

KOMPLEKSS EZERA HIDROBIOLOĢISKAIS, HIDROĶĪMISKAIS UN HIDROMORFOLOĢISKAIS MONITORINGS



LIFE GoodWater IP A4.1. aktivitāte "Rekomendāciju izstrāde riska ezera ūdensobjekta
apsaimniekošanai (kvalitātes uzlabošana un uzturēšana)"

Rīga, 2023



Komplekss ezera hidrobioloģiskais, hidroķīmiskais un hidromorfoloģiskais monitorings

Autori: Agnija Skuja¹, Ruta Medne², Ilga Kokorīte³, Dāvis Ozoliņš¹, Laura Grīnberga¹, Ivars Druvietis¹, Jana Paidere¹, Ēriks Aleksejevs², Guntars Strods², Patrīcija Raibarte², Gunta Rubene², Jānis Dumpis², Eduards Križickis³.

¹ Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, ² Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts "BIOR", ³ Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs.

© Vāka foto: Agnija, Skuja

Citēšanas paraugs: Latvijas Universitāte, 2023. Komplekss ezera hidrobioloģiskais, hidroķīmiskais un hidromorfoloģiskais monitorings, LIFE GoodWater IP, Rīga, 67 lpp.

Materiāls tapis integrētā projektā “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” (LIFE GOODWATER IP, LIFE18 IPE/LV/000014), kas ir saņēmis finansējumu no Eiropas Savienības LIFE Programmas un Valsts reģionālās attīstības aģentūras.

Informācija atspoguļo tikai LIFE GOODWATER IP īstenotāju redzējumu, un Eiropas Klimata, infrastruktūras un vides izpildaģentūra neatbild par to, kā tiek izmantota šeit paustā informācija.

© Latvijas Universitāte, 2023.

Dokumenta izstrādes lapa	
Dokumenta versijas numurs	v 1.0
Dokumenta plānotais izstrādes datums	04.2023
Dokumenta faktiskais izstrādes datums	04.2023
Dokumenta aktuālās versijas izstrādes datums	04.2023
Projekta aktivitātes/apakšaktivitātes numurs	A4

Kopsavilkums

Projekts “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” nr. LIFE18 IPE /LV/000014 (LIFE GOODWATER IP) tiek īstenots ar Eiropas Savienības vides un klimata programmas LIFE un Valsts reģionālās attīstības aģentūras finansiālu atbalstu. Projekta kopējais mērķis ir ilgtermiņā uzlabot ūdens kvalitāti aptuveni 30% riska ūdensobjektos, izstrādājot, adaptējot un ieviešot dažādus Latvijas apstākļiem piemērotus inovatīvus apsaimniekošanas un pārvaldības pasākumus.

A4 aktivitātes galvenais mērķis ir izstrādāt zinātniski pamatotas rekomendācijas riska ezera ekosistēmas atveseļošanai un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošanai. Šajā atskaitē apkopoti pirmā darba uzdevuma rezultāti: izpētīt antropogēnās slodzes ietekmes mūsdienās un vēsturiskās ietekmes (biotiskos, abiotiskos un antropogēnos faktorus), kas neļāva ezeram sasniegt labu ekoloģisko stāvokli, kā arī otrajam darba uzdevumam - Saukas ezera ekosistēmas modeļa izstrādei nepieciešamā materiāla ievākšana kompleksa hidrobioloģiskā, hidroķīmiskā un hidromorfoloģiskā monitoringa ietvaros.

Atskaitē analizēti 2020. – 2022. gadā veikto fitoplanktona, zooplanktona, makrofītu, bentisko bezmugurkaulnieku, zivju faunas, fizikālo un ķīmisko parametru, hidromorfoloģijas, batimetrijas, zivju barošanās pētījumu rezultāti.



Summary

The project “Implementation of Latvian River Basin Management Plans to Achieve Good Surface Water Status” no. LIFE18 IPE / LV / 000014 (LIFE GOODWATER IP) is implemented with the financial support of the European Union Environment and Climate Program LIFE and the State Regional Development Agency. The overall aim of the project is to improve the water quality of approximately 30% of water bodies at risk in the long term by the developing, adapting to Latvian conditions and implementing various innovative management and governance measures.

The main aim of the activity A4 is to elaborate scientifically sound management measures for the remediation of the lake ecosystem and improvement of the ecological status. This report summarizes the results of the task no. 1: “to identify the summary effect of the current anthropogenic pressures and historically evolved reasons (biotic, abiotic and anthropogenic factors), that at the present moment does not allow to achieve good ecological status of the chosen demo waterbody at risk Sauka’s lake”; and also the complex hydrobiological, hydrochemical and hydromorphological monitoring for the collection of the material necessary for the task no. 2: “to develop the lake ecosystem model, which is based on survey data of all food web elements and indicates ecosystem health”.

In the report the results of phytoplankton, zooplankton. Macrophyte, benthic invertebrates, fish fauna, physical and chemical parameters, lake hydromorphology, bathymetry, and fish feeding studies conducted in 2020 – 2022 were analyzed.



Satura rādītājs

Kopsavilkums	3
Summary	4
Satura rādītājs.....	5
Saīsinājumi.....	6
Ievads	7
1. Metodika	8
1.1. Fitoplanktons.....	8
1.2. Zooplanktons.....	9
1.3. Makrofīti	9
1.4. Bentiskie bezmugurkaulnieki.....	10
1.5. Zivju fauna	12
1.6. Fizikālie un ķīmiskie rādītāji	19
1.7. Hidromorfoloģija	21
1.8. Batimetrija.....	23
1.9. Zivju barošanās	23
1.10. Zivju vecumi	24
2. Rezultāti	25
2.1. Fitoplanktons.....	25
2.2. Zooplanktons.....	30
2.3. Makrofīti	32
2.4. Bentiskie bezmugurkaulnieki (makrozoobentoss).....	34
2.5. Zivju fauna	37
2.6. Fizikālie un ķīmiskie rādītāji	50
2.7. Hidromorfoloģija	54
2.8. Batimetrija.....	58
2.9. Zivju barošanās	58
Secinājumi.....	60
Izmantotā literatūra	63
PIELIKUMI	66



Saīsinājumi

chl-a - hlorofils a

DOC - izšķīdušais organiskais ogleklis (no angļu val. *dissolved organic carbon*)

ES - Eiropas Savienība

EVS - elektrovadītspēja

LMAM - Latvijas makrofitu novērtējuma metode (no angļu val. *Latvian macrophyte assessment method*)

m BS - absolūtā augstuma vai ūdens līmeņa mērvienība (metri) Baltijas 1977. gada normālo augstumu sistēmā (BAS-77), kas ir spēkā līdz 2014.gada 30. novembrim

m LAS - absolūtā augstuma vai ūdens līmeņa mērvienība (metri) Latvijas normālo augstumu sistēmā (LAS-2000,5), kas ir spēkā no 2014. gada 1.decembra.

ŪSD - Ūdens struktūrdirektīva

Ievads

Projekts “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” projekta numurs LIFE18 IPE /LV/000014 (LIFE GOODWATER IP) tiek īstenots ar Eiropas Savienības vides un klimata programmas LIFE un Valsts reģionālās attīstības aģentūras finansiālu atbalstu. Projekta kopējais mērķis ir ilgtermiņā uzlabot ūdens kvalitāti aptuveni 30% riska ūdensobjektos, izstrādājot, adaptējot un ieviešot dažādus Latvijas apstākļiem piemērotus inovatīvus apsaimniekošanas un pārvaldības pasākumus.

A4 aktivitātes galvenais mērķis ir izstrādāt zinātniski pamatotas rekomendācijas riska ezera ekosistēmas atveseļošanai un ekoloģiskā stāvokļa uzlabošanai. Šajā atskaitē apkopoti pirmā darba uzdevuma rezultāti: izpētīt antropogēnās slodzes ietekmes mūsdienās un vēsturiskās ietekmes (biotiskos, abiotiskos un antropogēnos faktorus), kas neļāva ezeram sasniegt labu ekoloģisko stāvokli un otrajam darba uzdevumam - Saukas ezera ekosistēmas modeļa izstrādei nepieciešamā materiāla ievākšana kompleksa hidrobioloģiskā, hidroķīmiskā un hidromorfoloģiskā monitoringa ietvaros.

Saukas ezers izvēlēts par projekta “demo objektu”, jo pieskaitāms riska ūdensobjektiem, kas nesasniedz labu ekoloģisko stāvokli (no 2004. līdz 2019. gadam konstatēta slikta vai vidēja ūdens ekoloģiskā kvalitāte, ar izņēmumu 2015. gadā - kad tā novērtēta kā laba).

Saukas ezers pieder Lielupes lielbaseinam un atrodas Saukas dabas parkā (Natura 2000 teritorija) Jēkabpils novadā, tā sateces baseins ir 71.4 km² un tas robežojas ar Saukas, Rites un Elkšņu pagastiem, ūdensobjekts nr. E039. Ezera platība ir 718,8 ha, platums 1,5 km un garums 5,95 km, vidējais dziļums 5,1 m, maksimālais dziļums 9,5 m. Ezers ir caurtekošs, tajā ietek Klauces upe, Bruģupīte, vairāki meliorācijas grāvji un iztek Dūņupe (Doņupe). 1931. - 1934. gadā regulējot Dūņupi, pazemināts ezera ūdens līmenis (Saukas ezera apsaimniekošanas plāns 2019). Saukas ezers pēc Latvijas ezeru tipoloģijas atbilst 5. tipam - sekls dzidrūdens ezers ar augstu ūdens cietību un ES un Latvijas nozīmes aizsargājamajam biotopu tipam 3150 - *Eitrofi ezeri ar iegrimušo ūdensaugu un peldaugu augāju* (Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā 2013).

Dabas parks “Sauka” dibināts 1987. gadā, ar mērķi saglabāt Augšzemes augstienes Sēlijas paugurvaļņa un Saukas ezera apkārtnē ainavu. 2005. gadā dabas parks „Sauka” noteikts kā C tipa Natura 2000 teritorija un lielākās tā teritorijas ir Saukas ezers un tam piegulošās teritorijas (lielākās platības aizņem lauksaimniecībā izmantojamās zemes (pļavas, ganības un tīrumi), kā arī pauguru masīvs Ormaņkalna apkārtnē (Saukas ezera apsaimniekošanas plāns 2019).

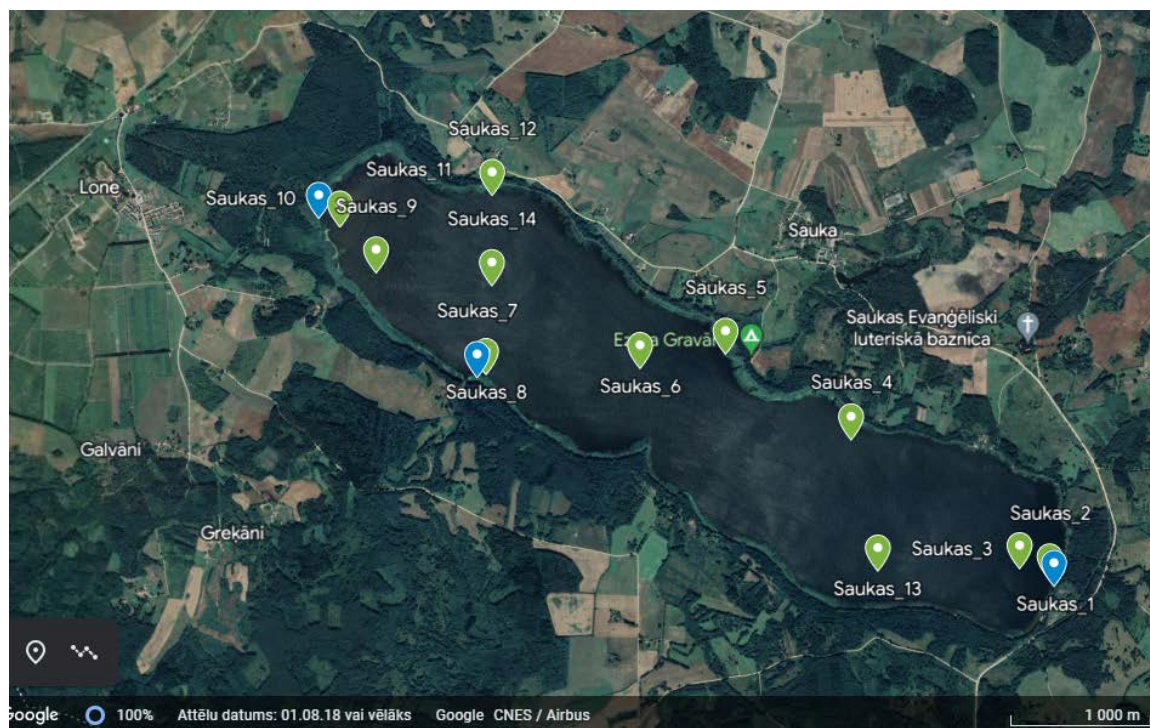


1. Metodika

Hidrobioloģiskie paraugi kopumā ievākti 14 ezera punktos (1.1.1. att. un 1. pielikums).

Fitoplanktona paraugu ievākšanai izmantotas divas pieejas - ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanai ievākts 1 l liels tilpums no ūdens virsējā slāņa (epilimnija), savukārt ekosistēmas modeļa izstrādei - no visas ūdens kolonnas ar Apšteina tīkliņu (tīkla acs izmērs 25 mikrometri) (nolaižot tīkliņu ~ 1 m virs ezera gultnes un velkot vertikāli augšā līdz ūdens virsmai). Tā kā valdošo vēju ietekmē ezera ūdens ir labi sajaucies, paraugi ievākti galvenokārt trīs stacijās: 4., 6. un 11. (abos ezera galos un dziļākajā vietā ezera vidū (6. stacija)) (1.1.1. att.).

Zooplanktona paraugi ievākti no ūdens kolonnas ar Apšteina tīkliņu (tīkla acs izmērs 55 mikrometri) (nolaižot tīkliņu ~ 1 m virs ezera gultnes un velkot vertikāli augšā līdz ūdens virsmai) litorāles un pelagiāles stacijās (1.1.1. att.).



1.1.1. Hidrobioloģisko paraugu ievākšanas vietas Saukas ezerā 2020. - 2022. gadā (kartes pamatne: Google Maps).

1.1. Fitoplanktons

Fitoplanktona paraugi Saukas ezerā ievākti ezera vidū (6. stac.) un pretējo krastu litorālē (4. stac. un 11. stac.) no laivas 0,5 m dziļumā, paraugus iepildot 250 ml tumšās pudelītēs un fiksējot ar etiķskābo Lugola šķīdumu. Fitoplanktona analīze tika veikta saskaņā ar Utermola metodi (Utermöhl, 1958). Paraugu analīze veikta izmantojot nosēdināšanas metodi, izmantojot 5-25 ml sedimentācijas kameras, kas izvēlētas atkarībā no fitoplanktona blīvuma paraugā. Sugu sastāva noteikšana un kvantitatīvā sastāva analīze veikta ar invertētā mikroskopa LEICA DMIL palīdzību un Bellinger & Sigeo (2010) taksonomisko literatūru. Biomasas (slapjā svara)

8



aprēķini veikti, šūnas pielīdzinot ģeometriskām figūrām un veicot šūnu mērījumus. Fitoplanktona biomasa izteikta mg l^{-1} . Ezera ekoloģiskā kvalitāte novērtēta saskaņā ar Latvijā pieņemto metodiku (Phillips et al., 2015).

Fitoplanktona pētījumos tika piesaistīts LU Bioloģijas fakultātes Bsc. students Dāvis Kloviņš, kurš šī projekta ietvaros izstrādāja savu kursa darbu “Saukas ezera vasaras fitoplanktons” un bakalaura darbu “Saukas ezera fitoplanktona raksturojums”, kas bija kursa darba turpinājums. Pētījuma atskaitē par 2020-2021 rezultātiem izmantots Bsc. studenta Dāvja Kloviņa bakalaura darbs (Kloviņš 2022).

1.2. Zooplanktons

Zooplanktons Saukas ezerā tika pētīts 2020. un 2022. gadā. Mikroskopiska Saukas ezera zooplanktona paraugu analīze tika veikta, izmantojot ZEISS AxioLab 5 mikroskopu, kas aprīkots ar kameru AxioCam 208 un okulārmikrometru (10:100). Paraugu analīze (organismu identifikācija un uzskaitē) veikta 1 ml tilpuma apakšparaugā, izmantojot Sedgwick-Rafter rūtotu kameru, vismaz 4 atkārtojumos 100 – 200 x palielinājumā, vienlaicīgi uzmērot vismaz 20 katra taksona īpatņus (ja bija iespējams) biomasas noteikšanai (Bledzki & Rybak, 2016, Wallace et al., 2006). Taksonu identifikācijā izmantotie avoti bija: Radwan et al., 2004, Smirnov, 1996, Jersabek & Leitner, 2013 u.c. Kopumā tika izanalizēti 117 zooplanktona paraugi no deviņām paraugu ievākšanas vietām Saukas ezerā.

Zooplanktona organismu skaits tika rēķināts uz vienu kubikmetru paraugā (10200 Plankton, in: APHA, 2017). Pēc literatūras avotos pieejamajām zooplanktona taksonu individuālajām mitrajām masām (pēc garuma-masas attiecības) aprēķināta zooplanktona organismu biomasa (g m^{-3}) (Radwan et al., 2004, Balushkina & Vinberg, 1979, Mordukhay-Boltovskiy, 1954).

1.3. Makrofīti

Makrofīti Saukas ezerā pētīti 2020. un 2021. gada vasarā, atbilstoši „Latvijas makrofītu novērtējuma” metodei („Latvian macrophyte assessment method” – LMAM (Lielupes upju baseinu..., 2023), kas ir pārņemta no Igaunijas un adaptēta izmantošanai Latvijas apstākļos.

Metode balstās uz indikatorsugu sastopamību, pievienojot vēl divus parametrus: kopējo sugu sastāvu un dziļumu, līdz kādam sastopami iegrimušie augi. Ezera litorāle apsekota ar laivu un makrofītu novērtējums veikts transektēs, izmantojot septiņu ballu skalu (1 - ļoti reti ($<1\%$), 2 - reti (1-3%), 3 - diezgan reti (2-10%), 4 - bieži (10-25%), 5 - bieži (25-50%), 6 - plaši (50-75%), 7 - ļoti plaši (75-100%)), novērtējot sugu sastopamību visās joslās - virsūdens, peldlapu, iegrimušo augu. Augu ievākšanai izmanto grābekli garā kātā vai ūdensaugu ievākšanai paredzētu āķi. Katrā transektē, kas atrodas perpendikulāri krasta līnijai, nosaka makrofītu zonējumu (virsūdens, peldlapu un iegrimušo augu) un zonu dziļuma robežas. Transektes pa ezera perimetru izvietotas ik pēc 100-500 m, to daudzums atkarīgs no ezera rakstura un krasta līnijas izrobojuma.

Katram ezeru ekoloģiskajam tipam tiek izmantoti atšķirīgi parametri. Saukas ezers atbilst 5. tipam (sekli dzidrūdēns ezeri ar augstu ūdens cietību). Šī tipa ezeriem raksturīgie taksoni, kas nosaka augstu/labu ekoloģisko stāvokli, ir harofīti jeb mieturaļģes un glīvenes *Potamogeton* sp.; indikatorsugas augstai/labai kvalitātei ir mieturaļģes *Chara* sp., *Nitella* sp. un pamīšziedu daudzlape *Myriophyllum alterniflorum*. Kvalitātes novērtēšanai izmanto harofītu, brīvi peldošo augu un pavedienveida zaļāļģu sastopamību. Augstas kvalitātes ezeros iegrimušie ūdensaugi sastopami dziļāk par 3 m, labas kvalitātes - 2,5-3 m dziļumā.

1.4. Bentiskie bezmugurkaulnieki

Makrozoobentosa organismu kvantitatīvie paraugi ievākti 2020. gada un 2022. gada pavasara, vasaras un rudens sezonās. Kvantitatīvie paraugi ievākti ar Ekmana-Berdža gruntssmēlēju dažādās dziļuma zonās ar mērķi noskaidrot makrozoobentosa taksonomisko sastāvu, blīvumu un biomasu (1.1.1. att., paraugu ievākšanas vietas iekrāsotas ar zaļu krāsu). Katrā punktā ievākti 2 atkārtojumi (laukums 0,05 m²). Paraugi tika sijāti caur sietu (acs izmērs 0,5 mm), ievietoti aizspiežamos polietilēna maisiņos un uzglabāti saldētavā -20 °C temperatūrā. Laboratorijā paraugi tika atkausēti, atkārtoti skaloti caur sietu un veikta paraugu šķirošana, izmantojot fotovannu un pinceti. Bentiskie bezmugurkaulnieki, atkarībā to taksonomiskās piederības, identificēti līdz dzimtas, ģints vai sugas līmenim, kā arī svērti ar laboratorijas svariem (slapjais svars). Makrozoobentosa organismu blīvums tika rēķināts kā indivīdu skaits uz kvadrātmetru.

Papildus 2020. un 2021. gada pavasarī ar skrāpi ievākti semi-kvantitatīvie paraugi ar skrāpi Saukas ezera litorālē (1.1.1. att., paraugu ievākšanas vietas iekrāsotas ar zilu krāsu). Katrā punktā ievākti 5 atkārtojumi, kas apvienoti kopparaugā. Paraugi fiksēti 70 % entanola šķīdumā (gala koncentrācija), pēc tam veikta apstrāde laboratorijā. Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte noteikta, izmantojot Latvijas ezeru makrozoobentosa indeksu (LLMMI) (Skuja and Ozoliņš, 2016).

Paraugu ievākšanas punktu (1.1.1. att.) apraksti:

1. Paraugu ievākšanas punkts. Ezera DA gals. Paraugi ievākti ar skrāpi apmēram 0,6 m dziļumā. Ezera gultni klāj smilts, detrits un neliels dūņu slānis. No makrofītiem sastopamas parastās niedres un grīšļi (1.4.1. att.).
2. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera DA galā, aiz helofītu joslas. Paraugi ievākti ar Ekmana-Berdža gruntssmēlēju, dziļums ap 2,5 m. Gultni klāj smilts, gliemeņu un gliemežu čaulas, detrits un dūņas.
3. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera DA galā, dziļums 7,8 m. Gultnes substrātu veido melnas, viendabīgas dūņas un smalks detrits.
4. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas Saukas ezera A krastā, līcī, aptuveni pret Saukas ciemu. Paraugi ievākti ar gruntssmēlēju, dziļums ap 3 m. Grunts cieta – substrātu veido rupja smilts, oļi, daudzveidīgo sēdgliemeņu čaulas. No makrofītiem sastopamas daudzlapes un raglapes.
5. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas pret Klauces ieteku, dziļums ap 1,8 m, paraugi ievākti ar gruntssmēlēju. Substrātu veido smilts, rupjš detrits, gliemežu čaulas. No makrofītiem dominē dzeltenās lēpes.

6. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera vidusdaļā, paraugi ievākti ar gruntssmēlēju. Dziļums ap 6,5 m, grunts substrātu veido tumši pelēkas, viendabīgas dūņas.
7. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera R krastā, paraugi ievākti ar skrāpi apmēram 0,6 m dziļumā. Ezera gultni klāj smilts un detrits. No makrofītiem sastopamas parastās niedres (1.4.1. att.).
8. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera R krastā, aiz helofītu joslas. Paraugi ievākti ar Ekmaņa-Berdža gruntssmēlēju, dziļums ap 2 m. Grunts substrātu veido smilts, gliemju čaulas, bet no makrofītiem dominē raglapes.
9. Paraugu ievākšanas punkts. Ezera ZR gals, pret Dūņupes izteku. Paraugi ievākti ar gruntssmēlēju, dziļums ap 3 m. Grunts substrātu veido smilts ar vidēja smalkuma detritu, dūņas (daudz oglišu). Atrasts fosils peldošā ezerrieksta *Trapa natans* auglis.
10. Paraugu ievākšanas punkts. Ezera ZR gals, pret Dūņupes izteku. Dziļums no 0,6 -0,8 m, paraugi ievākti ar skrāpi, grunts substrātu veido smilts, rupjš detrits, niedru fragmenti. No makrofītiem dominē niedres (1.4.1. att.).
11. Paraugu ievākšanas punkts. Ezera ZR gals. Paraugi ievākti ar gruntssmēlēju, dziļums ap 1,8 m. Grunts substrātu veido kūdra, kūdrainas dūņas un detrits.
12. Ezera ZR galā, aiz niedru joslas. Paraugi ievākti ar gruntssmēlēju, dziļums ap 1,8 m. Grunts substrātu veido smilts, avotsūnas *Fontinalis* sp., detrits, dūņas, gliemeņu – sēdgliemeņu un bezzobju čaulas.
13. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera dienvidu galā, paraugi ievākti ar gruntssmēlēju ap 8 m dziļumā. Grunts substrātu veido homogēnas, melnas dūņas un detrits.
14. Paraugu ievākšanas punkts. Atrodas ezera ZA galā, paraugi ievākti ar gruntssmēlēju, dziļums ap 7 m. Grunts substrātu veido kūdrainas dūņas.



1. paraugu ievākšanas vieta Saukas ezera DA galā (foto: A. Skuja).



1. paraugu ievākšanas vieta Saukas ezera DA galā (foto: A. Skuja).



7. paraugu ievākšanas vieta Saukas ezera R krastā (foto: A. Skuja).



10. paraugu ievākšanas vieta Saukas ezera ZR galā, pret Dūņupes izteku (foto: A. Skuja).

1.4.1. attēls. Paraugu ievākšanas vietas Saukas ezera litorālē 2020. gada maijā.

1.5. Zivju fauna

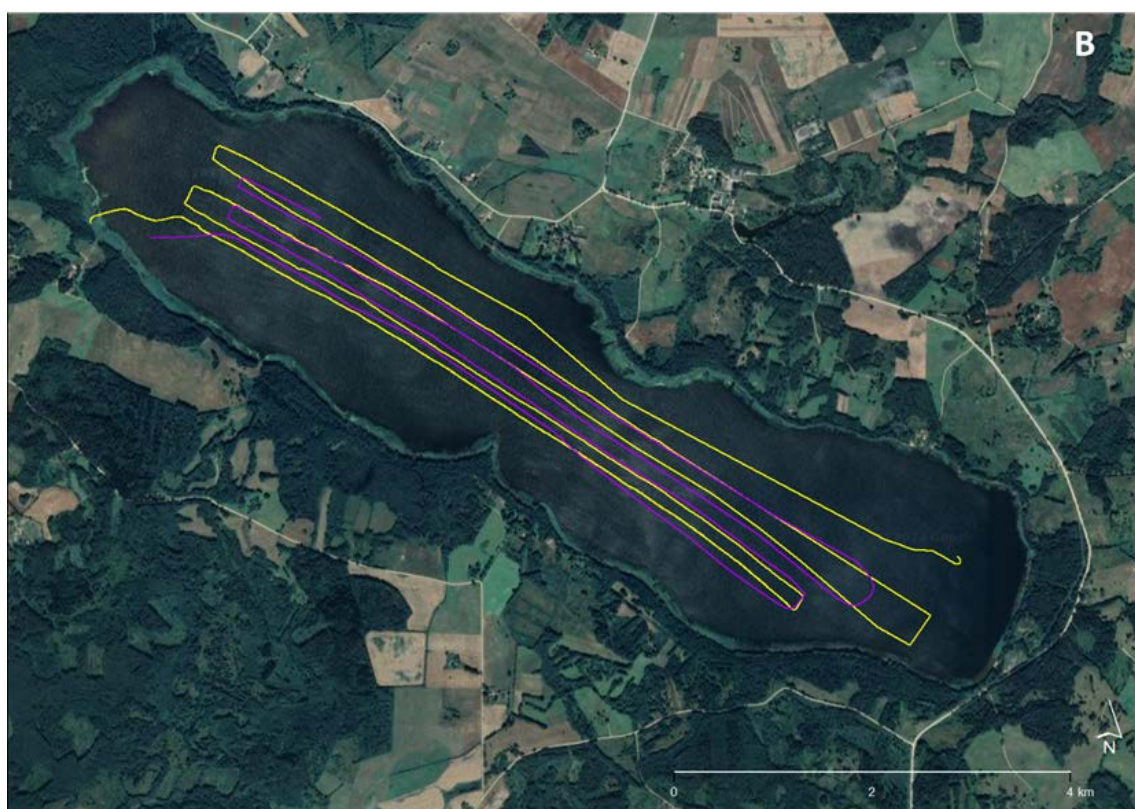
Saukas ezerā no 10.10.2022. līdz 14.10.2022. zivju uzskaiti veica Čehijas Hidrobioloģijas institūta darbinieki no Česke Budejovices sadarbībā ar “BIOR” zinātniekiem. Lai apsektu ezera piekrasti un atklātos ūdeņus, uzskaitē tika izmantotas dažādas metodes: 1) atklātā daļā tika veikta zivju hidroakustiskā ierakstīšana, kas piesaistīta ģeogrāfiskai pozīcijai, un tralēšana; 2) litorālē zivju paraugu iegūšana notika ar vada vilkšanu un elektrozeļu.

