

VIDES RISINĀJUMU INSTITŪTS



Alūksnes ezera izpētes apkopojums

2016

Saturs

Attālās izpētes datu izmantošana ezera veģetācijas un ūdens platības izmaiņu novērtēšanai	4
Kopsavilkums	5
1. Ezera veģetācijas klasifikācija	6
2. Atklātā ūdens platības izmaiņu novērošana sezonāli un desmitgažu griezumā	8
Alūksnes ezera iekšezera sedimentu biezuma kartēšana un tās rezultāti	11
1. Kartēšanas metodika	12
2. Risinājumi sedimentu ieguvei no Alūksnes ezera	14
Ūdenstilpes ekoloģiskās kvalitātes un zivju populācijas novērtējums Alūksnes ezerā	17
1. Ūdens kvalitāte	18
1.1. Ūdens ķīmija	18
1.1.1. Metodes	18
1.1.2. Barības vielu daudzums ezerā	19
1.2. Fitoplanktons	21
1.2.1. Metodes	21
1.2.2. Rezultāti	21
2. Zivju barības bāze	23
2.1. Zooplanktons	23
2.1.1. Metodes	23
2.1.2. Rezultāti	23
2.2. Zoobentoss	24
2.2.1. Metodes	24
2.2.2. Rezultāti	25
3. Zivis	27
3.1. Metodes	27
3.2. Iegūto lomu rezultāti	28

3.2.1. Zivju sabiedrības dažādās ezera zonās	28
3.3. Zivsaimnieciski nozīmīgo zivju sugu populāciju raksturojums	31
3.3.1. Zandarts	31
3.3.2. Plaudis	32
3.3.3. Rauda	34
3.3.4. Asaris	36
3.3.5. Līdaka, repsis	38
Literatūras saraksts	39

**Attālās izpētes datu izmantošana ezera veģetācijas un ūdens
platības izmaiņu novērtēšanai**

Kopsavilkums

Šajā pārskatā demonstrēta attālās izpētes datu izmantošana Alūksnes ezera veģetācijas klasifikācijai un spoguļa laukuma platības sezonālo un ilggadīgo izmaiņu novērtēšanai. Alūksnes ezera veģetācijas klasifikācijai tika izmantoti hiperspektrālie dati un augstas izšķirtspējas ortofoto, kas iegūti 14.08.2014. ar VRI lidojošo laboratoriju ARSENAL. ARSENAL ir pasaules līmenī unikāls sensoru kopums, kas uzstādīts uz lidmašīnas platformas, apvienojot hiperspektrālos sensorus, lāzerskeneri un augstas izšķirtspējas krāsu kameru. Ar hiperspektrāliem sensoriem iespējams papildus objekta krāsai redzamā gaismā katrā attēla pikselī jeb punktā noteikt arī tā atstarotās gaismas spektru redzamā un infrasarkanā starojuma diapazonā. Iegūtie spektrālie dati tālāk var tikt izmantoti objektu izšķiršanai un to sastāva analīzei. Lāzerskeneris izmantojams reljefa un objektu augstuma novērtēšanai, bet ar augstas izšķirtspējas kameru iespējams iegūt ortofoto ar izšķirtspēju 10 cm/pikseli (katram attēla punktam atbilst 10 cm dabā).

Klasifikācijas rezultātā tika novērtēts, ka Alūksnes ezerā makrofīti jeb augstākie ūdens augi aug 93 ha platībā, no kuriem 85 ha aizņem niedres, 4 ha meldri, 1 ha lēpes un 3 ha glīvenes. Atklātā ūdens platība attiecīgajā vasaras datumā ir 1503 ha.

Sezonālo izmaiņu novērtēšanā konstatēts, ka ūdens spoguļa laukuma platība var mainīties no 1544 ha pavasarī līdz 1460 ha vasarā. Vidējā ūdens platības sezonālā izmaiņa ir 83 ha, kas ir 5% samazinājums pavasara platībai. Ilggadīgu izmaiņu novērtēšanā starp novērojumiem 2002. un 2015. gadā konstatēts, ka pēdējo 13 gadu laikā nav vērojama Alūksnes ezera aizaugšana ar virsūdens makrofītiem.

Alūksnes ortofoto mozaīka ar izšķirtspēju 10 cm/pikselis (katram attēla punktam atbilst 10 cm dabā) redzama 1. attēlā (6.lpp.).

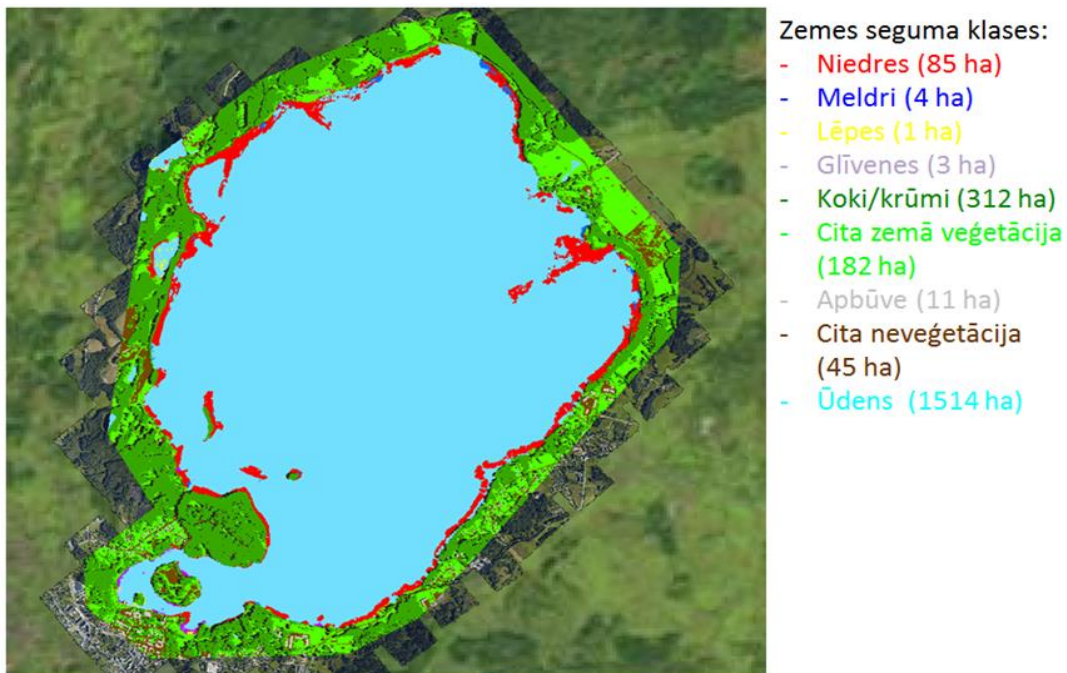


1.attēls. Alūksnes ortofoto mozaīka.

1. Ezera veģetācijas klasifikācija

Alūksnes ezera zemes seguma klasifikācijai tika izmantoti hiperspektrālie dati ar izšķirtspēju 2 m/pikselis, kas iegūti ar VRI lidojošo laboratoriju. Kā papildus informācijas avots izmantots krāsu jeb RGB ortofoto ar izšķirtspēju 10 cm/pikselis.

Alūksnes ezera klasifikācijas rezultāts redzams 2. attēlā (6.lpp.) un apkopots 1.tabulā (7.lpp.). Ezera ūdensaugiem izdalītas 4 klases (niedres, meldri, lēpes, glīvenes).



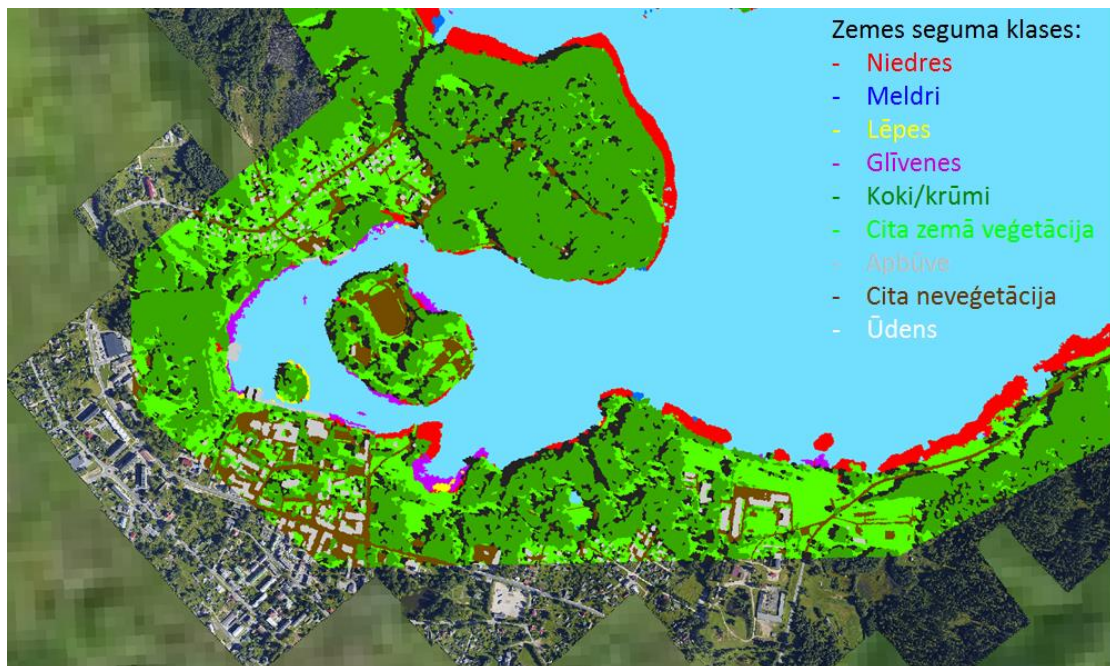
2. attēls. Alūksnes ezera kopskats - zemes seguma klasifikācijas rezultāts.

1. tabula. Alūksnes ezera zemes seguma klasifikācijas rezultāts 250 m joslā ap ezera krasta līniju.

Klase	Platība, ha	Komentārs
Niedres	85	
Meldri	4	
Lēpes	1	
Glīvenes	3	Tās, kas redzamas ūdens virspusē
Koki/krūmi	312	
Cita zemā veģetācija	182	Zālāji, lauksaimniecības zemes
Apbūve	11	
Cita neveģetācija	45	Atklāta augsne, ceļi
Atklātā ūdens platība	1514	No tiem 11 ha ezera piekrastes joslā esošām ūdenstilpēm, tai skaitā Pārmetnis, Dzilnas ezers un citas mazākas ūdenstilpes

Dominējošā ūdensaugu klase Alūksnes ezerā ir niedres, kas aug 85 ha platībā. Lēpes un glīvenes pārsvarā konstatētas Alūksnes pilsētas apkārtnē. Kopējā Alūksnes ezera ūdens veģetācijas aizņemtā platība ir 93 ha. Alūksnes ezera spoguļa laukuma platība ir 1503 ha (11 ha aizņem ezera piekrastē esošās ūdenstilpes), tas ir par 41 ha mazāk, nekā norādīts www.ezeri.lv datubāzē – 1544 ha (VMPI 01-01-1974).

Zemes seguma klasifikācijā var izdalīt vairākus soļus. Pirmajā solī tiek nodalīta veģetācija no neveģetācijas, aprēķinot normalizēto veģetācijas indeksu (NDVI), kas reprezentē augu klātbūtni, koncentrāciju. Otrajā solī tiek izdalīti koki/krūmi kā augstā veģetācija (>2 m) no veģetācijas slāņa, kā arī apbūve no neveģetācijas slāņa, izmantojot lāzerskenēšanā iegūto normalizēto augstuma modeli (nDSM). Trešajā solī ar vadīto klasifikācijas algoritmu tiek detalizēti klasificēta Alūksnes ezera veģetācija piekrastes joslā. Klasifikācijas algoritms tiek apmācīts ar parauglaukumiem, kuru izvēlei izmantoti gan hiperspektrālie dati, gan RGB ortofoto. Veģetācijas un neveģetācijas slāņi tiek klasificēti atsevišķi un abu slāņu klasifikācijas rezultāti savienoti. Klasifikācijas rezultāta pēcapstrādē apvienoti vai aizvietoti poligoni, kas mazāki par 60 m². Alūksnes pilsētas piekrastes daļas zemes seguma klasifikācijas rezultāts apskatāms 3. attēlā (8.lpp.).



3. attēls. Alūksnes ezera DR daļa (Alūksnes pilsēta) - zemes seguma klasifikācijas rezultāts.

Precīzākai Alūksnes ezera veģetācijas klasifikācijai būtu nepieciešami papildus dati gan par dažādām niedru seguma apakšklasēm, gan arī par citām mazāk izplatītām makrofītu klasēm/sugām.

2. Atklātā ūdens platības izmaiņu novērošana sezonāli un desmitgažu griezumā

Atklātā ūdens platības izmaiņu novērtēšanai sezonāli, kā arī gadu griezumā tika izmantotas 4 brīvpieejas Landsat satelīta datu ainas:

- 22.04.2002.
- 19.08.2002.
- 17.03.2015.
- 24.08.2015.

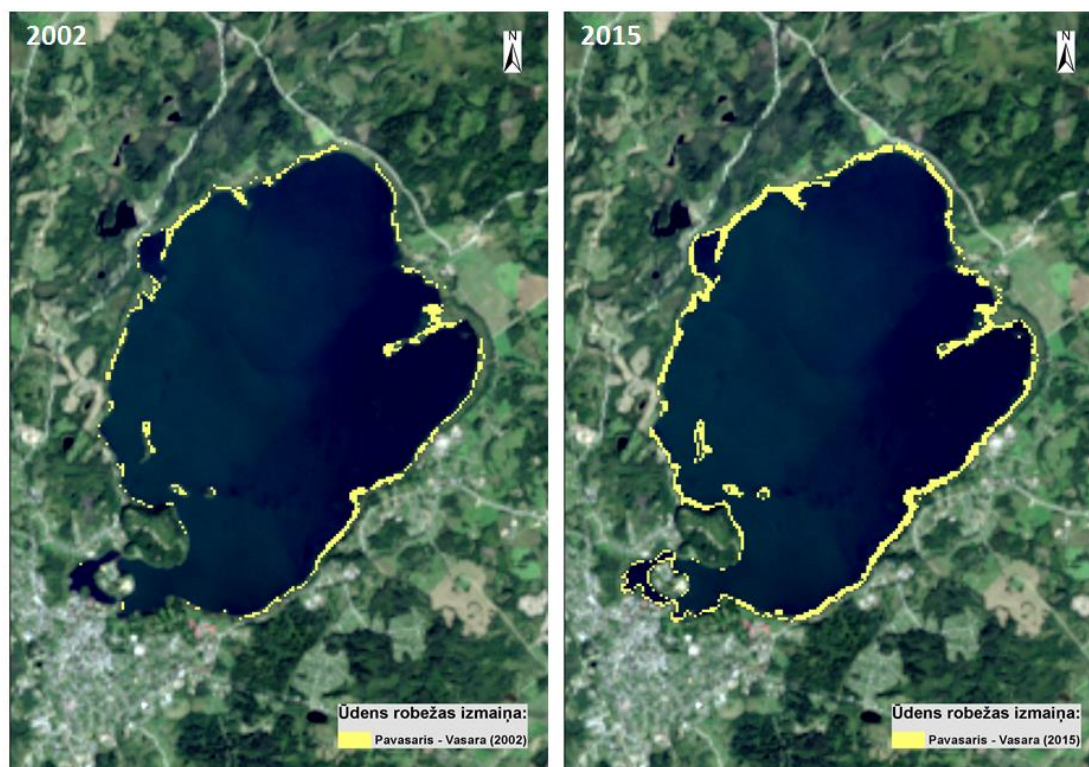
Landsat ir ilgākā zemes novērošanas satelītu programma (kopš 1972. gada), kuru īsteno NASA (ASV) un kura datu arhīvs tika izmantots arī Alūksnes ezera izpētei. Landsat satelīta ainu izšķirtspēja ir 30 m/pikseli, kas ierobežo minimālo detektējamo izmaiņu lielumu. Visām četrām Landsat ainām tika noteikta Alūksnes ezera spoguļa laukuma platība, apkopojums kopā ar iepriekšminētajiem datiem apskatāms 2. tabulā (9.lpp.).

