

VIDES RISINĀJUMU INSTITŪTS



## **Pētījuma atskaite Rāznas ezeram**

**Projekta vadītājs: Dr. biol. Matīss Žagars**

**2016**

# Saturs

<b>levads.....</b>	<b>4</b>
<b>Darbā biežāk izmantotie jēdzieni .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Rāznas ezera vispārīgs raksturojums.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Barības vielas Rāznas ezerā .....</b>	<b>12</b>
2.1. levads.....	12
2.2. Rāznas ezera ūdens hidroķīmiskā stāvokļa izmaiņas 20.gadsimtā .....	12
2.3. Barības vielas Rāznas ezerā 2016.gadā.....	13
2.3.1 Metodes .....	14
2.3.2. Barības vielu koncentrāciju telpiskās izmaiņas.....	16
2.3.3. Slāpekļis un tā sezonālās izmaiņas Rāznas ezerā.....	18
2.3.4 Fosfors un tā sezonālās izmaiņas Rāznas ezerā .....	19
2.4. Barības vielu notece no ezera sateces baseinā esošām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām	21
2.5. Secinājumi .....	23
2.6. Rekomendācijas.....	23
2.6.1 Niedru pļaušana.....	23
<b>3. Fitoplanktons .....</b>	<b>25</b>
3.1. Metodes.....	25
3.2. Rezultāti.....	26
3.3. Secinājumi.....	28
<b>4. Zooplanktons .....</b>	<b>29</b>
4.1. Vēsturiskie dati.....	29
4.2. Zooplanktona taksonu sabiedrības analīze 2016.gadā .....	30
<b>5. Zoobentoss.....</b>	<b>33</b>
5.1. Vēsturiskie dati.....	33
5.2. Zoobentosa sugu sabiedrība un biomasa Rāznas ezerā 2016.gadā .....	34
<b>6. Zivju sabiedrība .....</b>	<b>37</b>

6.1. Metodes.....	37
6.2. Kopējā situācija.....	39
<b>7. Zivsaimnieciski nozīmīgo zivju sugu populāciju raksturojums .....</b>	<b>42</b>
7.1. Asaris .....	42
7.2. Plaudis.....	43
7.3. Rauda.....	45
7.4. Repsis.....	47
7.5. Zandarts .....	48
7.6. Līdaka.....	48
<b>8. Rāznas ezera zivsaimnieciskā apsaimniekošana.....</b>	<b>48</b>
8.1. Līdzšinējā apsaimniekošana .....	48
8.2. Situācijas novērtējums un tālākā rīcība .....	49
8.3. Makšķerēšanas industrijas attīstība.....	50
<b>9. Komerčiāli nozīmīgo zivju sugu populāciju apsaimniekošana .....</b>	<b>51</b>
9.1. Zandarts .....	51
9.2. Līdaka.....	52
9.3. Zutis .....	53
9.4. Sīga .....	54
9.5. Ālants.....	54
9.6. Pārējās zivju sugas .....	55
<b>10. Rūpnieciskā zveja Rāznas ezerā .....</b>	<b>55</b>
<b>11. Satelītdatu izmantošana ezera ūdens platības izmaiņu novērtēšanai.....</b>	<b>57</b>
<b>Izmantotā literatūra .....</b>	<b>60</b>

## Ievads

Rāznas ezers ir viens no lielākajiem ezeriem Latvijā. Īpaši tam ir izveidots Rāznas nacionālais parks. Aizsargājama teritorija šajā Latgales apvidū ir izveidota, lai saglabātu Rāznas ezeru un ar to saistīto sugu un biotopu daudzveidību, teritorijas kultūrvēsturiskās un ainaviskās vērtības, kā arī lai veicinātu teritoriju nenoplicinošu saimniecisko attīstību, dabas tūrismu un ekoloģisko izglītību. Tomēr pēdējos gados tiek ziņots par novērotu pastiprinātu aļģu ziedēšanu Rāznas ezerā, kā arī tiek izteiktas bažas, ka ezeram draud aizaugšana ar ūdensaugiem. Šī darba mērķis bija noskaidrot, vai Rāznas ezerā notiek pastiprināti eutrofikācijas procesi un vai ir pamats bažām par ezera vides kvalitātes un ar to saistītā zivsaimnieciskā potenciāla pasliktināšanos. Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi uzdevumi:

- Izpētīt pieejamos vēsturiskos datus par Rāznas ezera ekosistēmu;
- Pavasara/vasaras/rudens sezonās ievākt ūdens paraugus 20 ekoloģiski un batimetriski atšķirīgās ezera vietās, lai novērtētu barības vielu daudzuma sezonālās un telpiskās izmaiņas ezerā;
- Ievākt planktonisko aļģu paraugus ekoloģiski un batimetriski atšķirīgās ezera vietās, lai raksturotu pastiprinātas eutrofikācijas indikatoru – zilaļģu – izplatību/daudzumu ezerā;
- Ievākt zooplanktona un zoobentosa paraugus ekoloģiski un batimetriski atšķirīgās ezera vietās, lai novērtētu zivju populācijas barības bāzi.
- Veikt kontrolzveju visā ezerā ar dažāda tipa tīkliem, lai novērtētu zivju populāciju ezerā un sniegtu rekomendācijas tās uzlabošanai;
- Analizēt pieejamos satelītattēlus un novērtēt sezonālas ezera platības izmaiņas, tam aizaugot ar ūdensaugiem;
- Novērtēt rekomendēto ezera vides kvalitātes uzlabošanas pasākumu ietekmi uz ezera ornitofaunu.

Tiek sniegtas vispārējas rekomendācijas novēroto ekoloģisko problēmu ierobežošanai un ūdenstilpes vides kvalitātes uzlabošanai, kā arī ezera zivju resursu apsaimniekošanai un saglabāšanai.

## Darbā biežāk izmantotie jēdzieni

**Barības vielas ezerā** – neorganiski savienojumi, ko pirmprodukcijas ražošanai izmanto fitoplanktons un ūdensaugi. Galvenie barības vielu daudzumu raksturojošie parametri ūdenstilpēs:

- Kopējā slāpekļa un kopējā fosfora daudzums rāda, cik daudz organikas – organisko vielu un fitoplanktonā iesaistīto savienojumu – ir ezera ūdenī.
- Fosfāti ir augiem un aļģēm bioloģiski vispieejamākais fosfora avots. Fosfora savienojumi ūdenstilpē dabiski rodas iežu dēdēšanas un augsnes erozijas procesā, fosfāti nonāk ūdenstilpēs arī nokrišņu veidā. Mūsdienās fosfāti ūdenstilpēs nokļūst lielākoties antropogēnas ietekmes rezultātā: ar komunālo notekūdeņu un lauksaimniecībā izmantoto minerālmēsļu noteci ūdenstilpes sateces baseinā.
- Nitrāti ir augiem un aļģēm bioloģiski vispieejamākais barības vielu avots, kas rodas, oksidējoties amonijam.
- Nitrīti ir starpstadija amonija oksidēšanā (pārveidošanā) par nitrātiem, tāpēc to daudzums saldūdeņos parasti ir neliels.
- Amonija joni ūdeņos uzreiz tiek oksidēti līdz nitrātijoniem; amonija jonu daudzuma palielināšanās ūdenstilpē var liecināt gan par dabiski paaugstinātiem organiskās vielas mineralizācijas procesiem, gan par nozīmīgu slāpekļa savienojumus saturošu piesārņojumu ūdenstilpē.

**Mineralizācija** – ūdenstilpes organisko vielu pārvēršana neorganiskās vielās. Mineralizācijas procesā tiek patērēts ūdenī izšķīdušais skābeklis. Viens no procesa galaproduktiem ir amonijs, kas parasti uzreiz tiek oksidēts augiem un aļģēm pieejamā formā. Organisko vielu pārvēršana neorganiskās vielās ūdenstilpē pastiprinās augstas ūdens temperatūras un pietiekama skābekļa daudzuma gadījumā, kā arī pietiekama organisko vielu daudzuma gadījumā – gan ūdenstilpē iepludināta antropogēnas izcelsmes piesārņojuma, gan dabiski radušās palielinātas aļģu biomasas formā.

**Eitrofikācija** – dabisks process, kura laikā notiek ūdenstilpes bagātināšanās ar barības vielām no tajā ietekošajām ūdenstilpēm, nokrišņiem, iežiem, uz kuriem ūdenstilpe atrodas. Cilvēka saimnieciskās darbības maz skartās teritorijās barības vielu koncentrācijas ūdenstilpē ir zemas un atkarīgas no augsnes īpašībām, teritorijas ģeoloģiskās uzbūves un nokrišņu daudzuma. Primārais slāpekļa avots dabiskā ūdenstilpē – zilaļģu no atmosfēras fiksētais slāpekklis. Primārais fosfora avots dabiskā ūdenstilpē – lietussūdens, ieži, kuros ezers atrodas, ietekošās ūdenstilpes.

**Antropogēnā eitrofikācija** – ūdenstilpes pastiprināta bagātināšanās ar barības vielām cilvēka darbības rezultātā. Galvenie antropogēnas eitrofikācijas cēloņi: ezeru ūdens līmeņa pazemināšanās ezeru ekspluatācijas rezultātā; ezeru piedūņošanās ar sanesēm no sateces baseina augsnes erozijas gaitā (mežu izciršana, lauksaimniecība); tieša papildināšanās ar barības vielām difūza vai punktveida piesārņojuma pieplūdes rezultātā. Antropogēnās eitrofikācijas sekas izpaužas kā pastiprināta aļģu vairošanās ūdens virskārtā; aļģu daudzuma palielināšanās rezultātā ūdens dziļākajos slāņos vairs nenokļūst gaisma.

**Aļģu ziedēšana** – pārmērīga aļģu savairošanās pastiprinātas eitrofikācijas rezultātā, kad aļģēm ir optimāli gaismas, temperatūras un barības vielu pieejamības apstākļi. Latvijas ūdenstilpēs aļģu ziedēšanas laikā parasti savairojas zilaļģes – planktoniskās aļģes, kas spēj piesaistīt atmosfēras slāpekli un izmantot to pirmprodukcijas ražošanā, tādā veidā nodrošinot savam dzīves ciklam labākus apstākļus nekā citām planktoniskajām aļģēm.

**Aļģu sugu sastāva izlīdzinātība** – skaitliska vērtība amplitūdā 0-1, kas raksturo, vai ūdenstilpes planktonisko aļģu sabiedrībā ir izteikta kādas grupas dominance. Jo vērtība tuvāka nullei, jo lielāka kāda taksona dominance. Indekss tiek aprēķināts, lai kopā ar ūdenstilpē konstatēto taksonu skaitu novērtētu, vai ūdenstilpē ir “veselīga” aļģu sugu sabiedrība, kas veic fotosintēzi, tādā veidā nodrošinot ūdens organismus ar skābekli, kā arī lai novērtētu zooplanktona un citu planktonēdāju organismu barības bāzi. Šajā darbā izmantots modificēts Pielou (1966) indekss, kas aprēķinās izmanto faktisko ūdenstilpē konstatēto sugu daudzveidību un konkrētā ūdenstilpes tipā teorētiski iespējamo maksimālo planktonisko aļģu sugu daudzveidību.

***Gloetrichia echinulata*** – akinētu klases pavedienuveida zilaļģu suga, kam raksturīgs īpatnējs dzīves cikls. Tā sākumā zilaļģu sākumstadija – akinēti – uzņem bioloģiski neaktīvos fosfora savienojumus no nogulsniem ūdenstilpes dibenā. Paaugstinoties ūdenstilpes ūdens temperatūrai un palielinoties gaismas perioda ilgumam diennaktī, zilaļģu šūnās izveidojas gāzu pūslīši, kas paceļ aļģu šūnu sakopojumus ūdens virskārtā (epilimnijā). Tur, saules gaismai vēl vairāk sasildot ūdeni, *Gloetrichia echinulata* pavedieni turpina vairoties, veidojot ar neapbruņotu aci saskatāmas lodveida kolonijas, kas dzīves ciklā patērē nogulumos uzņemto fosforu, bet nepatērē ūdenī esošos fosfora savienojumus. Zilaļģu kolonijas izdala ūdenstilpes nogulumos uzņemto fosforu ūdenī, tādā veidā papildinot citām planktoniskajām aļģēm pieejamo barības vielu daudzumu. Rudenī zilaļģu pavedieni izveido pārziemojošo stadiju (sporas), kas nogrimst un pārziemo sedimentu slānī ūdenstilpes dibenā. Līdz šim nav precīzi noskaidroti iemesli

šīs zilaļģu sugas parādīšanās periodiskumam ūdenstilpēs. Pierādīts, ka *Gloeotrichia echinulata* ir potenciāli toksiskas dzīvīem organismiem, tomēr aļģu toksicitātes ietekmes izpausmes dažādos dzīvos organismos līdz šim nav padziļināti pētītas.

**Litorāle** - ūdenstilpes piekrastes daļa, kur sastopami ūdensaugi, tie nosaka arī ekoloģiskos procesus šajā ūdenstilpes daļā. Ūdens augu sastopamība un līdz ar to litorāles platība atkarīga no ūdenstilpes dziļuma un zemūdens krasta nogāzes slīpuma, kā arī no ūdens caurredzamības, kas nodrošina ūdensaugiem nepieciešamos gaismas apstākļus.