Hidroakustiskie ieraksti tika veikti uz čehu pētnieciskā kutera “Ota Oliva” ar SIMRAD EK60 dalītā stara eholoti, izmantojot 120 kHz skaņas frekvenci. Akustisko signālu raidīšanai pielietoja divus apaļos raidītājus, kuri tika pieskrūvēti pie speciāla stiprinājuma kutera priekšgalā, 70 cm zem ūdens virsmas. Viens raidītājs tika vērsts horizontāli (ES120_7C, stara leņķis 6,3°), raidot virzienā prom no laivas labā sāna, otrs vertikāli (ES120_7G, stara leņķis 7,3°), raidot virzienā no augšas uz ezera gultni. Abi raidītāji darbojās vienlaicīgi.

Sistēmas darbināšanai tika izmantota SIMRAD ER60 programma (versija 2.2.0). Sistēmas darba jauda tika noregulēta uz 100 W un raidītās skaņas impulsa garums uz 0,128 ms. Hidroakustiskās sistēmas kalibrēšana notika ar 23 mm vara lodi pēc standartizētas metodes.

Uzskaites laikā, kutera atrašanās vieta tika pozicionēta ar Garmin GPSMAP 60CSx GPS uztvērēju, un ģeogrāfiskās koordinātas tika iegūtas akustisko datu failos.

Hidroakustiskā uzskaitē notika pa transektēm. Pirmo dienu un nakti transektes gāja šķērsām ezera garenasij, bet otrā dienā un naktī transektes tika veiktas paralēli ezera garuma līnijai (1.5.1. att.).



1.5.1. attēls. Saukas ezera karte, kurā redzamas hidroakustiskās uzskaites transektes. A – attēlotas dienas (dzeltena) un nakts (violeta) uzskaitē 10. oktobrī, B – attēlotas dienas (dzeltena) un nakts (violeta) uzskaitē 11. oktobrī.

Primārie akustiskie dati tika apstrādāti Sonar5 programmatūrā (Cage Eye A/S, Oslo, Norvēģija). Vispirms šos datus pārveidoja ehogrammās ar redzamiem atsevišķiem objektiem jeb mērķiem. Atsevišķu mērķu atstarotais signāls tika definēts ar atbalss garumu no 0,6 līdz 1,8 ms, minimālo akustiskā mērķa stiprumu (TS) -70 dB un staru kūļa kompensāciju 6 dB vienā virzienā.

Ticamības diapazons zivju daudzuma analīzei horizontālajos ierakstos tika iestatīts no četriem līdz trīsdesmit metriem no akustisko signālu raidītāja. Vertikālajiem ierakstiem diapazons tika iestatīts no 3 metriem līdz ezera gultnei. Gultne tika noteikta ar automātisko procesu, kas iekļauts Sonar5. Virs noteiktās gultnes tika iestatīta manuāli definēta apakšējā līnija, lai vertikālajos ierakstos no aprēķiniem izslēgtu atsevišķas gultnes daļas vai horizontālajos ierakstos radušās krasta atbalsis. Turklāt automātiski sagatavotie dati tika vizuāli pārbaudīti attiecībā uz neprecizitātēm vai kļūdām, ko izraisīja automātiskais process, un attiecībā uz jebkuru objektu, kas neatbilst zivju atstarotā signāla stiprumam. Šīs automātiskās kļūdas tika manuāli labotas, un objekti, kas nav saistīti ar zivīm, tika izdzēsti, lai tie netiktu iekļauti biomasas analīzē.

Kā galvenā pieeja, lai novērtētu zivju biomasu, tika izvēlēta atstarotā signāla un mērķspējas (Sv/TS) mērogošanas metode. Atsevišķi noteikto mērķu dati tika izmantoti kā lieluma sadalījuma bāzes avots vertikālajiem ierakstiem un nakts horizontālajiem ierakstiem. Dienas laikā horizontālajos ierakstos tika novērots ievērojams skaits blīvu zivju baru, kuri neļauj uzreiz noteikt pareizu zivju izmēru sadalījumu. Šī iemesla dēļ mēs izmantojām divpakāpju procesu, lai iegūtu reālu izmēru sadalījumu. Pirmajā solī mēs izņemām baru no analīzes, pēc tam pārējie izsekojamie zivju ieraksti tika sakārtoti pa garuma klasēm, tika noņemti akustiskie trokšņi. Šīs klases tika izmantotas kā garuma sadalījuma avots turpmākai analīzei, kurā tika iekļauti zivju bari. Šī pieeja deva reālistisku zivju izmēru sadalījumu, vienlaikus iekļaujot ievērojamu zivju skaitu, kas koncentrēti baros.

Šis garumu sadalījums, horizontālo ierakstu gadījumā, tālāk tika atkārtoti analizēts ar dekonvolūcijas metodi, lai novērstu zivju ķermeņa novietojuma aspektu attiecībā pret raidīto akustisko signālu. Lai pārvērstu akustiskā mērķa stiprumu (TS) uz zivs garumu (L) mm, tika izmantoti divi vienādojumi, kas veidoti ķermeņa sānu novietojuma pozīcijai – 1, un astesgalvas novietojuma pozīcijai – 2 (Frouzová et al., 2005):

$$L = 10^{\frac{TS_{side} + 86.51}{24.15}} \quad (1)$$

$$L = 10^{\frac{TS_{tail} + 99.98}{19.29}} \quad (2)$$

$$L = 10^{\frac{TS_{dorsal} + 84.05}{21.44}} \quad (3)$$

Vertikālo ierakstu gadījumā zivju orientācijai attiecībā pret staru vairumā gadījumu ir jābūt perpendikulārai. Tāpēc, lai pārvērstu akustiskā mērķa stiprumu zivju garumā, tika izmantots vienādojums – 3, ko lielākajai daļai Eiropas sugu ekstrapolēja Frouzová et. al. (2005).

Zivju skaita aprēķiniem horizontālajā plaknē vidējais pētītais ūdens slānis tika iestatīts 3 m dziļumā diapazonā no 4 līdz 30 m attālumā no raidītāja. Vertikālajā plaknē tika apstrādāts

ūdēns stabā diapazonā no 3 m līdz gultnei. Zivju daudzuma un biomasas novērtējums visam ūdens stabam iegūts, summējot horizontālo un vertikālo plakņu datus.

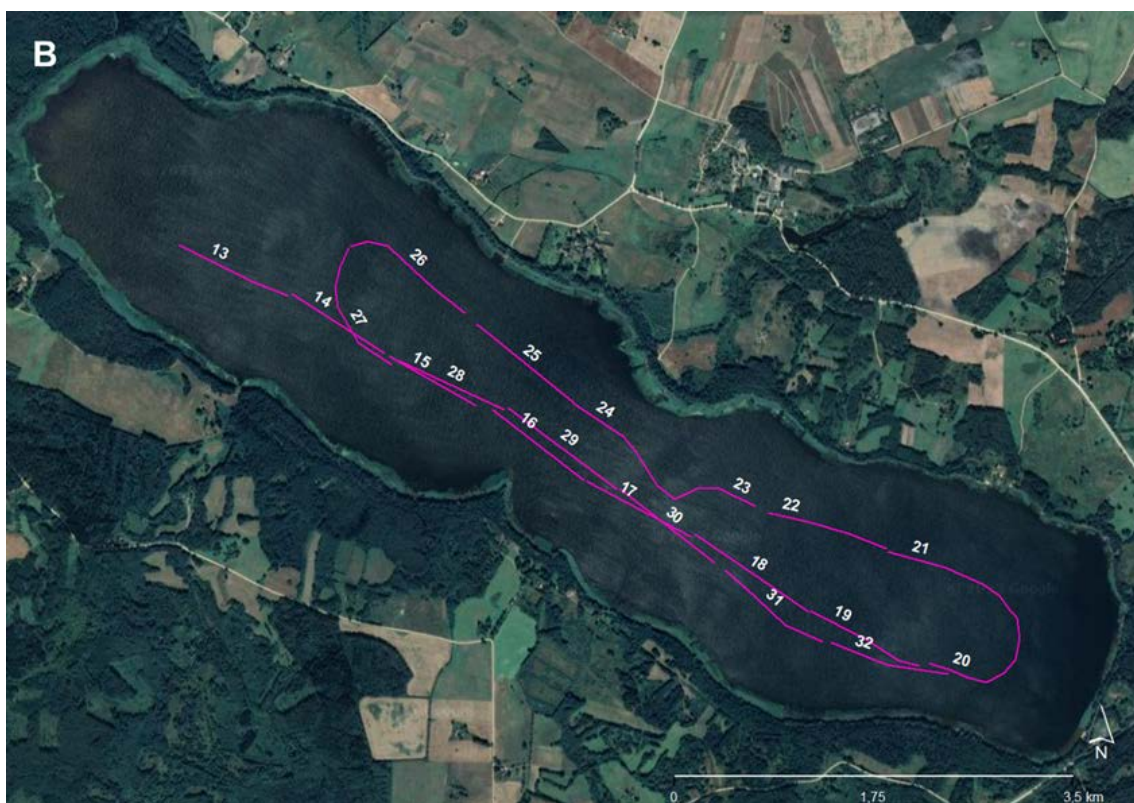
Turklāt, lai uzskaitē iegūtu nekorelētas biomasas datus, ir svarīgi izmantot datu diapazona vienību (horizontālo kopas izmēru), kas ir lielāka par autokorelācijas diapazonu datus. Šī iemesla dēļ akustisko ierakstu trases segmenta garums 500 m tika izmantots kā kompromiss, lai izvairītos no autokorelētiem segmentiem un saprātīgā mērogā aptvertu telpisko sadalījumu ezerā.

Hidroakustisko ierakstu atšifrēšanai tika veikti kontroltralējumi. Zivju sabiedrības paraugu ņemšanai atklātā ūdenī dienas laikā tika izmantots fiksēta rāmja tralis ar 6x3 m lielu atvērumu (6 m plats, 3 m augsts). Acs izmērs bija 40 mm priekšējā daļā, 20 mm vidusdaļā un 10 mm āmī. Tralis nebija aprīkots ar elektrodiem, jo paralizētas zivis izklātu cauri acīm, jo traļa priekšējā daļā bija salīdzinoši liels acu izmērs. Tāpēc mēs paļāvāmies uz zivju bara efektu, kad zivis turas kopā centrālajā daļā, nogurst un tiek nozvejotas ar traļa aizmugurējo daļu ar maziem acu izmēriem. Lai zivis varētu nozvejot arī no grunts, tralis bija aprīkots ar riteņiem, pa diviem katrā pusē (Jūza et al., 2013). Ar šo trali 12. oktobrī tika veikti 12 dienas kontroltralējumi dziļuma slāņos 0–3 un 3–6 m (1.5.1. tab.). Divpadsmitā tralējuma laikā, iespējams, dažu zemūdēns šķēršļu dēļ, traļa rāmis bija pilnībā salūzis.

Tāpēc atlikušos 8 dienas tralējumus veica 13. oktobrī dziļuma slāņos 0-2, 2-4 un 4-6 m, izmantojot 4x2 m (4 m plats, 2 m augsts) trali ar 6 mm linuma acu izmēru priekšējā daļā un 4 mm āmī. Katrā apakšējā stūrī tika novietots 5 kg atsvars, lai vilkšanas laikā saglabātu pareizu traļa horizontālo stāvokli. Šis mazākais tralis tika izmantots, lai izvairītos no tiešas traļa saskares ar ezera gultni un izvairītos no saplēšanas. Abus traļus pareizajā dziļumā noturēja atbilstoša garuma virve starp traļa rāmi un kuteri (Jūza et al., 2018).

Naktī no 12. uz 13. oktobra tika izmantots 4x2 m tralis. Kopā tika veikti 20 tralējumi 0-2, 2-4, 3-5 un 4-6 m dziļumā. Traļi, kas tika veikti ļoti tuvu ezera gultnei, tika klasificēti kā bentiski. Tā kā ir pierādīts, ka nakts tralēšana ir kvantitatīva (Jūza & Kubečka 2007), tad mēs pieņemām, ka būtiskas zivju izvairīšanās no iekļūšanas tralī nebūs.

Gan dienā, gan naktī trali vilka pētnieciskais kuteris “*Ota Oliva*” ar ātrumu aptuveni 1 m/s, parasti 10 minūtes. Tralēšanas trajektoriju izkārtojums parādīts 1.5.2. attēlā. Katra trajektorija tika kartēta ar GPS. Lai aprēķinātu parauga ūdens tilpumu tika pielietota formula: trajektorija (m) x traļa laukums (8 vai 18 m²). Zivju skaits tika izteikts kā nozveja uz 1000 m³ ūdens un ha, biomasa kā nozveja uz ha.



1.5.2. attēls. Saukas ezera karte, kurā redzamas tralēšanas trajektorijas. A – attēlotas dienas tralējumu trajektorijas, B – nakts tralējumu trajektorijas.

Kvantitatīvā piekrastes vada vilkšana tika veikta dienas un nakts laikā, lai maksimāli notvertu visu zivju sugu kopumu neatkarīgi no diennakts barošanās ritma un zivju migrācijas ietekmes

(Říha et al., 2011). Zvejai tika izmantots 50 m garš, 4 m augsts vads, kura linuma acs izmērs ir 10 mm (no mezgla līdz mezglam), ar 20 m garām vilkšanas virvēm, kas piestiprinātas tīkla galā. Šāds vada garums nodrošina to, ka lomi nav atkarīgi no zivju izmēra un nav būtiska nozveju mainība (Říha et al., 2008).

Paraugu ņemšanas vietas tika izvietotas pa ezera perimetru piemērotās vietās bez niedru audzēm (1.5.3. att.). Tīkls ar vilkšanas virvēm tika uzstādīts puslokā no krasta līnijas (pārsvarā no niedru malas) uz atklātu ūdeni (līdz 3–4 m izobātām), izmantojot airu laivu (pēc Říha & Kubečka 2022).

1.5.3. attēls. Zivju kontrolzveja ar velkamo vadu.

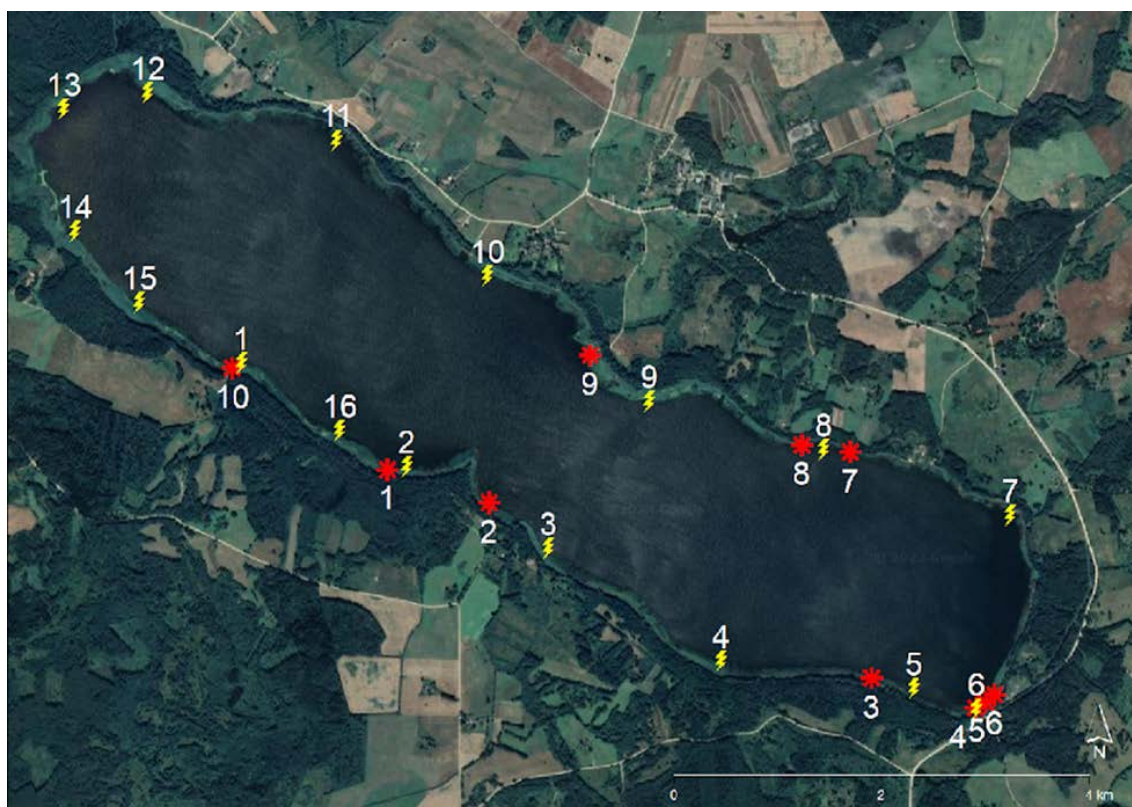
Apgabals, kas kvantitatīvi ņemts katrā vada vilkšanas reizē, tika aprēķināts, pamatojoties uz GPS trasēm (Garmin GPSMAP 60CSx GPS uztvērējs), kas reģistrēta vadu paraugu ņemšanas laikā ĢIS (1.5.1. tab.). Atlasīto apgabalu mainīgums atspoguļoja lauka apstākļus konkrētā vietā un svārstījās no 270 līdz 4636 m².

Kopējā zvejas piepūle bija 20 vada iemetieni, 10 dienā 12. oktobrī un 10 naktī uz 13. oktobri (1.5.4. att.). Rezultāti tika izteikti kā zivju skaits un biomasa uz vienu hektāru no parauga platības.

Pieaugušo zivju elektrozvejai tika izmantota speciāla alumīnija elektrozvejas laiva, kuras garums ir 6 m un platums 1,8 m. Laiva bija aprīkota ar 2 anodu sistēmu, kas piestiprināta pie 3 m gariem strāvu nevadošiem stieņiem. Anodi, kas darbības laikā tiek iegremdēti ūdenī, veidoti no sešiem tērauda kabeļiem ar diametru 0,8 m un zvaigžņveida izkārtojumu. Attālumam starp anodu centriem jābūt aptuveni 2 m, lai nodrošinātu optimālu elektriskā lauka palielināšanos (Miranda & Kratochvíl 2008). Visa laiva tika savienota ar elektroģeneratoru, izmantojot vadošu savienojumu, un kalpo kā katods. Tika izmantots elektroģenerators EL 65 II GL (Hans Grassel, Schöna am Königsee, Vācija), ar jaudu 13 kW un izejas spriegumu

300/600 V. Elektrozvejas laikā tika pielietota aptuveni 5 A tiešā impulsa strāva, 600 V spriegums un 50 Hz frekvence.

Lai fiksētu vietējās zivju faunas mainīgumu, elektrozevas transektes tika izvietotas vienmērīgi pa visu ezera perimetru (1.5.4. att.). Garumi transektēm tika mērīti tieši uz vietas, izmantojot GPS uztvērēju (Garmin GPSMAP 60CSx GPS), un visas transektes bija 100 m garas. Paraugu ņemšana notika 10. oktobrī, un 16 transektes tika veiktas dienas laikā un 16 naktī.



1.5.4. attēls. Saukas ezera karte, kurā norādītas katras vada vilkšanas (sarkanā zvaigznīte) un elektrozevas (dzeltenā zibens bulta) paraugu ņemšanas vietu ģeogrāfiskās pozīcijas.

Gan vada vilkšana, gan elektrozeva dienas un nakts laikā tika veikta vienās un tajās pašās vietās.

1.5.1. tabula. Zvejas aktu skaita apkopojums pa metodēm.

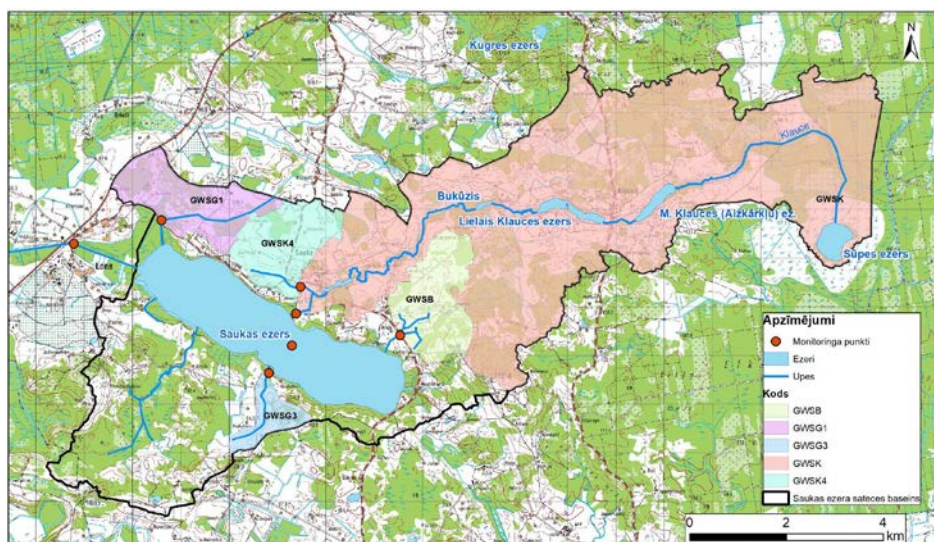
Metode	Diena	Nakts	SUM
Tralis 4x2 m			
0-2 m	1	5	6
2-4 m	2	8	10
3-5 m	0	1	1
4-6 m	5	6	11
SUM	8	20	28
Tralis 6x3 m			
0-3 m	2	0	2
3-6 m	10	0	10

Metode	Diena	Nakts	SUM
SUM	12	0	12
Vads	10	10	20
Elektrozveja	16	16	32

Visām uzskaites laikā nozvejotajām zivīm tika noteikta suga, garums un masa.

1.6. Fizikālie un ķīmiskie rādītāji

Fizikāli-ķīmisko parametru monitorings Saukas ezerā veikts 0,5 m un piegrunts dziļumā, kā arī piecos monitoringa punktos uz ezera pietekām un iztekošajā Dūņupē (1.6.1. att.). LIFE GoodWater IP projekta ietvaros ikmēneša apsekojumi un paraugu ievākšana veikta no 2020. g. maija līdz 2022. g. decembrim. Atsevišķos gadījumos lauka mērījumi un paraugu ievākšana nav veikta nelabvēlīgu apstākļu dēļ, piemēram, nestabila ledus sega uz ezera vai ieplūstošie grāvji ir izžuvuši.



1.6.1. attēls. Monitoringa punkti Saukas ezerā, tā pietekās un iztekošajā Dūņupē.

Ūdens temperatūra (°C), pH, elektrovadītspēja (EVS, $\mu\text{S}/\text{cm}$), izšķīdušais skābeklis (mg/l) un piesātinājums ar O_2 (%) mērīts lauka apstākļos ar HACH firmas portatīvo zondi HQ40D. Ezera vidusdaļā ar Seki disku mērīta caurredzamība. Caurplūdumu mērījumi Saukas ezera pietekās un iztekošajā Dūņupē veikti ar Seba F1 hidrometriskajiem spārniņiem, elektromagnētisko straumes ātruma mērītāju Seba M801 vai tilpuma metodi, izmantojot 10 litru tilpuma spaini. Tilpuma metode lietota gadījumos, kad nav bijis iespējams izmantot citas metodes.

Ūdens paraugi fizikāli-ķīmisko parametru analīzēm ievākti 1 L plastmasas pudelēs. Paraugu ievākšanai no Saukas ezera piegrunts zonas izmantots Rutnera tipa batometrs. Laboratorijā noteikti šādi parametri: kopējais fosfors ($P_{\text{kop.}}$, mg/l), fosfātu fosfors (P/PO_4^{3-} , mg/l), kopējais slāpeklis ($N_{\text{kop.}}$, mg/l), amonija slāpeklis (N/NH_4^+ , mg/l), nitrātu slāpeklis (N/NO_3^- , mg/l), nitrātu slāpeklis (N/NO_3^- , mg/l), izšķīdušais organiskais ogleklis (DOC, mg/l), suspendētās vielas (mg/l), ūdens krāsainība ($\text{mg Pt}/\text{Co}$), bioķīmiskais skābekļa patēriņš 5 dienās (BSP_5 ,

mg/l) un Saukas ezerā arī hlorofils a (chl-a, µg/l). Kopsavilkums par izmantotajām metodēm sniegts tabulā 1.6.1.

1.6.1. tabula. Pārskats par pētījumā izmantotajām analītiskajām metodēm.

Parametrs	Mērvienība	DL	QL	Metode	Metodes princips
N/NH ₄ ⁺	mg N/L	0,0032 - 0,0046	0,0093 - 0,0190	QuAAtro Method no. Q-080-06 Rev.2:2008	Fluorometriskā noteikšana ar o-ftalaldehīdu (OPA), izmantojot segmentēto plūsmu analīzi
N/NH ₄ ⁺	mg N/L	0,033	0,116	LVS EN ISO 11732:2005	Nepārtrauktas plūsmas indofenola spektrofotometriskā metode
BSP5	mg O ₂ /L	0,4	1,3	LVS EN 1899-2:1998	Elektroķīmiskās zondes metode neatšķaidītiem paraugiem
BSP5	mg O ₂ /L	0,6	2,3	LVS EN 1899-2:1998	Elektroķīmiskās zondes metode neatšķaidītiem paraugiem
P/PO ₄ ³⁻	mg P/L	0,0009 - 0,0017	0,0030 - 0,0062	LVS EN ISO 6878:2005, 4.nod	Spektrofotometrija, amonija molibdāta metode
P/PO ₄ ³⁻	mg P/L	0,00007	0,00024	LVS EN ISO 17294-2:2016	Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija
Chl-a	µg/l	0,8	2,6	ISO 10260:1992	Ekstrakcija ar etanolu, spektrofotometrija
DOC	mg C/l	0,16	0,54	LVS EN 1484:2000	Katalītiskā sadedzināšana, infrasarkanā detektēšana
P _{kop.}	mg P/l	0,0017	0,006 - 0,008	LVS EN ISO 6878:2005, 7.nod.	Mineralizācija ar persulfātu, spektrofotometrija, amonija molibdāta metode
P _{kop.}	mg P/l	0,00007	0,00024	LVS EN ISO 17294-2:2016	Induktīvi saistītās plazmas masspektrometrija
N _{kop.}	mg N/l	0,14	0,48	LVS EN 12260:2004	Katalītiskā sadedzināšana, hemiluminiscences detektēšana
Krāsainība	mg Pt/l	0,6	2	LVS EN ISO 7887:2012, Metode C	Spektrofotometrija
N/NO ₃ ⁻	mg N/l	0,012	0,043	LVS EN ISO 13395:2004	Segmentētas plūsmas spektrofotometrija, Cd kolonnas metode
N/NO ₃ ⁻	mg N/l	0,006	0,021	LVS EN ISO 10304-1:2009	Jonu hromatogrāfija
N/NO ₂ ⁻	mg N/l	0,00017	0,00061	LVS ISO 6777:1984	Spektrofotometrija
Susp. vielas	mg/l	0,6	2,1	LVS EN 872:2005	Gravimetrija

Nogulumu paraugi prioritāro un bīstamo vielu analīzēm ievākti ar gruntssmēlēju ezera vidusdaļā 2020. gadā. Lielākā daļa parametru testēti LVĢMC laboratorijā, izņemot

tributilalvas savienojumus un C10-C13 hloralkānus, kas tika testēti Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta „BIOR” laboratorijā. 2020. gadā sedimentos noteiktas šādas prioritārās vielas: kadmijs, svins, tributilalvas katjons, benz(a)pirēns, benz(b)fluorantēns, benz(k)fluorantēns, benz(g,h,i)perilēns, indeno(1,2,3-cd)pirēns, antracēns, fluorantēns, bromdifenilēteri (BDE) jeb bromdifenilēteru radniecīgo vielu (28, 47, 99, 100, 153, 154) summa, C10-C13 hloralkāni, di(2-etilheksil)ftalāts (DEHP), heksahlorbenzols, heksahlorbutadiēns, pentahlorbenzols, hekshlorcikloheksānu (alfa, beta, gamma) summa. No bīstamajām vielām 2020. gadā sedimentos analizēts arsēns, cinks, hroms, varš, fenolu indekss, polihlorbifenili (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180), naftas produktu ogļūdeņraži, DDT summa, BTEX summa (benzols, toluols, etilbenzols, ksiloli), aldrīns, dieldrīns, endrīns, izodrīns.