2. tabula. Alūksnes ezera spoguļa laukuma platības novērtējums.

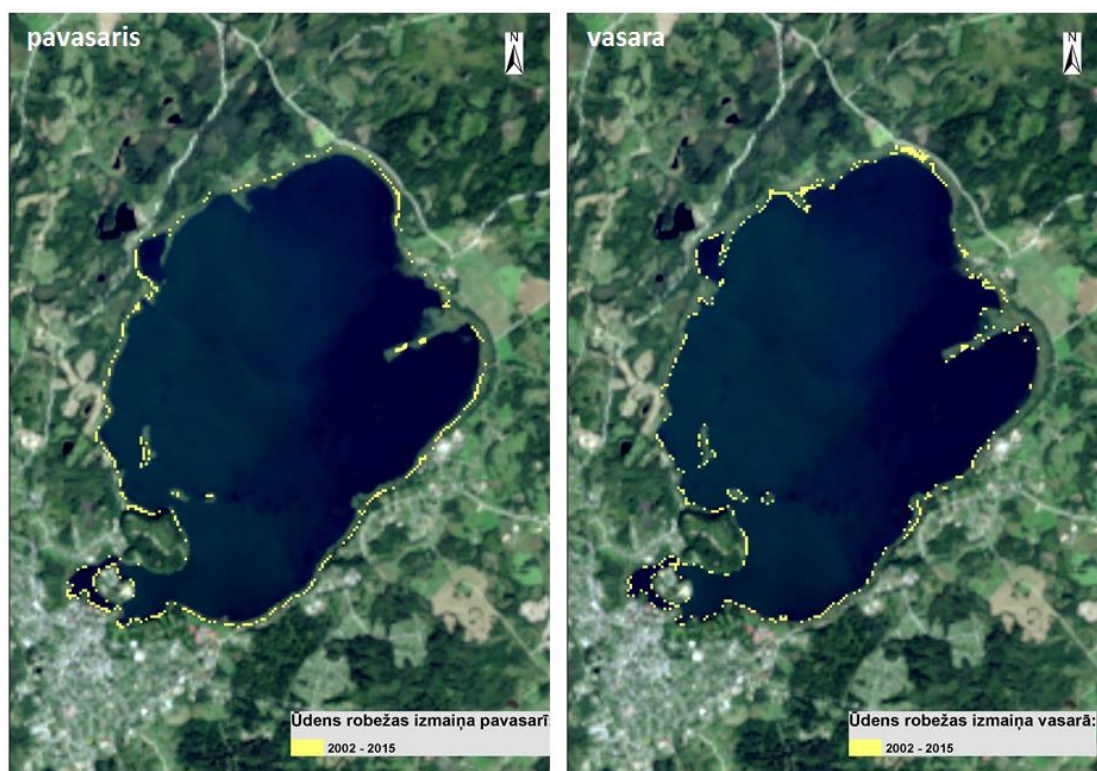
Datums	Datu avots	Spoguļa laukuma platība
01.01.1974.	VMPI, www.ezeri.lv	1544 ha
22.04.2002.	Landsat satelītdati	1544 ha
19.08.2002.	Landsat satelītdati	1495 ha
17.03.2015.	Landsat satelītdati	1576 ha
14.08.2015	VRI lidojošās laboratorijas dati	1503 ha
24.08.2015.	Landsat satelītdati	1460 ha

Ūdens spoguļa sezonālo izmaiņu novērtēšanai tiek salīdzinātas satelīta ainas, kas iegūtas pavasarī un vasarā. 2002. gada pavasarī Alūksnes ezera spoguļa laukuma platība bija 1544 ha, bet vasarā samazinājās par 49 ha (3%), aizņemot 1495 ha. 2015. gadā tika novērotas lielākas izmaiņas – spoguļa laukuma platība pavasarī bija 1576 ha, bet vasarā samazinājās par 116 ha (7%), skatīt 4. attēlu (10.lpp.). Var pieņemt, ka vidējās sezonālās Alūksnes ezera spoguļa laukuma platības izmaiņas ir 83 ha, kas ir 5% samazinājums pavasara platībai. No 4. attēla redzams, ka sezonālās ūdens spoguļa izmaiņas atbilst ezera ūdens veģetācijas aizņemtajai teritorijai.

Ilglaicīgu izmaiņu novērtēšanai tiek salīdzinātas pavasara un vasaras ainas dažādos gados, vēlams ar lielāku laika starpību – 2002. un 2015. gads šajā gadījumā jeb 13 gadu laika intervālā. Pavasara datus tika novērotas +32 ha (+2%) izmaiņas, bet vasaras datus -35 ha (2%). No 5. attēla (10.lpp.) redzams, ka šīs izmaiņas veido pārsvarā viena attēla pikseļu josla, kas ir minimālās detektējamās izmaiņas. No iegūtajiem datiem var secināt, ka pēdējo 13 gadu laikā nav vērojama pastiprināta Alūksnes ezera aizaugšana ar virsūdens ūdensaugiem.



4.attēls. Alūksnes ezera ūdens spoguļa sezonālās izmaiņas – 2002. un 2015. gads no Landsat datiem.



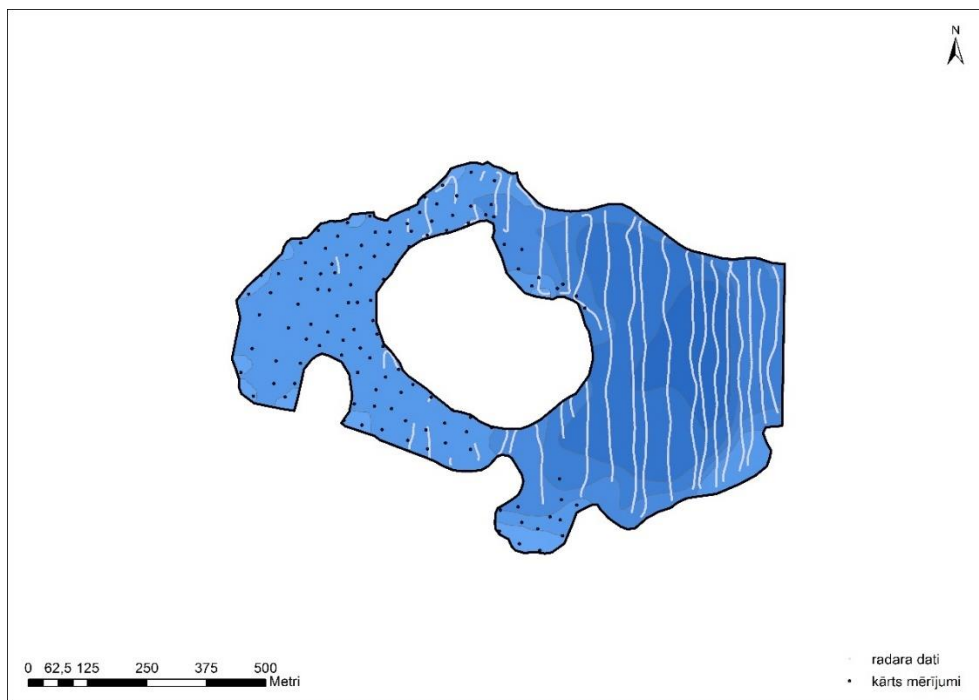
5.attēls. Alūksnes ezera ūdens spoguļa ilggadīgās izmaiņas – pavasaris un vasara no Landsat datiem.

Alūksnes ezera iekšezera sedimentu biezuma kartēšana un tās rezultāti

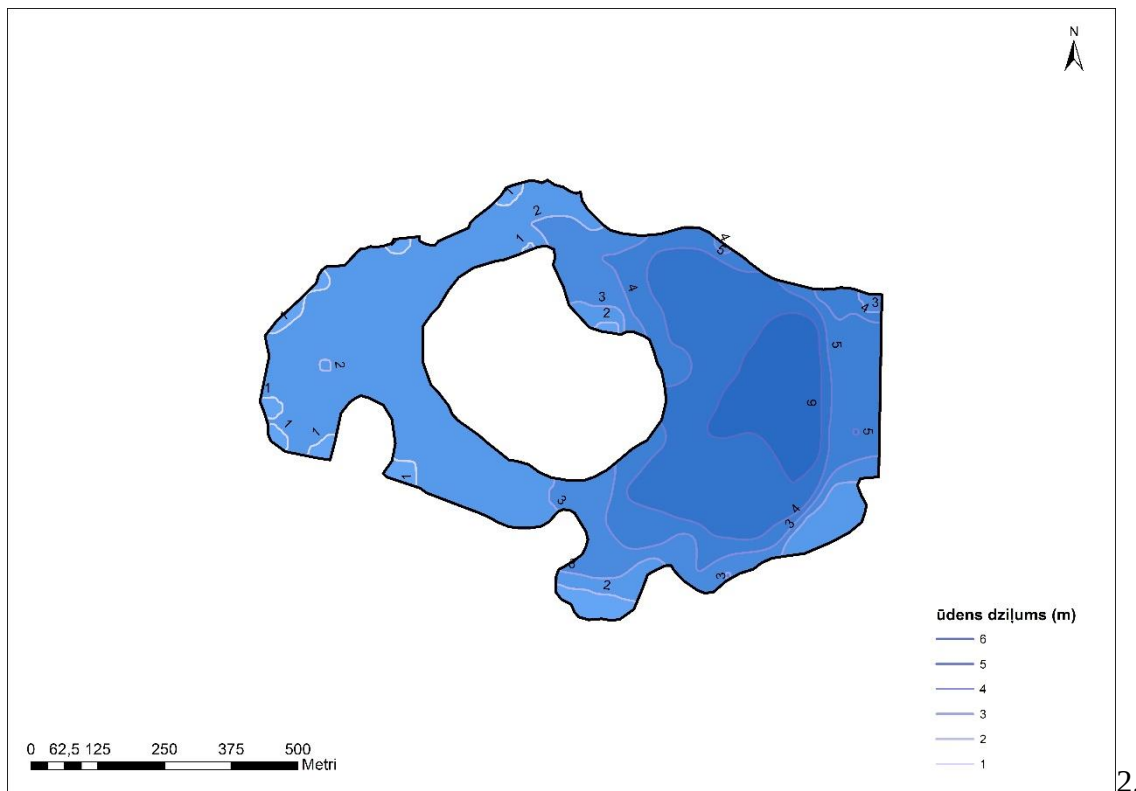
Alūksnes ezers un no tā iztekošā Alūksnes upe pieder Daugavas baseinam. Lielākā daļa no Alūksnes pilsētas arī atrodas šajā sateces baseinā, un tās virszemes notece nonāk Alūksnes ezerā, kas kopā ar ezerā veidoto organisko materiālu (aļģu un ūdensaugu atliekas) veido sedimentu sastāvu un tā biezuma variācijas.

1.Kartēšanas metodika

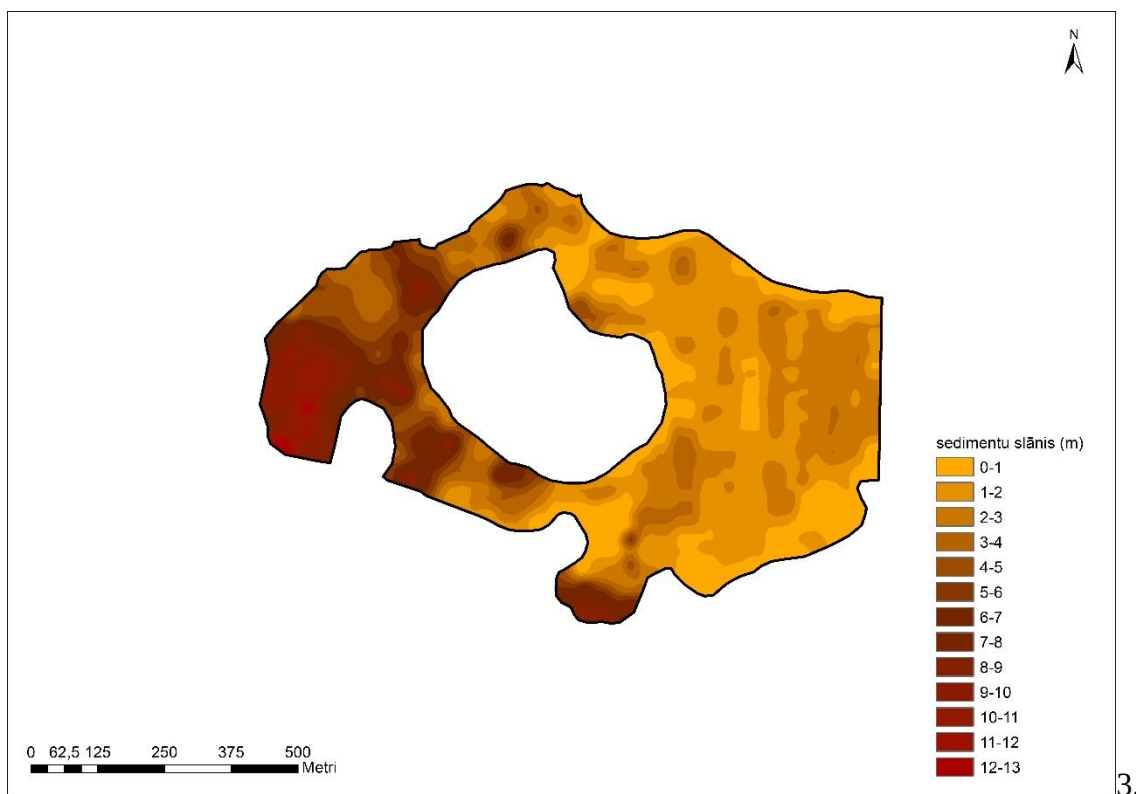
Ūdens un sedimentu slāņa biezuma noteikšanai tika izmantots Radar Systems (Latvija) zemes ģeoradars Zond-12e GPR Advanced ar divu dažādu frekvenču antenām, respektīvi, 300 MHz un 500 MHz. Pārvietojoties ar laivu, tika veidotas mērījumu transketes, veidojot vienmērīgu pētāmās teritorijas pārklājumu (1. attēls (12.lpp.)). Pētījumu gaitā tika secināts, ka atsevišķiem pētāmās teritorijas posmiem zemes ģeoradars nesniedz pilnīgu informāciju, ko varēja izraisīt ne tikai ievērojamais sedimentu biezums, bet arī to sastāvs (sīksdispersas organisko vielu daļiņas ar mālu minerālu piejaukumu), kas radīja radara signāla absorbciju un izkliedi, nesniedzot reprezentatīvu atstarojumu, ko varētu kvantitatīvi un vizuāli interpretēt. Šie teritorijas apgabali tika novērtēti, izmantojot mīksto nogulumu urbi un novērtējot ūdens dziļumu līdz sedimentiem, kā arī sedimentu biezumu līdz pamatnes smilšainajiem nogulumiem.