**Pelāģiāle** – ūdenstilpes atklātā daļa, kurā nav sastopami ūdensaugi, raksturīgs lielāks ūdenstilpes dziļums nekā litorālē.

**Sugu sabiedrība** – konkrētās organismu grupas kopums kādā teritorijā (piemēram, ūdensaugu sabiedrība, zooplanktona sabiedrība u.c.)

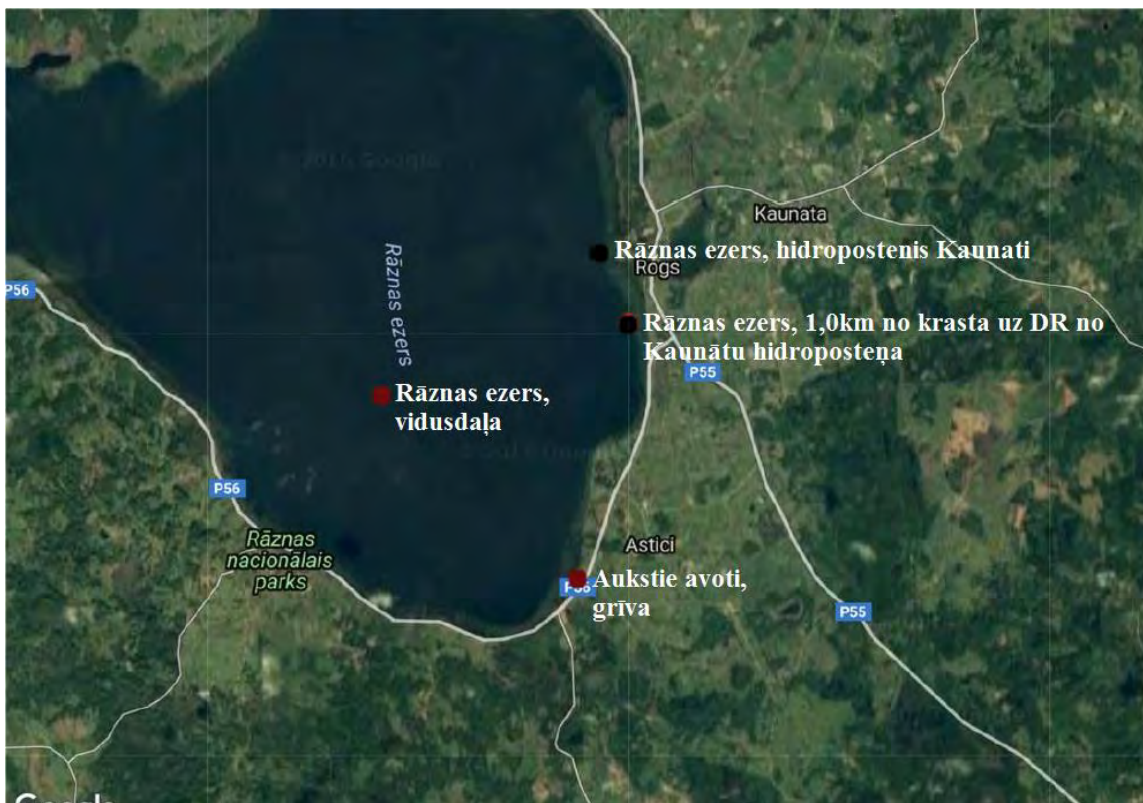




laikā (Daugavas upju baseina apgabala apsaimniekošanas plāns 2016). Pavasara palu laikā pie augsta ūdens līmeņa ir iespējama pārtece uz Kazupi, Maltas pieteku, arī caur Zosnas ezeru, kas atrodas vienādā līmenī ar Rāznas ezeru. Kopš 1949.gada Rāznas ezeram tiek mākslīgi regulēts ūdens līmenis. Maksimālais pieļaujamais ezera ūdens līmenis ir 164,0m, normālais 163,8m, minimālais 163,4m (Rāznas ezera ekspluatācijas noteikumi 2012).

Saskaņā ar Civillikuma I pielikumu Rāznas ezers pieskaitāms publiskiem ūdeņiem. Saskaņā ar Aizsargjoslu likuma 7.pantu Rāznas ezera aizsargjoslas platums ir ne mazāk kā 500 metru. Saskaņā ar Zvejniecības likumu ap ezeru ir noteikta 10 metrus plata tauvas josla, ko zvejnieki un makšķernieki drīkst izmantot, pārvietojoties gar ezera krastu, bet citām ar zvejniecību saistītām vajadzībām to drīkst izmantot tikai pēc saskaņošanas ar zemes īpašnieku.

Rāznas ezers ir viens no retajiem ezeriem, kuros ezera organismu sabiedrību pētījumi veikti jau 20.gadsimta piecdesmitajos gados. Lielākoties pētījumi veikti saistībā ar Rāznas ezera zivsaimnieciskās produktivitātes noteikšanu un palielināšanu: zooplanktona un zoobentosa sugu sabiedrību un dinamikas pētījumi pētījumi, zivju barošanās paradumi ezerā, ūdens ķīmiskā sastāva pētījumi iespējamai sīgu introdukcijai ezerā, kā arī ūdensaugu joslas sastāvs un tā izmaiņas dažādās ezera vietās. Ikgadēji ūdens ķīmiskā sastāva dati ievākti, sākot no 1974.gada, kad ezerā iekārtota LVĢMC hidroloģisko paraugu ievākšanas stacija “Rāznas ezers, 1.0 km no krasta uz DR no Kaunātu hidroposteņa, 0 horizonts”. Tajā ievākti ūdens ķīmiskā sastāva, kā arī hidroloģiskie dati – ūdens līmenis, tā izmaiņas utt. 1980.gadā atklāta hidroloģiskā stacija “Rāznas ezers, hidropostenis Kaunati”, kurā tika ievākti tie paši dati, kas 1974.gadā atklātajā stacijā. 2004.gadā atklāta LVĢMC paraugu ievākšanas stacija “Rāznas ezers, vidusdaļa”, kurā, saskaņā ar LVĢMC publiski pieejamo informāciju, līdz pat mūsdienām tiek ievākti ūdenstilpes ķīmiskie un bioloģiskie dati, t.sk. fitoplanktona un zoobentosa dati. 2007.gadā atklāta stacija “Aukstie avoti, grīva”, kurā tiek ievākti zoobentosa dati. Jāuzsver, ka LVĢMC stacijas atrodas tikai ezera austrumu/dienvidaustrumu daļā, tādējādi netiek ievākti bioloģiskie dati ezera līčos un vietās ar dažādu dziļumu un grunts sibstrātu, kā arī ūdens ķīmiskie dati, kas reprezentētu situāciju visā ezerā. Piedevām dati Rāznas ezerā tiek ievākti neregulāri, kas atspoguļojas arī grafikos, kas attēlo barības vielu daudzuma izmaiņas ezerā (sk.sadaļu “Barības vielas Rāznas ezerā”).



2.attēls. LVĢMC iekārtotās paraugu ievākšanas vietas Rāznas ezerā (karte no LVĢMC).

Lai sekmētu virszemes un pazemes ūdeņu aizsardzību un to kvalitātes uzlabošanu Eiropas Savienībā, 2000.gadā tika pieņemta Ūdens struktūrdirektīva - Eiropas parlamenta un Padomes 2000.gada 23.oktobra direktīva 2000/60/EK, kas nosaka struktūru Eiropas kopienas rīcībai ūdeņu aizsardzības politikas jomā. Latvija Ūdens struktūrdirektīvas prasības pārņēma Ūdens apsaimniekošanas likumā un tam pakārtotajos Ministru Kabineta noteikumos. Saskaņā ar Ūdens struktūrdirektīvas rekomendācijām Rāznas ezers ir klasificēts kā L5 tipa ezers – Sekls dzidrūdēns ezers ar augstu ūdens cietību, un vides kvalitāte tajā tiek piemērota 1.tabulā redzamajiem rādītājiem.

1.tabula. Parametri un to robežvērtības 5.tipa ezera vides kvalitātes noteikšanai.

<b>5.tips. Sekls dzidrūdēns ezers ar augstu cietību</b>					
	Augsta	Laba	Vidēja	Slikta	Ļoti slikta
Pkop, mg/L	<0,02	0,02-0,045	0,045-0,07	0,07-0,095	>0,095
Nkop, mg/L	<0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	>2
Hlorofils, µg/L	<7	7,0-15,0	15-30	30-50	>50
Sekki, m	>4	4,0-2,0	2,0-1,0	1,0-0,5	<0,5
Fitoplanktons, mg/L	<0,5	0,5-1,5	1,5-5	5,0-10,0	>10

Saskaņā ar 2002. gada 12. marta MK noteikumu Nr. 118 „Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” 2. pielikumu, Rāznas ezers ir iekļauts prioritārajos lašveidīgo zivju ūdeņos, tādējādi uz Rāznas ezeru attiecināmi MK noteikumu 3.

pielikumā dotie ūdens kvalitātes normatīvi. Prioritārajos zivju ūdeņos ir jānodrošina ūdens aizsardzība un ūdens kvalitātes uzlabošanās, lai nodrošinātu lašu, taimiņu, straute foreļu, alatu, sīgu, karpu, līdaku, asaru un zušu populācijām labvēlīgus dzīves apstākļus. 2.tabulā doti MK noteikumos nr. 118 noteikti prioritāro zivju ūdeņu mērķlielumi.

2.tabula. MK noteikumos nr.118 noteiktie prioritāro zivju ūdeņu mērķlielumi

<b>Rādītājs</b>	<b>Lašveidīgo zivju ūdeņi</b>	<b>Karpveidīgo zivju ūdeņi</b>
Amonija joni (NH <sub>4</sub> ) <sup>-</sup> , mg/L	≤0,03	≤0,16
Amonija slāpeklis (N/NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , mg/L	≤0,023	≤0,12
Izšķīdušais skābeklis, mg/L O <sub>2</sub>	50%paraugu ≥9 100%paraugu ≥7	50%paraugu ≥8 100%paraugu ≥5
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP <sub>5</sub> ), mg/L O <sub>2</sub>	≤2	≤4
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg/L P	≤0,065	≤0,1
Nitrīti joni (NO <sub>2</sub> ) <sup>-</sup>	≤0,01	≤0,03
Nitrītu slāpeklis (N/NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> , mg/L	≤0,003	≤0,009
Suspendētās vielas, mg/L	≤25	≤0,025
Varš mg/L Cu	≤0,04	≤0,004

## 2. Barības vielas Rāznas ezerā

### 2.1. Ievads

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

### 2.2. Rāznas ezera ūdens hidroķīmiskā stāvokļa izmaiņas 20.gadsimtā

Rāznas ezers ir to nedaudzo ezeru skaitā, kas tika pētīts vēl 20.gadsimta piecdesmitajos/sešdesmitajos gados. Pēc hidroķīmiskajiem rādītājiem ezers ieskaitīts augstieņu ezeru grupā. Tiem raksturīgs neliels organisko vielu daudzums ūdenī, zema mineralizācijas pakāpe un dzidrs ūdens. Rāznas ezera ūdens krāsa 1953. gada vasarā bijusi gaiši zaļa, caurredzamība centrālajā daļā 4,5 m. Nitrātu slāpekļis atrasts vienīgi Dukstigala līča ūdeņos (0,9 mg/l), bet pārējās paraugu ņemšanas vietās (centrālā daļa, ziemeļu, austrumu, dienvidu un rietumu piekrastēs) netika konstatēts. Arī fosfors necīgā daudzumā (0,001 mg/l) konstatēts tikai vienā paraugu ņemšanas vietā – ezera centrālajā daļā 12 m dziļumā. Iespējams, ka vasaras periodā visas barības vielas ūdenstilpē bijušas ieslēgtas fitoplanktona biomasā un ūdensaugos. Secināms, ka ezera ūdenī 20.gadsimta piecdesmitajos gados bija ļoti zemas barības vielu koncentrācijas.

1974.gadā Rāznas ezera austrumu daļā tika iekārtotas pastāvīgas paraugu ievākšanas stacijas (sk.sadaļu “Rāznas ezera vispārējs raksturojums”), tomēr dati tajās ievākti neregulāri, dažbrīd analizējot ūdens ķīmiskā sastāva datus tikai vienreiz gadā, turklāt ne vienmēr noteikts galveno barības vielu daudzums ezerā. No pieejamiem datiem var secināt, ka Rāznas ezerā 20.gadsimta 70. un 80.gados nitrātu slāpekļa, nitrātu slāpekļa, amonija slāpekļa un fosfātu fosfora vērtībām raksturīgas sezonālas svārstības; visaugstākais brīvo slāpekļa un fosfora jonu daudzums parasti konstatēts ziemas sezonā. Visticamāk, vasaras sezonā slāpekļa un fosfora savienojumi ir ieslēgti fitoplanktona un ūdensaugu masā, kas izskaidro zemo brīvo slāpekļa un fosfora jonu daudzumu ūdenī. Neatkarīgi Rāznas ezera hidroķīmiskie pētījumi atsākās deviņdesmito gadu sākumā. Pētījuma autori atzīmē Rāznas ezera mineralizācijas procesu pakāpes paaugstināšanos.

