

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
INŽINERIJOS KATEDRA

Ieva Jokubauskaitė

**EŽERŲ FIZINIŲ SAVYBIŲ IR REKREACINĖS
APKROVOS POVEIKIO NENDRIŲ AUGIMUI VERTINIMAS**

Magistro darbas

Gamtinių sistemų valdymo magistro studijų programa

Vadovė doc. dr. Laura Šukienė

Šiauliai, 2018

TURINYS

ĮVADAS.....	4
1. EŽERŲ PAKRANČIŲ POKYČIAI.....	6
1.1. Vandens skaidrumo įtaka pakrančių užžėlimui.....	10
1.2. Vandens temperatūros įtaka pakrančių užžėlimui.....	12
1.3. Vandens prisotinimo deguonimi pokyčių įtaka pakrančių užžėlimui	12
1.4. Ežerų eutrofikacijos procesų tyrimai.....	13
1.5. Mokslinių tyrimų, apie paprastųjų nendrių biologiją, analizė.....	16
1.6. Rekreacijos įtaka vandens telkiniams	18
1.7. Rekreacinių išteklių Kelmės rajone apžvalga	20
2. BRIDVAIŠIO, GAUŠTVINIO IR GILIAUS EŽERŲ FIZINIŲ SAVYBIŲ BEI REKREACIJOS ĮTAKOS NENDRĖJIMO PROCESUI NUSTATYMAS.....	22
2.1. Tyrimo objektas.....	23
2.1.1. Bridvaišio ežeras.....	24
2.1.2. Gauštvinio ežeras.....	26
2.1.3. Giliaus ežeras.....	27
2.2. Tyrimo metodika	28
2.3. Duomenų analizės metodai	31
3. TYRIMO DUOMENŲ REZULTATŲ ANALIZĖ	33
3.1. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo pokyčiai	33
3.2. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo priklausomybė nuo ežerų vandens skaidrumo, temperatūros ir ištirpusio deguonies kiekio	37
3.3. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo priklausomybė nuo ežerų pakrančių lankytojų skaičiaus	43
IŠVADOS.....	46
SANTRAUKA	47
SUMMARY	49

LITERATŪROS SĀRAŠAS.....	51
--------------------------	----

IVADAS

Ežerai – vienas svarbiausių Lietuvos kraštovaizdžio elementų, formuojančių jo estetinę, rekreacinę, ūkinę, gamtosauginę ir komercinę vertę. Šalyje priskaičiuojama apie 2830 didesnių nei 0,5 ha ežerų ir apie 4750 mažesnių nei 0,5 ha ežerėlių (Pakalnis, Venckus, 2012). Ežeras, kaip gamtos išteklius, turi didelį naudojimo potencialą, yra svarbus skatinant savivaldybių ekonomikos vystymąsi (Urtane, 2014). Natūralūs ir antropogeninio poveikio sukelti ežerų ir jų pakrančių ekosistemų pokyčiai neigiamai veikia ežerų bioįvairovę, kraštovaizdžio kokybę (Balevičienė ir kt., 2009).

Dažna Lietuvos ežerų pakrančių problema – paprastosiomis nendrėmis (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud) tankiai apaugusios pakrantės. Dėl spartaus šių augalų dauginimosi, nendrių sąžalynai užima kitų augalų augimvietes, pakrantės tampa neprieinamos poilsiautojams, ilgainiui ežerai visiškai uždumblėja ir virsta pelkėmis. Nendrėmis apaugusios pakrantės ypač aktuali problema Lietuvos saugomų teritorijų sistemai. Kadangi saugomų teritorijų sistemos tikslas išlaikyti tam tikroms Lietuvos vietoms būdingą kraštovaizdį ir biologinę įvairovę, užtikrinti kraštovaizdžio ekologinę pusiausvyrą, gamtos išteklių subalansuotą naudojimą ir atkūrimą, sudaryti sąlygas pažintiniam turizmui (Lietuvos Respublikos Seimas, 1993) - nevaldomas nendrių plitimas ežeruose apsunkina šių siekių įgyvendinimą.

Siekiant apriboti neigiamus ežerų ekosistemų pokyčius Lietuvoje, jau prieš keletą dešimtmečių buvo pradėti vykdyti ežerų ekosistemų atstatymo darbai (Balevičienė ir kt., 2009), tarp jų ir pakrančių nendrynų juostų naikinimas. Norint pasirinkti optimaliausią paprastųjų nendrių naikinimo pakrantėse būdą ir nustatyti nendrių plitimo intensyvumą, svarbu įvertinti ežero fizines savybes ir nustatyti kokią įtaką šie parametrai turi nendrių augimo intensyvumui. Kadangi šiuo metu ežerai yra neatsiejama rekreacijos dalis, būtina atsižvelgti ir į poilsiautojų daroma įtaką. Pastaroji gali būti ne tik žalinga, bet ir duoti tam tikros naudos kovojant su nepageidaujamais pakrančių augalais. Japonijos limnologai nustatė, jog nendrių morfologiniai rodikliai blogėja veikiant jas mechaniškai, kas gali būti susieta su rekreacijos veikla vandens telkinių pakrantėse (Zhang et al., 2014).

Darbo tikslas - nustatyti Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų fizinių savybių (vandens temperatūros, skaidrumo ir prisotinimo deguonimi) bei rekreacijos įtaką nendrėjimo procesui.

Uždaviniai:

1. Nustatyti Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų fizinius parametrus: skaidrumą, ištirpusio deguonies kiekį, vandens temperatūrą.

2. Išmatuoti pasirinktuose ežeruose augančių paprastųjų nendrių morfologinius parametrus: aukštį ir tarpamblių skaičių.

3. Įvertinti rekreacijos intensyvumą Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežeruose.

4. Nustatyti ežerų fizinių parametrų ir rekreacinės apkrovos rezultatų ryšį su paprastųjų nendrių morfologiniais parametrais.

Temos aktualumas ir naujumas. Nevaldomas arba sunkiai valdomas pakrančių užžėlimas paprastosiomis nendrėmis kelia vis didesnį susirūpinimą. Paprastosios nendrės dėl savo plataus išplitimo visame pasaulyje jau įtrauktos į Pasaulinę gamtos apsaugos organizacijos (IUCN) pavojingų rūšių sąrašą (kai kuriose šalyse net paskelbtos invazine rūšimi) ir kelia didelę grėsmę ežerų biologinės įvairovės mažėjimui, turi neigiamą ekonominę reikšmę regionams.

Ežerai ir jų pakrantės dažnai naudojami poilsio tikslais, todėl rekreacinė apkrova taip pat gali turėti įtakos pakrančių užžėlimui. Atliktas tyrimas galėtų būti naudingas rengiant teritorijų planavimo dokumentus, kuriuose numatomos rekreacinės teritorijos. Taip pat vykdamas pakrančių tvarkymo darbus ir pasirenkant tinkamiausią paprastųjų nendrių plitimo valdymo būdą.

1. EŽERŲ PAKRANČIŲ POKYČIAI

Ežeras yra kintantis gamtos elementas, nes neretai drėgno klimato teritorijose, susidarius palankioms sąlygoms, yra prisotinamas maistingųjų medžiagų, užželia, o pasikeitus ežero augalijai prasideda pelkėjimo procesai. Šių pokyčių ežeruose sparta priklauso nuo ežero kilmės, dubens, ežero formos, dirvožemio, ežero geografinės padėties bei ežero baseino bazinių uolienu (Urtane, 2014). Ežeruose vykstančius pokyčius nulemia vandens telkinių geografinė padėtis, klimatinės sąlygos ir derlingi dirvožemiai, kurių nuoplovos skatina ežerų užaugimą makrofitais (Balevičienė ir kt., 2009). Taip pat ežero pelkėjimo procesų sparta priklauso ir nuo ežero pratakumo. Mažo pratakumo ežeruose greičiau kaupiasi į jį patenkančios biogeninės medžiagos, intensyvėja eutrofiniams ežerams būdingi procesai.

Analizuojant ežero atsiradimo, egzistavimo ir išnykimo, t. y. ekologinės sukcesijos kontekstą, galima išskirti kelis maistingųjų medžiagų ežere kaitos etapus. Vandens telkinio egzistavimo pradžioje bendras maistingųjų medžiagų kiekis yra nedidelis, o visos maistingosios medžiagos yra sunaudojamos vandens organizmų. Maistingųjų medžiagų atsargos ežere nuolat papildomos, o pasiekus teigiamą šių medžiagų balanso dalį ežero ekosistemoje, jos pradeda kauptis. Sutrikus įprastiniam balansui ežere prasideda pokyčiai. Priklausomai nuo sukaupto maistingųjų medžiagų kiekio vystosi viršvandeninių augalų juosta, kurios išsivystymo lygmuo ir turi didžiausią įtaką ežerų pakrantėms. Urtane (2014) apibudina, kaip viršvandeninės augalų juostos yra išsivysčiusios skirtingo tipo ežeruose:

- Oligotrofiniuose ežeruose viršvandeninių augalų juostos nėra. Sąlygos nėra tinkamos augalų augimui ir vystymuisi, kadangi šio tipo ežeruose trūksta maistingųjų medžiagų.
- Mezotrofiniuose ežeruose viršvandeninių augalų juosta vidutiniškai išsivysčiusi, plotis paprastai nedidelis. Dažniausi augalai: paprastosios nendrės, ežeriniai meldai (*Schoenoplectus lacustris* (L.) ex. Palla), šiurpiai (*Sparganium* L.), siauralapiai švendrai (*Typha angustifolia* L.). Šie ežerai yra brandūs ir vidutiniškai prisotinti maistinėmis medžiagomis.
- Eutrofiniuose ežeruose viršvandeninių augalų juosta yra labai gerai išsivysčiusi, plotis dažnai viršija ir 10 metrų bei turi tendenciją plėtimuisi. Šio tipo ežerų pakrantėse dažniausiai dominuoja paprastosios nendrės. Eutrofiniuose ežeruose labai didelis maistinių medžiagų likutis, daug nesunaudotų organinių medžiagų, kurios formuoja storą dumblo sluoksnį.
- Distrofiniuose ežeruose nėra aiškios pakrantės, nes ežero krantai klampūs ir užpelkėję. Čia auga pelkėms būdingi augalai. Šio tipo ežeruose maistinių medžiagų yra ypač

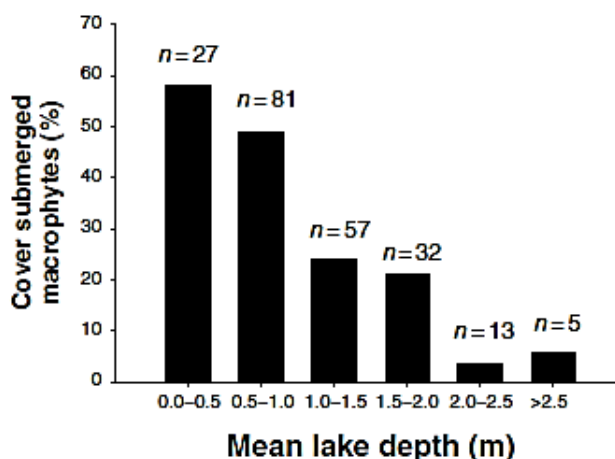
daug, tačiau vandens organizmams jos yra neprieinamos dėl sudėtyje esančių sudėtingos sandaros humusinių medžiagų. Pelkių augalija sunaudoja biogenines medžiagas, bet prisotina į ežerus patenkančią vandenį organinėmis medžiagomis. Todėl pelkėmis apsupti distrofiniai ežerai ne tiek uždumblėja, kiek užželia besiformuojant durpėms (Jurevičius ir kt., 2013).

Apibendrinant galima teigti, kad ežero pakrantės keičiasi priklausomai nuo ežero ekosistemos būklės bei trofiškumo tipo – kuo intensyviau kaupiasi biogeninės medžiagos ežere ir kuo didesnis eutrofikacijos lygmuo – tuo geriau veši pakrančių augalai, iki tol, kol ežeras nepasiekia distrofiniams ežerams būdingų bruožų. Ežerų užžėlimo procesas prasideda nuo pakrančių, biogeninių medžiagų prietakai didėjant ar išsitiesiant laike, ežerui būdingi bruožai visai išnyksta ir jis virsta pelke. Vertinant užžėlimo intensyvumą ir ežero brandos greitį, būtina atsižvelgti į ežero dubens parametrus – gylį, plotą ir formą.

Ežero forma priklauso nuo ežero kilmės. Urtane (2014) Pabaltijo šalių ežerus skirsto į penkias grupes:

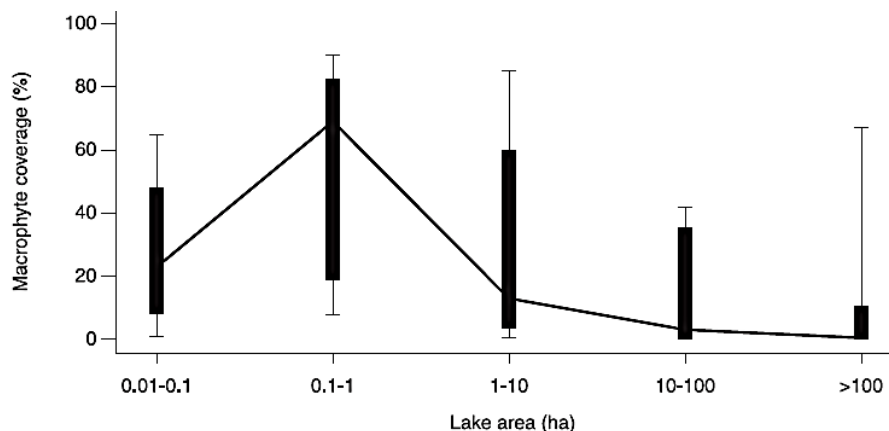
- Ledyniniai ežerai – suformuoti paskutiniojo, maždaug prieš 12000 metų Europoje slūgsojusio, ledyno. Šie ežerai pasižymi dideliu plotu, ilga ir siaura forma, paprastai yra gilesni;
- Lagūniniai ežerai – susiformavo prieš 7500-2800 metų nusekus Litorinos jūrai, kuri egzistavo iki Baltijos jūros. Lagūniniai ežerai yra didelio ploto, tačiau labai seklūs ir vidutinis gylis dažniausiai siekia tik apie 1 m (Papės ežeras, Latvija);
- Senvaginiai ežerai – susiformavo iš senų upės kilpų senąją kilpą atskyrus susikaupusioms upės sąnašoms. Šio tipo ežerai mažo ploto, dažniausiai lenktos formos, seklūs;
- Pelkiniai ežerai – jie skiriami į dvi grupes: reliktinius ež. ir akivarus. Reliktiniai – senieji ežerai, kurių formavimas truko nuo pat paskutinio apledėjimo. Dėl ežerų užaugančių vandens augalų ežero plotas mažėja, o užaugusios dalys (pakrantės) virsta pelkėmis. Akivarai aptinkami aukštapelkėse ir susiformuoja įgriuvus durpių sluoksniui, todėl neturi ryšio su mineraliniu gruntu ir yra maitinami tik atmosferos kritulių. Pelkinių ežerų kranto linijos suapvalintos. Ežerų gylis gali siekti iki kelių metrų;
- Karstiniai ežerai – susiformavo įrant bazinėms uolienoms. Požeminiam vandeniui išplovus ertmes grunte, žemės paviršius įgriūna, o vėliau prisipildo paviršinio vandens. Karstiniams ežerams būdingos raižytos kranto linijos, sąlyginai nedidelis plotas, tačiau gylis gali siekti ir iki 10 m.

Vertinant ežero ploto ir augmenijos intensyvumo priklausomybę, buvo ištirta šimtai vakarų Europos ir Skandinavijos valstybių ežerų. Tyrimai Nyderlandų ežeruose atskleidė, jog mažo vidutinio ploto ežeruose augmenijos kiekis yra didesnis (1 pav.)



1 pav. Vidutinio ežero gylio ir makrofitų dangos koreliacija (Van Geest et al., 2003)

Van Geest ir kitų autorių tyrimų rezultatus patvirtina 2005 metais Danijoje atliktas ežerų stebėjimas. Jo metu buvo ištirti 796 ežerai, išsidėstę visoje Danijoje. Šeši ežerai buvo > 1000 ha, 56 - nuo 100 iki 1000 ha, 169 - nuo 10 iki 100 ha, 478 ežerai - tarp 1 ir 10 ha ploto, 55 tarp 0,1 ir 1 ha ir 32 ežerai buvo <0,1 ha. Dauguma ežerų buvo seklūs (vidutinis gylis = 1,5 m), ir tik 10% buvo vidutinio > 6m gylio.



2 pav. Makrofitų sąžalynų plotas (%) skirtingo ploto ežeruose (Søndergaard et al., 2005)

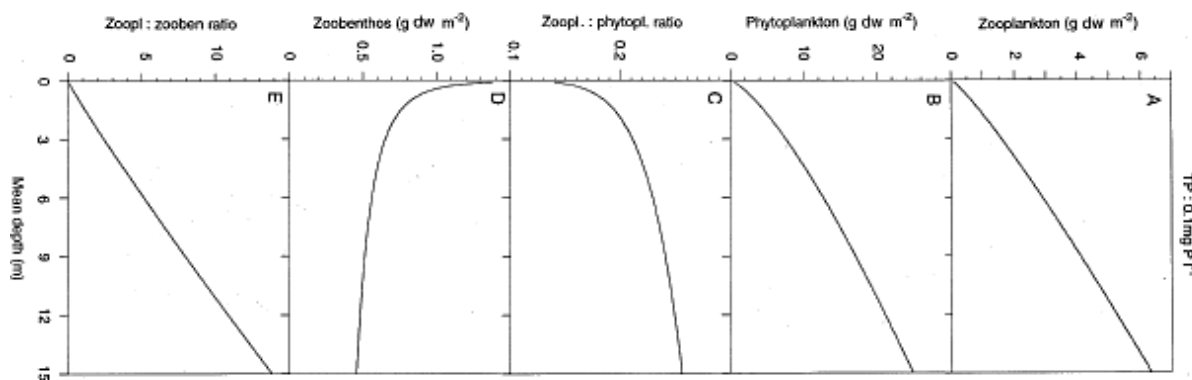
Didžiausias makrofitų plotas nustatytas ežeruose, kurių vidutinis plotas buvo 0,1 – 1 ha, o mažiausias – didesniuose nei 100 ha ploto ežeruose (2 pav). Tokio pobūdžio priklausomybė siejama su Danijos mažiesiems ežerams būdinga didele maistingųjų medžiagų koncentracija (Søndergaard et al., 2005).