1. attēls. Ūdens un sedimentu slāņa biezuma noteikšana ar zemes ģeoradaru un mīksto nogulumu urbi.



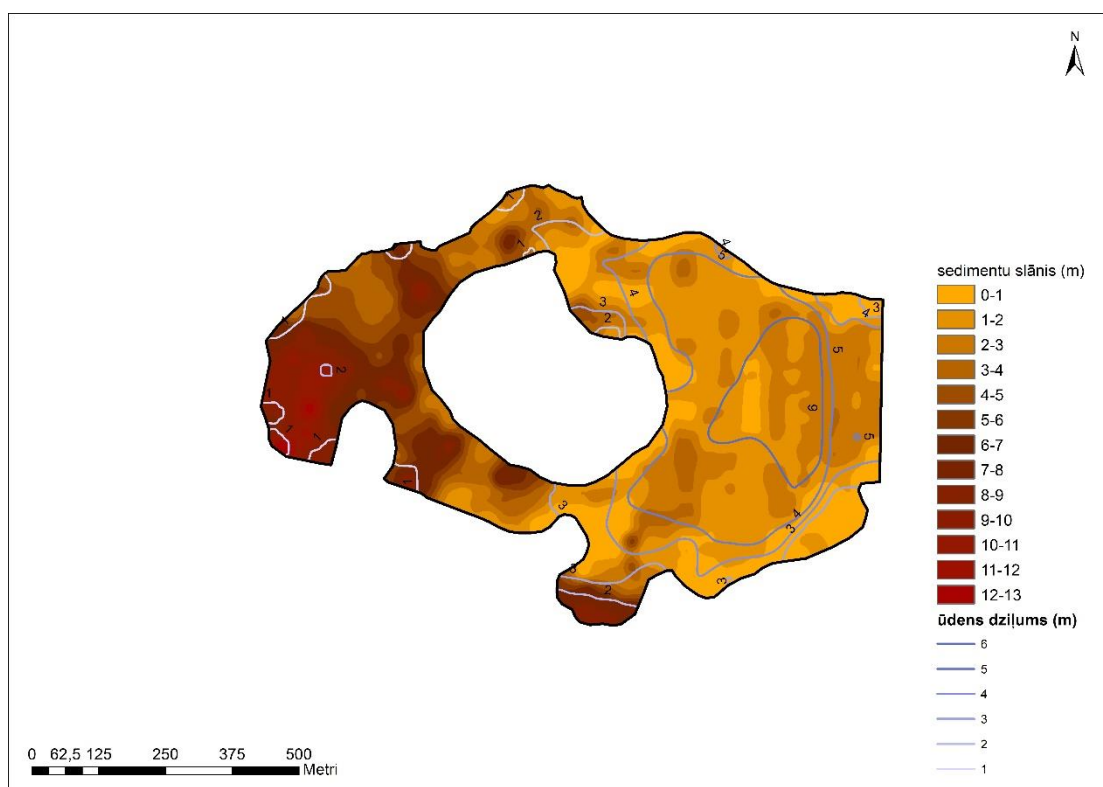
2. attēls. Alūksnes ezera iekšezera ūdens dziļuma karte.



3. attēls. Alūksnes ezera iekšezera noteiktā sedimentu biezuma karte.

Ezera gultni sedz nekonsolidētas un mazkonsolidētas, tekoši plastiskas konsistences dūņas (3. att. (13.lpp.)), sekojoši dziļumā turpinās dažāda biezuma slāņaina sapropeļa slānis. Sapropeļa dziļākie slāņi ir kaļķaini, tie, domājams, izgulsnējušies holocēna sākumposmā, kad valdīja vēsāks klimats. Sedimentu akumulācija ir saistāma ar

virszemes noteci ezera virzienā un ietekošajām ūdenstecēm, kas līdz ar vietējas izcelsmes materiālu ir nodrošinājis reljefa pazeminājumu aizpildīšanos ar dūņu materiālu. To akumulācijas korekcijas var ieviest valdošo vēju virziens un ūdens straumes, kas nodrošinājis to, ka gultnes pacēlumu virsotnes vēl aizvien ir bez sedimetniem, kamēr blakus novietotie padziļinājumi aizpildījušies ar nogulumiem. Tas, ka noslēgtas un ar ūdens apmaiņu ierobežotākas ūdenstilpju daļas ātrāk piepildās ar sedimentu materiālu, ir novērojams arī pēc ūdens dziļuma kartējuma (2. att. (13.lpp.)), kaut gan sākotnējās ezerdobes dziļums (dūņas + ūdens) (4. att. (14.lpp.)) nav ievērojami atšķirīgs starp dažādām iekšezera daļām, neskaitot pēclodus laikmeta sākumstadijā veidotos pamatnes reljefa pacēlumus.



4. attēls. Alūksnes ezera iekšezera noteiktā sedimentu biezuma karte ar atzīmētām ūdens dziļuma izolīnijām.

2. Risinājumi sedimentu ieguvei no Alūksnes ezera

Nemot vērā pašreizējo situāciju Alūksnes ezera “iekšezērā”, jo sevišķi starp Marijas salu un ezera rietumu krastu, kur ūdens dziļums praktiski nepārsniedz 2 m dziļumu, pastāv risks ūdentilpei pilnībā aizaugt ar ūdensaugiem. Pastāvot mērķim, nepieļaut turpmāku iekšezera aizaugšanu ar makrofītiem, varētu aplūkot biogēno elementu slodzi uz ezeru vai ar pesticīdiem nomākt makrofītu augšanu, taču šie risinājumi nebūs piemērotākie, ja ir vēlams ātrs rezultāts un ūdens nepiesārņošana ar jauniem

ķīmiskiem komponentiem. Tāpēc kā optimālais variants varētu būt sedimentu slāņa biezuma samazināšana, tādējādi palielinot ūdens dziļumu šajā vietā (vēlams lielāku par 2 m). Sedimentu izvākšanas-ieguves izmaksas tos izsūkņējot varētu sasniegt 5,5 – 17,87 EUR/m³ atkarībā no izmantotās tehnoloģijas un ieguves apjoma (Stankeviča et al., 2014¹).



Sedimentu urbis ar pumpi



Augsnes un sedimentu ekskavators



Uz pontoniem balstīta sūkņēšanas iekārta

Ir dažādas dūņu sūkņēšanas un urbšanas ierīces no dažādiem ražotājiem, bet jāņem vērā, ka šajā gadījumā urbji nav nepieciešami, kā arī ekskavatoru strēle pietiks tikai krastu materiāla izņemšanai. Optimālāks variants būtu pumpēšanas iekārta, kas novietota krastā vai ir peldoša uz pontoniem. Šāds variants teorētiski varētu būt pa vidu norādītajam aptuvenajam izmaksu diapazonam. Krasta iekārtai ir vieglāka apkopšana un nav būtisku izmēru ierobežojumu, bet peldošas platformas izmantošana ļautu precīzāk izsūkņēt konkrēto materiālu no vēlamās vietas. Sūkņu pielietošanai nepieciešams atcerēties, ka dūņu materiālā ir atrodami celmi un koki, tāpēc, lai neradītu nosprostojumus caurulēs,

¹ Stankeviča K., Burlakovs J., Kļaviņš M., Vinceviča-Gaile Z. (2014) Environmental and economic aspects of small freshwater lake sustainable use: lake Pilvelis example. In: Proceedings of 14th Interantional multidisciplinary scientific geoconference „Ecology, Economics, Education and Legislation”, Volume 3, 127-134

ieteicams izmantot priekšfiltru – sietu. Tradicionāli izsūknētās dūņas ir ar augstu ūdens saturu, turklāt daļa varētu būt arī ezera ūdens, tāpēc tiek veidoti nostādinātājdīķi, kuros iepumpētais materiāls nogulsņējas un ūdens ir novadāms ezerā ar vai bez iepriekšējas attīrīšanas. Pie augstas pumpēšanas jaudas nepieciešama lielāku baseinu izveide un dažkārt pat ieteicams tos izvietot kaskādēs. Ezera novietojums pilsētas teritorijā neļauj veidot dīķus plašā teritorijā, tā ievērojami mainot un veicot sakopšanu pēc darbu beigšanas. Tā kā šādi materiāli ļoti slikti filtrējas un ir vietas, kur nostādināšanas dīķu izveide nav iespējama, tiek izmantoti filtrācijas maisi. Tajos iepumpētais materiāls, ar vai arī bez polimēru piejaukuma atūdeņošanās efektivitātes uzlabošanai, tiek atstāts žūšanai un svara samazinājumam (galvenokārt ūdens) uz pāris nedēļām līdz pat mēnešiem. Pēc tam dūņas kā sausu, nevis šķidru materiālu, var pārvietot, iestrādāt augsnēs kā mēslojumu utml. Šādu tehnoloģiju aizvien biežāk izmanto ezeru un kanālu tīrīšanai, kā arī notekūdeņu dūņu atūdeņošanai.



Filtrācijas maisi dūņu ūdens satura mazināšanai

Tomēr Alūksnes ezera gadījumā jāņem vērā arī dūņu kvalitātes aspekts ar esošo piesārņojumu un tā utilizēšanas iespējām. Ņemot vērā salīdzinoši zemo dūņu piesārņojuma toksiskumu dzīvajiem organismiem, sūknēšanas tehnoloģija var palikt izvēlēta, taču svarīgi ir izstrādāt scenāriju ar izsūknētā materiāla tālāku izmantošanu, utilizāciju, kompostēšanu vai deponēšanu.

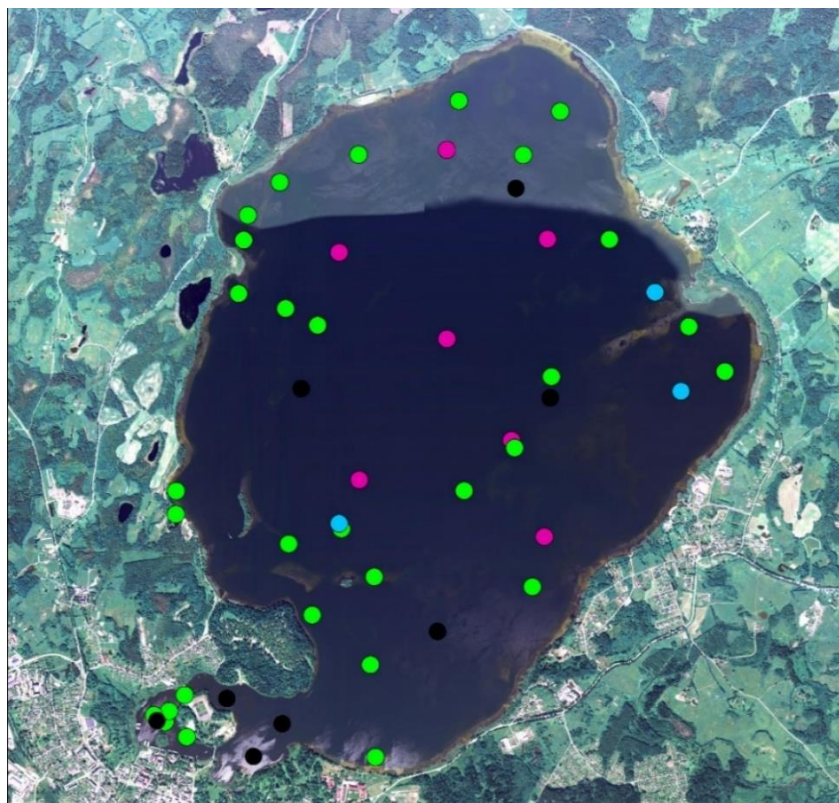
**Ūdenstilpes ekoloģiskās kvalitātes un zivju populācijas
novērtējums Alūksnes ezerā**

1. Ūdens kvalitāte

1.1. Ūdens ķīmija

1.1.1. Metodes

Paraugu ievākšana hidroķīmiskajām analīzēm tika veikta 2014. un 2015. gadā pavasara (14.05.2014. un 22.04.2015.), vasaras (26.06.2014., 28.07.2014. un 03.06.2015., 06.07.2015., 29.07.2015., 17.08.2015.) un rudens (02.09.2014., 07.10.2014. un 10.09.2015., 24.11.2015.) sezonā. Ezerā tika izvēlētas 8 standarta paraugu ievākšanas vietas – 4 iekšezerā un 4 atklātā ezerā (1.attēls (18.lpp.)). Paraugos tika noteikts barības vielu daudzums - nitrīti, nitrāti, amonija joni, fosfāti, kopējais slāpeklis un kopējais fosfors. Analīzes tika veiktas Latvijas Hidroekoloģijas institūta laboratorijā.



1.attēls. Paraugu ievākšanas vietas Alūksnes ezerā 2014.gada vasaras un 2015.gada rudens sezonā.