1989. gadā nitrātu joni ir konstatēti tikai Dukstigala līcī (0,13 mg/l). 1990.gadā nitrātu joni atkal konstatēti tikai vienā vietā – ezera dienvidu piekrastē pie Lipušku ciema (0,11 mg/l). Toties amonija slāpekļis (NH<sub>4</sub>) un fosfātu fosfors ir konstatēts pilnīgi visās paraugu ievākšanas vietās. Šo vielu koncentrācija paraugos no dažādām vietām nepārsniedz: amonija slāpeklim - 0,04 mg/l un fosfātu fosforam - 0,01 mg/l. 1991. gadā konstatēta līdz šim augstākā fosfātjonu koncentrācija ezerā, kas svārstījās no 0,01 mg/l Zosnas līcī līdz 0,08 mg/l pie Lipuškiem. Konstatēts arī nitrātjonu daudzuma pieaugums ezera ūdenī. Vislielākais tas atkal bija Dukstigala līcī – 0,56 mg/l un pie Lipušku ciema – 0,11 mg/l. Kā nepārprotami piesārņojuma avoti Dukstigala līcī tika norādītas Dukstigala un Rošču fermas. Tomēr kopumā pēc hidroķīmiskajiem rādītājiem Rāzns ezers 1990. gada vasarā novērtēts kā ļoti tīrs, bet ziemas periodā (1991. gada marts) dažas vietas novērtētas kā “nenozīmīgi piesārņotas”; jāuzsver, ka pētnieki nav ņēmuši vērā iespējamās barības vielu ieslēgumus fitoplanktona un ūdensaugu biomasā. Astoņdesmito gadu beigās/deviņdesmito gadu sākumā LVĢMC sāka reģistrēt arī kopējā fosfora/kopējā slāpekļa daudzumu ezerā. Sākotnēji desmitgažu mijā ezerā konstatēts palielināts kopējā slāpekļa un kopējā fosfora daudzums; tas, visticamāk, saistīts ar ezera sateces baseinā esošo padomju saimniecību radītā piesārņojuma iepludināšanu ezerā. Deviņdesmitajos gados un 21.gadsima sākumā kopējā fosfora un kopējā slāpekļa daudzums samazinājās, ik pa laikam konstatēts paaugstināts barības vielu daudzums, kas varētu būt saistīts gan ar ezera nogulumos esošo barības vielu resuspensiju ezera ūdenī, gan palielinātu fitoplanktona biomasu.

### **2.3. Barības vielas Rāzns ezerā 2016.gadā**

Barības vielas Rāzns ezerā nokļūst no ezera sateces baseina lauksaimnieciskās darbības rezultātā (barības vielas no lauksaimniecības zemēm tiek ieskalotas meliorācijas grāvjos un citās ūdenstecēs, kas barības vielas aiznes uz ezeru), kā arī dabiskā ceļā no mežu zemēm un nokrišņiem. Daugavas baseina apsaimniekošanas plānā (2003) aprēķināts, ka gadā Rāzns ezerā kopumā nonāk aptuveni 147 tonnas kopējā slāpekļa un 3,8 tonnas kopējā fosfora; nozīmīgākie barības vielu avoti avoti – lauksaimniecība (54 tonnas N; 1,6 tonnas P), nokrišņi (63 tonnas N; 0,5 tonnas P), notece no mežiem (27 tonnas N; 0,8 tonnas P). Salīdzinājumam Salacas upes baseinā, kas ir 11 reizes lielāka teritorija par Rāzns ezera sateces baseinu, kopumā ūdenstilpēs 2004.gadā nonāca 2672 tonnas (18 reizes vairāk) kopējā slāpekļa un 77 (20 reizes vairāk) tonnas kopējā fosfora (Salacas upes baseina apsaimniekošanas plāns 2006). Pēdējos gados nav aprēķināts, cik

liels kopējā slāpekļa un fosfora daudzums nonāk Rāznas ezerā no visa ezera sateces baseina. Rāznas ezerā izgulsnējas 60 – 70% no tajā nonākušā kopējā slāpekļa un fosfora (Daugavas upju baseina apsaimniekošanas plāns, 2003). Papildus ieplūdēm no lauksaimnieciskās darbības, mežiem un nokrišņiem, daļu barības vielu pienes ezera nogulumos esošo slāpekļa un fosfora savienojumu nokļūšana atpakaļ ūdenī caur nogulumu uzduļķošanu. 2016.gadā veiktā pētījuma ietvaros tika noteikta slāpekļa un fosfora daudzuma izmaiņu sezonālitate Rāznas ezerā, kas pastarpināti raksturotu arī barības vielu noteci no ezera sateces baseina.

### 2.3.1 Metodes

2016.gadā trīs reizes sezonā (maijā, augustā, septembrī) Rāznas ezerā 20 stacijās tika ievākti ūdens paraugi hidroķīmiskai analīzei. Tā kā ezerā ir vairāki liči, ietekošās ūdensteces un iespējamie piesārņotāji, stacijas tika izvietotas pa visu ezeru, iekļaujot tajā ietekošo ūdensteču grīvas, ezera piekrasti pie potenciāliem piesārņotājiem (viesu namiem, apdzīvotām vietām u.c.), kā arī atklātā ezerā (3.attēls). Tika prognozēts, ka atklātā ezerā barības vielu daudzums būs zemāks nekā pie ūdenstilpju grīvām, kur barības vielas ienestas no ezera sateces baseina, vai iespējamiem piesārņotājiem. Ja ūdens paraugā netika konstatēts nozīmīgs kopējā slāpekļa un fosfora daudzuma palielinājums (nr. 4, 8, 9, 12), vai arī paraugu ņemšanas vieta bija stipri aizaugusi ar ūdensaugiem (nr. 1, 5, 11) vai pārpurvojusies vasaras periodā, paraugu ievākšanas stacija tika pārcelta uz citu vietu, kas raksturotu telpiskās izmaiņas kopējā slāpekļa un fosfora daudzumā Rāznas ezerā. Staciju saraksts un parametri redzami 3.tabulā. Tika iegūti dati par 2016.gada pavasara-vasaras-rudens sezonas kopējā slāpekļa un kopējā fosfora daudzumu, kā arī dati par nitrītu slāpekļa, nitrātu slāpekļa un fosfātu fosfora daudzumu. Grafikos Rāznas ezera 2016.gadā iegūtās slāpekļa un fosfora vērtības pielīdzinātas LVĢMC stacijas “Rāznas ezers, vidusdaļa” vasaras vidējām vērtībām; pirms 2004.gada aprēķināta vidējā vasaras vērtība slāpekļa un fosfora datiem no stacijām “Rāznas ezers, hidropostenis pie Kaunatiem” un “Rāznas ezers, 1,0 km no krasta uz DR no Kaunatu hidroposteņa”. Grafikos, kas attēlo kopējā slāpekļa, kopējā fosfora, kā arī nitrītu slāpekļa, nitrātu slāpekļa, amonija slāpekļa un fosfātu fosfora sezonālās izmaiņas, izmantoti LVĢMC stacijas “Rāznas ezers, vidusdaļa” dati, kā arī 2016.gada pavasara-vasaras sezonā ievāktie dati.

3.tabula. Paraugu ievākšanas vietas Rāznas ezerā.

Stacija	X	Y	Apraksts	Piezīmes
1	56.3483345	27.3925520	Purvaina vieta	Paraugš ievākts tikai pavasarī
2	56.3443701	27.3519380	Ietekošs strauts	Paraugš ievākts 4 reizes gadā
3	56.3367949	27.3434880	Zosnas upes izteka	Paraugš ievākts 4 reizes gadā
4	56.3360912	27.3578636	Zosnas līcis, pie kormorānu apdzīvotās salas	Paraugš ievākts tikai pavasarī
5	56.2931297	27.4356560	Pie Lipuškiem	Paraugš ievākts tikai pavasarī
5a	56.2835072	27.4608984	Ietekošs strauts lejpus Lipuškiem	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
6	56.2875200	27.4965970	Auksto avotu grīva	Paraugš ievākts tikai pavasarī
7	56.3082734	27.4677636	Ezera vidus	Paraugš ievākts 4 reizes gadā
8	56.3263854	27.5138271	Rēzeknes upes izteka	Paraugš ievākts tikai pavasarī
9	56.3541355	27.4911192	Pie viesu nama	Paraugš ievākts tikai pavasarī
9a	56.3402931	27.4823769	Ezera vidusdaļa	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
10	56.3577754	27.4365344	Sašaurinājums pie Dukstigala līča	Paraugš ievākts 4 reizes gadā
11	56.3783346	27.4330560	Dukstigala līcis pie P55 ceļa	Paraugš ievākts tikai pavasarī
11a	56.3758876	27.4183877	Dukstigala līča vidusdaļa	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
12	56.3569099	27.4220109	Dukstigala līča vidusdaļa pie viesu nama	Paraugš ievākts tikai pavasarī
13	56.3801280	27.4292359	Dukstigala līcis pie P55 ceļa, ietekošs grāvis	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
14	56.3790726	27.4329327	Dukstigala līcis pie P55 ceļa, ietekošs grāvis	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
15	56.2967781	27.4541277	Ezera vidusdaļa iepretim Lipuškiem	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
16	56.3384306	27.3667312	Zosnas līcis	Paraugi ievākti vasarā un rudenī
17	56.3239176	27.3881785	Ietekošs strauts	Paraugi ievākti vasarā un rudenī



4.attēls. Paraugu ievākšanas vietas Rāznas ezerā 2016.gadā.

### 2.3.2. Barības vielu koncentrāciju telpiskās izmaiņas

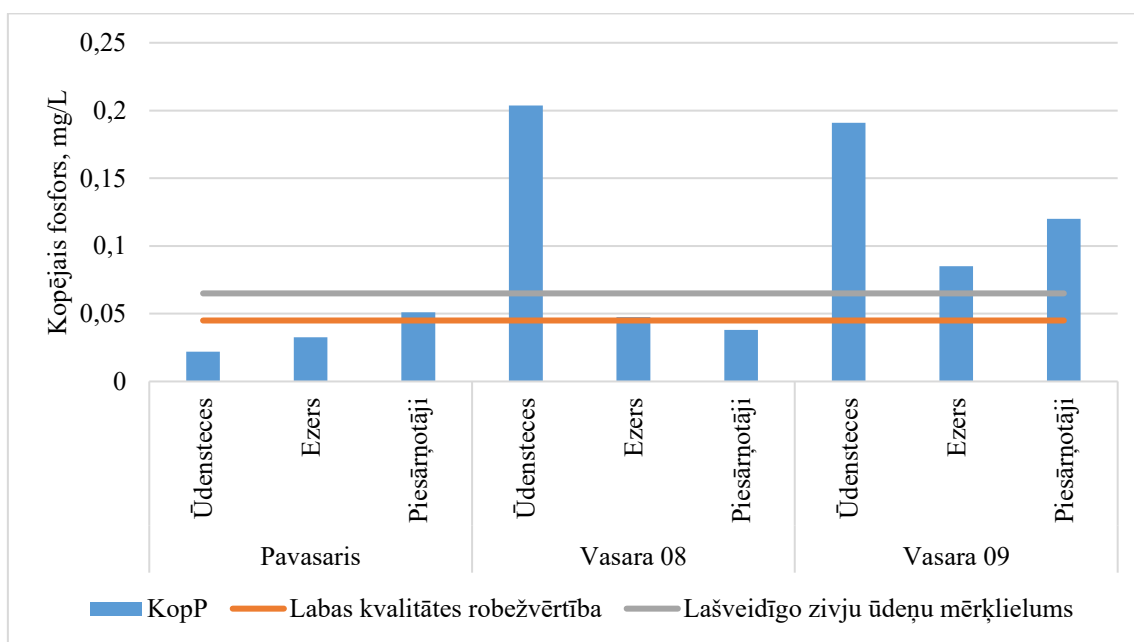
Rāznas ezeram 2016.gada pavasara-vasaras sezonā raksturīgas ievērojamas barības vielu daudzuma telpiskās izmaiņas. Pavasara beigās (maijā) ezeram raksturīgs zems kopējā fosfora un kopējā slāpekļa daudzums; vienīgi pie potenciāliem piesārņojuma iepludinātājiem (viesu namiem, ciematiem u.c.) konstatēts salīdzinoši lielāks kopējā fosfora un kopējā slāpekļa daudzums, kas tomēr nepārsniedz rekomendētās labas vides kvalitātes robežvērtības (4., 5. attēls). Zemais ezerā ietekošās ūdenstecēs konstatētais barības vielu daudzums skaidrojams ar to, ka beidzies sniega kušanas un palu periods, kas parasti ezerā ienes lielu daļu barības vielu no ezera sateces baseina; maijā ūdensteču ienestās barības vielas jau ir izkliedētas pa ezeru.