Lietuvoje uždumblėjusios, užželiančios ir pelkėjančios pakrantės, kurios dažniausiai gausiai apaugusios sumedėjusiais augalais, būdingos daugeliui mažų (iki 5 ha ploto) ežerų. Tačiau uždumblėjimas bei stiprus užžėlimas stebimas ir didesniuose (20 – 70 ha ploto) ežeruose.

Vanduo dažnai neskaidrus, blogos kokybės, o vandens gylis žymiai mažesnis už susikaupusių nuosėdų sluoksnio storį (Balevičius ir kt., 2015).

Kitas ypač svarbus parametras vertinant ežero pakrančių kaitos spartą – ežero gylis. Ežerų gylis – tai praeityje vykusių geomorfologinių procesų bei dabartinių hidroklimatinių sąlygų apibrėžtas dydis (Linkevičienė ir kt., 2008). Pasak Urtanės (2014), ežero gylis – svarbus veiksnys, lemiantis maistingųjų medžiagų kaupimosi greitį ir nuo to priklausančią ežerų raidos spartą. Europos Bendrijos veiksmų vandens politikos srities reikalavimuose (European Parliament and of the Council, 2000) nurodoma, kad ežerai pagal vidutinį gylį skirstomi į seklius - <3 m, vidutinio gylio - 3-15 m, ir gilius - >15 m. Pagal Lietuvai pritaikytą klasifikaciją ir pakoreguotas ribines vertes, ežerai skiriami į labai seklius - <3 m, seklius – 3-9 m ir gilius - >9 m (Aplinkos apsaugos agentūra, 2010).

Seklių ir labai seklių ežerų raida vyksta sparčiau. Ištyrus 233 ežerus Danijoje, buvo nustatyta, kad sekliuose ežeruose fitoplanktono ir zooplanktono biomasė buvo didesnė nei giliuose ežeruose (3 pav.). Ši tendencija siejama su didesne fosforo koncentracija sekliuose ežeruose (Jeppesen et al., 1997).



3 pav. Dumблиų biomasės koncentracija skirtingame ežerų gylyje (Jeppesen et al., 1997)

Didesnė dumблиų biomasė skatina ežerų seklėjimą, nes apmirusios dumблиų dalys nugula ant vandens telkinio dugno ir formuoja nuosėdų sluoksnį. Gilesnių ežerų turis didesnis, todėl maistingosiomis medžiagomis jie prisotinami lėčiau, o jų duburiai ne taip sparčiai prisipildo organinės kilmės medžiagų (Urtane, 2014).

Aukštesnieji ežero augalai - makrofitai, kurių didžiąją dalį sudaro paprastosios nendrės, daugiausiai įtakos turi ežero litoralėje vykstantiems procesams, kai apmirusios augalų dalys detrito pavidalu nusėda ežero pakrantėse (Bjork, 2014). Jose pradeda kauptis dumblas, pakrantės seklėja, ežero vandens plotas mažėja.

Gilieji ežerai linkę būti labiau oligotrofiški ir sąlygoja mažesnę vandens makrofitų augimą pakrantėse nei seklieji ežerai (Gasith, Goyer, 1998). Sekliuose ežeruose susidaro tinkamesnės sąlygos viršvandenės augalijos vešėjimui. Kadangi viršvandeniniai augalai auga iki 1,5 m gylyje, ypač sekliuose ežeruose gali susidaryti didesnio ploto viršvandeninių augalų juostos ar atskiri plotai seklesnėse ežero vietose (Urtane, 2014).

Kita vertus, sekliuose ežeruose saulės šviesa gali prasiskverbti iki giliausių ežero sluoksnių ir taip sudaroma galimybė vešėti vandens augalams, kurie fotosintezės pagalba praturtina gilesnius ežero sluoksnius deguonimi (Scheffer, van Nes, 2007). Šiuo atveju privalu įvertinti ir vandens skaidrumą, kadangi per drumstą vandenį saulės šviesą prasiskverbia sunkiau.

1.1. Vandens skaidrumo įtaka pakrančių užžėlimui

Ežerų vandens skaidrumas neretai matuojamas naudojant Secchi diską. Tai pigus ir informatyvus vandens trofiškumo nustatymo metodas (Balevičienė ir kt., 2009). Vandens skaidrumas ir spalva lemia, ar įvairūs vandens organizmai galės pasisavinti ežero vandenyje esančias maistingąsias medžiagas (Balevičienė ir kt., 2009). Skaidraus vandens ežeruose vyrauja eutrofikacijos procesai, todėl maistingųjų medžiagų kaupimasis siejamas su ežerų produktyvumo augimu. Rudos spalvos vandeniui pasižyminčiuose ežeruose dominuoja distrofikacijos procesai, lemiantys, kad ežeruose susikaupusios maistingosios medžiagos neskatina ežero produktyvumo augimo, nes jos yra susijusios su humusinėmis medžiagomis, kurias daugeliui organizmų sunku įsisavinti (Urtane, 2014). Pagal Lietuvoje galiojančias paviršinio vandens telkinių klasifikavimo tvarkos ir kokybės normas, vienas iš svarbių ežero kokybę apibūdinančių rodiklių yra skaidrumas (1 lentelė).

1 lentelė

Ežerų kokybės klasifikavimo kriterijai (Aplinkos ministerija, 2001)

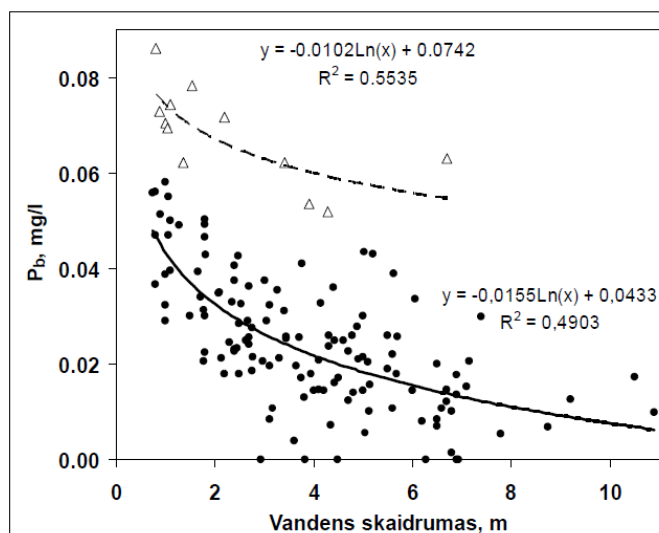
Kokybės klasė Parametrai	Labai gera	Gera	Patenkinama	Bloga	Labai bloga
Seklių ežerų grupei (<3 m)					
Bedras fosforas (µg P/l)	<20	≥20-<40	≥40-<90	≥90-<150	>150
Chlorofilas a (µg /l)	<10	≥10-<20	≥20-<45	≥40-<60	>60
Skaidrumas (Secchi gylis, m)	>VG	≥1,6-<2,2 arba daugiau nei VG	≥1,2-<1,6 arba daugiau nei VG	≥0,9-<1,2 arba daugiau nei VG	<0,9
Vidutinio gylio ežerų grupei ežerų grupei (3-15 m)					

Bedras fosforas ($\mu\text{g P/l}$)	<20	≥ 20 -<40	≥ 40 -<90	≥ 90 -<150	>150
Chlorofilas a ($\mu\text{g /l}$)	<8	≥ 8 -<15	≥ 15 -<30	≥ 30 -<45	>45
Skaidrumas (Secchi gydis, m)	>4 arba >VG	≥ 3 -<4 arba >VG	≥ 2 -<3	$\geq 1,5$ -<2	<1,5
Gilių ežerų grupei (>15 m)					
Bedras fosforas ($\mu\text{g P/l}$)	<10	≥ 10 -<25	≥ 25 -<50	≥ 50 -<100	>100
Chlorofilas a ($\mu\text{g /l}$)	<2	≥ 2 -<5	≥ 5 -<10	≥ 10 -<25	>25
Skaidrumas (Secchi gydis, m)	>7	≥ 5 -<7	$\geq 3,5$ -<5	$\geq 2,5$ -<3,5	<2,5
Visiems ežerams					
pH	>6,5	$\geq 6,3$ -<6,5	$\geq 6,0$ -<6,3	$\geq 5,3$ -<6,0	<5,3
Bendras azotas (mg N/l)	<0,6	$\geq 0,6$ -<0,9	$\geq 0,9$ -<2,0	$\geq 2,0$ -<3,0	$\geq 3,0$

*VG – vidutinis gydis

Dažniais tyrimų atvejais buvo įrodyta, kad makrofitų gausumas mažėja didėjant vandens gyliui, o tai siejama su apribotu šviesos kiekiu gilesniuose ežerų sluoksniuose (Van Geest et al., 2003). Taip pat ežeruose, kur saulės šviesa prasiskverbia iki pat grunto, priedugnio sluoksnyje yra pakankamai deguonies, tuomet vandenyje esantis fosforas dėl vykstančių cheminių reakcijų jungiasi į sunkiai tirpstančius junginius ir nebedalyvauja apykaitoje (Urtane, 2014).

Vandens skaidrumo įtaką fosforo koncentracijai patvirtina ir išsamūs Balevičienės ir kitų autorių atlikti tyrimai vertinant daugelio Lietuvos ežerų būklę (4 pav.).



4 pav. Ryšiai tarp Secchi disku išmatuoto vandens skaidrumo (m) ir bendrojo fosforo kiekio P_b (mg/l) (Balevičienė ir kt., 2009)

Kaip matome iš tyrimo rezultatų, didesnis vandens skaidrumas turi neigiamą poveikį bendrojo fosforo koncentracijai vandenyje. Ežeruose, kurie priskiriami probleminių grupei dėl

savo aukšto trofiškumo lygio (didelis dumblo sluoksnis, intensyviai užželiančios pakrantės, dažnas vandens žydėjimas) vandens skaidrumas buvo iki 1 metro matuojant Secchi disku.

1.2. Vandens temperatūros įtaka pakrančių užžėlimui

Nuo vandens temperatūros priklauso deguonies tirpimo procesai. Šaltame vandenyje deguonies ištirpsta daugiau nei šiltame, pvz., iki 4 °C atvėsusiame vandenyje ištirpsta 13,09 mg O_2/l , o iki 24 °C sušilusiam vandenyje – tik 8,41 mg O_2/l (Urtane, 2014). Nuo 2005 iki 2010 metų Bresciani ir kiti mokslininkai tyrė Gardos ežerą Italijoje. Tyrimo rezultatai nepatvirtino, kad ežero vandens temperatūrą turi tiesioginį poveikį paprastųjų nendrių morfologiniams parametrų. Tačiau temperatūra turi tiesioginį poveikį ežere vykstantiems biocheminiams procesams, kurie gali paveikti pakrančių augalų vegetacijos intensyvumą (Bjork, 2014).

Tai patvirtina ir Šv. Jurgio ežere (JAV) 13 metų vykdyti tyrimai (McQueen, Lean, 1987). Stebint vandens temperatūros pokyčius ir įvairių dumblių žydėjimo intensyvumą, buvo nustatyta tiesioginė priklausomybė tarp šių parametru. Vandens temperatūrai esant 21°C ir daugiau, buvo stebimas stiprus žaliadumblių ir melsvabakterių suvešėjimas. Tuo tarpu, jei vandens temperatūra buvo žemesnė nei 21°C, dumblių žydėjimas nebuvo nustatytas nė karto. Šio tyrimo rezultatai įrodo, kad ežero vandens ekosistemų procesai yra labai jautrūs temperatūros pokyčiams.

1.3. Vandens prisotinimo deguonimi pokyčių įtaka pakrančių užžėlimui

Deguonies kiekis ežere lemia maistingųjų medžiagų apykaitą. Giliuosiuose ežero sluoksniuose sumažėjus deguonies, formuojasi anaerobinės sąlygos ir į vandenį grįžta dalis dumble sukaupto fosforo. Pasikeitus fosforo formai, netirpūs junginiai virsta tirpiaisiais. Dėl šių procesų vandenyje padaugėja dumblių ir zooplanktono, kurie sumažina vandens skaidrumą (Urtane, 2014), o apmirusios šių mikroorganizmų dalys pūdamos dar labiau sumažina ištirpusį deguonies kiekį vandenyje. Padidėjus fosforo koncentracijai sudaromos sąlygos ir pakrančių augalų suvešėjimui.

Kai kurie tyrimai atskleidė ir kitokį deguonies ir makrofitų ryšį. Dar 1986 metais Amerikos mokslininkai Carpenter ir Lodge teigė, jog paprastosios nendrės teigiamai veikia ištirpusio deguonies kiekį vandenyje. Pasirodo, šių augalai deguonį išskiria ne tik per žaliasias

stiebo ir lapų dalis, bet ir per šaknų epidermį. Taip deguonis prasiskverbia į ežero dugne nugulusias nuosėdas.

1.4. Ežerų eutrofikacijos procesų tyrimai

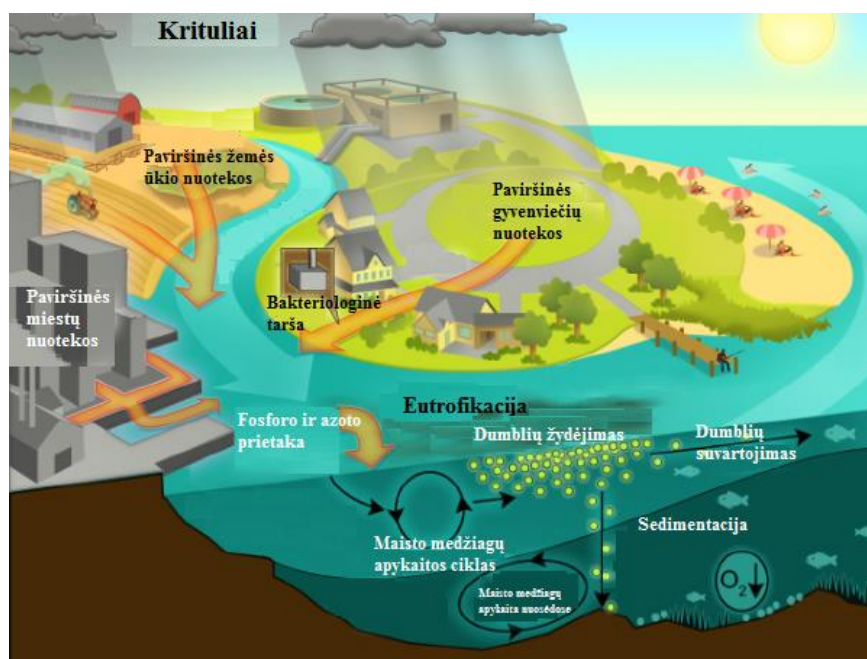
Kitas, su ežerų pakrančių užžėlimu susijęs procesas – eutrofikacija. Kaip ir buvo aprašyta ankstesniuose skyriuose, ežerų užžėlimo, o kartu ir eutrofikacijos sparta priklauso nuo daugelio veiksnių. Pats žodis eutrofikacija literatūroje apibrėžiamas skirtingai, priklausomai nuo literatūros pobūdžio. Pavyzdžiui, Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos normatyvinis dokumentas LAND 91-2011 „Vandens kokybė. Bendrieji reikalavimai makrofitų tyrimams Baltijos jūroje ir Kuršių mariose“ nurodo, kad eutrofikacija tai procesas, kai vandens telkinyje ima gausėti biogeninių elementų, kurie skatina greitesnį dumblių ir aukštesniųjų augalų augimą, sutrikdo vandens organizmų pusiausvyrą ir pablogina vandens kokybę. Kita vertus, 1991 m. gruodžio 12 d. Tarybos direktyva 91/676/EEB „Dėl vandenų apsaugos nuo taršos nitratais iš žemės ūkio šaltinių“, eutrofikacijos procesą apibūdina kaip vandens teršimą azoto junginiais. Mokslinėje literatūroje šis terminas apibrėžiamas įvairiai. Pavyzdžiui, Van Bennekom su bendraautorais (1975) teigė, kad eutrofikaciją galima apibrėžti, kaip cheminių elementų, palankių fotosintezei ir nulemiančių dumblių populiacijų augimą, paspartinimo procesą. Prancūzijos mokslininkai, remdamiesi anksčiau atliktais moksliniais tyrimais teigia, kad eutrofikaciją galima apibūdinti kaip didėjančią organinių medžiagų patekimą į ekosistemą (Passy et al., 2016).

Ežerai yra apibūdinami, kaip atviros ekosistemos, dėl susidarančio paviršinio nuotėkio, kuris yra susijęs su didelėmis aplinkinėmis teritorijomis (Urtane, 2014), kitaip tariant - su ežerų maitinančiu baseinu. Ežerų baseine vykdoma žmogaus ūkinė veikla, tiesiogiai veikia ežeruose vykstančius procesus, tai yra galimai praturtina ežerus maistingosiomis medžiagomis, kas spartina jų sukcesijos procesus. Dėl intensyvios žemės ūkio veiklos plėtros, į vandens telkinius iš naudojamų trąšų patenka keliolika cheminių biogeninių elementų, daugiausia fosforo (P), azoto (N), kurie pagreitina vandens augalų augimą, sukelia eutrofikacijos procesus (Kurlavičius, 2010).

Pagrindinės maistingosios medžiagos, skatinančios vandens telkinių eutrofikaciją – bendrasis fosforas ir bendrasis azotas, patenka į vandens telkinius ne tik vykdant žemės ūkio veiklą, bet ir netvarkant arba netinkamai tvarkant buitines ir pramonines nuotekas (Aplinkos apsaugos agentūra, 2013).

Literatūroje nurodoma, kad ežerų eutrofikacija tiesiogiai susijusi su bioįvairove. 2009 metais atliktų Lietuvos ežerų kompleksinių tyrimų metu buvo nustatyta, jog kuo intensyvesnė eutrofikacija, tuo ežero ekosistemos rūšinė sudėtis skurdesnė (Balevičienė ir kt., 2009).

Išsamiai, su informatyviomis schemomis, eutrofikacijos procesus 2006 metais apibūdino Pearl (5 pav.). Dėl suintensyvėjusios ūkinės veiklos daugiau maisto medžiagų patenka į vandens ekosistemas, suveši dumbliai, kuriems žuvus pradeda formuotis nuosėdos. Ežero pakrantėse pradeda augti vandens augalai. Į dugną sukritusios apmirusios augalų dalis formuoja detritą, o ežeras vėl papildomas maistingosiomis medžiagomis. Augalų liekanoms skaidyti naudojamas deguonis, kuris ypač svarbus faktorius fosforo cikle.