Kartes leģenda:

- - hidroķīmija, zooplanktons, zoobentoss, fitoplanktons
- - bentiskie tīkli (tīklu linuma acs izmērs 5mm – 90mm)
- - žauntīkli (tīklu linuma acs izmērs 40 – 80mm)
- - pelagiskie tīkli (tīklu linuma acs izmērs 5mm – 55mm)

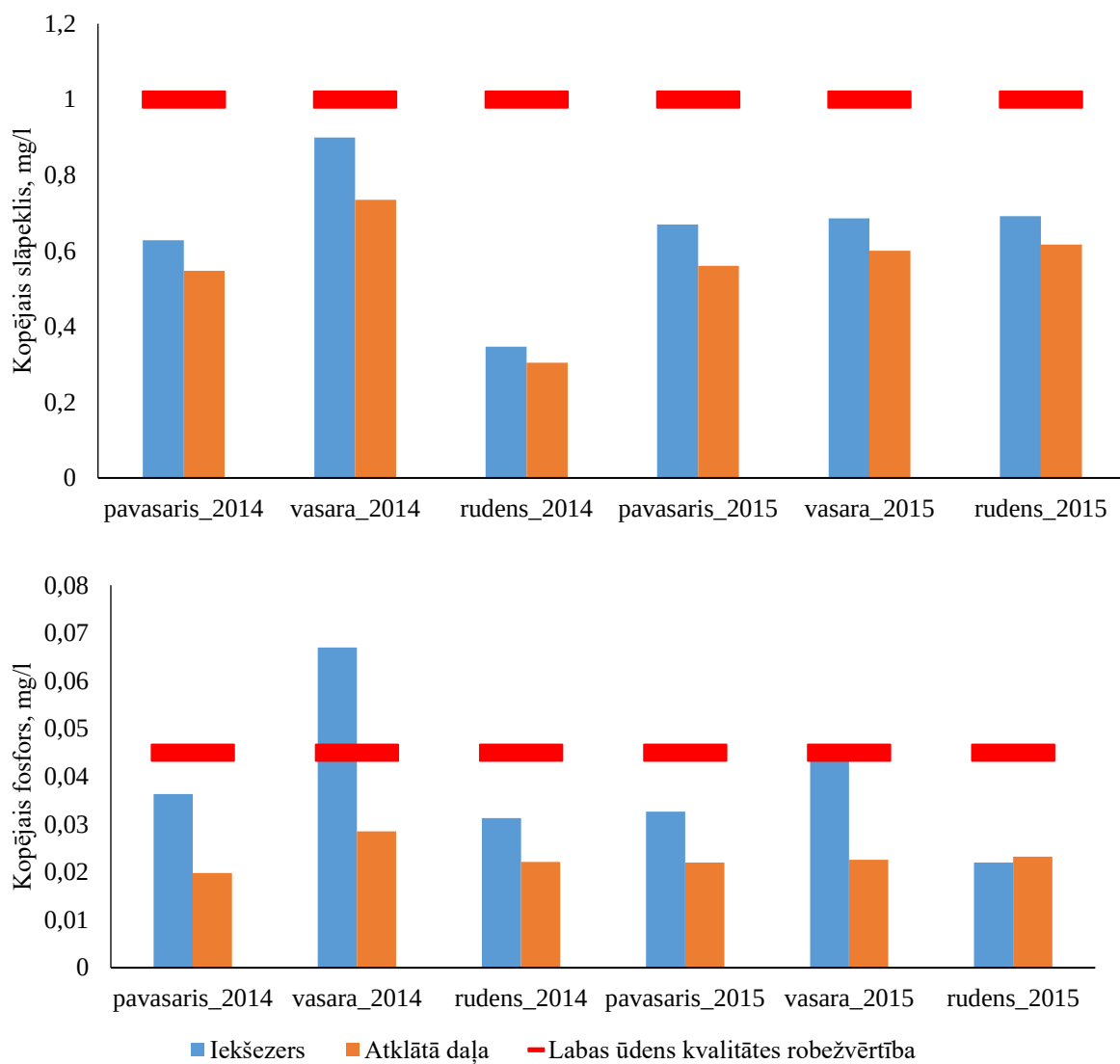
1.1.2. Barības vielu daudzums ezerā

Galvenās barības vielas, kas nepieciešamas ūdenstilpes ekosistēmas funkcionēšanai, ir slāpeklis un fosfors. Tās pirmprodukcijas norisei izmanto fitoplanktons un augstākie ūdensaugi. Slāpeklis un fosfors ūdenstilpnē atrodami gan brīvā veidā – neorganiskā slāpekļa un fosfora savienojumos (nitrāti, nitrāti, amoniji – slāpekļa savienojumi un fosfāti – fosfora savienojumi), gan arī saistītā veidā – kā organiskās vielas, vai arī ietverti fitoplanktonā jeb mikroskopiskajās aļģēs.

Atsaucoties uz Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plānu 2016.-2021.gadam Alūksnes ezers atbilst 5. ezeru ekoloģiskam tipam, kas ir sekls dzidrūdēns ezers ar augstu ūdens cietību. Tādējādi iegūtās kopējā fosfora un kopējā slāpekļa vērtības salīdzinātas ar attiecīgām labas vides kvalitātes robežvērtībām ezera ekoloģiskās kvalitātes novērtēšanai (2.attēls (20.lpp.)). Pēc minētajām vērtībām Alūksnes ezers atbilst labai ūdens ekoloģiskai kvalitātei. Izdalot Alūksnes ezeru sīkāk ezera atklātajā daļā un iekšezērā, kopējā fosfora un kopējā slāpekļa vērtības atšķiras – lielākoties augstākas vērtības konstatētas iekšezērā. Tas skaidrojams ar to, ka iekšezers saņēmis vislielāko piesārņojumu no Alūksnes pilsētas notekūdeņiem, kas tika novadīti ezerā 20. gadsimta otrajā pusē. Līdz ar piesārņojumu ezerā ieplūda barības vielas (fosfors, slāpeklis), kas veicināja intensīvu ūdensaugu un fitoplanktona biomasas pieaugumu. Tie, atmirstot un sadaloties, uz grunts veidoja biezu nogulumu slāni. Mūsdienās tieša notekūdeņu ieplūde ezerā ir minimāla. Relatīvi augstās barības vielu vērtības iekšezērā skaidrojamas ar :

1) zivju barošanās aktivitāti. Zivis, kas barojas rokoties gruntī (plaudis, līnis u.c.), mehāniski iemaisa tajā nogulsņējušās barības vielas atpakaļ ūdenī,

2) vēja ietekmi. Pūšot stipram vējam, tas sakul ezera ūdeni, iemaisot barības vielas ūdenī.



2. attēls. Ūdenstilpes barības vielu koncentrāciju sezonālā dinamika 2014. un 2015. gadā; kopējā slāpekļa un kopējā fosfora vērtības. Sarkanā krāsā norādītas labas ūdens kvalitātes vērtības (jo mazāks slāpekļa vai fosfora daudzums, jo augstāka ūdens kvalitāte).

1.2. Fitoplanktons

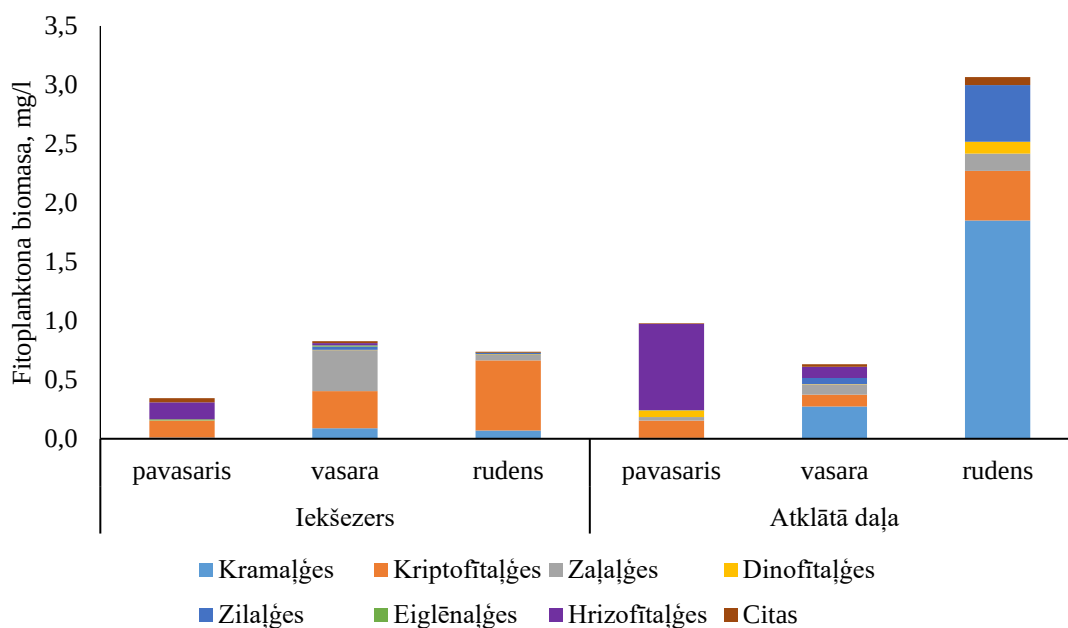
Fitoplanktons ir mikroskopiskās aļģes, kas ieņem nozīmīgu lomu saldūdens ekosistēmās. Šīs aļģes ir pirmproducenti – organismi, kas pārvērš neorganiskās vielas organiskajās. Līdz ar to fitoplanktons veido barības ķēdes pirmo posmu. Ar to barojas zooplanktons (mikroskopiskie vēžveidīgie).

1.2.1. Metodes

Fitoplanktona paraugu ievākšana tika veikta 2014. gada pavasara, vasaras un rudens sezonā (1. attēls (18.lpp.)). Fitoplanktona paraugi ievākti no laivas ~0.3 m dziļumā, paraugus iepildot 300 ml tumšās plastmasas pudelītēs. Paraugi fiksēti ar 4% etiķskābo Lugola šķīdumu. Fitoplanktona analīzes tika veiktas Latvijas Hidroekoloģijas institūta laboratorijā.

1.2.2. Rezultāti

Alūksnes ezerā pavasara sezonā konstatētas ļoti zemas fitoplanktona kopējās biomasas, sastādot vien 0.34 mg/l iekšezērā līdz 0.98 mg/l lielajā ezerā (3.attēls (21.lpp.)). Visās stacijās paraugos dominē kriptofītaļģes (*Cryptophyceae*) un hrizofītaļģes (*Chrysophyceae*). Šāds aļģu sabiedrības sadalījums raksturīgs pavasara sezonai tiros ezeros.



3.attēls. Fitoplanktona grupu vidējā biomasas (mg/l) vidēji stacijās 2014. gadā

Vasaras sezonā Alūksnes ezerā konstatētas būtiskas atšķirības starp iekš ezeru un atklāto ezera daļu. Iekš ezerā visu vasaras sezonu dominē zaļalģes (*Chlorophyceae*) un kriptofītalģes, kas raksturīgas ar barības vielām bagātās ūdenstilpēs. Kriptofītalģes parasti vislielāko skaitu sasniedz pavasara un rudens periodos, bet nelielos daudzumos ir sastopamas visu gadu. Bieži vien kriptofītalģu skaita palielināšanās novērojama pēc iepriekš dominējošo aļģu masveida savairošanās un bojāejas, bet ūdenstilpēs ar augstām slāpekļa koncentrācijām, it īpaši organisko slāpekli, kriptofītalģes spēj veiksmīgi konkurēt ar citām aļģēm. Procentuāli nelielu daļu iekš ezera fitoplanktona sabiedrības sastādīja arī kramalģes (*Diatomophyceae*), kā arī zilaļģes (*Cyanophyceae*). No kramalģēm bieži tika konstatētas sugas, kas dzīvo piestiprinājušās pie ūdensaugiem, akmeņiem vai cita substrāta. Jūnija paraugā fitoplanktonā tika konstatēti zilaļģes *Gleotrichia* pavedieni.

Salīdzinot ar iekš ezeru, Alūksnes ezera atklātajā daļā vērojama atšķirīga fitoplanktona attīstība. Vasaras sākumā paraugos lielāko daļu (58%) sastāda kramalģes dominējot *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestreta* un *Cyclotella spp.* Vasaras vidū fitoplanktona biomasas samazinājās, sasniedzot vien 0.37 mg/l. Turklāt paraugos visu vasaras sezonu tika konstatētas hrizofītalģes, kas raksturīgas tīriem ezeriem. Septembra sākumā fitoplanktonā 60% sastādīja kramalģes un kopējās fitoplanktona biomasas konstatētas visaugstākās – 3.07 mg/l.

Izvērtējot Alūksnes ezera kvalitāti pēc kopējā fosfora, Hlorofila a un ūdens caurspīdīguma attiecības (Karlsone metode), ezers novērtējams robežās starp barības vielām vidēji bagātu/bagātu stāvokli.

Izvērtējot Alūksnes ezeru pēc bioloģiskā parametra – fitoplanktona – jāsecina, ka visu vasaras sezonu kopējās fitoplanktona biomasas ir zemas. Augstākus rādītājus sasniedz vien rudenī pie kramalģu attīstības, tomēr arī tad tās nav augstas. Procentuāli lielais hrizofītalģu daudzums ezerā (lielajā ezerā) vasaras sezonā norāda uz labu ezera vides kvalitāti.

2. Zivju barības bāze

2.1. Zooplanktons

Zooplanktonam ir nozīmīga loma saldūdens ekosistēmās gan kā fitoplanktona galvenajam patērētājam, gan arī kā zivju mazuļu un planktivoro (barojas ar zooplanktona organismiem) zivju barības objektam. Zooplanktons daļēji kontrolē arī fitoplanktona biomasu, tādā veidā regulējot visas ezera ekosistēmas funkcionēšanu.

2.1.1. Metodes

Zooplanktona paraugi tika ievākti vasaras un rudens sezonās astoņās stacijās (1.-8) 2014.gada 25.jūnijā, 17. jūlijā, 2.septembrī, 6. oktobrī, kā arī 2015.gada 14.augustā (1.attēls (18.lpp.)). Paraugi ievākti no virsējā ūdens slāņa līdz 0.5 - 1 m dziļumā ar Apšteina tipa planktontīklu (diametrs 30 cm, acu izmērs 56 µm), filtrējot 100 l ūdens. Zooplanktona paraugos airkājvēžu (*Copepoda*), zarūsaiņu (*Cladocera*) un virpotāju (*Rotifera*) grupu taksonomiskais sastāvs noteikts līdz sugas, ģints vai kārtas līmenim, kā arī noteikts organismu skaits, izmērs un aprēķināta to biomasu.