2016.gada augustā konstatēts vairākas reizes palielinājies kopējā fosfora un slāpekļa daudzums pie sateces baseina ūdensteču grīvām (4., 5. attēls). Tas, visticamāk, skaidrojams ar notekūdeņu ieplūdi ezerā no ezera sateces baseinā esošām apdzīvotām vietām un samazināto vēja ietekmi – barības vielas netiek izkliedētas pa visu ezeru. Nenožīmīgs organiskā slāpekļa un fosfora daudzuma pieaugums konstatēts ezera

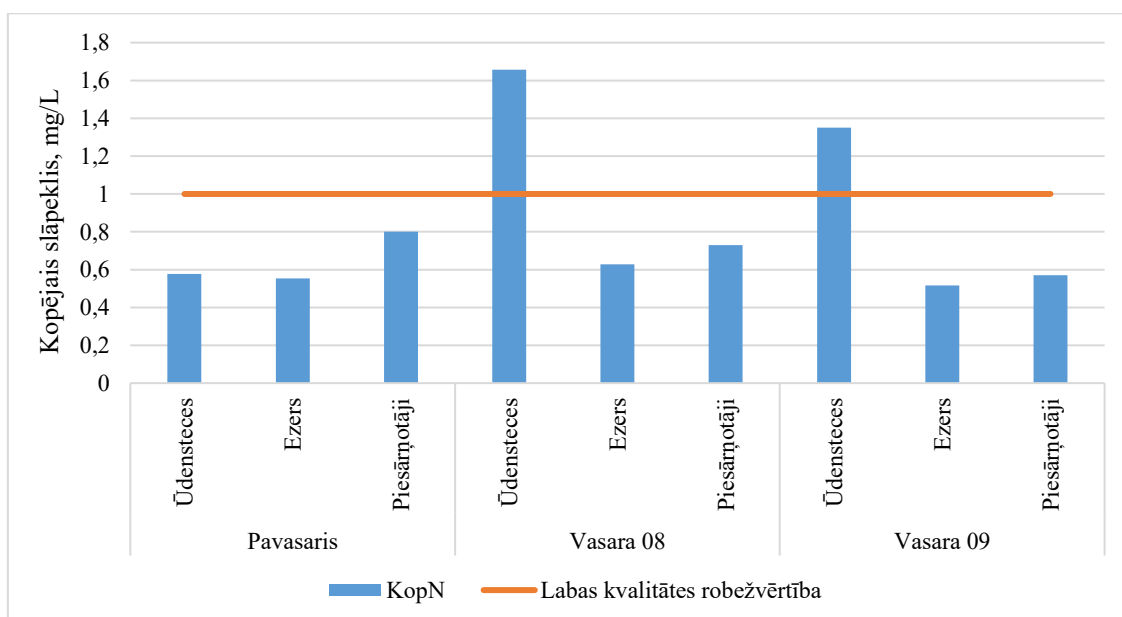


vidusdaļā, kas skaidrojams ar fitoplanktona biomasas sezonālo dinamiku – vasaras mēnešos planktonisko aļģu biomasai, kurā ieslēgts slāpeklis un fosfors organisko vielu formā, ir tendence pieaugt (sk. sadaļu “Fitoplanktons”).

Savukārt septembra sākumā konstatēts paaugstināts fosfora daudzums visā ezerā (4.attēls). Iespējams, tas skaidrojams ar zilaļģu *Gloeotrichia echinulata* koloniju klātbūtni ezerā 2016.gadā. Šī zilaļģu suga fiksē ezera nogulumos esošo fosforu un, paceļoties līdz ezera virsējam ūdens slānim, atbrīvo uzņemto fosforu ūdenstilpē. Paaugstināts slāpekļa daudzums septembra sākumā konstatēts tikai pie ezerā ietekošo ūdensteču grīvām (5.attēls), kas skaidrojams ar papildu barības vielu ieplūdi no lauksaimnieciskās darbības un notekūdeņiem.



4.attēls. Kopējā fosfora daudzums Rāznas ezerā 2016.gadā.

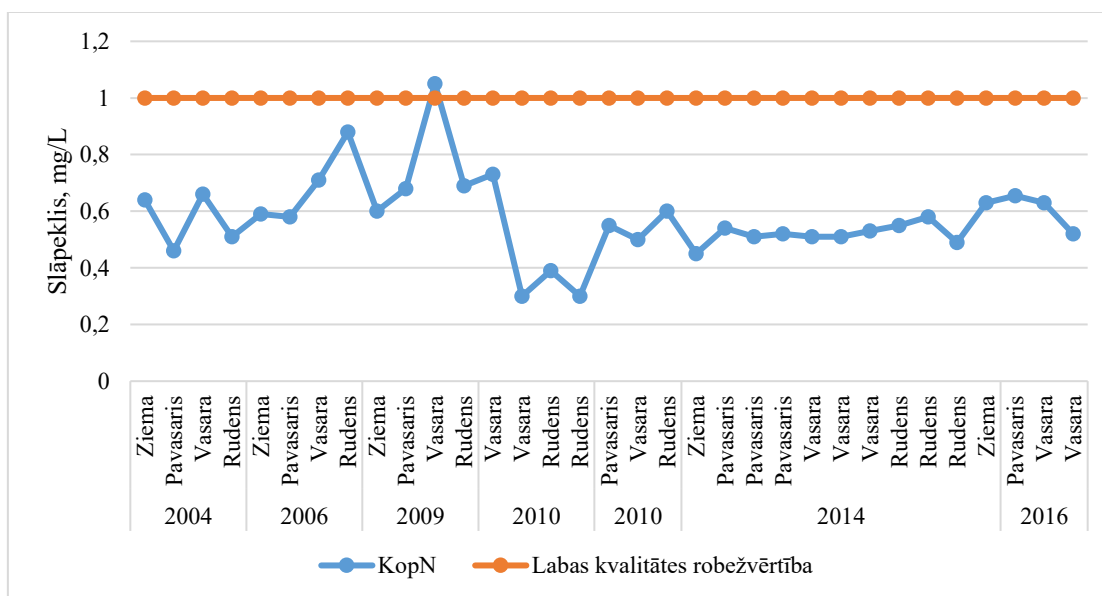


5.attēls.Kopējā slāpekļa daudzums Rāznas ezerā 2016.gadā.

Dažās ezera vietās, piemēram, pie Lipušku ciema un ezera DR piekrastē, kā arī Dukstigala līcī 2016.gada vasarā konstatētas ļoti augstas barības vielu vērtības. Tas, iespējams, skaidrojams gan ar to, ka līcī ietek vairākas ūdenstece, kas savienotas ar Čornajas NAI; gan iespējamo nepietiekamo ūdeņu attīrīšanu Lipušku NAI un Zosnas ciema NAI.

### 2.3.3. Slāpekļis un tā sezonālās izmaiņas Rāznas ezerā

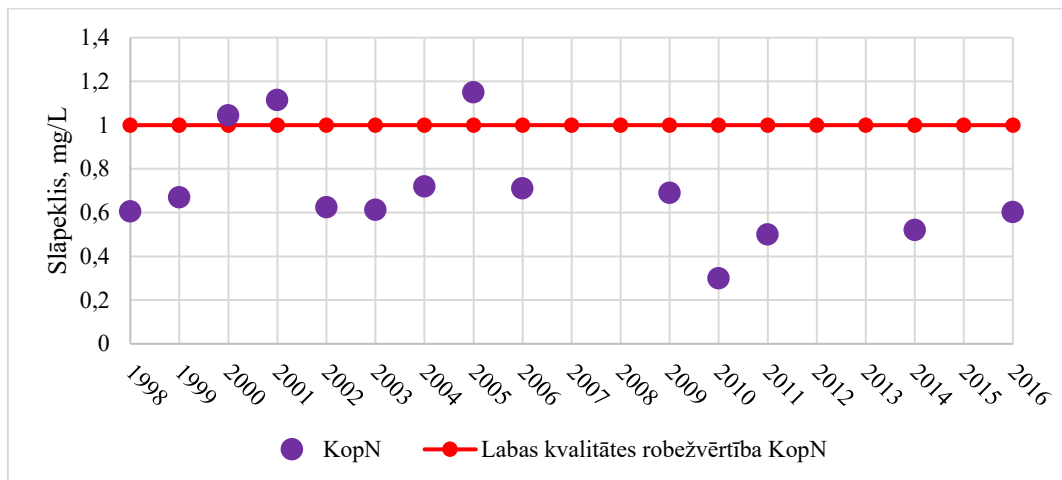
Rāznas ezerā sezonāli raksturīgas kopējā slāpekļa daudzuma svārstības (6.attēls). Vasarās parasti novērojams visaugstākais kopējā slāpekļa daudzums, jo liela daļa ezerā no tā sateces baseina nonākušo un ezerā oksidēto neorganisko slāpekļa savienojumu ir fiksēti fitoplanktona biomasā kā organiskie slāpekļa savienojumi; fitoplanktona biomasa vasaras periodā parasti sasniedz visaugstāko līmeni gadā (sk.sadaļu “Fitoplanktons”). Turklāt daļu no kopējā slāpekļa daudzuma vasarā rada zilaļģes, kas fiksē atmosfēras slāpekli. Tomēr kopējā slāpekļa daudzums reti pārsniedz Ūdens struktūrdirektīvas rekomendētos robežlielumus labai vides kvalitātei L5 tipa ezeros.



6.attēls. Kopējā slāpekļa daudzuma sezonālās izmaiņas Rāznas ezerā 2004. – 2016. gadā.

Vidējais kopējā slāpekļa daudzums gadā Rāznas ezerā variē, bet reti pārsniedz ŪSD rekomendētās labas kvalitātes robežvērtības L5 tipa ezeriem (7.attēls). Biežāk paaugstināts slāpekļa daudzums konstatēts 21.gadsimta sākumā. Tas, visticamāk, skaidrojams ar paraugu ievākšanas staciju atrašanās vietu – stacija Rāznas ezera vidusdaļā iekārtota tikai 2004.gadā. Līdz tam paraugi ievākti ezera A daļā, kur iespējama valdošo vēju iedarbība uz ezera ūdens masām, sakūlot ūdeni un resuspendējot ezera nogulumos

esošo fosforu un pārvietojot fosforu saistošo zilaļģu masu uz ezera A daļu. Ezerā iespējama arī ietekme no ezera sateces baseinā bijušajām padomju saimniecībām, kuru radītais piesārņojums neaktīvu slāpekļa un fosfora savienojumu veidā nogulsņēties ezera dibenā un tiek atbrīvots ar zilaļģu palīdzību, pēc tam vējam zilaļģu masu pārvietojot uz ezera A daļu.



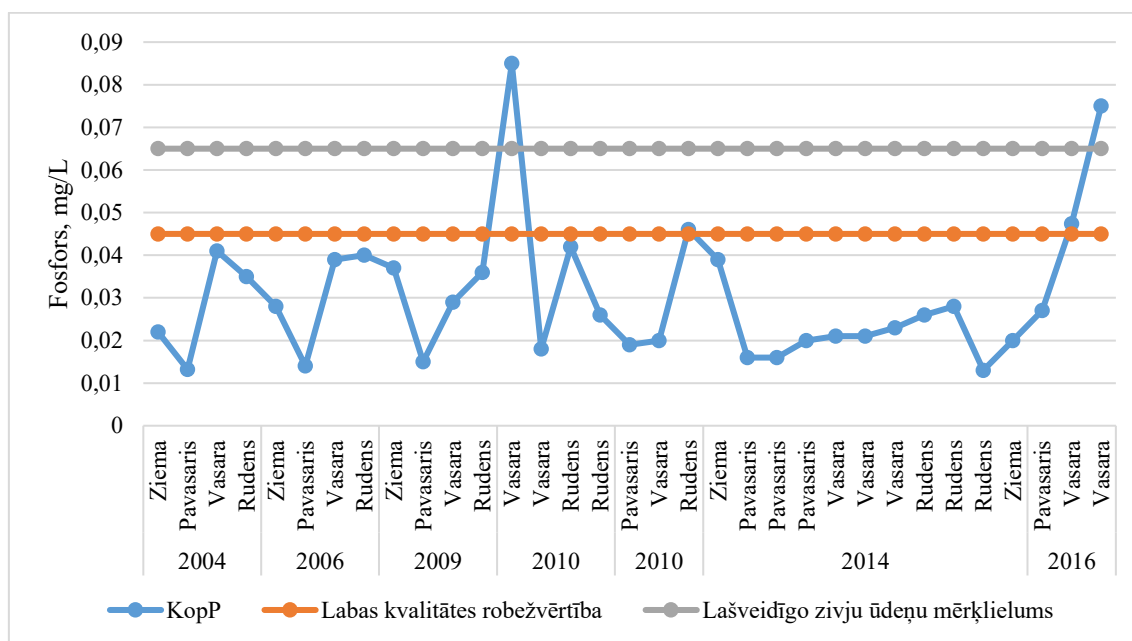
7.attēls. Kopējā slāpekļa daudzums Rāznas ezerā (1998-2016).

Brīvo slāpekļa jonu daudzums Rāznas ezerā atkarīgs gan no gadalaika, gan ezera hidrodinamikas. Amonija slāpekļa daudzums bieži (lielākoties vasarā un rudenī) pārsniedz lašveidīgo zivju ūdeņu mērķlielumu. Tas, iespējams, saistīts ar organiskās vielas mineralizācijas procesiem ezerā, kas atkarīgi no ūdens temperatūras: jo augstāka ūdens temperatūra, jo augstāka organisko vielu mineralizācijas intensitāte, kuras laikā rodas neorganiskie amonija savienojumi, kas pēc tam tiek oksidēti par nitrātiem. Ne vienmēr visi amonija joni tiek pārvērsti nitrātu un nitrātu jonos; augstas organisko vielu mineralizācijas gadījumā rodas liels amonija jonu atlikums. Savukārt nitrātu slāpekļa daudzums reti pārsniedz rekomendēto lašveidīgo zivju ūdeņu mērķlielumu. 2004.gada vasarā novērotā nitrātu daudzuma palielināšanās, iespējams, skaidrojama ar mazāk optimāliem apstākļiem amonija oksidēšanai par nitrātiem, par to liecina arī salīdzinoši zemais nitrātu slāpekļa – amonija oksidēšanas galaprodukta – daudzums 2004.gada vasarā.