1.7. Hidromorfoloģija

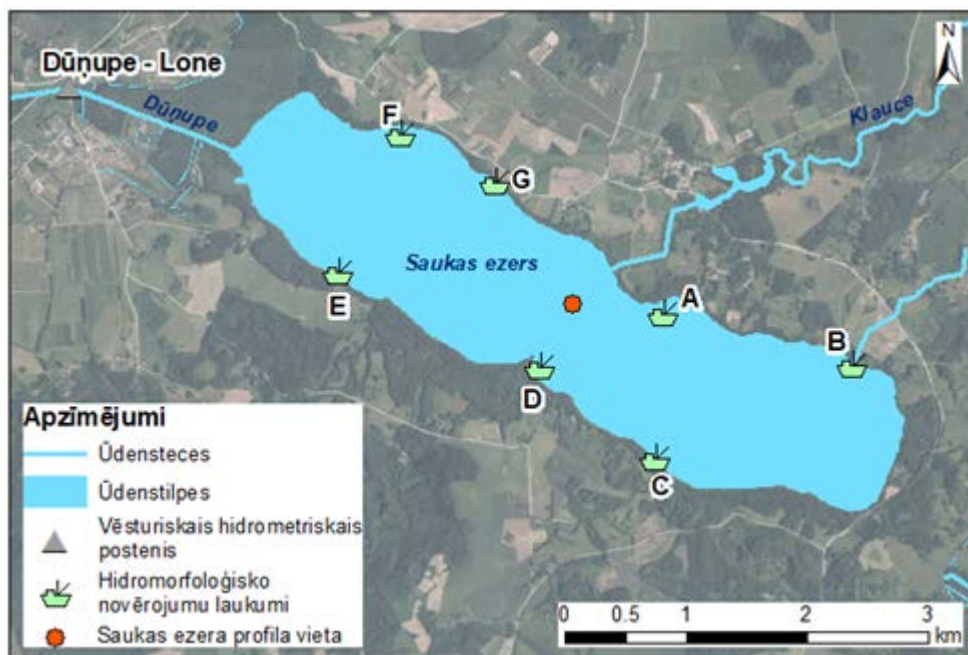
LIFE GoodWater IP projekta ietvaros ūdens līmeņu un caurplūdumu mērījumi Saukas ezera pietekās un iztekošajā Dūņupē tika veikti reizi mēnesī, sākot no 2020. gada jūlija. Taču ņemot vērā diennakts datu trūkumu, hidroloģiskā stāvokļa analīzē tiek izmantoti vēsturiskā valsts SIA “Meliorprojekts” hidrometriskā posteņa “Dūņupe – Lone” diennakts (viena termiņa) ūdens līmeņa dati par laika periodu no 1931. gada 22. aprīļa līdz 1969. gada 31. jūlijam. Vēsturiskais postenis atradās aptuveni 1,4 km attālumā lejpus Dūņupes iztekas no Saukas ezera, tādējādi novērojumu dati var tikt izmantoti ezera ūdens līmeņa režīma novērtēšanai.

Saukas ezera hidroloģiskā stāvokļa novērtējums ir veikts, balstoties uz jaunizstrādāto dabisko ezeru hidroloģisko tipoloģiju, kas saistīta ar ezerdobes izcelsmi, ezera saistību ar ūdensteču (upju, kanālu, grāvju) tīklu, kā arī sateces baseina platību. Katram dabiskā ezera tipam un apakštipam izstrādāti references kritēriji saistībā ar ūdens režīmu pirms un pēc regulēšanas darbiem.

Saukas ezers ir subglaciālās vagas ezers (Pastors, 1987) un atbilstoši jaunajai hidroloģiskajai tipoloģijai atbilst 1.1. apakštipam – subglaciālās izcelsmes caurteces ezers ar mazu sateces baseinu (71,4 km²).

Morfoloģiskie pārveidojumi ezeru ūdensobjektos ietver šādus kvalitātes elementus: 1. Krasta mākslīga pārveidošana; 2. Krasta izmantošana; 3. Cilvēka aktivitātes ezera akvatorijā; 4. Sedimentācijas apstākļi; 5. Slodzes sateces baseinā pēc zemes lietojuma veidiem.

Morfoloģisko slodžu (1.-4.) novērtējumu veic lauka apstākļos, izmantojot “Ezeru hidromorfoloģiskās izpētes” (angl. *Lake Habitat Survey*) lauka protokolu (Rowan et al., 2004), kas ir pārņemts no Lielbritānijas un adaptēts izmantošanai Latvijas apstākļos. Pēdējoreiz Saukas ezera hidromorfoloģiskais apsekojums tika veikts ar laivu 2014. gada 16. jūlijā, izvēloties septiņus raksturīgos novērojumu laukumus gar ezera krasta līniju (1.7.1. att.). Apsekojuma laikā Saukas ezerā tika veikti arī profila vietas fizikāli-ķīmisko parametru mērījumi (pH, ūdens caurredzamība ar Seki disku, izšķīdušā skābekļa un temperatūras profilēšana) 7,7 m dziļumā.



1.7.1. attēls. Vēsturiskie monitoringa punkti: 1) apsektie novērojumu laukumi gar Saukas ezera krasta līniju morfoloģisko slodžu un zemes apauguma identificēšanai (16.07.2014.), 2) profila vietas fizikāli-ķīmiskie mērījumi (16.07.2014.), 3) vēsturiskā hidrometriskā posteņa “Dūņupe – Lone” atrašanās vieta.

Novērtējums par augstāk minēto 5. slodzi tiek veikts, izmantojot digitālos datus par zemes lietojuma veidu sadalījumu (Corine Land Cover 2018), kā arī Lauku atbalsta dienesta datus par aramzemju un lauksaimniecībā izmantojamo zemju platībām ezeru ūdensobjektu sateces baseinos.

1., 2. un 5. morfoloģisko slodzi ezeru ūdensobjektiem novērtē pēc 8 punktu skalas, savukārt 3. un 4. slodzi – pēc 6 punktu skalas. 0 punkti atbilst ezeru ūdensobjekta dabiskajam vai tuvu dabiskajam stāvoklim (bez ievērojamās ietekmes), 2 punkti – nelielai slodzei vai nebūtiskai ietekmei, 4 punkti – vidēji lielai slodzei vai vidējai riska ietekmei, 6-8 punkti – būtiskai riska ietekmei.

Morfoloģisko slodžu īpatsvars ezeru ūdensobjektiem tiek rēķināts pēc sekojošas formulas:

$$S_{\text{ūo}} (\%) = (S_1 + S_2 + \dots + S_n) * 100 / S_{\text{max}} \text{ kur}$$

$S_{\text{ūo}}$ – slodžu procentuālais īpatsvars salīdzinājumā ar references apstākļiem;

S_1, S_2, S_n – punktu skaits katrai no slodzēm;

S_{max} – maksimāli iespējamais punktu skaits visām slodzēm (pieņemot sliktāko scenāriju).

Ezeru ūdensobjektu hidromorfoloģiskā stāvokļa klasifikācija ir apkopota 1.7.1. tabulā.

1.7.1. tabula. Ezeru ūdensobjektu hidromorfoloģiskā stāvokļa klasifikācija

Hidromorfoloģiskās kvalitātes klase		Novērtējuma rezultātu atšķirības no references apstākļiem
1	Augsta	<10%
2	Laba	≥10% - <30%
3	Vidēja	≥30% - <50%
4	Slikta	≥50% - <75%
5	Ļoti slikta	≥75%

1.8. Batimetrija

Saukas ezera batimetriskās kartes konstruēšanai izmantoti 2020. gada jūnijā ievāktie dati. Dziļuma datu ierakstīšana veikta 3 dienas, kopumā veicot vairāk nekā 240000 dziļuma mērījumu. Mērījumi apvienoti punktu mākonī ar vienotu ūdenslīmeni. Datu ievākšanai izmantota eholote *Lowrance HDS Carbon 9* un *Trimble Catalyst GNSS*. Ezers vienmērīgi apseklots, dešifrējot dziļuma izmaiņu apgabalus visā ezera platībā, veicot mērījumus arī seklūdens zonās. *Trimble Catalyst GNSS* izmantots, lai salīdzinātu visu mērījuma dienu datus un noteiktu ezera stāvokli virs jūras līmeņa. Dati apstrādāti, konvertēti, rediģēti, interpolēti, izmantojot *QGIS*, *Grass GIS*, *ReefMaster* datu apstrādes rīkus (2.8.1. att.).

Saukas ezera batimetriskā uzmērīšana veikta, lai varētu precizēt ezera morfometriskos parametrus un izvēlētos piemērotas paraugošanas stacijas. Veicot batimetriskās kartes konstruēšanu, izvēlēta 1 m kartes izšķirtspēja, kura precīzi attēlo sasniedzamos mērķus un padara karti piemērotu lauka darbu prasībām. Šādas izšķirtspējas karte ir arī viegli lasāma cilvēkiem bez kartogrāfiskajām zināšanām. Dziļuma mērījumi ir atbilstoši tam, lai pēc nepieciešamības konstruētu karti arī ar izobātām ik pēc 0,5 m.

Morfometrisko aprēķinu kvalitātes kontrole veikta, izmantojot *MS Excel* – veicot aprēķinus un salīdzinot tos ar kartogrāfisko datu apstrādes rīku sniegtajiem rezultātiem.

1.9. Zivju barošānās

Zivju sabiedrības barošānās paradumu noteikšanai ievākti zivsaimnieciski nozīmīgāko zivju sugu (rauda, asaris) īpatņu kuņģu paraugi. Paraugi ievākti 2020. gada 16. jūlijā. Kuņģu saturs nosvērts uz elektroniskajiem svāriem un identificēts līdz precīzākajam iespējamajam taksonomiskajam līmenim.

Saukas ezerā 2020. gadā gremošanas trakta saturu izpētīja 15 zivju sugām (maksimums 5 īpatņi no 1 cm garuma grupas): plaudim *Abramis brama*, plicim *Blicca bjoerkna*, raudai *Rutilus rutilus*, rudulim *Scardinius erythrophthalmus*, līnim *Tinca tinca*, karpai *Cyprinus carpio*, karūsai *Carassius carassius*, ķīsim *Gymnocephalus cernua*, auslejai *Leucaspis delineatus*,

grundulim *Gobio gobio*, spidiļķim *Rhodeus amarus*, vīķei *Alburnus alburnus*, zandartam *Sander lucioperca*, asarim *Perca fluviatilis*, un parastajam akmeņgrauzim *Cobitis taenia*, bet 2022. gadā – 13 zivju sugām, visām jau iepriekš minētajām zivju sugām, izņemot karpu un karūsu.

Ievāktie paraugi fiksēti 70% etilspirta šķīdumā, kas vēlāk analizēti laboratorijā. Kuņģu saturs nosvērts uz elektroniskajiem svāriem un identificēts līdz precīzākajam iespējamajam taksonomiskajam līmenim.

1.10. Zivju vecumi

Zivju sabiedrības vecumu noteikšanai ievākti galvenokārt zivsaimnieciski nozīmīgāko zivju sugu (asaris, līdaka, līnis, plaudis, plicis, rauda, rudulis, zandarts) īpatņu zvīņu paraugi, kā arī zivju sugām ar salīdzinoši augstu biomasas daudzumu (vīķe). Paraugi ievākti vairākās kontrolzvejās (2020. un 2022. gadā). No katras pētāmās zivju sugas ievākti vairāki zvīņu paraugi (5 īpatņiem uz 1cm).

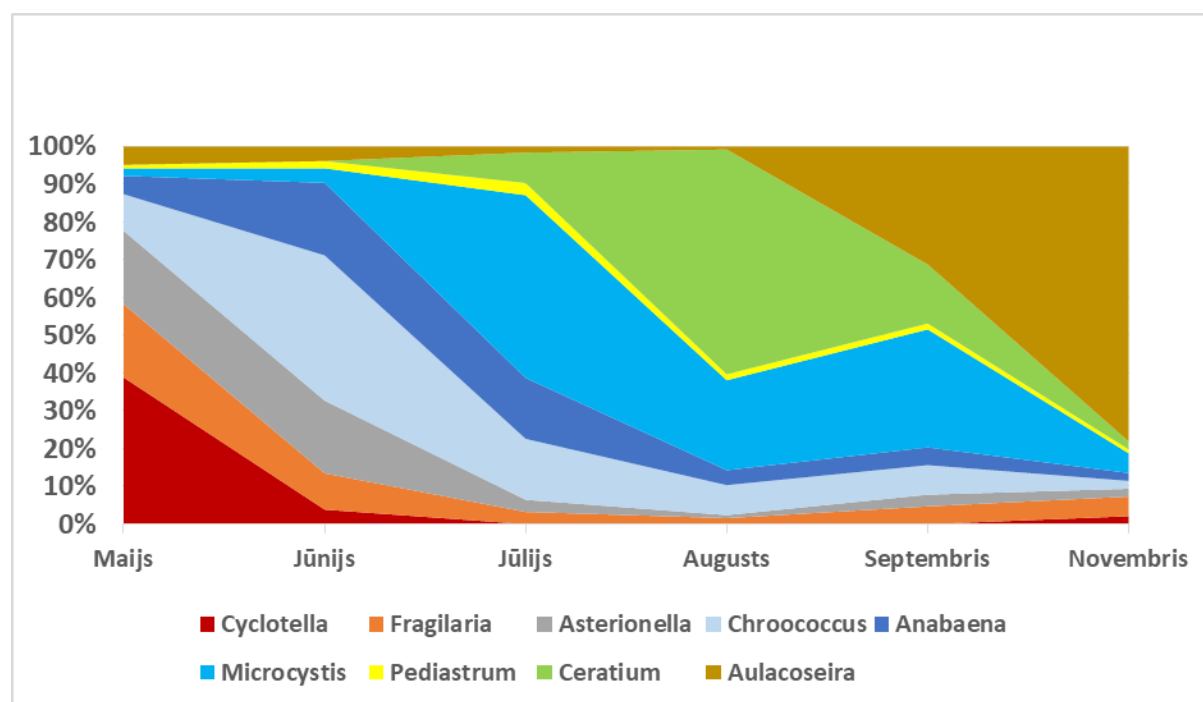


2. Rezultāti

2.1. Fitoplanktons

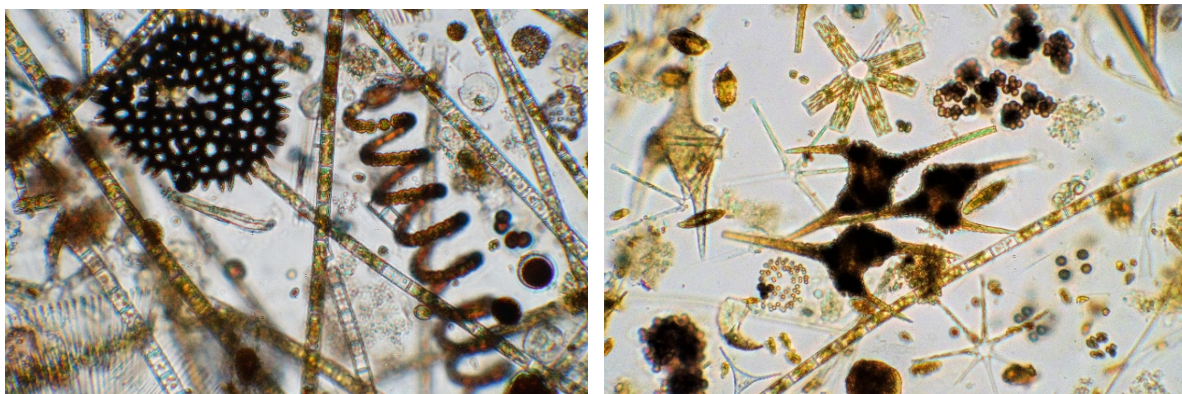
2020. gada fitoplanktona paraugos Saukas ezerā tika konstatētas 84 fitoplanktona sugas no septiņiem aļģu nodalījumiem: 29 kramaļģu (Bacillariophyta), 21 zilaļģu (Cyanophyta), 21 zaļaļģu (Chlorophyta), piecas dinofītaļģu (Dinophyta), piecas zeltaino aļģu (Chrysophyta), divas kriptofītaļģu (Cryptophyta) un viena eiglēnaļģu (Euglenophyta) suga. Šajā ezerā ir pārstāvēti visi fitoplanktonu veidojošo aļģu nodalījumi.

Patreizējā pētījuma mērķis ir izvērtēt Saukas ezera ekoloģisko stāvokli un bioloģisko daudzveidību 2020., 2021. g. un 2022. gada veģetācijas periodā pēc fitoplanktona kvantitatīvajiem un kvalitatīvajiem rādītājiem. 2020. gada apsekojuma laikā tika konstatēts, ka Saukas ezerā dominējošais aļģu nodalījums ir kramaļģes (ģintis – *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Asterionella*), kam seko zilaļģes (ģintis – *Chroococcus*, *Anabaena*, *Microcystis*), dinofītaļģes (ģints – *Ceratium*) un nodalījums – zaļaļģes (ģints – *Pediastrum*) (2.1.1. att.).



2.1.1. attēls. Saukas ezera fitoplanktonā dominējošo aļģu ģinšu procentuālais sadalījums pēc biomasas lieluma (mg l^{-1}) 2020. gada veģetācijas periodā.

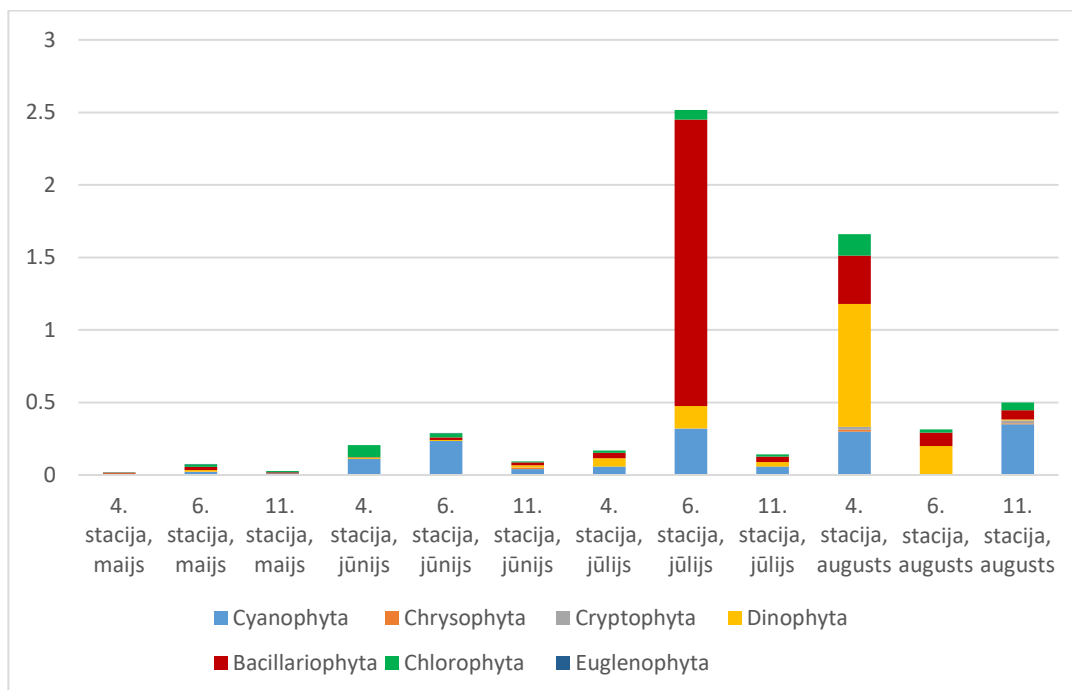
Ezerā nav konstatētas atsevišķas izteikti dominējošas sugas, kā arī fitoplanktona biomasas ir salīdzinoši zemas. Tas liecina, ka barības vielas un vides apstākļi ir optimālā daudzumā un stāvoklī. Fitoplanktons ir daudzveidīgs (Kloviņš, 2021). Jūlijā konstatētas augstākās fitoplanktona biomasas pateicoties kramaļģēm un zilaļģēm (2.1.2. att.).



2.1.2. attēls Saukas ezera fitoplanktona daudzveidība (foto: I. Druvietis).

Apsekotajās paraugošanas stacijās vadošās bija kramalģes *Aulacoseira* spp., kam nelielā daudzumā sekoja potenciāli toksiskās kolonijveidīgās potenciāli toksiskās zilaļģes *Microcystis* spp.

Jāsecina, ka fitoplanktona biomasas ir zemas. Tikai jūlija beigās ezera vidū - 6. stacijā tika novērotas kopējās aļģu biomasas palielināšanās līdz $2,5 \text{ mg l}^{-1}$ pateicoties kramalģēm *Fragilaria crotonensis*, zilaļģēm *Microcystis* spp. un dinofītaļģēm *Ceratium hirundinella*. Savukārt augusta beigās 4. paraugošanas stacijā tika konstatētas dinofītaļģes *Ceratium hirundinella*, kam pateicoties kopējā fitoplanktona biomasa pārsniedza 1 mg l^{-1} (2.1.3. att.).



2.1.3. attēls. Saukas ezera 2020. gada vasaras fitoplanktona biomasas (mg l^{-1}) 4., 6., 11. paraugošanas stacijās.

Zemās fitoplanktona biomasas rāda, ka Saukas ezers veģetācijas periodā, iespējams, ir maz ietekmēts no ārpusē. Tas arī varētu izskaidrot lielo fitoplanktona sugu daudzveidību.

Potenciāli toksisko zilaļģu *Microcystis* un *Anabaena* biomasa arī ir maza un tā nav pietiekami lielā daudzumā, lai dominētu ezerā (Kloviņš, 2021).

2021. gada fitoplanktona paraugos Saukas ezerā kopumā tika konstatētas 63 fitoplanktona sugas no astoņiem fitoplanktona nodalījumiem: 13 zilaļģes, 16 zaļaļģes, 23 kramaļģes, četras eīglēnaļģes, divas kriptofītaļģes, divas dinofītaļģes, divas zeltainās aļģes, viena dzeltenzaļo aļģu (*Xanthophyta*) suga (Kloviņš, 2022).

Fitoplanktona biomasas ir zemas, nevienā stacijā nepārsniedzot 0.9 (mg l⁻¹). Visās trijās stacijās pēc biomasas dominē kramaļģes. Kramaļģes un zilaļģes visās trijās stacijās veido vismaz 89 % no kopējās biomasas (4. stacija – 89,2%, 6. stacija – 95,3%, 11. stacija – 97,5%). Vislielākā biomasa ir sestajai stacijai (ezera vidus), savukārt litorāles zonā biomasas ir zemākas. Ceturtajā paraugošanas stacijā ir trīs dominējošās sugas: *Microcystis botrys* (17,90% no kopējās biomasas), *Aulacoseira* spp. (26,89% no kopējās biomasas) un *Aulacoseira italica* (30,06% no kopējās biomasas). Sestajā stacijā konstatētas divas dominējošās sugas: potenciāli toksiskās cianobaktērijas (zilaļģes) *Microcystis aeruginosa* (19,21% no kopējās biomasas) un pavedienvēdīgās kramaļģes *Aulacoseira* sp. (56,44% no kopējās biomasas). 11. stacijā konstatētas trīs dominējošās aļģu sugas: potenciāli toksiskās cianobaktērijas *Microcystis wessenbergii* (11,18% no kopējās biomasas), pavedienvēdīgās kramaļģes *Aulacoseira granulata* (15,48% no kopējās biomasas) un, visticamāk, no fitobentosa iekļuvusī liela izmēra samērā reti sastopama kramaļģe *Campylodiscus* sp. (65,50% no kopējās biomasas) (2.1.3. attēls).



2.1.3. attēls. Reti sastopamā bentiskā kramaļģe *Campylodiscus* sp. Saukas ezera planktonā. (foto: I. Druvietis).

2022. gada pētījumā, līdzīgi 2021. gada un 2020. gadu pētījumiem, fitoplanktona sabiedrību struktūra un sugu sastāva izmaiņas veģetācijas periodā atspoguļo ezera trofijas stāvokli un ūdens vides ekoloģisko kvalitāti. 2022. veģetācijas sezonas sākumam raksturīgas ir kramaļģes *Aulacoseira* spp., kas veido līdz 73,5% no kopējās biomasas. Tika konstatētas arī atsevišķas cianobaktēriju kolonijas, kā arī pavasarim un tīriem ūdeņiem raksturīgās zeltainās aļģes

Dinobryon sertularia un *D. bavaricum*. Konstatēta arī zaļāļģu *Closterium* spp., *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus* spp., *Euastrum* sp., *Pandorina morum*, *Pediastrum* spp. un *Staurastrum* spp. klātbūtne. Ņemot vērā zemās fitoplanktona biomasas un saskaņā ar "Fitoplanktona sabiedrības aprakstu", ezera ūdens novērtējams kā vidēji augstas ekoloģiskās kvalitātes (B). Arī Nigaarda modificētais indekss - 1,394, norāda uz tīru vidi. Taču iestājoties vasaras periodam, samazinās kramaļģu īpatsvars biomasas veidošanā.

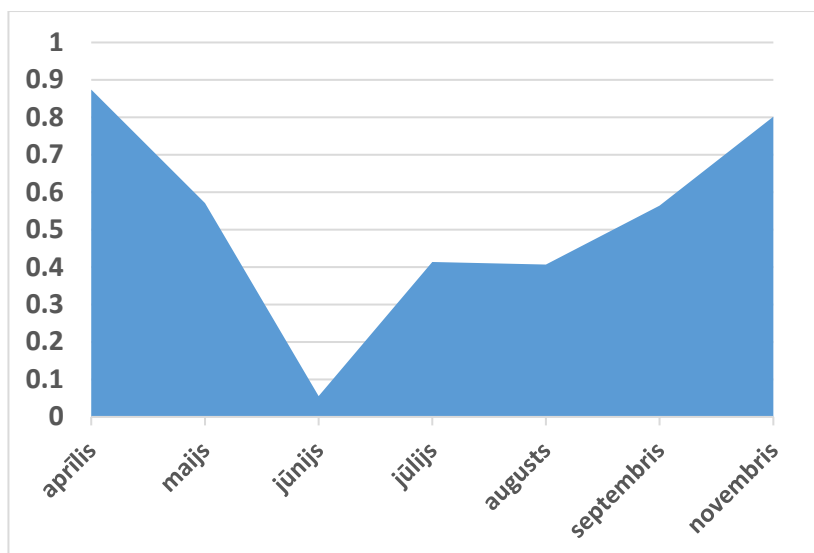
Jūnija fitoplanktona biomasu līdzīgi maijam veido kramaļģes, taču nav izteikti dominējošu sugu. Nelielā daudzumā sastopamas *Asterionella formosa*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira italica*, *Cyclotella* sp., *Fragilaria construens*, *Fragilaria crotonensis*, *Navicula* sp., *Nitzschia* sp. Paraugos konstatētas dažas dinofītaļģes *Ceratium hirundinella* un zeltainās aļģes *Dinobryon sertularia*. Neraksturīgi, ka šajā laika periodā netika konstatētas cianobaktērijas. Paraugā nav izteikti dominējošu sugu. Ņemot vērā zemās biomasas un saskaņā ar "Fitoplanktona sabiedrības aprakstu", ezera ūdens novērtējams kā augstas ekoloģiskās kvalitātes (A). Nigaarda modificētais indekss ir zems un norāda uz tīru vidi.

Iestājoties vasarai – jūlija mēnesim, izmainās fitoplanktona sabiedrību struktūra, kur nu jau nelielā daudzumā sastopamas cianobaktērijas - *Gloeocapsa* spp., *Chroococcus* spp., *Gomphosphaeria* spp. un eitrofam ezeram raksturīgās cianobaktērijas *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *M. Wessenbergii*. Paraugos nav izteikti dominējošu sugu, konstatētas tikai dažas kramaļģu sugas *Aulacoseira* spp., *Navicula* sp.