2.1.2. Rezultāti

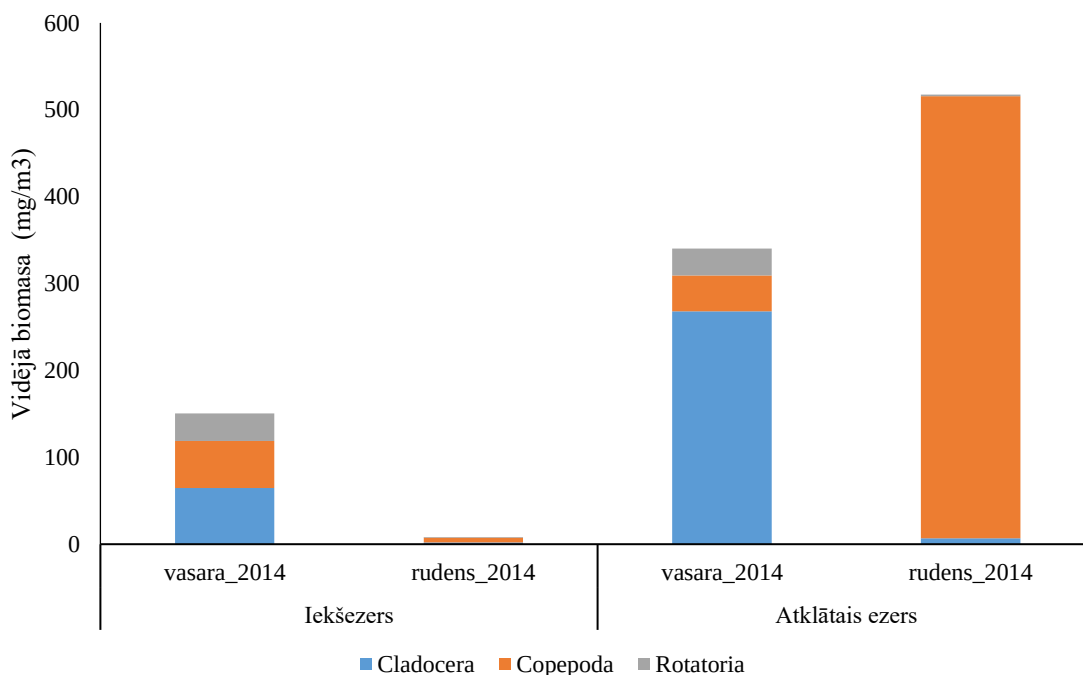
Alūksnes ezerā kopumā noteiktas 22 dažādas zooplanktona sugas, kuras tiek iedalītas trīs grupās: airkājvēžos, zarūsaiņos un virpotajos. Dominējošās zooplanktona grupas Alūksnes ezerā pēc biomasas ir zarūsaiņi un airkājvēži, savukārt pēc skaita – virpotāji (4.attēls (24.lpp.)).

Dominējošie zooplanktona organismi pēc biomasas ir zarūsaiņi. Vasarā *Bosmina longirostris* dominē iekšezerā un *Daphnia cucullata* – atklātajā ezera daļā, savukārt, rudenī iekšezerā dominē *Ceriodaphnia quadrangula* un ezera atklātajā daļā – *Bosmina longirostris*. No airkājvēžiem visās sezonās abās ezera daļās dominē *Cyclops* spp. Vērojams, ka iekšezerā zooplanktona, it īpaši zivju barībā dominējošo zarūsaiņu, daudzums ir zemāks. Tas skaidrojams ar augsto zivju mazuļu un zooplanktonu patērējošo zivju blīvumu, kas rada augstu izēšanas spiedienu uz zooplanktonu.

Redzams, ka iekšezerā rudens periodā samazinās zooplanktona sugu biomasu un mainās dominējošās sugas. Tā kā vasaras sezonā zivju mazuļi aktīvi barojās ar *Daphnia cucullata*, ko uzrāda arī asaru mazuļu (<12cm) barošanās dati, tad izmēros lielo zarūsaiņu

skaits sarūk. Tas vērojams arī atklātajā ezera daļā, kur vasaras beigās, palielinoties zivju mazuļu blīvumam, pieaug izmēros mazo airkājvēžu biomasa.

Kopumā Alūksnes ezera zooplanktona sugu sastāvs un biomasa vērtējami kā tipiski šāda veida ūdenstilpei, un tas nodrošina ar nepieciešamo barību zivju mazuļus un planktivorās zivis.



4.attēls. Zooplanktona grupu (*Copepoda*, *Cladocera*, *Rotatoria*) vidējā biomasa (mg/m³) 2014.gada sezonā.

2.2. Zoobentoss

Zoobentosa organismi apdzīvo ūdenstilpes gultni, un ir nozīmīgs ūdens ekosistēmu elements. Šiem dzīvniekiem raksturīgi dažādi barošanās objekti (gan zooplanktons, gan fitoplanktons, gan arī citi bezmugurkaulnieki) un barošanās mehānismi (filtrētāji, plēsēji, skrāpētāji u.c.), kas norāda uz to, ka tiem ir tieša un pastarpināta ietekme uz ūdens barības ķēžu funkcionēšanu. Zoobentoss ir viens no nozīmīgākajiem zivju barības objektiem Latvijas un Eiropas saldūdens ūdenstilpēs.

2.2.1. Metodes

Zoobentosa paraugi ievākti 2014. gada 17. jūlijā viscaur Alūksnes ezeram (1. attēls (18.lpp.)). Zoobentosa paraugi ievākti no grunts virskārtas 0.3-0.5 m dziļumā ar Ekmaņa gruntssmēlēju (atvēruma laukums 0,0225 m²). Paraugu skalošanai izmantoti metāliskie

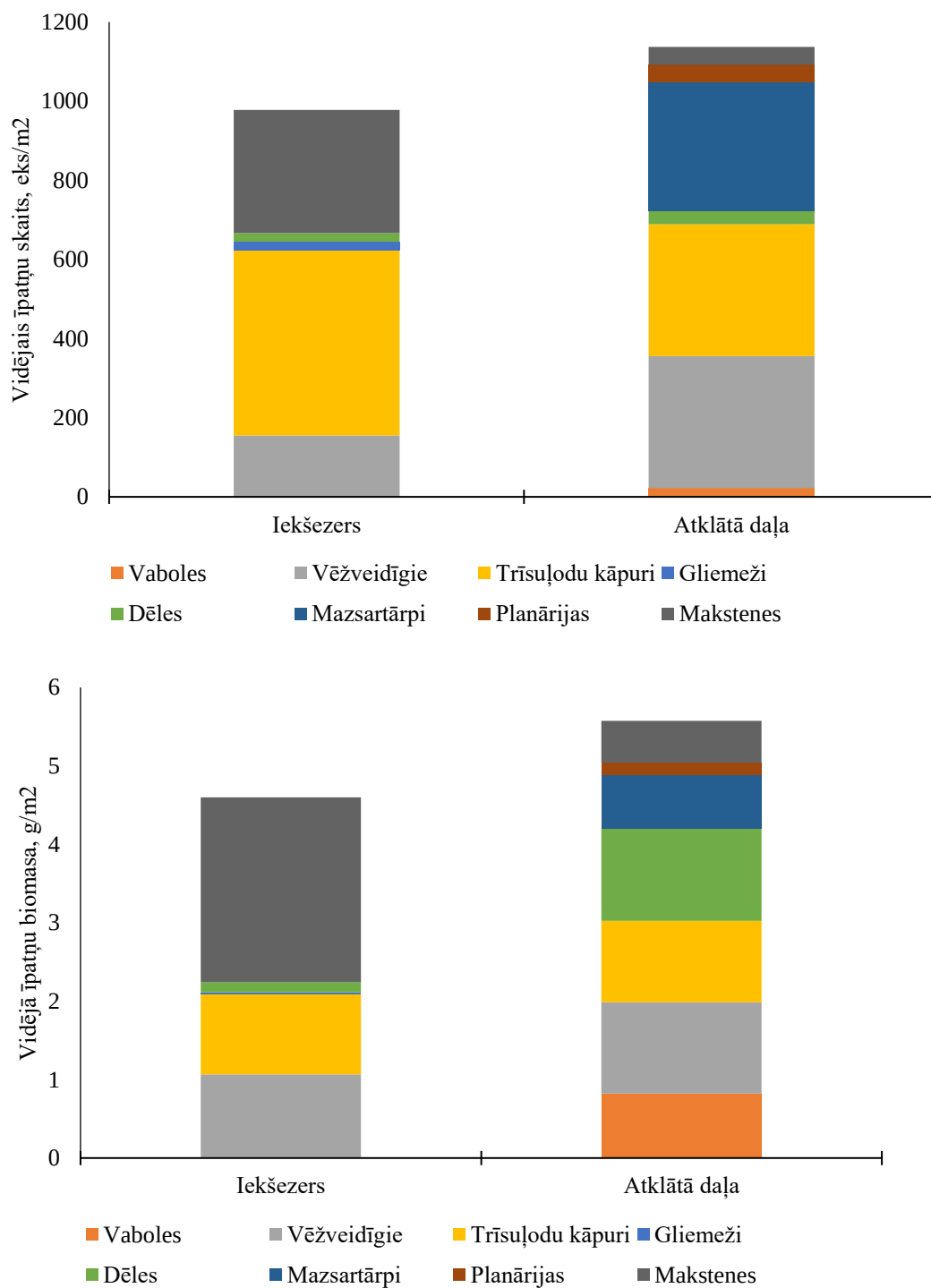
sieti ar acu izmēriem 0,25 un 0,5 mm. Paraugos konstatētais organismu skaits un svars pārrēķināts uz vienu kvadrātmetru – eks./m² un g/m². Tālākā paraugu šķirošana un taksonomiskā sastāva noteikšana veikta laboratorijā. Organismi noteikti līdz grupas līmenim, kā arī noteikts organismu skaits un aprēķināta to biomasas.

2.2.2.Rezultāti

Alūksnes ezerā kopumā konstatētas 13 sugas no 9 zoobentosa grupām (5.attēls (26.lpp.)). Kopumā Alūksnes ezera zoobentosa sabiedrībā vislielāko biomasu sastādīja gliemenes (*Bivalvia*). Tās ezerā dominēja arī pēc indivīdu skaita. No gliemenēm lielākoties bija sastopama invazīvā daudzveidīgā sēdgliemene *Dreissena polymorpha*. Šī gliemene ir ļoti efektīvs filtrētājs – tā attīra ūdeni no dažādām organiskām daļiņām, ieskaitot fitoplanktonu. Tā ir arī svarīgs zivju barības objekts. Tādējādi tā atstāj pozitīvu ietekmi uz ezera ekosistēmu. Tomēr zināms, ka tā negatīvi ietekmē citas gliemeņu sugas, būtiski samazinot ezera bioloģisko daudzveidību, kas ilgtermiņā var novest pie negatīvas ietekmes uz ekosistēmas līdzsvaru.

Aplūkojot Alūksnes ezera zoobentosa sabiedrību bez sēdgliemenes– iekšezerā dominējošie organismi pēc to biomasas ir makstenes, vēžveidīgie un trīsuļodu kāpuri. Savukārt, ezera atklātajā daļā – dēles, vēžveidīgie un trīsuļodu kāpuri. Ezera atklātajā daļā kopumā konstatēta lielāka zoobentosa daudzveidība un biomasas. Tas skaidrojams zemāku zivju izēšanas spiedienu. Iekšezerā konstatēta augstāka trīsuļodu kāpuru sastopamība. Šī organismu grupa zināma kā tāda, kas raksturīga barības vielām bagātiem ūdeņiem.

Kopumā Alūksnes ezera zoobentosa sugu sastāvs un biomasas vērtējami kā tipiski šāda veida ūdenstilpei, un tas nodrošina ar nepieciešamo barību zoobentosu patērējošās zivis.



5.attēls. Zoobentosa organismu skaits un biomasa Alūksnes ezerā 2014.gada vasaras sezonā (*Bivalvia*, kas lielākoties ir *Dreissena polymorpha*, nav grafikā parādīts augsto biomasu un skaita dēļ).

3.Zivis

3.1.Metodes

Zivju sabiedrības paraugu ievākšana tika veikta 2014. gadā no 15. līdz 16. jūlijam un 2015.gadā no 12. līdz 13. oktobrim.

Lai iegūtu informāciju par zivju sabiedrību raksturojošo parametru telpisko mainību, tīkli izvietoti vietās, kas reprezentē zivju sabiedrības sastāvu dažādās dziļuma zonās. Tika veikta pētnieciskā zveja ar peldošiem un grimstošiem *Nordic* tipa daudzacu žauntīkliem (1,5, 3, 6 m augsti; 30m gari) kuru linuma acs izmērs bija 5–55 mm. Tika izmantoti arī papildus tīkli ar linuma acs izmēru 70–90 mm (katrs 30m garš) (1.attēls (18.lpp.)).

Kopumā paraugu ievākšana notika 40 stacijās (1. attēls), kas tika izvietotas dažādās dziļuma zonās (1-13m) viscaur ūdenstilpei. Pasīvie zvejas rīki (tīkli) tika ievietoti ūdenstilpnē vakarā un izņemti nākamās dienas rītā. Tīkli atradās ūdenī vidēji 10-12 stundas. Pēc tīklu izņemšanas zivis tika sašķirotas pēc sugām, katrs īpatnis tika nosvērts un nomērīts. Tika ievākti visu zivju sugu īpatņu kuņģu paraugi, lai varētu raksturot zivju sabiedrības barošanās paradumus.

Papildus tam biežāk sastopamajām un zivsaimnieciski nozīmīgākajām zivīm noteikti arī vecumi. Tos nosaka pēc vecumu reģistrējošām struktūrām – gan zvīņām (rauda), gan žaunu vāku kauliem (asaris, zandarts) un membrānu kauliem (plaudis, līdaka).

Pēc nejaušības principa no visām zivju sugām tika ievākti dažādu garumu īpatņu (5 indivīdi no katras garuma grupas, grupas intervāla garums ir 1cm) barošanās un augšanas paraugi.