#### 2.3.4 Fosfors un tā sezonālās izmaiņas Rāznas ezerā

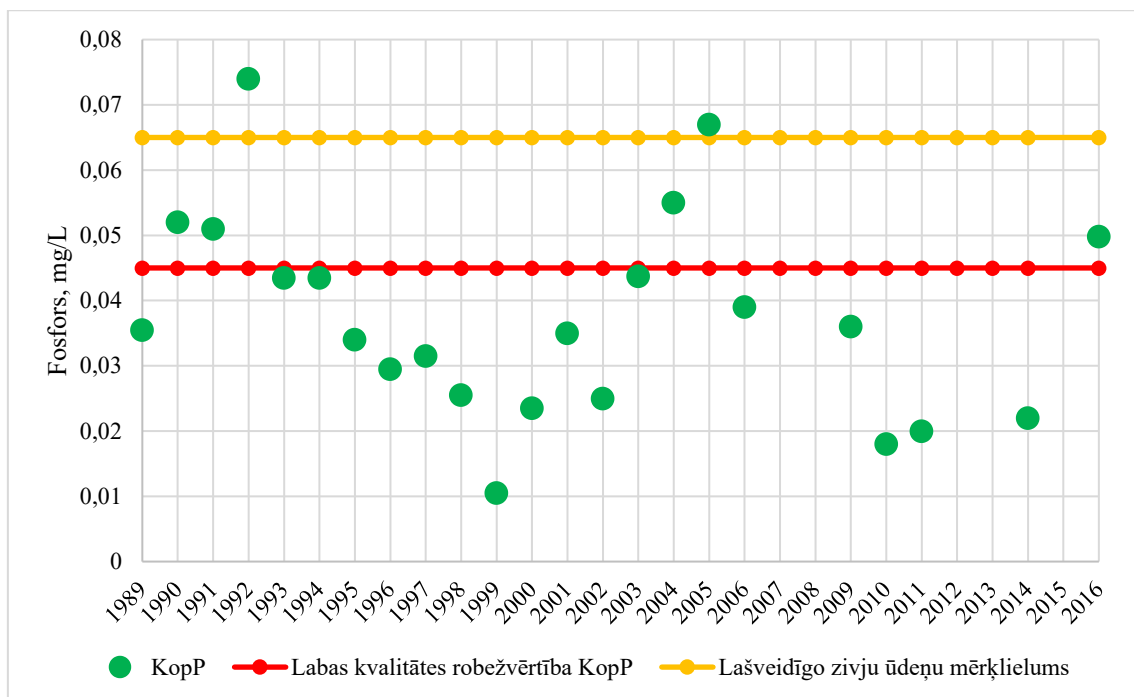
Rāznas ezera vidusdaļā sezonāli raksturīgas kopējā fosfora daudzuma svārstības (8.attēls). Vasarās, kad ir visaugstākā fitoplanktona biomasa, parasti novērojams visaugstākais kopējā fosfora līmenis, tomēr kopējā fosfora daudzums reti pārsniedz

Ūdens struktūrdirektīvas rekomendētos robežlielumus labai vides kvalitātei L5 tipa ezeros un rekomendētos mērķlielumus lašveidīgiem zivju ūdeņiem. Kopējā fosfora daudzuma sezonālās svārstības var izraisīt gan zilaļģes, kas sedimentos esošo fosforu nogādā ūdenstilpes virspusē, gan īslaicīgs antropogēns piesārņojums, pastiprināta barības vielu ieplūde ezerā plūdu laikā no ezera sateces baseina, kā arī mehāniska organisko fosfora savienojumu iemaisīšana ūdenī no nogulumu slāņa.



8.attēls. Kopējā fosfora daudzuma sezonālas izmaiņas Rāznas ezerā.

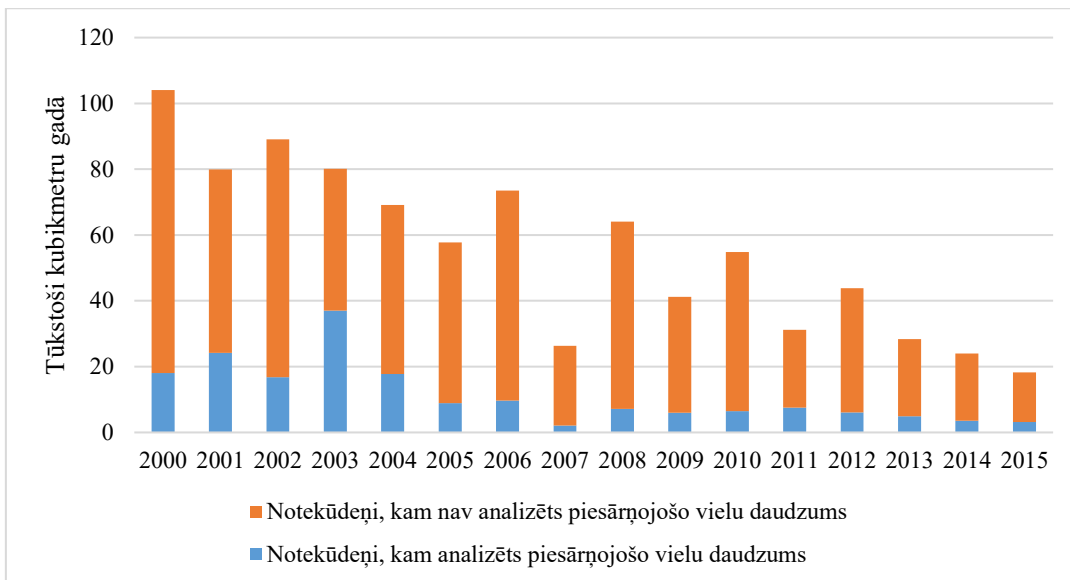
Vidējais kopējā fosfora daudzums gadā variē, bet reti pārsniedz ŪSD rekomendētās vērtības, kā arī lašveidīgo zivju ūdeņu mērķlielumu (9.attēls). Biežāk paaugstināts fosfora daudzums konstatēts 20.gadsimta 90.gados, kā arī 21.gadsimta sākumā. Tas, visticamāk, skaidrojams ar paraugu ievākšanas staciju atrašanās vietu – stacija Rāznas ezera vidusdaļā iekārtota tikai 2004.gadā, līdz tam paraugi ievākti ezera A daļā, kur iespējama valdošo vēju iedarbība uz ezera ūdens masām, sakuļot ūdeni un resuspendējot ezera nogulumos esošo fosforu, kas radies padomju saimniecību radītā piesārņojuma rezultātā, kā arī zilaļģu, kas fiksē sedimentu fosforu, ietekme. Arī ezera A daļas stacijās kopējā fosfora daudzums variē pa gadiem, lielākās vērtības sasniedzot 80.gadu beigās – 90.gadu sākumā, kad vēl darbojās ezera sateces baseinā esošās padomju saimniecības. Iespējams, fosfora daudzuma samazināšanās Rāznas ezerā saistīta arī ar mainīgu lauksaimniecības intensitāti ezera sateces baseinā.



9.attēls. Kopējā fosfora daudzuma izmaiņas Rāznas ezerā (1989-2016).

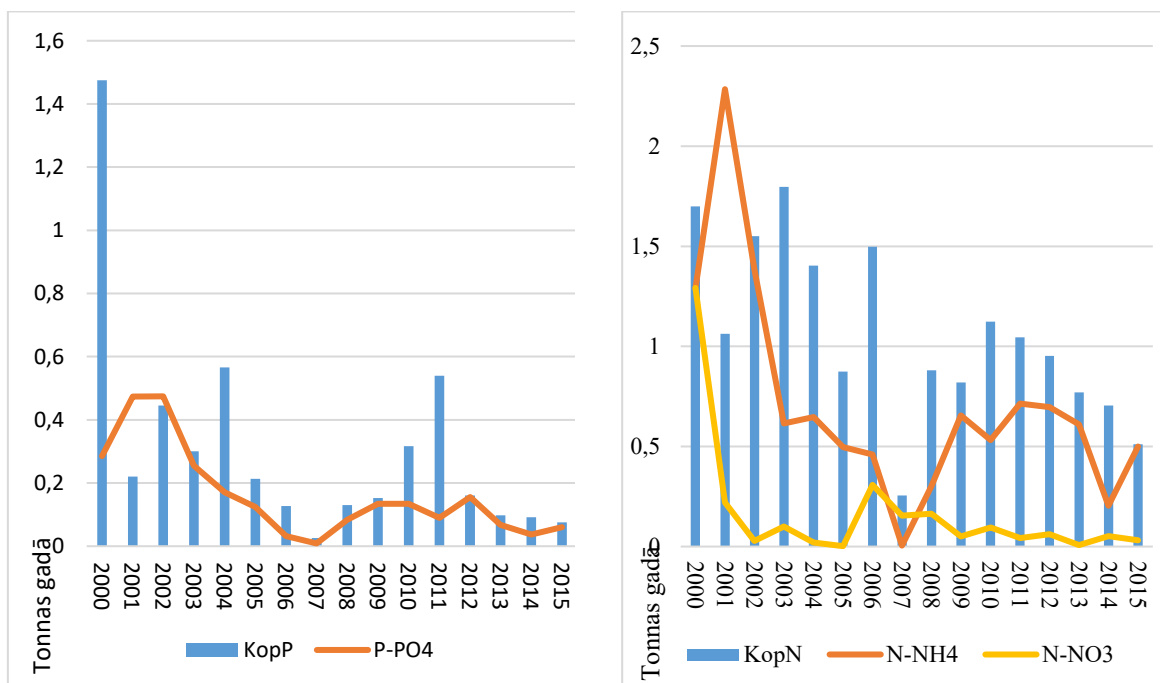
#### 2.4.Barības vielu notece no ezera sateces baseinā esošām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām

Daļa no barības vielām ezerā nokļūst no sateces baseinā esošajām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām. Kopumā Rāznas ezera baseinā atrodas sešas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, tomēr LVĢMC ne vienmēr ievāc datus par ezerā novadīto piesārņojumu no visām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām. Ezerā novadītais kopējais notekūdeņu daudzums svārstās no 104 tūkst. kubikmetru 2000.gadā līdz 18,25 tūkst. kubikmetru 2015.gadā (X.attēls) ar tendenci samazināties. Tomēr kopējā slāpekļa un fosfora daudzums, kā arī to jonu daudzums tiek analizēts tikai nelielā daļā (variē no 46% 2003.gadā līdz 8% 2007.gadā) no kopējā notekūdeņu daudzuma (10.attēls). Tāpēc patiesā barības vielu ieplūde no notekūdeņu attīrīšanas iekārtām varētu būt lielāka. Nav pieejama arī informācija par barības vielu ieplūdēm no mājām, kas nav pieslēgtas pie notekūdeņu attīrīšanas sistēmām. Domājams, ka daļa no tām ieplūdina ezerā neattīrītus saimniecības notekūdeņus.



10.attēls. Notekūdeņu daudzums, kas tiek novadīts Rāznas ezerā (dati no LVĢMC).

Summārais kopējā slāpekļa daudzums analizētajos notekūdeņos variē no 1,699 tonnām 2000. gadā līdz 0,255 tonnām 2007.gadā; summārais kopējā fosfora daudzums analizētajos notekūdeņos variē no 1,475 tonnām 2000.gadā līdz 0,025 tonnām 2007.gadā (11.attēls). Kopējā slāpekļa un fosfora, kā arī to jonu daudzums notekūdeņos gadu gaitā samazinās, kas būtu skaidrojams ar attīrīšanas iekārtu tehnoloģijas uzlabošanu.



11.attēls. Kopējā slāpekļa un fosfora, kā arī to brīvo jonu daudzums notekūdeņos, kas novadīti Rāznas ezerā no notekūdeņu attīrīšanas iekārtām.

## 2.5. Secinājumi

Rāznas ezera atklātajā daļā 2016.gadā nav konstatēts krasi paaugstināts barības vielu daudzums. Rekomendēto labas vides kvalitātes vērtību pārsniegumi skaidrojami ar barības vielu un planktonisko aļģu sezonālo dinamiku ezerā, kā arī ar barības vielu recirkulāciju no ezera sedimentiem, kur nogulsņējušās ezera sateces baseinā bijušo padomju saimniecību radītās papildu barības vielas.

Tomēr 2016.gadā atsevišķās ezera vietās konstatēts paaugstināts barības vielu daudzums, kas saistāms ar punktveida piesārņojuma avotiem pie Lipuškiem un Dukstigala līcī, kā arī ezera dienvidrietumu daļā un Zosnas līcī.

