas pateikiamas 1-1 lentelėje.

1-1 lentelė. Bendras matuojamų fizikinių-cheminių bei biologinių parametrų sąrašas.

Nr.	Parametro pavadinimas	Sutrumpinimas bazėje	Matavimo terpė	Kur matuojamas
1.	Temperatūra	T	Vanduo	KU JTI
2.	pH	pH	Vanduo	KU JTI
3.	Savitasis elektrinis laidis	S	Vanduo	KU JTI
4.	Ištirpusios deguonies kiekis	O ₂	Vanduo	KU JTI
5.	Amonis	NH ₄ ⁺	Vanduo	KU JTI
6.	Nitritai	NO ₂ ⁻	Vanduo	KU JTI
7.	Nitratai	NO ₃ ⁻	Vanduo	KU JTI
8.	Bendras azotas	TN	Vanduo	KU JTI

Tęsinys 8 puslapyje

9.	Bendras ištirpęs azotas	TDN	Vanduo	KU JTI
10.	Fosfatai, ištirpęs neorganinis fosforas	PO_4^{3-} , DIP	Vanduo	KU JTI
11.	Bendras fosforas	TP	Vanduo/ nuosėdos	KU JTI
12.	Biologinis deguonies suvartojimas per 7 dienas	BDS ₇	Vanduo	KU JTI
13.	Fitoplanktono rūšinė sudėtis, gausumas ir biomasė		Vanduo	KU JTI
14.	Chlorofilo „a“ koncentracija	Chl-a	Vanduo	KU JTI
15.	Neorganinis fosforas	IP	Nuosėdos	KU JTI
16.	Organinis fosforas	OP	Nuosėdos	KU JTI
17.	N ₂ dujos	N ₂	Vanduo	KU JTI
18.	Anglies ir azoto santykis	C/N	Nuosėdos	FTMC

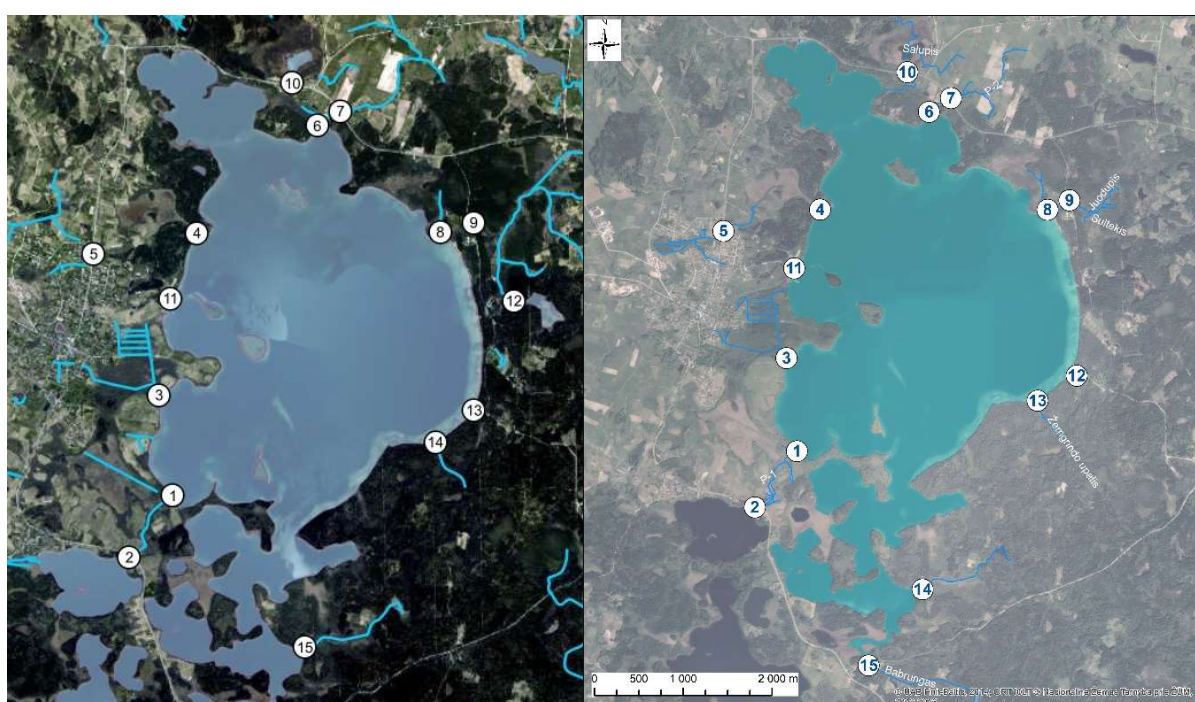
2. TYRIMO MEDŽIAGA IR METODAI

2.1 Tyrimo vietos

Atsižvelgus į Platelių ežero kompleksiskumą pagal savo geografinę padėtį, įtekančių upelių tinklą, išsidėsčiusias rekreacines teritorijas, tyrimai ežere atlikti kompleksiskai įtekančiuose upeliuose, ežero vandens stovymėje ir nuosėdose. Kiekvienai tiriamajai kategorijai buvo pasirinkti skirtingi tyrimo taškai.

2.1.1 Įtekančių upelių tyrimų vietos

Techninėje specifikacijoje buvo numatyta 15 tyrimo vietų įtekančiuose upeliuose, kurios turėtų parodyti įnešamus maistmedžiagių kiekius į Platelių ežerą (2-1 pav. kairėje).



2-1 pav. Pradiniai tyrimo taškai pasiūlyti Žemaitijos nacionalinio parko direktijos darbuotojų (kairėje) ir tyrimo taškai, suderinti su vykdytoju (dešinėje)

2-1 lentelė. Upelių intakų stoties numeriai ir pavadinimai

Tyrimo stoties Nr.	Upelio pavadinimas	Tyrimo stoties Nr.	Upelio pavadinimas
St-1	Beržuojos upelio žiotys	St-9	Juodupio upelis
St-2	Beržuojos upelis	St-10	Salupio upelis
St-3	Dvarlaukio upelio žiotys	St-11	Vamzdis prie Platelių jachtų klubo
St-4	Gaudupio žiotys	St-12	Šv. Jono upelis
St-5	Gaudupio upelis	St-13	Bevardis upelis
St-6	Almino upelio žiotys	St-14	Bevardis upelis 1
St-7	Almino upelis pelkėtame slėnyje	St-15	Babrungas
St-8	Juodupio žiotys		

Susitikimo metu vykdytojai pasiūlė vieną tyrimų vietą perkelti į Babrungo upę, kad įvertinti maistmedžiagių kiekius iš Platelių ežero ištekančiame vandenyje. Iš pateiktų 15 upelių vykdytojai pasiūlė pakeisti St-12 tašką (2-1 pav. kairėje), remiantis tuo, kad upelis išteka iš ežero ir patenka į

šlapynes, kuri apvalo galimai užterštą vandenį, vietoj to buvo parinktas taškas Nr. 9 iš šlapynių link Platelių ežero, kuris atspindi po šlapynių poveikio įtekančių upelių būklę.

Dėstomojoje dalyje tyrimai upelių intakuose buvo atliekami stotyse nurodytose žemėlapiu dešinėje, kurių pavadinimai pateikti 2-1 lentelėje.

2.1.2 Tyrimo vietos Platelių ežere

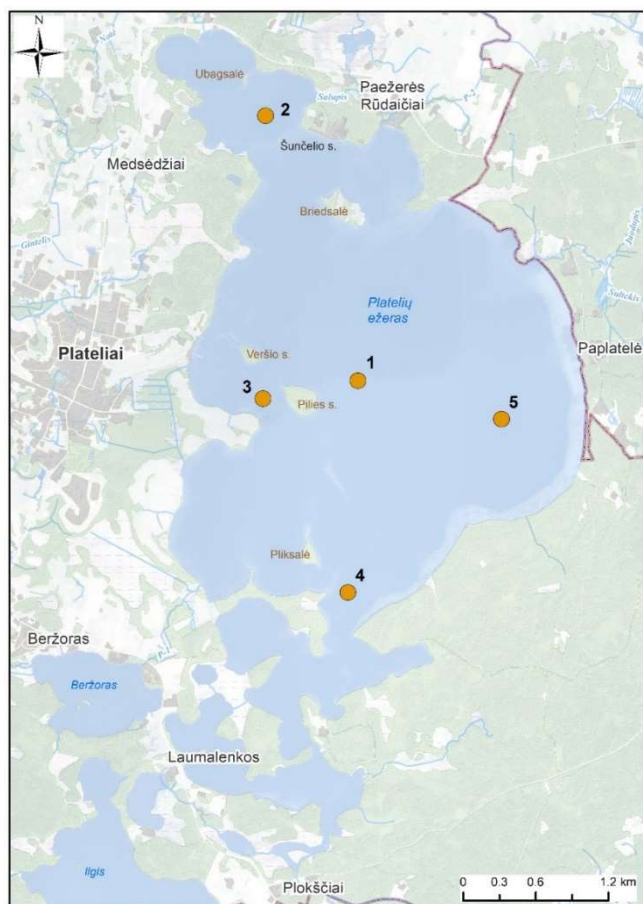
Techninėje specifikacijoje nustatyti reikalavimai: Tyrimai turi būti atliekami penkiose tyrimų vietose, iš kurių viena - giliausioje Platelių ežero dalyje. Kitų tyrimo vietų pasirinkimas turėtų atspindėti Platelių ežero vandens kokybę.

Tyrimų vietos apibrėžtos pirmojo susitikimo su Žemaitijos nacionalinio (ŽN) parko direkcijos atstovais metu (2022-01-06): Trys tyrimo vietos buvo nustatytos po diskusijos tarp užsakovų ir vykdytojų pirmojo susitikimo metu. Vietos parinktos pagal vyraujančias sąlygas ežere arba užsakovų pastebėtas pakitusias sąlygas. Numatyti tyrimo taškai pavadinti pagal geografinę ežero padėtį: šiaurinė, vakarinė, pietinė dalys (2-2 lentelė, 2-2 pav.).

2-2 lentelė. Tyrimo taškai Platelių ežere

Nr.	ID	Tyrimo vieta	Aprašymas
1	G	Giliausia	Aplinkos apsaugos agentūros monitoringo taškas, tai yra giliausia ežero vieta.
2	Š	Šiaurinė	Dėl iš žemyninės dalies patenkančių organinių medžiagų šioje dalyje jaučiamas stiprus organinės medžiagos irimo kvapas.
3	V	Vakarinė	Dėl vėjo suneštų nešmenų šioje dalyje kartais aptinkamos gausios fitoplanktono bendrijos.
4	P	Pietinė	Kadangi ežero atviroji dalis pereina į uždara sistemą, reikalingas procesų vykstančių tarp atvirosios ežero dalies ir ištekančio upelio Babrungo įvertinimas.
5	R	Rytinė	Tai atviroji ežero vieta, kuri atspindi procesus vykstančius vidutiniame dominuojančiame ežero gylyje (~10 m) ir proporcingai užima didelę ežero dalį.

Vykdytojų pasirinktos tyrimo vietos: Užsakovai pirmojo susitikimo metu penktąją tyrimo vietą siūlė parinkti remiantis pagal satelitinių nuotraukų identifikuotą teritoriją, kurioje nustatomos didžiausios chlorofilo a (Chl-a) koncentracijos. Preliminarių daugiamečių nuotraukų analizė parodė, kad Chl-a koncentracijos kitimas pasiskirsto tolygiai visame ežere su keliomis teritorijomis, kuriose fiksuojamos didesnės koncentracijos. Šios teritorijos numatytos kaip tyrimo taškai (2 - Šiaurinė ir 4 - Pietinė). Taip pat išsiskiria rytinė ežero dalis, kurioje vyrauja vidutinės Chl-a reikšmės.



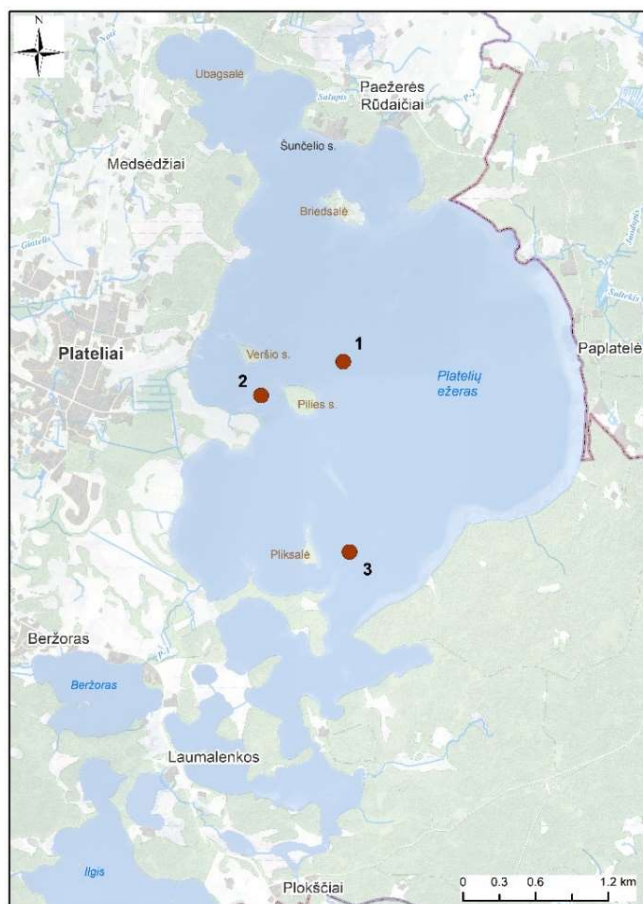
2-2 pav. Tyrimo vietos Platelių ežere: 1 – giliausia vieta, 2 – šiaurinė dalis, 3 – vakarinė dalis, 4 – pietinė dalis, 5 – rytinė dalis

Iš 4-ių jau nustatytų tyrimo taškų pusė jų yra vietose, kuriose tikėtina bus nustatomos santykinai didesnės Chl-a ir maistmedžiagių koncentracijos dėl 2-2 lentelėje pateiktų priežasčių. Todėl vykdytojai pasiūlė penktąją tyrimų vietą imti smėlingoje teritorijoje, kurioje nustatomos vidutinės Chl-a koncentracijos (pagal palydovines nuotraukas), kad nebūtų iškreiptas bendras Platelių ežero vandens būklės vertinimas. Kadangi pasirinkti taškai apima ežero teritorijas šiaurinėje, vakarinėje, pietinėje ir centrinėje dalyse, todėl 5-as taškas buvo numatytas rytinėje ežero dalyje. Šioje dalyje dominuoja smėlis, vieta yra atvira, be to iš preliminarių palydovinių nuotraukų matyti, kad Chl-a koncentracija siekia vidutines reikšmes.

2.1.3 Sedimentacijos greičio tyrimo vietos

Techninėje specifikacijoje nustatyti reikalavimai: Tyrimą atlikti giliausioje Platelių ežero vietoje. Tikslas – įvertinti sedimentacijos greičius Platelių ežere, dumblo kaupimosi greitį bei N ir P kiekius jose.

Tyrimų vietos apibrėžtos pirmojo susitikimo su ŽN parko direktijos atstovais metu (2022-01-06): Tyrimus atlikti trijose tyrimo vietose, iš kurių viena būtų giliausioji vieta. Taip pat buvo siūloma pasirinkti vietas, kuriose vykdomas nardymas, intensyvi rekreacija arba kiti veiksniai sukeltys nuosėdų resuspensiją.



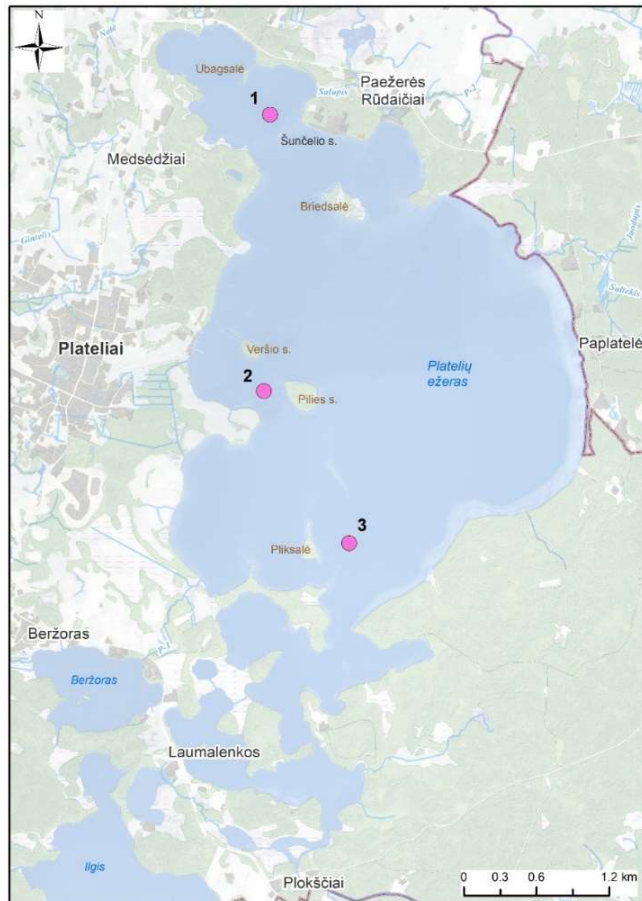
2-3 pav. Sedimentacijos tyrimų taškai Platių ežere: 1 – giliausia vieta, 2- vakarinė dalis ir 3 – pietinė dalis

Vykdytojų pasirinktos tyrimo vietos: Sedimentacijos greičių matavimus tikslinga atlikti didžiausio dalelių kaupimosi vietose, rekreacijos zonose bei vietoje, kurioje dominuoja neutralios ežero sąlygos, t.y. nedidelis gylis, mažas hidrodinaminis poveikis. Be giliausios ežero vietos, pasirinkta tyrimo vieta intensyvios rekreacijos zonoje (2-3 pav.), kurioje taip pat gali būti fiksuojamas salų poveikis nešmenų transportui ir užlaikymui. Trečiąją tyrimų vietą pasirinkome pietinėje dalyje, kurioje nėra rekreacijos poveikio, hidrodinamika neintensyvi, dominuoja vidutinis ežero gylis.

2.1.4 Dugno nuosėdų tyrimo vietos

Techninėje specifikacijoje nustatyti reikalavimai: Pasirinkti vietas, kurios yra labiausiai įtakojančios Platių ežero vandens būklę, atlikti dumblo, sukauptų N ir P kiekių vertinimą nuosėdose.

Tyrimų vietos apibrėžtos pirmojo susitikimo su ŽN Parko direktijos atstovais metu (2022-01-06): aptarta ir pasiūlyta atlikti nuosėdų tyrimus tose pačiose vietose, kuriose vertinami sedimentacijos greičiai.



2-4 pav. Nuosėdų kolonėlių ėmimo vietas Platelių ežere: 1 – šiaurinė dalis, 2 – vakarinė dalis, 3 – pietinė dalis

Vykdytojų pasirinktos tyrimo vietos: Nuosėdinės aplinkos įvertinimui labai svarbu žinoti nuosėdų tipų pasiskirstymą visame ežere. Kadangi išsamių tyrimų apie dugno nuosėdų tipų pasiskirstymą ežere nėra, todėl vykdytojai pasirinko tyrimo vietas atsižvelgdami į galimus nuosėdų poveikius vandens stovyme apimant dideles ir neutralias vidinio šaltinio išsiskyrimo vietas. Pasirinktos 2-4 paveiksle pateiktos tyrimo vietos nuosėdų vertinimui:

1. Šiaurinėje dalyje, kurioje pagal užsakovus yra dideli organinės medžiagos kiekiai nuosėdose, ir, kurie dėl mineralizacijos procesų esant difuzijai ir resuspensijos veiksniams, gali praturtinti viršutinius vandens sluoksnius maistmedžiagėmis ir taip pat palaikyti fitoplanktono bendrijas ežere.
2. Vakarinėje dalyje, kurioje dominuoja smėlis ir patekusi organinė medžiaga, ypač vasaros laikotarpiu, gali atpalaiduoti maistmedžiages.
3. Pietinėje dalyje, kurioje dėl vandens pernašos į ištekančią upę galimai kaupiasi nemažai organinės medžiagos, prisidedančios prie fitoplanktono žydėjimo. Šioje vietoje pagal palydovines nuotraukas yra fiksuojamos aukštesnė Chl-a reikšmės nei kitose ežero dalyse.

Užsakovai siūlė atlikti tyrimus taškuose, kuriuose numatyti sedimentacijos greičio vertinimai, ypač giliausioje tyrimų vietoje. Ši vieta maistmedžiagių atžvilgiu yra labai įdomi,

tačiau dugne ir priedugnyje dėl bedeguonės aplinkos užlaikytos medžiagos neturi galimybės, arba ji yra minimali, patekti į viršutinius vandens sluoksnius ir paveikti vandens kokybę. Tai yra dėl gylio ir terminės stratifikacijos, kuri užblokuoja maistmedžiagių difuziją iš gilesnių sluoksnių. O resuspencijos procesas nėra toks stiprus, kad pakeltų šias medžiagas iš giluminių sluoksnių, todėl ši tyrimo vieta nepasirinkta nuosėdų tyrimui.

2.2 Tyrimai upelių intakuose

2022 metų sausio-gruodžio mėnesiais 15-oje tyrimo taškų (2-1 pav.) kartą per mėnesį atlikti vandens bendrųjų charakteristikų (T, O₂, sav. el. l., pH) matavimai *in situ* ir paimti vandens mėginiai maistmedžiagių ir BDS₇ nustatymui. Dėl hidrometeorologinių sąlygų (nusekės, užšalęs upelis) tam tikrais mėnesiais nebuvo galimybės paimti mėginių iš St-1, St-3, St-5, St-6, St-8 ir St-11 tyrimo vietų (2-1 lentelė priede). Kiekvieną kartą imant mėginius buvo išmatuotas upės debitas.

Upelių debitas buvo išmatuotas vadovaujantis D1-322 įsakymu „Dėl vandens debito matavimo vandentakiuose metodikos patvirtinimo“ (redakcija 2022-10-05), apskaičiuojant upės skerspjūvių plotą ir upės srovės greitį. Visuose tyrimo vietose vandens gylis buvo pakankamai nedidelis (iki 1,2 m), todėl upelių debitas matuotas įsibridus. Skerspjūvio plotas išmatuotas skirtinguose upės gyliuose. Gylių matavimams įrengiamas hidrometrinis profilis, kuris fiksuojamas abiejuose krantuose pastačius ženklus – stulpus. Stulpas viename iš krantų laikomas pastovia matavimo pradžia. Nuo jo matuojami atstumai iki kiekvienos matavimo vertikalės. Po matavimo apskaičiuojami kiekvieno skerspjūvio plotai. Kiekviename gylyje fiksuojamas gylis, srovės greitis ir plotis. Upelių srovės greitis buvo matuojamas naudojant hidrometrinį suktuką (YSI FP111).

Upelių intakuose atlikus maistmedžiagių analizes (metodika pateikta 2.3, 2.4 ir 2.6 skyriuose) buvo įvertinta intakų ekologinė būklė, kuri nustatyta pagal D1-210 įsakymą dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo (redakcija 2021-11-05). Remiantis D1-256 įsakymu, Dėl paviršinių vandens telkinių tipų aprašo, upeliai pagal savo charakteristikas negali būti priskirti nė vienam tipui. Todėl buvo vadovautasi 2014 metais parengta Platelių ežero monitoringo programa (Senasis ežerėlis, 2014) ir upeliai priskirti 1 tipui (upėms,

kurių baseinas mažesnis nei 100 m²). Vykdydami intakų ekologinės būklės vertinimą naudojome 1 tipui priskiriamų rodiklių vertes (2-3 lentelė).

2-3 lentelė. Upių ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (D1-210, 2007)

Eil. Nr.	Kokybės elementas	Rodiklis	Upės tipas	Upių ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes					
				Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga	
1.	Bendrieji duomenys	Maistingosios medžiagos	NO ₃ -N, mg l ⁻¹ N	1-5	<1,30	1,30-2,30	2,31-4,50	4,51-10,00	>10,0
2.			NH ₄ -N, mg l ⁻¹ N	1-5	<0,10	0,10-0,20	0,21-0,60	0,61-1,50	>1,50
3.			Nb, mg l ⁻¹ N	1-5	<2,0	2,00-3,00	3,01-6,00	6,01-12,00	>12,00
4.			PO ₄ -P, mg l ⁻¹ P	1-5	<0,0500	0,050-0,090	0,091-0,180	0,181-0,400	>0,400
5.			Pb, mg l ⁻¹ P	1-5	<0,100	0,100-0,140	0,141-0,230	0,231-0,470	>0,470
6.		Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg l ⁻¹ O ₂	1-5	<2,30	2,30-3,30	3,31-5,00	5,01-7,00	>7,00
7.		Prisotinimas deguonimi	O ₂ , mg l ⁻¹	1, 3, 4, 5	>8,50	8,50-7,50	7,49-6,00	5,99-3,00	<3,00

Upių prietaka į Platelių ežerą buvo apskaičiuota padauginus maistmedžiagų koncentraciją iš išmatuoto upės debito ir perskaičiuota į kg mėn⁻¹ vienetus. Prietaka apskaičiuota tyrimo stotyse, kurios tiesiogiai patenka į Platelių ežerą - iš tirtų 15 tyrimo stočių buvo naudojamos 10 (St-1, St-3, St-11, St-4, St-10, St-6, St-8, St-12, St-13, St-14). Ištekėjimas skaičiuotas St-15 stotyje. Šio skaičiavimo metu buvo priimtos dvi išimtys:

- kai kuriais mėnesiais debitas St-1, St-6, St-8 tyrimo stotyse buvo vertinamas pagal aukščiau esančios stoties išmatuotą debitą;
- kai buvo stovintis vanduo, debitas laikytas 0.