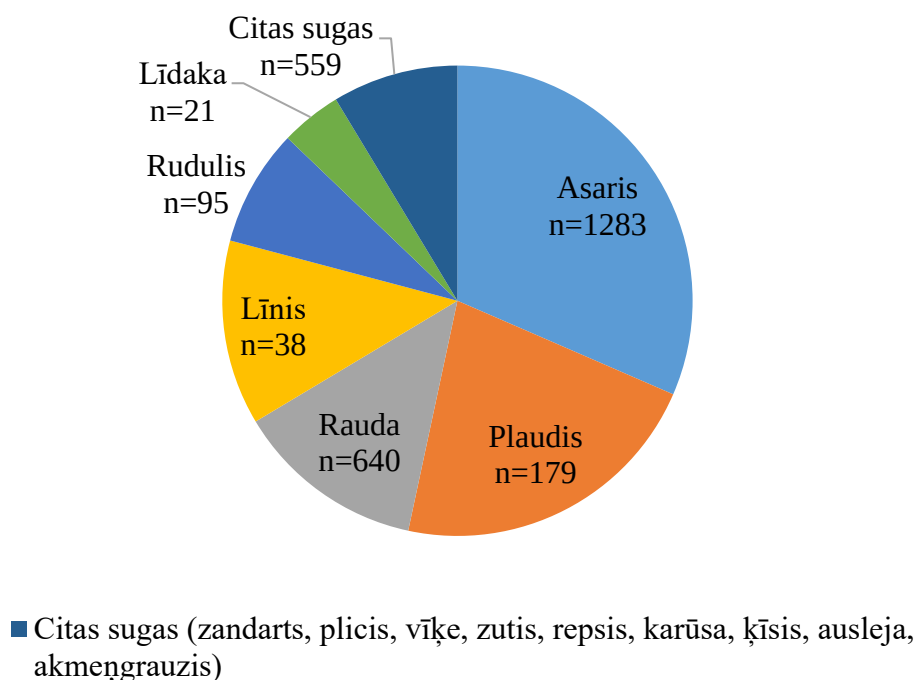
3.2. Iegūto lomu analīze

Kopumā pētījuma laikā tika nozvejotas 2815 zivis no 15 sugām, kas kopā sastādīja 164.45 kg (6.attēls (28.lpp.)).

Tīklos noķertas šādu sugu zivis:

asaris (51.82 kg, n=1283), plaudis (35.93 kg, n=179), rauda (21.47 kg, n=640), līnis (20.9 kg, n=38), rudulis (13.21 kg, n=95), līdaka (6.89 kg, n=21), zandarts (4.19 kg, n=8), plicis (3.48 kg, n=35), vīķe (2.45 kg, n=350), zutis (1.66 kg, n=2), repsis (0.98 kg, n=38), karūsa (0.97, n=1), ausleja (0.01, n=5) un akmeņgrauzis (0.01 kg, n=3).

Ezerā pēc kopējā svara dominē asaris, kam seko plaudis, rauda un līnis. Pēc kopējā skaita dominē asaris, rauda, kam seko plaudis un rudulis.

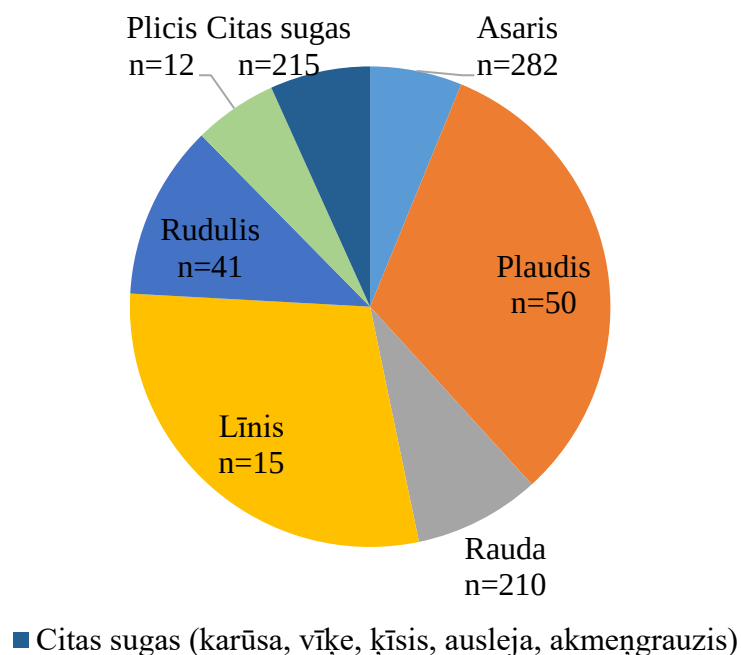


6.attēls. Kopējā procentuālā zivju sugu zinātniskā nozveja pēc masas Alūksnes ezerā (n=īpatņu skaits).

3.2.1. Zivju sabiedrības dažādās ezera zonās

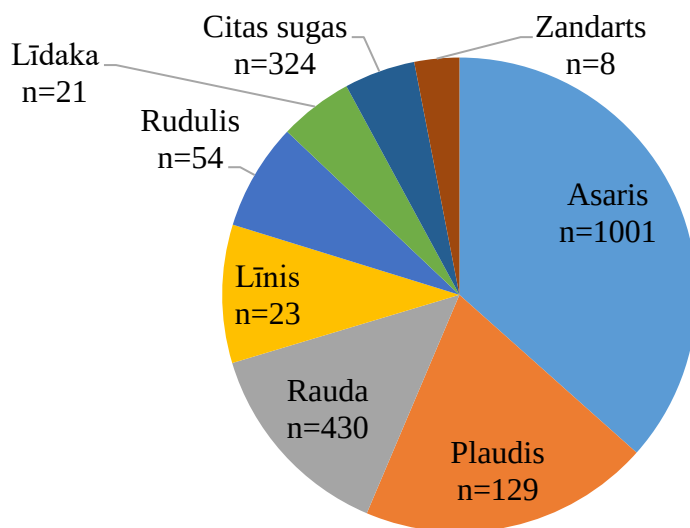
Tika novērotas atšķirības gan zivju sugu relatīvajās biomasās, gan skaitā starp iekš ezeru un ezera atklāto daļu. Šie novērojumi skaidrojami ar būtiskām zivju dzīves vides atšķirībām šajās teritorijās. Iekšezers raksturojas ar lielu aizaugumu, nelielu dziļumu un dūņainu grunti. Pēc biomasas šeit dominē nelieli karpveidīgo zivju sugu (plaudis, rauda un līnis) indivīdi (7.attēls (29.lpp.)). Tas skaidrojams ar dzīves vides

piemērotību šai zivju grupai, jo: 1) iekšezērā lielākā daudzumā pieejami to barības objekti - ūdensaugi, zoobentosa organismi un zooplanktons, 2) lielais ūdenszāļu blīvums šīs zivis nodrošina ar paslēptuvēm no plēsējiem. Šī ezera zona raksturojama kā svarīga karpveidīgo zivju nārsta teritorija. Dati neliecina, ka iekšezers ir svarīga plēsīgo zivju nārsta teritorija. Kopumā iekšezera zivju sabiedrības sastāvs vērtējams kā raksturīgs sekliem, barības vielām bagātiem ezeriem.



7.attēls. Kopējā zivju sugu nozveja Alūksnes ezera iekšezera daļā (n=īpatņu skaits) 2014.gada vasaras sezonā.

Savukārt, ezera atklātajai daļai raksturīgs minimāls aizaugums ezera piekrastes daļā, dziļums līdz 20m un pārsvarā smilšaina grunts ar nelielu dūņu piejaukumu. Pēc biomasas dominē asaris, plaudis un rauda (8.attēls (30.lpp.)).

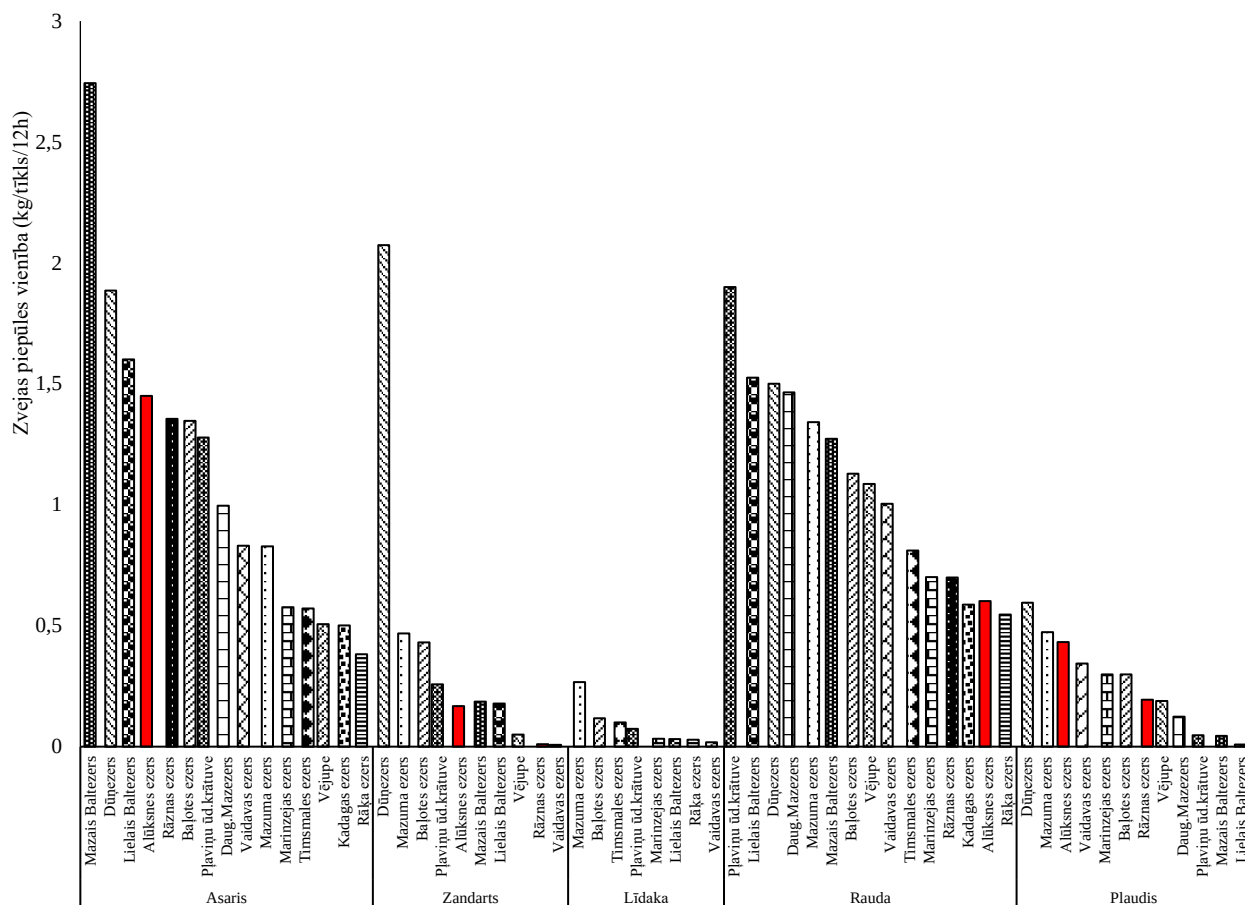


■ Citas sugas (plicis, zutis, vīķe, repsis, ķīsis, akmeņgrauzis)

8.attēls. Kopējā zivju sugu nozveja Alūksnes ezera atklātajā daļā (n=īpatņu skaits) 2014.gada vasaras sezonā.

Dziļuma zonā līdz 4m (7.attēls (29.lpp.)) dominē rauda, plaudis, līnis, rudulis un nelieli asari. Lielā daudzveidība skaidrojama galvenokārt ar ūdensaugu audzēm, kas raksturīgas šai dziļuma joslai un kas nodrošina dažādu sugu zivis ar augstāku barības objektu sastopamību, kā arī dzīvotņu daudzveidību. Trīs līdz pat 20 m dziļuma zonām raksturīga daudzveidīga grunts topogrāfija, tās ir labi apskābekļotas, kas nodrošina vidēji augstu zoobentosa un zooplanktona īpatņu sastopamību. Šī vide tādējādi nodrošina ar barību/paslēptuvēm plaudi, raudu, ķīsi, asaru mazuļus. Nelielo zivju un zivju mazuļu pieejamība savukārt nodrošina ar barību asari un zandartu. Virsējā ūdens slānī dominē repsis, vīķe, nelielas raudas. Šīm zivju sugām/grupām raksturīga barošanās ar zooplanktonu, kas augstā blīvumā sastopams ezera atklātajā daļā.

Salīdzināts arī noķerto zivju daudzums uz zvejas piepūles vienību (kg/tīkls/12h) Alūksnes un citos Latvijas ezeros (9.attēls (31.lpp.)). Redzams, ka Alūksnes ezerā novērots manāmi augstāks asaru, kā arī plaužu un līņu daudzums. Augstais asaru un zemais raudu īpatsvars liecina par dabisku un “veselīgu” ekosistēmas stāvokli. Daudzos Eiropas un Latvijas ezeros zivju sabiedrībā dominē nelielas karpveidīgās zivis (rauda, plaudis, līnis u.c.), kas, veicot zooplanktona izēšanu un nogulsnejušos barības vielu uzduļķošanu, negatīvi ietekmē ekosistēmu līdzsvaru un veselību.



9.attēls. Zivju daudzums uz zvejas piepūles vienību (kg/tīkls/12h) dažādās Latvijas ūdenstilpēs.

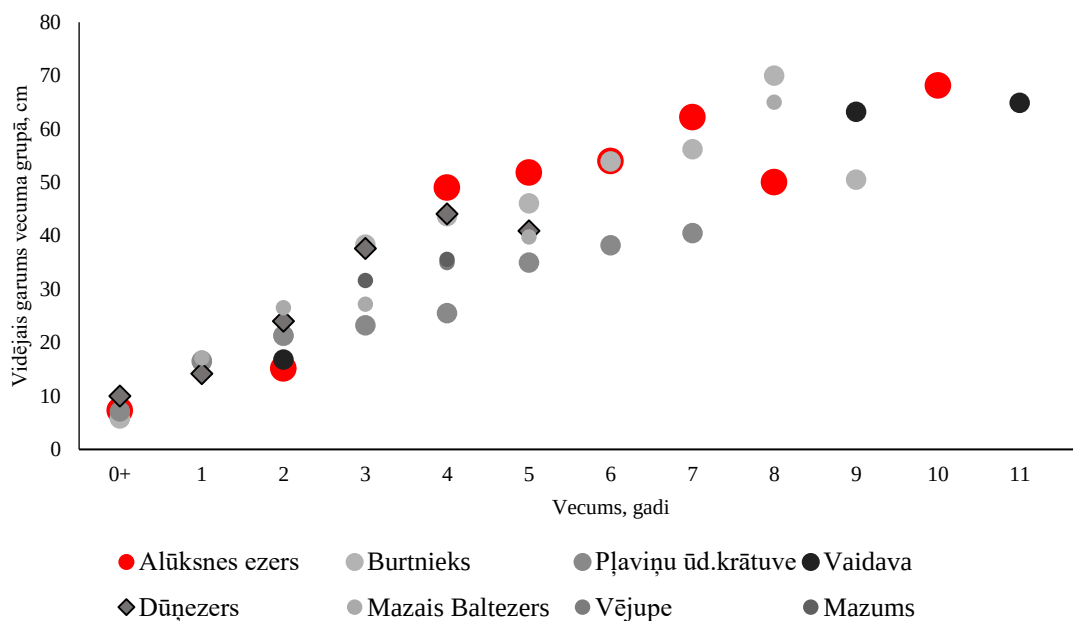
3.3. Zivsaimnieciski nozīmīgo zivju sugu populāciju raksturojums

3.3.1. Zandarts

Tika noķerti 8 zandarti individuālā svara robežās no 0,7 g līdz 4 kg. Vasarā noķerti atsevišķi 0+ vecuma īpatņi. Noķertajiem zandartiem noteikts vecums no 0-10 gadiem (10.attēls (32.lpp.)). Iegūtais nelielais datu daudzums neļauj pilnvērtīgi spriest par zandarta augšanu, tomēr, salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, redzams, ka tas vidēji aug ātrāk kā citur. Tas skaidrojams ar plašo barības bāzi kā arī zandartam piemērotu dzīves vidi. Prognozējams, ka izmēru, kad zandarts paturams lomā, tas Alūksnes ezerā sasniedz 4 – 5 gadu vecumā.