## 2.6. Rekomendācijas

Barības vielu daudzuma samazināšanai ezerā ieteicams samazināt barības vielu ieplūdi no Rāznas ezera sateces baseina – uzlabot notekūdeņu attīrīšanas iekārtu darbību, novērst tiešu piesārņojuma ieplūdi ezerā no tam piegulošajām lauksaimnieciskās zemes teritorijām, kā arī rekreācijas vietām. Rekomendēts pieslēgt pēc iespējas vairāk māju un ciemu centrālām notekūdeņu attīrīšanas iekārtām. Ap ezeram piegulošām lauksaimniecības zemēm, kā arī citām ezera sateces baseinā esošām lauksaimniecības zemēm iespējams veidot zaļās buferjoslas. Buferjoslas absorbētu gruntsūdeņos ieskalotās lauksaimnieciskās darbības laikā radušās papildu barības vielas un patērētu tās augu biomasas produkcijā. Lauksaimniecības noteces ūdeņu plūsmas posmā pirms ieplūdes ezerā no meliorācijas grāvjiem, ieteicams veidot mākslīgo mitrāju zonas – pastāvīgi applūdušas teritorijas ar nelielu dziļumu (līdz 2 m) un blīvu niedru apaugumu. Tas samazinātu ezerā nonākošo barības vielu daudzumu, tās aizturot un patērējot veģetācijas biomasas produkcijā.

### 2.6.1 Niedru pļaušana

Niedres spēlē salīdzinoši mazu lomu ezera barības vielu apritē. Līdz ar to no ezera ekosistēmas funkcionēšanas viedokļa nekādas apsaimniekošanas darbības attiecībā uz niedrēm nav nepieciešamas. Tomēr iespējams plānot stratēģisku niedru pļaušanu ezera rekreācijas vērtības palielināšanai.

Ar niedrēm un krūmiem apauguši krasti būtiski samazina piekļuves iespējas ezeram. Līdz ar to iespējama regulāra niedru pļaušana un krastu attīrīšana vietās, kuras ir apdzīvotu vietu, laivu kanālu, peldvietu un citu piekļuves vietu tiešā tuvumā. Šādu

izpļaušanu papildinot ar smilšainu pludmaļu, makšķerēšanas laipu u.c. infrastruktūras elementu izveidi iespējams būtiski paaugstināt ezera rekreācijas vērtību. Svarīgi uzsvērt, ka pilnīga niedru izpļaušana plašās teritorijā nav vēlama, jo tās pavasara un vasaras periodā veido svarīgu biotopu ūdensputniem un zivīm. Niedru pļaušanu nav pieļaujams veikt zivju nārsta periodā (1. marts – 31. maijs).



### 3. Fitoplanktons

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

#### 3.1. Metodes.

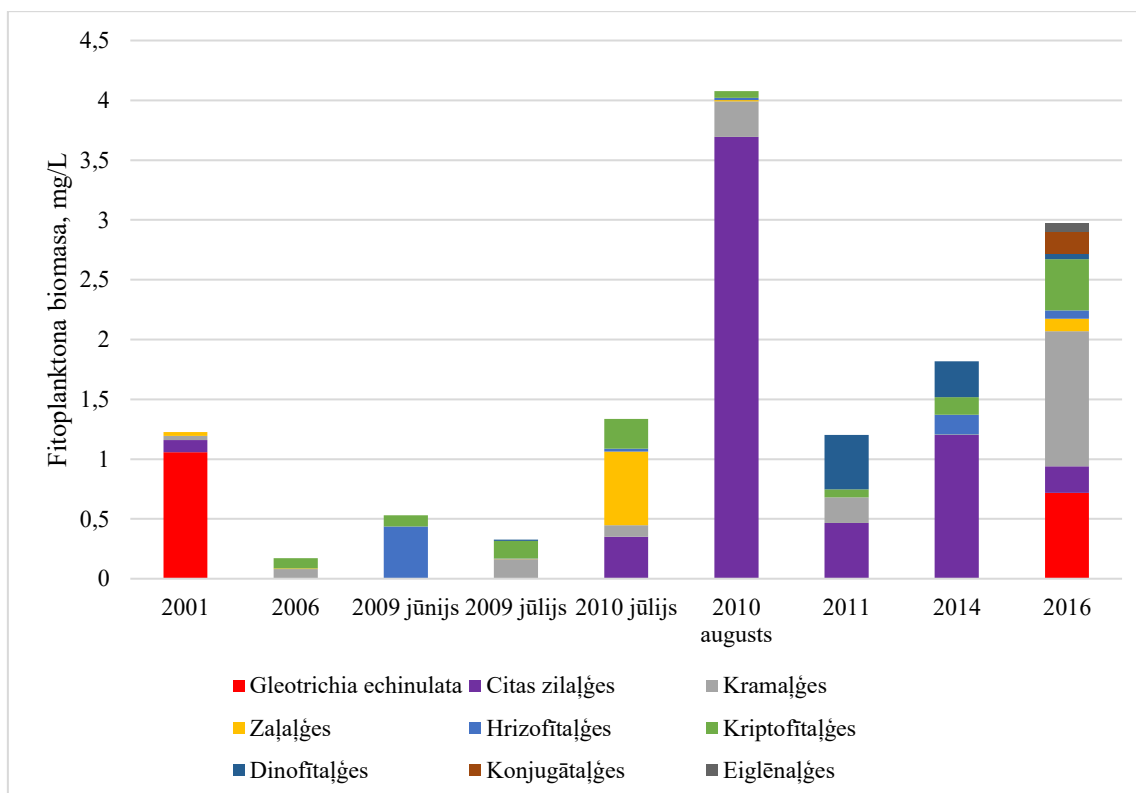
Fitoplanktona paraugu ievākšana notika 2016.gada augustā un septembrī četrās stacijās Rāznas ezerā (12.attēls). Paraugi ievākti no laivas ~0,3m dziļumā, ezera ūdeni iepildot 300 ml plastmasas pudelītēs. Pēc tam paraugi fiksēti ar etiķskābo Lugola šķīdumu, gala koncentrācijai sasniedzot 0,1%. Fitoplanktona paraugi analizēti ar inverso mikroskopu Leica LU Bioloģijas fakultātes Hidrobioloģijas katedras laboratorijā. Tika noteikts fitoplanktona sugu sastāvs un aprēķināta fitoplanktona aļģu biomasa, kā arī aļģu taksonu izlīdzinātības indekss, kas raksturo iespējamo kādas taksona dominanci aļģu sabiedrībā. Tā kā vasaras sezona 2016.gadā turpinājās vēl septembra sākumā (saskaņā ar LVĢMC publiski pieejamo meteoroloģisko informāciju), uzskatāms, ka visi paraugi salīdzināmi savā starpā kā vasaras sezonu raksturojoši paraugi.



12.attēls. Fitoplanktona paraugu ievākšanas vietas Rāznas ezerā 2016.gadā.

### 3.2. Rezultāti.

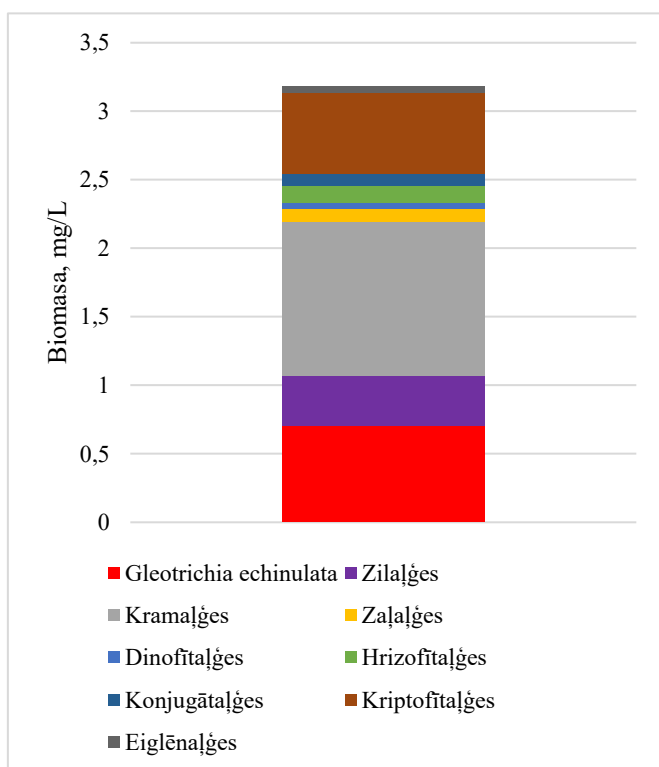
Pēc pieejamiem datiem no LVĢMC var secināt, ka Rāznas ezerā vasarās vēsturiski ir vidēji zemas fitoplanktona biomasas. Tās svārstās amplitūdā no 0,17 mg/L 2006.gada vasarā līdz 4,07 mg/L 2010.gada augustā (13.attēls). Salīdzinājumam – Burtnieku ezerā fitoplanktona biomasa 2013.gada vasarā sasniedza 105 mg/L (LVĢMC dati). Fitoplanktona vasaras biomasai pēdējos gados ir tendence paaugstināties. Procentuāli lielu daļu fitoplanktona vasaras biomasas parasti sastāda kramaļģes, periodiski vasarās palielinās arī zilaļģu īpatsvars fitoplanktona sabiedrībā. Rāznas ezerā vasaras periodā konstatētas arī izteiktas fitoplanktona biomasas un taksonu sastāva svārstības vienas sezonas laikā – 2010.gada vasarā fitoplanktona biomasa paaugstinājās no 1,3 mg/L jūlijā līdz 4,07 mg/L augustā, piedevām jūlijā lielāko daļu fitoplanktona sabiedrības sastādīja zaļaļģes, savukārt augustā 90% sugu sabiedrības sastādīja zilaļģes. Savukārt 2009.gada vasaras sezonā jūnijā aļģu taksonu dominānce izmainījās no hrizofītaļģu dominānces, kas parasti novērojama pavasarī, uz kramaļģu dominānci, piedevām aļģu biomasa jūlijā samazinājās (parasti ezeros vasaras sezonā novērojams aļģu biomasas pieaugums). Turklāt 2009.gadā novērotas salīdzinoši ļoti zemas planktonisko aļģu biomasas.



13.attēls. Fitoplanktona biomasas un taksonu sastāva izmaiņas Rāzns vasaras periodā.

Zilaļģe *Gloeotrichia echinulata* konstatēta tikai 2001.gadā, kad tā sastādīja 86% no aļģu biomasas, un 2016.gadā, kad tā sastādīja 24% no aļģu biomasas (13.attēls). *Gloeotrichia echinulata* periodiskā parādīšanās skaidrojama ar zilaļģes dzīves cikla īpatnībām (sk.sadaļu “Darbā izmantotie jēdzieni”), kā arī ar iespējamiem piemērotiem ūdens temperatūras un barības vielu pieejamības apstākļiem zilaļģu koloniju attīstībai tieši 2001. un 2016. gadā. Tomēr jāuzsver, ka 2001.gadā paraugi tika ievākti pie Kaunātu hidroposteņa, kas atrodas ezera A daļā, kur, iespējams, aļģu kolonijas pārvietojušās valdošo vēju ietekmē, savukārt 2016.gadā fitoplanktona paraugi tika ievākti visā ezerā. Pārējie dati līdz 2014.gadam iegūti no LVĢMC stacijas “Rāznas ezers, vidusdaļa”. Jāuzsver arī, ka aļģu biomasas izmaiņas var ietekmēt laikapstākļi – siltās un sausās vasarās ūdens ezerā ātrāk sasilst, radot piemērotākus apstākļus zilaļģu procentuālā daudzuma pieaugumam.

2016. gadā vidējā fitoplanktona biomasa Rāznas ezerā ir 3,20 mg/L (14.attēls). Trešdaļu no fitoplanktona biomasas aizņem kramaļģes, trešdaļu – zilaļģes, ~20% fitoplanktona sastāva ir kriptofītaļģes. Fitoplanktona sugu sabiedrības izlīdzinātības indekss variē no 0,58 ezera otrajā stacijā, kas atradās piekrastē, līdz 0,68 ezera trešajā stacijā, kas atradās ezera vidusdaļā. Kopumā aļģu sugu sabiedrības Rāznas ezerā 2016. gadā ir vidēji izlīdzinātas un nav novērojama izteikta kādas sugas dominance, par spīti ezerā novērotajai zilaļģu *Gloeotrichia echinulata* koloniju daudzuma pieaugšanai.



14. attēls. Vidējā fitoplanktona biomasa un tās procentuālais sadalījums Rāznas ezerā 2016.gadā.

Fitoplanktona biomasa Rāznas ezerā 2016.gada vasarā atšķiras pa paraugu ievākšanas stacijām. Piekrastes zonā (stacijas nr. 2 un 4) novērojama augstāka aļģu biomasa un lielāks zilaļģu, tai skaitā *Gloetrichia echinulata* īpatsvars. Paraugu ievākšanas stacijās, kas atradās atklātā ezerā (nr. 1 un 3), novērots zemāks zilaļģu īpatsvars un augstāks kramaļģu īpatsvars, kā arī zemāka kopējā fitoplanktona biomasa. Tas skaidrojams gan ar ūdensaugu joslas ietekmi – starp ūdensaugu stublājiem ezera ūdens sasilst ātrāk, radot piemērotākus apstākļus zilaļģu attīstībai – gan organiskā piesārņojuma ietekmi – 4.fitoplanktona paraugu ievākšanas stacija atrodas tuvu Lipušku ciemam, pie kura vasaras sezonā konstatētas augstas kopējā fosfora un kopējā slāpekļa vērtības (sk. sadaļu “Barības vielas Rāznas ezerā”).