Tyrimo stotys buvo sugrupuotos pagal geografines zonas: vakarinė dalis – St-1, St-3, St-11 ir St-4; šiaurinė dalis – St-10, St-6 ir St-8; pietrytinė dalis – St-12, St-13, St-14.

Platelių ežerą juosiančių šlapynių buferiškumas (gebėjimas nukenksminti patekusias chemines medžiagas/teršalus) buvo vertintas keturiose vietose tarp šių tyrimo taškų: St-1 ir St-2, St-4 ir St-5, St-6 ir St-7, St-8 ir St-9. Visuose paminėtuose tyrimo taškuose paskaičiuota prietaka. Siekiant įvertinti ar šlapynės asimiliuoja/nusodina maistmedžiagas ar jas pagamina, buvo apskaičiuojamas skirtumas tarp prietakos verčių, išmatuotų arčiausiai ežero ir prieš šlapynes, kaip pavyzdžiui St-1 prietaka - St-2 prietaka.

2.3 Platelių ežero vandens stovymų tyrimai

Tyrimai Platelių ežere vykdyti 2022 metų balandžio–spalio mėn. kas mėnesį 5-iose tyrimo stotyse (2-2 pav.). Mėginių ėmimo metu buvo matuojamos bendrosios vandens charakteristikos

per visą ežero storumę. Maistmedžiagių ir Chl-a koncentracija matuota epilimnionė ir hipolimnionė, o metalimnionė buvo paimamos tik stratifikacijos metu (2-2 lentelė priede). BDS₇, fitoplanktono rūšinė sudėtis buvo vertinamos tik epilimnionė.

2-4 lentelė. Ežero ekologinės būklės klasės pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklius (D1-210, 2007)

Eil. Nr.	Kokybės elementas	Rodiklis	Ežero tipas	Ežerų ekologinės būklės klasių kriterijai pagal fizikinių-cheminių kokybės elementų rodiklių vertes					
				Labai gera	Gera	Vidutinė	Bloga	Labai bloga	
1.	Bendrieji duomenys	Maistingosios medžiagos	N _b , mg l ⁻¹ N	1-3	<1,00	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-6,00	>6,00
2.		P _b , mg l ⁻¹ P	1	<0,040	0,040-0,060	0,061-0,090	0,091-0,140	>0,140	
3.		Organinės medžiagos	BDS ₇ , mg l ⁻¹ O ₂	1	<2,3	2,3-4,2	4,3-6,0	6,1-8,0	>8,0
4.		Vandens skaidrumas	S, m	1	>2,0	2,0-1,3	1,2-0,8	0,7-0,5	<0,5

Atlikus ežero maistmedžiagių analizes (metodika pateikta 2.4, 2.5 ir 2.8 skyriuose) buvo įvertinta ežero ekologinė būklė, kuri nustatyta pagal D1-210 įsakymą dėl paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo (redakcija 2021-11-05). Pagal įsakymą D1-256 dėl paviršinių vandens telkinių aprašo, Platelių ežeras priskiriamas 1 ežerų tipui ir būklės vertinimas atliktas pagal ežerams priskirtų rodiklių vertes (2-4 lentelė).

2.4 Vandens fiziko-cheminių charakteristikų nustatymas

Vandens temperatūra, el. savitasis laidis, pH ir vandenyje ištirpusio deguonies koncentracija (O₂) upeliuose buvo matuojami YSI Profesional Plus (YSI inc.) daugiafunkciniu matuokliu. Tuo tarpu šie parametrai ežero vandens storumėje buvo nustatomi daugiafunkciniu CTD 90 zondų. Šių parametrų vertikalus pasiskirstymas ežero storumėje įvertintas kas 0,1 m intervalais.

Vandens mėginiai, skirti maistmedžiagių analizei, upeliuose buvo imami įsibridus prieš srovę, tuo tarpu ežere okeanografiniu semtuvu. Vandens mėginiai buvo paimami iš epilimniono (0–1,0 m gylio), metalimnionio (realiu laiku išmatuojant jo gylį) ir hipolimnionio priedugnyje. Vandens mėginiai skirti cheminei analizei paimti į tris skirtingus 500 ml (iš upelių) arba 2 L (iš ežero) talpos tamsius HDPE butelius.

Visi mėginiai į laboratoriją transportuojami šaltkrepsyje tolimesnei analizei. Vandens mėginių paruošimo ir cheminių analizių santrauka pateikta 2-5 lentelėje.

2-5 lentelė. Vandens cheminių charakteristikų nustatymo surinktuose vandens mėginiuose santrauka. Sutrumpinimai pateikti santrumpų sąrašė.

Nr.	Paruošimas	Tara	Laikymas	Analitė
1.	Vanduo perfiltruojamas per GF/F filtrus (Ø 25 mm, 0,7 µm porų dydis)	10 ml stikliniai mėgintuvėliai	-20°C, analizė atliekama per 1 mėn.	NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻
2.		10 ml PE mėgintuvėliai		NH ₄ ⁺
3.	Vanduo nefiltruojamas	50 ml centrifuginiai mėgintuvėliai		TN
4.	Vanduo nefiltruojamas	20 ml HDPE buteliukai		TP
5.	Suspenduota medžiaga surenkama ant Whatman GF/F (Ø 47 mm, 0,7 µm porų dydis)	15 ml mėgintuvėliai	-20°C, analizė atliekama per 2 mėn.	Chl-a
6.	Skendinti medžiaga surenkama ant išdegtų ir pasvertų Whatman GF/F (Ø 47 mm, 0,7 µm porų dydis)	PS Petri lėkštelės	išdžiovinama 105°C	SM
7.	Vanduo konservuojamas Liugolio tirpalu	50 ml centrifuginiai mėgintuvėliai	4 °C, analizė atliekama per 6 mėn	Fitoplanktono rūšinė sudėtis, gausumas ir biomasė

2.5 Fitoplanktono ir chlorofilo a analizė

Fitoplanktono rūšinė sudėtis buvo nustatyta vadovaujantis LST EN 15972:2011 standartu. Vandens mėginiai, paimti fitoplanktono analizei, tuoj pat fiksuojami Liugolio tirpalu ir vėliau analizuojami su LEICA DMI 3000 B invertuotu mikroskopu, naudojant ×100 ir ×400 padidėjimus. Fitoplanktono gausumas ir biomasė įvertinta remiantis LST EN 16695:2016 standartu.

Chl-a koncentracija vandens mėginiuose buvo nustatyta spektrometriniu metodu vadovaujantis ISO 10260:1992(E) standartu. Vandens mėginiai buvo filtruojami per GF/F stiklo pluošto filtrus (filtro skersmuo – 47 mm, porų dydis – 0,7 µm). Pigmentų ekstrakcija buvo atliekama 90% etanolyje kaitinant iki 75°C. Matavimai spektrofotometru buvo atliekami prie 665 nm ir 750 nm bangų ilgių prieš ir po mėginio parūgštinimo 3M druskos rūgšties tirpalu.

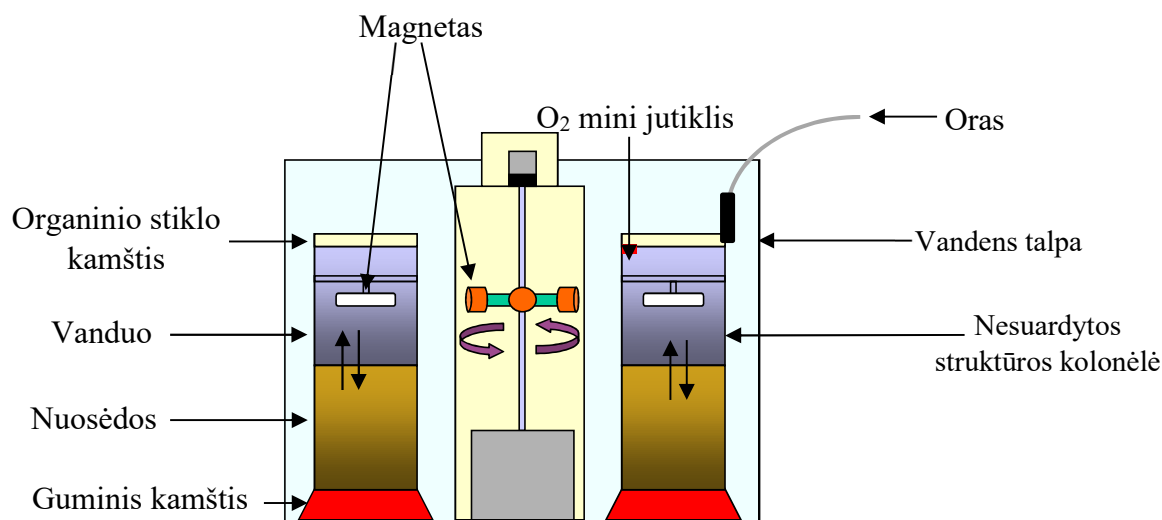
2.6 Dugno nuosėdų kolonėlių paėmimas ir inkubacija

2.6.1 Dugno nuosėdų paėmimas ir paruošimas inkubacijai

Nesuardytos struktūros dugno nuosėdų kolonėlės Platelių ežere buvo surenkamos povandeninių narų pagalba su organinio stiklo vamzdžiu (Pexiglass®), išspaudžiant jį į nuosėdas. Kiekvienoje tyrimo stotyje nuosėdos paimtos atsitiktine tvarka, išlaikant 3–10 m atstumą tarp kiekvienos kolonėlės. Apykaitos ir nuosėdų sudėties tyrimams naudojamos kolonėlės su nesuardytos struktūros nuosėdomis ir skaidriu priedugnio vandeniu. Kolonėlės imamos 3 stotyse: šiaurinėje, vakarinėje ir pietinėje ežero dalyse. Ekspedicijos metu kiekvienoje tyrimo stotyje paimamos 7 nuosėdų kolonėlės:

- 4 kolonėlės (Ø 8 cm, ilgis 30 cm) buvo naudojamos bendriems apykaitos ir denitrifikacijos matavimams.
- 3 kolonėlės (Ø 4 cm, ilgis 100 cm) – geocheminėms nuosėdų savybėms nustatyti.

Surinktos nuosėdų kolonėlės nedelsiant patalpinamos į šaltkrepius su *in situ* vandeniu ir per 2–4 val. transportuojamos į laboratoriją tolimesniems tyrimams. Papildomai kiekvienoje tyrimo stotyje paimama ~60 litrų vandens dugno nuosėdų kolonėlių inkubacijai ir kitoms eksperimentinėms veikloms.



2-5 pav. Nesuardytos struktūros dugno nuosėdų kolonėlių inkubacinė sistema, skirta ištirpusių junginių apykaitos ir nitratų redukcijos matavimams.

Laboratorijoje kolonėlės tuoj pat patalpinamos į inkubacines talpas su *in situ* vandeniu, kuris yra nuolatos aeruojamas ir palaikoma temperatūra artima *in situ* ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ tikslumu). Kiekvienoje kolonėlėje, naudojami bendros apykaitos matavimams, vandens maišymas palaikomas besisukančiu (20 aps./min) teflonu dengtu magnetu (2-5 pav.). Taip kolonėlės yra paliekamos per naktį, leidžiant nusistovėti cheminiam gradientui nuosėdose, iki sekančios dienos ryto, kai atliekami apykaitos matavimai ir nitratų redukcijos matavimai. Detalesnis inkubacijos aprašymas pateiktas Dalsgaard ir kt. (2000) ir Zilius ir kt. (2014, 2018).

2.6.2 Bendrosios apykaitos tarp nuosėdų ir priedugnio vandens matavimas

Vandenyje ištirpusių junginių bendrosios apykaitos greitis tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens nustatomas pagal jų koncentracijos pokytį inkubacijos pradžioje ir pabaigoje kiekvienoje kolonėlėje atskirai. Todėl inkubacijos pradžioje ir pabaigoje iš kiekvienos nuosėdų kolonėlės paimamas mėginys 60 ml plastikiniu švirškštu tolimesnei cheminei analizei. Matuojamų apykaitos junginių sąrašas pateikiamas 2-6 lentelėje. Inkubacija prasideda uždarius kiekvieną kolonėlę dujoms nelaidžiu organinio stiklo dangteliu. Jos trukmė priklauso nuo vandens temperatūros, kuri įtakoja mikrobiologinį aktyvumą dugno nuosėdose, tačiau inkubacijos metu deguonies

koncentracija negali sumažėti daugiau nei 20–30% pradinės vertės (Dalsgaard ir kt. 2000). Didesni O₂ koncentracijos pokyčiai turėtų įtakos mikrobiologiniams azoto virsmams (pvz. nitrifikacijai, denitrifikacijai). Apykaitos greitis buvo apskaičiuotas pagal Dalsgaard ir kt. (2000):

$$F_x = \frac{(C_f - C_i) \times V}{A \times t} \times 10$$

kur F_x ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{h}^{-1}$) yra apykaitos greitis x junginio, C_i ir C_f ($\mu\text{mol l}^{-1}$) - matuojamo junginio x koncentracija atitinkamai inkubacijos pradžioje ir pabaigoje, V (l) - vandens tūris kolonėlėje, A (m^2) - nuosėdų paviršiaus plotas kolonėlėje, t (h) - inkubacijos laikas ir 10 - koeficientas.

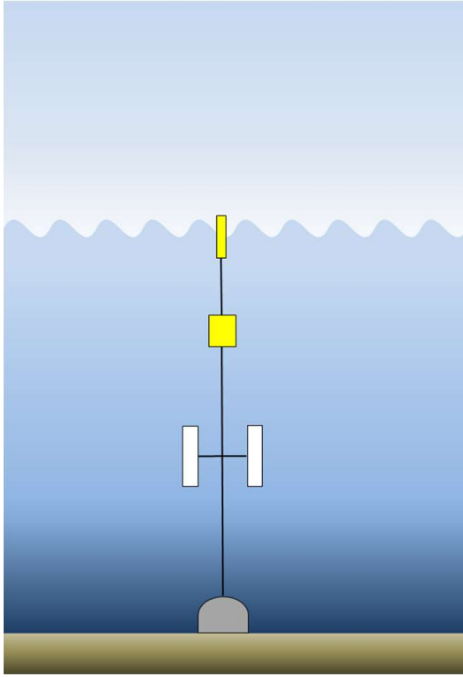
2-6 lentelė. Vandenyje ištirpusių junginių, dalyvaujančių bendros apykaitos procese, tyrimo aprašymo santrauka. Sutrumpinimai pateikti santrumpų sąrašė.

Nr.	Analitės	Paruošimas	Laikymas iki analizės
1.	O ₂	Koncentracija išmatuoja su optiniu deguonies jutikliu YSI EcoSence (YSI inc.).	
2.	N ₂	Nefiltruotas vanduo supilamas į stiklinius 12 ml mėgintuvėlius ir mikrobiologinis aktyvumas sustabdomas su prisotintu ZnCl ₂ tirpalu.	
3.	NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻	Vanduo perfiltruojamas per GF/F filtras (Ø 25 mm, 0,7 µm porų dydis) į stiklinius 10 ml mėgintuvėlius	Mėginiai laikomi 4°C, analizė atliekama per 12 val.
4.	DON	Vanduo perfiltruojamas per GF/F filtras (Ø 25 mm, 0,7 µm porų dydis) į stiklinius 40 ml buteliukus	

Bendrieji apykaitos matavimai atliekami tamsoje. Maistmedžiagų balansas tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens įvertinamas pagal koncentracijos pokyčius per parą (24 val.).

2.7 Skendinčių medžiagų nusėdimo greičio matavimai

Skendinčių medžiagų (SM) nusėdimo greitis iš vandens stovymės įvertintas naudojant projekto metu sukonstruotas gaudykles (2-6 pav.). Gaudyklę sudarė 4 skaidrūs PVC vamzdžiai (Ø 8,0 mm, 50 cm ilgio), užkimštu dugnu ir vertikaliai pritvirtinti prie virvės, kurios vienas galas buvo inkaruojamas dugne su inkaru, o kitas įtemptas plūduru. Pietinėje ir vakarinėje ežero dalyje gaudyklės buvo nuleidžiamos į 10 m gylį. Viršutinė gaudyklių vamzdžio dalis buvo pakabinta 2 m virš dugno, siekiant išvengti dalelių patekimo iš dugno nuosėdų dėl hidrodinaminių procesų sukeltos resuspensijos.



2-6 pav. Po vandeniui leidžiamos gaudyklės skendinčios medžiagos nusėdimo greičiams įvertinti Platelių ežere

Giliausiame taške gaudyklė būdavo nuleidžiama į 42 m gylį. Šioje stotyje viršutinė gaudyklių vamzdžio dalis buvo pakabinta 10 m virš dugno. Skendinčių medžiagų nusėdimo greičių matavimai buvo atlikti skirtingais sezonais (2022 m. birželio 10 d., rugpjūčio 17 d. ir spalio 31 d.), siekiant nustatyti ar nusodinimo greičiai priklauso nuo SM sudėties, kuri kinta priklausomai nuo sezono. Nuleistos gaudyklės į ežerą po 10–12 dienų buvo ištraukiamos ir parvežamos į laboratoriją. Laboratorijoje iš kiekvieno gaudyklės vamzdžio buvo surenkama SM ant išdegtų ir pasvertų GF/F filtrų (Ø 47 mm, 0,7 µm porų dydis). Filtrai su SM buvo išdžiovinami 105°C temperatūroje, vėliau pasveriant apskaičiuojama jų koncentracija/masė. Nusėdimo greičiai apskaičiuoti išmatuojant sugaudytą SM kiekį per dieną kvadratiniam metre.

2.8 Vandens mėginių cheminė analizė

Maistmedžiagų (NO_2^- , NO_x^- , PO_4^{3-}) koncentracijos *in situ* ir apykaitos vandens mėginiuose matuojamos su nepertraukiamo srauto analizatoriumi (San⁺⁺, Skalar, jautrumas 0.3 µmol l⁻¹) naudojant standartinius kolorimetrinius metodus (Grasshoff ir kt. 1983). Nitratai (NO_3^-) apskaičiuojami kaip skirtumas tarp NO_x^- ir NO_2^- . Ištirpęs amonis (NH_4^+) yra nustatomas salicilato-hypochlorito metodu, naudojant nitroprusidą kaip katalizatorių ir išmatuojant absorbciją su spektrofotometru (Genesis 20, Thermo Scientific) (Bower ir Holm-Hansen 1980). Ištirpęs neorganinis azotas (DIN) apskaičiuojamas kaip NH_4^+ , NO_2^- ir NO_3^- suma. Bendro ištirpusio azoto (TDN) koncentracija nustatoma aukštoje temperatūroje (680°C) katalitinės oksidacijos/NDIR metodu su Shimadzu TOC analizatoriumi, su TNM-L moduliu (chemiluminescencijos metodas). Ištirpusio organinio azoto (DON) koncentracija apskaičiuojama kaip skirtumas tarp TDN ir DIN.

Bendras fosforas (TP) vandenyje išmatuotas spektrofotometriškai (880 nm, Genesis 20, Thermo Scientific) po rūgštinės peroksodisulfatinės oksidacijos (Grasshoff ir kt. 1983). Biocheminis deguonies suvartojimas per 7 paras (BDS₇) nustatytas remiantis LST EN ISO 1899-2:2000 standartu, sustabdant nitrifikacijos procesą su alitiourėja. Vandens mėginiai šiam tyrimui buvo inkubuojami 350 ml BOD buteliukuose 20 °C temperatūroje po septynių parų įvertinant vandenyje ištirpusio deguonies pokytį. Deguonies koncentracija buvo išmatuota optiniu jutikliu (EcoSense ODO 200, YSI Incorporated, JAV).

Skendinčioje medžiagoje organinės anglies (POC) ir azoto (PON) koncentracija nustatoma surenkant daleles iš vandens ant išdegintų (4 val. 450°C temperatūroje) GF/F filtrų (porų dydis 0,7 μm) vėliau maistmedžiagių kiekį ir izotopinį santykį išmatuojant su elementų analizatoriumi Elementar Vario EL Cube (Elementar, Analysen systeme GmbH), sujungtu su izotopų santykių masių spektrometru (PDZ Europa 20-20 IRMS, Sercon Ltd), Geteborgo universiteto, Jūros tyrimų padalinio laboratorijoje. Prieš analizę, pirmiausia, išdžiovinti filtrai yra patalpinami į eksikatorių su koncentruotos HCl rūgšties garų aplinka, siekiant pašalinti karbonatus. Vėliau pakartotinai išdžiovinti filtrai yra supakuojami į alavo kapsules ir analizuojami.

Ištirpusių N₂ dujų koncentracija, reikalinga apskaičiuoti denitrifikacijos ir N₂ fiksacijos greičius, išmatuojama pagal N₂:Ar santykį su masių spektrometru, turinčiu membraninį mėginių paėmimą, Ferraros universitete (Italija).

2.9 Nuosėdų kolonėlių pjaustymas ir fizikinių bei geocheminių savybių nustatymas

Dugno nuosėdų kolonėlės (Ø 4 cm ir 100 cm ilgio; 3 vnt. per tyrimo vietą) geocheminėms ir fizikinėms nuosėdų savybėms įvertinti buvo supjaustomos į 5 cm sluoksnius. Prieš pjaustant kiekvieną kolonėlę priedugnio vanduo iš jų buvo nusiurbiamas vakuuminis siurbliu, tada apatinė kolonėlės dalis atsargiai atkemsama ir užmaunama ant stūmoklio. Viršutinėje kolonėlės dalyje fiksuojama organinio stiklo plokštuma – stalelis, kur stūmoklis išstumdavo reikiamą nuosėdų sluoksnį.

Nuosėdų tankis, vandens kiekis ir poringumas įvertinami gerai išmaišytose dugno nuosėdose, paimant 10-20 cm³ nuosėdų tūrį su švirkštu, nupjautu galu. Nuosėdos supilamos į prieš tai pasvertą keramikinį tiglį tolimesnėms analizėms. Nuosėdų tankis buvo nustatomas apskaičiuojant pagal formulę:

$$\rho = \frac{\text{\textit{šlapias nuosėdų svoris}}}{\text{\textit{naudotas nuosėdų tūris}}};$$

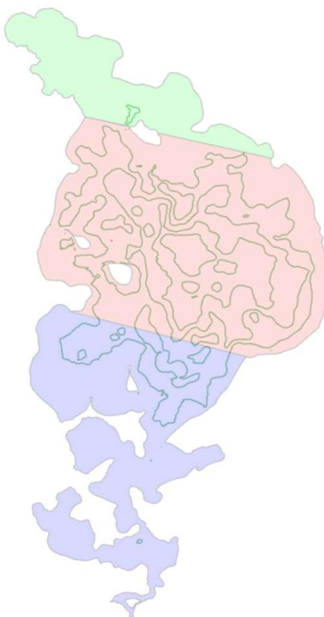
$$\text{\textit{Poringumas}} = \frac{\text{\textit{šlapias nuosėdų svoris}} - \text{\textit{sausas nuosėdų svoris}}}{\text{\textit{naudotas nuosėdų tūris}}};$$

Nuosėdų dalelių dydžio pasiskirstymas įvertinamas atrinktuose sluoksniuose, kuriuose vizualiai išsiskyrė atskiri nuosėdų horizontai. Gerai išmaišytos nuosėdos yra patalpinamos į 50 ml mėgintuvėlį ir laikomos +4°C iki analizės. Analizei naudojamos tik šlapios nuosėdos ir matavimai atliekami per 48 val. su lazeriniu dalelių analizatoriumi (Analysette 22 micro tec plus, Fritsch; matavimo diapazonas 0,08–2000 μm).

Organinė anglis (C_{org}) ir bendras azotas (TN) bei jų izotopinė sudėtis ($\delta^{13}C_{org}$, $\delta^{15}TN$) įvertinama nuosėdų mėginyje, po fizikinių charakteristikų matavimų sluoksniuose, kuriuose vizualiai išsiskyrė atskiri nuosėdų horizontai. Prieš atliekant šią analizę iš nuosėdų pašalinama neorganinė anglis (pvz. $CaCO_3$) su 1 M HCl rūgštimi. Po to nuosėdos praplaunamos ultra švriu vandeniu ir 24 val. džiovinamos 60°C temperatūroje iki pastovaus svorio. Sausos nuosėdos vėliau smulkiai sutrinamos ir supakuojamos į alavo kapsules analizei. C_{org} ir TN kiekis bei jų izotopinė sudėtis matuota Fizinių mokslų ir technologijų centro laboratorijoje su masių spektrometru (Thermo Scientific Delta V) susietu su elementų analizatoriumi (Thermo Electron Corporation FlashEA 1112).