Ņemot vērā zemās biomasas un saskaņā ar "fitoplanktona sabiedrības aprakstu", ezera ūdens novērtējams kā augstas ekoloģiskās kvalitātes (A). Nigaarda modificētais indekss zems - 1,22, kas norāda uz ļoti tīru vidi. Taču jāņem vērā potenciāli toksisko cianobaktēriju *Microcystis* spp. klātbūtne.

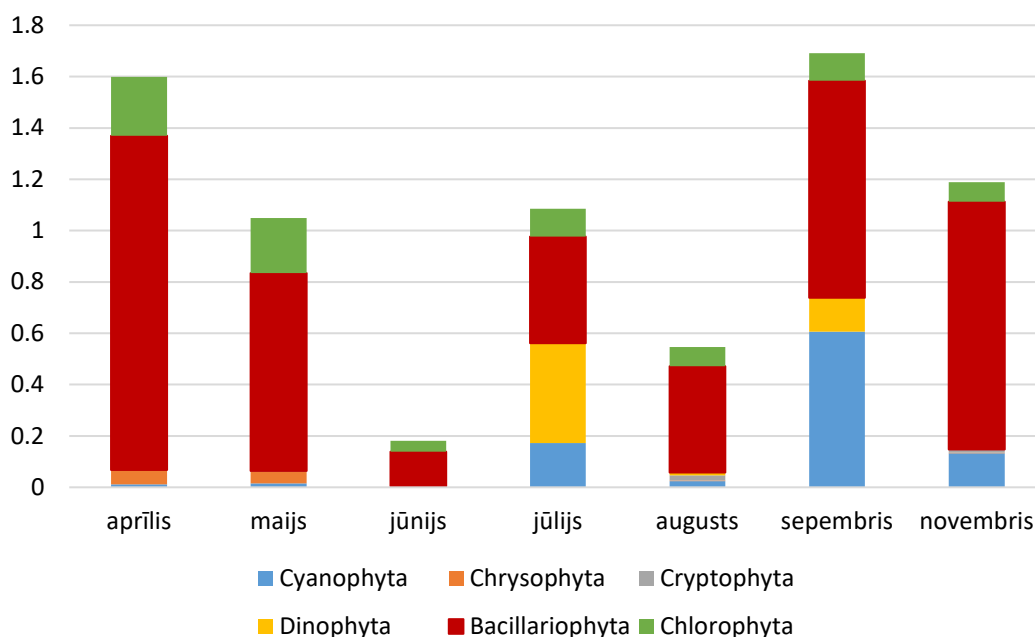
Augusta paraugos atkal parādās kramaļģes *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira italica*, *Fragilaria* sp., *Asterionella formosa*. No cianobaktērijām tika konstatētas tikai *Planktolyngbia limnetica*, *Microcystis aeruginosa*, *Gloeocapsa* sp.. Augustā konstatēta neraksturīgi zema fitoplanktona biomasa, taču pēc "Fitoplanktona sabiedrību apraksta", ezera ūdeņu ekoloģiskā kvalitāte tiek vērtēta kā vidēja (C). Nigaarda modificētais indekss rāda zemu vienību: 1,68, un tas liecina par vidi tuvu references stāvoklim.

Septembra paraugos dominē divas aļģu grupas: kramaļģes (*Aulacoseira* spp., *Asterionella formosa*, *Melosira varians*, *Nitzschia* sp., *Fragilaria crotonensis*) un cianobaktērijas (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Planktolyngbia limnetica*, *Merismopedia* sp., *Microcystis Wessenbergii*, *Microcystis aeruginosa*). Kramaļģu daudzuma palielināšanās biomasā liecina par rudens iestāšanos, jo kramaļģes raksturīgas vēsākiem rudens un pavasara ūdeņiem (2.1.4., 2.1.5. att.).



2.1.4. attēls. Fitoplanktonu veidojošo aļģu grupu biomasu izmaiņas 2022. gada veģetācijas periodā.

Nigaarda modificētais indekss ir 1,89, tas norāda uz vidi, kas ir tuvu references skaitlim. Ņemot vērā zemās fitoplanktona biomasas (2.1.5. att.) un saskaņā ar "Fitoplanktona sabiedrības aprakstu" ezera ūdens novērtējams kā vidējas kvalitātes (C).



2.1.5. attēls. Fitoplanktona biomasu veidojošo aļģu grupu izmaiņas 2022. gada veģetācijas periodā.

Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc PCQ (Nigaarda) modificētā indeksa bija augsta, pēc hlorofila-a vidējā satura ezerā gada laikā un pēc aļģu sabiedrības apraksta (PCD) bija laba un pēc Pielou vienmērīguma indeksa (J) bija vidēja. Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc

fitoplanktona gala vidējās ekoloģiskās kvalitātes indeksa (EQR) ir laba. Kopumā Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte novērtējama kā laba.

Pēc Latvijas ezeru tipoloģijas tika noteikts, ka Saukas ezers atbilst 5. ezeru tipam, (Kloviņš, 2022). Saskaņā ar iepriekš minēto, tika noteikti sekojošie vides kvalitātes indeksi (2.1.1.tab.).

2.1.1. tabula. Saukas ezera 4.,6.,11. paraugošanas stacijās pēc fitoplanktona noteiktie vides kvalitātes indeksi (Kloviņš, 2022).

Indekss	4. stacija	6. stacija	11. stacija	Vidējais
Chl-a ($\mu\text{g l}^{-1}$)	4	4	4	4
PCQ (Nigarda) indekss	5	5	5	5
Pielou vienmērīguma indekss	4	3	2	3
Sabiedrības apraksts (PCD)	4	4	3	3.67
EQR	0.85	0.8	0.7	0.78

Vidējais hlorofila-a saturs Saukas ezerā gada laikā bija $7,36 \mu\text{g l}^{-1}$, kas atbilst labas ekoloģiskās kvalitātes kategorijai (Kloviņš, 2022).

PCQ (Nigaarda) modificētais indekss nevienā stacijā nebija lielāks par 4,0 (1. – 1,69, 2 – 1,83, 3 – 1,14), kas ieliek visas trīs stacijas pēc PCQ (Nigaarda) indeksa augstas ekoloģiskās kvalitātes kategorijā (Kloviņš, 2022).

Pielou vienmērīguma indekss katrai stacijai ir atšķirīgs. Pirmajai stacijai Pielou vienmērīguma indekss ir 0,61, kas atbilst augstai ekoloģiskajai kvalitātei. Sestajai paraugošanas stacijai Pielou vienmērīguma indekss ir 0,52, kas atbilst vidējai ekoloģiskajai kvalitātei. Vienpadsmitajai paraugošanas stacijai Pielou vienmērīguma indekss ir 0,39, kas atbilst zemai ekoloģiskajai kvalitātei. (Kloviņš, 2022).

Fitoplanktona sabiedrības apraksts ceturtajai un sestajai stacijai atbilst labai ekoloģiskajai kvalitātei. Ceturtajā stacijā ir trīs dominējošās sugas: *Microcystis botrys*, *Aulacoseira granulata* un *Aulacoseira italica*, kas kopā veido 74,85% no kopējās fitoplanktona biomasas. Sestajā stacijā ir divas dominējošās sugas: *Microcystis aeruginosa* un *Aulacoseira granulata*, kas kopā veido 75,66% no kopējās biomasas. Ceturtajā paraugošanas stacijā ir trīs dominējošās sugas: *Microcystis wessenbergii*, *Aulacoseira granulata* un *Campylodiscus sp.*, kas kopā veido 92,16% no kopējās fitoplanktona biomasas, kas atbilst vidējai ekoloģiskajai kvalitātei (Kloviņš, 2022).

Gala ekoloģiskās kvalitātes indekss (EQR) visaugstākais ir ceturtajai paraugošanas stacijai (0,85) un viszemākais ir vienpadsmitajai paraugošanas stacijai (0,70). Vidējais gala ekoloģiskās kvalitātes indekss (EQR) ir 0,78, kas nozīmē, ka Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte ir laba.

2.2. Zooplanktons

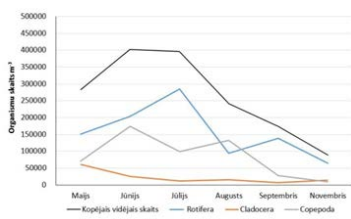
Saukas ezerā tika konstatēti 70 zooplanktona taksoni. Zooplanktona taksonu kompleksu pēc biomasas Rotifera grupā veidoja galvenokārt *Keratella* spp., *Conochillus* sp., *Gastropus stylifer*, *Polyarthra* spp. un *Asplanchna priodonta*, 2020. gadā izteikti dominanti bija arī

30

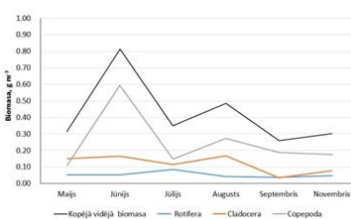


Pompholyx sulcata un Synchaetidae (*Synchaeta* sp. un *Polyarthra* spp.). Cladocera grupā - *Daphnia* spp., *Bosmina crassicornis* un *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus* sp. Copepoda grupas dominanti bija plēsēji *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides*, aļģēdājs *Eudiaptomus graciloides* un to kopepodīti.

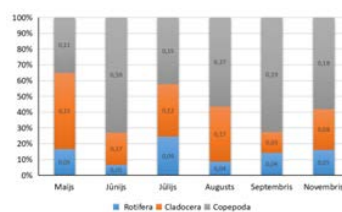
Zooplanktona cenožu struktūra (taksonu sastāvs, skaits un biomasa) ir gan sezonāli, gan telpiski mainīga. Vidēji seklūdenī kopējais organismu skaits ir nedaudz lielāks nekā atklāta ūdens daļā dziļākajās vietās, ko veido Rotifera un Copepoda, bet biomasa dziļākajās vietās un seklūdenī ir mainīga starp gadiem, ko veido Cladocera un Copepoda. Kopumā zooplanktona skaits un biomasa Saukas ezerā ir zema, raksturīga mezotrofiem ezeriem (vidēji 264420 org. m⁻³, 0,42 g m⁻³ 2020. gadā un 219318 org. m⁻³, 0,41 g m⁻³ 2022. gadā). Skaita un biomasas maksimumi bija novērojami pavasarī (maijā, jūnijā). Vasarā (jūlijā) organismu skaits un biomasa samazinājās, augustā atkal pieauga, bet nesasniedzot vasaras sākuma lielumus, veidojot izteiktu pavasara un mazāku vasaras biomasas uzplaukuma pīķi. Izņēmums bija Rotifera, kas 2020. gadā jūlijā turpināja pieaugt un sasniedza gan maksimālo skaitu, gan biomasu, dominējot *Pompholyx sulcata* un *Polyarthra* spp. (2.2.1. att., 2.2.2. att., 2.2.4. att., 2.2.5. att.). Biomasas pamatmasu galvenokārt veido vēžveidīgie filtratori: *Eudiaptomus graciloides*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma brachyurum* un plēsēji *Cyclops* sp. un *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides*. Copepoda veido lielāko daļu biomasas (2.2.3. att., 2.2.6. att.). Literatūrā tiek atzīmēts, ka planktona biomasas divu pīķu uzplaukumu novēro ezeros ar izteiktu “top down” kontroli seklos mezotrofus ezeros (Jeppesen et al., 1997, Domis et al., 2013).



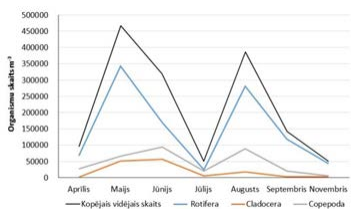
2.2.1. attēls. Sezonālās zooplanktona skaita izmaiņas Saukas ezerā, 2020. gads



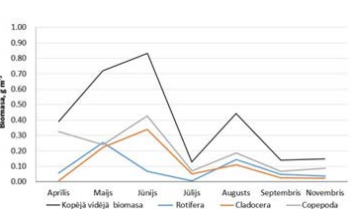
2.2.2.attēls. Sezonālās zooplanktona biomasas izmaiņas Saukas ezerā, 2020. gads



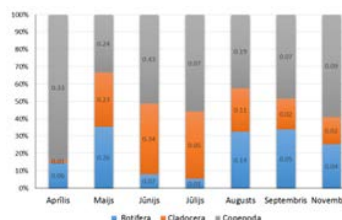
2.2.3.attēls. Rotifera, Cladocera, Copepoda procentuālais sadalījums pēc biomasas Saukas ezerā, 2020. gads



2.2.4. attēls. Sezonālās zooplanktona skaita izmaiņas Saukas ezerā, 2022. gads

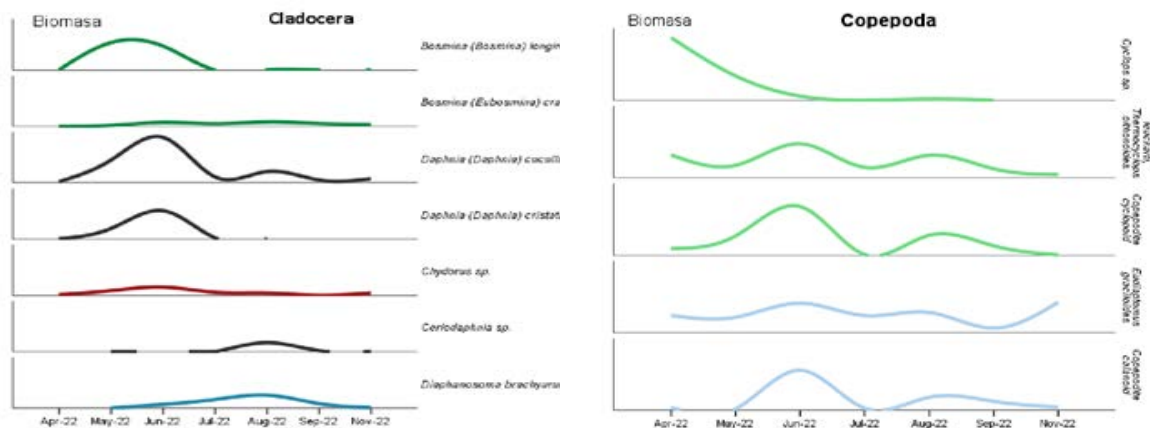


2.2.5. attēls. Sezonālās zooplanktona biomasas izmaiņas Saukas ezerā, 2022. gads



2.2.6. attēls. Rotifera, Cladocera, Copepoda procentuālais sadalījums pēc biomasas Saukas ezerā, 2022. gads

Zooplanktona skaita un biomasas izmaiņas ezeros galvenokārt saista gan ar ūdens temperatūru, barību, ar sezonālu taksonu nomaiņu un dzīves ciklu, savstarpējo zooplanktona grupu mijiedarbību (konkurenci, plēsonību) un ezeru trofisko stāvokli. Saukas ezera zooplanktona taksonu nomaiņu pēc biomasas atbilst mērenās joslas ezeriem (2.2.7. att.) (Sommer et al., 2012; Plankton ecology, succession in plankton communities 1989).



2.2.7.attēls. Cladocera un Copepoda taksonu nomaiņa Saukas ezerā, 2022. gads.

Saukas ezera zooplanktonu pārstāv visu līmeņu ekoloģiskās grupas - obligātie Cladocera plēsēji *Leptodora kindti* un pat zemas trofijas (oligotrofu, mezotrofu ezeru) indikatorsuga *Bythotrephes* sp., fakultatīvie plēsēji (Copepoda - dominanti *Mesocyclops leuckarti* un *Thermocyclops oithonoides*, Rotifera - *Asplanchna priodonta*). Cladocera “efektīvie” filtratori *D. cucullata*, *D. cristata*, *Bosmina crassicornis* un mikrofiltrētāji *Bosmina longirostris* un *Diaphanosoma brachyurum*. Specializētie makrofāgi - Rotifera (fitofāgi Synchaetidae - *Polyarthra* sp., *Polyarthra major*, *Synchaeta* sp.), visēdāji Trichocercidae - *Trichocerca porcellus*, *T.roussetti*, *T.capucina*, *T.similis* (raksturīgi taksoni eitrofos ūdeņos), fitofāgi Gastropodidae - *Ascomorpha saltans*, *A.ovalis*, *Gastropus stylifer* (zemas trofijas indikatori), kurām viens no galvenajiem barības avotiem ir dinoflagelātaļģes *Ceratium* sp.). Mikrofāgi-sedimentatori, augstākas trofijas indikatori Rotifera *Keratella cochlearis* un *Pompholux sulcata*. Šāda barošanās ķēžu daudzveidība un sarežģītība ir raksturīga mezotrofiem un vāji eitrofiem ezeriem (Karabin 1985, Derevenskaya & Unkovskaya 2006). Par Saukas ezera eitroficešanos var liecināt tādas strukturālas izmaiņas kā *D. cucullata* dominēšana pār *D. cristata*, *Bosmina crassicornis* dominēšana pār *Bosmina longispina*. Tika konstatēti arī zivju parazīti Copepoda *Ergasilus* sp. un karpus jeb žaunastvēzis *Argulus* sp.

2.3. Makrofīti

Saukas ezerā 2020. un 2021. gadā konstatēts 41 makrofītu taksons (vaskulārie augi, mieturaļģes, sūnas un pavedienveida zaļāļģes). Ūdensaugu audzes izveidojušās aptuveni 21% no ezera platības, lielāko daļu no tām veido iegrimušo augu sugas. Gar visu ezera piekrasti izveidojušās skrajas līdz blīvas virsūdens augu audzes, kur dominējošā suga ir parastā niedre

Phragmites australis. Peldlapu augu josla skraja visā ezerā, dominējošā suga parastā lēpe *Nuphar lutea*. Iegrimušo augu joslā raksturīgs daudzveidīgs sugu sastāvs, bieži sastopama vārpainā daudzlape *Myriophyllum spicatum*, parastā avotsūna *Fontinalis antipyretica*, strupā nitellīte *Nitellopsis obtusa*. Aptuveni 80% sugu sastopamas reti. Konstatētas sešas glīveņu sugas. Saukas ezerā konstatētas trīs Latvijā retas un aizsargājamas augu sugas – lielā najāda *Najas major*, purva diedzene *Zannichellia palustris* un iesārtā glīvene *Potamogeton rutilus* (2.3.1.- 2.3.5. att.).



2.3.1. attēls. Virsūdens augu audzes pie Dūņupes iztekas (foto: L. Grīnberga).



2.3.2. attēls. Kļauces ieteka, kur izveidojušās blīvas dzeltenās lēpes *Nuphar lutea* audzes (foto: L. Grīnberga).



2.3.3. attēls. Ezera meldra *Scirpus lacustris* un parastās niedres *Phragmites australis* audzes ezera DA galā (foto: L. Grīnberga).

Ezera ekoloģiskā kvalitāte novērtēta atbilstoši Latvijas makrofītu novērtējuma metodei, kas balstās uz vispārēju sugu sastāvā un sastopamības analīzi, atbilstoši ezera ekoloģiskajam tipam. Par augstu/labu kvalitāti liecina dziļums, līdz kuram sastopami iegrimušie ūdensaugi. Atsevišķās transektēs ūdensaugi sastopami līdz 3,2 m dziļumam. Mieturaļģu un brīvi peldošo ūdensaugu sugu sastopamība liecina par labu/vidēju ekoloģisko kvalitāti.

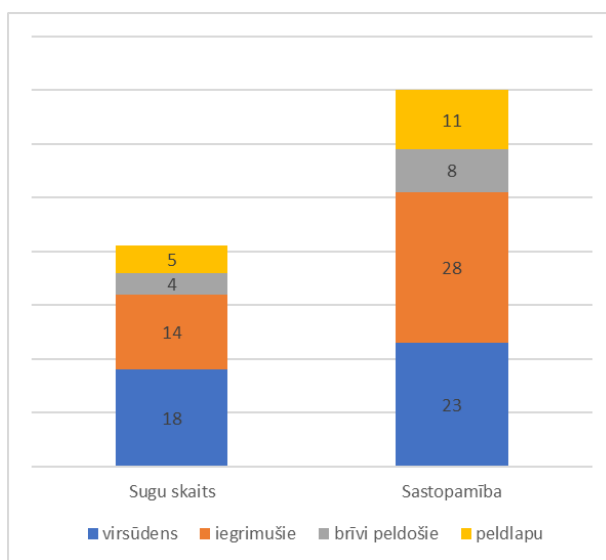
Sugu sastāvā ir augsts iegrimušo ūdensaugu sugu īpatsvars un to sastopamība (2.3.6. att.) - iegrimušo sugu daudzveidība liecina par labu biotopa kvalitāti. Brīvi peldošās ūdensaugu sugas, kas sastopamas Saukas ezerā, ir raksturīgas eitrofiem ūdeņiem. Visbiežāk no tām ezerā sastopama iegrimusī raglafe *Ceratophyllum demersum*.



2.3.4. attēls. Viena no biežāk sastopamajām iegrimušo augu sugām Saukas ezerā ir vārpainā daudzlafe *Myriophyllum spicatum* (foto: L. Grīnberga).



2.3.5. attēls. Iegrimusī raglafe *Ceratophyllum demersum* ir biežāk sastopamā eitrofiem ūdeņiem raksturīgā makrofītu suga Saukas ezerā (foto: L. Grīnberga).



2.4.6. attēls. Makrofītu augšanas formu īpatsvars.

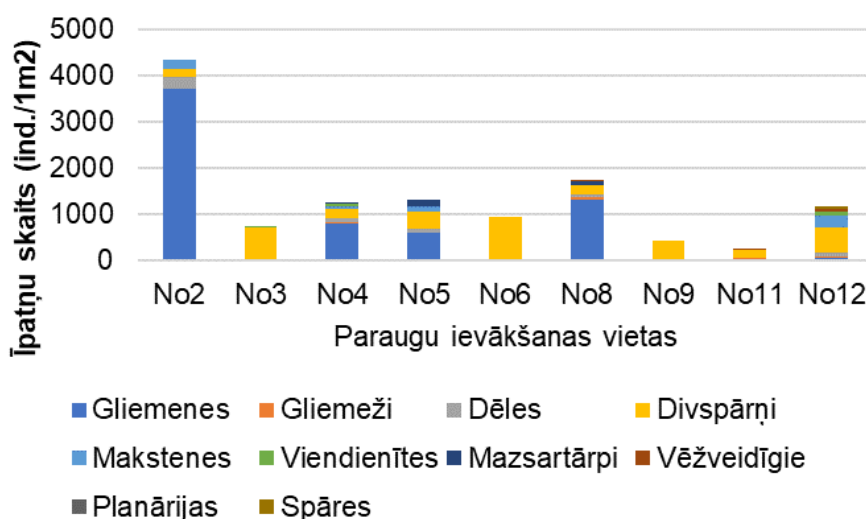
2.4. Bentiskie bezmugurkaulnieki (makrozoobentoss)

Saukas ezerā konstatētas > 50 makrozoobentosa taksonomiskās grupas; lielākā sugu daudzveidība raksturīga litorāles zonā, kur ir lielāka grunts substrātu heterogenitāte. Pēc īpatņu skaita dominējošā grupa ir trīsuļodu Chironomidae kāpuri, savukārt lielāko biomasas daļu veido mainīgā sēdgliemene *Dreissena polymorpha* (2.4.1. un 2.4.2. att.).

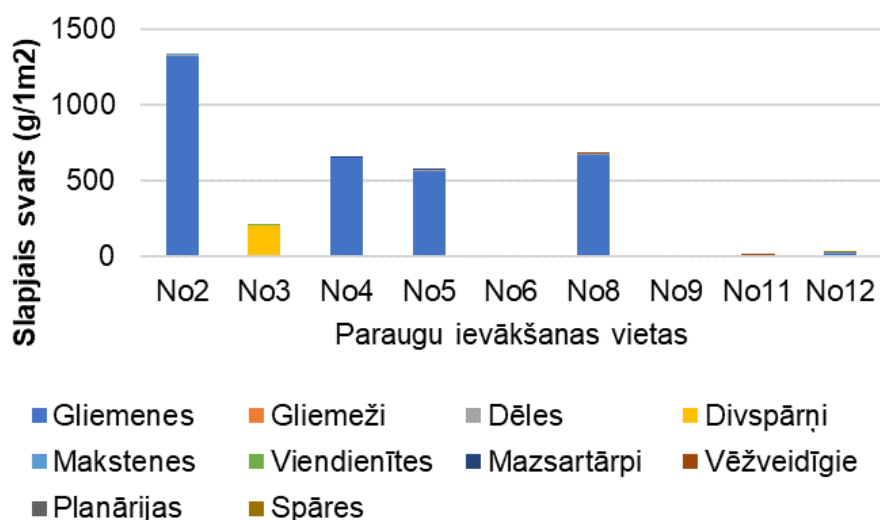
No gliemenēm Bivalvia Saukas ezerā sastopamas arī bezzobes *Anodonta* spp. un perlamutrenes *Unio pictorum*; Sphaeriidae dzimtas gliemenes (galvenokārt *Pisidium* spp. ģints). No

gliemežiem Gastropoda visbiežāk sastopama parastā bitīnija *Bithynia tentaculata*, regulāri paraugos konstatēta parastā valvāta *Valvata piscinalis*, retāk sastopamas: dūkstāja valvāta *Valvata macrostoma*, ūdensspolīšu Planorbidae dzimtas gliemeži, piem., ribainā ūdensspolīte *Gyraulus crista*, kā arī diġgliemežu Lymnaeidae dzimtas gliemeži.

No divspārņu kārtas atsevišķās paraugu ievākšanas vietās konstatēti stiklodi *Chaoborus flavicans* un nelielā skaitā miģeļu Ceratopogonidae kāpuri. Posmtārpi Annelida: mazzartārpi Oligochaeta sastopami nelielā skaitā; no dēlēm Hirudinea dominējošās sugas bija mazā plātndēle *Helobdella stagnalis* un astoņacu rīklēde *Erpobdella octoculata*. No vēžveidīgajiem paraugos regulāri konstatēti vienādkājvēži Isopoda - ūdensēzelīši *Asellus aquaticus*. No kukaiņu klases sugām daudzveidīgākā grupa bija makstenes Trichoptera: visbiežāk paraugos sastopamas Polycentropodidae dzimtas makstenes, Ecnomidae - *Ecnomus tenellus*, Phryganeidae, Limnephilidae un Molannidae - *Molanna angustata*. Otra daudzveidīgākā un regulāri konstatētā grupa bija viendienītes Ephemeroptera: Caenidae dzimtas viendienītes - *Caenis horaria*, *C. luctuosa*, *C. lactea*, ļoti reti konstatētas Baetidae un Ephemeridae dzimtas. Paraugos salīdzinoši reti konstatēti spāru Odonata un dūneņu Megaloptera (Sialidae) kāpuri.

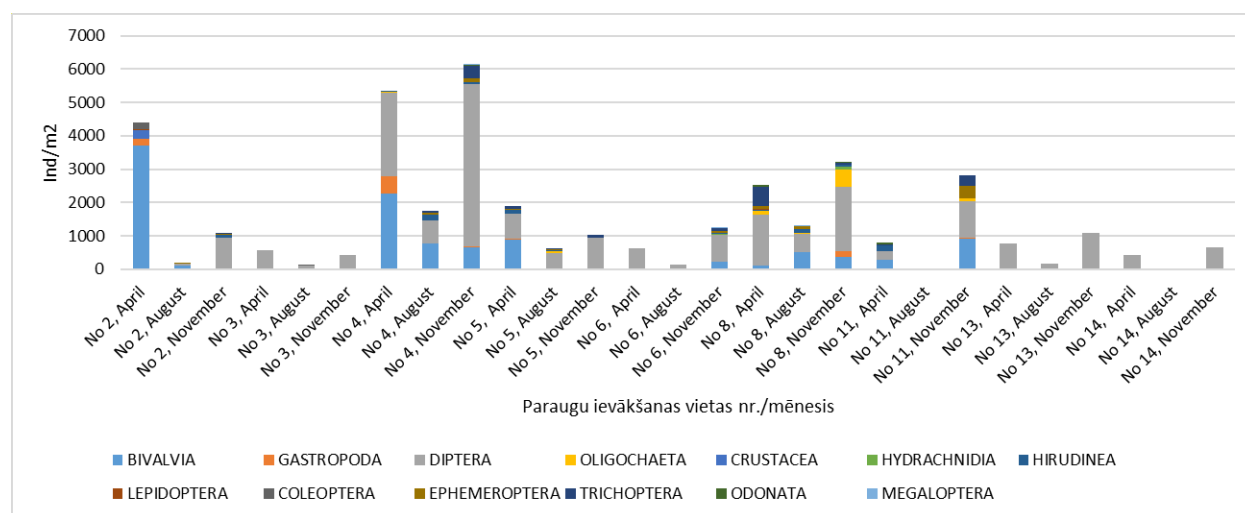


2.4.1. attēls. Makrozoobentosa īpatņu skaits (īp./m²) 2020. gada maijā.