Secināms, ka ezerā noris dabisks zandartu nārsts. Novērojumi liecina, ka zandartam arī pieejams pietiekams dabisku nārsta vietu – smilšainu, oļainu sēkļu – skaits. Tomēr nelielais mazuļu skaits liecina par to, ka veiksmīgi pašatražojošās zandarta populācija nav izveidojusies un tā ir atkarīga no mākslīgas ielaišanas. Tas skaidrojams ar:

- 1) augstu plēsonības risku, kam pakļauti zandarta mazuļi. Ezera ūdens ir ar augstu caurredzamību, kas plēsējiem, atklātā ūdenī, kur zandarts nārsto, ļauj veiksmīgi medīt zandarta kāpurus un mazuļus.
- 2) lielo asaru blīvumu. Zināms, ka asaris konkurē ar zandartu par resursiem visās dzīves fāzēs. Asaris nārsto ūdenszāļu joslā, kur tā mazuļi pakļauti mazākam plēsonības riskam, kā arī tas veiksmīgāk medī ūdeņos ar augstu caurredzamību.

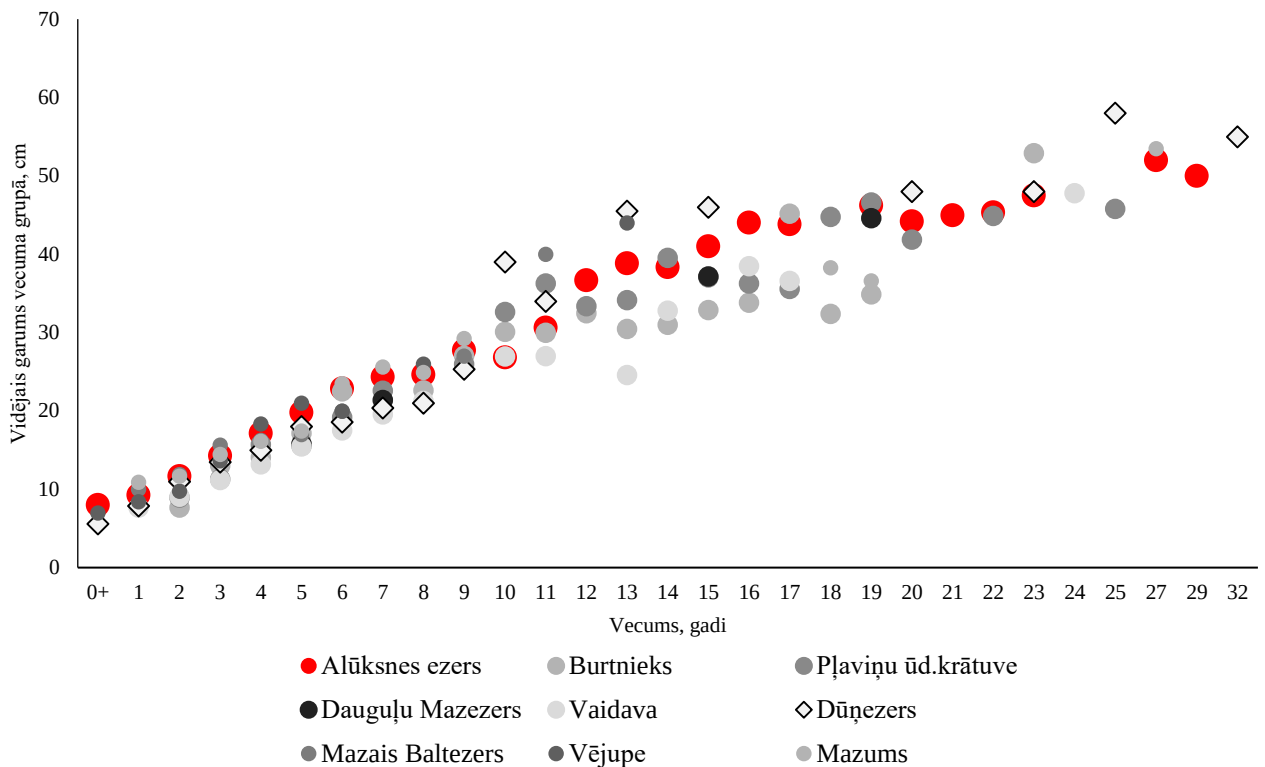


10.attēls. Zandarta vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.

Noķerto zandartu mazuļu kuņģi bija tukši, bet pieauguša zandarta barošanās ar citu zivju sugu īpatņiem vērtējama kā sugai tipiska.

3.3.2.Plaudis

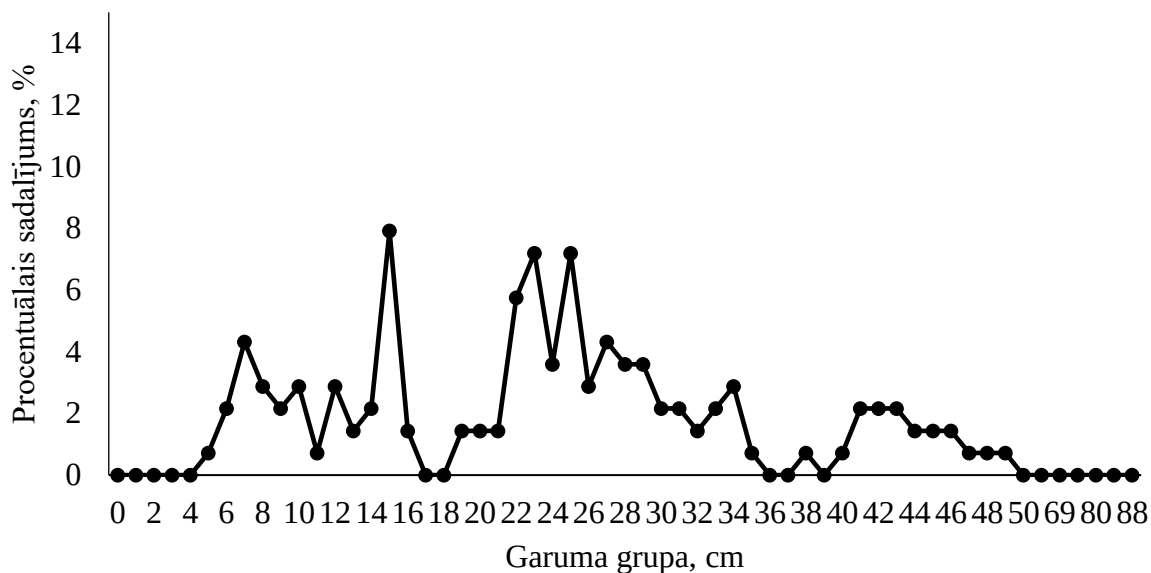
Tika noķerti plauži individuālā svara robežās no 1.9 g līdz 2.1 kg. Plauža populācijas vecuma struktūra uzskatāma par salīdzinoši dabisku – ūdenstilpē sastopami gan mazuļi, kas liecina par veiksmīgu atražošanos, gan zivsaimnieciski nozīmīgie lielie īpatņi.



11.attēls. Plauža vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.

Ezerā 151 plaudim noteikts vecums no 0-29 gadiem (11.attēls (33.lpp.)). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, plaudis aug ātri. Tas skaidrojams ar augsto barības objektu pieejamību visās tā dzīves fāzēs. Plaužu mazuļi sastopami galvenokārt piekrastē, kur tie barojas ar zooplanktonu un zoobentosu. Lielākas zivis sastopamas arī dziļākās zonās, kur tās barojas ar enerģētiski augstvērtīgajiem moluskiem un citām zoobentosa grupām.

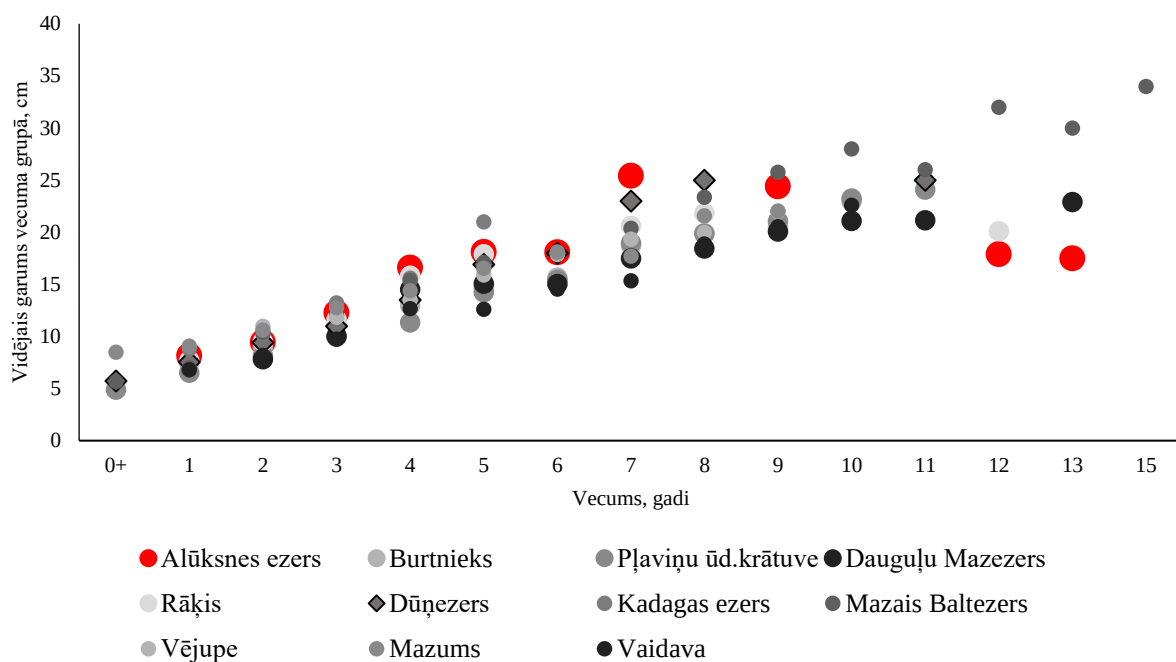
Raksturojot plaužu skaita sadalījumu pa garuma grupām, minams, ka pietiekami ir pārstāvētas visas garuma grupas – konstatēti gan mazuļi, gan pieauguši indivīdi līdz pat 48 cm garumam (12.attēls (34.lpp.)).



12.attēls. Plaužu skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām

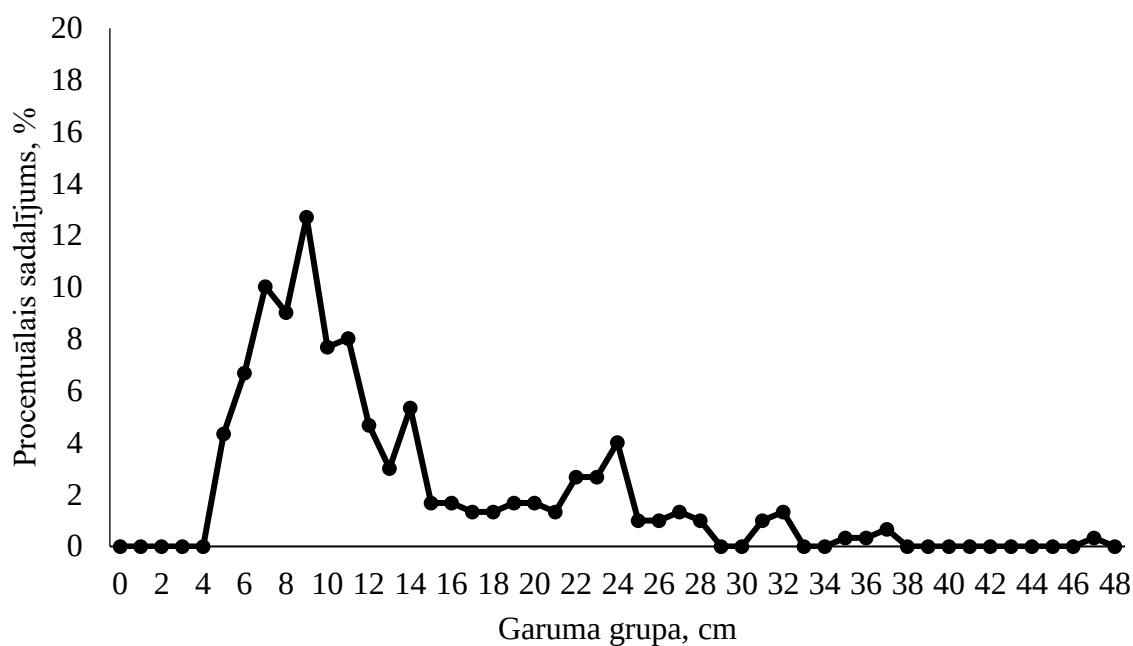
3.3.3.Rauda

Tika noķertas raudas individuālā svara robežās no 1.1 g līdz 942.7 g. Raudas populācijas vecuma struktūra uzskatāma par ļoti tuvu dabiskai – ezerā sastopami gan mazuļi, kas liecina par veiksmīgu atražošanos, gan zivsaimnieciski nozīmīgākie lielie īpatņi. Ezerā 113 raudām noteikts vecums no 1-13 gadiem (13.attēls (35.lpp.)). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, rauda aug ātri. Tas skaidrojams ar augsto barības objektu pieejamību visās tā dzīves fāzēs. Mazuļi sastopami galvenokārt piekrastē, kur tie barojas ar zooplanktonu un zoobentosu.



13. attēls. Raudas vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.

Lielākas zivis sastopamas arī dziļākās zonās, kur tās barojas ar enerģētiski augstvērtīgajiem moluskiem un citām zoobentosa grupām. Interesanti pieminēt, ka līdz 3 gadu vecumam, kad rauda barojas galvenokārt ar augiem un insektu kāpuriem, tā aug vidēji ātri. Sasniedzot aptuveni 17 cm garumu (3 – 4 gadu vecumā) tās mutes atvērums ir pietiekams, lai uzsāktu barošanos ar enerģētiski augstvērtīgajām daudzveidīgajām sēdgliemenēm, tiek novērots straujš augšanas ātruma pieaugums.