2.10 Maistmedžiagių balanso Platelių ežere skaičiavimas

Maistmedžiagių balansas ežere buvo skaičiuojamas naudojant maistmedžiagių prietakos, apykaitos tarp dugno nuosėdų ir vandens, ežero storumėje (epilimnione, hipolimnione) nustatytas koncentracijas. Šiam vertinimui ežeras buvo padalintas į tris zonas (2-7 pav.): šiaurinę, centrinę ir pietinę.



2-7 pav. Platelių ežero suskirstymas į 3 zonas (šiaurinę, centrinę ir pietinę) maistmedžiagių balanso skaičiavimui

Visi kintamieji buvo sugrupuoti pagal išskirtas ežero zonas. Kadangi naudojami duomenys yra skirtingų vienetų, palyginimui jie buvo perskaičiuoti pagal ežero arba ežero dalies užimamą plotą. Prietaka buvo padalijama iš ežero dalies užimamo ploto ir suvienodinami vienetai iki $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ atskiriems sezonams (pavasariui, vasarai, rudeniiui) (2-7 lentelė).

2-7 lentelė. Platelių ežero suskirstymas į zonas, stočių priskyrimas zonoms, ežero plotas ir tūris

Ežero dalys	Prietakos stotys	Apykaitos stotys	Ežero stotys	Ežero priskirtas plotis, km^2		Ežero tūris, m^3	
				0-10 m	>10 m	0-10 m	>10 m
Šiaurinė	St-10, St-6	Šiaurinė	Šiaurinė	1,67	1,67	8159288	2819
Centrinė	St-11, St-4, St-8, St-12, St-13	Vakarinė	Vakarinė, Giliausia	6,50	4,19	53718985	53044227
Pietinė	St-1, St-3, St-14	Pietinė	Pietinė, Rytinė	3,91	3,91	23480650	2030319

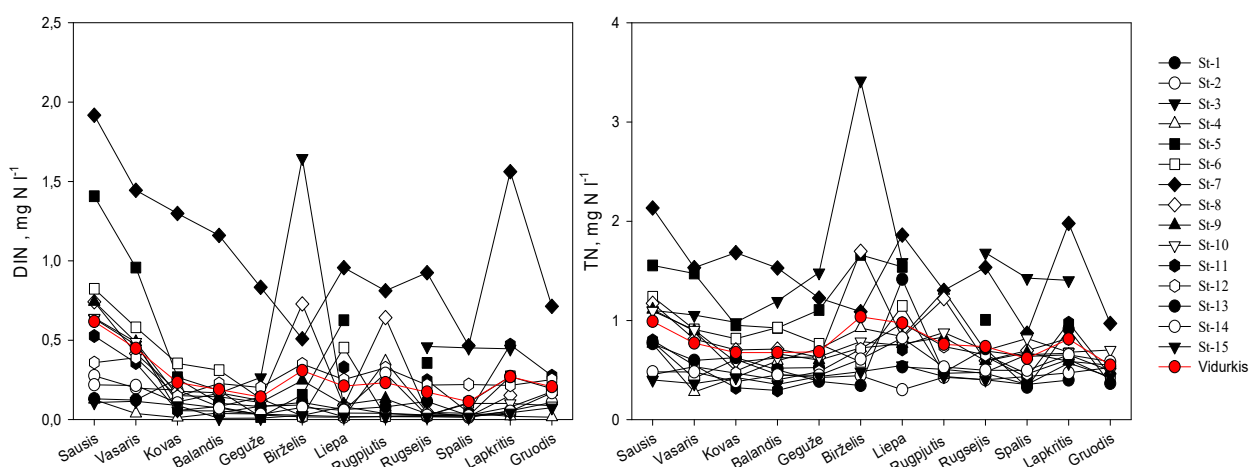
Ežero epilimnione ir hipolimnione išmatuotoms koncentracijoms buvo imamas pokytis tarp dviejų sezono mėnesių ar mėnesių vidurkio, padalijama iš ežero dalies ir vertinto sluoksnio užimamo tūrio bei ploto ir suvienodinami vienetai iki $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ atskiriems sezonams (pavasariui, vasarai, rudeniiui). Ištekėjimas buvo padalijamas iš viso ežero užimamo ploto ir suvienodinami vienetai iki $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ atskiriems sezonams (pavasariui, vasarai, rudeniiui). Balanse pateikti įverčiai yra $\text{mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$.

3. REZULTATAI IR DISKUSIJA

3.1 Platelių ežero intakų analizė

3.1.1 Ekologinės būklės rodiklių koncentracijų kaita ežero intakuose

Azoto (N) kiekio vertinimas ežero intakuose buvo atliktas pagal ištirpusio neorganinio (DIN) ir bendrojo azoto (TN) formas. Nustatyta, kad DIN, kurį sudaro NH_4^+ , NO_2^- ir NO_3^- , koncentracija tirtuose upeliuose kito nuo 0,01 iki 1,92 mg N l^{-1} (3-1 pav.). Didžiausia DIN koncentracija buvo nustatyta St-7 tyrimo taške, kuri siekė 1,05 mg N l^{-1} . Tuo tarpu St-1 ir St-3 tyrimo stotyse vidutinė koncentracija (0,04 mg N l^{-1}) buvo žemiausia lyginant su kitomis stotimis. Ištirpusio neorganinio N koncentracija upeliuose kito metų laikotarpyje: didžiausios koncentracijos išmatuotos sausį, o mažiausios - spalį. NH_4^+ buvo vyraujanti ištirpusio neorganinio N forma (>40 % DIN kiekio) daugelyje tirtų upelių vandenyje, išskyrus St-7, St-11, St-12 ir St-13 stotis, kuriose NO_3^- buvo dominuojanti DIN forma (>78 % DIN kiekio).

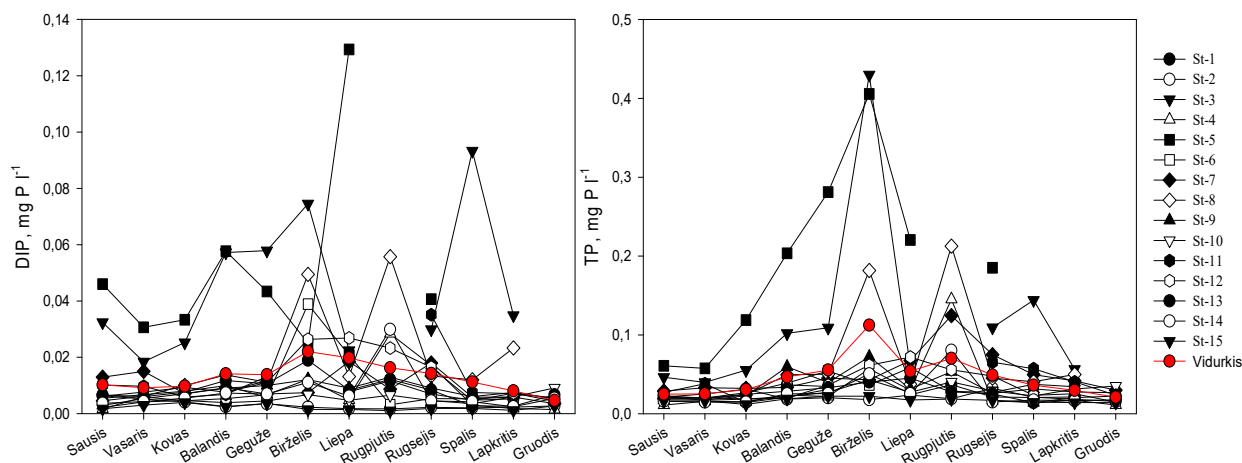


3-1 pav. Ištirpusio neorganinio (DIN, kairėje) ir bendrojo azoto (TN, dešinėje) formų kaita 2022 m. sausio–gruodžio mėnesiais ežero intakuose.

TN koncentracija tirtuose upeliuose kito nuo 0,28 iki 3,42 mg N l^{-1} (3-1 pav.). Vidutinė TN koncentracija tyrimo laikotarpiu visuose upeliuose buvo $0,78 \pm 0,43 \text{ mg N l}^{-1}$. Didžiausias TN kiekis tyrimo laikotarpiu nustatytas St-3 ir St-7 stotyse, kuriose vidutinė TN koncentracija buvo 1,50 mg N l^{-1} . Mažiausia TN koncentracija nustatyta St-1 ir St-15 stotyse ($\sim 0,45 \text{ mg N l}^{-1}$). Gauti rezultatai parodė, kad didžiausia TN koncentracija buvo išmatuota birželio mėnesį (1,04 mg N l^{-1}), o mažiausia - gruodžio (0,55 mg N l^{-1}). Apie 33 % bendrojo azoto sudarė DIN, išskyrus žiemos mėnesius (gruodžio–vasario), kuomet DIN siekė 38–62 % TN kiekio. Būtina atkreipti dėmesį, kad St-7 stotyje TN daugiausia buvo sudarytas iš DIN (iki 71 % TN kiekio), iš kurių buvo vyraujanti NO_3^- (95 %).

Ežero intakuose taip pat buvo tiriamas ištirpęs neorganinis (DIP) ir bendras (TP) fosforas. DIP koncentracija tirtuose upeliuose kito nuo 0,001 iki 0,129 mg P l^{-1} (3-2 pav.). Didžiausia

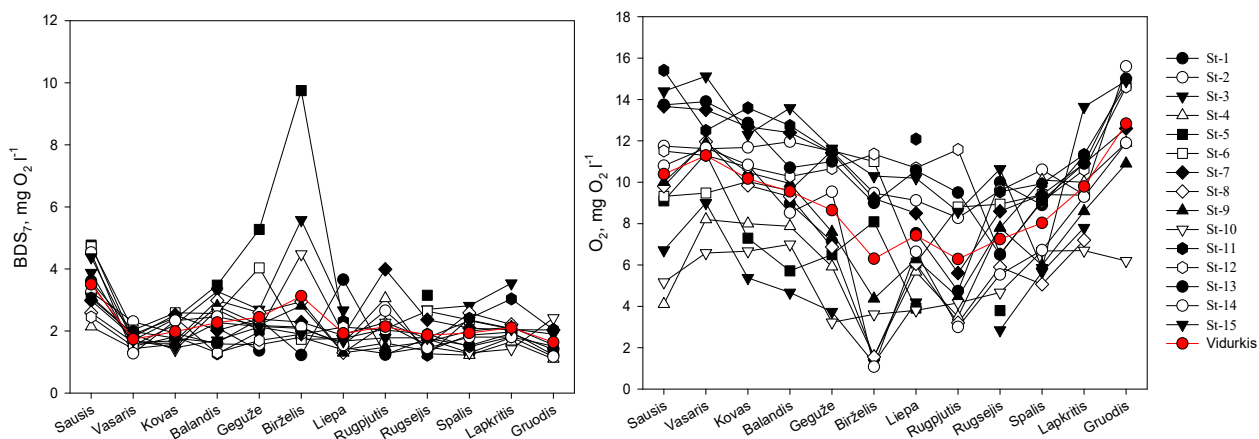
vidutinė DIP koncentracija buvo išmatuota St-3 ir St-5 tyrimo taškuose (0,045–0,051 mg P l⁻¹). Tuo tarpu St-2 tyrimo stotyje vidutinė koncentracija (0,003 mg P l⁻¹) buvo mažiausia lyginant su kitomis stotimis. Gauti rezultatai atskleidė, kad DIP koncentracija upeliuose kito sezoniškai: didžiausios koncentracijos išmatuotos birželį, o mažiausios - gruodį.



3-2 pav. Ištirpusio neorganinio (DIP, kairėje) ir bendrojo fosforo (TP, dešinėje) formų kaita 2022 m. sausio–gruodžio mėnesiais ežero intakuose.

Bendrojo fosforo (TP) koncentracija tirtuose upeliuose kito nuo 0,011 iki 0,430 mg P l⁻¹ (3-2 pav.). Vidutinė TP koncentracija tyrimo laikotarpiu visuose upeliuose buvo 0,046±0,059 mg P l⁻¹. Didžiausia vidutinė TP koncentracija tyrimo laikotarpiu išmatuota St-5 stotyje (0,192 mg P l⁻¹), tuo tarpu mažiausia St-15 stotyje (0,017 mg P l⁻¹). TP kiekis upeliuose kito sezoniškai kaip ir DIP forma: didžiausia koncentracija buvo birželio mėnesį (0,112 mg P l⁻¹), o mažiausia - gruodžio (0,021 mg P l⁻¹). 2022 metų laikotarpyje apie 29 % TP kiekio sudarė DIP, didesnė jo dalis bendrojoje formoje buvo sausio–vasario mėnesiais (>35 % TP kiekio). Būtina pastebėti, kad St-3 ir St-12 tyrimo stotyse DIP sudarė >35% viso TP kiekio.

Biologinis deguonies suvartojimas per 7 paras (BDS₇), kuris parodo taršą organinėmis medžiagomis, kito nuo 1,10 iki 9,75 mg O₂ l⁻¹ (3-3 pav.). Nors išmatuota didžiausia vertė atitinka labai blogą vandens kokybę, tačiau ji buvo nustatyta vienintelį kartą, birželio mėnesį St-5 stotyje. Vidutinė BDS₇ vertė intakuose per tiriamąjį laikotarpį buvo 2,23±1,02 mg O₂ l⁻¹. Didžiausios reikšmės nustatytos St-3 ir St-5 stotyse, kuriose BDS₇ > 3 mg O₂ l⁻¹. Visgi didžiojoje daugumoje tyrimo stočių BDS₇ < 2,3 mg O₂ l⁻¹. Apibendrinant rezultatus, matome, kad 2022 m. sausio ir birželio mėn. vidutinės BDS₇ reikšmės buvo didesnės (~3,31 mg O₂ l⁻¹), o gruodį - mažiausios (1,64 mg O₂ l⁻¹).



3-3 pav. Biologinio deguonies suvartojimo per 7 dienas (BDS_7 , kairėje) ir ištirpusio deguonies (O_2 , dešinėje) koncentracijų kaita 2022 m. sausio–gruodžio mėnesiais ežero intakuose.

Vandenyje ištirpusio deguonies koncentracija tirtuose upeliuose kito nuo 1,1 iki 15,6 $mg\ O_2\ l^{-1}$ priklausomai nuo tyrimo sezono (3-3 pav.). Vidutinė O_2 koncentracija tiriamuoju laikotarpiu buvo $8,9 \pm 3,2\ mg\ O_2\ l^{-1}$. Nors pavasario–rudens periodu buvo nustatytos didžiausios O_2 koncentracijos upelių vandenyje ($8,1$ – $11,2\ mg\ O_2\ l^{-1}$), tačiau vasaros laikotarpiu net 5-iose tyrimo stotyse (St-3, St-4, St-8, St-10 ir St-14) O_2 kiekis buvo mažesnis nei $4\ mg\ O_2\ l^{-1}$, kuris indikavo apie deguonies trūkumą (anoksiją ir hipoksiją). Birželį buvo nustatyta anoksija (kai O_2 konc. $\leq 2\ mg\ O_2\ l^{-1}$) St-3, St-4 ir St-8 stotyse ($< 1,6\ mg\ O_2\ l^{-1}$).

3.1.2 Vandens kokybė ežero intakuose pagal ekologinės būklės rodiklius

Projekto metu 15-oje tyrimo taškų, išsidėsčiusių aplink Platelių ežerą, buvo įvertinta vandens būklė pagal vidutines NH_4^+ , NO_3^- , TN, DIP, TP, BDS_7 ir O_2 rodiklių reikšmes (3-1 lentelė). Analizė parodė, kad 5 tirti intakai (St-2, St-11, St-12, St-13, St-15) atitinka „labai gerą“ vandens būklę pagal visus rodiklius. Penkios tyrimo stotys atitinka „gerą“ ekologinę būklę, nes pagal O_2 (St-1, St-9 ir St-14) ir BDS_7 (St-6, St-7) rodiklių įvertį būklė yra žemesnė nei „labai gera“ (ištirpusiam deguoniui: $8,5$ – $7,5\ mg\ O_2\ l^{-1}$; BDS_7 : $2,30$ – $3,30\ mg\ O_2\ l^{-1}$). St-4, St-5 ir St-8 tyrimo taškuose vandens kokybė atitiko „vidutinę“ ekologinę būklę pagal vidutinę O_2 koncentraciją ($7,49$ – $6,0\ mg\ O_2\ l^{-1}$), tuo tarpu pagal kitus rodiklius buvo aukštesnės kategorijos, išskyrus St-5 pagal TP ($0,141$ – $0,230\ mg\ P\ l^{-1}$) ir BDS_7 ($3,31$ – $5,00\ mg\ O_2\ l^{-1}$) rodiklius. St-3 ir St-10 atitiko „blogą“ ekologinę būklę pagal O_2 rodiklį ($5,99$ – $3,00\ mg\ O_2\ l^{-1}$).

3-1 lentelė. Platelių ežero intakų ekologinė būklė 2022 metais. Spalvų žymėjimas reiškia ekologinę būklę: mėlyna - „labai gera“, žalia - „gera“, geltona - „vidutinė“ ir oranžinė - „bloga“.

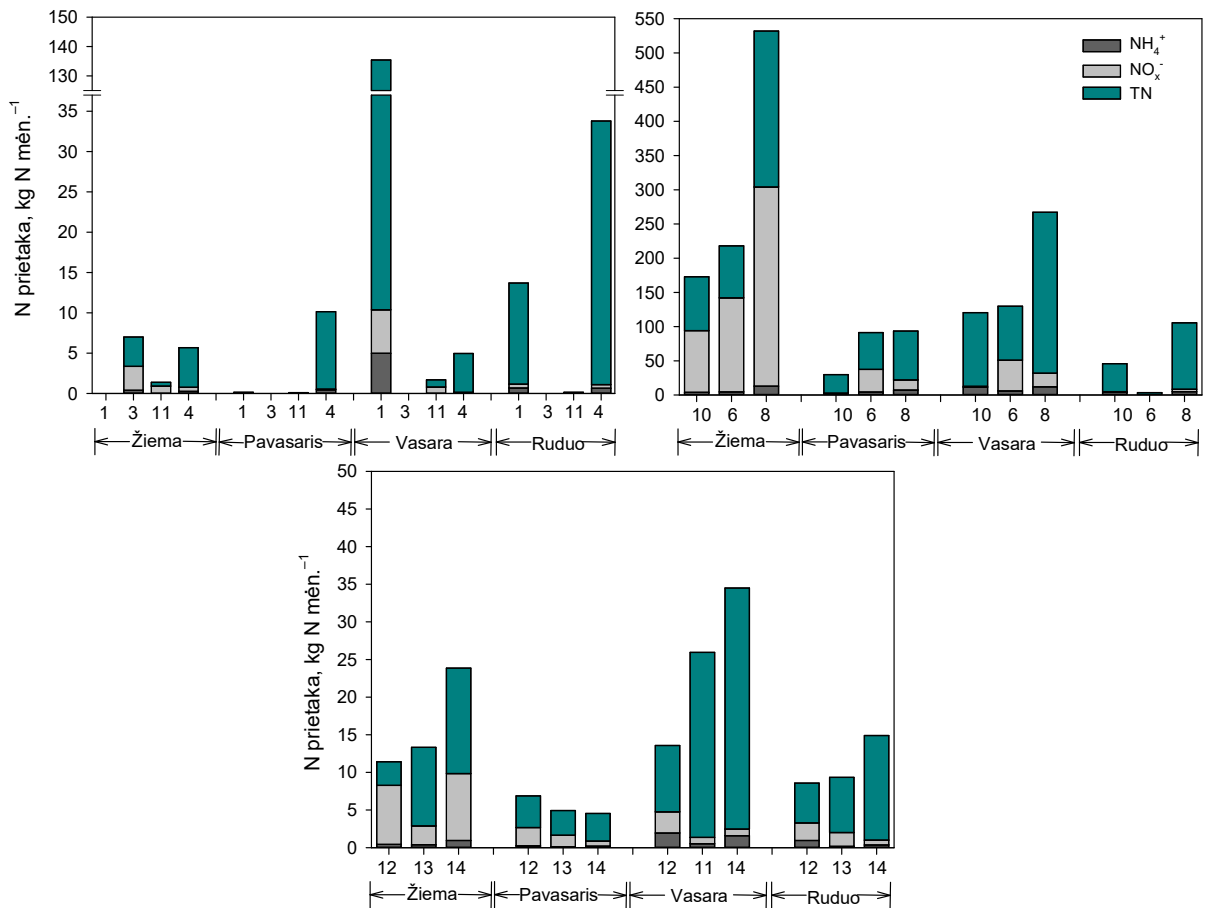
Stočių pavadinimas	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	TN	PO ₄ ³⁻	TP	BDS ₇	O ₂
ST-1	0,02	0,01	0,47	0,008	0,028	1,54	8,37
ST-2	0,02	0,06	0,47	0,003	0,022	1,82	10,88
ST-3	0,34	0,12	1,53	0,045	0,115	3,09	5,13
ST-4	0,06	0,02	0,69	0,008	0,031	1,80	7,05
ST-5	0,07	0,41	1,28	0,051	0,192	4,10	6,98
ST-6	0,04	0,24	0,79	0,010	0,035	2,60	9,42
ST-7	0,04	1,00	1,48	0,010	0,050	2,37	10,71
ST-8	0,15	0,14	0,90	0,019	0,066	2,21	6,98
ST-9	0,04	0,15	0,71	0,008	0,035	2,06	8,19
ST-10	0,04	0,10	0,76	0,005	0,028	2,22	5,38
ST-11	0,02	0,23	0,56	0,012	0,039	2,17	12,33
ST-12	0,06	0,20	0,57	0,013	0,035	1,79	10,74
ST-13	0,02	0,11	0,62	0,009	0,027	2,01	11,07
ST-14	0,04	0,06	0,54	0,008	0,026	2,11	7,96
ST-15	0,02	0,03	0,43	0,0052	0,017	2,07	11,76

St-3 stotyje taip pat nustatyta „vidutinė“ būklė pagal NH₄⁺ (0,21–0,60 mg N l⁻¹) bei gera būklė pagal TP (0,100–0,140 mg P l⁻¹) ir BDS₇ (2,30–3,30 mg O₂ l⁻¹) rodiklius. Tuo tarpu St-10 stotyje visi kiti rodikliai atitiko „labai geros“ ekologinės būklės vertinimą.

3.1.3 Maistmedžiagių prietaka į Platelių ežerą

Prietaka į Platelių ežerą vertinta 10-yje tyrimo taškų, kurie buvo suskirstyti į 3 grupes pagal ežero geografines vietas: vakarinę (St-3, St-4, St-8, St-11), šiaurės rytų (St-6, St-8, St-10) ir pietrytinę (St-12, St-13, St-14). Apskaičiuota, kad didžiausias vidutinis TN kiekis su intakais pateko į šiaurės rytų dalį (417 kg N mėn.⁻¹), tuo tarpu į likusias - beveik 10 kartų mažesnis kiekis (~43–60 kg N mėn.⁻¹; 3-1 lentelė, priede). DIN kiekis bendroje N prietakoje sudarė nuo 9 % (vakarinėje dalyje) iki 24–36 % (pietrytinėje ir šiaurės rytų dalyse). Vyraujanti DIN forma buvo NO₃⁻, kuri sudarė ~58 % DIN kiekio prietakoje į vakarinę dalį ir ~85 % - pietrytinėje ir šiaurės rytų dalyse. Vertinant prietaką pagal sezonus vakarinėje ir pietrytinėje dalyse daugiausiai TN buvo atnešama vasarą (atitinkamai 142 ir 74 kg N mėn.⁻¹), o mažiausiai apie 10–16 kg N mėn.⁻¹ pavasarį. Šiaurės rytų dalyje daugiausiai TN kiekio su upeliais pateko žiemą (923 kg N mėn.⁻¹) ir mažiausiai rudenį (155 kg N mėn.⁻¹). Atkreiptina, kad žiemos laikotarpiu nemaža bendro N kiekio dalis buvo atnešama DIN formoje (36–59 %).