5 pav. Eutrofikacijos proceso vandens ekosistemoje schema (Pearl H., W., 2006)

Suintensyvėjus organinių medžiagų skaidymo procesams, sumažėja deguonies, o bedeguoninėmis sąlygomis dugno sedimentuose esantys netirpūs fosforo junginiai virsta į tirpius ir papildo bendras vandenyje esančio fosforo atsargas (Urtane, 2014).

Vandens prisotinimas deguonimi siejamas ir su vandens skaidrumu – kuo skaidresnis vanduo, tuo giliau esančius augalus pasiekia saulės spinduliai ir vandens augalai gali efektyviai vykdyti fotosintezę taip papildydami gilesnius vandens sluoksnius deguonimi. Esant pakankamam deguonies kiekiui fosforas jungiasi į sunkiai tirpius junginius ir apykaitoje nedalyvauja (Koreivienė ir kt. 2012).

Deguonies kiekis susijęs ir su vandens temperatūra, nes šaltame vandenyje deguonies ištirpsta daugiau nei šiltame, todėl kylanti aplinkos temperatūra gali neigiamai veikti deguonies

koncentracijos rodiklius. Šiltesniame vandenyje ištirpsta mažiau deguonies dėl ko blogėja vandens kokybe (Bronmark, Hansson, 2005).

Vasaros metu viršutinis vandens sluoksnis dažniausiai sušyla, o giliau būna vėsesnis, gali siekti apie 4°C. Šis vandens masių susisluoksniavimas vadinamas stratifikacija, kuri pasireiškia vandens telkiniuose, kurie yra gilesni nei 9 m. (Urtane, 2014). Priklausomai nuo ežero gylio, į gelmę deguonis patenka periodiškai maišantis vandens sluoksniams. Šis procesas vyksta dėl vėjo poveikio arba vėstant vandeniui. Vandens sluoksnių maišymasis stebimas rudenį ir pavasarį (Bronmark, Hansson, 2005).

Deguonies kiekio mažėjimui vandens žydėjimo metu įtakos turi intensyvus jo vartojimas mikroorganizmams skaidant negyvų dumblių ir melsvabakterių biomasę. Svarbu ir tai, kad žydėjimą sukeliančios melsvabakterės sintetina toksines medžiagas, dėl kurių gali žūti žuvis kiti gyvi organizmai. Pasaulyje yra užregistruoti žmonių, gyvūnų intoksikacijos cianotoksinais ir mirties atvejai, tačiau Lietuvoje tokios statistikos iki šiol nėra (Koreivienė ir kt., 2012). 1996 metais Brazilijoje esančiame hemodializės centre, apsinuodiję hepatotoksinais mirė 52 pacientai. Jiems buvo nustatyti įvairūs patologiniai kepenų funkcijų pakitimai. Mirtini apsinuodijimai įvyko dėl centre naudojamo vandens saugyklos vandens, kuriame kaupėsi *Microcystis* genties melsvabakterės, sintetinančios hepatotoksinų grupei priklausančius mikrocistinus (Carmichael et al., 2001).

Bėgant laikui ežerų gylis kinta. Ypač greit senka užpelkėję seklesni ežerai. Šį procesą labai suintensyvino ežerų baseinų melioravimas ir padidėjusi antropogeninės kilmės biogeninių medžiagų prietaka (Povilaitis ir kt., 2011).

Deguonies kiekis priklauso ne tik nuo ežero gylio, bet ir nuo ploto. Kuo didesnis vandens telkinio paviršiaus plotas – tuo didesnis jo sąlytis su oru, efektyvesni mainai tarp atmosferos ir vandens. Jei telkinio vanduo nepakankamai prisotintas deguonimi – pastebima, jog pakrantės augalai suveši intensyviau.

Ištisai užžėlusiuose eutrofikuotų ežerų pakrantėse neišvengiamai mažėja rūšinė įvairovė. Įsigali plačios ekologinės amplitudės monogaminės augalų bendrijos ir rūšys, tokios kaip paprastosios nendrės. Tuo tarpu neeutrofikuotuose vandens telkiniuose rūšinė sudėtis didesnė, įvairesnė, dažnai sutinkami reti ir saugomi augalai. Taigi eutrofikuotų vandens telkinių ekologinėse juostose nyksta retos, siauros ekologinės amplitudės augalų bendrijos ir rūšys. Eutrofikuoti ežerai tampa ne tik biologiniu požiūriu neproduktyvūs, bet ir mažai vertingi rekreacijai. Tokių ežerų estetinis vaizdas pablogėja, o jų panaudojimas turizmui tampa komplikotas (Remeikaitė, 2005).

Su eutrofikacijos procesu susiję ir šiame magistro darbe stebėti ežerų parametrai – vandens skaidrumas, temperatūra, ištirpusio deguonies kiekis. Priklausomai nuo šių rodiklių galime spėsti apie ežero trofiškumo lygį. Pakrančių augalai, šiuo atveju - paprastosios nendrės, yra vienas iš rodiklių, leidžiantis įvertinti ežerų eutrofikacijos lygį.

1.5. Mokslinių tyrimų, apie paprastųjų nendrių biologiją, analizė

Paprastosios nendrės yra priskiriamos miglinių (varpinių) augalų šeimai. Vilkonis (2008) paprastąją nendrę apibudina kaip daugiametį žolinį, pašarinį techninį, priešerozinį augalą, kuris gali pasiekti ir 400 cm aukštį. Kituose šaltiniuose minima, jog šios rūšies augalai gali siekti 500 cm (Earth Observatory, 2017) ar net 600 cm aukštį (Sturtevant, 2016). Stiebai tuščiaviduriai, 0,5-1,5 cm skersmens. Augalo lapai - pailgos formos su smailia viršūne ir aštriomis šoninėmis briaunomis, 20-60 cm ilgio. Paprastoji nendrė žydi liepos mėn., sėklos subręsta rugsėjį. Kiekvienas žiedynas užaugina 1000–2000 ir daugiau sėklų. Nors pasitaiko ir retų dauginimosi sėklomis atvejų, dažniausiai dauginasi vegetatyviškai (Saltonstail, 2001). Žiemą, kai sėklos jau yra susiformavusios, maisto medžiagos perkeliamos į šakniastiebius, o viršutinė augalo dalis sunyksta (Niedowski, 2000). Nendrės vandens telkiniuose gali augti ir vystytis iki 2,5 m gylyje (Urtane, 2014).

Niedowski (2000) teigia, kad nendrės turi teigiamą įtaką vandens ekosistemoms. Dėl nendrių sąžalynų pakrantėse sumažėja bangavimas, kas sulaiko kranto eroziją. Esant potvyniams, augalai sumažina patvinimą. Dėl ypač jautrių erozijai pakrančių Kuršių Nerijoje, dalis jų buvo apsodinta 20-25 m. pločio paprastųjų nendrių juostomis, kurių šaknų tinklas apsaugo pakrantes nuo bangavimo sukeliama irimo (Žilinskas ir kt., 2011).

Paprastosios nendrės sąžalynai - svarbios buveinės Lietuvos faunai. Jos užtikrina prieglobstį ir mitybos bazę jose gyvenantiems bestuburiams (Bresciani et al., 2011). Nendrėse lizdus suka vandeniniai paukščiai. Lietuvoje specifiškai tik nendrynuose gyvena 5 paukščių rūšys (didysis baublys (*Botaurus stellaris* L.), ūsuotoji zylė (*Panurus biarmicus* L.), didžioji krakšlė (*Acrocephalus arundinaceus* L.), mažoji krakšlė (*Acrocephalus scirpaceus* L.), nendrinis žiogelis (*Locustella luscinioides* Savi)). Nendrynų buveinės toms rūšims yra iš esmės būtinos ir kitokiose jos negali apsigyventi ir veistis. Be to, dar 14 paukščių rūšių nendrynai yra svarbiausia (nors nevienintelė) ar viena iš svarbiausių veisimosi buveinių. Devynios iš jų yra įtrauktos į Europinės bendrijos svarbos (EB) I sąrašą ar Lietuvos Raudonąją Knygą (LRK) (Balevičius ir kt., 2007).

Paprastųjų nendrių plotai dažnai naudojami kaip natūralus fosforo ir azoto biofiltras. Tyrimais nustatyta, jog nendrių azoto šalinimo efektyvumas svyruoja nuo 10-15% viso azoto nuosėdų kiekio grunte (Bresciani et al., 2011). Iš nuotekų pašalina maistines medžiagas ir teršalus, tarp jų sunkiuosius metalus, skatina sedimentaciją ir taip gerina vandens kokybę. Nustatyta, jog denitrifikacijos ir amonio koncentracijos normos sukauptos vandenyje yra mažesnės tose srityse, kuriose dominuoja nendrės (Povilaitis ir kt., 2011).

Nepaisant kai kurių teigiamų paprastųjų nendrių savybių, Pasaulinės gamtos apsaugos organizacijos (angl. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN)) duomenimis (2017), paprastosios nendrės yra įtrauktos į pavojingų rūšių sąrašą. Nors nendrės kol kas įvardijamos kaip mažai nerimo keliantys augalai, į šį sąrašą pateko dėl labai plataus išplitimo visame pasaulyje, taip pat ir stipriai antropogeninės įtakos paveiktose buveinėse. Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad šie augalai nepatiria potencialių grėsmių ir jų populiacijos mažėjimas nenumatomas (Pratt, 2010). Kai kuriuose regionuose paprastosios nendrės laikomos invazine (ne vietine) rūšimi, pvz.: Šiaurės Amerikoje, Havajuose (Pratt, 2010). Analizuojant buveines pastebimas, kad paprastosios nendrės gali augti tiek gėlame, tiek sūriame vandenyje, ypač gerai tarpsta šlapžemėse, įsitvirtina ežeruose ir įlankose, kur yra didelė trąšų nuotėkio iš žemės ūkio naudmenų ir priemiesčių nuotekų tikimybė. Nors Urtane (2014) nurodo, jog oligotrofiniuose ežeruose viršvandeninių augalų juostos nėra, tačiau IUCN (2017) skelbia, kad šios rūšies atstovai puikiai auga ir oligotrofinio tipo vandens telkiniuose.

Šie augalai auga ne tik vandens telkinių pakrantėse, pelkėse, bet ir smėlynuose, pakelių grioviuose (Sturtevant, 2016). Remiantis moksliniuose šaltiniuose teikiama informacija, matyti, kad paprastosios nendrės yra gerai prisitaikiusios įsitvirtinti drėgnose vietovėse. Kai užima vietovę, jas sunku išnaikinti dėl tankios šaknų sistemos (Earth Observatory, 2017). Ežerų viršvandeninės augalijos juostoje augančios nendrės iššaknija į ežero gruntą, o jų lapai ir stiebai yra pakilę virš vandens. Toks augalų prisitaikymas leidžia jiems maistingąsias medžiagas įsisavinti iš ežero grunto, o viršvandeninė augalo dalis sugeria saulės šviesą (Urtane 2014).

Nendrių sąžalynai - būdingas Lietuvos ir Latvijos ežerų pakrančių požymis. Viršvandeninių augalų juostoje dažniausiai auga tik vienas augalas – paprastoji nendrė, kuris priklauso helofitų grupei. Augalas sparčiai plinta, nes dauginasi šakniastiebiais, todėl per ilgą laiką pakrantėse susiformuoja tankus šaknų tinklas, o aukštai virš vandens esantys lapai ir sausi augalų stiebai užstoja šviesą kitiems augalams. Dėl tokių sąlygų nendrynuose beveik neauga kiti augalai (Urtane, 2014). Tai skurdina bioįvairovę.

Suvešėjus nendrėms ilgainiui smėlėti atabradai uždumblėja, tampa nepatrauklūs rekreacijai. Norint, kad smėlėta bentalė apsivalytų, rekomenduojama nendrių sąžalynus naikinti (Volskis ir kt., 2008).

1.6. Rekreacijos įtaka vandens telkiniams

XX a. atsirado dar viena žmogaus veiklos sritis, pavadinta rekreacija. Ji apima poilsį ir turizmą, skirtą žmogaus fizinėms ir dvasinėms jėgoms atstatyti. Vakarų Europos rekreacinis sąjūdis buvo savotiškas visuomenės reagavimas į blogėjančias miestų ekologines sąlygas. Maždaug prieš 40 metų Lietuvoje taip pat buvo sukurta projektinė rekreacijos schema, kurioje vienas iš pirmųjų elementų yra atostogos ir poilsis pajūrio teritorijose ir vandens telkinių pakrantėse (Pakalnis, Venckus, 2012). Tai atskleidžia, kad vandens telkiniai turi ypatingą reikšmę poilsiui ir didelį rekreacinį potencialą.

Naujausioje IUCN (2017) Pasaulio paveldo ataskaitoje nagrinėjama gamtinių Pasaulio paveldo objektų apsauga ir valdymas, aptariamos išsaugojimo perspektyvos. Apžvalgoje apibendrinamos trys pagrindinės grėsmės, veikiančios minėtus objektus: (1) invazinių rūšių plitimas, (2) klimato kaita ir (3) turizmo poveikis.

Anksčiau daugelis atliktų tyrimų nepatvirtino, kad rekreacija tiesiogiai neigiamai veikia vandens ekosistemų kokybę (Hammit, Cole, 1998). Tačiau dideli žmonių srautai gali sukelti ežero krantų ir pakrančių eroziją, ilgainiui sutrikdyti ekosistemos veiklą. Praėjusių metų duomenimis turizmas, dideli lankytojų kiekiai ir poilsivimas gamtoje Europoje įvardijami, kaip viena didžiausių grėsmių paviršinių vandens telkinių ir jų pakrančių būklei (Searight, 2017). Pagrindinės priežastys yra išaugusi invazinių organizmų plitimo tikimybė ir fizinis rekreacijos poveikis. Dėl intensyvaus vaikščiojimo pakrantėse dažnai sutrypiama pakrančių augalija, sunaikinamas natūralus paežerėse esantis augalų filtras, kuris sulaiko paviršiniuose nutekamuosiuose vandenyse esančius biogeninius elementus. Urtane (2014) teigia, kad geriausiai maistingąsias medžiagas sulaiko natūralios pievos ruožas ežero pakrantėje. Pievos ruožo plotis turėtų būti bent jau 5 metrai.

Lietuvoje įgyvendinant valstybinio aplinkos monitoringo programą vykdomas kraštovaizdžio monitoringas. Jo metu stebimos rekreacijos veikiamos zonos ir nustatoma teritorijų rekreacinė digresija (LR aplinkos ministerija, 2015). Pagal 2017 metų Tytuvėnų regioninio parko kraštovaizdžio monitoringo duomenis, daugelyje paplūdimių nustatyta taškinė bei linijinė rekreacinė digresija.



6 pav. Taškinės rekreacinės digresijos pavyzdys Gauštvinio ež. pakrantėje (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2017)

Rekreacinė digresija pasireiškia nutryptais iki juodžemio grunto takais šalia pakrančių (linijinė dig.) bei nutryptais augalinės paklotės ploteliais iki 1 a (taškinė dig.) (6 pav.) turistų aktyviai lankomose teritorijose.

Besimaudantieji, plaukiojantys valtimis, poilsiautojai drumsčia ežero vandenį, kas sumažina vandens skaidrumą. Dėl sumažėjusio šviesos pralaidumo vandenyje, apsunkinama gilesniuose vandens sluoksniuose esančių augalų fotosintezė, sumažėja vandens prisotinimas deguonimi (Hammit, Cole, 1998).

Tinkamai sureguliuoti turistų ir poilsiautojų srautai galėtų turėti ir teigiamos reikšmės ežerams. Pastebima, jog rekreacijai pritaikytos pakrantės pasižymi mažesniu nendrėjimo intensyvumu (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2017). Zhang et. al. 2014 metais nustatė, jog judinant paprastųjų nendrių stiebus, individai užauga skurdesni, žemesni, turi mažiau tarpubamblių. Šio tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad rekreacinės apkrovos intensyvumas (besimaudantieji ar plaukiojantieji poilsiautojai) gali turėti poveikį nendrynų formavimuisi.

Mechaniniam poveikiui taip pat galima priskirti hidrometeorologines sąlygas. Pavyzdžiui, vyraujantys vakarų krypties vėjai Lietuvoje sukelia intensyvią bangavimą rytinėse ežerų pakrantėse. Ilgalaikiai Platelių ežero (Plungės rajonas) būklės stebėjimai rodo, jog mechaninis poveikis nendrių individams turi galimai neigiamą poveikį. Jankauskienė su bendraautoriais (2015) nustatė, kad rytinėje Platelių ežero pakrantėje dėl intensyvaus bangavimo nendrių sąžalynai ilgą laiką nesusidarė.

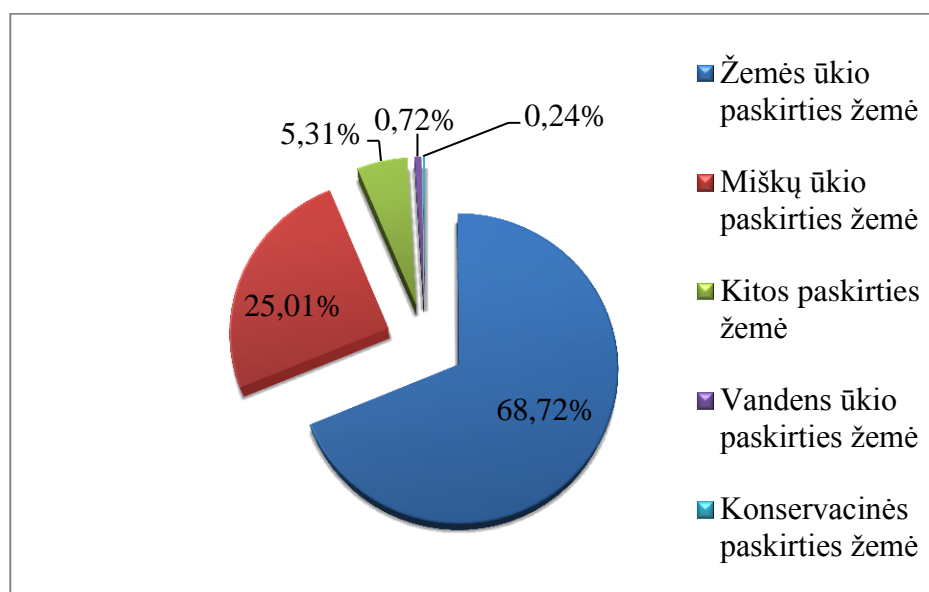
Apibendrinant literatūroje pateiktą informaciją galima daryti prielaidą, kad esant didesnėms lankytojų apkrovoms paplūdimiuose, šalia esantys paprastųjų nendrių sąžalynai, taip pat gali būti veikiami besimaudančiųjų, valtimis plaukiojančiųjų sukiamo bangavimo. Tokiu būdu rekreacijos poveikis galėtų stabdyti nendrių plitimą ir padėti sumažinti nendrynų plotus.