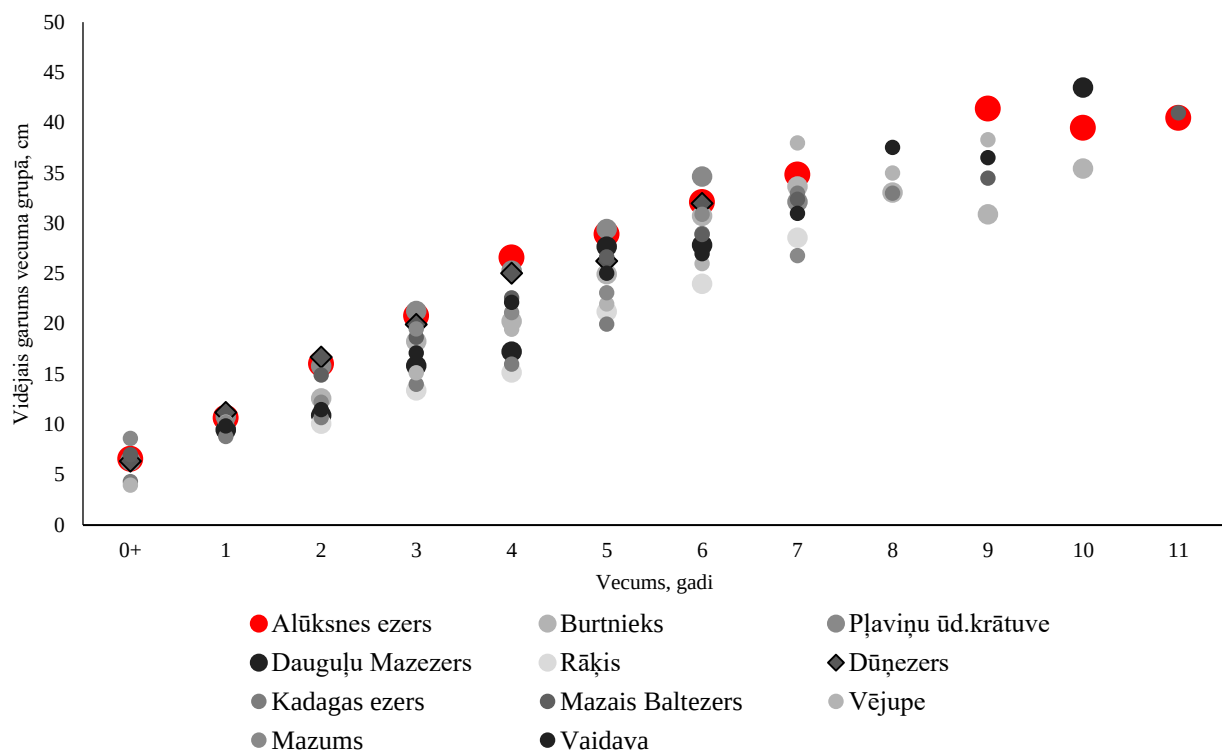


14.attēls. Raudu skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām

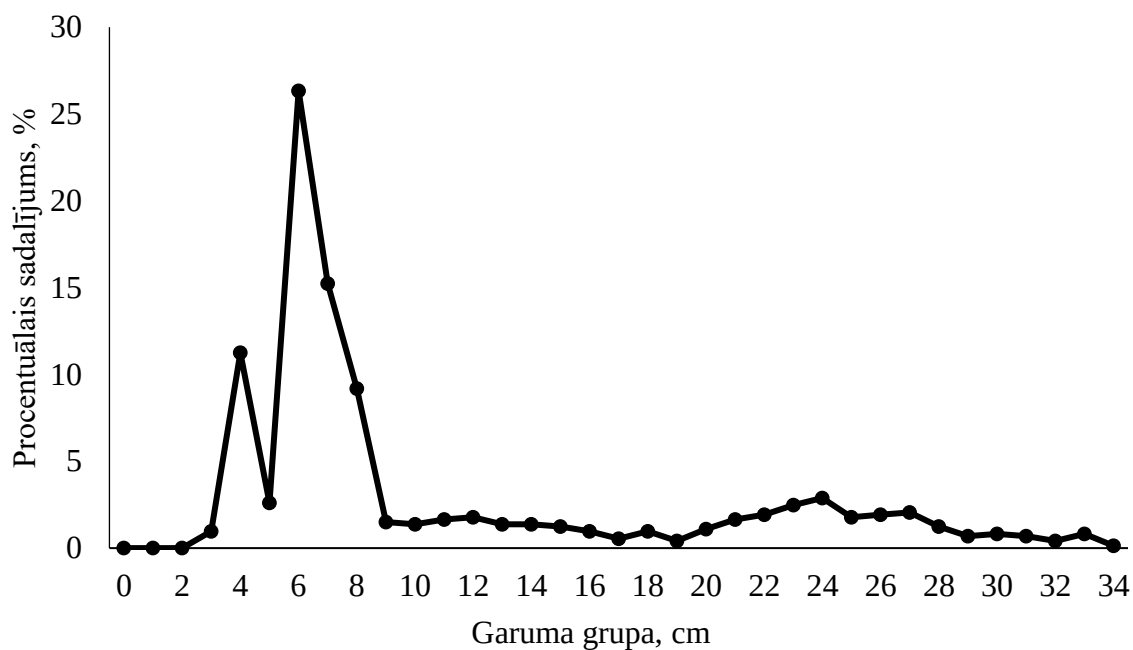
3.3.4. Asaris

Tika noķerti asari individuālā svara robežās no 0.2 g līdz 1.1 kg. Asara populācijas vecuma struktūra uzskatāma par ļoti tuvu dabiskai – ezerā sastopami gan mazuļi, kas liecina par veiksmīgu atražošanos, gan zivsaimnieciski nozīmīgie lielie īpatņi.

Ezerā 166 asariem noteikts vecums no 0-11 gadiem (15.attēls (37.lpp.)). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, asaris aug ātri. Tas skaidrojams ar augsto barības objektu pieejamību visās tā dzīves fāzēs. Mazuļi sastopami galvenokārt piekrastē, kur tie barojas ar zooplanktonu un zoobentosu. Lielākas zivis sastopamas arī dziļākās zonās, kur tās barojas ar citu sugu zivīm un zoobentosu. Īpaši augsta asaru koncentrācija novērojama sēkļu zonās.



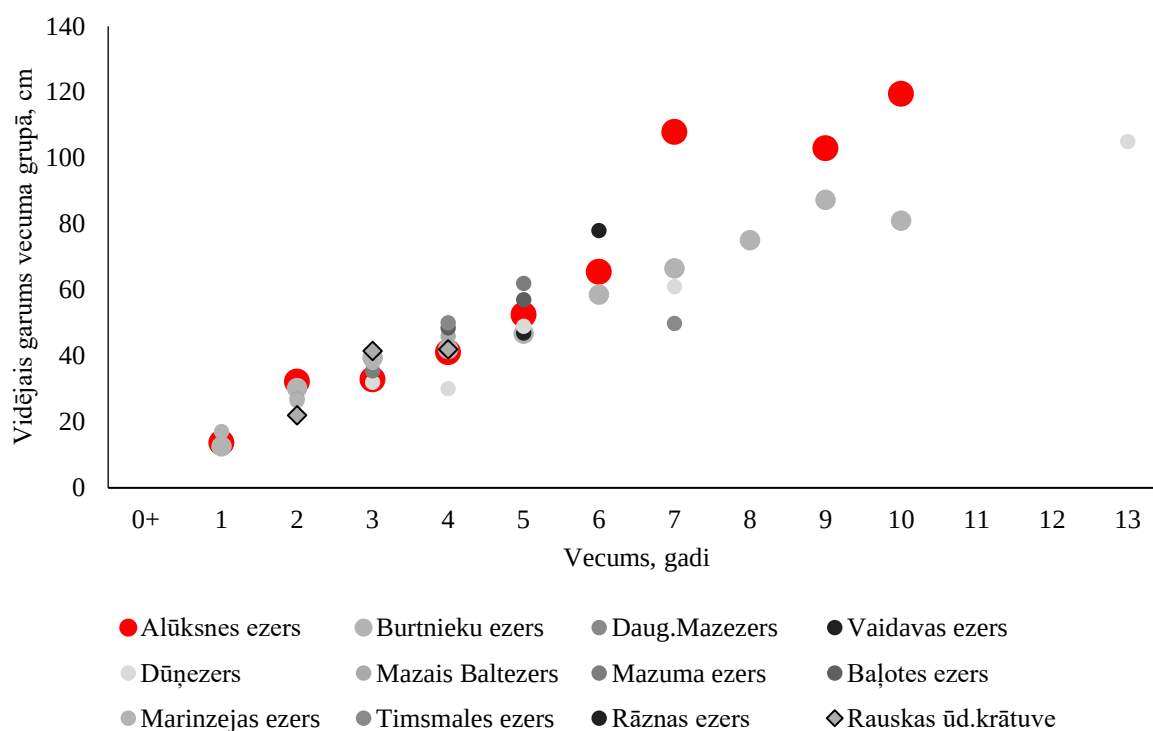
15.attēls. Asara vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.



16.attēls. Asaru skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām

3.3.5. Līdaka, repsis

Tika noķertas līdakas svarā no 4.7 g līdz 4.7 kg. Salīdzinoši nelielais noķerto līdaku īpatsvars skaidrojams ar līdaku neaktīvo dzīvesveidu vasaras sezonā. Līdaka medījumu gaida slēpnī, nevis aktīvi meklē, līdz ar to tā netiek notverta ar pasīvajiem zvejas rīkiem (tīkliem), kas veiksmīgi izmantojami pētīt aktīvas zivis. Tomēr tas, ka, izmantojot piekrastes vada metodi, noķertie īpatņi apdzīvo piekrastes ūdensaugu joslu uzskatāms par tipisku parādību. Šī vide nodrošina līdaku ar augstu barības zivju blīvumu un paslēptuvēm, kas nepieciešamas, lai veiksmīgi barotos. Iegūtie dati liecina, ka līdaku blīvums ezerā ir augsts un noris veiksmīga, dabiska pašatjaunošanās. Salīdzinot līdakas augšanu (37 īpatņi) starp Burtnieka ezeru (arī noķerts pietiekams īpatņu skaits) un Alūksnes ezeru (17. attēls (38. lpp.)), redzams, ka augšana ir ļoti līdzīga un vērtējama kā ātra. Prognozējams, ka izmēru, kad līdaka paturama lomā, tā Alūksnes ezerā sasniedz 5 – 6 gadu vecumā.



17.attēls. Līdakas vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.

Tika noķerti repši svarā no 4.7 – 92 gramiem. Alūksnes ezera repša populācija arī vērtējama kā veselīga – sastopami gan mazuļi, gan pieaugušas zivis, populācija pašatjaunojas. 32 repšiem noteikts vecums no 0-2 gadiem, tie apdzīvo ezera atklātā ūdens daļu un barojas ar zooplanktonu.

Literatūras saraksts

- Barnes R.S.K., Mann K.H. (ed). 1995. Fundamentals of aquatic ecology Second Edition. Oxford: Blackwell Science, 4.
- Bazarov M. I. 2011. Diurnal Vertical Migrations of Bream *Abramis brama*. Journal of Ichthyology, 51(9): 794–798 pp.
- Eiropas Parlamenta un Padomes Īdens Struktūrdirektīva 2000/60/EK (2000. gada 23. oktobris).
- Hilborn, R., 2007. Managing fisheries is managing people: what has been learned? Journal compilation Blackwell Publishing Ltd, Fish and Fisheries, 8, 285–296
- Jackson, D., Peres-Neto, P. & Olden, J. D., 2001. What controls who is where in freshwater fish communities — the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 58, pp. 157-170.
- Kavacs G. 1994. Latvijas daba. Enciklopēdija. 1.sējums. Rīga, Latvijas Enciklopēdija, 256 lpp.
- Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (LVĢMC), 2009. Daugavas upu baseina apgabala apsaimniekošanas plāns 2016. – 2021. gadam, Rīga
- Ministru Kabinets, 2004. Noteikumi Nr. 858 "Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību", Rīga
- Nõges, T., 2009. Relationships between morphometry, geographic location and water quality parameters of European lakes. Hydrobiologia, Volume 633, pp. 33-43.
- O' Sullivan P. E., Reynolds C. S. (ed.) 2003. The Lakes Handbook. Volume 1. Limnology and Limnetic Ecology. Padstow: Blackwell Science, 699 pp.
- O' Sullivan P. E., Reynolds C. S. (ed.) 2005. The Lakes Handbook. Volume 2. Lake Restoration and Rehabilitation. Padstow: Blackwell Science, 560 pp.
- Peterka, J. & Matěna, J., 2009. Differences in feeding selectivity and efficiency between young-of-the-year European perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) — field observations and laboratory experiments on the importance of prey movement apparency vs. evasiveness. Biologia, 64(4), pp. 786-794.
- Popova O.A., Sytina L.A. 1977. Food and feeding relations of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) and pikeperch (*Sander lucioperca*) in various waters of the USSR. Fish. Res. Board Can. 34: 1559-1570 pp.
- Raitaniemi, J., Nyberg, K. & Torvi, I., n.d. Age and Growth Determination of Fishes in Finland, Finland: Finnish Game and Fisheries Research Institute.

- Vides risinājumu institūts, 2014. Projekta "Burtnieka ezera izpēte un ilgtspējīgas apsaimniekošanas stratēģijas izstrāde" atskaite
- Vides risinājumu institūts, 2015. Dauguļu Mazezera zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumi
- Vides risinājumu institūts, 2015. Rāķezera zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumi
- Vides risinājumu institūts, 2015. Zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumi Daugavai posmā no Pļaviņu ūdenskrātuves līdz Jēkabpilij
- Ward J.V. 1992. Aquatic insect ecology. John Wiley & Sons Inc., 438 pp.
- Wetzel R. G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. Third Edition. California: Elsevier academic Press, 1006 pp.
- Winfield, I. & Nelson, J. S., 1991. Diets and feeding behaviour. In: Cyprinid fishes. s.l.:Springer, pp. 353-376.
- Witty L. M. 2004. Practical Guide to Identifying Freshwater Crustacean Zooplankton. Ontario: Cooperative Freshwater Ecology Unit, 50 pp.
- Wootton J. R. 1990. Ecology of Teleost Fishes. London: Chapman & Hall, 404 pp.