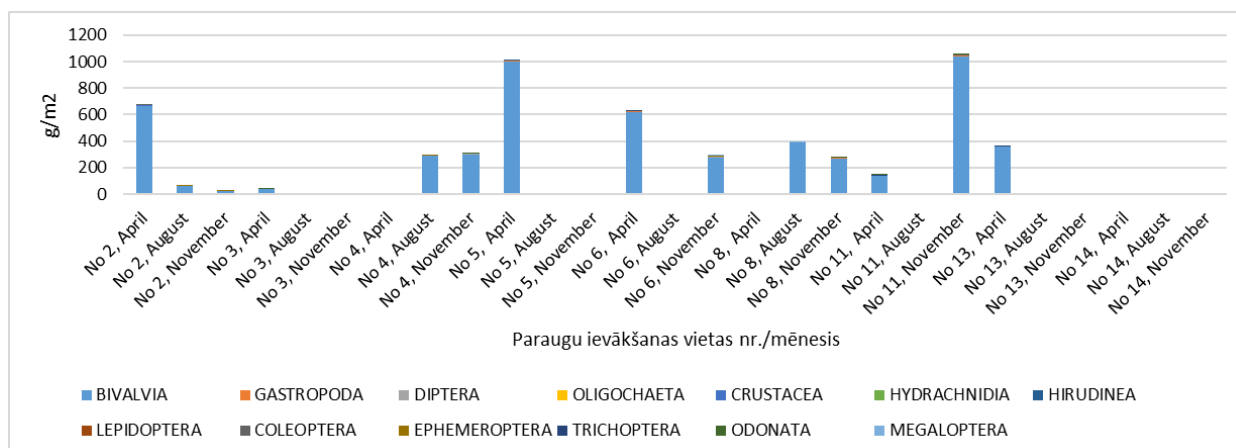
2.4.2. attēls. Makrozoobentosa slapjais svars (g/m^2) 2020. gada maijā.

2022. gada pavasara, vasaras un rudens paraugu analīze liecināja par būtisku grunts substrātu heterogenitātes ietekmi uz konstatēto sugu sastāvu, jo dominējošās grupas dažādās sezonās bija atšķirīgas. Lielākais īpatņu skaits bija raksturīgs trīsūlodu kāpuriem Chironomidae un gliemenēm – mainīgajai sēdgliemenei *Dreissena polymorpha* (2.4.3. att.).



2.4.3. attēls. Makrozoobentosa īpatņu skaits (īp./m^2) 2022. gada pavasara, vasaras un rudens sezonā.

2022. gadā lielākās biomasas konstatētas pavasarī ievāktajos paraugos 2., 5. un 6. paraugu ievākšanas vietā un novembrī – 11. punktā (2.4.4. attēls).



2.4.4. attēls. Makrozoobentosa organismu slapjais svars (g/m^2) 2022. gada pavasara, vasaras un rudens sezonā.

Ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc makrozoobentosa. Ekoloģiskās kvalitātes novērtējums pēc LLMMI indeksa trijos ezera litorāles punktos (2.4.1. tab.) bija atšķirīgs, neskatoties uz to, ka visos dominēja parastās niedres *Phragmites australis* veģetācija. Atšķirības galvenokārt skaidrojams ar lokālo vides apstākļu variabilitāti, galvenokārt dominējošā grunts substrātu tipiem: 10. punktā dominēja kūdras substrāts, kurā tipiski raksturīga maza bentisko bezmugurkaulnieku daudzveidība, savukārt 7. punktā, salīdzinot ar 1. punktu, litorāles josla bija šaurāka, niedru veģetācija blīvāka un ātrāk pieauga dziļums. Visreprezentatīvāk ezera ekoloģisko stāvokli raksturo 1. punktā ievāktais paraugs un ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc 2020. gada datiem novērtējama kā vidēja (2.4.1. tab.).

2.4.1. tabula. Bentisko bezmugurkaulnieku indeksi un ekoloģiskās kvalitātes novērtējums 2020. gada maija beigās.

Parametrs	Sauka_1	Sauka_7	Sauka_10
Īpatņu blīvums (ind/m^2)	7616	1344	800
Kopējais taksonu skaits	26	13	11
ASPT indekss	5,2	5,4	5,3
Šenona - Vīnera daudzveidības indekss	1.9	1.6	1.8
Paskābināšanās indekss (Hendrikson & Medin)	8	3	3
EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.) taksonu skaits	14	6	6
Ekoloģiskā kvalitāte, EQR	0,63	0,30	0,30
	vidēja	slikta	slikta

2.5. Zivju fauna

Akustiskajā analīzē tika iekļauti 14,2 miljoni m^3 un 136,9 ha pelaģisko ūdeņu, kas ņemti 92,8 km garumā (2.5.1. tab.). Galvenie kvantitatīvie akustiskie parametri, proti, vidējais atstarotā signāla stiprums (Sv) dB, vidējais daudzums un biomasa, kas apkopoti horizontālajai, vertikālajai signāla raidīšanas metodei un visa ūdens staba kopsavilkumam, ir norādīti 2.5.2. tabulā. Katrā segmentā apsektās zivju sabiedrības galvenie kvantitatīvie parametri ir detalizēti

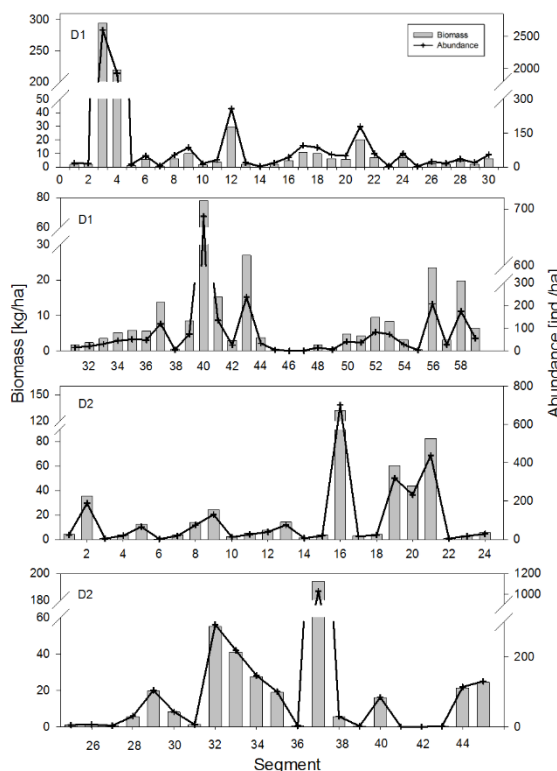
parādīti 2.5.1. un 2.5.2. attēlos. Katru segmentu attēlo zivju biomasa (kg/ha) un daudzums (ind./ha). Lai iegūtu labāku priekšstatu par hidroakustiskajiem rezultātiem, aprēķinātā zivju biomasa tika attēlota Saukas ezera kartē (2.5.3. un 2.5.4. att.).

2.5.1. tabula. Hidroakustiskās uzskaites laikā apsekotais Saukas ezera parametru apjoms.

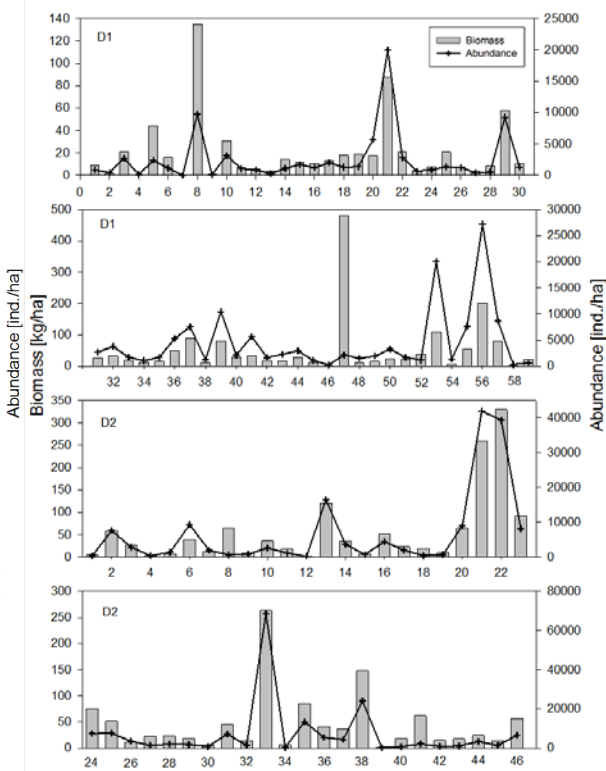
Akustikas signāla raidīšanas metode			Horizontāli		Vertikāli
Diennakts daļa	Datums	Distance (km)	Tilpums (m3)	Akvatorija (ha)	Tilpums (m3)
Diena	10. OKT	29,5	4938508	45,0	137949
	11. OKT	23,0	3319240	32,9	129736
Nakts	10. OKT	21,5	2658473	30,8	98226
	11. OKT	18,8	2820339	28,2	92665
SUM		92,8	13736559	136,9	458575

2.5.2. tabula. Saukas ezera zivju faunu raksturojošie galvenie kvantitatīvie parametri.

Metode		Horizontāli			Vertikāli			SUM	
Dien-nakts daļa	Datums	Sv (dB)	Skaits (n/ha)	Biomasa (kg/ha)	Sv dB	Skaits (n/ha)	Biomasa (kg/ha)	Skaits (n/ha)	Biomasa (kg/ha)
Diena	10. OKT	-50.6	138.7	15.7	-45.6	3470.7	36.2	3609.4	51.9
	11. OKT	-52.0	107.8	20.3	-46.1	6984.7	51.0	7092.5	71.3
Nakts	10. OKT	-56.7	122.0	12.7	-60.7	348.6	2.3	470.6	15.0
	11. OKT	-57.8	53.9	4.1	-60.6	255.7	2.6	309.6	6.7

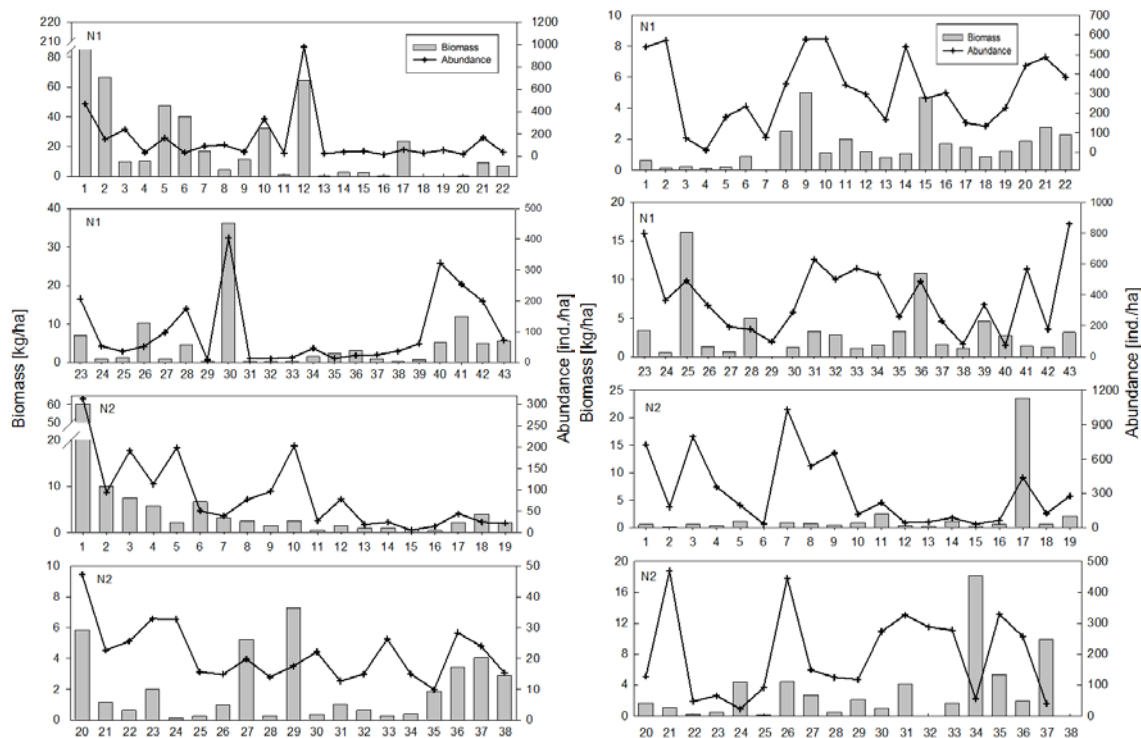


A



B

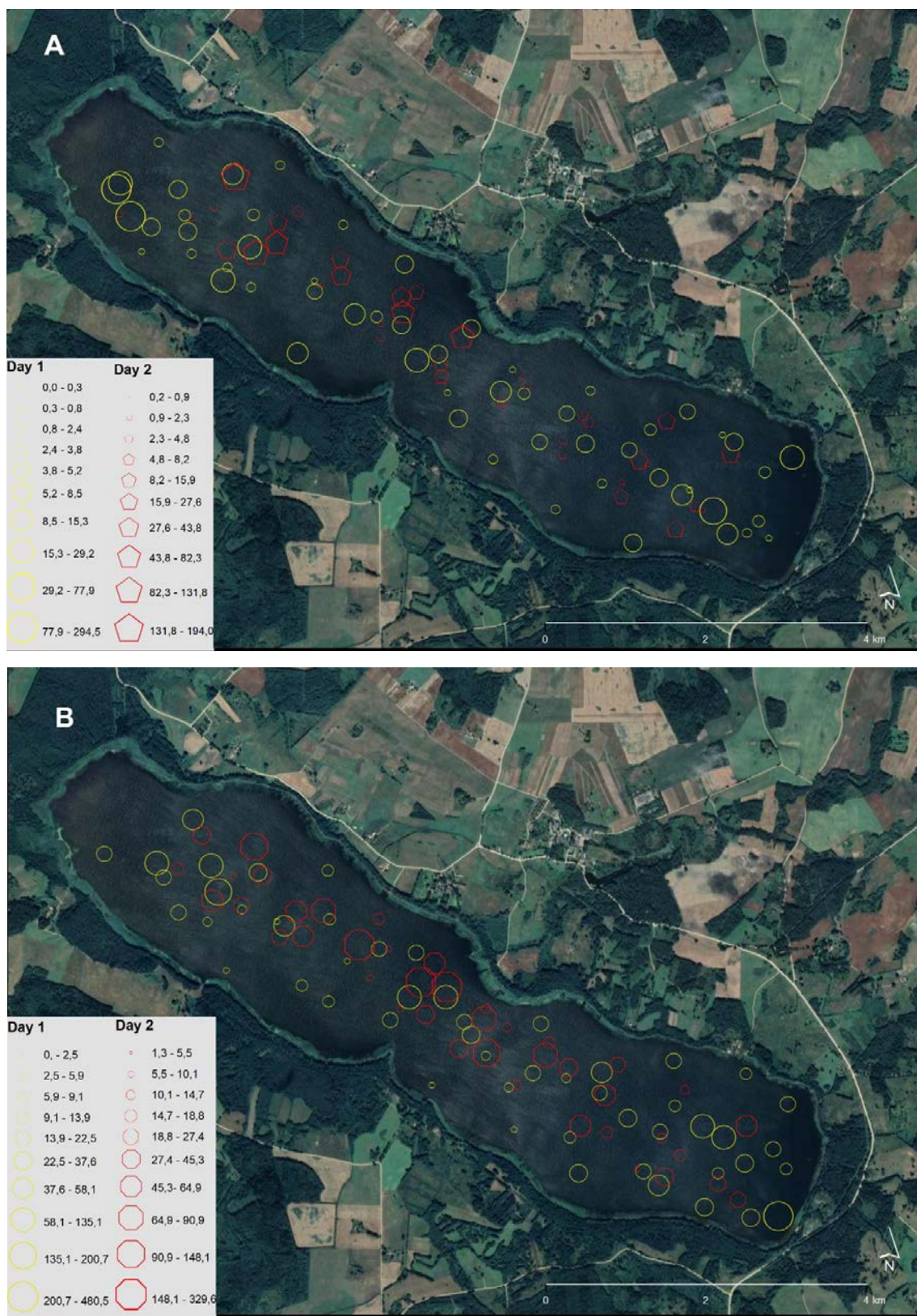
2.5.1. attēls. Summārie zivju biomasas un skaita lielumu sadalījums trases segmentos Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā pa dienu. A – iegūti ar horizontālo signāla raidīšanas metodi, B – iegūti ar vertikālo signāla raidīšanas metodi.



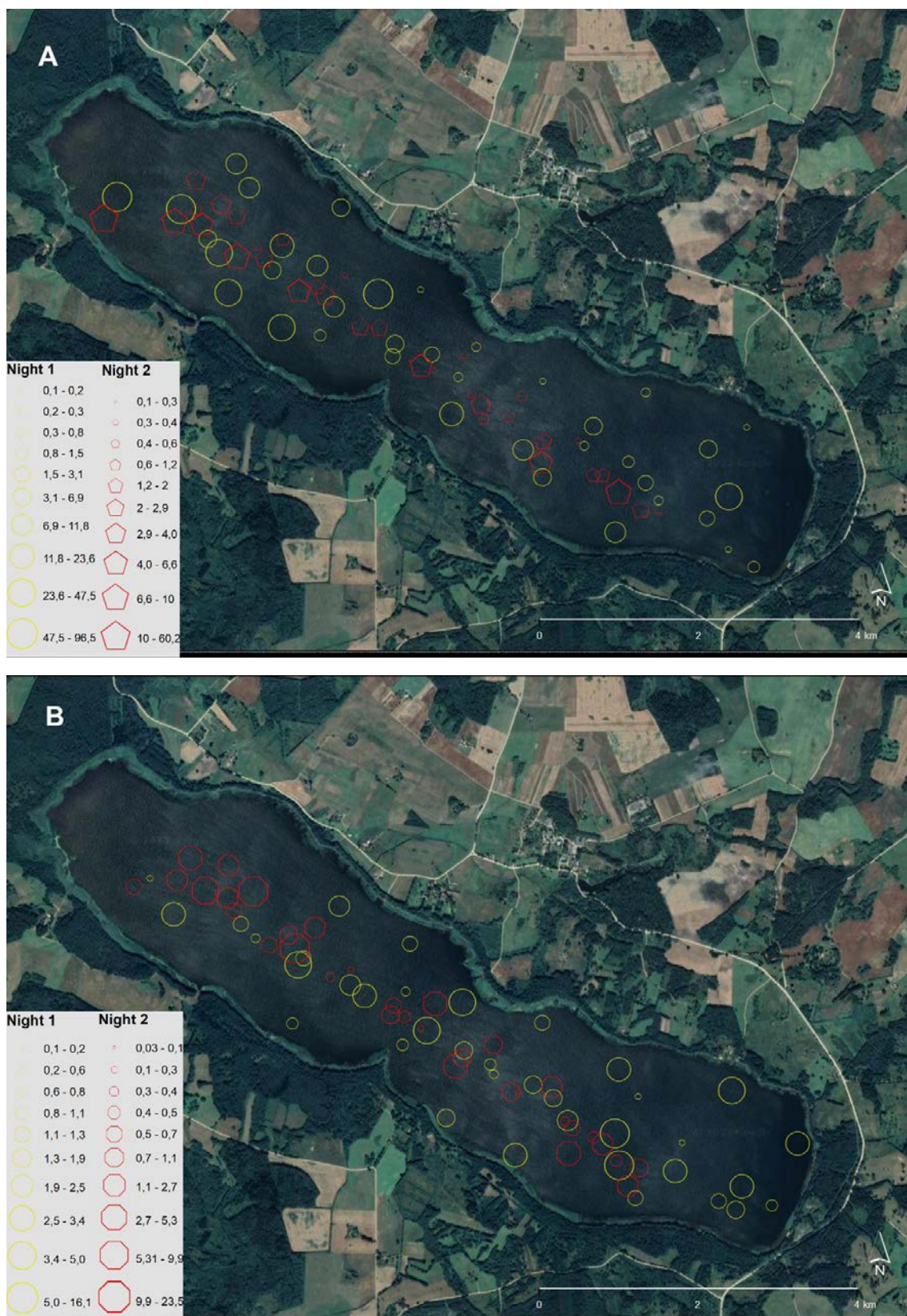
A

B

2.5.2. attēls. Summārie zivju biomasas un skaita lielumu sadalījums trases segmentos Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā pa nakti. A – iegūti ar horizontālo signāla raidīšanas metodi, B – iegūti ar vertikālo signāla raidīšanas metodi.



2.5.3. attēls. Zivju biomasas (kg/ha) sadalījums Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā pa dienu. A – iegūts ar horizontālo signāla raidīšanas metodi, B – iegūts ar vertikālo signāla raidīšanas metodi.



2.5.4. attēls. Zivju biomasas (kg/ha) sadalījums Saucis ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā pa nakti. A – iegūts ar horizontālo signāla raidīšanas metodi, B – iegūts ar vertikālo signāla raidīšanas metodi.

Pirmajā dienā vidējā zivju biomasas horizontālajos ierakstos sasniedza 15,7 kg/ha, savukārt vertikālajos ierakstos tā tika novērota augstāka, vidēji 36,2 kg/ha. Kopējā vidējā zivju biomasas visā ūdens stabā aprēķināta kā 51,9 kg/ha. Zivju biomasas pa segmentiem bija ļoti atšķirīga, maksimālās vērtības sasniedzot attiecīgi 294 un 480 kg/ha horizontālajā un vertikālajā ierakstā, bet zivju telpiskais sadalījums ezerā neuzrādīja kādas acīmredzamas likumsakarības.

Vidējais zivju daudzums sasniedza attiecīgi 139 un 3471 ind./ha horizontālajā un vertikālajā rekordā, bet visā ūdens stabā pirmajā dienā sasniedza 3610 ind./ha. Vertikālajos ierakstos zivju daudzums bija ļoti svārstīgs, vairākkārt maksimālās vērtības sasniedzot vairāk nekā 20 000 ind./ha. Šie segmenti atbilst novērotiem lieliem zivju bariem. Šādi bari vertikālajos ierakstos bija biežāk sastopami nekā horizontālajos un parādījās galvenokārt dziļākos slāņos. Skaita sadalījums pa segmentiem bija stabilāks horizontālajos ierakstos, reti pārsniedzot 300 ind./ha.

Otrajā dienā vidējā zivju biomasas sasniedza augstākas vērtības nekā pirmajā dienā. Horizontālajos un vertikālajos ierakstos vidējā biomasas sasniedza attiecīgi 20,3 un 51 kg/ha. Zivju biomasas visā ūdens stabā novērtēta kā 71,3 kg/ha. Zivju biomasas pa segmentiem vairāk mainījās vertikālajos ierakstos ar maksimālajām vērtībām ap 260 kg/ha, nekā horizontālajos ierakstos, kur maksimālās vērtības sasniedza ap 190 kg/ha. Zivju biomasas sadalījuma modelis ezerā bija viendabīgs.

Vidējais daudzums sasniedza attiecīgi 108 un 6985 ind./ha horizontālajos un vertikālajos ierakstos. Vidējais zivju daudzums visā ūdens stabā sasniedza 7093 ind./ha.. Līdz ar to aprēķinātais zivju daudzums otrajā dienā bija nedaudz mazāks horizontālajos ierakstos, bet daudz augstāks vertikālajos un visā ūdens stabā nekā pirmajā dienā. Vertikālajos ierakstos zivju daudzums ļoti atšķīrās pa segmentiem ar maksimālo vērtību virs 41 000 ind/ha, savukārt horizontālajos ierakstos maksimālā vērtība bija aptuveni 1 000 ind/ha. Līdzīgi kā pirmās dienas datos, lielākās zivju daudzuma vērtības ierakstos sakrīt ar lielu zivju baru īpatsvaru.

Atsevišķu zivju izmēru sadalījums horizontālajos un vertikālajos ierakstos nav tieši salīdzināms, jo horizontālajos ierakstos atsevišķu zivju mērķspējas lielums tika atkārtoti apstrādāts ar dekonvolūcijas metodi, lai koriģētu zivju ķermeņa novietojuma aspektu. Kopumā garuma sadalījumu veidoja galvenokārt zivis < 14 cm, kas vienādi veido 98% no visiem mērķiem vertikālajos ierakstos un 70% horizontālajos ierakstos pirmās dienas laikā. Otrajā dienā zivju < 14 cm īpatsvars bija 45 % (2.5.5. att.).

Nakts apsekojumos novērtētie zivju daudzumi visos gadījumos bija daudz mazāki. Pirmā nakts apsekojuma laikā kopējā zivju biomasas visam ūdens stabam tika aprēķināta 15 kg/ha. Daudz lielāka biomasas tika reģistrēta virsējos ūdens slāņos (horizontāli 12,7 kg/ha) nekā dziļākajos slāņos (vertikāli 2,3 kg/ha). Novērtētās zivju biomasas vērtības atsevišķos segmentos bija mainīgas horizontālajā ierakstā ar augstākajām vērtībām ap 60 kg/ha un daudzos segmentos ar minimālo biomasu mazāku par 5 kg/ha. Aprēķinātās biomasas sadalījums pa atsevišķiem segmentiem vertikālajos ierakstos bija līdzsvarotāks, maksimālās vērtības sasniedzot 16 kg/ha. Zivju biomasas ezerā nakts laikā ir sadalīta viendabīgi.

Zivju daudzums horizontālajos ierakstos, kas novērtēts pirmajā naktī, sasniedza 122 ind./ha, kas bija salīdzināms ar zivju daudzumu dienas laikā horizontālajos ierakstos, taču vertikālajos

ierakstos bija vērojams straujš aprēķinātā daudzuma kritums. Naktī vertikālajos ierakstos zivju blīvums bija 348,6 ind./ha, kas bija 10 reizes mazāka nekā dienā. Kopējais zivju skaits visā ūdens stabā nakts uzskaitē sasniedza 470,6 ind./ha. Zivju daudzuma sadalījums atsevišķos segmentos bija līdzsvarotāks vertikālajos ierakstos, kur maksimālā vērtība sasniedza aptuveni 800 ind./ha, bet pārējais svārstījās ap vidējo. Horizontālajos ierakstos zivju skaita sadalījums bija mainīgāks un maksimālā vērtība sasniedza ap 980 ind./ha.

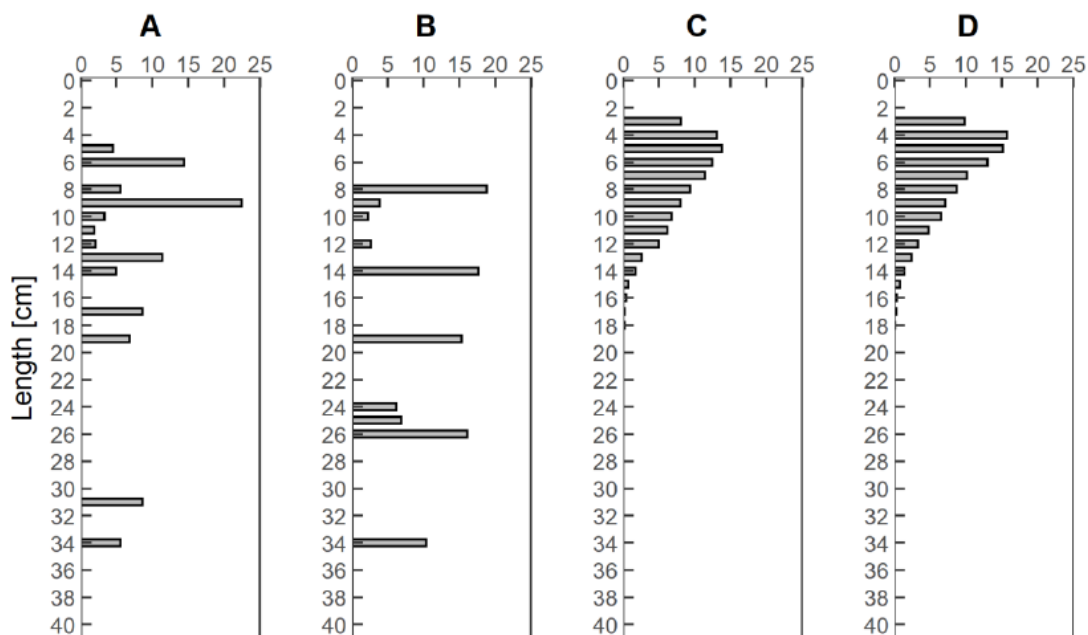
Otrajā naktī zivju biomasa, salīdzinot ar iepriekšējās nakts apsekojumu, samazinājās un zivju biomasa visā ūdens stabā (6,7 kg/ha) bija vairāk nekā 10 reizes mazāka nekā attiecīgajā dienas apsekojumā. Horizontālo un vertikālo ierakstu biomasas bija salīdzināmas, attiecīgi 4,1 un 2,6 kg/ha. Zivju biomasas sadalījums pa atsevišķiem segmentiem bija viendabīgs gan horizontālajos, gan vertikālajos ierakstos, maksimālās vērtības tikai izņēmuma kārtā pārsniedza 20 kg/ha un pārējais svārstījās ap vidējo.