### 3.3. Secinājumi.

Rāznas ezerā 2016.gadā nav novērota pastiprināta aļģu ziedēšana antropogēnas eutrofikācijas ietekmē. Aļģu sugu izlīdzinātības indekss norāda uz salīdzinoši veselīgu aļģu sabiedrību. Konstatētās zilaļģu *Gloetrichia echinulata* kolonijas uzskatāmas par periodisku parādību, nevis pastiprinātas pēdējos gados radušās antropogēnas izcelsmes eutrofikācijas sekām. Tomēr ieteicams veikt ikgadējus novērojumus un reģistrēt zilaļģu *Gloetrichia echinulata* koloniju parādīšanos ezerā, vienlaikus analizējot ezerā esošo barības vielu izplatības/daudzuma sezonalitāti, lai izprastu iespējamus iemeslus šīs zilaļģu sugas neregulārai ziedēšanai Rāznas ezerā.

## 4. Zooplanktons

Zooplanktons ir svarīga ezeru ekosistēmu sastāvdaļa. Zooplanktona organismi ir nozīmīga visu zivju sugu mazuļu un planktonēdāju zivju barība.

### 4.1. Vēsturiskie dati

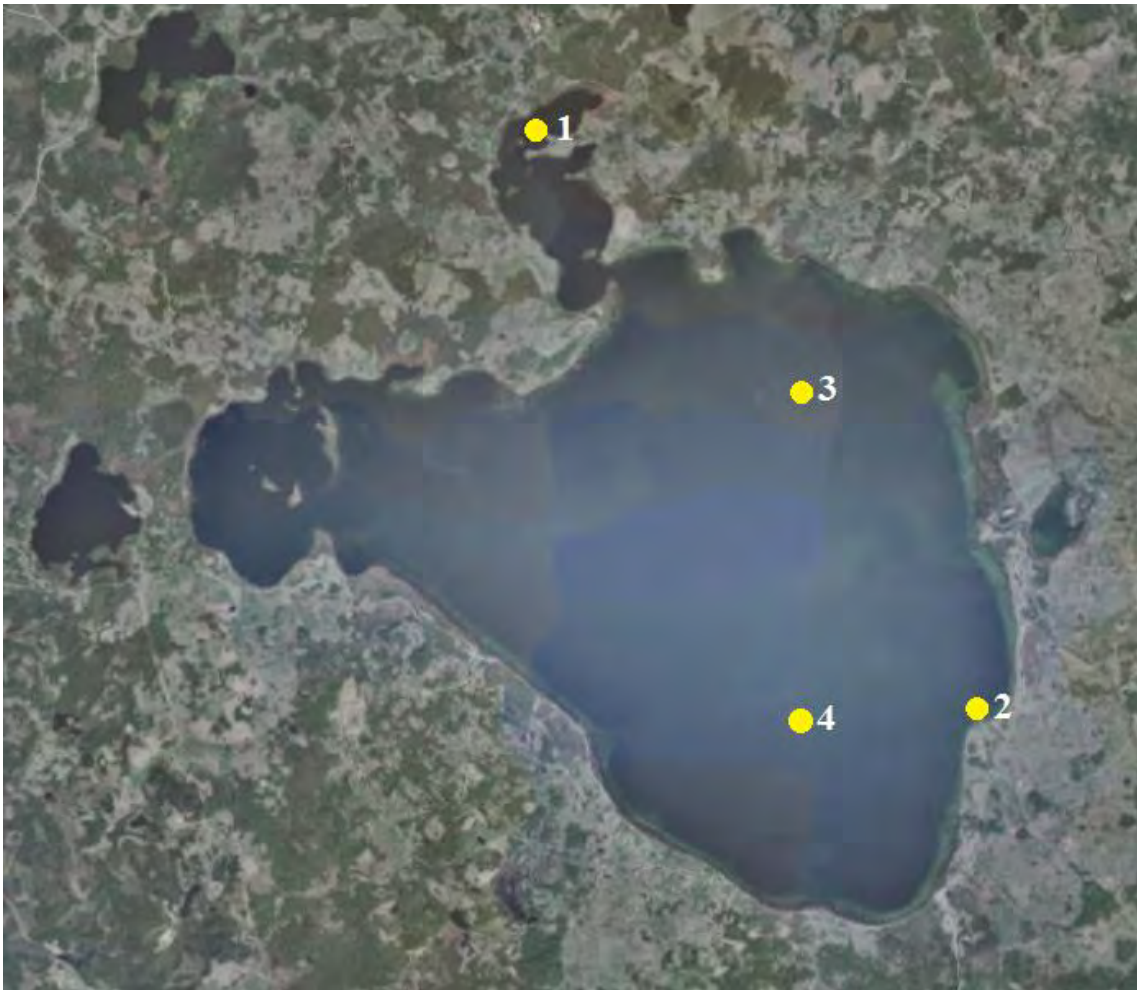
Pētījumi par zooplanktona sugu sabiedrībām Rāznas ezerā veikti jau 20.gadsimta piecdesmitajos gados. A.Kumsāre un R.Gaile (1960) pētījušas zooplanktona sugu sastāvu un biomasu Rāznas ezerā no 1955.gada līdz 1958.gadam. Kopumā no 1955. līdz 1958.gadam Rāznas ezerā konstatēta 71 zooplanktona suga: 37 *Cladocera* sugas, 25 *Rotatoria* sugas un 9 *Copepoda* sugas. Konstatētas arī atšķirības viena taksona īpatņu skaita ikgadējā dinamikā. 1955.gadā virpotāju skaits jūnijā/jūlijā strauji palielinājās līdz 140 tūkstošiem īpatņu uz kubikmetru, bet augusta sākumā strauji nokritās gandrīz līdz 0 īpatņiem uz kubikmetru. Vēlākos gados nav novērots tik augsts virpotāju blīvums un strauja dinamika; organismu skaits pieaug pakāpeniski pavasara mēnešos ar kritumu augusta beigās/septembra sākumā, rudenī virpotāju skaits uz kubikmetru atkal paaugstinās. Līdzīgas sezonālas svārstības organismu skaitā uz kubikmetru novērotas arī Rāznas ezera *Cladocera* un *Copepoda* organismiem: zarūsaiņiem novērota organismu skaita paaugstināšanās jūnijā un jūlijā ar kritumu rudenī, savukārt airkājvēžiem organismu skaita paaugstināšanās novērota divreiz sezonā – maijā un augustā – ar organismu blīvuma kritumu jūlijā un septembrī. 1956.gadā novērotas viszemākās zooplanktona organismu biomasas, minēts, ka zooplanktona organismu izplatību tad varēja ierobežot zemā ūdens temperatūra vasaras mēnešos. Vidējā zooplanktona biomasa ezerā 20.gadsimta 50.gados vasaras mēnešos variē no 1,709 g/m<sup>3</sup> 1956.gadā līdz 3,251 g/m<sup>3</sup> 1958.gadā, pēc biomasas visos pētījumā iekļautajos gados Rāznas ezerā dominē airkājvēžu kārtā, kam seko zarūsaiņu kārtā. Par spīti lielajam organismu skaitam, zemas biomasas konstatētas virpotāju kārtai. A.Kumsāre un R.Gaile (1960) pētījušas arī zooplanktona vertikālo izplatību; secināts, ka jūnijā vislielākais zooplanktona īpatņu skaits visām organismu grupām atrodams 7,5 metru dziļumā, savukārt jūlijā vislielākais zooplanktona īpatņu skaits visām organismu grupām konstatēts 2,5 līdz 5 metru dziļumā. Augsts zarūsaiņu un airkājvēžu blīvums jūlijā konstatēts arī 12,5 līdz 15 metru dziļumā. Kopumā pētnieces secinājušas, ka ezera litorālē ir augstāks zooplanktona organismu blīvums, daudzveidība un biomasa nekā ezera pelagiālē. Daugavas upju baseina apsaimniekošanās plānā (2003) minēts, ka Rāznas ezerā 2000.gadā konstatētas 11

*Rotatoria* (virpotāju) sugas, 10 *Cladocera* (zarūsaiņu) sugas un 3 *Copepoda* (airkājvēžu) sugas, tomēr nav ziņu par zooplanktona biomasu. Kā dominējošās sugas 2000.gadā pieminētas *Polyarthra dolicoptera*, *Kellicottia longispina* (virpotāju kārtā), *Daphnia cucullata*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachiurum* (zarūsaiņu kārtā). Zooplanktona taksonu sabiedrība un tās nozīme zivju barošanās ekoloģijā analizēta arī zivsaimniecisko ekspluatācijas noteikumu izstrādes laikā 2006.gadā. Dažādās vietās ievāktais zooplanktona daudzums variēja no 0,284 g/m<sup>3</sup> līdz 3,477 g/m<sup>3</sup>. Procentuāli zooplanktona biomasā dominēja airkājvēži *Copepoda* (55,3%) un zarūsaiņi *Cladocera* (44,1%). Tomēr pēdējos gados Rāznes ezerā nav veikti tik izsmelīgi pētījumi kā 20.gadsimta piecdesmitajos gados, iekļaujot zooplanktona taksonu sezonālo un vertikālo dinamiku, kā arī atšķirības ezera litorālē un pelagiālē.

#### 4.2. Zooplanktona taksonu sabiedrības analīze 2016.gadā

Zooplanktona paraugi 2016.gadā Rāznes ezerā ievākti četrās stacijās ar atšķirīgiem ekoloģiskiem un batimetriskiem parametriem (15.attēls) no virsējā ūdens slāņa līdz 0.5 - 1 m dziļumā ar Apšteina tipa planktontīklu (diametrs 30 cm, acu izmērs 55 μm), filtrējot 100 l ūdens. Paraugi fiksēti formaldehīda šķīdumā, kopējai formalīna koncentrācijai sasniedzot 4%. Zooplanktona taksonomiskais sastāvs noteikts līdz sugas, ģints vai kārtas līmenim, kā arī noteikts organismu skaits, izmērs un aprēķināta to biomasas.

Rāznes ezerā 2016.gadā ezera virskārtā pa paraugu ievākšanas stacijām raksturīgas atšķirības zooplanktona taksonu sastāvā un biomasā gan litorālē ievāktu paraugu starpā, gan pelagiālē ievāktu paraugu starpā. Ezera piekrastē Dukstigala līcī (1.stacija) konstatēts divreiz lielāks airkājvēžu skaits nekā zarūsaiņu skaits; kopējā zooplanktona biomasas 1542,52 mg/m<sup>3</sup>. Ezera DA piekrastē pie Lesinskiem (2.stacija) gan skaita, gan biomasas ziņā dominē airkājvēži, bet organismu skaits un biomasas visiem taksoniem ir gandrīz divas reizes mazāka nekā 1.paraugu ievākšanas stacijā; kopējā biomasas 667,95 mg/m<sup>3</sup>. Zooplanktona biomasas un skaita atšķirības pa piekrastes stacijām, iespējams, daļēji skaidrojamas ar atšķirīgu ūdens temperatūru – Dukstigala līcī ir vairāk peldlapu ūdensaugu; starp to stublājiem ūdens sasilst ātrāk, radot piemērotākus apstākļus zooplanktona attīstībai.



15.attēls. Zooplanktona paraugu ievākšanas staciju atrašanās vietas Rāznas ezerā 2016.gadā.

Rāznas ezera atklātā ūdens daļā ezera virskārtā konstatēta augstāka vidējā zooplanktona organismu biomasa nekā ezera piekrastē. Ezera ZA daļā (3.stacija) konstatēts salīdzinoši zems zooplanktona organismu skaits, bet augsta biomasa (kopējā biomasa 1038,18 mg/m<sup>3</sup>), savukārt ezera centrālajā daļā (4.stacija) konstatēta visaugstākā taksonu biomasa un skaits visā Rāznas ezerā (kopējā biomasa 1927,665 mg/m<sup>3</sup>).

Salīdzinājumā ar zooplanktona sabiedrības īpatnībām Rāznas ezerā 20.gadsimta piecdesmitajos gados redzams, ka zooplanktona biomasa un sugu skaits ezerā ir samazinājies. Zemākā 50.gados konstatētā kopējā zooplanktona biomasa sasniedza 1,709 g/m<sup>3</sup> 1956.gadā, sugu skaits sasniedza 71, savukārt 2016.gadā visaugstākā konstatētā kopējā zooplanktona biomasa bija 1,927 g/m<sup>3</sup> ezera vidusdaļā, kopējais taksonu skaits visā ezerā 20 taksoni. Jau 2006.gadā zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumu izstrādes laikā vidējā zooplanktona biomasa ezerā novērtēta 1,74 g/m<sup>3</sup>, kas novērtējams kā nopietns samazinājums attiecībā pret 3,251 g/m<sup>3</sup> 1958.gadā. Zooplanktona daudzveidības samazinājums, visticamāk, skaidrojams ar planktonēdāju zivju daudzuma

palielināšanos ezera zivju sugu sabiedrībā. Tā kā liela izmēra plēsīgās zivis ir vispievilcīgākais loms makšķerniekiem un zvejniekiem, to īpatsvars zivju populācijā Rāznes ezerā samazinājies salīdzinājumā ar agrākiem gadiem (sk. sadaļu “Zivis”), dodot iespēju savairoties planktonēdājām zivīm – neliela izmēra asariem, raudām un plaužiem. Rezultātā zooplanktona biomasa samazinās izēšanas spiediena rezultātā.