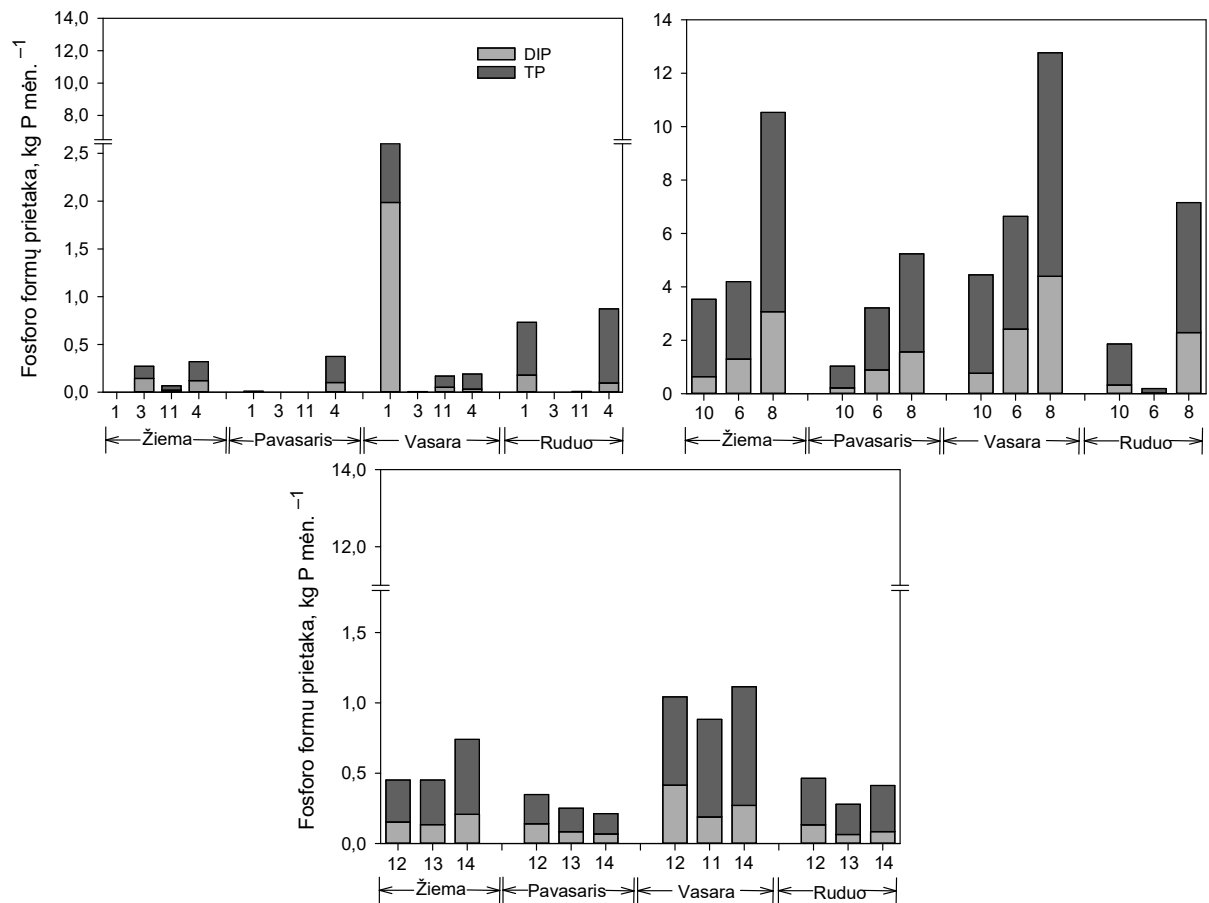
Vakarinėje dalyje, St-1 tyrimo stotis, išsiskyrė didžiausia vidutine TN prietaka į ežerą (44,6 kg N mėn.⁻¹), kuri kito nuo 0 (žiemos sezonu) iki 135 kg N mėn.⁻¹ (vasaros sezonu) (3-4 pav.). St-3 stotyje TN prietaka kito 0,01–7,0 kg N mėn.⁻¹ ribose ir didžiausias kiekis pateko žiemą. St-11 tyrimo stotyje ties jachtklubu į ežerą pateko 0,60 kg N mėn.⁻¹ (0,1–1,4 kg N mėn.⁻¹). Vidutinė TN prietaka iš St-4 buvo 16,3 kg N mėn.⁻¹. Su šiuo intaku didžiausias TN kiekis pateko rudenį.



3-4 pav. Azoto formų (NH_4^+ - amonio azoto, NO_x^- - suminis nitritų ir nitratų azoto, ir TN – bendrojo azoto) prietaka iš baseino į skirtingas Platelių ežerą dalis: vakarinę (viršuje kairėje), šiaurės rytų (viršuje dešinėje) ir pietrytinę (apačioje).

Šiaurės rytų dalyje pusę patenkančio TN kiekio buvo atnešta su upeliu St-8 (223,9 kg N mėn.⁻¹), o kita dalis buvo atnešama per St-10 ir St-6 tyrimo stotis (po 92–101 kg N mėn.⁻¹). Daugiausia TN prietaka vyko žiemos laikotarpiu. Vyraujanti TN forma prietakoje buvo NO_3^- (52–63 % TN kiekio). Mažiausias TN kiekis į šią ežero dalį pateko pavasarį (St-10, St-8) ir rudenį (St-6). Pietrytinėje dalyje TN prietaka neviršijo 40 kg N mėn.⁻¹; didžiausias vidutinis kiekis pateko iš St-14 upelio (19,4 kg N mėn.⁻¹). Šioje prietakoje DIN forma sudarė tik 19 % TN kiekio. Tuo tarpu iš St-12 į ežerą pateko ~10,1 kg N mėn.⁻¹ TN formoje. Apie pusę patekusio TN kiekio sudarė DIN, kuris žiemą siekė net 73 % bendrojo azoto. Vidutinė TN prietaka iš St-13 upelio siekė vidutiniškai 13,4 kg N mėn.⁻¹.

Didžiausias TP kiekis į ežerą kaip ir TN buvo atnešamas iš šiaurės rytų dalies. Šioje dalyje TP prietaka su upeliais buvo ~15 kg P mėn.⁻¹, tuo tarpu kitose - 1,7–2,6 kg P mėn.⁻¹ TP (3-1 lentelė priede). Apie 30 % atnešamo TP kiekio į ežerą sudarė DIP. Vertinant P prietaką pagal sezonus visose dalyse daugiausia TP buvo atnešama vasaros laikotarpiu (nuo 3,0 iki 23,9 kg P mėn.⁻¹), o mažiausiai pavasarį (0,4–0,8 kg P mėn.⁻¹) (prietaka į vakarinę ir pietrytinę dalis) ir 9,2 kg P mėn.⁻¹ rudenį (prietaka į šiaurės rytų dalį).



3-5 pav. Fosforo formų (DIP – ištirpusio neorganinio fosforo ir TP TN – bendrojo fosforo) prietaka iš baseino į skirtingas Platelių ežerą dalis: vakarinę (viršuje kairėje), šiaurės rytų (viršuje dešinėje) ir pietrytinę (apačioje).

Vakarinėje dalyje St-1 stotis išsiskyrė didžiausia vidutine TP prietaka į ežerą ($2,1 \text{ kg P mēn.}^{-1}$), kuri kito nuo 0 (žiemos laikotarpiu) iki $6,1 \text{ kg P mēn.}^{-1}$ (vasaros laikotarpiu). DIP sudarė iki 32 % TP prietakos (3-5 pav.). St-3 stotyje apskaičiuota, kad TP prietaka kito $0,001\text{--}0,3 \text{ kg P mēn.}^{-1}$. Kaip ir kitoje stotyje, čia TP prietaka buvo intensyviausia žiemą. St-11 stotyje ties jachtklubu vidutinė TP prietaka buvo $0,04 \text{ kg P mēn.}^{-1}$ ($0,01\text{--}0,2 \text{ kg P mēn.}^{-1}$). Apskaičiuota, kad St-4 taške vidutinė TP prietaka į ežerą buvo $0,44 \text{ kg P mēn.}^{-1}$, o DIP sudarė apie 23 % viso patenkančio P kiekio. Daugiausiai TP iš šio tyrimo taško į ežerą pateko rudenį. Šiaurės rytų dalies baseine daugiau kaip 50 % viso atnešamo TP kiekio pateko per St-8 tyrimo tašką ($8,8 \text{ kg P mēn.}^{-1}$), tuo tarpu likęs TP kiekis pateko iš St-10 ir St-6, kuriose vidutinė TP prietaka buvo $2,7\text{--}3,5 \text{ kg P mēn.}^{-1}$. Visose trijose stotyse didžiausia TP prietaka buvo vasarą, tuo tarpu DIP sudarė 18–31 % visos prietakos. Mažiausia TP prietaka apskaičiuota pavasarį (St-10 ir St-8) ir rudenį (St-6). Būtina atkreipti dėmesį, kad pietrytinėje dalyje TP prietaka neviršijo $1,7 \text{ kg P mēn.}^{-1}$. Vidutinė TP prietaka visuose tyrimo taškuose (St-12, St-13, St-14) buvo $\sim 0,6 \text{ kg P mēn.}^{-1}$ ($0,21\text{--}1,11 \text{ kg P mēn.}^{-1}$), o DIP sudarė iki 28–38 % visos prietakos.

Remiantis N ir P prietaka į ežerą ir ištekėjimu į Babrungo upę (St-15 stotis) buvo sudarytas sezoninis maistmedžiagių masių balansas (3-2 lentelė). Apskaičiuota, kad didžiausia TN prietaka ir išnešimas su ištekėjimu yra žiemos ir vasaros laikotarpiais. Žemiausia TN prietaka į ežerą buvo pavasarį ir rudenį. Būtina atkreipti dėmesį, kad išnešamas kiekis buvo atitinkamai didesnis nei prietaka žiemos–vasaros laikotarpiu. Vadinasi, ežero ekosistemoje žiemos-vasaros laikotarpiu susidarė papildomas TN kiekis, kuris papildė ištekėjimą. Tuo tarpu rudenį prietaka ir išnešimas buvo arti subalansuoto kiekio.

3-2 lentelė. Sezoninis TN ir TP masių balansas Platelių ežerui, sudarytas pagal prietaką ir ištekėjimą į/iš sistemos. Teigiamos reikšmės rodo, kad ežere susidarė papildomas maistmedžiagių kiekis, o neigiamos - suvartojimą.

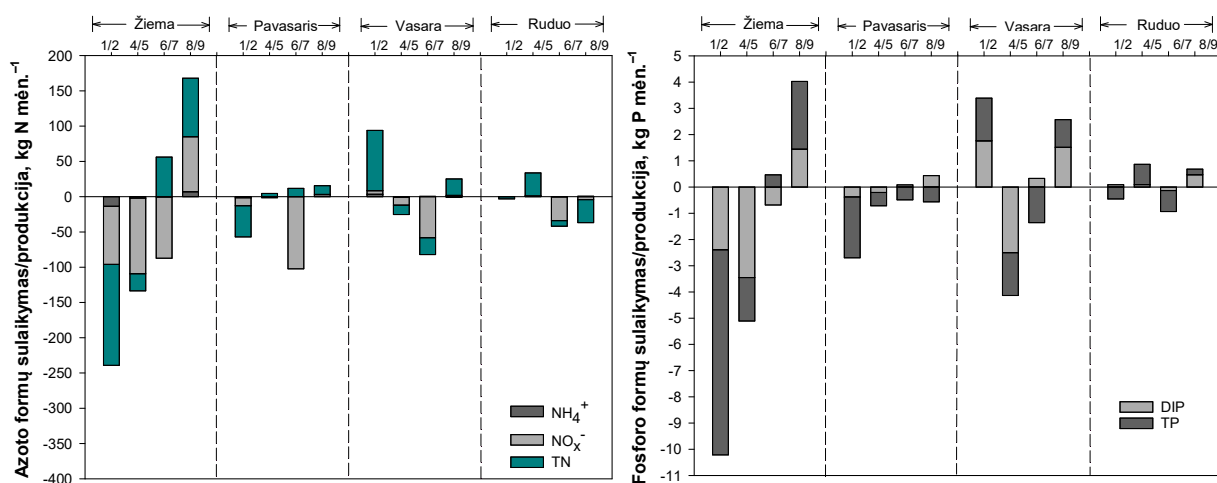
Sezonas	Prietaka į ežerą	Ištekėjimas	Skirtumas (ištekėjimas – prietaka)
TN balansas (kg mėn.⁻¹)			
Žiema	986	1732	746
Pavasaris	241	987	746
Vasara	734	1004	270
Ruduo	235	239	4
TP balansas (kg mėn.⁻¹)			
Žiema	21	73	52
Pavasaris	11	40	29
Vasara	33	39	6
Ruduo	12	8	-4

Didžiausia TP prietaka kaip ir TN buvo žiemos ir vasaros laikotarpiu, tuo tarpu TP išnešimas žiemos–vasaros periodu. Išnešamas kiekis buvo iki ~3,5 karto didesnis nei įnešimas (žiemą ir pavasarį). Vasarą prietaka ir išnešimas buvo beveik subalansuoti. Rudenį buvo apskaičiuota mažiausia prietaka ir išnešimas. Šiuo sezonu apie 30 % TP prietakos buvo sulaikoma ežero ekosistemoje.

3.1.4 Šlapynių vaidmuo reguliuojant maistmedžiagių srautus į Platelių ežerą

Šlapynės, esančios aplink ežero perimetrą, sukuria unikalias sąlygas filtruoti (sulaikyti) arba transformuoti (padidinti kiekį) atnešamas maistmedžiages taip sumažinant arba padidinant jų prietaką į Platelių ežerą. 3-6 paveiksle (kairėje pusėje) matyti, kad ties St-1 stotimi esanti šlapynė rudens–pavasario periodu asimiliavo visas N formas sulaikydamos 5,1 kg N mėn.⁻¹ NH₄⁺, 31,1 kg N mėn.⁻¹ NO_x⁻ ir 63,4 kg N mėn.⁻¹ TN. Visgi vasaros laikotarpiu ši šlapynė pagamino 3,5 kg N mėn.⁻¹ NH₄⁺, 5,1 kg N mėn.⁻¹ NO_x⁻ ir 85,5 kg N mėn.⁻¹ TN daugiau nei šių medžiagų buvo atnešama iš žemyninės dalies. Šlapynė, esanti ties St-4 tyrimo tašku, veikė kaip efektyvus filtras, sulaikantis N junginius žiemą ir vasarą, ir kaip reaktorius pagaminantis N junginius pavasario ir rudens laikotarpiais. Tačiau N junginių sulaikymas šlapynėje buvo daug didesnis nei susidaręs kiekis. Vidutinis sulaikytas kiekis buvo 1,1 kg N mėn.⁻¹ NH₄⁺, 39,5 kg N mėn.⁻¹ NO_x⁻ ir 0,1 kg N

mėn.⁻¹ TN. Dirbtinių tvenkinių sistema, esanti prieš St-6 stotį, taip pat efektyviai asimiliavo DIN formas (NH_4^+ ir NO_x^-), ypač NO_3^- , kurių vidutiniškai sumažėjo iki 36 kartų prietakoje į ežerą. Visgi šioje sistemoje susidarydavo ženklus TN kiekis (52 %) žiemos ir pavasario sezonais, kuris vėliau patekdavo į Platelių ežerą. Tuo tarpu vasaros–rudens laikotarpiu buvo sulaikoma apie 15,9 kg N mėn.⁻¹ TN. Šalia St-8 stoties esanti šlapynė veikė kaip N šaltinis žiemos–vasaros laikotarpiu, iš kurios į ežerą papildomai patekdavo 3,2 kg N mėn.⁻¹ NH_4^+ , 38,9 kg N mėn.⁻¹ NO_x^- ir 39,5 kg N mėn.⁻¹ TN. Tuo tarpu rudenį ši šlapynė sulaikė apie 2,4 kg N mėn.⁻¹ NO_x^- ir 32,6 kg N mėn.⁻¹ TN (NH_4^+ šioje sistemoje nebuvo sulaikomas). Akivaizdu, kad šlapynė veikė kaip efektyvus reaktorius - DIN šaltinis.



3-6 pav. Azoto (kairėje) ir fosforo (dešinėje) formų asimiliacija (neigiamos reikšmės) ir gamyba (teigiamos reikšmės) šlapynėse.

Fosforo formų sulaikymas ir transformavimas šlapynėse labiausiai priklausė nuo sezono ir geografinės vietovės (3-6 pav. dešinėje pusėje). Šlapynė, esanti St-1 tyrimo taške, beveik visais sezonais veikė kaip P filtras, vidutiniškai sumažindama 1,4 kg P mėn.⁻¹ DIP ir 3,5 kg P mėn.⁻¹ TP prietaką į ežerą, išskyrus vasarą, kai prietaką išaugo 0,9 kg P mėn.⁻¹ DIP ir 1,6 kg P mėn.⁻¹ TP. Šlapynė ties St-4 stotimi efektyviai sulaikė P formas žiemos–vasaros periodu (2,1 kg P mėn.⁻¹ DIP ir 1,3 kg P mėn.⁻¹ TP), o rudenį regeneravo P taip padidindama jo prietaką į ežerą (0,1 kg P mėn.⁻¹ DIP ir 0,8 kg P mėn.⁻¹ TP). Dirbtinių tvenkinių sistemos, esančios prieš St-6, vaidmuo priklausė nuo sezono ir tiriamos P formos. Ši tvenkinių sistema visais sezonais sulaikė tiek DIP, tiek ir TP. Šalia St-8 stoties esanti šlapynė buvo P šaltinis ežerui, iš kurios P prietaka iš žemyninės dalies papildėdavo 0,9 kg P mėn.⁻¹ DIP ir 1,3 kg P mėn.⁻¹ TP, išskyrus pavasarį, kai ši šlapynė sulaikė 0,6 kg P mėn.⁻¹ TP.

3.2 Platelių ežero vandens būklė

3.2.1 Pagrindinių fiziko–cheminių parametų kaita Platelių ežero vandens stovymėje

Vandens temperatūra Platelių ežere kito priklausomai nuo sezono ir gylio, ir atspindėjo oro temperatūros kaitos bei vandens persimaišymo poveikį (3-7, 3-8, 3-9 pav.). Paviršiniame epilimniono sluoksnyje vandens temperatūra sezoniškai svyravo nuo 6 iki 24 °C (3-3 lentelė). Gilesniame hipolimniono sluoksnyje kito nuo 6 iki 18 °C. Žemiausia temperatūra išmatuota rytinėje ir giliausioje tyrimo stotyse.

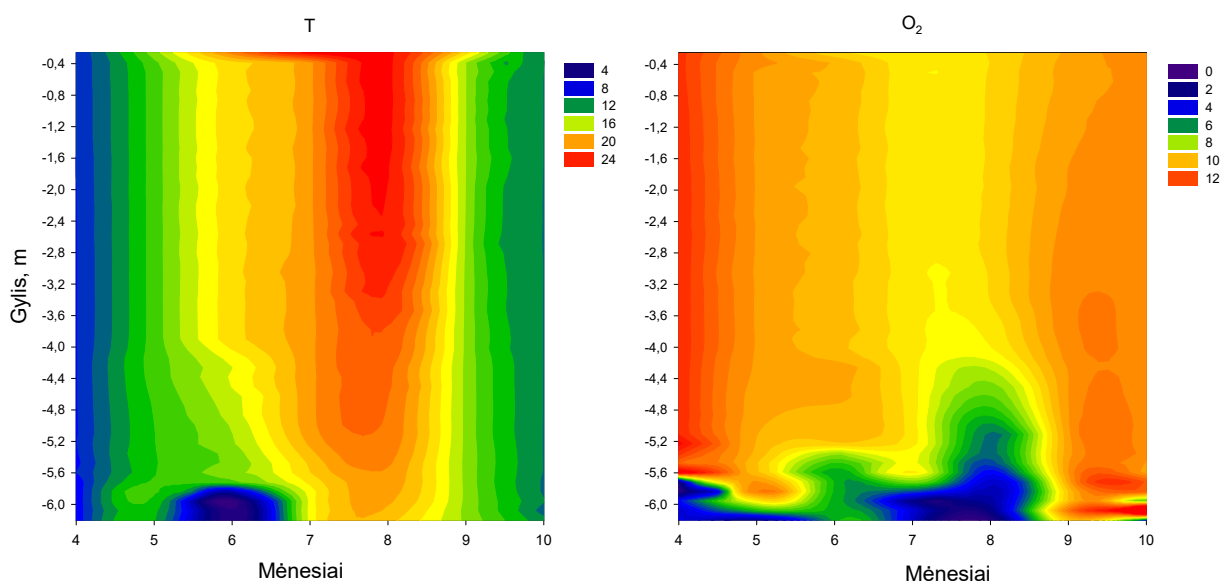
3-3 lentelė. Fizikiniai-cheminiai rodikliai išmatuoti 2022 m. balandžio–spalio mėn. skirtingose Platelių ežero zonose.

Stotis	Gylis (m)	Temperatūra, (°C)		Ištirpęs O ₂ (mg O ₂ l ⁻¹)		pH		Savitasis laidumas (μS cm ⁻²)	
		EPI	HIPO	EPI	HIPO	EPI	HIPO	EPI	HIPO
Šiaurinė	6	9–24	11–18	9–12	1–6	7,7–8,5	7,4–7,8	140–208	188–360
Vakarinė	8	6–24	11–16	9–11	0,5–8	7,7–8,6	7,4–8,2	134–3570	190–3890
Giliausia	42	7–23	6–7	9–13	0,5–7	7,3–8,5	6,9–7,7	135–2080	169–863
Rytinė	24	7–23	6–7	9–13	1–11	7,6–8,6	7,2–7,9	136–240	170–220
Pietinė	10	8–23	10–15	9–13	1–4	7,7–8,6	7,3–7,5	140–180	220–257

Ištirpusio O₂ koncentracija ežero vandens stromėje taip pat kito priklausomai nuo sezono ir gylio (3-3 lentelė, 3-7, 3-8, 3-9 pav.). Paviršiniame epilimniono sluoksnyje O₂ koncentracija visada buvo didesnė nei 6 mg O₂ l⁻¹. Šiame sluoksnyje O₂ koncentracija atspindėjo vykstančių fizinių (temperatūros kaitos) ir biologinių (fitoplanktono pirminės produkcijos) procesų įtaką. Gilesniame hipolimniono sluoksnyje sezoninė O₂ kiekio kaita priklausė nuo vandens persimaišymo. Žemiausia O₂ koncentracija buvo prieš persimaišant ir vėliau po jo, susidarius stratifikacijai. Visose ežero dalyse vandens pH kito nuo 6,9 iki 8,6. Didesnės pH reikšmės išmatuotos vasaros laikotarpiu. Vandens savitasis laidumas įprastai svyravo nuo 134 iki 360 μS cm⁻², išskyrus liepos mėn., kai reikšmės padidėjo iki 3880 μS cm⁻². Kokios priežastys galėjo lemti vienkartinį, staigų savitojo elektros laidžio padidėjimą vakarinėje ir giliausioje ežero dalyse lieka nepaaiškinamos, todėl tai laikomas kaip artefaktas.

Vertikalus vandens temperatūros profilis, išmatuotas balandžio ir gegužės mėn. šiaurinėje dalyje parodė, kad 6–6,5 m gylyje buvo susidariusi terminė stratifikacija (termoklinas; skirtumas tarp sluoksnių -1 °C) (3-7 pav.). Šiltėjant orui termoklino sluoksnis kito priklausomai nuo matavimo temperatūros: birželį termoklinas buvo 4-5,5 m gylyje (temperatūros pokytis 4 °C), liepą - 5,1–5,9 m gylyje (3°C pokytis), o rugpjūtį – termoklino sluoksnio storis buvo didžiausias, siekiantis 2,2 m su 5 °C laipsnių skirtumu. Rudenį termoklinas nesusidarė. Ištirpusio O₂ vertikalus profilis parodė, kad nuo 5,3 m gylio koncentracija sumažėdavo iki 2–3 mg O₂ l⁻¹. Rugpjūčio mėn., esant didžiausiam termoklino sluoksniui, O₂ koncentracijos sumažėjimas jau fiksuotas nuo 4 m gylio, o priedugnyje susiformavo deguonies trūkumas, kurį lėmė suaktyvėję biogeocheminiai

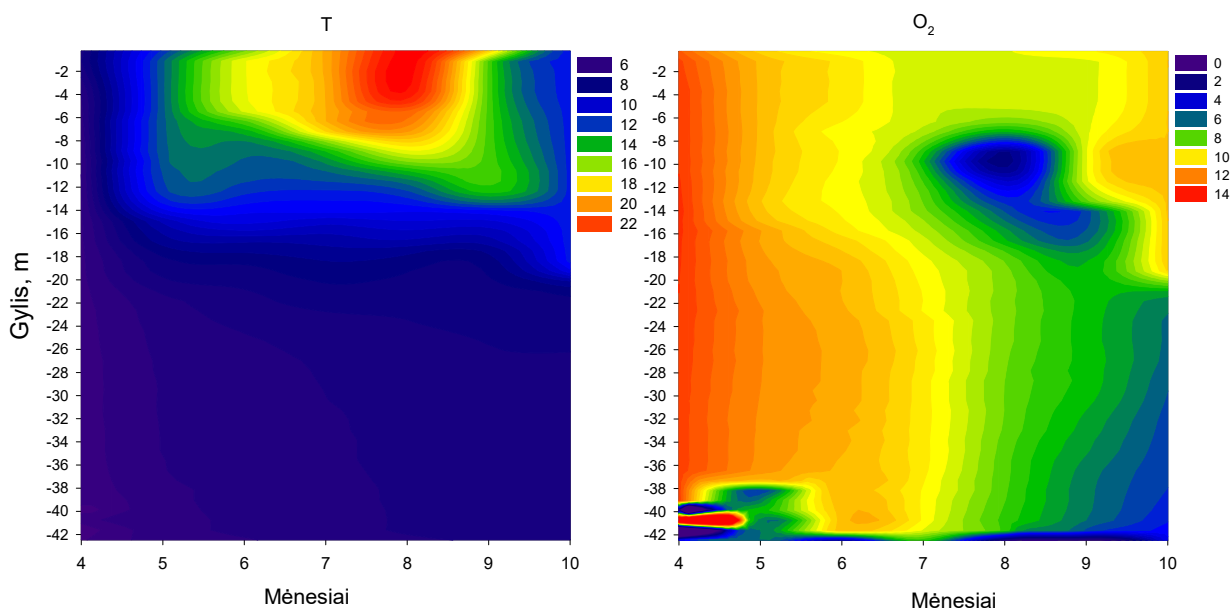
procesai dėl 18 °C laipsnių įšilusio priedugnio vandens. Rugsėjo ir spalio mėn. O₂ koncentracija, tuo pačiu ir temperatūra, pasiskirstė tolygiai per visą tiriamą gyli dėl įvykusio persimaišymo.