Tāpat kā zivju biomasa, arī zivju daudzums, salīdzinot ar iepriekšējo nakti, kritās un bija vairāk nekā 22 reizes mazāks nekā attiecīgās dienas apsekojumā. Aprēķinātais zivju daudzums visā ūdens stabā sasniedza 310 ind./ha. Augstāks zivju daudzums tika novērtēts vertikālajos ierakstos (256 ind./ha), salīdzinot ar horizontālajiem ierakstiem (54 ind./ha). Zivju daudzuma sadalījums atsevišķos segmentos bija mainīgāks horizontālajos ierakstos, kuru maksimālās vērtības pārsniedza 1000 ind/ha.

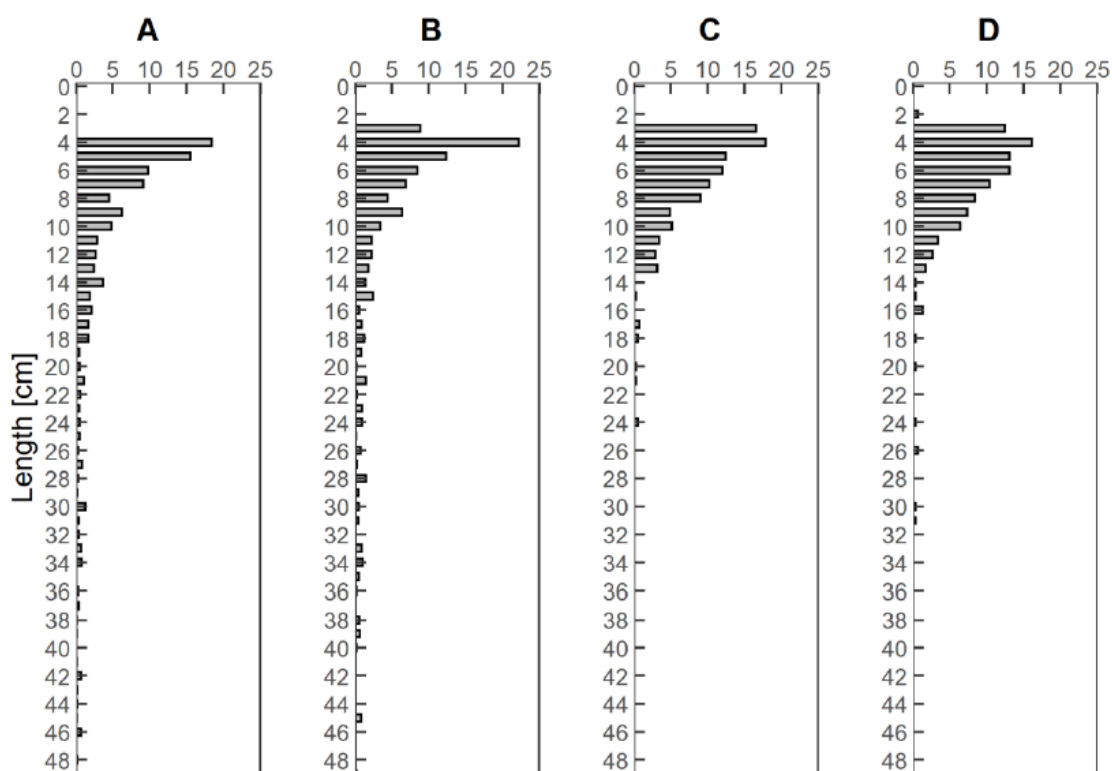
Izmēru sadalījums horizontālajos ierakstos abās naktīs bija līdzīgs, kad zivis, kuru garums ir mazāks par 14 cm, veidoja 80 % no kopas un to īpatsvars vertikālajos ierakstos pirmajā un otrajā naktī palielinājās attiecīgi līdz 97 un 95 % (2.5.6. att.).

Kopsavilkumā Saukas ezera hidroakustiskā izpēte aptvēra ievērojamu daļu (~20 %) no kopējās ezera virsmas. Dienas laikā reģistrēts daudz lielāks vidējais zivju daudzums (5351 ind./ha) un biomasa (61,6 kg) nekā naktī. Dienas laikā veiktā uzskaitē uzrādīja lielāku parametru mainību, ko galvenokārt izraisīja zivju koncentrācija blīvos, nejauši sastopamos baros. Dziļākos ūdens slāņos reģistrēta par aptuveni 2,4 reizēm lielāka zivju biomasa (43,6 kg/ha vertikālajos ierakstos) nekā augšējā ūdens slānī (horizontālajos ierakstos – 18 kg/ha).

Naktī novērtētais zivju daudzums (390 ind./ha) bija aptuveni 13 reizes mazāks nekā dienā. Nakts zivju biomasa bija aptuveni 6 reizes mazāka (10,8 kg/ha) nekā dienā. Pretēji dienas zivju biomasas sadalījumam, naktī virsējos ezera ūdens slāņos (8,4 kg/ha horizontālajos ierakstos) reģistrēta lielāka zivju biomasa nekā dziļākajos ūdens slāņos (vertikālajos ierakstos 4,9 kg/ha). Nakts laika aprēķini bija mazāk mainīgi, kas atbilst izklaidētākai nakts zivju izplatībai.



2.5.5. attēls. Zivju garumu sadalījums Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā: A – horizontālie ieraksti 1. dienā; B – horizontālie ieraksti 2. dienā; C – vertikālie ieraksti 1. dienā; D – vertikālie ieraksti 2. dienā.



2.5.6. attēls. Zivju garumu sadalījums Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā: A – horizontālie ieraksti 1. naktī; B – horizontālie ieraksti 2. naktī; C – vertikālie ieraksti 1. naktī; D – vertikālie ieraksti 2. naktī.

Kopā uzskaites laikā Saukas ezerā konstatētas 15 zivju sugas: asaris *Perca fluviatilis*, akmeņgrauzis *Cobitis taenia*, ausleja *Leucaspis delineatus*, grundulis *Gobio gobio*, karūsa *Carassius carassius*, ķīsis *Gymnocephalus cernua*, līdaka *Esox lucius*, līnis *Tinca tinca*, plaudis

Abramis brama, plicis *Blicca bjoerkna*, rauda *Rutilus rutilus*, rudulis *Scardinius erythrophthalmus*, spidiļķis *Rhodeus amarus*, vīķe *Alburnus alburnus*, zandarts *Sander lucioperca* (2.5.3. tab.). Tā kā akmeņgrauzis tika konstatēts velkamajā vadā nejauši jau pēc zvejas beigām, tad aprēķinos netika iekļauts, tādēļ turpmāk tika aplūkotas 14 sugas.

Visā uzskaitē noķertas nomērītas un nosvērtas 14406 zivis ar kopējo svaru 217475 g.

2.5.3. tabula. Saukas ezerā nozvejoto zivju skaits *n* un masa *w* pa sugām un zvejas metodēm.

Metode	Elektrozveja		Tralis		Vads		Kopā	
Suga	w (g)	n (gab.)	w (g)	n (gab.)	w (g)	n (gab.)	w (g)	n (gab.)
Asaris	3385	197	10312	1828	10236	1093	23933	3118
Ausleja	40	30			162	117	202	147
Grundulis	70	8			266	55	336	63
Karūsa					7	1	7	1
Ķīsis	11	1	33	4	1066	112	1110	117
Līdaka	14435	40	89	1	5088	13	19612	54
Līnis	2658	8			11	2	2669	10
Plaudis	15233	43	25050	50	11346	81	51629	174
Plicis	117	9	253	6	3921	858	4291	873
Rauda	10749	1093	30297	2153	30741	3285	71787	6531
Rudulis	1742	82			1318	117	3060	199
Spidiļķis	3	1			1405	454	1408	455
Vīķe	9851	896	540	37	19974	1621	30365	2554
Zandarts	4558	28	1660	22	848	60	7066	110
Kopā	62852	2436	68234	4101	86389	7869	217475	14406

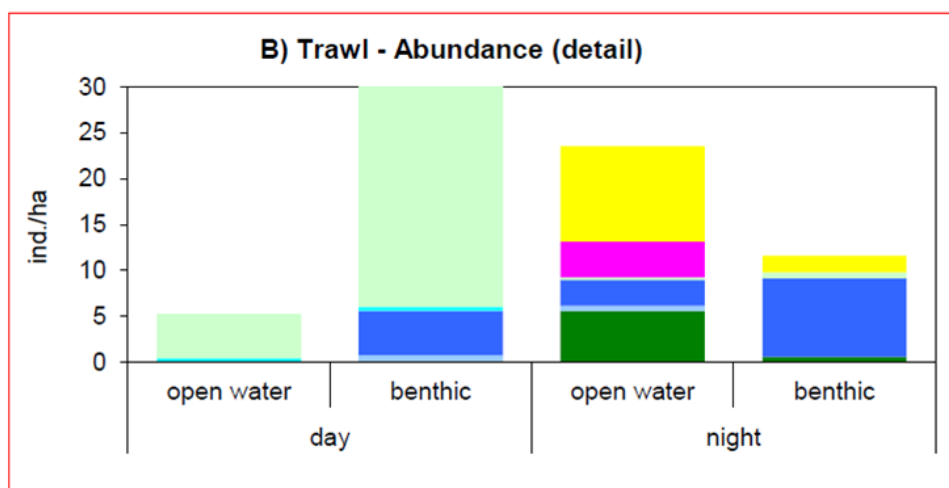
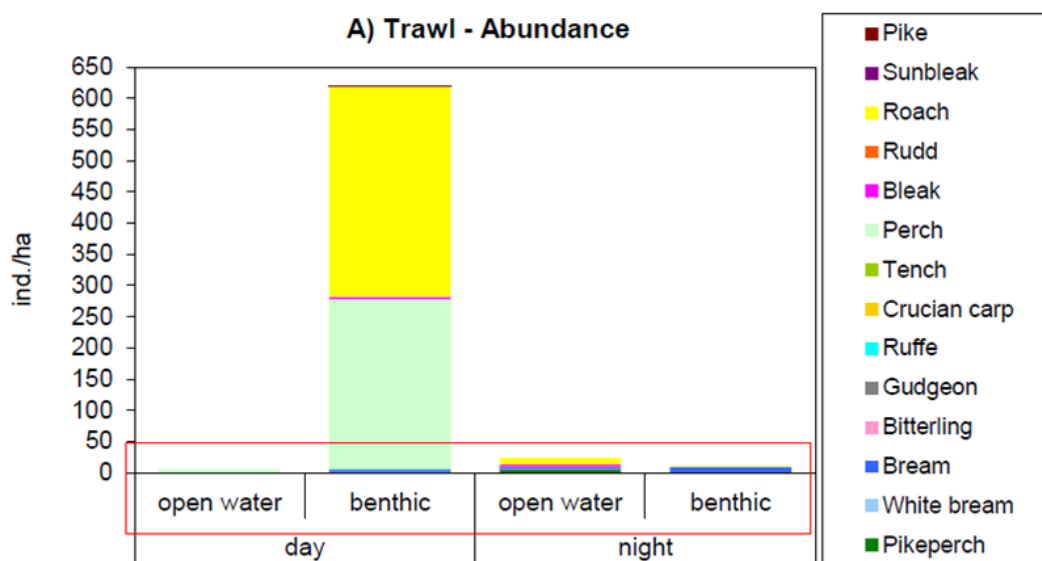
Kopumā Saukas ezera atklātajā daļā reģistrēti 8 sugu 4101 īpatņi, ar kopējo masu 68,2 kg.

Dienas laikā tika reģistrēta daudz lielāka zivju masa (53,4 kg), sastopamība (3890 ind.) un sugu sastopamība (8 sugas pret 6 naktī). Atklātās daļas virsējā ūdens slānī bija tikai 11 ind. asaru (91 %) un ķīšu (9 %) ar vidējo sastopamību 5,3 ind./ha un biomasu 0,04 kg/ha (2.5.7. att.). Lielāko daļu nozvejas veidoja 0+ asari (2.5.8. att.).

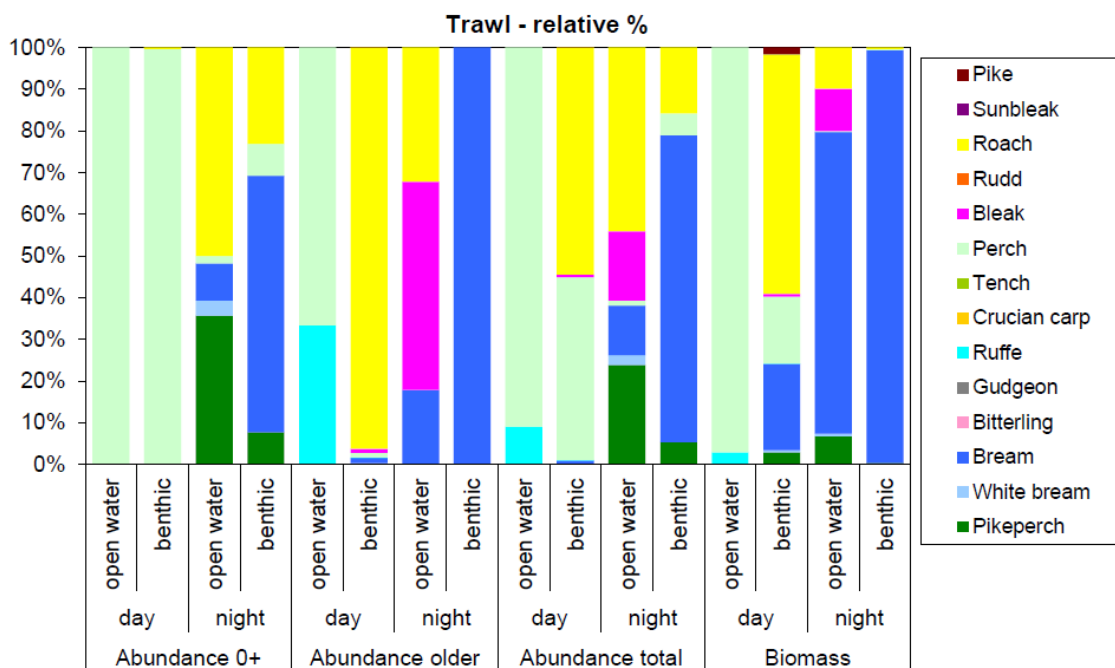
Lielākās nozvejas bija bentosa biotopos, kur 3879 ind. un 53,4 kg tika nozvejoti. Šeit kopumā dominēja rauda. Arī plaudis un asaris bija lielā skaitā. Vidējais daudzums bija 620 ind./ha ar vidējo biomasu 8,5 kg/ha. 0+ zivis bija mazāk sastopamas nekā vecākas zivis. Jaunākajā vecumu grupā dominēja asaris (99,5 %, 15. att.). Rauda un plaudis bija sastopamas tikai ar dažiem indivīdiem. Vecākām par 0+ zivīm, dominēja raudas (96 %), plauži bija (1,3 %), asari (1 %), vīķes (1 %) un atsevišķas zivis pliņi, ķīši, zandarti un līdakas.

Naktī reģistrēti tikai 103 ind. visos dziļuma slāņos no 6 sugām ar kopējo biomasu 3,2 kg. Virsējā ūdens slānī pavisam tika noķerti 84 ind. 0+ zivju kopu veidoja raudas (50 %), zandarti (36 %), plauži (9 %), pliči (3,6 %) un asari (1,4 %). Zivju, kas vecākas par 0+, kopu veidoja vīķes (50 %), raudas (32 %) un plauži (18 %). Kopējais vidējais daudzums virsējā ūdens slānī nakts laikā bija 23,5 ind./ha un biomasu 0,4 kg/ha.

Bentiskajā slānī tika nozvejotas tikai 19 zivis ar biomasu 1,7 kg. Kopējais vidējais daudzums tika aprēķināts 12 ind./ha un biomasu 1,0 kg/ha. Plauži (61 %) un raudas (23 %) veidoja lielāko daļu 0+ zivju grupas, asaris (8 %) un zandarts (8 %) tika pārstāvēti ar atsevišķiem īpatņiem. Zivju grupu, kas vecākas par 0+, veidoja tikai plauži.



2.5.7. attēls. Zivju skaita sadalījums pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā hidroakustiskās uzskaites laikā: A – kopējais daudzums visos tralējumos; B – lomos ar mazu zivju daudzumu.

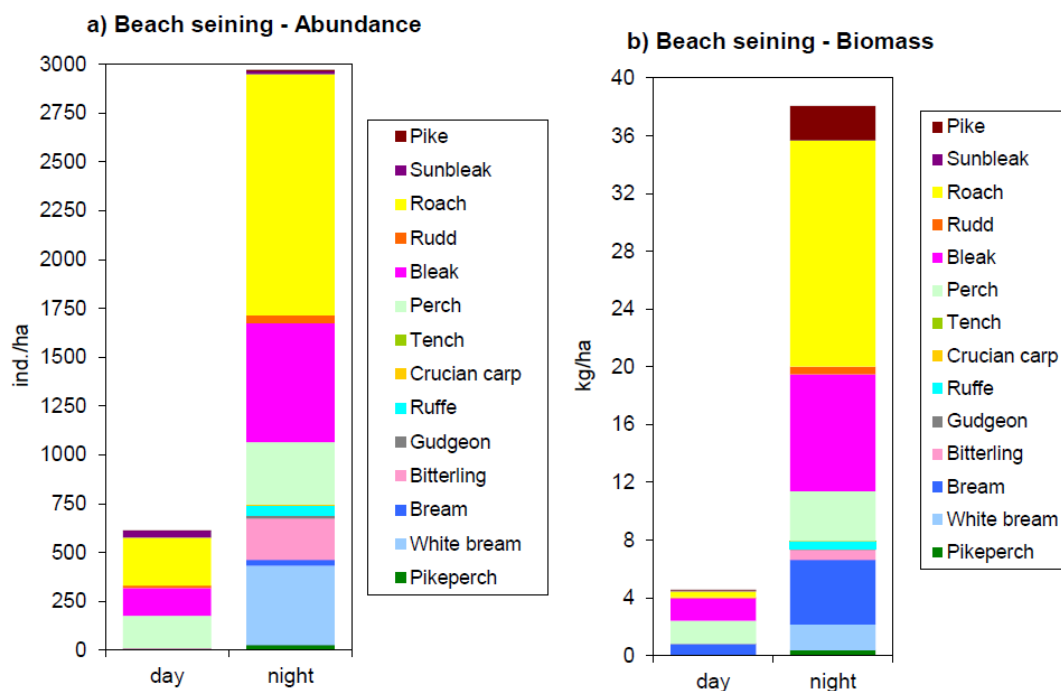


2.5.8. attēls. Zivju īpatsvara sadalījums traļu lomos pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā.

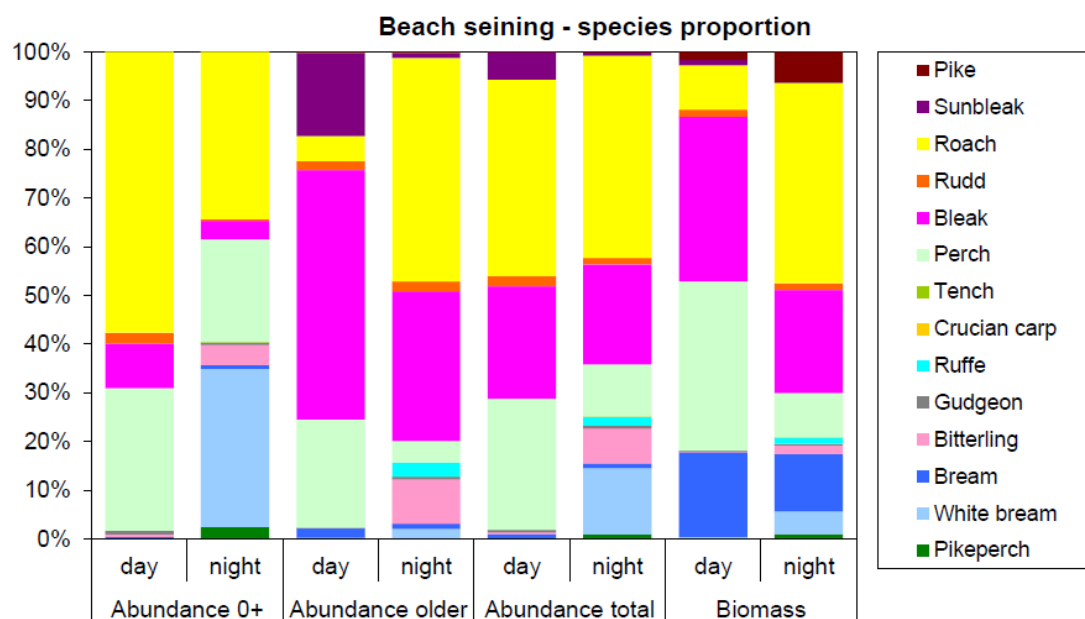
Velkamā vada lomos kopumā tika reģistrētas 7707 zivis no 14 sugām. Kopējais dienas laikā konstatētais zivju daudzums sasniedza 1433 ind. ar biomasu 10,7 kg un relatīvo daudzumu 612 ind./ha un biomasu 4,6 kg/ha (2.5.9. att.). Dienas nozveju sugu kompleksu veidoja raudas (40 %), asari (27 %) un vīķes (23 %) (2.5.10. att.). Vecākām par 0+ zivīm dominēja vīķes, kuras veidoja nedaudz vairāk par pusi (51 %) no kopējā skaita, asari (22 %) un auslejas (17 %). 0+ zivju grupā sastāvs bija līdzīgs kopējam zivju sastāvam un lielāko daļu veidoja raudas (58 %), asari (29 %) un vīķes (9 %).

Ievērojami lielāks zivju daudzums un biomas konstatēta velkot vadu naktī, turklāt dienas lomā pilnībā iztrūka trīs sugas (ķīsis, līnis un karūsa). Naktī kopējais reģistrēto zivju skaits bija vairāk nekā četras reizes lielāks (6274 ind.) nekā dienā un biomas palielinājās astoņas reizes, līdz 80,4 kg. Līdz ar to vidējais daudzums nestrukturētajā biotopā tika aprēķināts 2970 ind./ha un biomas sasniedza 38,1 kg/ha. Kopējo sugu sastāvu veidoja raudas (42 %), plauži (21 %), pliči (14 %) un asari (11 %). Zivju grupā, kas vecākas par 0+, visizplatītākās bija raudas (45 %), vīķes (31 %) un spidiļķi (9 %). 0+ grupu pārsvarā veidoja raudas (34 %), pliči (32 %) un asari (21 %).

Kopsavilkumā vadu lomos zivju vidējais daudzums un biomas naktī bija daudz augstāki nekā dienā, skaits aptuveni 5 reizes (2970 pret 612 ind./ha) un biomas 9 reizes (38,1 pret 4,6 kg/ha). Nestrukturētajos piekrastes biotopos naktī ievērojami palielinājās vecāku zivju īpatsvars, kas ir proporcionāls lielajam zivju skaita un biomasas samazinājumam pelagiskajos biotopos un liecina, ka ezerā liela nozīme ir nakts migrācijām uz piekrasti.



2.5.9. attēls. Zivju sadalījums pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā velkamā vada lomās: A – zivju skaits; B – biomasa.



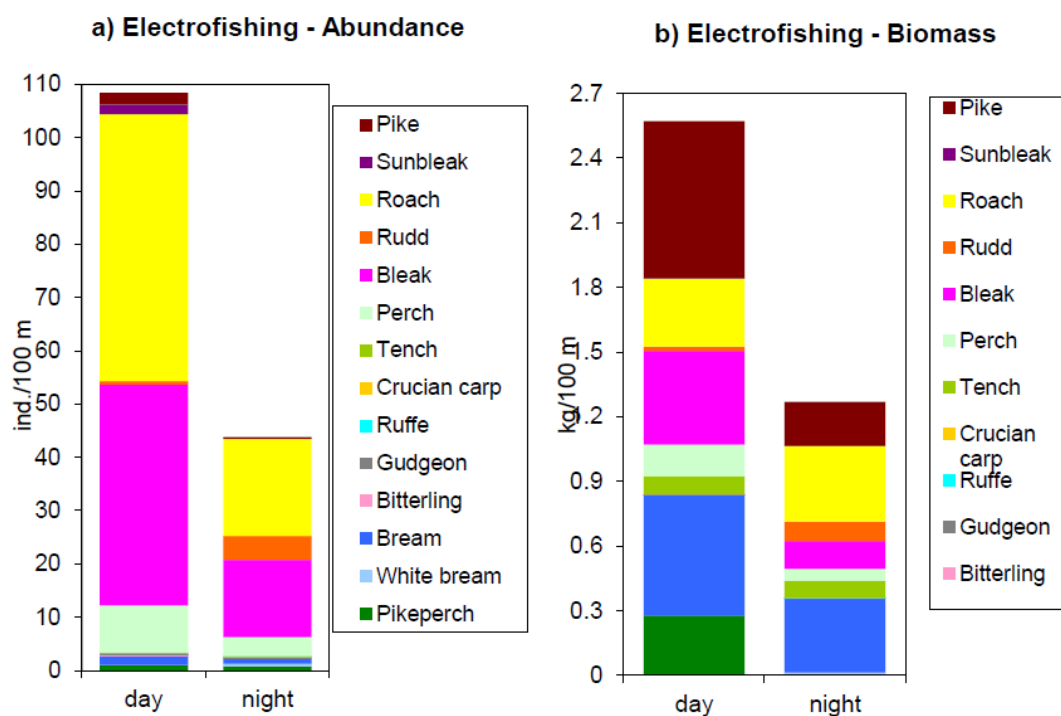
2.5.10. attēls. Zivju īpatsvara sadalījums velkamā vada lomās pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā.

Elektrozvejas paraugu ņemšanas laikā gan dienā, gan naktī ar kopējo trajektoriju 3200 m tika konstatētas 2436 zivis no 13 zivju sugām. Visbiežāk sastopamās sugas bija raudas, viķes un asari. Citas sugas bija pārstāvētas ar ievērojami mazāku skaitu (2.5.11. att.). Elektrozvejas paraugu ņemšanas laikā tika reģistrēta kopējā zivju biomasa 61,4 kg.