1.7. Rekreacinių išteklių Kelmės rajone apžvalga

Į Kelmės rajono teritoriją patenka 4 regioninių parkų dalys (Tytuvėnų, Kurtuvėnų, Dubysos ir Varnių), kas sudaro 11,5 % viso rajono ploto.

Remiantis Kelmės rajono bendruoju planu (2013) Kelmės rajono teritorijoje yra išskirti 6 rekreacinių išteklių arealai, kurių ribas didžiausia dalimi apima gamtinės aplinkos įvairovė ir raiškumas bei kultūrinės aplinkos turtingumas. Skirtingas įvairių veiksnių raiškos pobūdis ir stiprumas teritorijoje, sąlygoja nevienodą rekreacinių arealų patrauklumą (potencialą). Plane išskirti įvairaus pobūdžio rekreaciniai arealai, atitinkantys keturias plėtros potencialo kategorijas: didelio, vidutinio, gana mažo ir mažo potencialo rekreaciniai arealai:

- 1) didelio potencialo rekreaciniai arealai, Kelmės rajone sudarantys nacionalinės svarbos rekreacinių sistemų dalį: Užvenčio - Kolainių – Pašilės bei rytinės rajono dalies teritorijos – Tytuvėnų – Kiaunorių;
- 2) vidutinio potencialo rekreaciniai arealai, Kelmės rajone sudarantys regioninės reikšmės rekreacinių sistemų dalį: Vaiguvos – Kražių – Stulgių, Šaukėnų – Maironių;
- 3) gana mažo potencialo rekreaciniai arealai, Kelmės rajone sudarantys lokals svarbos rekreacinių sistemų dalį: Kelmės – Liolių – Pakražančio;
- 4) mažo potencialo rekreaciniai arealai, Kelmės rajone sudarantys lokals svarbos rekreacinių sistemų dalį: Vidsodžio – Lykšilio – Laikšių, Pašiaušės – Šedbarų.



7 pav. Kelmės rajono žemės fondo paskirstymas pagal tikslinę žemės naudojimo paskirti (Rašimaitė, 2010)

Nors Kelmēs rajone didžusią teritorijas dalį užima žemės ūkio naudmenos (7 pav.), Rašimaitės 2010 metais atlikto tyrimo rezultatai rodo, kad Kelmēs rajonas yra patrauklus ir turizmo teritorijų vystymui. Rajone daug kultūrinių objektų, natūralūs gamtiniai ištekliai pasižymi dideliu rekreaciniu potencialu. Būtent gamtiniai objektai, tai yra paežerių stovyklavietės, pažintiniai takai ir gamtinės turistinės trasos, ir yra įvardijami, kaip didžiausi traukos taškai. Gerai išplėtotą kaimo turizmo sferą, patenkina lankytojų poreikius, sudaro galimybę gauti kokybiškas apgyvendinimo paslaugas.

2. BRIDVAIŠIO, GAUŠTVINIO IR GILIAUS EŽERŲ FIZINIŲ SAVYBIŲ BEI REKREACIJOS ĮTAKOS NENDRĖJIMO PROCESUI NUSTATYMAS

Ilgalaikiai stebėjimai atskleidžia, jog per paskutiniuosius keturis dešimtmečius Tytuvėnų apylinkėse esančių Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų biologinė ir ekologinė būklė ženkliai pakito (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2015). Tiek ekologinės, tiek biologinės būklės blogėjimas siejamas su šalia vykdoma žemdirbyste, prastai reguliuojamu buitinių nuotekų tvarkymu (daugelis aplinkinių gyventojų nėra prisijungę prie centralizuoto nuotekų surinkimo tinklo, naudoja išgriebimo duobes), pasikeitusiu kraštovaizdžiu (ežerai šiuo metu intensyviai apaugę medžiais) bei dėl antropogeninės įtakos įvykusių hidrologinio režimo pasikeitimu.

2016 metais Tytuvėnų regioninio parko direkcija pradėjo vykdyti darbus, kurių tikslas sumažinti makrofitų augimo intensyvumą paplūdimių teritorijose ir kraštovaizdžiui svarbiose ežerų pakrantėse.



8 pav. Nendrių šienavimo procesas Giliaus ežere (Jokubauskaitė, 2016)

Atlikus paprastųjų nendrių šienavimą nupjaunant augalus po vandeniu (8 pav.) pastebėta, jog šienavimo rezultatai vizualiai skyrėsi kiekviename ežere (9, 10 pav.).



9 pav. Nendrių sąžalyno tankumas 2016 m. ir 2017 m. (praėjus metams po šienavimo)
Giliaus ežere (Jokubauskaitė, 2017)



10 pav. Nendrių sąžalyno tankumas 2016 m. ir 2017 m. (praėjus metams po šienavimo)
Bridvaišio ežere (Jokubauskaitė, 2017)

Nors šienavimo darbai abejuose ežeruose buvo vykdomi tuo pačiu laiku (liepos pirmomis dienomis, kada šių augalų vegetacija intensyviausia), tačiau rezultatai buvo visiškai skirtingi. Vertinant vizualiai, Giliaus ežere šienavimo efektyvumas buvo didesnis nei Bridvaišio ežere. Galime daryti prielaidą, kad šį skirtumą galėjo lemti tam tikri ežerų vandens parametrai.

Magistro darbo tyrimu siekiama nustatyti ar paprastosios nendrės vegetacijai turi įtakos skirtingų ežerų fiziniai parametrai bei kokią įtaką nendrėms daro rekreacija.

2.1. Tyrimo objektas

Paprastųjų nendrių biologiniai matavimai atlikti trijose skirtinguose ežeruose: Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus. Šie ežerai plyti Lietuvos Šiaurės Rytų dalyje, Šiaulių apskrities Kelmės rajone. Bridvaišio ir Giliaus ežerai priklauso Tytuvėnų miesto seniūnijos daliai, Gauštvinio ežeras – Tytuvėnų apylinkių seniūnijai (11 pav.).



11 pav. Tyrimo vykdymo vieta Šiaulių apskrityje, Kelmės rajono, Tytuvėnų miesto ir apylinkių seniūnijose (Jokubauskaitė, 2017)

Visi trys ežerai priklauso Nemuno upių baseino rajonui, Dubysos upės pabaseiniui (Aplinkos apsaugos agentūrą, 2017). Šie ežerai skiriasi savo plotu, dubens forma, gyliu, vandens temperatūra bei skaidrumu.

2.1.1. Bridvaišio ežeras

Bridvaišio ežeras yra centrinėje Tytuvėnų regioninio parko dalyje ir patenka į Tytuvėnų miesto teritoriją. Ežeras pasižymi dideliu, iki 42,8 m, gyliu, tačiau netolygiu dugnu, ir skaidriu vandeniu. Ežero plotas 46,5 ha. Kranto linijos ilgis 3 km (Bukelskis, 2006), atabradas siauras ir smėlėtas. Ežere yra dvi salos – Varnų ir Didžioji. Ežeras pasižymi didele augalijos ir gyvūnijos įvairove, atliekant tyrimus čia nustatyta gausi retų menturdublių bendrija, rastas ir šaltavandenis reliktinis vėžiagyvis – keturspyglė palasėja (*Pallasiola guadrispinosa* Sars), gyvena 9 žuvų rūšys, tarp jų lynai (*Tinca tinca* L.), ešeriai (*Perca fluviatilis* L.), unguniai (*Anguilla anguilla* L.), karpiai (*Cyprinus carpio* L.) (Montvydienė ir kt., 2014). Iš ežero išteka Tytuvos upelis. Svarbu paminėti, jog šiaurinėje ežero pakrantės dalyje yra nuotekų valymo įrenginių dumblo

nusodinimo laukeliai, kurie šiuo metu neeksploatuojami, tačiau ilgus metus veikė ir buvo naudojami.

Ežero pakrantės ypač aktyviai lankomos poilsiautojų. Vakarinėje ežero dalyje esančioje pagrindinėje miestelio maudykloje vasaros savaitgaliais užfiksuojama iki 1000 poilsiautojų per dieną. O 2017 metų vasarą čia pradėjęs veikti vandenlenčių parkas, dar labiau padidino poilsiautojų skaičių ir darbo dienomis (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2018). Šiaurinėje ežero dalyje įrengtas rekreacinis takas (600 m), didžiąją ežero dalį juosia Tytuvėnų dviračių trasos atkarpa (apie 3,5 km). Tytuvėnų regioninio parko direkcijos nepublikuotais duomenimis pietryčių ežero pakrantėje įsikūrusi didelė poilsiavietė, kurios viešbutyje ir poilsio nameliuose bei kempinge vasaros sezono metu vidutiniškai apsistoja iki 10000 poilsiautojų.



12 pav. Bridvaišio ežero rastrinis ortofotografinis žemėlapis su pažymėtomis tyrimo vietomis (nuotrauka iš <https://maps.google.com>)

Magistro darbo metu atliktų tyrimų vietos yra pavaizduotos 12 pav. Tiriamų laukelių koordinatės būtų tokios: laukelis veikiamas rekreacijos buvo 450225, 6162316 (LKS), neveikiamas rekreacijos - 450211, 6162355 (LKS) bei kontrolinis laukelis - 450250, 6162254 (LKS). laukelis veikiamas rekreacijos buvo centrinio miesto paplūdimio pagrindinėje maudykloje, kurioje lankosi ypač daug poilsiautojų. Paprastųjų nendrių laukelis, kurio neveikia rekreacijos apkrovos, buvo išskirtas vietoje, kur augalų netrikdo nei besimaudantieji, nei valtimis plaukiojantys turistai ar žvejai. Abu minėti nendrių laukelis tyrimo metu buvo nušienauti intensyviausiu augalų vegetacijos laikotarpiu – liepos mėnesio pirmoje pusėje. Trečiasis laukelis, pavadintas kontroliniu, taip pat buvo išskirtas teritorijoje, kurioje nėra su rekreacija susijusių trikdžių. Šis laukelis tyrimo vykdymo metu nebuvo šienaujamas.

2.1.2. Gauštvinio ežeras

Gauštvinio ežeras plyti šiaurinėje Tytuvėnų regioninio parko dalyje, patenka į Užpelkių botaninį - zoologinį draustinį. Tai – didžiausias parko ir Kelmės rajono ežeras. Ežero plotas 124 ha, baseino plotas – 153,0 km² (Montvydienė ir kt., 2014). Nuo Tytuvėnų miesto ežeras nutolęs apie 12 km. Ežeras yra pratakus - į Gauštvinį įteka trys upeliai (Šimša, Spangupis, Supynė) ir du melioracijos grioviai. Iš ežero išteka Gryžuva (Gryžuvos baseino plotas 190 km² (Montvydienė ir kt., 2014) – kairysis Dubysos intakas.

Ežero dubuo - rininės kilmės. Tai sekclus hipertrofinis ežeras, visi jo lėkšti krantai apaugę mišku. Giliausia ežero vieta 3,8 m, vidutinis gylis – 2,4 metro. Dugnas lėkštas, lygus, uždumblėjęs. Ežero vanduo dirbtinai pažemintas, nes numelioravus kelis tūkstančius ha Tyrulių ir Šimšos pelkių ir pagilinus bei ištiesinus Gryžuvos ir Šimšos upelių vagas, Gauštvinio ežero vandens lygis pažemėjo beveik 2 metrais. Ežero pakrantės apaugusios vešlia vandens augmenija. Ypač plati (iki 100–150 m pločio) nendrynų juosta yra pietinėje ežero dalyje, iš kurios išteka Gryžuvos upė. Ežere ir ežero nendrynuose gyvena didieji baulbiai, pilkosios gervės, peri, ar migracijos metu apsistoja, daug kitų vandens paukščių (Montvydienė ir kt., 2014). Telkinys svarbus žvejybai, tačiau rekreacijai pritaikyta tik vakarinėje ežero dalyje esanti teritorija.

Didelė baseino dalis apima išekspluotuos, eksploatuojamus arba eksploatacijai paruoštus durpių gavybos plotus, esančius Tyrulių pelkėje. Vanduo magistraliniais surenkamaisiais grioviais iš durpyno teritorijos suteka į Šimšos upę, kuri yra didžiausias Gauštvinio ežero intakas.



13 pav. Gauštvinio ežero rastrinis ortofotografinis žemėlapis su pažymėtomis tyrimo vietomis (nuotrauka iš <https://maps.google.com>)

Gauštvinio ežero tyrimų vykdymo vietos pavaizduotos 13 pav. Tiriamų laukelių koordinatės būtų tokios: laukelis veikiamas rekreacijos buvo 449452, 6169241 (LKS), neveikiamas rekreacijos - 449449, 6169334 (LKS) bei kontrolinis laukelis - 449441, 6169372 (LKS). Rekreacijos veikiamas laukelis ribojasi su pagrindine Gauštvinio ežero stovyklavietės maudykla. Be besimaudančių poilsiautojų čia dažnai valtimis plaukioja ir žvejai, tai – pagrindinė valčių nuleidimo vieta. Rekreacijos neveikiamas laukelis pasirinktas nendrių masyvo viduryje ir nepatiria jokio su rekreacija susijusio trikdymo. Abu minėti laukeliai tyrimo metu buvo vieną kartą šienauti. Trečiasis bandymo laukelis – kontrolinis, neveikiamas rekreacijos ir tyrimo metu nešienautas.

2.1.3. Giliaus ežeras

Ežeras taip pat patenka į Tytuvėnų miesto teritoriją. Tai - trečiasis pagal dydį ežeras Tytuvėnų regioniniame parke, jo plotas 36 ha, didžiausias gylis 23 m. Ežeras rininės kilmės, ištįsęs Pietų – Šiaurės kryptimi, kur Šiaurinėje dalyje kanalu susisiečia su šalia esančiu Apušio ežeru. Giliaus ež. dugnas smėlėtas, vanduo žalsvai mėlynos spalvos, rudenį nuskaidrėjantis. Vanduo šaltesnis nei kitų parko ežerų, nes rytinėje pakrantėje į ežerą suteka daug šaltinių. Didžioji dalis ežero apaugusi miško juosta.

Ežeras vidutiniškai pritaikytas ir naudojamas rekreacijai – ežero pakrantėse išsidėstę 6 didesni ir mažesni paplūdimiai, kuriuose per 2017 metų vasaros laikotarpį apsilankė apie 2100 lankytojų (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2018). Aplink visą ežerą įrengtas Giliaus pažintinis takas su informacinėmis stotelėmis, atokvėpio vietomis. Ežere vyksta mėgėjiška žvejyba, nors 2006 metais atliktų tyrimų metu nustatyta, jog Giliaus ež. bendra žuvų biomasė yra mažiausia (ištyrus Gilių, Bridvaišį ir Gauštvinį) (Bukelskis, 2006).



14 pav. Giliaus ežero rastrinis ortofotografinis žemėlapis su pažymėtomis tyrimo vietomis (nuotrauka iš <https://maps.google.com>)

Giliaus ežere stebėtos vietos pavaizduotos 14 pav. Tiriamų laukelių koordinatės būtų tokios: laukelis veikiamas rekreacijos buvo 449113, 6164390 (LKS), neveikiamas rekreacijos - 449127, 6164426 (LKS) bei kontrolinis laukelis - 449153, 6164507 (LKS). Pirmasis (rekreacijos veikiamas) laukelis parinktas „Karvių“ pliažo maudykloje, kur didžiausią rekreacinį poveikį sukelia besimaudantieji. Kaip rekreacinį poveikį būtų galima įvardinti ir šalia esančio pontoninio tilto sukeliama bangavimą. Antrasis (rekreacijos neveikiamas) laukelis išskirtas nendryno masyve, kur rekreacijos poveikis paprastosioms nendrėms visiškai apribotas – nėra besimaudančiųjų, plaukiojančių valtimis, ar žuvaujančių. Abu minėti laukelis buvo nušienauti liepos pradžioje. Trečiasis (kontrolinis) laukelis taip pat išskirtas nendryno masyve, kur nėra rekreacinio poveikio. Šis laukelis nebuvo šienautas.

2.2. Tyrimo metodika

Tyrimo duomenims sukaupti atlikti hidrologiniai pasirinktų ežerų tyrimai, nendrių morfologinių rodiklių matavimai bei tyrimo metu stebėtų ežerų pakrančių lankytojų monitoringas. Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežeruose išmatuotas vandens skaidrumas, temperatūra ir ištirpusio deguonies kiekis. Vandens skaidrumo, temperatūros ir prisotinimo deguonimi tyrimų periodiškumas: trys kartai savaitėje pradedant 2017 metų gegužės 24 ir tęsiant iki spalio 9 dienos. Viso 20 savaitių, kurių metu atlikta 60 tiriamųjų parametrų matavimų.

Vandens skaidrumas matuojamas Secchi disku. Secchi diskas buvo pasigamintas nudažius metalinį apskritimą juoda ir balta spalva. Prie nudažytos plokštumos buvo pritvirtintas lynas (15 pav.).



15 pav. Tyrimo metu naudotas Secchi diskas (Jokubauskaitė, 2017)

Skaidrumas buvo matuojamas tik ežerų rekreacinėje zonoje, nuo pliažuose esančių lieptų, kitose teritorijose skaidrumo matuoti nebuvo galima dėl techninių galimybių stokos. Nuleidus diską iki gylio, kuriame nebeįmanoma atskirti baltos ir juodos spalvos, buvo pažymėta riba iki kurios paskendo lynas. Tuomet diskas ištraukiamas ir metru pamatuotas panirusio lino ilgis, taip sužinomas vandens skaidrumas.

Temperatūra ir deguonies kiekis matuotas oksimetru „HANNA HI 9142“ (16 pav.). Prieš pradėdant naudoti aparatą, jis buvo sukalibruotas vadovaujantis valdymo instrukcijose pateikiamomis rekomendacijomis, naudojant kartu su aparatu pridėtus cheminius preparatus. Pradėjus naudoti aparatą, jis kas savaitę buvo papildomai kalibruojamas oro terpėje, kad būtų išvengta galimų matavimo paklaidų. Kalibravimas ore buvo atliekamas pagal instrukcijoje pateiktus nurodymus.