3-7 pav. Vandens temperatūros ir ištirpusio deguonies vertikalus pasiskirstymas šiaurinėje Platelių ežero dalyje

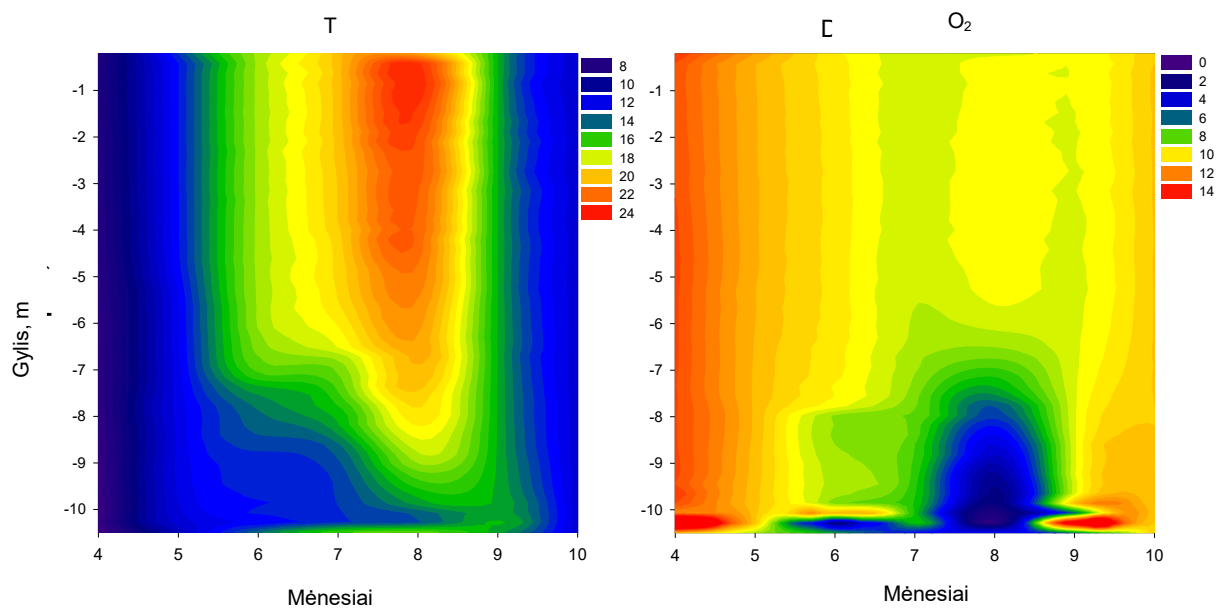
Centrinės ežero dalies giliausioje vietoje (42 m gylis) terminė stratifikacija susiformavo nuo gegužės iki spalio mėn., kurioje termoklinas formavosi skirtingo storio ir skirtingame gylyje (3-8 pav.). Balandžio mėnesį temperatūra kito nuo 6,9 °C (paviršiuje) iki 5 °C (priedugnyje). Gegužės mėn. < 12 m gylyje susidarė 4 m storio termoklinas (temperatūros sumažėjimas nuo 13 iki 8,5 °C). Vasaros laikotarpiu 6–11 m storio termoklinas formavosi 5–7 m gylyje (temperatūros pokytis nuo 11 iki 8 °C). Rudens mėnesiais termoklinas vėl nusileido į gilesnius sluoksnius 12–18,5 m, suformuodamas 2 m storio temperatūrinį gradientą (2–4,5 °C). Priedugnyje temperatūra siekė 6 °C.

Ištirpusio O₂ vertikalus profilis parodė, kad koncentracija pasiskirsto tolygiai iki 36 m gylio, giliau koncentracija staigiai sumažėja iki 3–6 mg O₂ l⁻¹ (3-8 pav.). Liepos–rugsėjo mėn. stebimas O₂ koncentracijos sumažėjimas (2–7 mg O₂ l⁻¹) termokline, o giliau padidėjimas, kuris yra didesnis nei paviršiuje. Šis fenomenas labiausiai pasireiškia rugpjūčio mėn., kai paviršiuje išmatuota O₂ koncentracija 9 mg O₂ l⁻¹ sumažėja iki 2 mg O₂ l⁻¹ termoklino sluoksnyje (8–9 m gylyje). Gilesniuose sluoksniuose O₂ koncentracija vėl padidėja ir siekia 8,2 mg O₂ l⁻¹. Priedugnio sluoksnyje (gylis >40 m) O₂ koncentracija vėl sumažėja, sudarydama anoksines sąlygas. Spalį O₂ koncentracijos sumažėjimas stebimas jau 19 m gylyje ir susidaro 5 mg O₂ l⁻¹ pokytis per visą gyli.



3-8 pav. Temperatūros (T) ir ištirpusios deguonies (O_2) pasiskirstymas per visą vandens storumę giliausioje Platelių ežero vietoje.

Pietinėje dalyje vertikalus temperatūrinis pokytis vandens storumėje buvo neryškus, indikuojantis ir nuolatinį vandens maišymąsi (3-9 pav.), išskyrus birželio ir liepos mėn., kai atitinkamai 6,2–7,9 m ir 5,7–8,4 m gyliuose susiformavo neryškus termoklinas, kuriame temperatūra sumažėjo per 3–5 °C. Šioje ežero dalyje ištirpęs O_2 pasiskirstė tolygiai per visą vandens storumę balandžio, gegužės, liepos ir spalio mėn., išskyrus birželį, rugpjūtį ir rugsėjį, kai buvo stebimas O_2 trūkumas priedugnio sluoksnyje (1–3,5 mg O_2 l⁻¹). Šis sluoksnis buvo iki 1 m storio virš dugno nuosėdų paviršiaus.



3-9 pav. Temperatūros ir ištirpusios deguonies pasiskirstymas per visą vandens storumę pietinėje Platelių ežero dalyje

3.2.2 Maistmedžiagių pasiskirstymas ežere

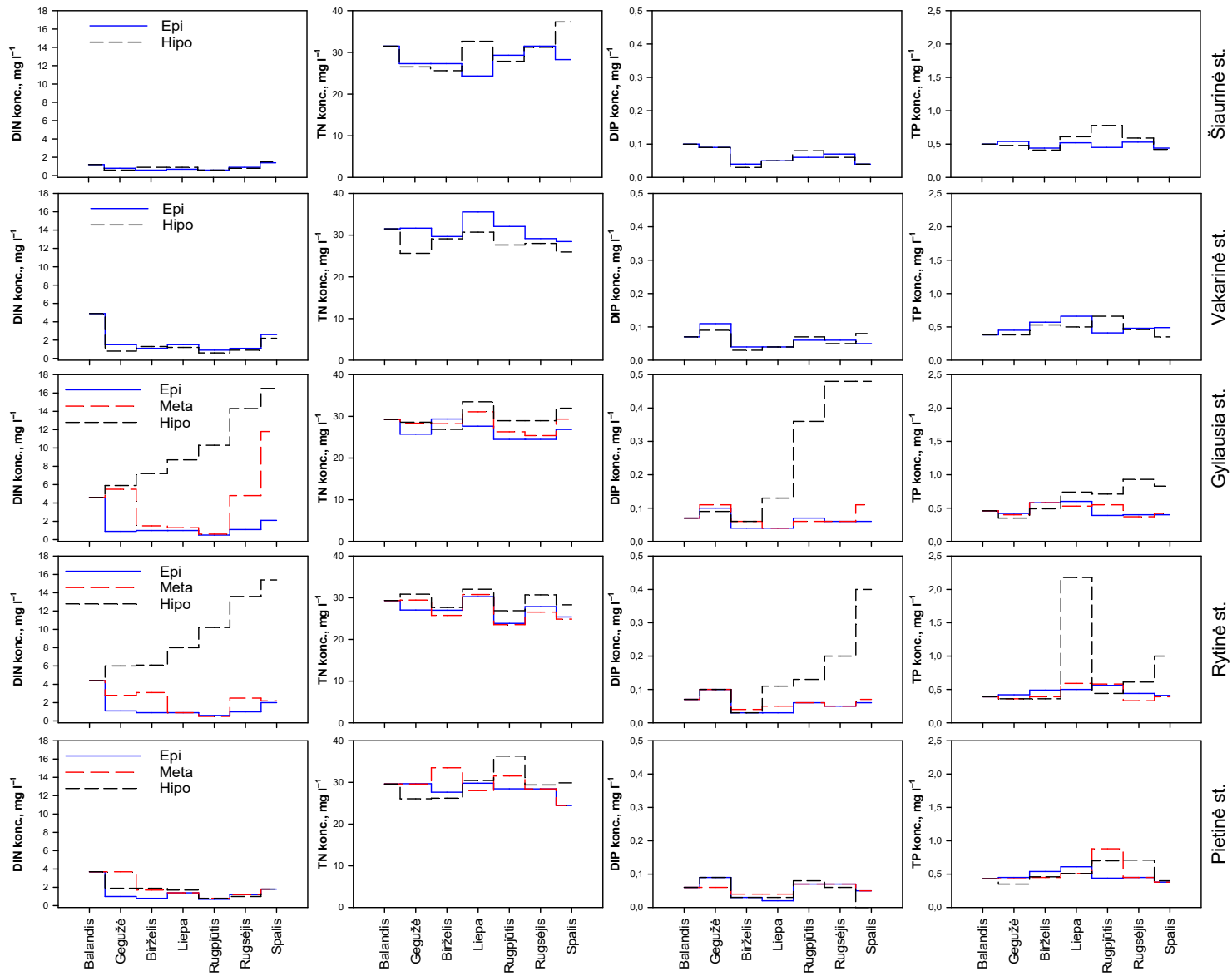
Ištirpusių neorganinių maistmedžiagių (DIN ir DIP) koncentracija buvo įprastai didesnė gilesniame Platelių ežero sluoksnyje, hipolimnione, tuo tarpu epilimniono ir metalimniono sluoksniuose koncentracijos buvo panašios, kurios kito vienodai visose tyrimo stotyse (3-10 pav.). TN ir TP koncentracija kito atitinkamai 27–31 mg N l⁻¹ ir 0,43–0,76 mg P l⁻¹, ir tarp skirtingų sluoksnių, tyrimų vietų bei sezonų buvo nustatytas nedidelis skirtumas.

Šiaurinės dalies epilimnione DIN koncentracija buvo 0,62–1,35 mg N l⁻¹, o hipolimnione vidutiniškai apie 4 % didesnė (0,56–1,49 mg N l⁻¹) (3-10 pav.). Mažiausia koncentracija nustatyta rugpjūčio mėnesį, o didžiausia - spalį. NH₄⁺ buvo vyraujanti DIN forma (~ 76 %). Vidutinė TN koncentracija epilimnione buvo 28,50 mg N l⁻¹, o didžiausia - balandžio, rugsėjo ir spalio mėn. hipolimnione, kuri siekė iki 30,20 mg N l⁻¹. DIP kito vienodai tiek epilimnione, tiek ir hipolimnione (0,03–0,09 mg P l⁻¹), tuo tarpu TP koncentracija buvo beveik 13 % didesnė hipolimnione (0,55 mg P l⁻¹) nei epilimnione (0,49 mg P l⁻¹).

Vakarinės ežero dalies epilimnione maistmedžiagių koncentracija įprastai buvo didesnė nei hipolimnione (3-10 pav.). Pavyzdžiui, vidutinė DIN koncentracija buvo 1,95 mg N l⁻¹ epilimnione, o hipolimnione - 1,71 mg N l⁻¹. TN koncentracija kito nuo 28,47 iki 35,56 mg N l⁻¹ epilimnione ir nuo 25,63 iki 30,71 mg N l⁻¹ hipolimnione. DIP ir TP koncentracija beveik nesikeitė per tiriamąjį laikotarpį ir buvo beveik vienodai pasiskirsčiusi vandens storumėje (0,06 mg P l⁻¹ DIP ir 0,48 mg P l⁻¹ TP).

Giliausioje ežero vietoje nustatyta, kad ištirpusių maistmedžiagių koncentracija yra 2–6 kartus didesnė gilesniuose ežero sluoksniuose lyginant su epilimnionu (3-10 pav.). Epilimniono ir metalimniono sluoksniuose DIN koncentracija vidutiniškai padidėjo nuo 1,61 iki 4,28 mg N l⁻¹, o hipolimnione iki 9,55 mg N l⁻¹. Vidutinė TN koncentracija tarp epilimniono (26,83 mg N l⁻¹), metalimniono (28,29 mg N l⁻¹) ir hipolimniono (29,73 mg N l⁻¹) skyrėsi mažiau nei DIN. Nustatyta, kad DIN kiekis bendrojoje N dalyje didėjo su gyliu nuo 6 iki 32 % TN kiekio. Vidutinė DIP koncentracija su gyliu padidėjo nuo 0,06 mg P l⁻¹ (epilimnione) iki 0,24 mg P l⁻¹ (hipolimnione). TP koncentracija taip pat padidėjo 39 % hipolimnione.

Rytinėje ežero dalyje, kurioje gylis siekia iki 26 m, buvo nustatytos panašios maistmedžiagių kitimo tendencijos kaip ir giliausioje tyrimo stotyje (3-10 pav.). Epilimnione DIN koncentracija kito nuo 0,57 iki 1,99 mg N l⁻¹, išskyrus balandžio mėn., kai buvo nustatyta didžiausia koncentracija (4,44 mg N l⁻¹). Metalimnione DIN koncentracijos kito kaip ir paviršiniame epilimniono sluoksnyje, išskyrus gegužės, birželio ir rugsėjo mėn., kai koncentracija padidėjo 2–3 kartus. Tuo tarpu hipolimnione DIN koncentracija buvo 6–18 kartų didesnė nei epilimnione.



3-10 pav. DIN, TN, DIP ir TP koncentracijos kaita epilimnione (Epi), metalimnione (Meta) ir hipolimnione (Hipo) 2022 m. balandžio–spalio mėn. skirtingose Platelių ežero dalyse.

Būtina atkreipti dėmesį, kad su gyliu mažėjo NH_4^+ dalis DIN sudėtyje nuo 42 % epilimnionė iki 11 % hipolimnionė. Vidutinė TN koncentracija trijuose sluoksniuose buvo santykinai panaši: 27,3 mg N l⁻¹ epilimnionė, 27,2 mg N l⁻¹ metalimnionė ir 29,4 mg N l⁻¹ hipolimnionė. Epi- ir metalimnionė DIN sudarė mažiau nei 10 % TN kiekio, tuo tarpu hipolimnionė 31 %. DIP koncentracija išliko gana pastovi tyrimo laikotarpiu tarp epilimniono ir metalimniono sluoksnių. Giliausiam hipolimniono sluoksnyje DIP koncentracija padidėjo nuo 2 iki 7 kartų lyginant su paviršiniaus sluoksniu. TP koncentracija kito panašiai kaip ir DIP: paviršiniuose sluoksniuose buvo ~ 0,45 mg P l⁻¹, tuo tarpu giliausiam padidėjo 2 kartus, iki 0,76 mg P l⁻¹, ypač liepos ir spalio mėnesiais.

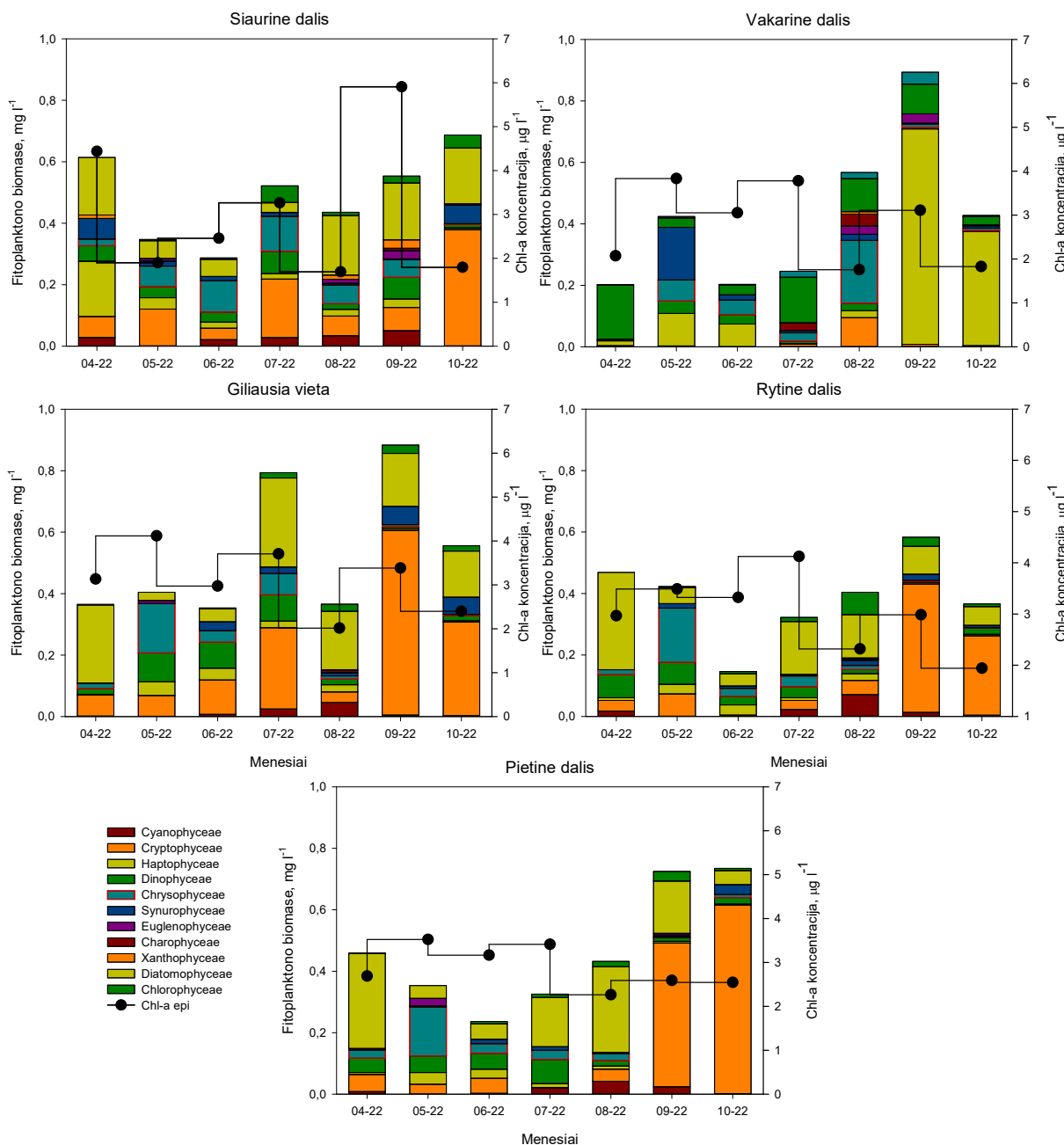
Pietinėje dalyje DIN kito nuo 0,69 iki 3,69 mg N l⁻¹ tyrimo laikotarpiu, išskyrus neženklų padidėjimą balandį metalimnionė ir hipolimnionė (3-10 pav.). Visuose sluoksniuose apie 48 % DIN sudarė NH_4^+ . Didesnė TN koncentracija nustatyta metalimnionė 30,7 mg N l⁻¹, o epilimnionė ir hipolimnionė jos buvo atitinkamai 28,3 ir 29,7 mg N l⁻¹. DIN sudarė tik 5–6 % TN kiekio. DIP ir TP šioje ežero dalyje kito tolygiai ir vidutinės koncentracijos atitinkamai buvo 0,06 mg P l⁻¹ ir 0,51 mg P l⁻¹.

3.2.3 Chlorofilo a ir fitoplanktono sezoninė ir erdvinė dinamika

Chl-a koncentracija ir fitoplanktono rūšinės sudėties pasiskirstymas kito sezoniškai tarp tyrimo stočių (3-11 pav.). Vidutinė Chl-a koncentracija balandžio–spalio mėn. ežero epilimnionė buvo 2,78–3,10 μg l⁻¹. Didžiausia koncentracija išmatuota centrinėje-giliausioje, šiaurinėje ir rytinėje dalyse. Chl-a koncentracija metalimnionė įprastai būdavo 23–31 % mažesnė lyginant su epilimnionu. Išskirtinai pietinės dalies metalimnionė buvo nustatyta didžiausia Chl-a koncentracija (3,28 μg l⁻¹), tuo tarpu paviršiniame sluoksnyje ji buvo mažesnė (2,88 μg l⁻¹). Skirtingos tendencijos nustatytos šiaurinėje ežero dalyje, kurioje Chl-a koncentracija buvo 1,7 kartus didesnė metalimnionė ir 2,4 kartus didesnė hipolimnionė lyginant su reikšmėmis epilimnionė. Vakarinės dalies epilimnionė ir hipolimnionė Chl-a koncentracija buvo atitinkamai apie 2,78 ir 2,03 μg l⁻¹. Didžiausios koncentracijos nustatytos gegužės, liepos ir rugsėjo mėnesiais beveik visose tyrimo vietose, išskyrus šiaurinę, kurioje didžiausios koncentracijos buvo balandį, liepą ir rugsėjo mėnesiais.

Fitoplanktono rūšinė sudėtis ir biomasė kito priklausomai nuo sezonų, kurių metu dominavo skirtingos fitoplanktono grupės (3-11 pav.). Būtina atkreipti dėmesį, kad fitoplanktono rūšinė sudėtis kito ir tarp tyrimo stočių. Didžiausia vidutinė fitoplanktono biomasė nustatyta centrinėje-giliausioje ežero dalyje (0,53 mg l⁻¹), šiaurinėje ir vakarinėje dalyse ji buvo neženkliai mažesnė (atitinkamai 0,47–0,49 mg l⁻¹), o mažiausia rytinėje ir vakarinėje (0,39–0,42 mg l⁻¹). Rudenį buvo

nustatyta didžiausia fitoplanktono biomase ežere. Mažiausia biomase nustatyta pavasarį vakarinėje ir giliausioje ežero dalyse ir vasarą - šiaurinėje, pietinėje ir rytinėje dalyse.



3-11 pav. Chlorofilo a (linijos) ir fitoplanktono klasių (stulpeliai) sezoninė ir erdvinė dinamika Platelių ežere

Balandžio mėnesį beveik visose tyrimo stotyse dominavo *Diatomophyceae* klasės dumbliai, išskyrus šiaurinę, kurioje dominavo *Diatomophyceae* ir *Haptophyceae* atstovai (3-11 pav.). Gegužės mėn. *Chrysophyceae* klasės atstovai buvo dominuojantys ežere, išskyrus šiaurinę ir vakarinę dalį, kuriose taip pat svarbią dalį fitoplanktone sudarė ir *Cryptophyceae* klasės dumbliai.

Birželio mėnesį buvo net kelios dominuojančios fitoplanktono klasės, kurios skirtingai pasiskirstė ežero dalyse. Šiaurinėje dalyje dominavo *Chrysophyceae* ir *Diatomophyceae*,

vakarinėje ir giliausioje dalyse *Cryptophyceae* ir *Dinophyceae*, kurios atitinkamai sudarė 35 ir 24 % visos biomasės. Tuo tarpu rytinėje dalyje *Diatomophyceae* ir *Haptophyceae* buvo dominuojančios klasės. *Cryptophyceae*, *Dinophyceae* ir *Diatomophyceae* dominavo pietinėje dalyje. Liepos–rugpjūčio mėnesiais fitoplanktono rūšinė sudėtis gana panaši tarp tyrimo stočių, kuriose dominavo *Diatomophyceae*, išskyrus liepos mėnesį šiaurinėje dalyje, kai *Chrysophyceae* ir *Cryptophyceae* buvo dominuojančios fitoplanktono klasės. Rugsėjo ir spalio mėnesiais ežere dominavo *Cryptophyceae* klasė, išskyrus šiaurinėje dalyje kur *Diatomophyceae* buvo dominuojanti klasė.

3.2.4 Platelių ežero ekologinės būklės daugiametė dinamika

Projekto metu atlikti biologiniai ir cheminiai tyrimai leido įvertinti dabartinę Platelių ežero ekologinę būklę ir palyginti ją su ankstesniais metais. Platelių ežero būklė pagal vidutines EKS, TN, TP ir BDS₇ rodiklių reikšmes atitiko „labai geros“ aplinkos būklės sąlygas (3-4 lentelė).