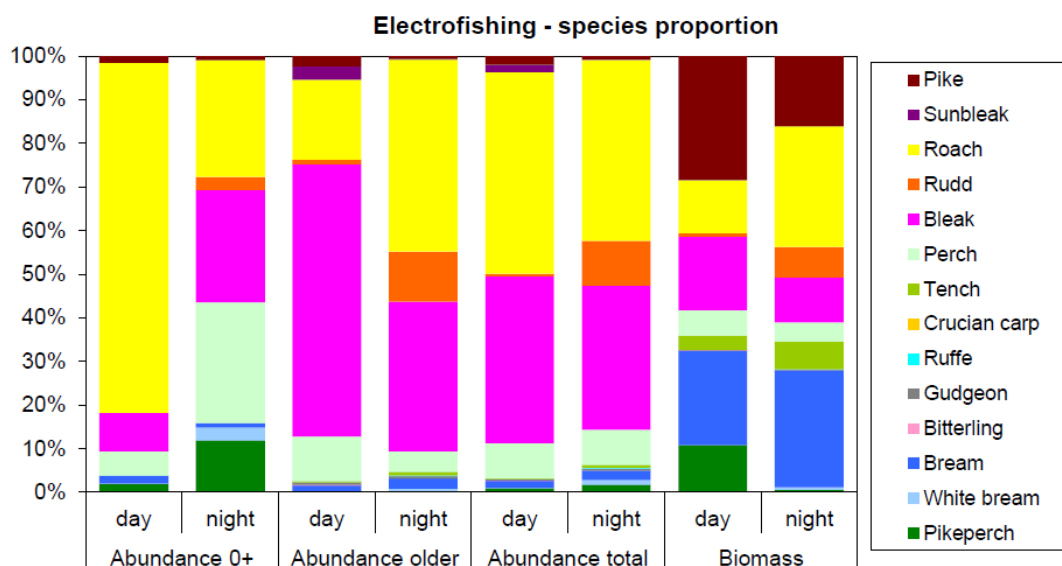
Vidējais zivju daudzums piekrastē dienas laikā, kas iegūts izmantojot elektrozveju, bija 108 ind. uz 100 m krasta līnijas. Aprēķinātā vidējā biomasā sasniedza 2,6 kg uz 100 m krasta. Zivju sadalījumā pa vecumu grupām (2.5.12. att.) 0+ zivis veidoja nedaudz mazāk par pusi no kopējā zivju skaita (45 %). Šajā vecumu grupā dominēja raudas (80 %), lielākā skaitā bija vīķes (9 %) un asari (6 %). Vecākajā zivju kopā dominēja vīķes (62 %), raudas (18 %) un asari (10 %). Pilnu zivju kopu veidoja raudas (46 %), vīķes (38 %) un asari (8 %).

Naktī lomos nebija spidiļķu, gluži pretēji, ķīši tika konstatēti tikai nakts laikā. Lai gan dažas sugas bija biežāk sastopamas naktī (pliči, līņi un ruduļi), vidējais daudzums un biomasā sasniedza 44 ind. un 1,3 kg uz 100 m krasta, kas bija mazāk nekā dienā. 0+ vecuma zivis veidoja aptuveni 14% no kopējās nozvejas. Šajā grupā dominēja asari (28%), raudas (27%), vīķes (26%) un zandarti (12%). Zivju kopu, kas vecākas par 0+, galvenokārt veidoja raudas (44 %), vīķes (34 %) un ruduļi (12 %). Pilnu zivju kopu pārsvarā veidoja raudas (42 %), vīķes (33 %) un ruduļi (10 %). Bez šīm sugām nozīmīga kopējās biomasas sastāvdaļa bija līdakas un plauži.

Vidējais zivju daudzums elektrozvejā dienas laikā bija 2,5 reizes lielāks nekā naktī (108 pret 44 ind./ha). Līdzīgs pieaugums tika reģistrēts arī vidējā zivju biomasā (2,6 pret 1,3 kg/ha). Lai gan 0+, gan vecākas zivis dienas laikā tika nozvejotas vairāk nekā naktī, tomēr 0+ zivis bija apmēram 7 reizes vairāk, salīdzinot ar 1,6 reizi pieaugumu vecākām zivīm.



2.5.11. attēls. Zivju sadalījums pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā elektrozvejas lomos: A – zivju skaits; B – biomasā.



2.5.12. attēls. Zivju īpatsvara sadalījums velkamā vada lomos pa sugām ūdens slānī Saukas ezerā.

2.6. Fizikālie un ķīmiskie rādītāji

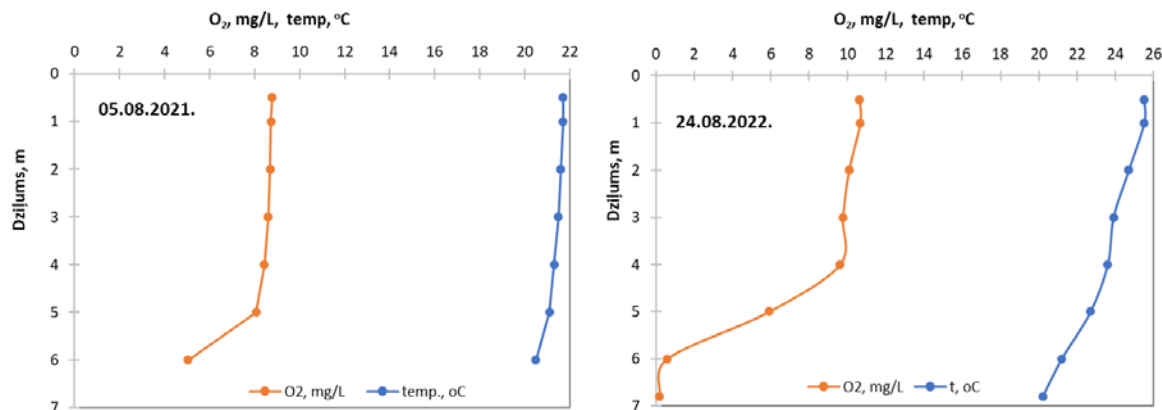
Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte, vērtējot pēc fizikālajiem un ķīmiskajiem rādītājiem, dažādos gados ir mainījusies no sliktas 2007. un 2011. gadā līdz labai 2020. gadā. Pēdējos divos gados (2021. un 2022. g.) ekoloģiskā kvalitāte bijusi vidēja paaugstinātas N_{kop} koncentrācijas dēļ (2.6.1. tab.).

2.6.1. tabula. Gada vidējās biogēno elementu koncentrācijas (mg/l), caurredzamības pēc Seki diska (m) un ekoloģiskās kvalitātes ilgtermiņa izmaiņas pēc fizikāli-ķīmiskajiem rādītājiem. Krāsu skala atbilst ŪSD lietotajai skalai.

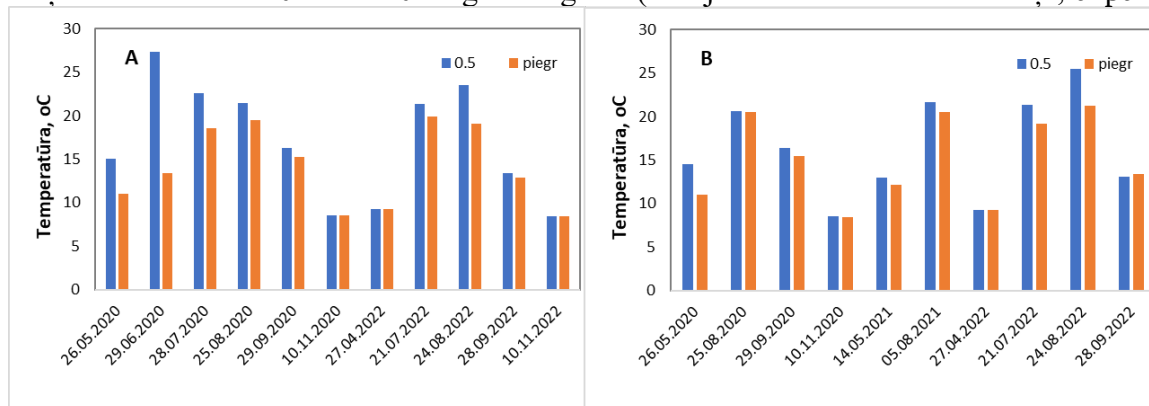
Gads	N_{kop}	P_{kop}	Seki	Fiz-ķīmija
2006	1,02	0,027	1,4	3
2007	1,30	0,039	0,9	4
2008	0,98	0,04	1,2	3
2009	0,98	0,027	1,4	3
2010	0,40	0,044	1,4	3
2011	1,03	0,038	0,6	4
2013	0,90	0,027	1,4	3
2014	0,80	0,027	1,5	3
2020	0,83	0,021	2,3	2
2021	1,04	0,021	2,1	3
2022	1,46	0,019	2,1	3

Saukas ezera dziļākajās vietās, ko reprezentē paraugu ņemšanas punkti Nr. 3 ezera DA malā (dziļums ~7 - 7,5 m) un punkts Nr. 6 ezera vidusdaļā (dziļums ~6 - 6,8 m), ar zondi tika veikti fizikāli-ķīmisko parametru mērījumi dažādos dziļumos, lai analizētu ūdens noslāņošanas vasarā. Saukas ezerā, pateicoties tā lielajai platībai, novietojumam un morfometriskajiem

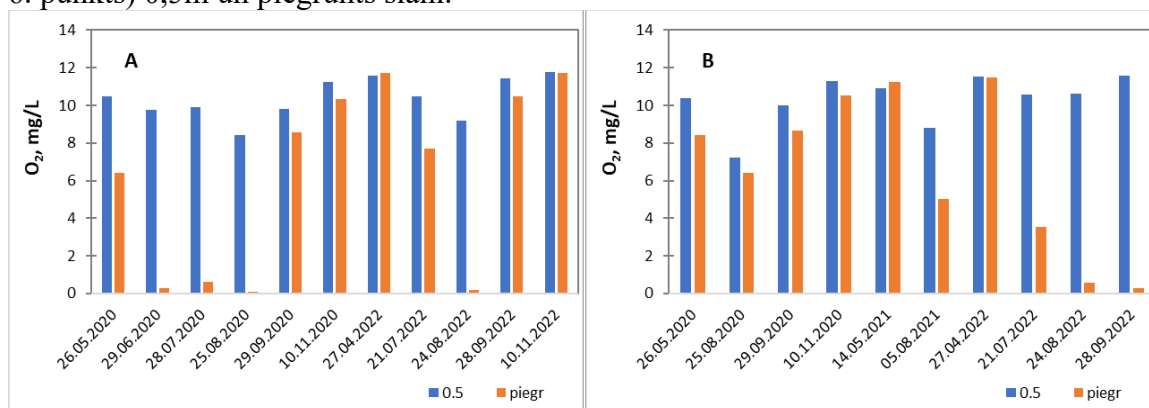
rādītājiem, vasaras sezonās nav izteikta ūdeņu termālā stratifikācija, termoklīns konstatējams dziļumā ap 5 m (2.6.1. att.). Skābekļa deficīts vasarā parādās dziļāk par 5 m (2.6.1. att. un 2.6.3. att.). 2020. gada 29. jūnijā 3. punktā konstatēta lielākā temperatūras starpība starp piegrunts slāni un 0,5 m dziļumu (attiecīgi 13,4 un 27,3° C; 2.6.2.A. att.). 2020. gada jūnijs bijis otrs siltākais novērojumu vēsturē (www.klimats.meteo.lv).



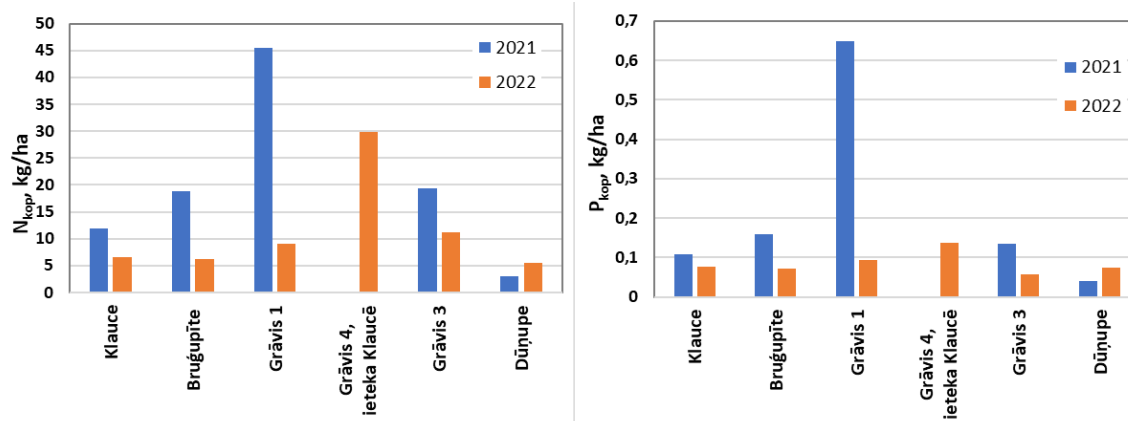
2.6.1. attēls. Temperatūras un izšķīdušā skābekļa koncentrācijas izmaiņas Saukas ezera dziļuma horizontos 2021. un 2022. gada augustā (mērījumu vieta: ezera vidusdaļa, 6. punkts).



2.6.2. attēls. Temperatūras mainība Saukas ezera dziļajās mērījumu vietās (A - 3. punkts; B - 6. punkts) 0,5m un piegrunts slānī.



2.6.3. attēls. Izšķīdušā skābekļa satura mainība Saukas ezera dziļajās mērījumu vietās (A - 3. punkts; B - 6. punkts) 0,5 m un piegrunts slānī.



2.6.4. attēls. Biogēno elementu eksports no Saukas ezera sateces baseina (kg/ha) 2020. un 2021. gadā.

Lai noteiktu vielu pieplūdi ezeram, 5 Saukas ezera pietekās tika mērīts ūdens caurplūdums un analizētas vielu koncentrācijas pietekās. Ūdens noteces modulis Saukas ezera pietekās ir no 6 līdz 18 L/sek/km² (2.6.2. tab.). Augstākā vielu iznese konstatēta no grāvja 1 (kods GWSG1) sateces baseina 2021. gadā. N_{kop} iznese bija 45,5 kg/ha, P_{kop} - 0,65, DOC iznese - 87 kg/ha un suspendēto vielu - 50 kg/ha (2.6.2. tab.). Pēc Saukas ezera pieteku apsekojuma 2021. g. maijā monitoringa programmā tika iekļauts Klaucē ietekošais grāvis Nr.4 (kods GWSKG4), jo vizuālais novērtējums liecināja, ka caur šo grāvi Klaucē un tālāk ezerā tiek novadīts piesārņojums no bijušajām Saukas ciema NAI un piegulošās teritorijas. Ņemot vērā grāvja nelielos izmērus, tā baseinā varētu demonstrēt metodes piesārņojuma slodžu samazināšanai. Analīžu rezultāti rāda, ka N_{kop} iznese no grāvja Nr. 4 ir 29,9 kg/ha jeb aptuveni 8,6 t/gadā bet P_{kop} iznese - 0,139 kg/ha jeb aptuveni 0,04 t/gadā (2.6.2. un 2.6.3. tab.).

2.6.2. tabula. Noteces modulis (M, L/sek/km²) un vielu eksports (kg/ha gadā) no Saukas ezera sateces baseina apgabaliem 2020. un 2021. gadā.

Vieta	Gads	M, L/sek/km ²	N_{kop} , kg/ha/g	N/NO_3^- , kg/ha/g	N/NH_4^+ , kg/ha/g	P_{kop} , kg/ha/g	P/PO_4^{3-} , kg/ha/g	DOC, kg/ha/g	NO_2^- , kg/ha/g	Susp.v, kg/ha/g
Klauce	2021	8	11,9	7,4	0,15	0,109	0,031	43,2	0,043	17,5
Klauce	2022	8	6,6	3,6	0,13	0,077	0,036	45,0	0,021	7,9
Bruņupīte	2021	8	18,8	12,7	0,07	0,159	0,054	34,9	0,026	48,6
Bruņupīte	2022	6	6,2	3,8	0,11	0,072	0,036	19,3	0,016	14,9
Grāvis 1	2021	18	45,5	30,4	0,73	0,649	0,401	87,4	0,113	50,1
Grāvis 1	2022	6	9,0	6,0	0,16	0,093	0,064	26,0	0,023	6,5
Grāvis 3	2021	10	19,3	13,1	0,05	0,135	0,028	44,5	0,049	93,6
Grāvis 3	2022	8	11,2	7,7	0,05	0,058	0,030	29,9	0,028	32,3
Grāvis 4, ieteka Klaucē	2022	10	29,9	21,6	0,19	0,139	0,061	25,6	0,066	13,7
Dūņupe	2021	6	3,1	1,2	0,08	0,042	0,004	21,3	0,016	5,3
Dūņupe	2022	12	5,5	1,8	0,10	0,075	0,029	43,8	0,019	13,5

2.6.3. tabula. Ūdens noteces apjoms un vielu slodzes Saukas ezera sateces baseinā 2020. un 2021. gadā.

Vieta	Gads	laukums, ha	W, tūkst. m ³ /g	N _{kop.} , kg/g	N/NO ₃ ⁻ , kg/g	N/NH ₄ ⁺ , kg/g	N/NO ₂ ⁻ , kg/g	P _{kop.} , kg/g	P/PO ₄ ³⁻ , kg/g	DOC, kg/g	Susp.v., kg/g
Klauce	2021	3776	9841	44945	27807	548	161	411	116	163210	65913
Klauce	2022	3776	9367	25103	13524	483	79	292	137	169957	29973
Bruģupīte	2021	320	855	6020	4069	22	8	51	17	11162	15562
Bruģupīte	2022	320	574	1977	1217	36	5	23	11	6179	4763
Grāvis 1	2021	327	1831	14868	9928	240	37	212	131	28557	16365
Grāvis 1	2022	327	658	2936	1976	53	8	30	21	8509	2116
Grāvis 3	2021	107	336	2064	1398	5	5	14	3	4753	9999
Grāvis 3	2022	107	276	1198	820	6	3	6	3	3199	3446
Grāvis 4, ieteka Klaučē	2022	287	937	8576	6209	55	19	40	17	7344	3939
Dūņupe	2021	7094	12931	21948	8382	532	111	295	28	151317	37475
Dūņupe	2022	7094	26906	39251	12706	732	138	529	206	310969	95918

Bīstamo un prioritāro vielu saturs rāda, ka Saukas ezera nogulumi atbilst labai ķīmiskai kvalitātei. Poliaromātisko savienojumu, C10-C13 hloralkānu, kā arī arsēna un hroma koncentrācija nogulumos ir virs metodes kvantificēšanas robežas, bet nesasniedz pusi no noteiktās pieļaujamās koncentrācijas (2.6.4. tab.).

2.6.4. tabula. Prioritāro un bīstamo vielu saturs Saukas ezera nogulumos.

Rādītājs	Robežlielums	Mērvienība	Koncentrācija	Rādītājs	Robežlielums	Mērvienība	Koncentrācija
Kadmijs	1	mg/kg		Arsēns	20	mg/kg	
Svins	100	mg/kg	<2,00	Cinks	200	mg/kg	<6
Antracēns	10	µg/kg	0,51	Hroms	100	mg/kg	
Fluorantēns	300	µg/kg	2,6	Varš	100	mg/kg	
Benz(a)pirēns	300	µg/kg	0,66	PCB138	4	µg/kg	
Benz(b)fluorantēns		µg/kg		PCB180	4	µg/kg	
Benz(g,h,i)perilēns	800	µg/kg	<1,7	PCB153	4	µg/kg	
Benz(k)fluorantēns	200	µg/kg	1,08	PCB101	4	µg/kg	<n 4
Indeno(1,2,3-cd)pirēns	600	µg/kg	2	PCB52	1	µg/kg	<n 43
BDE summa	310	µg/kg	<0,03-<0,12	PCB118	4	µg/kg	<n 37
C10-C13-Hloralkāni	998	µg/kg	82,5	PCB28	1	µg/kg	<0,5
Di(2-etilheksil)-ftalāts	10000	µg/kg	<100	Fenolu indekss		mg/kg	<0,09
Tributilalvas savienojumi	3	µg/kg	<0,3	Naftas produktu oglekļaūdeņražu indekss	100	mg/kg	<34
HCH summa		µg/kg		Aldrīns		µg/kg	
Heksahlorbenzols	16,9	µg/kg	<n 46	Dieldrīns		µg/kg	<n 51
Heksahlorbutadiēns	493	µg/kg	<n 97	Endrīns		µg/kg	<n 74
Pentahlorbenzols	400	µg/kg	<n 64	Izodrīns		µg/kg	<n 66
BTEX summa		mg/kg	<0,3	DDT summa	10	µg/kg	<0,32-<0,83

 mazāks par MDL, norādīta MDL vērtība
  mazāks par QL, norādīta QL vērtība
  lielāks par pusi no robežlieluma
  lielāks par robežlielumu

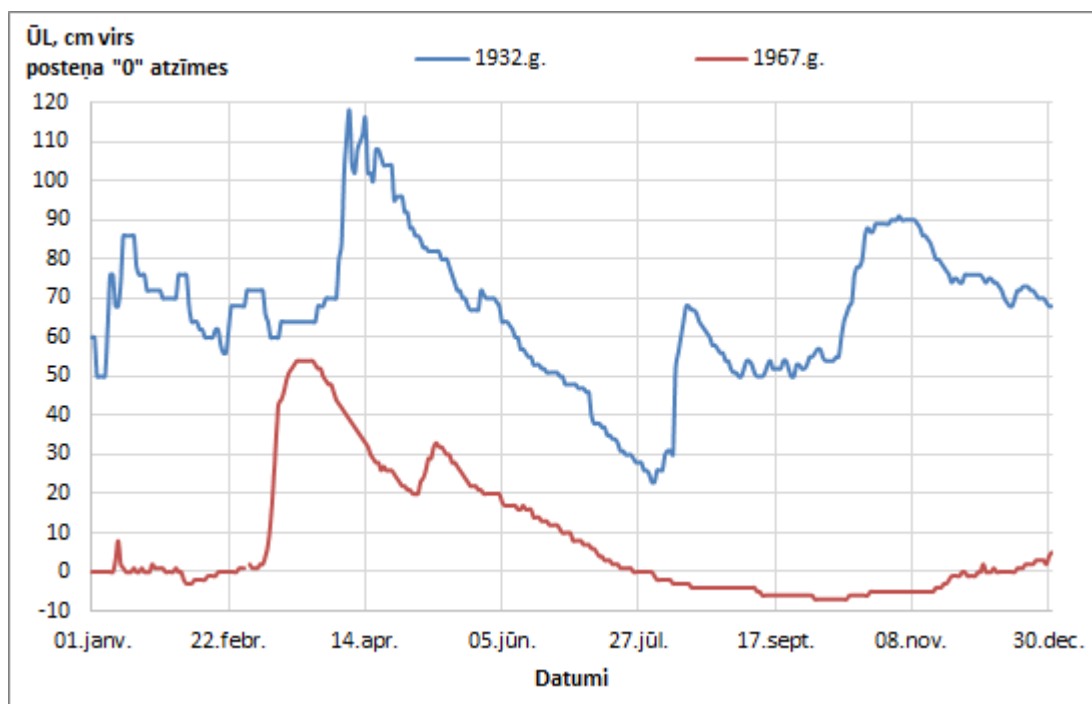
2.7. Hidromorfoloģija

Analizējot hidrometriskā posteņa “Dūņupe – Lone” diennakts novērojumu datu rindu par laika periodu no 1931. līdz 1969. gadam, tiek konstatēts, ka Dūņupei un Saukas ezeram raksturīgas četras galvenās hidroloģiskā režīma fāzes: ziemas mazūdens periods, pavasara pali, vasaras mazūdens periods, kā arī vasaras-rudens lietus plūdi atsevišķos gados.

Pavasara palu augstākie ūdens līmeņi Dūņupes augštecē un Saukas ezerā vidēji tiek novēroti marta otrajā pusē, bet vasaras zemākie līmeņi visbiežāk fiksēti augusta beigās un septembrī. Pēc hidrometriskā posteņa “Dūņupe – Lone” ilggadīgajiem novērojumu datiem, visaugstākais ūdens līmenis tika novērots 1931. gada 25. aprīlī, sasniedzot atzīmi 80,05 m Baltijas augstuma sistēmā (m BS) jeb 80,19 m Latvijas augstumu sistēmā (m LAS). Viszemākais ūdens līmenis tika reģistrēts 1939. gadā laika periodā no 27. augusta līdz 6. septembrim (78,06 m BS jeb 78,20 m LAS).

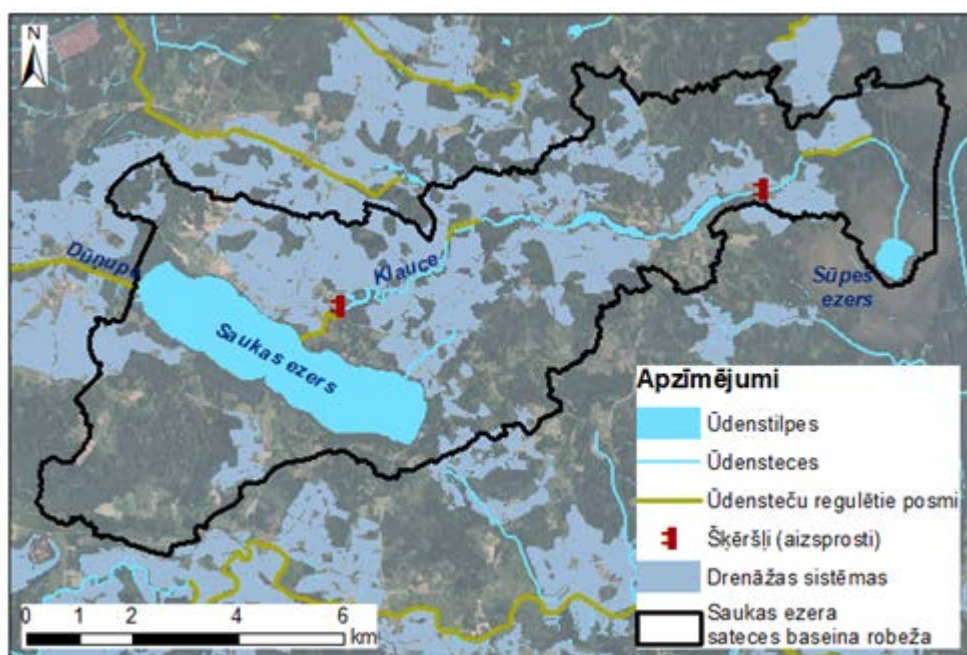
Tādējādi ilggadējā ūdens līmeņa svārstību amplitūda sasniedz 1,99 m. Tomēr vidēji ūdens līmeņa svārstības viena gada griezumā nepārsniedz 0,77 m. Turklāt 1950. gadu beigās un 1960. gados ūdens līmeņa svārstības ievērojami samazinājās pēc atkārtotajiem Dūņupes gultnes

padziļināšanas darbiem (2.7.1. att.). Pirmo reizi Dūņupes gultne tika padziļināta 1930. gados, kā rezultātā ūdens līmenis Saukas ezerā pazeminājās, kā arī spoguļvirsmas platība samazinājās par 6-7%.



2.7.1. attēls. Vēsturiskās ūdens līmeņa izmaiņas hidrometriskajā postenī “Dūņupe – Lone”: 1) 1932. g. – pirms ūdens regulēšanas darbiem un 2) 1967. g. – pēc ūdens regulēšanas darbiem.

Pēc meliorācijas kadastra informācijas sistēmas datiem, iztekošā Dūņupe ir regulēta visā garumā (14,0 km) kopš 1960. gadu sākuma. Savukārt ietekošā Klauces upe regulēta atsevišķos posmos (1979., 1981. un 1986. gados) – aptuveni 5,5 km garumā jeb 32% no kopējā garuma. Turklāt uz Klauces upes ierīkoti 2 aizsprosti (uzpludinājumi). Drenāžas sistēmas (neskaitot Saukas ezera virsmas platību) veido 28,9% no Saukas ezera sateces baseina platības (2.7.2. att.).



2.7.2. attēls. Raksturīgās hidromorfoloģiskās slodzes Saucis ezera sateces baseinā un apkārtnē.

Ņemot vērā antropogēno ietekmi uz Dūņupi un Saucis ezera sateces baseinā, kā arī pamatojoties uz gada un diennakts ūdens līmeņu datu analīzi, Saucis ezera hidroloģiskais stāvoklis ir vērtējams kā vidējs (hidroloģiskais režīms ar vidēju riska ietekmi).

Lauka apsekojuma laikā (2014. gada 16. jūlijā) visos septiņos novērojumu laukumu starpposmos gar Saucis ezera krasta līniju (attālumā līdz 50 m) tika konstatētas dzīvojamās platības, kā arī piecos no tiem – autoceļi. Tomēr vidēji šīs krasta izmantošanas slodzes nepārsniedz 5%. Ganības tika novērotas sešos no septiņiem laukumu starpposmiem, bet aramzemes – tikai divos. Kopumā cilvēka radītās Saucis ezera krasta izmantošanas slodzes sastāda $\geq 20\%$. Tomēr analizējot 2018. gada datus par zemes lietojuma veidu sadalījumu 50 m platībā Saucis ezera krastā, tiek aprēķināts, ka lauksaimniecībā izmantojamās zemes (ganības un sarežģītas kultivēšanas modelis (veids)) sasniedz 15,3%, savukārt pārējo krasta daļu (84,7%) sedz meži (platlapju mežs un pārejoši mežu apgabali/krūmi). Pludmales arī tiek novērotas kā cits krasta izmantošanas veids.