16 pav. Oksimetras ir kalibravimui naudoti cheminiai preparatai bei deguonies kiekio vandenyje matavimas tyrimo vietoje (Jokubauskaitė, 2017)

Nendrių morfologinių rodiklių matavimai buvo atlikti pagal laukelių metodą (po 1 m²) (17 pav.). Kiekviename ežere buvo išskirti trys skirtingi laukeliai:

1. laukelis, veikiamas intensyvios rekreacijos. Šis laukelis buvo nušienautas.
2. nušienautas laukelis, tačiau neveikiamas rekreacijos,
3. kontrolinis laukelis (nėra rekreacijos poveikio, nešienaujamas).

Makrofitai buvo nušienaujami (18 pav.) aktyviausios jų vegetacijos laikotarpiu – liepos mėnesio pirmąją savaitę. Nendrės buvo nupjautos specialiu pjautuvu taip, kad nupjautas stiebo galelis būtų paniręs po vandeniu apie 10 cm (Bjork, 2014).



17 pav. Pažymėtas kontrolinis augalų matavimo laukelis Gauštvinio ežero pakrantėje (Jokubauskaitė, 2017)



18 pav. Šienavimo procesas ir naudotos priemonės (pjautuvas) (Jokubauskaitė, 2017)

Šienaujami laukeliai, kurių kiekvieno plotas 1 m² (17 pav.), nurodyti ortofoto žemėlapiuose (12, 13, 14 pav.). Tyrimo metu buvo išmatuoti stebimo laukelio kiekvienos paprastosios nendrės morfologiniai rodikliai: aukštis nuo šaknies kaklelio, tarpubamblių skaičius.

Matavimai atliekami kas 2 savaites. Vertinamas augalų morfologinių rodiklių vidurkis, santykinis tankis.

Rekreacijos lygiui nustatyti buvo atliktas lankytojų monitoringas. Monitoringas buvo vykdytas tris kartus per savaitę (atliekant ežero hidrologinių parametrų matavimą). Tyrimai atliekami kartu, lygiagrečiai tuo pačiu metu vertinant ežero hidrologinius parametrus, rekreacijos intensyvumą bei išmatuojant nendrių morfologinius rodiklius (pastarieji vertinti kas dvi savaites).

2.3. Duomenų analizės metodai

Surinkti duomenys sisteminami ir lyginami tarpusavyje, SPSS programa atliekama duomenų statistinė analizė. Tyrimo duomenims apdoroti pasirinktas koreliacinės analizės Pirsono (Pearson) koreliacijos koeficiento metodas. Šis koreliacijos koeficientas žymimas raide r . Metodo esmė – nustatyti kiekybinių kintamųjų X ir Y priklausomybę vienas nuo kito. Pavyzdžiui, didėjant X , stebima Y didėjimo arba mažėjimo tendencija (Janilionis, 2017). Koreliacijos koeficiento reikšmės kinta nuo -1 iki 1 ir parodo ryšio stiprumą, o ženklas nurodo ryšio pobūdį. Kai ryšys teigiamas ($r < 0$), didėjant vieno požymio reikšmėms kito taip pat didėja. Kai ryšys neigiamas ($r > 0$), didėjant vieno kintamojo reikšmėms kito reikšmės mažėja. Kitas svarbus tyrimo klausimas – ar ryšys yra stiprus. Pagal koreliacijos koeficiento dydį daromos išvados apie koreliacinio ryšio stiprumą (Daunys, Dučinskas, 2007). Ryšio stiprumo reikšmių skalė pateikiama 2 lentelėje.

2 lentelė

Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė (Daunys, Dučinskas, 2007)

Labai stiprus	Stiprus	Vidutinis	Silpnas	Labai silpnas	Nėra ryšio	Labai silpnas	Silpnas	Vidutinis	Stiprus	Labai stiprus
-1	nuo -1 iki -0,7	nuo -0,7 iki -0,5	nuo -0,5 iki -0,2	nuo -0,2 iki 0	0	nuo 0 iki 0,2	nuo 0,2 iki 0,5	nuo 0,5 iki 0,7	nuo 0,7 iki 1	+1

Tyrimo atveju skaičiuojama, kaip augalų aukštis ir tarpubamblių skaičius priklauso nuo ežero fizinių parametrų – vandens skaidrumo, temperatūros, ištirpusio deguonies kiekio.

Augalų vidutinių parametrų skirtumams visuose tirtuose plotuose nustatyti, buvo atlikta vienfaktorinė dispersinė analizė (one – way ANOVA). Keliamos hipotezės:

H_0 : augalų vidutiniai parametrai skirtinguose ežerų plotuose neskiria;

H_1 : augalų vidutiniai parametrai bent dviejuose ežeruose skiriasi.

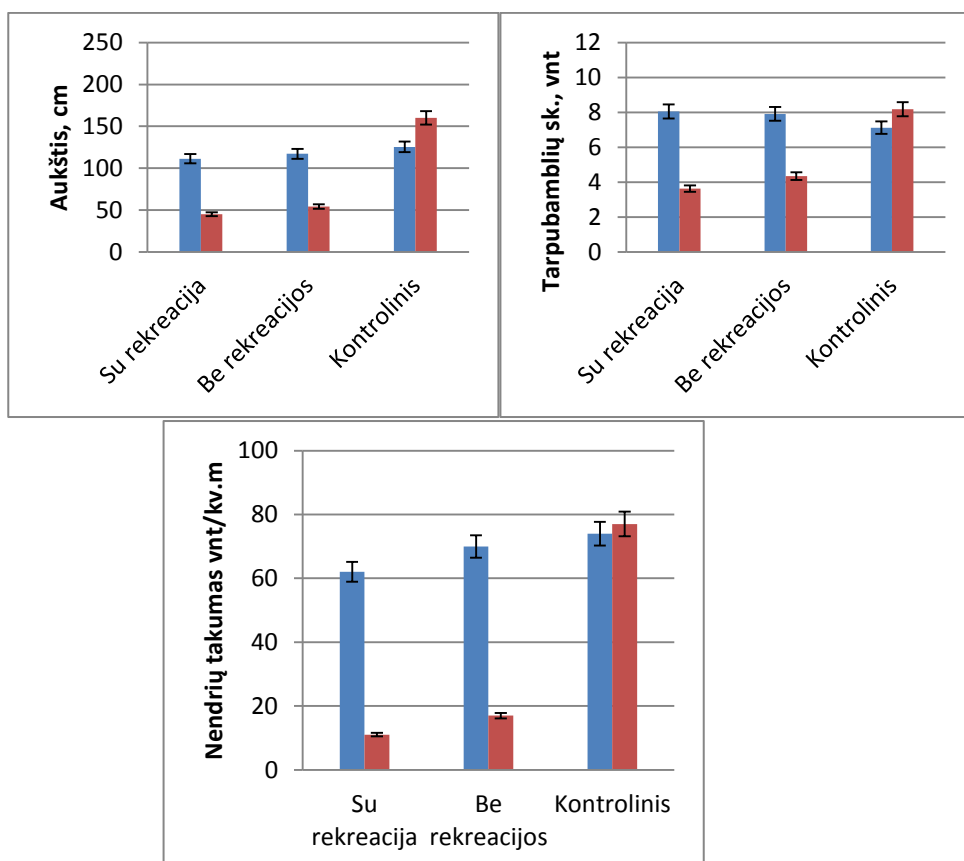
Jei analizuojamu atveju gavome, kad $p=0,000$, t.y. mažiau už $0,05$, tuomet atmetame nulinę hipotezę. Tai reiškia, kad priimama alternatyvioji hipotezė, kuri teigia, kad bent dviejuose skirtinguose ežerų plotuose augalų vidutiniai parametrai skiriasi (Daunys, Dučinskas, 2007). Kad nustatyti, kokiuose plotuose skiriasi augalų vidutiniai parametrai, buvo taikytas Post Hoc testas. Čia pasirinktas daugkartinio lyginimo kriterijus - LSD (Least Significant Difference) – Fišerio mažiausiai reikšmingo skirtumo kriterijus. Pagal Fišerio LSD kriterijų visos imčių poros lyginamos naudojant t-kriterijų. LSD yra liberaliausias aposteriorinis (Post Hoc) daugkartinio lyginimo kriterijus, t.y. jis dažniausiai randa statistiškai reikšmingus vidurkių skirtumus (Janilionis, 2017).

Atliktų tyrimų rezultatai gali būti pritaikyti renkantis efektyviausias ežerų valdymo programas. Įvertinus rekreacijos poveikį ežerų būklei ir nendrių augimo intensyvumą bei atsižvelgiant į gautus rezultatus, galima teikti pasiūlymus koreguoti Tytuvėnų regioninio parko tvarkymo planą. Tyrimo metu nustatėm, jog ežero pakrančių lankymas (mechaninis poveikis nendrėms) sumažina nendrių augimą, tvarkymo plane galima pažymėti daugiau rekreacijai skirtų vietų ežerų pakrantėse. Įgyvendinant tvarkymo planą, ežerų pakrantėse įrengtų plažų ir maudyklų vietose sumažėtų paprastųjų nendrių sąžalynai, pakrantės taptų lengviau prieinamos poilsiautojams.

3. TYRIMO DUOMENŲ REZULTATŲ ANALIZĖ

3.1. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo pokyčiai

Tyrimo metu paprastosios nendrės buvo pasirinktos kaip bioindikatorius, parodantis ežero trofiškumo lygį. 19 paveikslas iliustruoja Bridvaišio ežero paprastųjų nendrių morfologinių požymių ir augalų tankumo matavimo rezultatus skirtinguose matavimo laukeliuose. Įvertinus augalų morfologinių parametrų skirtinguose ežeruose ir skirtingose tyrimo vietose (su rekreacija, be jos ir kontroliniame laukelyje) rezultatus gauta, kad didžiausias vidutinis augalų aukštis prieš pjovimą buvo kontroliniame laukelyje (125,53 cm), mažiausias – rekreacijos veikiamame laukelyje (111,37 cm). Vertinant augalų tarpubamblių skaičių, visuose laukeliuose prieš pjovimą jis buvo panašus – apie 8 vnt. Tankiausiai paprastosios nendrės prieš pjovimą Bridvaišio ežere buvo sužėlusios kontroliniame laukelyje (74 vnt.). Po nendrių šienavimo žemiausios (45,36 cm), mažiausiai tarpubamblių (3,64 vnt.) turinčios bei rečiausios (11 vnt./m²) nendrės ataugo rekreacijos poveikį patiriančiame Bridvaišio ež. laukelyje.



19 pav. Paprastųjų nendrių aukščio ir tarpubamblių skaičiaus bei tankumo pokyčiai Bridvaišio ež. tiriamuosiuose laukeliuose (mėlyna spalva – prieš pjovimą, raudona – po pjovimo)

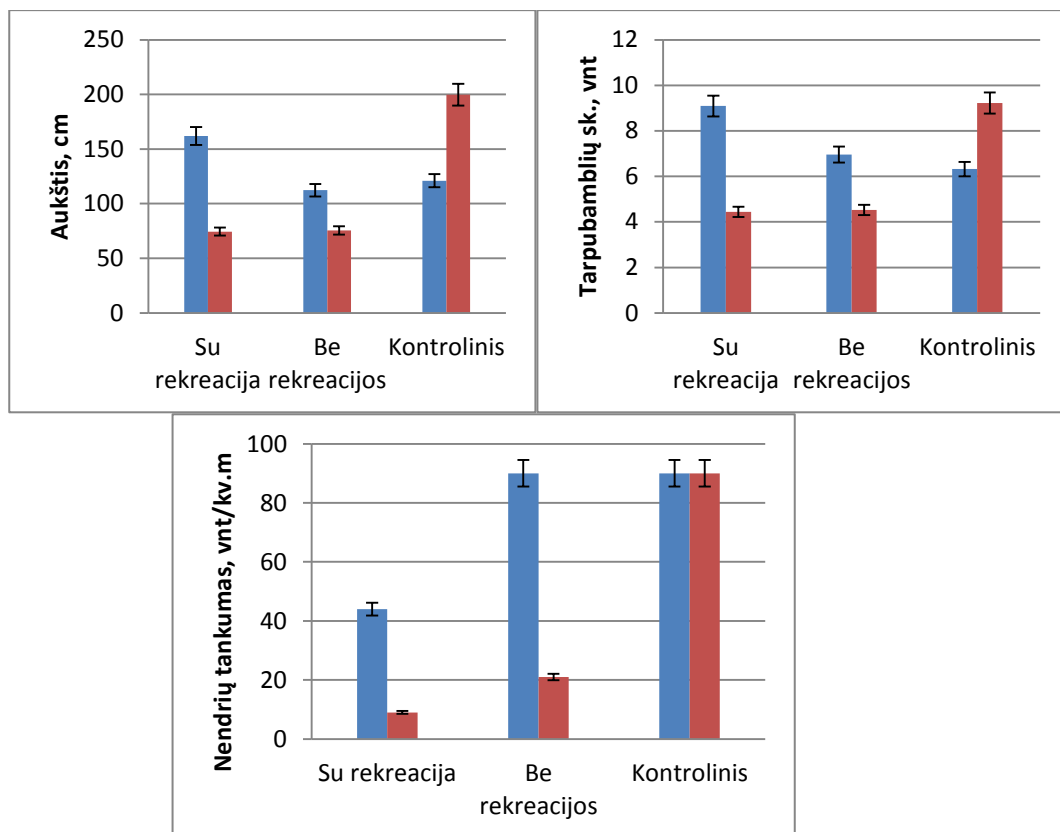
Naudojant Post Hoc testą (pasirinktas reikšmingumo lygmuo 0,05) buvo vertinti nendrių šienavimo rezultatai. Statistinės analizė parodė, kad statistiškai reikšmingai skyrėsi—_nendrių vidutinis aukštis tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelio. Vidutinis nendrių aukščio skirtumas šiuose laukeliuose buvo 80,82 cm ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingai skyrėsi ir kontrolinio bei be rekreacijos laukelių nendrių aukštis. Šis skirtumas siekė 70,09 cm. Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių nendrių aukštis statistiškai reikšmingai nesiskyrė, o vidurkių skirtumas siekė 10,72 cm.

Statistiškai reikšmingai skyrėsi tarpubamblių vidutinis skaičius tarp kontrolinio bei rekreacinio ir kontrolinio bei neveikiamo rekreacijos laukelių. Atitinkamai vidutinis tarpubamblių skaičiaus skirtumas čia siekė 3,67 vnt. ir 2,90 vnt. Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių tarpubamblių skaičiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė (0,77 vnt.).

Įvertinus skirtumus tarp paprastųjų nendrių tankumo kontroliniame ir rekreaciniame laukeliuose gautas skirtumas siekiantis 53,10 vnt./m² ($p < 0,05$) Kontrolinio bei be rekreacijos laukelių tankumo skirtumas siekė 40,80 vnt./m² ($p < 0,05$). Abu gauti rezultatai statistiškai reikšmingi.

Apibendrinus gautus rezultatus galima teigti, kad rekreacijos poveikis nėra svarbus rodiklis augalų augimo parametrams, nes statistiškai reikšmingų skirtumų tarp rekreacijos veikiamo ir neveikiamo laukelių neužfiksuota.

Kiek kitokie rezultatai nei Bridvaišio ežere, gauti Gauštvinio ež. paprastųjų nendrių morfologinių rodiklių ir tankumo stebėjimo metu (20 pav.). Mažiausios nendrės prieš šienavimą buvo rekreacijos neveikiamame laukelyje (112,32 cm). Tuo tarpu aukščiausios išmatuotos rekreacijos poveikį patiriančiame laukelyje (161,95 cm). Šiame plote prieš šienavimą nendrės pasižymėjo ir didžiausių tarpubamblių skaičiumi – 9,09 vnt., kai kontroliniame ir rekreacijos neveikiamame laukelyje vidutinis tarpubamblių skaičius siekė apie 6-7 vnt. Tankiausios nendrės (net 90 vnt./m²) buvo kontroliniame ir rekreacijos neveikiamame Gauštvinio ež. laukeliuose. Rekreacijos poveikį patiriančiame laukelyje nendrės buvo beveik perpus retesnės (44 vnt./m²). Atlikus nendrių šienavimą, didelių skirtumų tarp rekreacinio ir rekreacijos neveikiamo laukelio neužfiksuota, išskyrus tai, kad rekreacijos neveikiamame laukelyje nendrių tankumas buvo didesnis, atitinkamai 9 ir 21 vnt./m². Taip pat svarbu paminėti, kad Gauštvinio ež. kontroliniame laukelyje buvo užfiksuotos pačios aukščiausios paprastosios nendrės, kurios siekė beveik 2 metrų aukštį.