3-4 lentelė. Platelių ežero būklės vertinimas 2001–2022 m. laikotarpyje pagal ekologinės kokybės santykį (EKS), TN ir TP bei BDS₇ reikšmes. Projekto metu (2022 m.) gauti rezultatai pateikiami atskirioms ežero dalims.

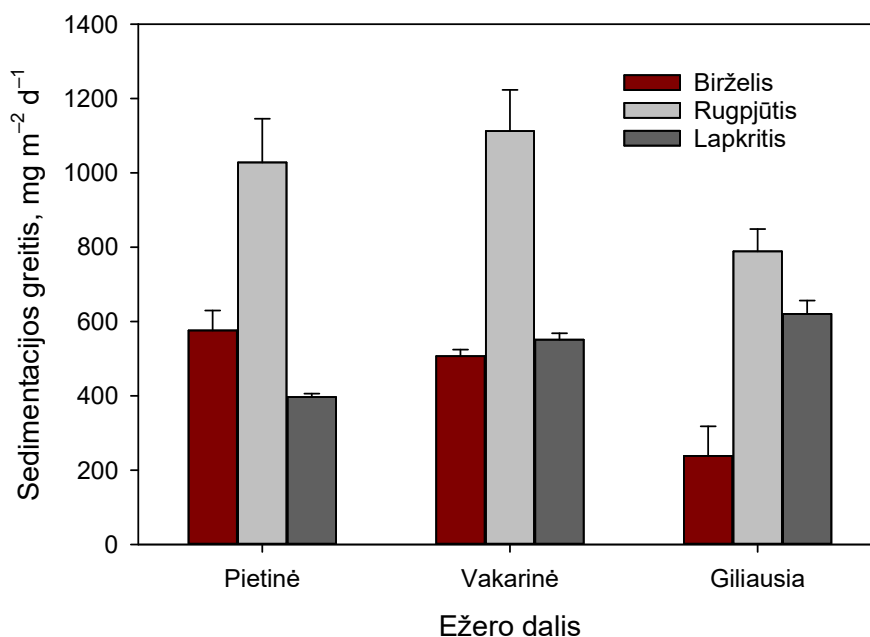
Metai	EKS	TN	TP	BDS ₇	Būklė
2001	1,35	0,44	0,009	1,05	l. gera
2002	0,83	0,54	0,012	1,42	l. gera
2003	1,31	0,43	0,011	1,06	l. gera
2004	1,33	0,40	0,000	1,28	l. gera
2005	1,54	0,57	0,018		l. gera
2006	1,52	0,34	0,011	1,43	l. gera
2007	1,07	0,69	0,014	2,28	l. gera
2010	0,96	0,53	0,029	1,82	l. gera
2011	0,36	0,52	0,024	1,34	gera
2012	0,72	0,46	0,054	1,89	gera
2013	1,12	0,50	0,046	1,22	gera
2014	1,19	0,43	0,039	1,57	l. gera
2015	1,29	0,48	0,037	1,36	l. gera
2016	0,92	0,43	0,011	1,53	l. gera
2017	0,94	0,42	0,012	2,29	l. gera
2018	0,68	0,48	0,014	2,19	l. gera
2019	0,73	0,66	0,015	2,01	l. gera
2020	0,76	0,59	0,013	1,26	l. gera
2022 (šiaurinė d.)	0,92	0,40	0,015	1,69	l. gera
2022 (vakarinė d.)	0,91	0,44	0,015	1,58	l. gera
2022 (giliausia d.)	0,92	0,38	0,014	1,40	l. gera
2022 (rytinė d.)	0,92	0,38	0,014	1,38	l. gera
2022 (pietinė d.)	0,94	0,40	0,015	1,38	l. gera

Žvelgiant iš 11 metų retrospektyvos, Platelių ežero būklė pagal indikatorius išlieka „labai gera“, išskyrus 2011–2013 m. laikotarpį kai padidėjus EKS ir TP rodikliams priskirta „gerai“ ežero būklei.

3.3 Skandinčių dalelių sedimentacijos greitis ir maistmedžiagių pasiskirstymas nuosėdose Platelių ežere

Ežero vandens storumėje skandinčių dalelių (SM), kurias sudaro litogeninės ir organinės kilmės dalelės, gali būti pernešamos iš vienos ežero dalies į kitą, suskaidomos vandens storumėje arba kauptis dugno nuosėdų paviršiuje. Tyrimo metu buvo įvertintas sezoninis skandinčių medžiagų sedimentacijos (nusėdimo) greitis skirtingose ežero dalyse.

Rezultatai rodo, kad SM sedimentacijos greitis kito nuo 154,3 iki 1219,0 $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$ priklausomai nuo sezono ir tyrimo vietos (3-12 pav.). Didžiausi sedimentacijos greičiai buvo vasaros metu (rugpjūčio mėn.), $1028,3 \pm 117,5$ ir $1112,6 \pm 110,9$ $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$, atitinkamai pietinėje ir vakarinėje ežero dalyje. Santykinai mažesni greičiai buvo pavasarį (birželio mėn.) ir rudenį (lapkričio mėn.). Dėl sedimentacijos iš vandens storumės į dugno nuosėdas per dieną patekdavo nuo 5% (pavasarį) iki 13% (vasarą) visų skandinčių dalelių.



3-12 pav. SM sedimentacijos greitis iš vandens storumės skirtingais sezonais pagrindinėse Platelių ežero zonose. Rezultatai reprezentuoja vidurkį ir standartinį nuokrypį ($n=4$).

Giliausioje ežero vietoje nuleista gaudyklė suteikė galimybę įvertinti, kiek SM galimai kaupiasi gilesnėse nei 10 m ežero dalyse. Rezultatai parodė, kad sedimentacijos greitis giliausioje vietoje yra mažesnis pavasario ($238,3 \pm 79,6$ $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$) ir rudens ($620,6 \pm 36,1$ $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$) laikotarpiu nei vasaros, kai SM sedimentacija intensyviausia ($789,0 \pm 60,0$ $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$) (3-12 pav.). Giliausioje ežero zonoje reikšmingesnis dalelių kiekis (10 %) iš vandens storumės nusėsta vasaros ir rudens metu ($0,7-1,2$ mg l^{-1}) nepaisant to, kad SM koncentracija vandenyje buvo mažesnė nei pavasarį ($1,5$ mg l^{-1}). Apibendrinant galime teigti, kad tik 8 % SM, esančios vandens storumėje, nusėsta ir kaupiasi dugno nuosėdose, likusi - galimai skaidoma vandens storumėje. Didžiausi C_{org}

ir N kiekiai skendinčioje medžiagoje nustatyti giliausioje vietoje ir siekė $184,5 \pm 32,5$ mg C g⁻¹ ir $31,1 \pm 4,9$ mg N g⁻¹, vakarinėje dalyje nustatytos $164,5 \pm 24,8$ mg C g⁻¹ ir $25,4 \pm 3,5$ mg N g⁻¹ koncentracijos. Mažiausios koncentracijos nustatytos pietinėje dalyje ($127,3 \pm 3,3$ mg C g⁻¹ ir $20,1 \pm 2,5$ mg N g⁻¹). Vidutiniai fosforo kiekiai SM buvo panašūs tarp tyrimo vietų ir siekė $2,94 \pm$ mg P g⁻¹ vakarinėje, $3,34 \pm 0,1$ mg P g⁻¹ giliausioje ir $3,07 \pm 0,1$ mg P g⁻¹ pietinėje dalyse.

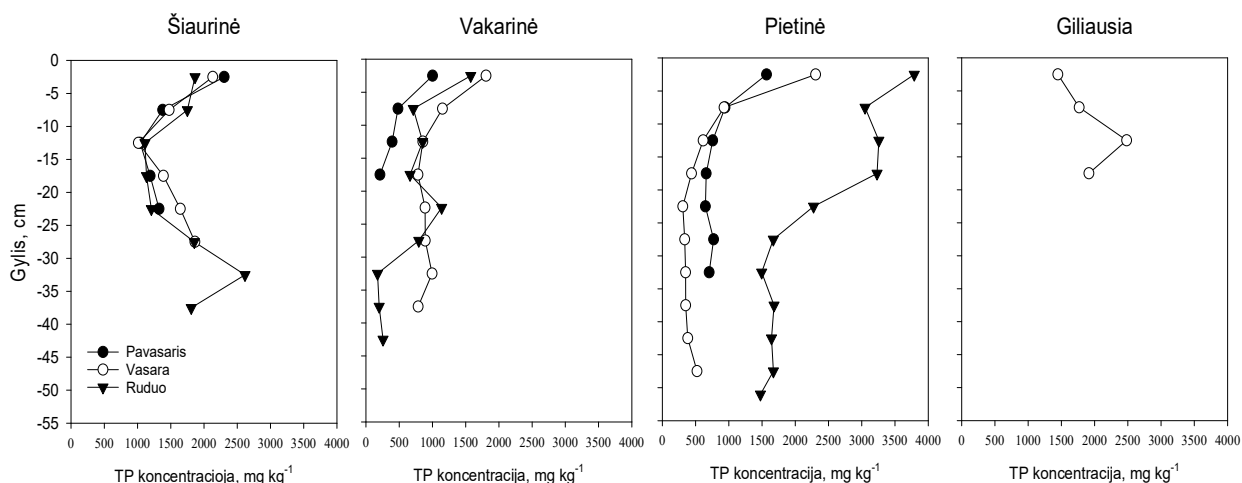
Atlikus maistmedžiagių tyrimus dugno nuosėdose nustatyta, kad didžiausi organinės anglies (C_{org}) ir N kiekiai susikaupę šiaurinės ir giliausios ežero dalies nuosėdose (3-5 lentelė). Didesni kiekiai šių maistmedžiagių yra paviršiniame (0–10 cm) ir gilesniame nuosėdų sluoksnyje (20–35 cm).

3-5 Lentelė. Organinės anglies (C_{org}) ir azoto bei jų kiekio santykis Platelių ežero dugno nuosėdose. Rezultatai reprezentuoja vidurkį (Vid.) ir standartinį nuokrypį (SN) (n=4).

Tyrimo stotis	C _{org} (%)		N (%)		C _{org} /N		Dumblo kiekis (<63μm), %
	Vid.±S N	Min–maks.	Vid.±S N	Min–maks.	Vid.±SN	Min–maks.	
Šiaurinė	21,2±5,9	8,1–30,4	2,2±0,6	1,4–2,9	9,8±1,1	8,1–11,2	54±17
Vakarinė	5,7±4,8	0,2–13,6	0,7±0,5	0,02–1,5	9,1±0,9	7,9–11,0	56±17
Pietinė	5,4±4,1	1,2–12,9	0,6±0,5	0,1–1,7	9,1±0,9	7,2–9,9	68±19
Giliausia*	11,5±7,9	5,9–17,1	1,2±0,8	0,6–1,7	9,6±0,3	9,4–9,9	

*Tyrimai atlikti tik vasaros laiku

Viduriniame nuosėdų sluoksnyje maistmedžiagių kiekiai yra ~ 40 % mažesnis nei viršutiniuose ir žemutiniuose sluoksniuose. Išskirtinai didelis C_{org} ir N kiekis šiaurinės dalies dugno nuosėdose parodo makrofitų kilmės medžiagos kaupimąsi nuosėdose (Kemp ir kt., 1977). Vidutinis C_{org} ir N santykis Platelių ežero dugno nuosėdose buvo 9,4, kuris patvirtina, kad organinės medžiagos šaltinis dugno nuosėdose yra nusėdęs fitoplanktonas ir vandens augalų liekanos.



3-13 pav. Sezoninis TP kiekio vertikalus pasiskirstymas Platelių ežero dugno nuosėdose

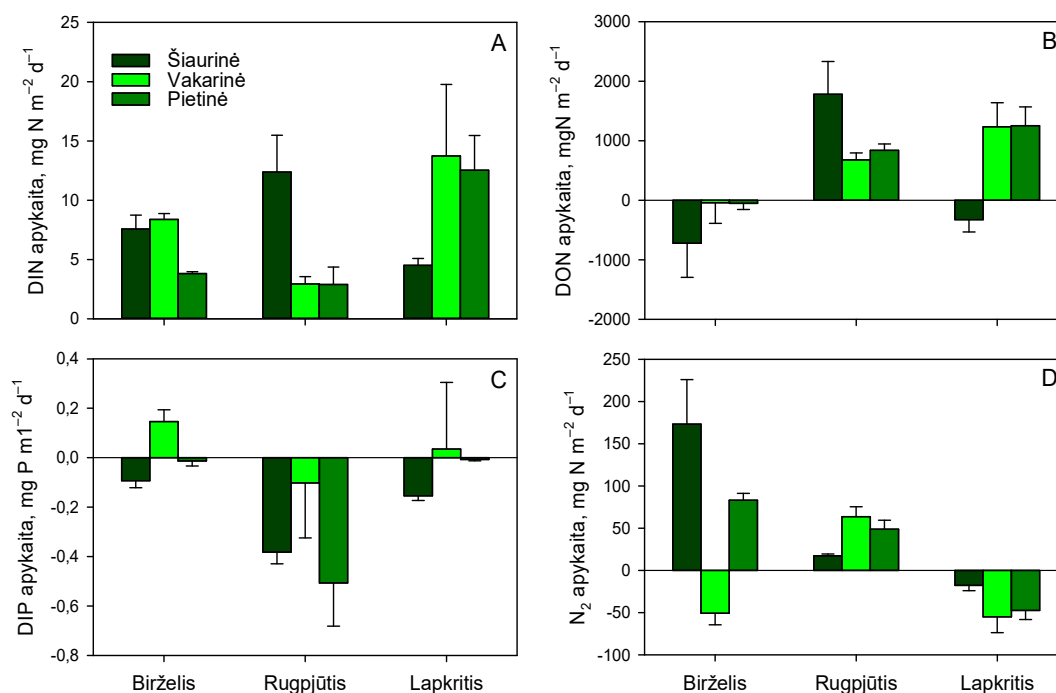
Sezoniniai tyrimai atskleidė, kad didžiausias vidutinis TP kiekis dugno nuosėdose yra susikaupęs šiaurinėje dalyje ($1603 \text{ mg P kg}^{-1}$) (3-13 pav.). Tyrimai parodė, kad vidutinis TP kiekis metų eigoje kito nedaug ($1012\text{--}2616 \text{ mg P kg}^{-1}$) ir skirtumai tarp sezonų labiau sietini su dugno nuosėdų heterogeniškumu. Vertikalus TP profilis dugno nuosėdose parodė, kad P kiekis mažėjo iki 15 cm gylio ir nuo 25 cm vėl didėjo. Tirtose dugno nuosėdose neorganinis P sudarė nuo 16 iki 30 % TP kiekio, likusi dalis - organinis fosforas.

Vakarinėje ežero dalyje buvo nustatytas mažiausias vidutinis TP kiekis paviršinėse dugno nuosėdose (791 mg P kg^{-1} , 174 iki $1806 \text{ mg P kg}^{-1}$). Skirtingai nei kitose ežero dalyse, pietinės dalies dugno TP kiekis ženkliai skyrėsi tarp sezonų nuo 309 iki $3790 \text{ mg P kg}^{-1}$, ypač rudenį. Šie skirtumai atskleidžia, kad pietinė ežero dalis gana heterogeniška ir susikaupę skirtingi organinės medžiagos kiekiai skiriasi dešimties metrų atstumu. Giliausioje ežero vietoje atlikti vienkartiniai matavimai vasaros metu parodė, kad paviršinėse dugno nuosėdose (0–20 cm) vidutinis TP kiekis buvo $1902 \text{ mg P kg}^{-1}$ ($1164\text{--}4089 \text{ mg P kg}^{-1}$) (3-13 pav.).

3.4 Maistmedžiagių apykaita tarp dugno nuosėdų ir vandens storumės bei denitrifikacija Platelių ežere

Ištirpusio neorganinio N apykaita tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens kito nuo $-1,6$ iki $40,8 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Teigiamos vidutinės reikšmės parodė, kad dugno nuosėdos visada buvo DIN šaltinis priedugnio vandeniui (3-14 pav.). Intensyviausiai DIN išsiskyrė ir akumuliovosi priedugnio vandenyje rudenį, vakarinėje ($13,7 \pm 6,0 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ir pietinėje ($12,5 \pm 2,9 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ežero dalyje. Vyraujanti ištirpusio neorganinio N forma, kuri patekdavo iš dugno nuosėdų į priedugnio vandenį buvo NO_3^- (~99% viso DIN kiekio). Tai rodo, kad visas NH_4^+ kiekis, susidaręs organinės medžiagos skaidymo (mineralizacijos) metu ar dėl difuzijos patekęs iš gilesnio nuosėdų sluoksnio, buvo nitrifikuojančių bakterijų paverčiamas į NO_3^- .

Apykaitos matavimų metu taip pat nustatyta, kad dugno nuosėdos išskyrė didelius kiekius ištirpusio organinio azoto (DON), tačiau tai priklausė nuo sezono ir ežero dugno nuosėdų (3-14 pav.). DON intensyviausiai kaupėsi priedugnio vandenyje vasaros sezonu ($1100,7 \pm 298,1 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Šis N kiekis DON formoje buvo iki 30 kartų didesnis nei DIN. Tuo tarpu pavasarį dugno nuosėdos akumuliovavo DON iš priedugnio vandens. Apibendrinant, galime teigti, kad iki šiol mažai tyrinėtas DON, galėtų būti svarbus N šaltinis Platelių ežere, ypač vasaros laikotarpiu, kai DIN kiekis vandens storumėje sumažėja. Dugno nuosėdos buvo nereikšmingos DIP apykaitoje. Daugeliu atveju jos funkcionavo kaip akumuliacinė aplinka, asimiliuojanti DIP iš priedugnio vandens.



3-14 pav. Ištirpusio neorganinio (DIN, A) ir organinio azoto (DON, B), neorganinio fosforo (DIP, C) ir molekulinio azoto (N₂, D) azoto apykaita tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens 2022 metų pavasario, vasaros ir rudens sezonais skirtingose Platelių ežero zonos. Rezultatai reprezentuoja vidurkį ir standartinį nuokrypį (n=4).

Bendras N₂ apykaitos greitis kito nuo -130,1 iki 410,1 mg N m⁻² d⁻¹ priklausomai nuo tyrimo vietos ir sezono (3-14 pav.). Neigiamos reikšmės tam tikrais sezonais parodė, kad denitrifikacija buvo nereikšminga ir dominuojantis procesas dugno nuosėdose buvo N₂ fiksacija. Tai denitrifikacijai priešingas procesas, kurio metu dėl diazotrofinių mikroorganizmų vykdomos ištirpusio N₂ fiksacijos į ekosistemą papildomai patenka N. Teigiamos reikšmės, išmatuotos eksperimentų metu, parodo, kad denitrifikacija yra vyraujantis procesas. Didžiausias denitrifikacijos greitis išmatuotas pavasarį pietinėje (12,5±2,9 mg N m⁻² d⁻¹) ir šiaurinėje (12,5±2,9 mg N m⁻² d⁻¹) ežero dalyse.

Apibendrinant rezultatus galime teigti, kad vidutinis denitrifikacijos greitis tyrimo laikotarpiu, apimant visus sezonus ir visas ežero dugno nuosėdas, buvo 45,6±12,8 mg N m⁻² d⁻¹. Perskaičiavus per ežero plotą, denitrifikacijos proceso metu iš dugno nuosėdų vidutiniškai buvo pašalinama ~ 290 kg N per dieną. Vadinasi, pavasario–rudens laikotarpiu dugno nuosėdos galėtų pašalinti iki 78 t N. Būtina atkreipti dėmesį, kad denitrifikacija dugno nuosėdose vyksta tiek dėl NO₃⁻ difuzijos iš priedugnio vandens, tiek ir NO₃⁻ susidariusių nitrifikacijos metu pačiose nuosėdose. Atsižvelgiant į tai, kad NO₃⁻ prietaka buvo didžiausia pavasarį, vadinasi, denitrifikacija šiuo sezonu intensyviausiai vyko dėl NO₃⁻ difuzijos iš priedugnio vandens. Nepaisant, kad šiltuoju periodu sumažėjus NO₃⁻ koncentracijai priedugnio vandenyje, denitrifikacija ir toliau intensyviai vyko dėl galimai padidėjusios ežero vandens temperatūros, kuri teigiamai veikia nitrifikuojančias bakterijas.

3.5 Azoto ir fosforo balansas ežere

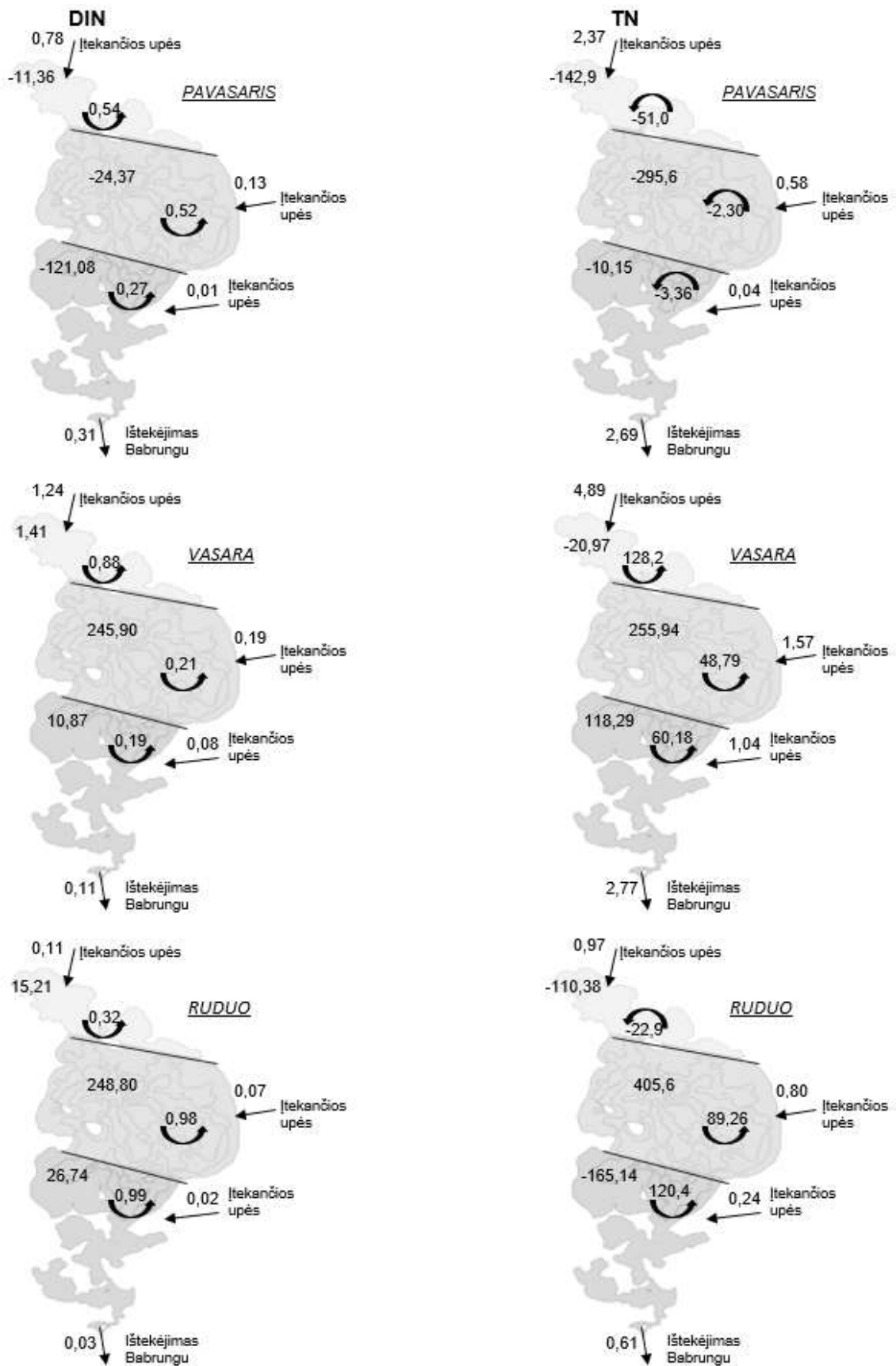
Atlikus detalius maistmedžiagių prietakos, apykaitos tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens, vandens storumėje susikaupusių kiekių matavimus buvo sudarytas maistmedžiagių (DIN, TN, DIP ir TP) sezoninis balansas, kuris parodė, kad Platelių ežero vandens storumė, ypač centrinėje dalyje atlieka svarbų vaidmenį reguliuojant maistmedžiagių apykaitą (3-1 lentelė priede).

Pavasarij DIN prietaka su upeliais (į centrinę dalį) ir iš nuosėdų ($195,2 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) tik dalinai tenkino viršutinės vandens storumės (0–10 m) poreikį ($-343,3 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Vasaros ir rudens laikotarpiu DIN ežere buvo pagaminama daugiau nei buvo jo poreikis. Didžiausi kiekiai susidarė centrinės ežero dalies viršutiniame sluoksnyje (0–10 m). DIN prietaka su upeliais ir iš dugno nuosėdų sudarė tik $\sim 1\%$ DIN kiekio, esančio ekosistemoje.