Laipas un laivu piestātnes Saucis ezera krastā un seklūdens zonā apsekojuma laikā tika reģistrētas vienu reizi, taču pamatojoties uz aktuālākajām ortofotokartēm, dabā to skaits ir krietni lielāks, it sevišķi apdzīvotu vietu un autoceļu tuvumā (līdz 15-20). Krasta nostiprināšana ar akmeņu krāvējiem ir iespējama apdzīvotu vietu jeb privātīpašumu tuvumā, kā arī pludmales ierīkošanas vietās (2.7.3. att.).



2.7.3. attēls. Publiskā peldvieta Saukas ezera dienvidaustrumu krastā, kas norobežota no privātīpašuma ar laukakmeņu krāvumu, 30.09.2011. (Foto: V. Līcīte).

Starptautiskajās aktivitātēs Saukas ezera akvatorijā tiek novēroti šādi veidi (slodzes): motorlaivu sporta aktivitātes, airu laivu aktivitātes, makšķerēšana, peldēšana, kā arī zivju murdi (tīkli).

Saukas ezera gultne pārsvarā ir smilšaina un tikai vietām to klāj neliels dūņu slānis. Vietām, galvenokārt ezera centrālajā daļā, gultni klāj 2 metrus biezs sapropeļa slānis. Arī apsekojuma laikā ezera seklūdens zonā dūņu slānis virs smilšainas minerālgrunts tika novērots tikai vienā no septiņiem laukumiem. Saukas ezera krasta erozija praktiski netiek konstatēta.

Balstoties uz 2018. gada datiem par zemes lietojuma veidiem Saukas ezera sateces baseinā, urbānās platības (pilsētas struktūras ar pārtraukumiem) sastāda 0,38%, lauksaimniecības platības – 37,73% (tostarp aramzemes – 14,75%), meži – 48,74%, purvi – 1,72%, ūdens objekti – 11,43% no kopējās baseina platības.

Morfoloģisko slodžu kvantitatīvie rādītāji ir apkopoti 2.7.1. tabulā.

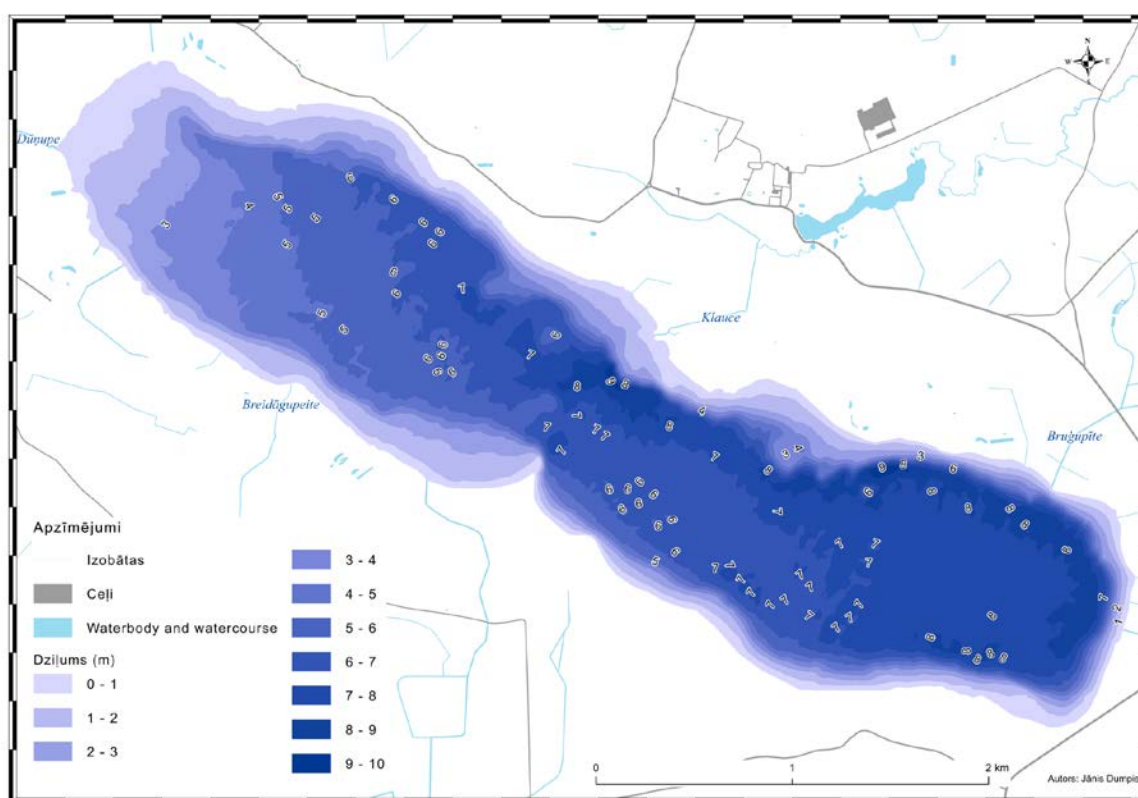
2.7.1. tabula. Morfoloģisko slodžu kvantitatīvie rādītāji Saukas ezeram un tā sateces baseinam

Morfoloģiskie kvalitātes elementi	Punkti	Slodzes radītās ietekmes raksturojums
Krasta mākslīga pārveidošana	2	Zema riska ietekme
Krasta izmantošana	2	Zema riska ietekme
Cilvēka aktivitātes ezera akvatorijā	6	Būtiska riska ietekme
Sedimentācijas apstākļi	0	Bez ievērojama riska
Slodzes sateces baseinā pēc zemes lietojuma veidiem	0	Bez ievērojama riska
Kopā	10 (no 36)	Zema riska ietekme

Kopumā morfoloģiskie pārveidojumi un slodzes Saukas ezerā, tā krastos un sateces baseinā rada zema riska ietekmi, t.i. 10 punkti no iespējamiem 36 punktiem jeb 28% liela atšķirība no references apstākļiem. Taču ņemot vērā hidroloģiskā režīma izmaiņas, Saukas ezera hidromorfoloģiskais stāvoklis atbilst vidējai (trešajai) kvalitātes klasei.

2.8. Batimetrija

Ezera kopējais virsmas laukums sasniedz 700,05 ha, lielākais dziļums 9,69 m (pret batimetriskās uzmērīšanas brīdī esošo ezera stāvokli – 103.9 m v.j.l.), vidējais dziļums ezerā sasniedz 4,77 m. Saukas ezers ir ovālas formas, ar nedaudz robotu krasta līniju. Dominē dziļuma platības ar dziļumu lielāku nekā 2 m. Ezera batimetrijā novērojama homogenitāte – nav vērojamas straujas dziļuma izmaiņas, dziļuma nogāzes ir ar lēzenu leņķi. Ezera ZR daļa ir ievērojami seklāka, novērojami nogrimuši koku celmi, savukārt ezera DA daļa ir dziļāka, ar straujāku dziļuma nogāzi, cietāku ezera gultni.



2.8.1.attēls. Saukas ezera batimetriskā karte.

2.9. Zivju barošānās

2022. gadā no ievāktajiem 348 zivju kuņģiem 129 jeb 37,07 % zivju kuņģu bija pilni, bet 219 jeb 62,93 % - tukši. 2020. gadā zivju kuņģus ievāca pavasarī, vasarā un rudenī, bet 2022. gadā – tikai rudenī.

Visbiežāk konstatētie barības objekti 2020. gadā bija - planktons, kukaiņu kāpuri Insecta un zivis, attiecīgi 192, 114 un 113 paraugos, bet visretāk – zooplanktons, strautes Plecoptera un miģeļu kāpuri Ceratopogonidae, ko attiecīgi konstatēja pa 1 paraugā katru; 2022. gadā visbiežāk konstatētie barības objekti bija zivis/zivju atliekas, detrīts un nenosakāms

zoobentoss, attiecīgi 36, 21 un 12 paraugos, savukārt visretāk – lenteņus Cestoda, vaboles Coleoptera un dēles Hirudinea, ko attiecīgi konstatēja pa 1 paraugā katru. Jāpiemin, ka 35 zivju kuņģos konstatēja nenosakāmas izcelsmes barības objektus. Citi konstatētie barības objekti 2020. gadā ievāktajos zivju kuņģos ietvēra ūdensērces Acari, Hirudinea, mazzartārpus Oligochaeta, gliemenes Bivalvia, asarus, raudas, divspārņu Diptera kāpurus, spāru Odonata kāpurus, gliemežus Gastropoda, ūdens ēzelīšus *Asellus aquaticus*, maksteņu Trichoptera kāpurus, ķīšus, blaktis Heteroptera, posmtārpus Annelida, augus, viendienīšu Ephemeroptera kāpurus, grunduļus, aļģes Algae, sēdgliemenes *Dreissena*, skudras Formicidae, vaboles Coleoptera, trīsuļodu kāpurus Chironomidae un detrītu, savukārt, 2022. gada paraugos - augus/augu atliekas, Trichoptera sp. kāpurus/mājiņas, gliemenes Bivalvia, gliemežus Gastropoda, blaktis Heteroptera, spāru Odonata sp. kāpurus un vades. No konstatētajām zivīm un to atliekām 2 paraugos izdevās noteikt asarus un 1 paraugā – ruduli; pārējos paraugos zivju sugas bija nenosakāmas.



Secinājumi

2020. gada pētījumā konstatēts daudzveidīgs fitoplanktona sastāvs (> 84 fitoplanktona sugas) un dominējošie aļģu nodalījumi bija kramalģes, kam sekoja zilaļģu un zaļaļģu nodalījumi. Ezerā netika konstatētas atsevišķas izteikti dominējošas sugas, biomasas bija zemas. Pateicoties kramalģēm, zilaļģēm un dinofitalģēm - jūlijā konstatētas augstākās fitoplanktona biomasas. Arī potenciāli toksisko zilaļģu *Microcystis* un *Anabaena* biomasa bija maza.

2021. gada fitoplanktona paraugos Saukas ezerā kopumā tika konstatētas 63 fitoplanktona sugas no astoņiem fitoplanktona nodalījumiem un biomasas bija zemas, kramalģes un zilaļģes veidoja vismaz 89 % no kopējās biomasas. 2022. gada pētījuma rezultāti atspoguļoja līdzīgu ezera trofijas stāvokli un ūdens vides ekoloģisko kvalitāti.

Gala ekoloģiskās kvalitātes indekss (EQR) visaugstākais ir ceturtajai paraugošanas stacijai (0,85) un viszemākais ir vienpadsmitai paraugošanas stacijai (0,70). Vidējais gala ekoloģiskās kvalitātes indekss (EQR) ir 0,78, kas nozīmē, ka Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc fitoplanktona sabiedrībām ir laba.

Saukas ezerā tika konstatēti 70 zooplanktona taksoni, cenožu struktūra mainījās gan sezonāli, gan telpiski. Seklūdenī vidēji kopējais organismu skaits bija nedaudz lielāks nekā atklāta ūdens daļā dziļākajās vietās, ko veidoja Rotifera un Copepoda, bet biomasa dziļākajās vietās un seklūdenī starp gadiem bija mainīga, ko veidoja Cladocera un Copepoda. Skaita un biomasas maksimumi bija novērojami pavasarī (maijā, jūnijā); vasarā (jūlijā) organismu skaits un biomasa samazinājās, augustā atkal pieauga, bet nesasniedzot vasaras sākuma lielumus, veidojot izteiktu pavasara un mazāku vasaras biomasas uzplaukuma pīķi (izņēmums bija Rotifera 2020. gadā). Biomasas pamatmasu galvenokārt veidoja airkājvēži Copepoda. Saukas ezera zooplanktona taksonu nomaņu pēc biomasas atbilst mērenās joslas ezeriem. Kā liecina literatūras dati, planktona biomasas ar divu pīķu uzplaukumu varētu liecināt par izteiktu “top down” kontroli seklos mezotrofos ezeros.

Saukas ezera zooplanktonu pārstāvēja visu līmeņu ekoloģiskās grupas. Barošanās ķēžu daudzveidība un sarežģītība ir raksturīga mezotrofiem un vāji eitrofiem ezeriem. Par Saukas ezera eitroficēšanos var liecināt tādas strukturālas izmaiņas, kā *D. cucullata* dominēšana pār *D. cristata* un *Bosmina crassicornis* dominēšana pār *Bosmina longispina*.

Makrofītu sugu sastāvs un to sastopamība Saukas ezerā liecina par labu ekoloģisko kvalitāti. Dziļums, līdz kuram sastopami iegrimušie ūdensaugi, atsevišķās transektēs sasniedz 3,2 m, kas atbilst augstai ekoloģiskajai kvalitātei. Mieturaļģu un brīvi peldošo ūdensaugu sugu sastopamība liecina par labu/vidēju ekoloģisko kvalitāti. Uz paaugstinātu barības vielu daudzumu ezerā norāda gandrīz visā ezera piekrastē nereti sastopamā iegrimusī raglape *Ceratophyllum demersum*. Turpmākajos pētījumos jāmonitorē iegrimušo un brīvi peldošo makrofītu sugu izplatība ezerā apsekotajās transektēs, kā arī plašāk ezera ZR daļā, kur konstatētas retās un aizsargājamās augu sugas.

Kopumā konstatēti >50 bentisko bezmugurkaulnieku taksoni. Lielākā bentisko bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība raksturīga piekrastē - litorāles zonā, kur heterogēnāki

un daudzveidīgāki grunts substrāti. Pēc īpatņu skaita dominējošā grupa bija trīsložu Chironomidae kāpuri, savukārt lielāko biomasas daļu veidoja mainīgā sēdgliemene *Dreissena polymorpha*. Visrepresentatīvāk ezera ekoloģisko stāvokli raksturoja 1. punktā (ezera DA galā) ievāktais paraugs un ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc 2020. gada datiem tika novērtēta kā vidēja.

Saukas ezera ekoloģiskā kvalitāte pēc fizikāli ķīmiskajiem parametriem 2021. - 2022. gadā vērtējama kā vidēja paaugstinātas $N_{kop.}$ koncentrācijas dēļ. Saukas ezerā, pateicoties tā lielajai platībai, novietojumam un morfometriskajiem rādītājiem, vasaras sezonās nav izteikta ūdeņu termālā stratifikācija, termoklīns un skābekļa deficīts vasarā konstatējams dziļumā ap 5m. Vielu pieplūde ezeram tika novērtēta piecāss Saukas ezera pietekās. Ūdens noteces modulis Saukas ezera pietekās bija no 6 līdz 18 L/sek/km². Augstākā vielu iznese konstatēta no grāvja 1 (kods GWSG1) sateces baseina 2021. gadā. $N_{kop.}$ iznese bija 45,5 kg/ha, $P_{kop.}$ - 0,65, DOC iznese - 87 kg/ha un suspendēto vielu - 50 kg/ha.

Saukas ezera hidroloģisko režīmu vēsturiski ietekmēja iztekošās Dūņupes gultnes padziļināšana 20.gadsimta 30. gados, kā arī 1960.-1961.gados. Ūdens līmeņa pazemināšanās rezultātā ezera platība samazinājās par aptuveni 6-7% no sākotnējās platības. To arī apliecina hidrometriskā posteņa "Dūņupe – Lone" ūdens līmeņa novērojumu datu analīze par laika periodu no 1931. līdz 1969. gadam.

Lauksaimniecības vajadzībām 28,9% no Saukas ezera sateces baseina platības (neņemot vērā paša ezera platību) tika meliorēti (nosusināti). Aizsprosti, kas ierīkoti uz ietekošās Kļauces upes, nerada būtisku ietekmi uz ezera ūdens režīmu.

Saukas ezera krasta pārveidojumi galvenokārt saistīti ar pludmaļu un laipu ierīkošanu, laivu piestātnēm, taču to skaits nav liels, ņemot vērā gandrīz 15 km garu krasta līniju. Apdzīvotas vietas, autoceļi un lauksaimniecībā izmantojamās zemes gar krastu sastāda 15-20% no kopējā garuma, taču būtisku ietekmi rada Saukas ezera izmantošana rekreācijas vajadzībām.

Kopumā Saukas ezers raksturojas ar nenožīmīgām morfoloģiskām slodzēm, tomēr ņemot vērā vēsturiskās ezera ūdens līmeņa izmaiņas un platības samazināšanos, hidromorfoloģiskais stāvoklis atbilst vidējai kvalitātes klasei.

Zivju uzskaitē, izmantojot hidroakustiku, traļus, velkamo vadu un elektrozveju Saukas ezerā, atklāja lielāku sugu daudzveidību piekrastē nekā atklātajos biotopos.

Piekrastes biotopu neviendabīgā rakstura un vispārējā sekluma dēļ sugu skaits šeit bija aptuveni divas reizes lielāks nekā pelaģiskajā biotopā. Strukturētajā, niedrēm aizaugušajā piekrastē elektrozvejas lomā dominējošās sugas bija raudas un vīķes.

Nestrukturētajā, atklātajā piekrastē, kurā ir pludmales, gan dienā, gan naktī dominēja raudas, asari un vīķes.

Atklātajā ūdens biotopā, kas tika apsekots ar trali, dienā dominēja asari un raudas, bet naktī dominēja raudas un plauži.

Atklātā ūdens biotopa hidroakustiskie pētījumi atklāja, ka dienas laikā vidējais daudzums un biomasa bija attiecīgi 5350 ind./ha un 62 kg/ha. Naktī gan daudzums, gan biomasa samazinājās attiecīgi līdz 390 ind./ha un 11 kg/ha. Tāda pati zivju daudzuma un biomasas pieauguma

tendence, īpaši bentiskajos biotopos dienas laikā, bija vērojama arī traļu nozvejā, taču sasniegtais daudzums un biomasa bija daudz mazāki, salīdzinot ar hidroakustiskajiem aprēķiniem. Pieredze liecina, ka traļu nozvejas daudzums un biomasa bieži tiek novērtēti par zemu salīdzinājumā ar hidroakustiskajiem aprēķiniem, īpaši dienas laikā, kad notiek zivju koncentrēšanās baros.

Dienas uzskaites laikā iegūtais atklātās daļas zivju masas aprēķins aptuveni 60 kg/ha ir reālistisks un labi atbilst nakts laikā veikto velkamo vadu biomasas aprēķiniem aptuveni 40 kg/ha. Daļa pelaģisko zivju kopas nakts laikā acīmredzot migrē uz piekrasti vai ļoti tuvu gruntij, kas ir iemesls ļoti zemajām traļa nozvejām naktī.

Kopējais zivju daudzums un biomasa visam ezeram var tikt lēsts attiecīgi aptuveni 5000 ind./ha un 50 kg/ha, kur pārsvarā dominē raudas, asari un vīķes, arī plauži un līdakas veido ievērojamu daļu no biomasas, īpaši piekrastes biotopā.

Visu metožu vienlaicīga izmantošana zivju krājuma novērtēšanai Saukas ezerā bija pamatota. Tā kā zivis galvenokārt izmanto dziļākus atklātos biotopus, vertikālā hidroakustika sniedza precīzu zivju lieluma novērtējumu, kas labi atbilst garuma sadalījumam traļu nozvejā (galvenokārt zivis, kas mazākas par 14 cm). Tralēšanas pievienotā vērtība galvenokārt bija zivju sugas sastāva noteikšanai ar hidroakustiku. Velkamā vadu metode ļāva novērtēt zivju sugu sastāvu, daudzumu un biomasu no apauguma brīvajā nestrukturētajā piekrastē, savukārt piekrastes elektrozeveja sniedza informāciju par sugu sastāvu strukturētajos, ar makrofītiem apaugušajos piekrastes biotopos, kur zveja ar velkamo vadu nebija iespējama.

Zivju paraugu ņemšana tieši pie ezera gultnes nebija iespējama, bet tieši šos dziļos bentiskos biotopus zivis izmantoja galvenokārt. Lai gan, spriežot pēc hidroakustikas ierakstiem, grunts virsma šķiet samērā gluda, tika sastapti dažī šķēršļi, tāpēc tralēšana tieši pa ezera gultni nebija iespējama.

Izmantotā literatūra

- 10200 plankton In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater (2017) Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.
- Balushkina, E. V. & G. G. Vinberg (1979). Dependences between mass and length of the body of plankton Crustacea. In Vinberg, G. G. (ed), In General Basics of Research in Aquatic Ecosystems. Nauka, Leningrad: 169–172 (Krievu val.).
- Bellinger E. G., Sigee D. C. (2010) Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators. New Delhi. John Wiley & Sons. 279 pp.
- Biedrība "Latvijas Ezeri". Latvijas ezeru datubāze. <https://www.ezeri.lv>
- Bledzki L.A., Rybak J.I. (2016) Freshwater Crustacean Zooplankton of Europe: Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to Species Identification, with Notes on Ecology, Distribution, Methods and Introduction to Data Analysis; Springer International Publishing: Cham, Switzerland; ISBN 978-3-319-29870-2.
- Derevenskaya O.Ya., Unkovskaya E.N. (2006) Food web structure of zooplankton in lakes of the Volga-Kama state nature reserve. Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. Сборник научных работ по материалам докладов на Международной конференции «Водная экология на заре XXI века», посвященной столетию со дня рождения профессора Г. Г. Винберга Товарищество научных изданий КМК, Москва, 71-81. (Krievu val.)
- Domis L.N., Elser J.J., Gsell A.S., Huszar V.L., Ibelings B.W., Jeppesen E., Kosten S., Mooij W.M., Roland F., Sommer U., Donk E.V., Winder M., Lürling M. (2013) Plankton dynamics under different climatic conditions in space and time. Freshwater Biology, 58, 463-482.
- Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums (2013) A.Auniņa red., Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Frouzová J, Kubečka J, Balk H and Frouz J (2005): Target strength of some European fish species and its dependence on fish body parameters. Fisheries Research 75: 86-96.
- 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. Hydrobiologia, 342, 151–164.
- Jersabek C. D., Leitner M. F. (2013) The Rotifer World Catalog. World Wide Web electronic publication. <http://www.rotifera.hausdernatur.at/>, piekļuve {2020-2022. gads}.
- Jůza, T., Kubečka, J. (2007): The efficiency of three fry trawls for sampling the freshwater pelagic fry community. Fisheries Research 85: 285-290.
- Jůza, T., Rakowitz, G., Draščík, V., Blabolil, P., Herzig, A., Kratochvíl, M., Muška, M., Říha, M., Sajdlová, Z., Kubečka, J. (2013): Avoidance reactions of fish in the trawl mouth opening in shallow and turbid lake at night. Fisheries Research 147, 154-160.
- Jůza, T., Sajdlová, Z., Čech, M., Draščík V., Kočvara, L., Tušer, M., Kubečka, J. 2018. Improved trawling setup for sampling pelagic juvenile fish communities in small inland waterbodies. Acta Ichthyologica et Piscatoria 48: 105-108.
- Karabin A. (1985) Pelagic zooplankton (Rotatoria + Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. II. Modifying effect of biotic agents. Ekologia Polska, 33: 617-644.
- Kloviņš D. (2021) Saukas ezera vasaras fitoplanktons. Kursa darbs. Latvijas Universitāte, Rīga: 28 lpp
- Kloviņš D. (2022) Saukas ezera fitoplanktona raksturojums. Bakalaura darbs. Latvijas Universitāte, Rīga: 47 lpp.



- Lielupes upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns un plūdu riska pārvaldības plāns 2022.-2027. gadam (2023) Rīga, papildināta redakcija, 3.1.1.a pielikums.
- LVGMC. Hidroloģiskās gadagrāmatas, 1931.-1969.g.
- Miranda L.E., Kratochvíl M., 2008: Boat electrofishing relative to anode arrangement. Transactions of the American Fisheries Society 137, 1358-1362.
- Mordukhay-Boltovskiy, F. D. (1954). Materials on the average weight of aquatic invertebrates of the Don River Basin. Problems of hydrobiology of inland waters. Proceedings of the Thematic and Problem Workshops of the Zoological Institute. Issue 2. Zoological Institute of the AS of the USSR Publ., Moscow-Leningrad: 223–241 (Krievu val.).
- Pastors A., 1987. Latvijas LPSR mazo upju rajonēšana. Rīga: Latvijas Republikas Hidrometeoroloģijas un vides kontroles pārvalde, 218 lpp. (krievu valodā).
- Phillips G., Jekabsone J., Barda I., Purina I. (2015) Report of fitting Latvian Lake Phytoplankton index selected for the evaluation of the Ecological quality of Latvian lake waterbodies to the results of the Central – Baltic Geographical intercalibration group. 13 pp.
- Plankton ecology, succession in plankton communities (1989) Sommer, U. (eds.). Springer, Berlin, Germany, 369 pp.
- Radwan S., Bielańska-Grajner I. Ejsmont-Karabin J. (2004) Wrotki (Rotifera). Fauna słodkowodna Polski. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne. Uniwersytet Łódzki. Oficyna Wydawnicza Tercja, Łódź, 447 s.
- Říha M., Kubečka J. (2022) Sampling by beach seine nets, 76-87. In: Methodology of monitoring fish communities in reservoirs and lakes. Biology Centre CAS. ISBN 978-80-86668-95-6. 110 pp.
- Říha M., Kubečka J., Mrkvička, T., Prchalová, M., Čech, M., Draštík, V., Frouzová, J., Hladík, M., Hohausová, E., Jarolím, O., Jůza, T., Kratochvíl, M., Peterka, J., Tušer, M., Vašek, M., 2008. Dependence of beach seine net efficiency on net length and diel period. Aquatic Living Resources 21, 411–418.
- Říha M., Kubečka J., Prchalová M., Mrkvička T., Čech M., Draštík V., Frouzová J., Hohausová E., Jůz, T., Kratochvíl M., Peterka J., Tušer M., Vašek M., 2011. The influence of diel period on fish assemblage in the unstructured littoral of reservoirs. Fisheries Management and Ecology 18, 339–347.
- Rowan J.S., Duck R.W., Carwardine J., Bragg O.M., Black A.R., Cutler M.E.J. (2004) Development of a technique for lake habitat survey (LHS): Phase 1. Final Report (Project WFD40), University of Dundee, 128 pp.
- Saukas ezera apsaimniekošanas plāns (Saukas ezera esošā vides stāvokļa raksturojums, ekspluatācijas kārtība, attīstība un aizsardzība). 2019. SIA „Enviroprojekts”, Rīga, 45 lpp. https://lvafa.vraa.gov.lv/faili/materiali/petijumi/2019/Saukas_ezera_apsaimniekosanas_plans.pdf
- Skuja A., Ozoliņš D. (2016) Fitting New Method—Latvian Lake Macroinvertebrate Multimetric Index (LLMMI) to Results of Central—Baltic Geographical Intercalibration Group (CB—GIG) Lake Benthic Macroinvertebrate Intercalibration; Report; Institute of Biology, University of Latvia: Salaspils, Latvia, 2016, p. 12.
- Smirnov N. N. (1996) Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. Volume 11. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 11. Coordinating editor: H. J. Dumont . SPB Academic Publishers, Amsterdam, 197 pp.
- Sommer U., Adrian R., Domis L.N., Elser J.J., Gaedke U., Ibelings B.W., Jeppesen E., Lüring M., Molinero J.C., Mooij W.M., Donk E.V., Winder, M. (2012) Beyond the Plankton



- Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 43, 429-448.
- The Copernicus Programme (2018) Corine Land Cover. Sk.01.06.2020. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>
- Utermöhl, H. (1958) Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Ver. Fuer Theor. unde Angew. Limnol., 9, 1-38.
- Wallace R.L., Snell T.W., Ricci C. (2006) Rotifera. Vol. 1: Biology, Ecology and Systematics (2nd edition). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World, Volume 23. (ed. Segers, H., Dumont, H.J.). Kenobi productions, Ghent, Belgium and Backhuys Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands, 299 pp.
- ZMNĪ. Meliorācijas kadastra informācijas sistēma. <https://www.melioracija.lv>



PIELIKUMI



1. pielikums

Hidrobioloģisko paraugu ievākšanas vietu koordinātas

Punkts	Lat	Long
Saukas_1	56.25231	25.50933
Saukas_2	56.25272	25.50883
Saukas_3	56.25344	25.50536
Saukas_4	56.26172	25.48588
Saukas_5	56.26722	25.47136
Saukas_7	56.26572	25.442638
Saukas_8	56.265916	25.44366
Saukas_6	56.266305	25.461472
Saukas_9	56.27244	25.43094
Saukas_10	56.27594	25.424305
Saukas_11	56.27538	25.42675
Saukas_12	56.277416	25.444361
Saukas_13	56.253293	25.488968
Saukas_14	56.271622	25.444336