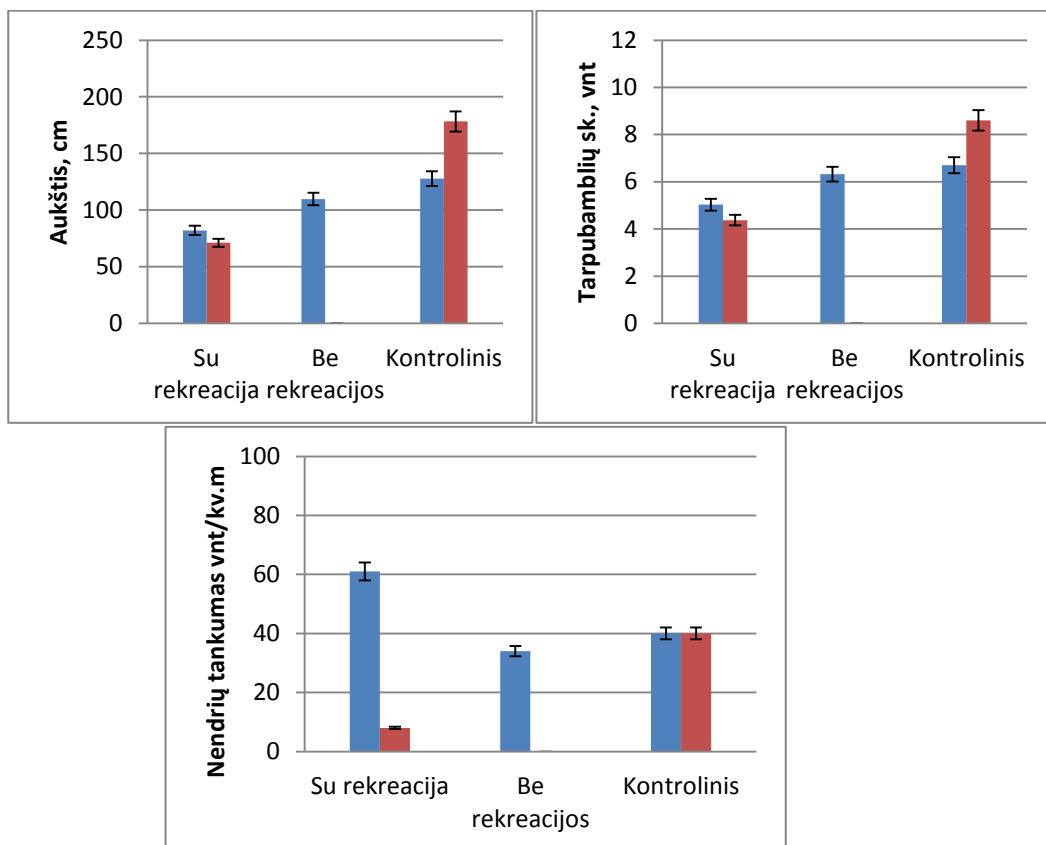
20 pav. Paprastųjų nendrių aukščio ir tarpubamblių skaičiaus bei tankumo pokyčiai Gauštvinio ež. tiriamuosiuose laukeliuose (mėlyna spalva – prieš pjovimą, raudona – po pjovimo)

Po nendrių šienavimo Gauštvinio ežere statistiškai reikšmingai skyrėsi nendrių vidutinis aukštis tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelių. Vidutinis nendrių aukščio skirtumas čia yra 69,24 cm ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingai skyrėsi ir kontrolinio bei be rekreacijos laukelių nendrių aukštis. Šis skirtumas yra 76,90 cm. Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių nendrių aukštis statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Šiuo atveju vidurkių skirtumas 7,66 cm.

Statistiškai reikšmingai skyrėsi tarpubamblių vidutinis sk. tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelių. Vidutinis tarpubamblių sk. skirtumas šiuose laukeliuose yra 2,81 vnt. Taip pat statistiškai reikšmingai skyrėsi ir kontrolinio bei be rekreacijos plotų tarpubamblių sk. Šis skirtumas yra 3,11 vnt. Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių tarpubamblių sk. statistiškai reikšmingai nesiskyrė (0,29 vnt.) Statistiškai reikšmingai skyrėsi tankumas tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelių.

Statistiškai reikšmingai skyrėsi ir kontrolinio bei be rekreacijos laukelių tankumas. Šis skirtumas yra 268,00 vnt./m² ($p < 0,05$). Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių tankumas statistiškai reikšmingai nesiskiria. Šiuo atveju vidurkių skirtumas 24,50 vnt./ m² ($p < 0,05$).

Giliaus ežero rezultatai (21 pav.) parodė, jog aukščiausios nendrės prieš šienavimą buvo kontroliniame laukelyje (127,75 cm), žemiausios - rekreacijos veikiamame laukelyje (81,98 cm). Ta pati tendencija pasikartojė vertinant augalų tarpubamblių skaičių – kontroliniame laukelyje 6,7 vnt., paveiktame rekreacijos - 5,03 vnt. Tankiausios nendrės iki šienavimo Giliaus ežere buvo rekreacijos veikiamame laukelyje – 61 vnt./m², rečiausios (34 vnt./m²) rekreacijos neveikiamame laukelyje. Po nendrių pjovimo šiame laukelyje neataugo nei viena nendrė. Rekreacijos veikiamame laukelyje iš pradžioje buvusių 61 vnt./m², ataugo tik 8 vnt./m².



21 pav. Paprastųjų nendrių aukščio ir tarpubamblių skaičiaus bei tankumo pokyčiai Giliaus ež. tiriamuosiuose laukeliuose (mėlyna spalva – prieš pjovimą, raudona – po pjovimo)

Atlikus nendrių pjovimo darbus Giliaus ežere, statistiškai reikšmingai skyrėsi nendrių vidutinis aukštis tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelio. Vidutinis nendrių aukščio skirtumas šiuose laukeliuose yra 81,11 cm ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingai skiriasi ir kontrolinio bei be rekreacijos laukelių nendrių aukštis. Šis skirtumas yra 97,19 cm. Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių nendrių aukštis statistiškai reikšmingai nesiskiria. Šiuo atveju vidurkių skirtumas 16,09 cm ($p > 0,05$). Statistiškai reikšmingai skyrėsi tarpubamblių vidutinis sk. tarp kontrolinio ir rekreacinio laukelio. Vidutinis tarpubamblių sk. skirtumas čia - 3,90 vnt. Statistiškai reikšmingas ryšys užfiksuotas ir tarp kontrolinio bei be rekreacijos laukelių

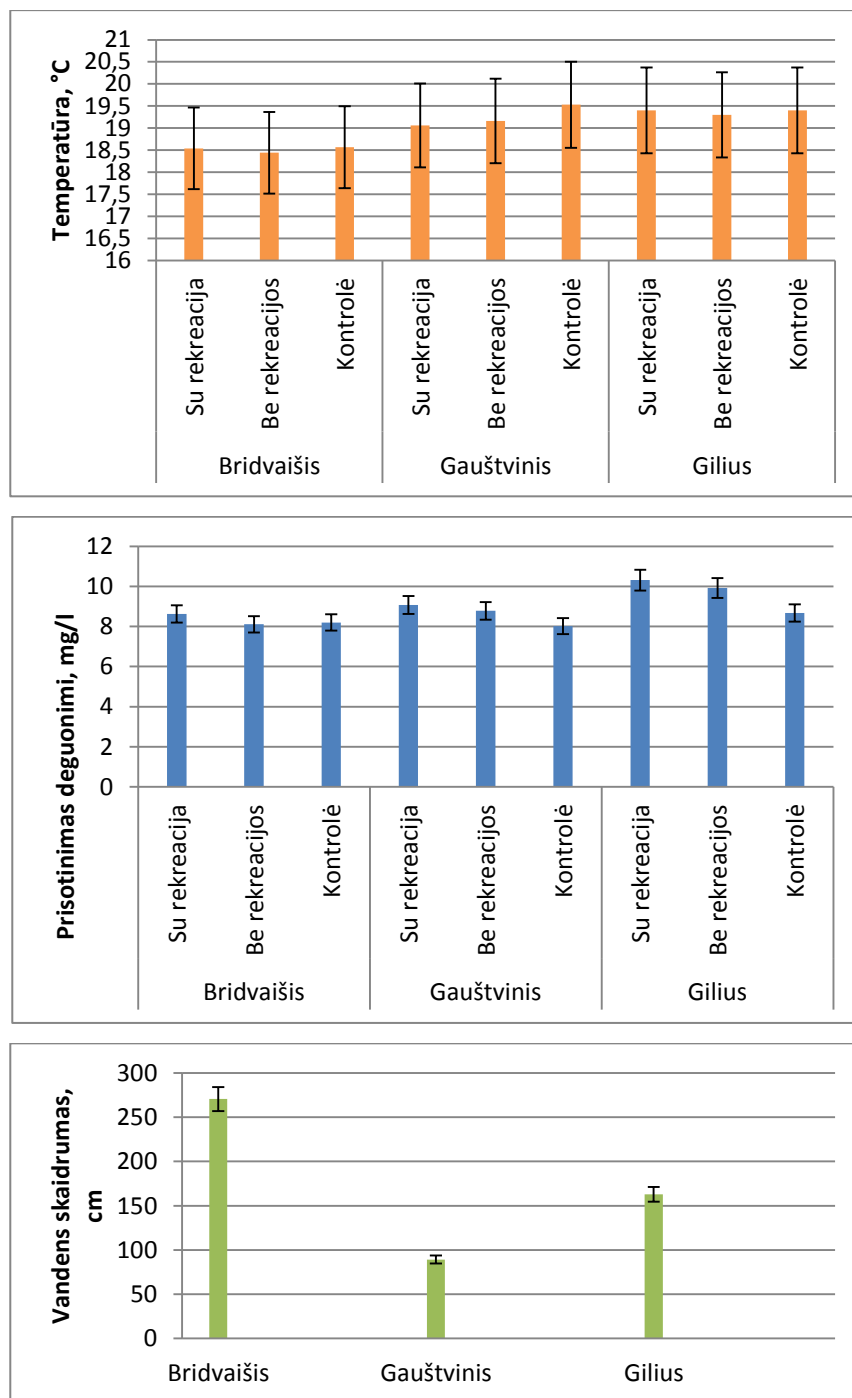
tarpubamblių sk. Šis skirtumas yra 4,96 vnt. ($p < 0,05$). Rekreacinio ir nerekreacinio laukelių tarpubamblių sk. statistiškai reikšmingai nesiskyrė (1,06 vnt.). Statistiškai reikšmingai skyrėsi tankumas tarp kontrolinio ir be rekreacijos laukelių, kur skirtumas buvo 26,30 vnt. ($p < 0,05$). Rekreacinio ir nerekreacinio laukelio tankumas statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Šiuo atveju vidurkių skirtumas 10,70 vnt./m² ($p < 0,05$). Taip pat statistiškai reikšmingai nesiskiria rekreacinio ir kontrolinio laukelių tankumas. Šiuo atveju vidurkių skirtumas 15,60 vnt./m² ($p < 0,05$).

Kaip matome iš mūsų tyrimo metu gautos informacijos, statistiškai reikšmingų augalų parametrų skirtumų neužfiksuota nei tarp vieno ežero rekreacijos veikiamų ir rekreacijos neveikiamų laukelių. Tai atskleidžia, kad rekreacinė apkrova tirtuose ežeruose neturi įtakos nendrių ataugimui po šienavimo. Russell ir Kraaij 2008 metais atliko panašų tyrimą ir nustatė, jog nendrių ataugimo intensyvumas po pjovimo labiausiai priklauso nuo vandens lygio svyravimų – kuo ilgiau paprastųjų nendrių ūgliai nepasiekia vandens paviršiaus – tuo skurdesni ir retesni atauga.

Tačiau statistiškai reikšmingai skyrėsi visų šienautų (rekreacijos veikiamų ir neveikiamų) ir kontrolinių laukelių paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo vidurkiai nepriklausomai nuo ežero. Tai rodo, kad nendrių naikinimas nupjaunant jų stiebus po vandeniui yra efektyvus būdas, mat, augalai po pjovimo atauga menkesni ir retesni lyginat su kontroliniais ežerų laukeliais. Ši tyrimo dalis patvirtina daugelio limnologų pateikiamą informaciją, kad vienas iš tinkamiausių paprastųjų nendrių naikinimo būdų yra pjovimas po vandeniui intensyviausiu augalų vegetacijos laikotarpiu (Urtane, 2014; Bjork, 2014; Balevičius ir kt., 2015).

3.2. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo priklausomybė nuo ežerų vandens skaidrumo, temperatūros ir ištirpusio deguonies kiekio

Atliekant tyrimą buvo fiksuojami ir ežerų vandens parametrai, tokie kaip temperatūra, skaidrumas ir prisotinimas deguonimi. 22-ame paveiksle pateikiami skirtingų vandens parametrų vidurkiai visuose tirtuose ežerų laukeliuose. Svarbu priminti, kad vandens skaidrumas buvo matuotas tik rekreacijos veikiamuose ežerų laukeliuose.



22 pav. Vandens parametų skirtumų vidurkiai Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežeruose

Vidutinė mažiausia vandens temperatūra tyrimo laikotarpiu buvo nustatyta Bridvaišio ež. rekreacijos neveikiamame laukelyje (18,44 °C), didžiausia – Gauštvinio ež. kontroliniame laukelyje (19,53 °C). Mažiausias vidutinis vandens prisotinimas deguonimi nustatytas Gauštvinio ež. kontroliniame laukelyje ir buvo 8,02 mg/l. Tuo tarpu didžiausiu vidutiniu vandenyje ištirpusio deguonies kiekiu pasižymėjo vanduo ties Giliaus ež. rekreacijos veikiamu

laukeliu, čia užfiksuotas vidutinis deguonies kiekis - 10,31 mg/l. Skaidriausiu vandeniu pasižymi Bridvaišio ežeras, kur rekreacijos veikiamame laukelyje nustatytas vidutinis 270,5 cm vandens skaidrumas. Giliaus ež. vidutinis vandens skaidrumas tiriamuoju laikotarpiu buvo 162,83 cm. Mažiausiu vidutiniu vandens skaidrumu pasižymėjo Gauštvinio ežeras, kur vandens skaidrumas siekė tik 89,17 cm. Tai apie tris kartus mažesnis skaidrumas nei Bridvaišio ežere.

Pasitelkus Pirsono (Pearson) koreliacijos koeficientą buvo vertinama ar augalų aukštis ir tarpumblių skaičius priklauso nuo ežero fizinių parametų skirtinguose laukeliuose. Koreliacijos rezultatai interpretuoti remiantis reikšmių skale, kuri pavaizduota 2-oje lentelėje.

3 lentelė

Vandens ir augalų parametų tarpusavio ryšys Bridvaišio ež. tiriamuosiuose laukeliuose

	Nendrių aukščio vidurkis, cm	Vidutinis tarpumblių skaičius, vnt	Tankumas, vnt./m ²
Rekreacijos veikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,188$ $p = 0,604$	$r = -0,266$ $p = 0,458$	$r = -0,069$ $p = 0,850$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,376$ $p = 0,284$	$r = 0,282$ $p = 0,429$	$r = 0,417$ $p = 0,231$
Skaidrumas, cm	$r = -0,152$ $p = 0,676$	$r = -0,074$ $p = 0,839$	$r = -0,190$ $p = 0,600$
Rekreacijos neveikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,165$ $p = 0,648$	$r = -0,238$ $p = 0,507$	$r = -0,070$ $p = 0,847$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,369$ $p = 0,294$	$r = 0,307$ $p = 0,389$	$r = 0,521$ $p = 0,123$
Skaidrumas, cm	$r = 0,103$ $p = 0,778$	$r = 0,119$ $p = 0,743$	$r = 0,017$ $p = 0,963$
Kontroliniame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,148$ $p = 0,683$	$r = -0,066$ $p = 0,857$	$r = -0,031$ $p = 0,933$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = -0,790$ $p = 0,007$	$r = -0,831$ $p = 0,003$	$r = -0,911$ $p = 0,000$

Skaidrumas, cm	$r = 0,155$ $p = 0,670$	$r = 0,077$ $p = 0,832$	$r = 0,000$ $p = 1,000$
----------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Iš 3 lentelės duomenų matome, kad statistiškai reikšmingų koreliacijos koeficientų tarp Birdvaišio ežero vandens ir augalų morfologinių parametru tiek rekreacijos paveiktame, tiek ir rekreacijos nepaveiktame laukeliuose nebuvo nustatyta.

Kita vertus, Birdvaišio ežero kontroliniame laukelyje gauta, kad nendrių aukštis priklauso nuo vandens prisotinimo deguonimi ($r=-0,790$, $p<0,05$; 3 lentelė). Gautas statistiškai reikšmingas neigiamas koreliacijos koeficientas tarp aukščiau minėtų parametru. Pagal gautus rezultatus galime daryti prielaidą, kad mažėjant vandens prisotinimui deguonimi, didėja nendrių aukštis.

Taip pat statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas tarp tarpubamblių sk. ir ežero prisotinimo deguonimi ($r=-0,831$, $p<0,05$). Galime daryti prielaidą, kad mažėjant vandens prisotinimui deguonimi, didėja nendrių tarpubamblių sk.,

Statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas tarp augalų tankumo ir vandens prisotinimo deguonimi ($r=-0,911$, $p<0,05$). Galime daryti išvadą, kad mažėjant vandens prisotinimui deguonimi, didėja kontrolinio laukelio nendrių tankumas.

4 lentelė

Vandens ir augalų parametru tarpusavio ryšys Gauštvinio ež. tiriamuosiuose laukeliuose

	Nendrių aukščio vidurkis, cm	Vidutinis tarpubamblių skaičius, vnt	Tankumas, vnt./m ²
Rekreacijos veikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,183$ $p = 0,613$	$r = -0,130$ $p = 0,720$	$r = 0,136$ $p = 0,707$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = -0,269$ $p = 0,453$	$r = -0,278$ $p = 0,437$	$r = 0,063$ $p = 0,863$
Skaidrumas, cm	$r = 0,186$ $p = 0,607$	$r = 0,143$ $p = 0,694$	$r = 0,263$ $p = 0,463$
Rekreacijos neveikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,256$ $p = 0,476$	$r = -0,190$ $p = 0,598$	$r = 0,130$ $p = 0,720$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,485$ $p = 0,155$	$r = 0,474$ $p = 0,166$	$r = 0,700$ $p = 0,024$

Skaidrumas, cm	$r = 0,219$ $p = 0,543$	$r = 0,196$ $p = 0,587$	$r = 0,269$ $p = 0,452$
Kontroliniame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,256$ $p = 0,476$	$r = -0,190$ $p = 0,598$	$r = 0,130$ $p = 0,720$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,485$ $p = 0,155$	$r = 0,474$ $p = 0,166$	$r = 0,700$ $p = 0,024$
Skaidrumas, cm	$r = -0,203$ $p = 0,574$	$r = -0,202$ $p = 0,576$	$r = -0,195$ $p = 0,589$

Atlikus tyrimus Gauštvinio ež. bei gautų duomenų statistinį vertinimą (4 lentelė), pastebima, kad rezultatai nesutampa su Birdvaišio ež. Statistiškai reikšmingi koreliacijos koeficientai nustatyti Gauštvinio ež. rekreacijos neveikiamame laukelyje tarp paprastųjų nendrių tankumo ir ežero vandens prisotinio deguonimi. Gautas koreliacijos koeficientas siekė 0,700 ($p=0,024$). Rezultatai rodo statistiškai reikšmingą stiprų ryšį tarp paprastųjų nendrių tankumo ir vandens prisotinio deguonimi. Teigtina, kad mažėjant ežero prisotinimui deguonimi, mažėja augalų tankumas.