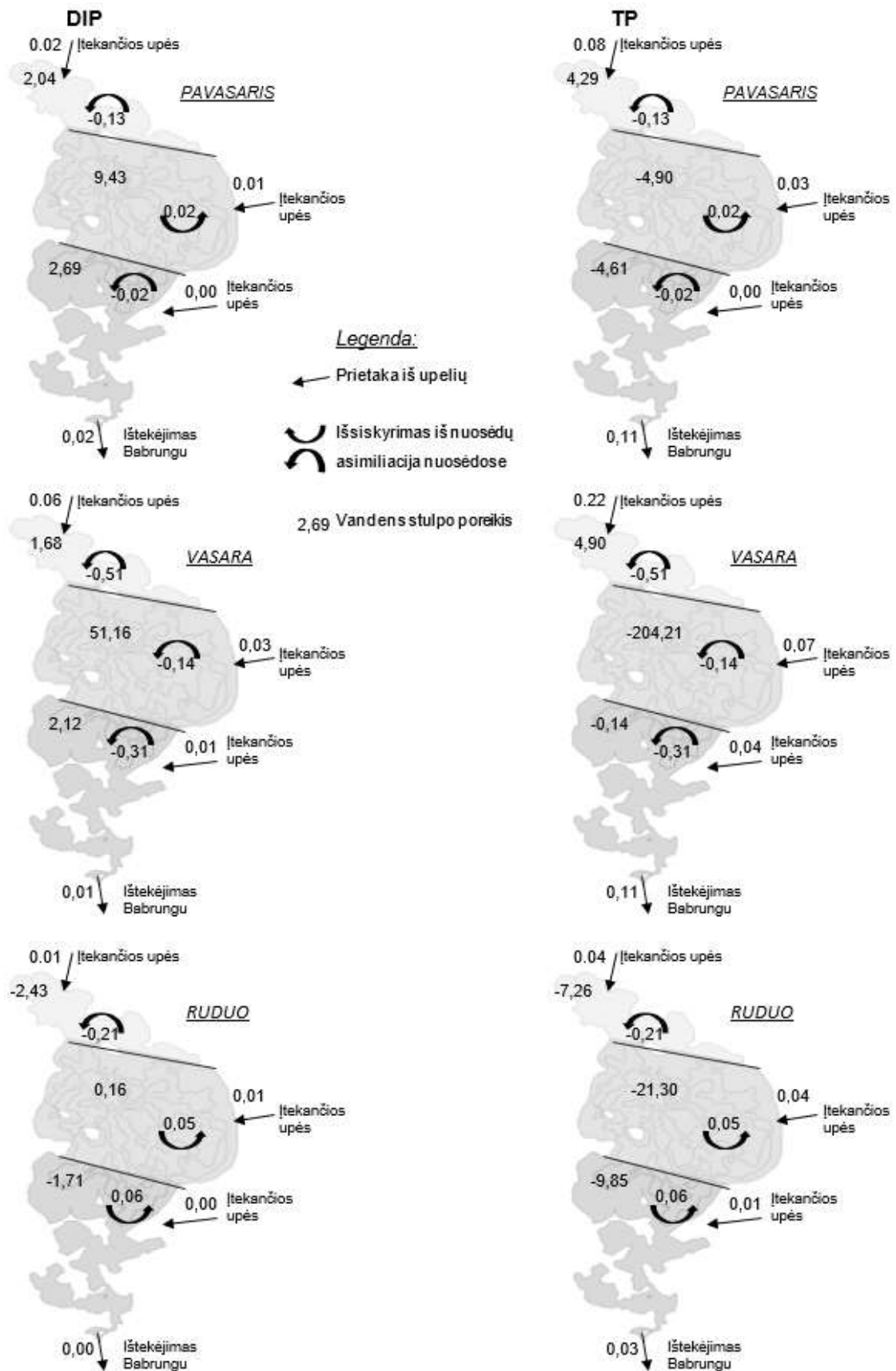
Pavasarij, TN balanse buvo nustatytas jo suvartojimas ežero vandens storumės paviršiniame 0–10 m sluoksnyje ($-347,7 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ir gilesniame nei 10 m ($-103,6 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), kurių poreikio nekompensavo santykinai nedidelė prietaka su upeliais ($2,9 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) (3-15 pav.). Didžiausias TN poreikis buvo centrinėje ežero dalyje, užimančioje didžiausią plotą. Atkreiptina, kad TN prietaka su upeliais į ežerą ir ištekėjimas buvo beveik subalansuoti. Balansas taip pat parodė, kad ežeras pagamina apie 595 ir $318 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ TN, atitinkamai vasaros ir rudens laikotarpiais (3-2 lentelė priede).

Vasaros laikotarpiu centrinės dalies viršutiniame 0–10 m sluoksnyje TN poreikis buvo $255,73 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, kuris galėjo būti kompensuojamas iš gilesnių sluoksnių arba pavyzdžiui iš dugno ($237,15 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, šiaurinėje dalyje). Tuo tarpu prietaka su upeliais buvo mažai reikšminga, nes atnešė tik $\sim 7,5 \text{ mg N m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ TN ($\sim 65\%$ iš šiaurinės dalies). Rudens laikotarpiu šiaurinėje dalyje buvo įnešamas didžiausias TN kiekis lyginant su kitomis ežero dalimis, tačiau jis nekompensavo TN poreikio ekosistemoje. Visgi centrinės dalies vandens storumė ir nuosėdos bei pietinės dalies nuosėdos pagamino didesnę TN kiekį nei buvo jo bendras poreikis.

Platelių ežeras iš bendro balanso perspektyvos pavasario ir vasaros laikotarpiais pagamino DIP, o rudenį suvartojo (3-16 pav.). DIP prietaka su upeliais kito nuo $< 0,01$ – $0,06 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ su didžiausia prietaka iš šiaurinės dalies. Nuosėdos šiaurinėje dalyje visada akumuliuo DIP ($-0,51$ iki $-0,13 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) iš vandens storumės, centrinėje dalyje išskyrė į priedugnio vandenį ($\sim 0,04 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), išskyrus vasarą ($\sim -0,14 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Tuo tarpu pietinės dalies nuosėdos intensyviai akumuliuo DIP ypač vasaros laikotarpiu ($-0,31 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), išskyrus rudenį kai jos išskyrė DIP į priedugnio vandenį ($\sim 0,06 \text{ mg P m}^{-2} \text{ d}^{-1}$).



3-15 pav. Sezoninis azoto junginių (ištirpusio neorganinio (DIN) ir bendrojo azoto (TN)) masių balansas Platelių ežere, sudarytas vertinant prietaką su intakais, ištekėjimą iš ežero, apykaitą tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens ir maistmedžiagių kiekio pokytį vandens stovymėje per laiko vienetą. Neigiama reikšmė nurodo, kad azotas yra suvartojamas ekosistemoje, o teigiama - azotas yra pagaminamas. Vienetai $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$

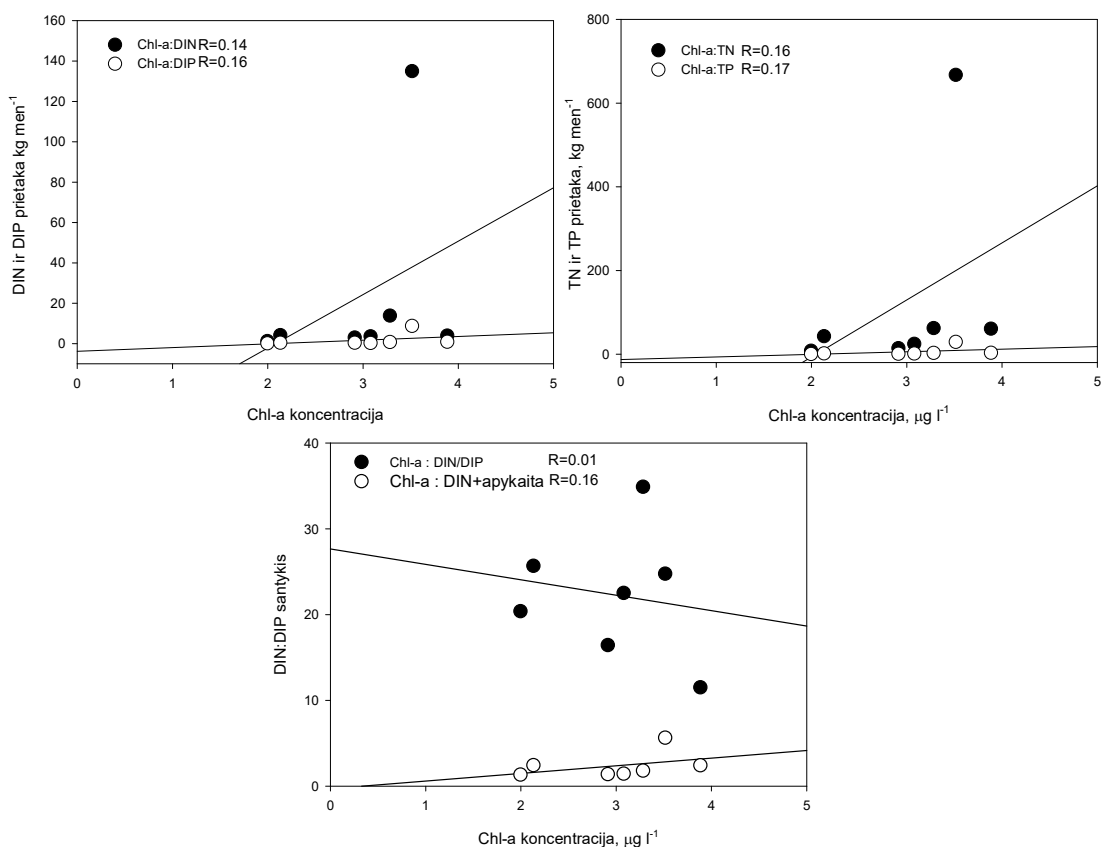


3-16 pav. Sezoninis fosforo junginių (ištirpusio neorganinio (DIP) ir bendrojo fosforo (TP)) masių balansas Platelių ežere, sudarytas vertinant prietaką su intakais, ištekėjimą iš ežero, apykaitą tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens ir maistmedžiagių kiekio pokytį vandens stovymėje per laiko vienetą. Neigiama reikšmė nurodo, kad fosforas yra suvartojamas ekosistemoje, o teigiama - fosforas yra pagaminamas. Vienetai $\text{mg m}^{-2} \text{d}^{-1}$

Vandens storumė tiek pavasario, tiek ir vasaros laikotarpiais pagamino DIP daugiausiai centrinėje ežero dalyje, išskyrus rudenį, kuomet buvo nustatytas trūkumas visose ežero dalyse ir sluoksniuose. TP suvartojimas buvo nustatytas visais sezonais nuo -5,4 iki -200,2 mg P m⁻² d⁻¹. Didžiausias poreikis buvo vasaros laikotarpiu centrinėje dalyje (204,3 mg P m⁻² d⁻¹), ypač gilesniuose sluoksniuose. Centrinėje ir pietinėje dalyse visais sezonais TP buvo suvartojamas. Tuo tarpu šiaurinėje dalyje pavasario ir vasaros laikotarpyje nustatyta, kad susidaro ~ 4,43 mg P m⁻² d⁻¹ TP, ypač paviršiniame 0–10 m sluoksnyje. Rudens laikotarpiu šioje ežero dalyje TP buvo suvartojamas (-7,43 mg P m⁻² d⁻¹).

3.6 Azoto ir fosforo išorinė įtaka fitoplanktono žydėjimui ežere

Išorinė (su upeliais) ir vidinė (iš dugno nuosėdų) maistmedžiagių prietaka gali veikti fitoplanktono augimą ir pasiskirstymą vandens telkiniuose. Siekiant įvertinti maistmedžiagių prietakos poveikį fitoplanktono dinamikai Platelių ežere buvo atlikta priežastinių (koreliacinių) ryšių analizė tarp Chl-a, kuris yra fitoplanktono biomasės aproksimacija, ir maistmedžiagių (DIN, DIP, TN ir TP bei ekologinės DIN:DIP stochiometrijos). Analizės metu nenustatyta priežastinio ryšio tarp maistmedžiagių prietakos su upeliais ir Chl-a koncentracijos, tiek analizuojant atskiras ežero dalis, tiek visą ežerą (3-17 pav., viršuje kairėje ir dešinėje). Silpnas ryšys nustatytas tik suminės DIN prietakos su upeliais ir iš dugno nuosėdų ir Chl-a koncentracijos (3-17 pav., apatinis).



3-17 pav. Chl-a koncentracijos ir maistmedžiagių prietakos bei DIN:DIP santykio koreliaciniai ryšiai

Ryšys nebuvo nustatytas tarp DIP prietakos ir Chl-a, nes Platelių ežero dugno nuosėdos veikė kaip akumuliacinė aplinka DIP.

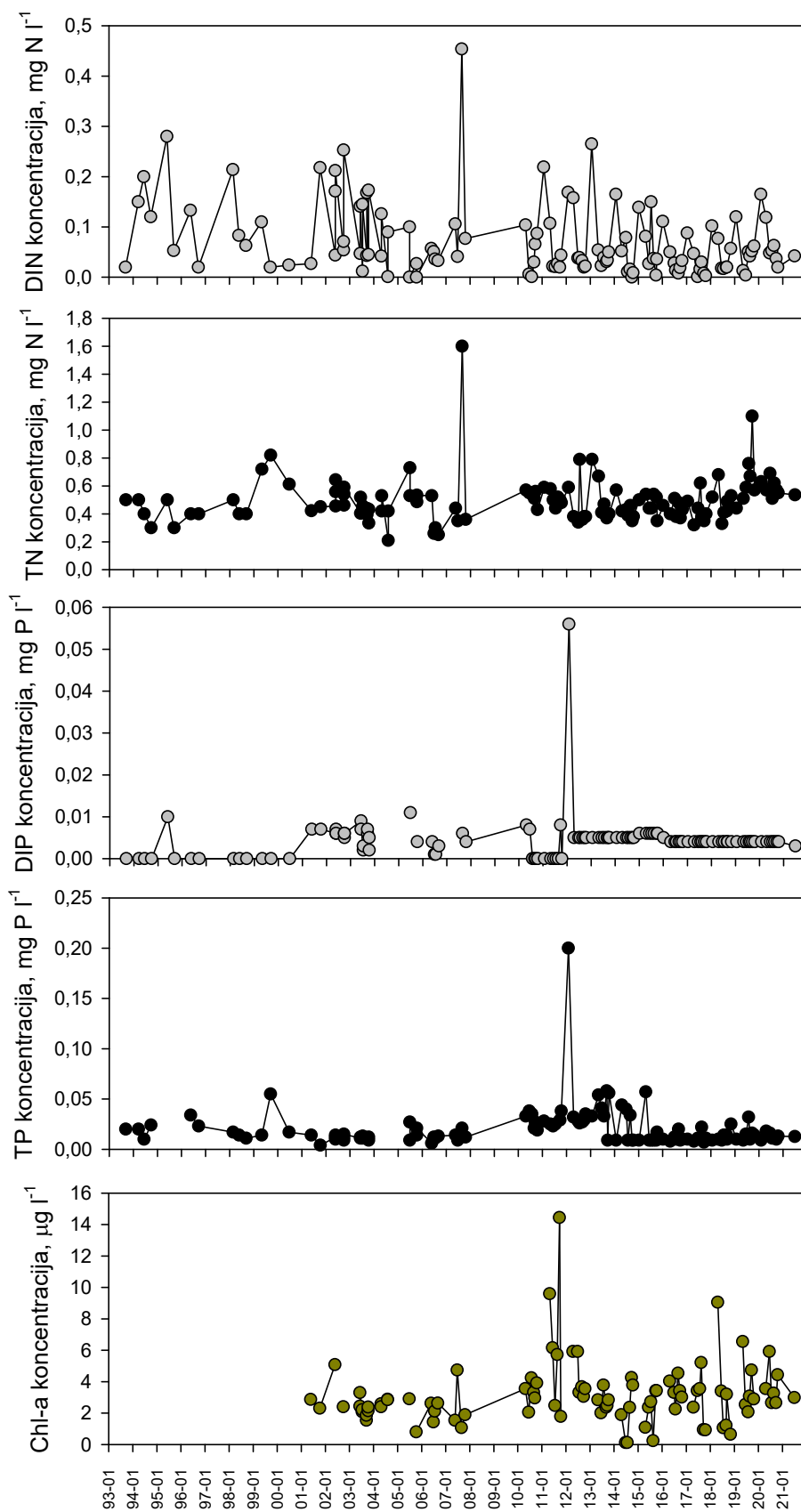
3.7 Platelių ežero vandens būklės palyginimas su kitais ežerais

Platelių ežero monitoringo duomenys, apimantys skirtingus mėnesius yra prieinami nuo 1993 metų iki 2021 m. (3-18 pav.). Šiuo laikotarpiu DIN koncentracija kito nuo 0,001 iki 0,454 mg N l⁻¹ (vidutinė 0,073±0,072 mg N l⁻¹). Matyti, kad DIN koncentracija per pasirinktus tris analizuojamus laikotarpius 1993–2000, 2001–2010 ir 2011–2020 m. turi tendenciją mažėti, atitinkamai vidutinės koncentracijos kito nuo 0,11±0,08, 0,09±0,09 iki 0,06±0,05 mg N l⁻¹. Tuo tarpu TN koncentracija linkusi neženkliai didėti nuo 0,482 mg N l⁻¹ (1993–2000 m.) iki 0,499 mg N l⁻¹ (2011–2020 m.).

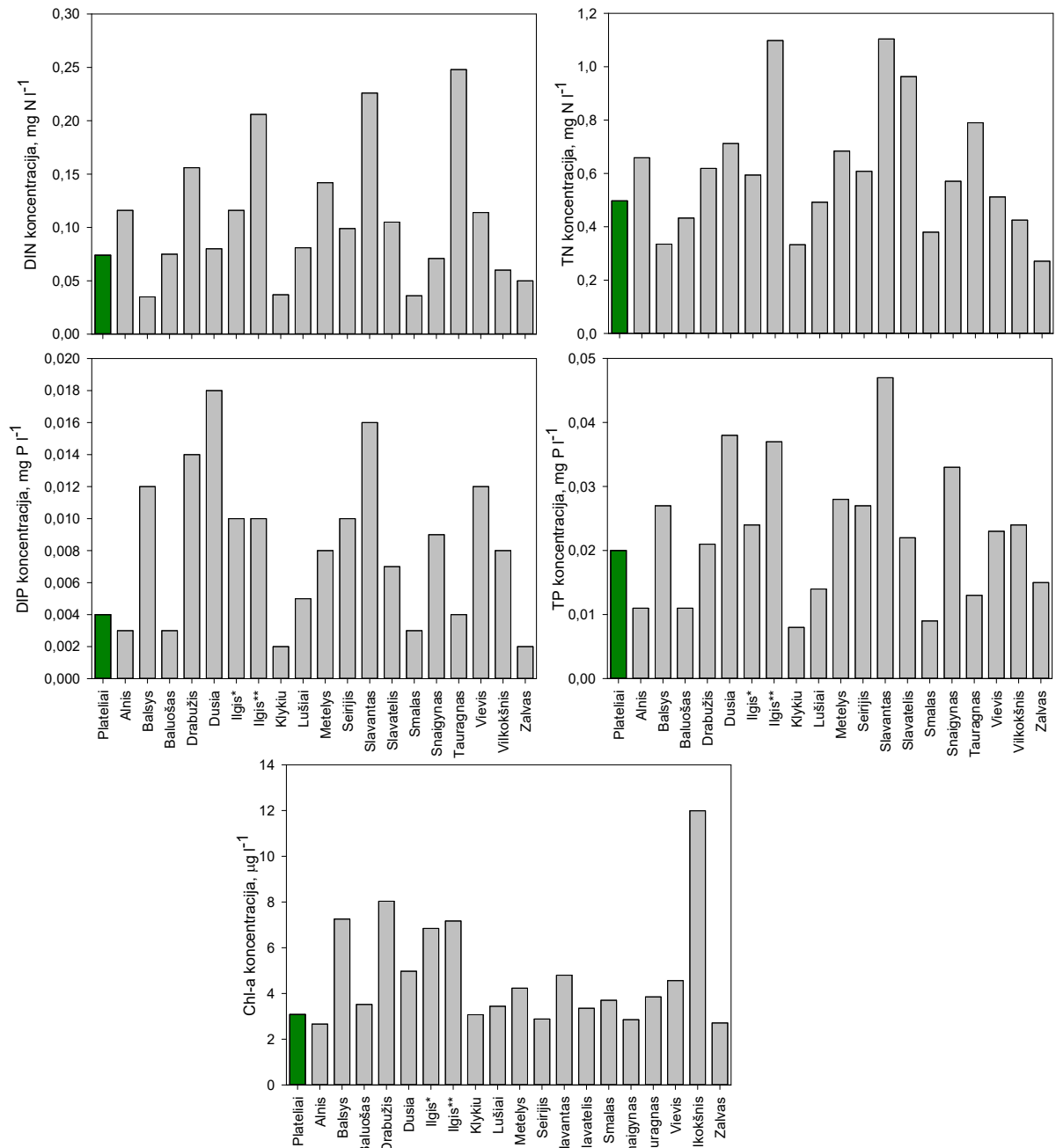
1993–2021 m. laikotarpyje DIP koncentracija neženkliai sumažėjo (3-18 pav.). Jeigu lyginant DIP koncentracijos pokytį dešimtmečiais matyti, kad vidutinė koncentracija sumažėjo 2 kartus nuo 0,010 mg P l⁻¹ (1993–2000 m.) iki 0,005 mg P l⁻¹ (2001–2010, 2011–2020 m.). Tuo tarpu TP koncentracija 1993–2020 m. laikotarpiu didėjo nuo 0,001 iki 0,200 mg P l⁻¹ (vidutinė 0,020±0,021 mg P l⁻¹). Vidutinė TP koncentracija 1993–2000 ir 2011–2020 m. laikotarpiais buvo 0,022 mg P l⁻¹, o antrajame pasirinktame dešimties metų laikotarpyje koncentracija siekė 0,015 mg P l⁻¹. Įdomu, kad šiuo atveju išsiskiria 2010–2013 m. laikotarpis, kuomet vidutinė koncentracija pasiekė net 0,039 mg P l⁻¹.

Analizuojant Chl-a, kuris yra fitoplanktono biomasės aproksimacija, svarbu pastebėti kokios yra vandens telkinio produktyvumo tendencijos. Vidutinė Chl-a koncentracija 2001–2020 m. laikotarpyje buvo 3,16±2,01 μg l⁻¹ (3-18 pav.). Pavyzdžiui, palyginus du laikotarpius 2001–2010 ir 2011–2020 m, matyti, kad Chl-a koncentracija padidėjo apie 30 % nuo 2,60 iki 3,45 μg l⁻¹.

Platelių ežeras yra svarbus telkinys, kuriame išskiriamos saugomos buveinės dėl unikalių menturdumblių bendrijų (kodas 3140). Pagal šią saugomą buveinę Lietuvoje išskiriami ~51 didesni ir mažesni ežerai, iš kurių apie pusę buvo atlikta stebėseną vykdyta Aplinkos Apsaugos Agentūros 2000–2020 m. laikotarpiu. Iš 29 tirtų ežerų palyginimui su Platelių ežeru buvo pasirinkti 19 ežerų, kurie yra priskiriami stratifikuotų, gilių ežerų tipui (3-3, 3-4 lentelė priede). Atliekant lyginamąją analizę ežerai pagal nustatytas maistmedžiagių ir Chl-a koncentracijas buvo suskirstyti į dvi grupes: a) ežerai, kuriuose koncentracija žemesnė nei nustatyta Platelių ežere ir b) ežerai su didesnėmis koncentracijomis. Iš lygintų 19 ežerų 6-iose buvo nustatytos vienodos arba žemesnės DIN, TN, DIP, TP ir Chl-a reikšmės nei Platelių ežere (3-19 pav.).