5 lentelė

Vandens ir augalų parametrų tarpusavio ryšys Giliaus ež. tiriamuosiuose laukeliuose

	Nendrių aukščio vidurkis, cm	Vidutinis tarpubamblių skaičius, vnt	Tankumas, vnt./m ²
Rekreacijos veikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,381$ $p = 0,277$	$r = -0,351$ $p = 0,320$	$r = -0,270$ $p = 0,450$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,282$ $p = 0,429$	$r = 0,289$ $p = 0,418$	$r = 0,255$ $p = 0,478$
Skaidrumas, cm	$r = 0,309$ $p = 0,385$	$r = 0,248$ $p = 0,490$	$r = -0,062$ $p = 0,865$
Rekreacijos neveikiamame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,496$ $p = 0,175$	$r = -0,224$ $p = 0,533$	$r = -0,297$ $p = 0,405$

Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = 0,238$ $p = 0,538$	$r = 0,283$ $p = 0,428$	$r = 0,481$ $p = 0,160$
Skaidrumas, cm	$r = 0,061$ $p = 0,875$	$r = -0,146$ $p = 0,687$	$r = -0,074$ $p = 0,839$
Kontroliniame laukelyje			
Temperatūra, °C	$r = -0,658$ $p = 0,054$	$r = 0,276$ $p = 0,440$	$r = -0,397$ $p = 0,256$
Prisotinimas deguonimi, mg/l	$r = -0,941$ $p = 0,000$	$r = -0,935$ $p = 0,000$	$r = -0,968$ $p = 0,000$
Skaidrumas, cm	$r = 0,308$ $p = 0,420$	$r = 0,010$ $p = 0,978$	$r = -0,159$ $p = 0,661$

Giliaus ež. kontroliniame laukelyje, pagal koreliacijos koeficientų rezultatus, statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas tarp paprastųjų nendrių morfologinių parametrų ir ežero vandens prisotinimo deguonimi. Vertinant augalų aukščio ir vandens prisotinimo deguonimi priklausomybę, nustatyta koreliacijos koeficiento reikšmė siekė $-0,941$ ($p=0,007$). Rezultatai rodo statistiškai reikšmingą labai stiprų ryšį tarp augalų aukščio ir vandens prisotinimo deguonimi. Galime daryti išvadą, kad mažėjant ežero prisotinimui deguonimi, didėja nendrių aukštis. Tarp tarpubamblių sk. ir ežero prisotinimo deguonimi koreliacijos koeficientas $r=-0,935$ ($p<0,01$), vadinasi formuojasi prielaida, kad mažėjant ežero prisotinimui deguonimi, galimai didėja paprastųjų nendrių tarpubamblių sk..

Statistiškai reikšmingas ryšys nustatytas ir tarp augalų tankumo bei Giliaus ežero prisotinimo deguonimi ($r=-0,968$, $p<0,01$). Rezultatai sutampa su Bridvaišio ež. koreliacijos koeficientų rezultatais.

Apibendrinant statistinės analizės rezultatus, nustatyta kad:

- Bridvaišio ež. kontroliniame laukelyje mažėjant vandens prisotinimui deguonimi, didėja paprastųjų nendrių aukštis, tarpubamblių sk. ir tankumas;
- Gauštvinio ež. rekreacijos neveikiamame laukelyje mažėjant prisotinimui deguonimi, mažėja tankumas;
- Giliaus ež. kontroliniame laukelyje mažėjant vandens prisotinimui deguonimi, didėja paprastųjų nendrių aukštis, tarpubamblių sk. ir tankumas.

Kaip matome, Bridvaišio ir Giliaus ežerų statistinės analizės apibendrinti rezultatai yra vienodi, o Gauštvinio ež. – skiriasi. Tai būtų galima sieti su ežerų hidrologinių parametrų

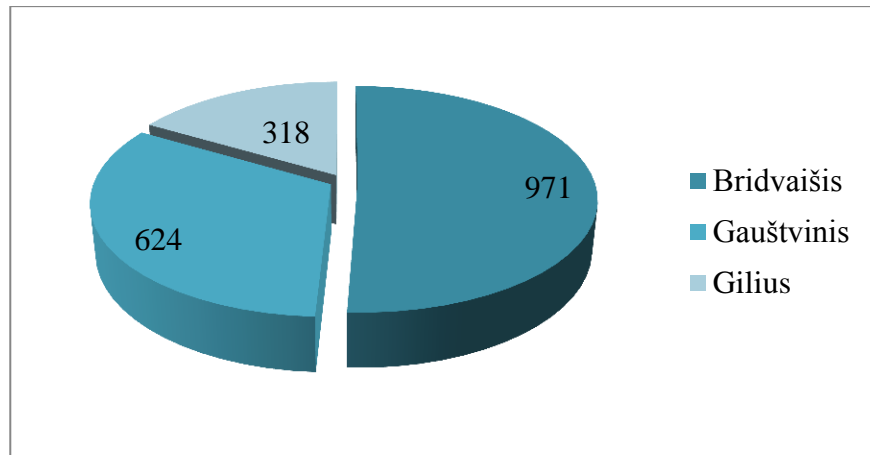
sutapimais – tiek Bridvaišio, tiek Giliaus ežerai pasižymi gana dideliu vidutiniu vandens gyliu, atitinkamai 10,2 m ir 8,2 m (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2017), tuo tarpu Gauštvinio ežero vidutinis gylis tik 2,4 m (Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2017). Tyrimo metu atlikus vandens skaidrumo tyrimus, taip pat nustatyta, jog Bridvaišio ir Giliaus ežerai pasižymi skaidriu vandeniu (atitinkamai vidutiniškai 270,5 cm ir 162,83 cm), o Gauštvinio ežero vandens vidutinis skaidrumas vos 89,17 cm. Skaidresnis vanduo sudaro galimybę saulės šviesai lengviau prasiskverbti iki povandeniniu augalų (Urtane, 2014), kurie dėl fotosintezės praturtina ežero vandenį deguonimi.

Mokslinėje literatūroje nurodoma, kad deguonies prisotinimo lygį ir makrofitų augimo priklausomybę būtų galima sieti su deguonies įtaka fosforui. Jei deguonies ežere ir jo priedugnio sluoksnyje pakanka, į ežero priedugnio sluoksnį patekęs fosforas virsta vandenyje netirpiu geležies hidroksifosfatu (Urtane, 2014), kuris tampa neprieinamas augalams. Dėl šios priežasties, jie gali būti skurdesni, užimti mažesnę plotą. Siekiant gauti išsamesnės informacijos apie ežeruose vykstančius eutrofikacijos procesus ir ežerų užžėlimo spartą lemiančius veiksnius, tikslinga atlikti fosforo ir azoto koncentracijos dinamikos tyrimus.

Gauštvinio ežero atveju, sumažėjus deguonies sumažėjo ir nendrių tankumas rekreacijos neveikiamame laukelyje. Užsienio mokslininkų darbuose minima, kad ne vien paprastųjų nendrių lapai, bet ir šaknys išskiria deguonį (Armstrong et al., 1990). Carpenter ir Gasith dar 1978 metais nustatė, kad iš ežero pašalinus dalį makrofitų, toje vietoje sumažėjo fotosintezės intensyvumas.

3.3. Paprastųjų nendrių aukščio, tarpubamblių skaičiaus ir tankumo priklausomybė nuo ežerų pakrančių lankytojų skaičiaus

Lankytojų skaičius buvo fiksuojamas netoli rekreacijos poveikį patiriančių paprastųjų nendrių laukelių Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežeruose. Lankytojų skaičiavimo laikotarpis 2017 m. gegužės 24 d. - 2017 m. spalio 9 d. Lankytojai buvo fiksuojamai tuo pačiu laiku kaip ir ežerų vandens parametrai.



23 pav. Lankytojų skaičius (vnt.) prie Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų

Kaip matome iš 23 paveikslo, daugiausia lankytojų per tiriamąjį laikotarpį užfiksuota Bridvaišio ež. pakrantėje – 971, tris kartus mažiau, t. y. 318 lankytojų buvo ties Giliaus ežero pakrante.

Surinkti lankytojų duomenys susisteminti ir atlikta statistinė analizė su tikslu įvertinti ar lankytojų skaičius turi įtakos paprastųjų nendrių augimui. Gauti rezultatai pateikti 6-toje lentelėje.

6 lentelė

Rekreacijos poveikio ir augalų parametrų tarpusavio ryšys

	Nendrių aukščio vidurkis, cm	Vidutinis tarpubamblių skaičius, vnt	Tankumas, vnt/kv.m
Bridvaišio ežeras			
Lankytojų skaičius, vnt	$r = -0,040$ $p = 0,913$	$r = -0,069$ $p = 0,849$	$r = -0,105$ $p = 0,773$
Gauštvinio ežeras			
Lankytojų skaičius, vnt	$r = 0,592$ $p = 0,071$	$r = 0,591$ $p = 0,072$	$r = 0,495$ $p = 0,146$
Giliaus ežeras			
Lankytojų skaičius, vnt	$r = -0,135$ $p = 0,710$	$r = -0,094$ $p = 0,797$	$r = -0,116$ $p = 0,750$

Nors Bridvaišio ež. pakrantėje ir užfiksuotas didžiausias lankytojų skaičius, pagal gautus rezultatus teigtina, kad lankytojų skaičius neturėjo įtakos paprastųjų nendrių morfologinių parametrų ir tankumo rodiklių pokyčiams. Visais 3 atvejais (augalų aukščio, tarpubamblių

skaičiaus bei tankumo) gauname labai mažus ir statistiškai nereikšmingus koreliacijos koeficientus ($p > 0,05$). Analogiški rezultatai gauti ir pagal Gauštvinio (r tarp 0,495 ir 0,592, kai $p > 0,05$) bei Giliaus ežerų (r tarp -0,09 ir -0,135, kai $p > 0,05$) tyrimo duomenis.

Balevičienė ir kiti autoriai (2009) teigia, kad labai intensyvi rekreacija gali turėti įtakos ežerų eutrofikacijos spartai (pvz., Glūko ež. (Varėnos rajonas) rekreacinėse teritorijose stebimas deguonies deficitas ir gausėnis dumblių suvešėjimas, nei rekreacijos poveikio nepatiriančiose ežero vietose). Mūsų tyrimo atveju galime teigti, kad nors lankytojų kiekis skirtinguose ežeruose labai skyrėsi (Bridvaišio pakrantėje buvo trigubai daugiau lankytojų nei Giliaus), lankytojai neturėjo statistiškai reikšmingo poveikio paprastųjų nendrių morfologiniams rodikliams ar tankumui.

IŠVADOS

1. Atlikus ežerų vandens fizinių parametrų tyrimus, temperatūros ir vandens prisotinimo deguonimi rezultatai buvo panašūs visuose tirtuose ežeruose. Labiausiai skyrėsi ežerų vandens skaidrumas – Bridvaišio ež. – 270,5 cm, Gauštvinio ež. – 89,17 cm, Giliaus ež. – 162,83 cm.

2. Aukščiausios (161,95 cm), vidutiniškai daugiausiai tarpubamblių (9,09 vnt) turinčios ir tankiausios (90 vnt./m²) nendrės užfiksuotos Gauštvinio ežero kontroliniame laukelyje, o mažiausiais minėtais parametrais pasižymėjo Giliaus ež. rekreacijos poveikį patiriančiame laukelyje buvusios nendrės (atitinkamai 81,98 cm; 5,03 vnt; 61 vnt./m²). Atlikus augalų pjovimą, statistiškai reikšmingų augalų parametrų skirtumų tarp tiriamųjų laukelių nenustatyta nei viename ežere. Statistiškai reikšmingai skyrėsi visų ežerų rekreacijos veikiamų ir neveikiamų laukelių rezultatai su kontroliniais laukeliais.

3. Nors rekreacinės apkrovos stebėjimo rezultatai parodė, kad labiausiai lankomas yra Bridvaišio ežeras (971 poilsiautojai per tiriamąjį laikotarpį), vidutiniškai lankomas Gauštvinio ež. (624 poilsiautojai), o mažiausią apkrovą patiria Giliaus ež. (318 poilsiautojai), atlikta tyrimo metu surinktų duomenų statistinė analizė, parodė, jog rekreacinė apkrova neturi įtakos paprastųjų nendrių morfologiniams rodikliams ar augalų tankumui.

4. Pagrindinis veiksnys, sudarantis reikšmingą įtaką paprastųjų nendrių augimui buvo ežerų vandens prisotinimas deguonimi. Bridvaišio ir Giliaus ežerų kontroliniuose laukeliuose mažėjant vandens prisotinimui deguonimi didėjo paprastųjų nendrių aukštis ir tarpubamblių skaičius bei augalų tankumas (r tarp -0,790 ir -0,968, $p < 0,05$). Gauštvinio ež. rekreacijos neveikiamame laukelyje mažėjant prisotinimui deguonimi, mažėjo tankumas ($r = 0,700$, $p = 0,024$).

Ieva Jokubauskaitė

Ežerų fizinių savybių ir rekreacinės apkrovos poveikio nendrių augimui vertinimas

SANTRAUKA

Ežerai visame pasaulyje svarbūs kaip estetinę reikšmę formuojantys kraštovaizdžio elementai, turtingi bioįvairove. Nepaneigiamas jų didelis rekreacinis potencialas bei komercinė vertė, o kai kurioms pasaulio ir Europos šalims ežerai ypač svarbūs, kaip geriamo vandens šaltinis. Pastaruoju metu išvardintoms ežerų vertybėms vis didesnę grėsmę kelia nevaldomas, ar sunkiai valdomas pakrančių užžėlimas.

Darbe analizuojama pakrančių užžėlimo paprastosiomis nendrėmis problema, nes ši rūšis ežerų pakrantėse yra viena dažniausių ir užima didžiausią plotą. Darbo tikslas - nustatyti Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų fizinių savybių (vandens temperatūros, skaidrumo ir prisotinio deguonimi) bei rekreacijos įtaką nendrėjimo procesui. Darbo tikslui pasiekti buvo iškelti šie uždaviniai: nustatyti Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežerų fizinius parametrus: skaidrumą, ištirpusio deguonies kiekį, vandens temperatūrą; išmatuoti pasirinktuose ežeruose augančių paprastųjų nendrių aukštį ir tarpubamblių skaičių bei tankumą; įvertinti rekreacijos intensyvumą Bridvaišio, Gauštvinio ir Giliaus ežeruose; nustatyti ežerų fizinių parametrų ir rekreacinės apkrovos rezultatų ryšį su paprastųjų nendrių morfologiniais parametrais.

Atlikus ežerų vandens fizinių parametrų tyrimus, temperatūros ir vandens prisotinio deguonimi rezultatai buvo panašūs visuose tirtuose ežeruose. Labiausiai skyrėsi ežerų vandens skaidrumas: Bridvaišio ež. – 270,5 cm; Gauštvinio ež. – 89,17 cm; Giliaus ež. – 162,83 cm.

Aukščiausios, daugiausiai tarpubamblių ir tankiausios nendrės užfiksuotos Gauštvinio ežero kontroliniame laukelyje, o mažiausiais minėtais parametrais pasižymėjo Giliaus ež. rekreacijos poveikį patiriančiame laukelyje buvusios nendrės. Atlikus augalų pjovimą, statistiškai reikšmingų augalų parametrų skirtumų tarp tiriamųjų laukelių nenustatyta nei viename ežere. Statistiškai reikšmingai skyrėsi visų ežerų rekreacijos veikiamų ir neveikiamų laukelių rezultatai su kontroliniais laukeliais.

Rekreacinės apkrovos rezultatai parodė, kad labiausiai lankomas yra Bridvaišio ežeras (971 poilsiautojai per tiriamąjį laikotarpį), vidutiniškai lankomas Gauštvinio ež. (624 poilsiautojai), o mažiausią apkrovą patiria Giliaus ež. (318 poilsiautojai). Atlikus tyrimo metu surinktų duomenų statistinę analizę, paaiškėjo, jog rekreacinė apkrova neturi įtakos paprastųjų nendrių morfologiniams rodikliams ar augalų tankumui. Pagrindinis veiksnys, sudarantis

reikšmingą įtaką paprastųjų nendrių augimui buvo ežerų vandens prisotinimas deguonimi. Bridvaišio ir Giliaus ežerų kontroliniuose laukeliuose mažėjant vandens prisotinimui deguonimi didėjo paprastųjų nendrių aukštis ir tarpubamblių skaičius bei augalų tankumas. Gauštvinio ež. rekreacijos neveikiamame laukelyje mažėjant prisotinimui deguonimi, mažėjo tankumas.

Ieva Jokubauskaite

The Evaluation of Lakes Physical Features and Recreational Loads Influence on Growth of Common Reed

SUMMARY

Lakes around the world are important aesthetic elements shaping the landscape, rich in biodiversity. The great recreational potential and commercial value of the lakes are undeniable, and the lakes of some countries in the world and in Europe are particularly important as a source of drinking water. Lately, the values of the lakes have been increasingly threatened by unidentified or hardly managed coastal cliffs.

The paper analyses the problem of coastal common reeds, as this species is one of the most frequent in lakes and occupies the largest area. The objective of the work is to determine the physical properties (water temperature, transparency and oxygen saturation) of Bridvaišis, Gauštvinis and Gilius lakes and the influence of recreation on the process of common reed spreading. The following tasks were set to achieve the objective of the work: to determine the physical parameters of the Bridvaišis, Gauštvinis and Gilius lakes: transparency, dissolved oxygen content, water temperature; measure the height of the reeds growing in selected lakes and the number and density of interbundles; to assess the intensity of recreation in the lakes of Bridvaišis, Gauštvinis and Gilius; to determine the relationship between the results of lake physical parameters and recreational load with the morphological parameters of reed.

After analyzing physical parameters of lake water, the results of temperature and water saturation of oxygen were similar in all investigated lakes. The lake water transparency was the most different: Bridvaišis lake - 270,5 cm; Gauštvinis lake – 89,17 cm; Gilius lake - 162,83 cm.

The highest, with most interbundles and denser reed was fixed in the control area of Gauštvinis lake, and the smallest mentioned parameters were in Gilius lake recreation area. After cutting the plants, there were no statistically significant differences in plant parameters between the studied fields in any lake. Statistically significant difference was observed comparing the results of all recreational lakes and inactive fields with control fields.

The results of recreational load presented that the most visited are Bridvaišis lake (971 visitors during the exploratory period), the average visits to Gauštvinis lake (624 visitors), while Gilius lake suffers the smallest load (318 visitors). The statistical analysis of the data collected during the research revealed that the recreational load does not affect the morphological

characteristics of the reed or the density of plants. The main factor contributing to the growth of common reed was the oxygenation of lake water. In the control fields of Bridvaišis and Gilius lakes, as the oxygen saturation of the water decreases, the height, the number of interbundles and the density of plants increased as well. In the inactive area of recreation of Gauštvinis lake when decreasing the oxygen saturation the density decreases as well.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Acton Wakefield Watersheds Alliance, 2013. Eutrophication. [viewed November 5 2017]. <https://awwatersheds.org/eutrophication/>;
2. Aplinkos apsaugos agentūra, 2010. Paviršinių vandens telkinių vertinimas. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.]. <http://vanduo.gamta.lt/files/Pavirsiniu%20vandens%20telkiniu%20vertinimas.pdf>;
3. Aplinkos apsaugos agentūra, 2013. Lietuvos gamtinė aplinka. Būklė, procesai ir raida. Kaunas: Kopa;
4. Aplinkos apsaugos agentūra, 2017. Lietuvos Respublikos upių, ežerų ir tvenkinių kadastras. [žiūrėta 2017 spalio 28 d.]. <https://uetk.am.lt/portal/startPageForm.action>;
5. Aplinkos apsaugos agentūra, 2017. Paviršinių vandenų būklės vertinimas. [žiūrėta 2017 spalio 29 d.]. <https://aplinka.lt/vandens-telkiniu-kokybes-vertinimas>;
6. Aplinkos ministerija, 2001. Dėl paviršinio vandens telkinių klasifikavimo tvarkos ir kokybės normų patvirtinimo. *Teisės aktų registras*, 105301MISAK00D1-633;
7. Aplinkos ministerija, 2007. Dėl Paviršinių vandens telkinių būklės nustatymo metodikos patvirtinimo. *Teisės aktų registras*, 2016-21814;
8. Aplinkos ministerija, 2010. Dėl aplinkos ministro 2005 m. gegužės 23 d. įsakymo Nr. D1-256 "Dėl Paviršinių vandens telkinių tipų aprašo, Paviršinių vandens telkinių kokybės elementų etaloninių sąlygų rodiklių aprašo ir Kriterijų dirbtiniams, labai pakeistiems ir rizikos vandens telkiniams išskirti aprašo patvirtinimo" pakeitimo. *Teisės aktų registras*, 105301MISAK00D1-256;
9. Aplinkos ministerija, 2011. Dėl Lietuvos aplinkos apsaugos normatyvinio dokumento LAND 91-2011 "Vandens kokybė. Bendrieji reikalavimai makrofitų tyrimams Baltijos jūroje ir Kuršių mariose" patvirtinimo. *Teisės aktų registras*, 111301MISAK00D1-534;
10. Aplinkos ministerija, 2015. Dėl Kraštovaizdžio ir biologinės įvairovės išsaugojimo 2015–2020 metų veiksmų plano patvirtinimo. *Teisės aktų registras*, 2015-00657;
11. Armstrong W., Armstrong J., Beckett P.M., 1990. Measurement and modelling of oxygen release from roots of phragmites australis. [viewed April 19 2018]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080407845500097>;
12. Balevičienė J., Balevičius A., Bukelskis E., Ciūnys A., Stanevičius V., Vaitkus G., Valiuškevičius G., Kalytytė D., Ūselytė R., Šalčiūnienė K., 2009. Restauruotinių Lietuvos ežerų nustatymas ir preliminarus restauravimo priemonių parinkimas šiems ežerams, siekiant pagerinti jų būklę. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.].

<http://vanduo.gamta.lt/files/REST%20EZERU%20GALUTINE%20ATASKAITA%20I%20dalis.pdf>;

13. Balevičienė J., Balevičius A., Stanevičius V., Vaitkus G., Gurova E., 2007. Kuršių marių pakrantės augmenijos pjovimo, siekiant iš marių pašalinti dalį biogeninių medžiagų, galimybių studija. [žiūrėta 2018 gegužės 9 d.]. http://vanduo.gamta.lt/files/Kursiu_mariu_augmenijos_pjovimo_GS.pdf;
14. Balevičius A., Ciūnys A., Bukelskis E., 2015. Paviršinių vandens telkinių valymo studija. 1 dokumento dalis. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.]. <https://www.yumpu.com/lt/document/view/48777754/pavirsiniu-vandens-telkiniu-valymo-studija-1-dokumentu-dalis>;
15. Bjork S., 2014. Limnological methods for environmental rehabilitation. The fine art of restoring aquatic ecosystems. Germany: Schweizerbart science publishers;
16. Blenckner T., 2005. A conceptual model of climate-related effects on lake ecosystems. *Hydrobiologia* 533: 1-14. [viewed October 19 2017]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-004-1463-4#citeas>;
17. Bresciani M., Sotgia C., Fila G. L., Musanti M., Bolpagni R., 2011. Assessing common reed bed health and management strategies in Lake Garda (Italy) by means of Leaf Area Index measurements. *European Journal of Remote Sensing* (3) 75-86. [viewed April 19 2018]. https://www.researchgate.net/publication/233932316_Assessing_common_reed_bed_health_and_management_strategies_in_Lake_Garda_Italy_by_means_of_Leaf_Area_Index_measurements;
18. Bronmark C., Hansson L. A., 2005. *The Biology of Lakes and Ponds*. Oxford: University Press. [viewed January 5 2018]. https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/309410/mod_resource/content/1/LAKESANDPONDS.pdf;
19. Carmichael W. W., Azevedo S. M., An J. S., Molica R. J., Jochimsen E. M., Lau S., Rinehart K. L., Shaw G. R., and Eaglesham G. K., 2001. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. [viewed November 12 2017]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240368/>;
20. Carpenter S. R., Gasith A., 1978. Mechanical cutting of submersed macrophytes: immediate effects on littoral water chemistry and metabolism. *Water Research*, 12 (1), 55-57. [viewed May 12 2018]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0043135478901963>;

21. Carpenter, S. R., Lodge, D. M., 1986. Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic botany*, (26) 341-370. [viewed April 19 2018]. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.3829&rep=rep1&type=pdf>;
22. Daunys D., Dučinskas K., 2007. Biometrijos įvadas. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla;
23. Earth Observatory, 2017. Using Satellites to Assess a Reed Invasion. viewed November 12 2017]. <https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=90665>;
24. European Parliament and of the Council, 2000. Directive 2000/60/EB. [viewed April 15 2018]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>;
25. Europos aplinkos agentūra, 2017. Vandens ir jūros aplinka. [žiūrėta 2017 spalio 20 d.]. <https://www.eea.europa.eu/lt/themes/water/intro>;
26. Europos Sąjungos Parlamentas ir Taryba, 2000. Europos Parlamento ir tarybos Direktyva 2000/60/EB. [žiūrėta 2017 spalio 20 d.]. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:l28002b&from=LT>;
27. Gasith, A., Hoyer, M. V., 1998. Structuring role of macrophytes in lakes: changing influence along lake size and depth gradients. In *The structuring role of submerged macrophytes in lakes*. Springer, New York, NY, 381-392. [viewed April 17 2018]. <http://www.tau.ac.il/lifesci/departments/zoology/members/gasith/documents/Theimportanceoflakesize.PDF>;
28. Hammitt, W. E. Cole D. N., 1998. *Wildland recreation. Ecology and management*. New York: John Willey & sons, inc. [viewed November 5 2017]. <https://books.google.lt/books?id=6u4ESjX9daMC&pg=PA94&lpg=PA94&dq=recreation+influence+for+lakes&source=bl&ots=Hh2oy5mOyZ&sig=8fi0gBePcDQt3G6j67afmz5JGL8&hl=lt&sa=X&ved=0ahUKEwiczaC7sazXAhWFNJoKHRnFCFYQ6AEIODAD#v=onepage&q=recreation%20influence%20for%20lakes&f=false>;
29. Herger L.G., Leinenbach P.T., Hayslip G.A. 2011. *Ecological Condition of Lakes in Idaho, Oregon, and Washington EPA Region 10 Report*. [viewed October 19 2017]. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TLvQ1y8M-A0J:https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm%3Fp_download_id%3D508494+&cd=1&hl=lt&ct=clnk&gl=lt;
30. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2017. Key results of the IUCN World Heritage Outlook. [viewed April 02 2018]. <https://www.worldheritageoutlook.iucn.org/results>;

31. Janilionis V., 2017. Koreliacinė analizė. [žiūrėta 2017 spalio 22 d.]. http://www.lidata.eu/index.php?file=files/mokymai/Janilionis_III/jan_III.html&course_file=jan_III_1.html;
32. Janilionis V., 2017. Statistinė kiekybinių duomenų analizė su SPSS ir STATA. [žiūrėta 2017 spalio 22 d.]. http://www.lidata.eu/index.php?file=files/mokymai/stat/stat.html&course_file=stat_II_4.2.3.html;
33. Jankauskienė M., Skuja S., Taminskas J., Gulbinas Z., Korotkich P., Pileckas M., Raščius G., Rašomavičius V., Valskys V., 2015. Platelių ežero gamtotvarkos plano pagrindžiamoji informacija. [žiūrėta 2018 kovo 12 d.]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:0wXtbHeoB0J:gamtotvarka.am.lt/plans/304.pdf+&cd=11&hl=lt&ct=clnk&gl=lt>;
34. Jeppesen, E., Jensen, J. P., Søndergaard, M., Lauridsen, T., Pedersen, L. J., Jensen, L., 1997. Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. Springer, Dordrecht (95) 151-164. [viewed April 15 2018]. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38103235/1997_Top-down_control_HYDROBIOLOGIA.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1523789906&Signature=PQ1BS%2BYmErfxmTbTamq7kWAU22k%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTop-down_control_in_freshwater_lakes_the.pdf;
35. Jurevičius L., Baublys R., Katkevičius L., 2013. Nykstančių ežerų ir tvenkinių restauravimas. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.]. <http://www.giruzis.lt/naujienos/nykstanciu-ezeru-ir-tvenkiniu-restauravimas>;
36. Kelmės rajono savivaldybės taryba, 2013. Dėl Kelmės rajono teritorijos bendrojo plano pakeitimo patvirtinimo. Sprendimo Nr. T-94, 2013-03-29;
37. Koreivienė J., Kasperovičienė J., Karosienė J., Vitonytė I., 2012. Ežerų žydėjimas. [žiūrėta 2017 lapkričio 12 d.]. http://scholar.google.lt/scholar_url?url=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FJudita_Koreiviene%2Fpublication%2F274117921_EZERU_ZYDEJIMAS%2527_KATURIME_ZINOTI_APIE_ZYDINCIUS_EZERUS_IR_JUOSE_SLYPINCIUS_PAVOJUS%2Flinks%2F55168dbe0cf2f7d80a37c54a.pdf&hl=lt&sa=T&oi=gga&ct=gga&cd=21&ei=Y24IWuSbEY6imAGfnozoDQ&scisig=AAGBfm2ynLY0Gyc4opjyiDNoODLhVOPIVA&nossl=1&ws=1280x675;

38. Lietuvos Respublikos seimas, 1993. Lietuvos Respublikos saugomų teritorijų įstatymas. *Valstybės žinios*, Nr. 63-1188;
39. Linkevičienė R., Baubinas R., Dilys K., Mažeikis A., Petrošius R., Šimanauskienė R., Taminskas J., Žikulinas J., 2008. Didžiausia Lietuvos ežerų gelmė: tyrimų raida bei metodai. *Annales Geographicae* (41) 1-2. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.]. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/23648216/41-49_07.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1523787949&Signature=Hfzpyqi2UsS%2BuyINDOgRgRiZ3Po%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDIDZIAUSIA_LIETUVOS_EZERU_GELME_TYRIMU_R.pdf;
40. McQueen D. J., Lean D. R. S., 1987. Influence of Water Temperature and Nitrogen to Phosphorus Ratios on the Dominance of Blue-Green Algae in Lake St. George, Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (3) 598-604. [viewed April 19 2018]. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/f87-073#citart1>;
41. Montvydienė D., Bukelskis E., Vitonytė I., Skuodienė N., Žukauskaitė Z., 2014. Projekto Nr. LLIV-326 „Bendradarbiavimas tarp sienų subalansuotam ežerų baseinų valdymui Kurzemėje ir Lietuvoje“ (angl. „Cross Border Cooperation for Sustainable Management of Lake Areas in Kurzeme and Lithuania“) dalies „Tytuvėnų ežerų kompleksiniai tyrimai“ ataskaita;
42. Niedowski, N. L., 2000. New York State Salt Marsh Restoration and Monitoring Guidelines. New York State Department of State. [viewed November 12 2017]. <http://faculty.umb.edu/anamarija.frankic/eeos476/Class%20Materials/NY%20State%20Salt%20Marsh%20Restoration%20and%20Monitoring%20Guidelines.pdf>;
43. Pakalnis R., Venckus Z., 2012. Kraštovaizdžio ekologija. Šiauliai: VšĮ Šiaulių universiteto leidykla;
44. Passy, P., Le Gendre, R., Garnier, J., Cugier, P., Callens, J., Paris, F., ... & Romero, E. (2016). Eutrophication modelling chain for improved management strategies to prevent algal blooms in the Bay of Seine. *Marine Ecology Progress Series*, 543, 107-125;
45. Pearl H. W., 2006. Assessing and managing nutrient-enhanced eutrophication in estuarine and coastal waters: Interactive effects of human and climatic perturbations. *Ecological Engineering* (26) 40–54. [viewed April 19 2018]. <http://cescos.fau.edu/gawliklab/papers/Paerl2006.pdf>;
46. Povilaitis A., Taminskas J., Gulbinas Z., Linkevičienė R., Pileckas M., 2011. Lietuvos šlapynės ir jų vandensauginė reikšmė. Vilnius: Apyaušris;

47. Pratt C., 2010. Are we fuelling future invasions? CABI. The invasive blog. [viewed April 02 2018]. <https://blog.invasive-species.org/2010/10/18/are-we-fuelling-future-invasions/>;
48. Rašimaitė K., 2010. Kelmės rajono gamtos išteklių panaudojimo rekreacijai analizė. Magistro studijų baigiamasis darbas. Kaunas: Lietuvos žemės ūkio universitetas [žiūrėta 2017 lapkričio 12 d.]. <https://vb.asu.lt/object/elaba:2085012/>;
49. Remeikaitė V., 2005. Daugų ežero ir apyžerio raida XX amžiuje. Magistro studijų baigiamasis darbas. Vilnius: Vilniaus pedagoginis universitetas [žiūrėta 2018 kovo 12 d.]. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:x3Vi0-18IH0J:gs.elaba.lt/object/elaba:2059870/2059870.pdf+&cd=13&hl=lt&ct=clnk&gl=lt;>
50. Russell I. A., Kraaij T., 2008. Effects of cutting *Phragmites australis* along an inundation gradient, with implications for managing reed encroachment in a South African estuarine lake system. *Wetlands Ecology and Management*, 16 (5), 383-393. [viewed April 10 2018]. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46778484/s11273-007-9075-120160625-29722-1a9ftnu.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1527089308&Signature=ieF0gdzU2A7TOHoy7%2BIqE%2BX7kuE%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEffects_of_cutting_Phragmites_australis.pdf;
51. Saltonstail K., 2001. Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. *PNAS* 99: 2445–2449. [viewed October 19 2017]. <http://www.pnas.org/content/99/4/2445.full>;
52. Scheffer, M., van Nes, E. H., 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrients, depth and lake size. *Hydrobiologia*, 584(1), 455-466. [viewed April 15 2018]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-007-0616-7>;
53. Searight T., 2017. Invasive species, climate change and tourism impacts the greatest threats to natural World Heritage. CABI. The invasive blog. [viewed April 02 2018]. <https://blog.invasive-species.org/2017/11/22/invasive-species-climate-change-and-tourism-impacts-the-greatest-threats-to-natural-world-heritage/#more-1702>;
54. Søndergaard M., Jeppesen E., & Jensen, J. P., 2005. Pond or lake: does it make any difference? *Archiv für Hydrobiologie*, 162(2), 143-165. [viewed April 17 2018]. https://www.researchgate.net/profile/Erik_Jeppesen/publication/233579786_Pond_or_lake_Does_it_make_any_difference/links/02bfe50feabe714e36000000.pdf;
55. Sturtevant R., Fusaro A., Conard W., Iott S., 2016, *Phragmites australis australis* (Cav.) Trin. ex Steud. U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, and NOAA Great Lakes Aquatic Nonindigenous Species Information

- System, Ann Arbor, MI. [viewed April 02 2018].
<https://nas.er.usgs.gov/queries/greatlakes/FactSheet.aspx?SpeciesID=2937>;
56. Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2017. Tytuvėnų regioninio parko 2015 metų kraštovaizdžio monitoringo ataskaita;
57. Tytuvėnų regioninio parko direkcija, 2018. Tytuvėnų regioninio parko 2017 metų lankytojų monitoringo ataskaita;
58. Urtane L. 2014. Ežerai ateičiai. Ilgalaikio ežerų ir jų aplinkos tvaraus valdymo gairės. Ryga: Kuržemės planavimo regiono administracija;
59. Valiuškevičius G., 2009. Lietuvoje naudojamos ežerų klasifikacijos: sistema ir pritaikymo galimybės. Lietuvos mokslų akademija, (2) 111-121. [žiūrėta 2018 kovo 22 d.].
https://www.researchgate.net/publication/269635703_Lietuvoje_naudojamos_ezeru_klasifikacijos_sistema_ir_pritaikymo_galimybes;
60. Van Bennekom, A. J., Gieskes, W. W. C., & Tijssen, S. B. (1975). Eutrophication of Dutch coastal waters. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 189(1096), 359-374.
61. Van Geest G. J., Roozen F. C. J. M., Coops H., Roijackers R. M. M., Buijse A. D., Peeters E. T. H. M., Scheffer M., 2003. Vegetation abundance in lowland flood plain lakes determined by surface area, age and connectivity. *Freshwater Biology* (48) 440–454. [viewed April 17 2018].
https://www.researchgate.net/profile/Gj_Van_Geest/publication/229913062_Vegetation_abundance_in_lowland_flood_plan_lakes_determined_by_surface_area_age_and_connectivity/links/574d82ae08ae061b3303280d.pdf;
62. Vilkonis K.K., 2008. Lietuvos žaliasis rūbas. Kaunas: Lututė;
63. Volskis A., Pelikša M., Tričys, V., 2008. Augmenijos įtaka ežerų eutrofikavimui. Jaunųjų mokslininkų darbai, 5: 46-52. [žiūrėta 2017 spalio 20 d.].
http://www.su.lt/bylos/mokslo_leidiniai/jmd/08_05_21/10_volskis.pdf;
64. Zhang Q., Xu Y.S., Huang L., Xue W., Sun G.Q., Zhang M.X., Yu F.H. 2014. Does mechanical disturbance affect the performance and species composition of submerged macrophyte communities? *Scientific Reports*. [viewed December 10 2016].
<http://www.nature.com/articles/srep04888>.