3-18 pav. Ištirpusio neorganinio azoto (DIN), bendrojo azoto (TN), ištirpusio neorganinio fosforo (DIP) bei bendrojo fosforo (TP) ir chlorofilo a (Chl-a) kaita Platelių ežere nuo 1993 iki 2021 metų



3-19 pav. Vidutinių maistmedžiagių (DIN, TN, DIP, TP) ir Chl-a koncentracijos, išmatuotos 2000–2021 metų laikotarpyje, palyginimas tarp ežerų, kuriuose yra patvirtintos ir saugomos menturdumblių bendrijų buveinės

2000–2020 m. laikotarpyje vidutinė DIN koncentracija Plateliuose buvo $0,074 \text{ mg N l}^{-1}$, o 13-oje ežerų, kuriuose nustatyta didesnė DIN koncentracija vandenyje, vidutinė reikšmė buvo $0,136 \pm 0,057 \text{ mg N l}^{-1}$. 6 ežeruose TN koncentracija buvo žemesnė nei Platelių ežere ($0,497 \text{ mg N l}^{-1}$), o 13-os ežerų vidutinė reikšmė buvo didesnė, lygi $0,718 \text{ mg N l}^{-1}$. DIP koncentracija Platelių ežere buvo $0,004 \text{ mg P l}^{-1}$, kuri buvo artima reikšmėms kituose 7 ežeruose. Tuo tarpu 13 ežerų vidutinė DIP koncentracija siekė $0,011 \pm 0,004 \text{ mg P l}^{-1}$. Įvertinta TP koncentracija Platelių ežere ($0,020 \text{ mg P l}^{-1}$) buvo artima reikšmėms 7 ežeruose, tačiau beveik tris kartus mažesnė kituose 12-oje ežerų ($0,029 \pm 0,008 \text{ mg P l}^{-1}$). Vidutinė Chl-a koncentracija per analizuojamą laikotarpį buvo

3,08 $\mu\text{g l}^{-1}$, kuri buvo panašaus dydžio 5 ežeruose. Būtina atkreipti dėmesį, kad net 14 panašiomis charakteristikomis pasižymintys ežerai turėjo didesnę Chl-a koncentraciją nei Platelių ežeras, kuri kito nuo 3,35 iki 11,99 $\mu\text{g l}^{-1}$ (vidurkis = $5,55 \pm 2,45 \mu\text{g l}^{-1}$).

Apibendrinant, matome, kad iš lygintų 19 ežerų tik viename ežere (Zalvo ež.) buvo nustatytos žemesnės arba lygios analizuotų rodiklių reikšmės nei Platelių ežere (3-19 pav.). Aštuoniuose ežeruose (Drabužis, Dusia, Ilgis*, Ilgis**, Metelys, Slavantas, Slavatėlis, Vievis) vidutinės rodiklių reikšmės didesnės nei Platelių ežere.

Platelių ežero moksliniai ar vandens būklės tyrimai atliekami retai, atvirose priegose galima rasti mažos apimties tyrimų susijusių su ežero maudyklų kokybės nustatymu vertinant mikrobiologinius, fizinius ir cheminius parametrus (Plungės rajono savivaldybė, 2008), senesni moksliniai tyrimai susiję su biologinių ežero komponentų kaita ar paplitimu: zooplanktono (Arbaciauskas ir kt. 2005), žuvų genomikos (Butkauskas ir kt. 2012), dreisenų (Butkus ir kt. 2014) ir charinių augalų (Sinkevičienė ir Gudžinskas 2021). Galima rasti nemažai tyrimų susijusių su ežero raida ir geologine struktūra (Žulkus 2004, Perminas 2007). Tačiau šie tyrimai neapima ekologinės būklės ar veiksnių galinčių įtakoti ežero vandens kokybės įvertinimo. Atviroje priegijoje pavyko rasti magistro darbą, kuriame buvo vertinama Lietuvos ežerų būklė, tarp kurių buvo vertinta ir Platelių ežero vandens būklė (Janulevičiūtė 2013), tačiau vertinimo duomenys gauti iš Aplinkos apsaugos monitoringo programos, atskirų mokslinių tyrimų nebuvo daryta. Keletas mokslinių tyrimų buvo atlikta Klaipėdos Universiteto mokslininkų įvertinant invazinių moliuskų poveikį maistmedžiagių atpalaidavimui iš nuosėdų (Ruginis ir kt., 2014, 2017). Tyrimai parodė, kad filtruojantys moliuskai gali efektyviai perdirbti ir išskirti amonį ($0,93 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ir fosfatus ($0,09 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) iš nuosėdinės aplinkos palyginus su nuosėdomis be dreisenų ir taip prisideda prie ištirpusių maistmedžiagių prieinamumo fitoplanktonui. Nuo 2017 metų pradėti pirmieji tyrimai susiję su nuotolinių metodų pritaikymu Platelių ežero ekologinės būklės vertinimui (Vaiciute ir kt. 2020) bei nendrių padengimui (Bučas ir kt. 2019; Tiškus ir kt. 2023).

IŠVADOS

1. Įvertinus intakų ekologinę būklę nustatyta, kad iš 15 tirtų intakų: 5 atitinka „labai gerą“ ekologinę būklę, 5 – „gerą“, 3 atitinka „vidutinę“ ekologinę būklę pagal NH_4^+ , TP, BDS₇. Vandenyje ištirpusio O₂ koncentracija buvo labiausiai būklę lemiantis rodiklis, dėl kurio net 2 upelių intakai atitiko tik „blogą“ ekologinę būklę.
2. Didžiausia TN ir TP prietaka nustatyta iš šiaurės rytų ežero dalies (St-6, St-8, St-10), sudaranti 78–80 % visos prietakos. Didžioji dalis (~50 %) prietakos į šią ežero dalį pateko iš St-8 tyrimo stoties.
3. Vertinant maistmedžiagių prietaką ir ištekėjimą nustatyta, kad iš Platelių ežero išnešama daugiau kaip 80 % TN ir 110 % TP nei jų buvo atnešta su intakais. Didžiausi išnešimai iš ežero vyksta žiemos ir pavasario sezonais.
4. Šlapynių ir tvenkinių sistemos (St-1, St-4, St-6, St-8), išsidėsčiusios aplink Platelių ežerą gali veikti kaip maistmedžiagių filtras. Atlikti tyrimai St-1/St-6 sistemoje parodė, kad šlapynė efektyviai sulaikė DIN, o St-4 sistema sulaikė išskirtinai visas N formas. Šios šlapynės taip veikė kaip efektyvus filtras fosforo junginiams. Visgi šlapynė ties St-8 stotimi funkcionavo kaip ištirpusių ir bendrųjų azoto ir fosforo formų reaktorius, papildydamas jų srautus į ežerą.
5. Stipri terminė stratifikacija susiformuoja giliausiose (>10 m) ežero vietose, kurių priedugnio sluoksniuose pradeda trūkti deguonies (<4 mg O₂ l⁻¹). Būtina atkreipti dėmesį, kad seklesnėse vietose (<10 m) deguonies trūkumo sąlygos susiformuoja ne tik terminės stratifikacijos metu, bet ir vandens maišymosi, kuris reguliuoja biogeocheminių procesų intensyvumą (pvz.: deguonies suvartojimą dugno nuosėdose).
6. Platelių ežere TN ir TP koncentracija pasiskirsto tolygiai tarp trijų stoties sluoksnių (epi-, meta- ir hipolimniono). Tuo tarpu DIN ir DIP koncentracija, ypač giliausiose ežero dalyse (centrinėje ir rytinėje) yra 4–6 kartus didesnė hipolimnionė lyginant su epilimnionu.
7. Chl-a koncentracija neženkiai skyrėsi tarp ežero dalių. Didžiausios vertės (> 3,0 μg l⁻¹) nustatytos šiaurinėje, giliausioje ir rytinėje dalyse. Šiaurinė dalis išsiskyrė didesne fitoplanktono bioįvairove bei didėjančia Chl-a koncentracija su gyliu. Platelių ežere dominuojančios fitoplanktono klasės buvo *Diatomophyceae*, *Chrysophyceae* ir *Cryptophyceae*.

8. Žvelgiant iš 11 metų retrospektyvos, Platelių ežero būklė pagal EKS, TN, TP ir BDS₇ indikatorius išlieka „labai gera“, išskyrus 2011–2013 m. laikotarpį, kai padidėjus EKS ir TP rodikliams nustatyta „gera“ ežero būklė.
9. Rezultatai parodė, kad tik dalis (8 %) skendinčių medžiagų kaupiasi dugno nuosėdose, likusi - galimai skaidoma vandens storumėje.
10. Dugno nuosėdos buvo nereikšmingos DIP išsiskyrimui. Daugeliu atveju jos funkcionavo kaip DIN ir DON šaltinis vandens storumei.
11. Perskaičiavus per ežero plotą, denitrifikacijos proceso metu iš dugno nuosėdų vidutiniškai buvo pašalinama ~ 290 kg N per dieną. Vadinas, pavasario–rudens laikotarpiu dugno nuosėdos gali pašalinti iki 78 t N.
12. Šiaurinės ežero dalies dugno nuosėdos išsiskyrė 2–3 kartus didesnėmis C, N ir P vertėmis lyginant su vakarinės ir pietinės dalies nuosėdomis. Didesnis maistmedžiagų, ypač N, kiekis nulėmė organinės medžiagos kokybę. Fosforo formų analizė nuosėdose parodė, kad šiaurinėje dalyje P dominuoja organinėje formoje (~76 % TP kiekio), o pietinėje ir vakarinėje šis kiekis yra mažesnis (~ 44 %).
13. Maistmedžiagų masių balanso skaičiavimai parodė, kad ežero vandens storumėje (0–10 m ir >10 m sluoksniuose) vyksta intensyvūs maistmedžiagų biogeocheminiai virsmai (mineralizacija, asimiliavimas, išsiskyrimas). TN balansas rodo, kad suvartojimas vandens storumėje (0–10 m sluoksniuose) yra 56 kartus didesnis nei jo atnešama su upeliais. Tikėtina, kad gilesni ežero sluoksniai (>10 m) kartu su atpalaiduotu N iš nuosėdų papildo viršutinius sluoksnius beveik dvigubai didesniu kiekiu. TP balansas taip pat rodo aktyvų suvartojimą, tačiau šis poreikis nėra kompensuojamas prietakos su intakais ar iš gilesnių sluoksnių.
14. Priežastinių ryšių analizė parodė, kad Chl-a koncentracija, kuri yra fitoplanktono biomasės aproksimacija, neturi ryšio su maistmedžiagų prietaka į ežerą iš žemyninės dalies.
15. Platelių ežero DIN, TN, DIP, TP ir Chl-a kaita 1993–2020 m. laikotarpyje parodė, kad ištirpusios neorganinės N ir P formos turi tendenciją mažėti, TN neženkiai didėti (4 %), o TP išlieka beveik nepakitęs.
16. Platelių ežero vandens kokybė pagal DIN, TN, DIP, TP ir Chl-a reikšmes yra 6–8 vietoje tarp 19 gilių (> 5,9 m) ir stratifikuotų ežerų Lietuvoje.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Arbaciauskas, K. The distribution and local dispersal of Ponto-Caspian Peracarida in Lithuanian fresh waters with notes on Pontogammarus robustoides population establishment, abundance and impact. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 2005, 34.Suppl 1: 93-111.
- Bower CE, Holm-Hansen T (1980) A salicylate-hypochlorite method for determining ammonia in seawater. *Can J Fish Aquat Sci* 37(5):794–798
- Bučas, M. 2019. Drone and sentinel-2 data application for mapping of mowing effects on reed stands in the Plateliai lake (Lithuania). Pristatymas. Prieinamas: https://www.costharmonious.eu/wp-content/uploads/2019/03/05_Martynas_compressed.pdf
- Butkauskas, Dalius, ir kt. 2012. Investigations into genetic diversity of the perch inhabiting Ignalina nuclear power plant cooler and other inland water bodies of Lithuania on the basis of mtDNA analysis. *Veterinarija ir Zootechnika*, 60.82: 7-12.
- Butkus, Rokas, ir kt. 2014 Distribution and current status of non-indigenous mollusc species in Lithuanian inland waters. *Aquatic Invasions*, 9.1: 95-103.
- D1-210 įsakymas. 2007. Dėl paviršinių vandens telkinių ekologinės būklės vertinimo tvarkos aprašo patvirtinimo. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.296626?jfwid=kylasy8la>
- D1-256 įsakymas. 2005. Dėl paviršinių vandens telkinių tipų aprašo, upeliai pagal savo charakteristikas negali būti priskirti nė vienam tipui. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.256896/asr>
- D1-313 įsakymas. 2006. LAND 81-2006 Vandens debito matavimo hidrometriniais suktukais ir plūdėmis metodika patvirtinimo. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.281398?jfwid=pd6eq4r2a>
- Dalsgaard T, Nielsen LP, Brotas V, Viaroli P, Underwood G, Nedwell D, Sundbäck K, Rysgaard S, Miles A, Bartoli M, Dong L, Thornton DCO, Otossen LDM, Castaldelli G, Risgaard-Petersen N (2000) Protocol handbook for NICE—nitrogen cycling in estuaries: a project under the EU research program: Marine Science and Technology (MAST III). National Environmental Research Institute, Silkeborg
- Grasshoff K, Ehrhardt M, Kremling K (1983) Methods of seawater analysis, 2nd edn. Verlag Berlin Chemie, Berlin
- ISO 10260:1992 (E) „Water quality – Measurement of biochemical parameters – Spectrometric determination of the chlorophyll-a concentration“, International standard (liet. „Vandens kokybė. Biocheminių parametų matavimas. Spektrometrinis chlorofilo „a“ koncentracijos nustatymas“).
- ISO 1899-2:1998 “Water quality - Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n) International standard (liet. Vandens kokybė. Biologinio deguonies suvartojimas per n dienų).
- Janulevičiūtė, I. 2013. LIETUVOS EŽERŲ VANDENS BŪKLĖS PANAŠUMŲ IR SKIRTUMŲ STATISTINIS VERTINIMAS. Magistro darbas, 53 p.
- Kemp, A. L. W., Thomas, R. L., Wong, H. K. T., & Johnston, L. M. 1977. Nitrogen and C/N ratios in the sediments of lakes superior, Huron, St. Clair, Erie, and Ontario. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 14(10), 2402-2413.
- LST EN 15972:2011 Vandens kokybė. Fitoplanktono nustatymo, taikant atvirkštinę mikroskopiją (Utermöhl'o būdą), vadovas.
- LST EN 16695:2016 Vandens kokybė. Nurodymai dėl fitoplanktono biologinio tūrio įvertinimo.
- Perminas, Klaidas, 2007. Dugouts from lake Plateliai and the cultural landscape of their sites. *Acta historica universitatis Klaipedensis*, 2007, 15: 127-133.
- Plungės rajono savivaldybė, 2008. MAUDYMOŠI VIETŲ TVARKYMAS PRIE PLATELIŲ EŽERO.

<https://hi.lt/uploads/news/id808/maud%20vietu%20tvarkymas%20prie%20Plateliu%20ezero.pdf>

- Ruginis, Tomas, ir kt. 2014. Benthic respiration and stoichiometry of regenerated nutrients in lake sediments with *Dreissena polymorpha*. *Aquatic sciences*, 76.3: 405-417.
- Ruginis, T., ir kt. 2017. Seasonal effect of zebra mussel colonies on benthic processes in the temperate mesotrophic Plateliai Lake, Lithuania. *Hydrobiologia*, 2017, 802.1: 23-38.
- Senasis ežerėlis. 2014. Platelių ežero hidrocheminių ir hidrobiologinių parametrų monitoring programa.
- Sinkevičienė, Z.; Gudžinskas, Z. 2021. Revision of the characeae (Charales, Charophyceae) species and their distribution in Lithuania. *Botanica*, 27.2: 95-124.
- Tiškus, Edvinas, ir kt. 2023. Evaluation of common reed (*Phragmites australis*) bed changes in the context of management using earth observation and automatic threshold. *European Journal of Remote Sensing*, 2023, 56.1: 100-114.
- Vaiciute, D. ir kt. 2020 INOVACIJOS LIETUVOS VANDENS TELKINIŲ APLINKOS BŪKLĖS VERTINIME. Jūros ir krantų tyrimai 2020. Konferencijos medžiaga.
- Zilius M, Bartoli M, Bresciani M, Katarzyte M, Ruginis T, Petkuvienė J, Lubiene I, Giardino C, Bukaveckas PA, de Wit R, Razinkovas-Baziukas A (2014) Feedback mechanisms between cyanobacterial blooms, transient hypoxia, and benthic phosphorus regeneration in shallow coastal environments. *Estuaries Coasts* 37(3):680–694. <https://doi.org/10.1007/s12237-013-9717-x>
- Zilius, M., ir kt. 2018. The influence of cyanobacteria blooms on the attenuation of nitrogen throughputs in a Baltic coastal lagoon. *Biogeochemistry*, 2018, 141.2: 143-165.
- Žulkus, Vladas. Nuo Platelių iki Lūksto. Kuršių ir žemaičių paribiai XII-XV amžiais. *Acta Academiae artium Vilnensis. Dailė*, 2004, 34: 145-162.

PRIEDAI

2-1 lentelė. Mėginių ėmimo planas upelių intakuose.

	Sausis	Vasaris	Kovas	Balandis	Gegužė	Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis	Lapkritis	Gruodis	Nepaimta	Paimta
1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	5	7
2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	2	10
4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
5	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	4	8
6	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	1	11
7	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
8	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	1	11
9	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
10	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
11	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	2	10
12	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
13	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
14	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12
15	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		12

2-2 lentelė. Mėginių ėmimas pagal sluoksnius ežere. Žalia spalva pažymi mėginių paėmimą, raudona spalva – nesudarė startifikacija ir metalimnionė mėginiai nebuvo imti.

Tyrimo stotis	Vandens sluoksniai	Balandis	Gegužė	Birželis	Liepa	Rugpjūtis	Rugsėjis	Spalis
Šiaurinė	Epilimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Metalimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Hipolimnionė	█	█	█	█	█	█	█
Vakarinė	Epilimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Metalimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Hipolimnionė	█	█	█	█	█	█	█
Giliausia	Epilimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Metalimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Hipolimnionė	█	█	█	█	█	█	█
Rytinė	Epilimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Metalimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Hipolimnionė	█	█	█	█	█	█	█
Pietinė	Epilimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Metalimnionė	█	█	█	█	█	█	█
	Hipolimnionė	█	█	█	█	█	█	█

3-1 lentelė. Vidutinė azoto ir fosforo formų prietaka pagal įtekančius upelius į Platelių ežerą 2022 m. sausio–gruodžio mėn.

Tyrimo stotys	Azoto formos, kg mėn. ⁻¹		Fosforo formos, kg mėn. ⁻¹	
	DIN	TN	DIP	TP
<i>St-1</i>	3,5	44,6	0,7	2,1
<i>St-3</i>	0,7	1,4	0,03	0,06
<i>St-11</i>	0,4	0,7	0,01	0,04
<i>St-4</i>	0,6	13,7	0,09	0,4
<i>St-10</i>	28,6	92,3	0,5	2,7
<i>St-6</i>	50,0	100,9	1,1	3,5
<i>St-8</i>	72,3	223,9	2,8	8,8
<i>St-12</i>	4,7	10,1	0,2	0,6
<i>St-13</i>	2,0	13,4	0,1	0,5
<i>St-14</i>	3,6	19,4	0,2	0,6

3-2 lentelė. Sezoninis azoto (ištirpusio neorganinio (DIN) ir bendrojo azoto (TN)) ir fosforo junginių (ištirpusio neorganinio (DIP) ir bendrojo fosforo (TP)) masių balansas Platelių ežere, sudarytas vertinant prietaką su intakais, ištekėjimą iš ežero, apykaitą tarp dugno nuosėdų ir priedugnio vandens ir maistmedžiagių kiekio pokytį vandens stovymėje per laiko vienetą. Neigiama reikšmė nurodo, kad azotas/fosforas yra suvartojamas ekosistemoje, o teigiama – azotas/fosforas yra pagaminamas.

Sezonas	Ežero dalis	Prietak a su intakais	Pokytis 0–10 m sluoksnyje	Pokytis >10 m sluoksnyje	Apykaita su dugno nuosėdomis	Ištekėjimas	Δ
DIN							
Pavasaris	Šiaurinė	0,78	-11,3	-0,04	0,54	-0,31	-
	Centrinė	0,13	-217,3	192,9	0,52		
	Pietinė	0,01	-114,6	-6,46	0,27		
Vasara	Šiaurinė	1,24	1,41	0,00	0,88	-0,11	264,14
	Centrinė	0,19	-20,90	266,80	0,21		
	Pietinė	0,08	14,15	-3,29	0,19		
Ruduo	Šiaurinė	0,11	15,20	0,01	0,32	-0,03	293,32
	Centrinė	0,07	58,31	190,60	0,98		
	Pietinė	0,02	23,72	3,02	0,99		
TN							
Pavasaris	Šiaurinė	2,37	-142,85	-0,02	-51,00*	-2,69	-
	Centrinė	0,58	-204,87	-90,74	-2,30*		
	Pietinė	0,04	2,7	-12,85	-3,36*		
Vasara	Šiaurinė	4,89	-21,0	0,03	128,18*	-2,77	595,13
	Centrinė	1,57	-255,73	511,66	48,79*		
	Pietinė	1,04	83,46	34,83	60,18*		
Ruduo	Šiaurinė	0,97	-110,41	0,03	-22,93*	-0,61	318,28
	Centrinė	0,80	137,25	268,38	89,26*		
	Pietinė	0,24	-167,11	1,97	120,44*		

DIP							
Pavasaris	Šiaurinė	0,02	2,04	0,00	-0,13	-0,02	14,03
	Centrinė	0,01	3,99	5,43	0,02		
	Pietinė	0,00	2,47	0,22	-0,02		
Vasara	Šiaurinė	0,06	1,68	0,00	-0,51	-0,01	54,09
	Centrinė	0,03	3,00	48,16	-0,14		
	Pietinė	0,01	1,84	0,28	-0,31		
Ruduo	Šiaurinė	0,01	-2,43	-0,00	-0,21	-0,00	-4,05
	Centrinė	0,02	0,26	-0,10	0,05		
	Pietinė	0,00	-1,62	-0,09	0,06		
TP							
Pavasaris	Šiaurinė	0,08	4,29	0	-0,13**	-0,11	-5,36
	Centrinė	0,03	-4,90	0	0,02**		
	Pietinė	0,00	2,51	-7,13	-0,02**		
Vasara	Šiaurinė	0,22	4,90	0	-0,51**	-0,11	-200,19
	Centrinė	0,07	-13,38	-190,83	-0,14**		
	Pietinė	0,04	-1,67	1,53	-0,31**		
Ruduo	Šiaurinė	0,04	-7,26	-0,00	-0,21**	-0,03	-38,01
	Centrinė	0,04	-0,22	-21,08	0,05**		
	Pietinė	0,02	-7,13	-2,71	0,06**		

*TN apykaita nuosėdose vertinta kaip DIN+DON

**TP apykaita nuosėdose vertinta kaip

DIP

3-3 lentelė. Lietuvos ežerų sąrašas ir savybės

Ežero pavadinimas	Kodas	Ežero plotas, km ²	Vidutinis ežero gylis, m	Pratakumas
Plateliai	LT34	12,06	11,4	12
Alnis	LT65	1,09	5,9	26
Balsys	LT509	0,55	15,2	12
Baluošas	LT211	4,23	10,7	103
Drabužis	LT116	0,55	9,7	94
Dusia	LT43	23,46	15,4	
Ilgis*	LT273	3,29	7,9	54
Ilgis**	LT394	0,67	6,5	
Klykių	LT539	0,51	14,3	8
Lūšiai	LT327	3,52	13,9	249
Metelys	LT236	12,98	6,8	12
Seirijis	LT193	5,11	8,0	
Slavantas	LT177	1,91	11,3	
Slavatėlis	LT515	0,58	9,4	203
Smalvas	LT220	3,40	8,2	34
Snaigynas	LT252	2,09	7,6	12
Tauragnas	LT442	6,03	18,7	
Vievis	LT137	2,99	12,9	18
Vilkokšnis	LT373	3,39	7,1	80
Zalvas	LT523	0,5	7,9	26

3-4 lentelė. 2000–2021 m. vidutinės vandens kokybės rodiklių (DIN – ištirpusio neorganinio azoto, TN – bendrojo azoto, DIP - ištirpusio neorganinio fosforo, TP - bendrojo fosforo, chlorofilo a) reikšmės Lietuvos ežeruose, turinčiuose saugomą buveinę (kodas 3140).

Ežero pavadinimas	2000-2021 laikotarpio vidutinės rodiklių reikšmės				
	DIN, mg N l ⁻¹	TN, mg N l ⁻¹	DIP, mg P l ⁻¹	TP, mg P l ⁻¹	Chl-a, µg l ⁻¹
Plateliai	0,074	0,497	0,004	0,02	3,08
Alnis	0,116	0,659	0,003	0,011	2,66
Balsys	0,035	0,335	0,012	0,027	7,25
Baluošas	0,075	0,433	0,003	0,011	3,52
Drabužis	0,156	0,619	0,014	0,021	8,03
Dusia	0,08	0,712	0,018	0,038	4,97
Ilgis*	0,116	0,594	0,01	0,024	6,84
Ilgis**	0,206	1,098	0,01	0,037	7,17
Klykių	0,037	0,333	0,002	0,008	3,07
Lūšiai	0,081	0,492	0,005	0,014	3,44
Metelys	0,142	0,684	0,008	0,028	4,23
Seirijis	0,099	0,608	0,01	0,027	2,88
Slavantas	0,226	1,104	0,016	0,047	4,8
Slavatėlis	0,105	0,963	0,007	0,022	3,35
Smalvas	0,036	0,38	0,003	0,009	3,7
Snaigynas	0,071	0,571	0,009	0,033	2,85
Tauragnas	0,248	0,79	0,004	0,013	3,85
Vievis	0,114	0,512	0,012	0,023	4,56
Vilkokšnis	0,06	0,425	0,008	0,024	11,99
Zalvas	0,05	0,271	0,002	0,015	2,71