Ezera piekrastes zooplanktona sabiedrībā airkājvēžu skaits attiecībā pret biomasu ir augsts, mazāk izteikta skaita attiecība pret biomasu vērojama zarūsaiņu organismiem. Šī parādība skaidrojama ar t.s. zooplanktona izēšanas spiedienu – lielākie, līdz ar to enerģētiski vērtīgākie zooplanktona organismi (gan *Cladocera*, gan *Copepoda* īpatņu vidū) tiek apēsti. Jāņem vērā, ka zooplanktons ir nozīmīgākais barības objekts asaru mazuļiem un repšiem Rāznes ezerā (sk. sadaļu “Zivis”), kā arī viens no nozīmīgākajiem barības objektiem vidēja lieluma asariem, plaužiem un raudām. Augstā zarūsaiņu *Cladocera* biomasa attiecībā pret zarūsaiņu organismu zemo skaitu ezera pelaģiāles paraugu ievākšanas stacijās norāda uz zarūsaiņu organismu lielo izmēru un līdz ar to – augstu enerģētisko vērtību kā barības objektam. Līdzīga situācija novērojama arī airkājvēžu *Copepoda* organismiem ezera centrālās daļas stacijā (nr.4). Tas liecina, ka zooplanktona daudzveidība un biomasa pagaidām ir pietiekama, lai nodrošinātu zivju mazuļus un planktivorās zivis ar barību, bet tā samazinās cilvēka darbības ietekmē – tiek izķertas plēsīgās zivis, kas regulētu planktonēdāju zivju skaitu. Jāuzsver, ka zooplanktona biomasa salīdzinājumā ar 20.gadsimta 50.gadiem ir samazinājusies.



## 5. Zoobentoss

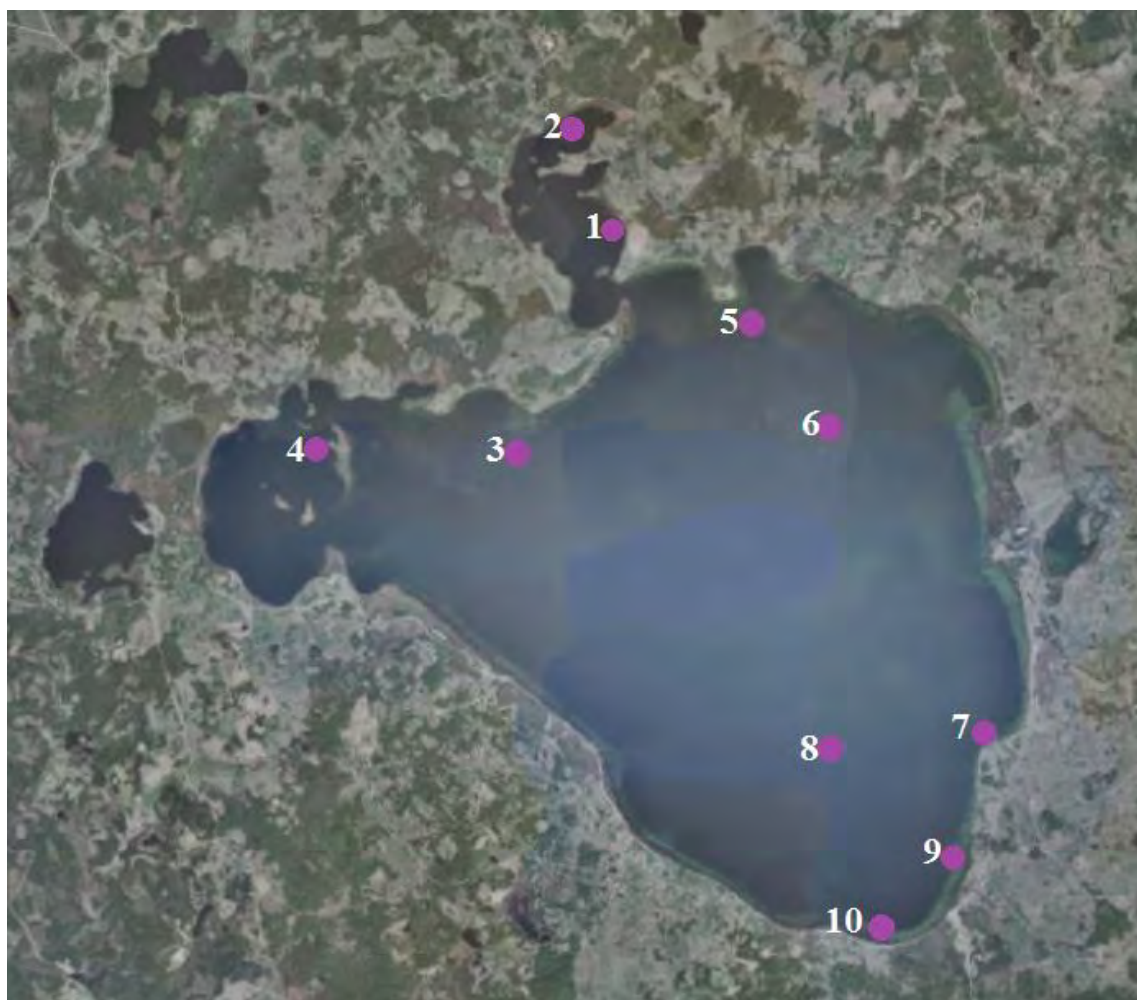
Zoobentoss jeb bezmugurkaulnieku klases dzīvnieki, kas apdzīvo ezera gultni, ir nozīmīgs ūdens ekosistēmu elements. Šiem dzīvniekiem raksturīgi dažādi barošanās objekti (zooplanktons, fitoplanktons, citi bezmugurkaulnieki u.c.) un mehānismi (filtrētāji, plēsēji u.c.), kas norāda uz to, ka tiem ir tieša un pastarpināta ietekme uz ūdens barības ķēžu funkcionēšanu. Papildus tam, zināms, ka bentoss ir nozīmīgākais zivju sabiedrību barības objekts Latvijas un Eiropas ezeros.

### 5.1. Vēsturiskie dati

Arī zoobentosa organismi un to izplatība Rāzns ezērā pētīta jau 20.gadsimta 50./60. gados. O.Kačalova (1955) raksturojusi Rāzns ezera makrozoobentosa faunu 1953.gadā. Vasaras periodā 1953.gadā zoobentosa biomasa variēja no 14,5 gramiem uz kvadrātmetru līdz 15,9 gramiem uz kvadrātmetru. Savukārt 1959.gada vasaras sezonā zoobentosa biomasa variēja no 10,1 gramiem uz kvadrātmetru līdz 12,3 gramiem uz kvadrātmetru. Atklātā ezērā zoobentosa sabiedrībā dominēja trīsuļodu kāpuri, Dukstīgala līcī lielāko daļu zoobentosa biomasas sastādīja trīsuļodu kāpuri un gliemji, savukārt Zosnagala līcī konstatēta visaugstākā zoobentosa organismu biomasa, kurā dominēja trīsuļodu kāpuri un gliemji, savukārt 1958.gadā pie Kaunatas konstatēta salīdzinoši zema zoobentosa organismu biomasa (5 grami uz kvadrātmetru) un sugu sabiedrībā dominēja dažādu sugu gliemji (Kačalova 1960). Pētīta arī zoobentosa organismu izplatība dažādās dziļuma zonās un secināts, ka dziļuma zonā no 0 līdz 5 metriem uz ezera grunts sastopama vislielākā zoobentosa organismu daudzveidība un biomasa, zemāka zoobentosa biomasa un organismu daudzveidība atrodama uz ezera grunts 5 līdz 15 metru dziļumā. Kačalova (1960) arī pētījusi zoobentosu kā zivju barības objektus Rāzns ezērā un secinājusi, ka visbiežāk zivis Rāzns ezērā barojas ar trīsuļodu kāpuriem *Chironomidae*, maksteņu kāpuriem *Trichoptera* un dažādu sugu gliemjiem. Kopš 2004.gada Rāzns ezērā iekārtota LVĢMC stacija "Rāzns ezers, vidusdaļa", kurā tiek ievākti arī dati par zoobentosu, kopš 2007.gada dati par zoobentosu tiek ievākti arī paraugu ievākšanas stacijā "Aukstie avoti, grīva". Zoobentosa organismu daudzums šajās stacijās tiek izteikts skaitā; pēc skaita ezera vidusdaļā dominē trīsuļodu kāpuri un ūdensēzelīši *Asellus aquaticus*, Auksto avotu grīvā parasti dominē ūdensēzelīši un mazzartārpi *Oligochaeta*.

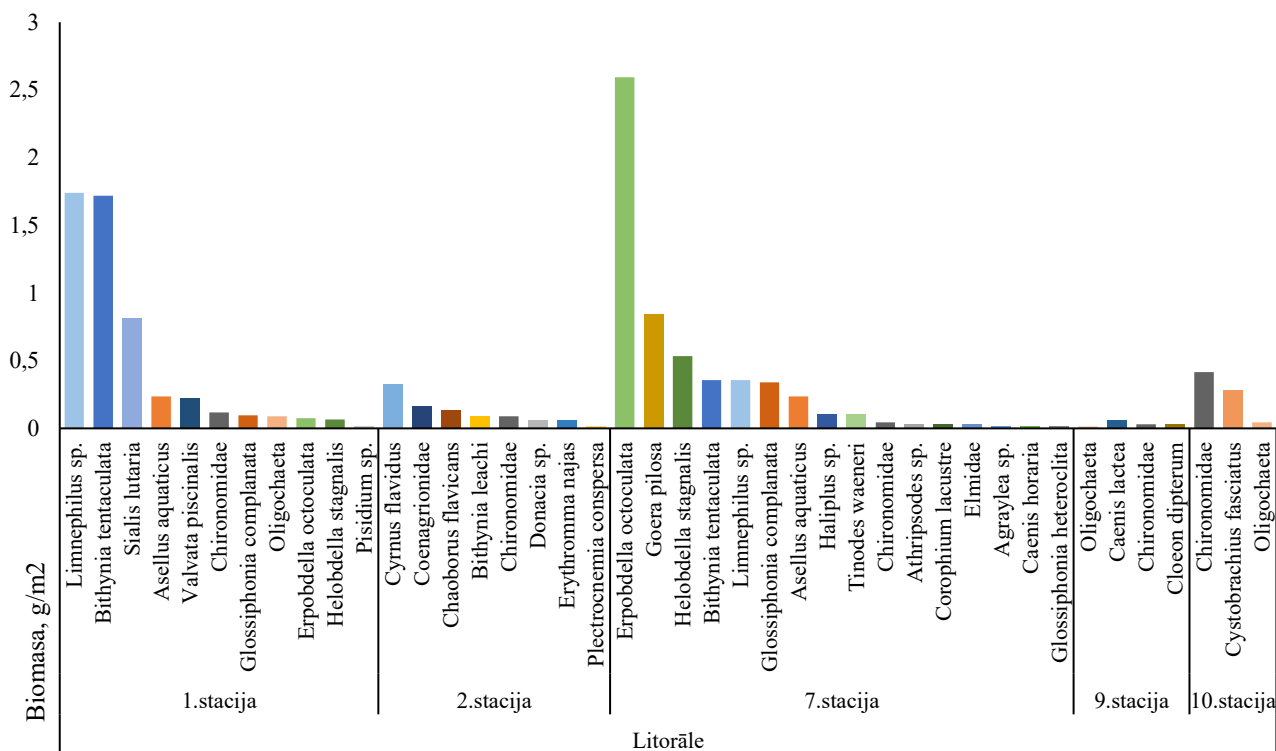
## 5.2. Zoobentosa sugu sabiedrība un biomasa Rāznas ezerā 2016.gadā

Zoobentosa paraugi Rāznas ezerā ievākti desmit stacijās ar dažādiem ekoloģiskajiem un batimetriskiem parametriem. Piecas stacijas tika izvietotas ezera piekrastes zonā, piecas stacijas izvietotas atklātā ezerā (16.attēls). Paraugi ievākti no ezera grunts virskārtas ar Ekmaņa gruntssmēlēju (atvēruma laukums 0,0225 m<sup>2</sup>), katram paraugam veikti trīs atkārtojumi, lai iegūtu pilnīgāku piegrunts bezmugurkaulnieku sabiedrības sastāvu. Paraugu skalošanai izmantoti metāliskie sieti ar acu izmēriem 0,5 mm, pēc tam paraugi fiksēti formaldehīda šķīdumā, kopējai formalīna koncentrācija sasniedzot 4%. Paraugos konstatētais organismu skaits un svars pārrēķināts uz vienu kvadrātmetru – n/m<sup>2</sup> un g/m<sup>2</sup>. Tālākā paraugu šķirošana un taksonomiskā sastāva noteikšana veikta laboratorijā. Organismi noteikti līdz kārtas vai, ja iespējams, sugas līmenim, kā arī noteikts organismu skaits uz kvadrātmetru un aprēķināta to biomasa.



16.attēls. Zoobentosa paraugu ievākšanas stacijas Rāznas ezerā 2016.gadā.

Ezera piegrunts organismu daudzveidība atšķiras atkarībā no tā, kur stacija atrodas – ezera piekrastes stacijās konstatēts daudz vairāk sugu. Pēc biomasas ezera piekrastes zoobentosā dominē gliemenes (*Bithynia*, *Valvata* u.c.).

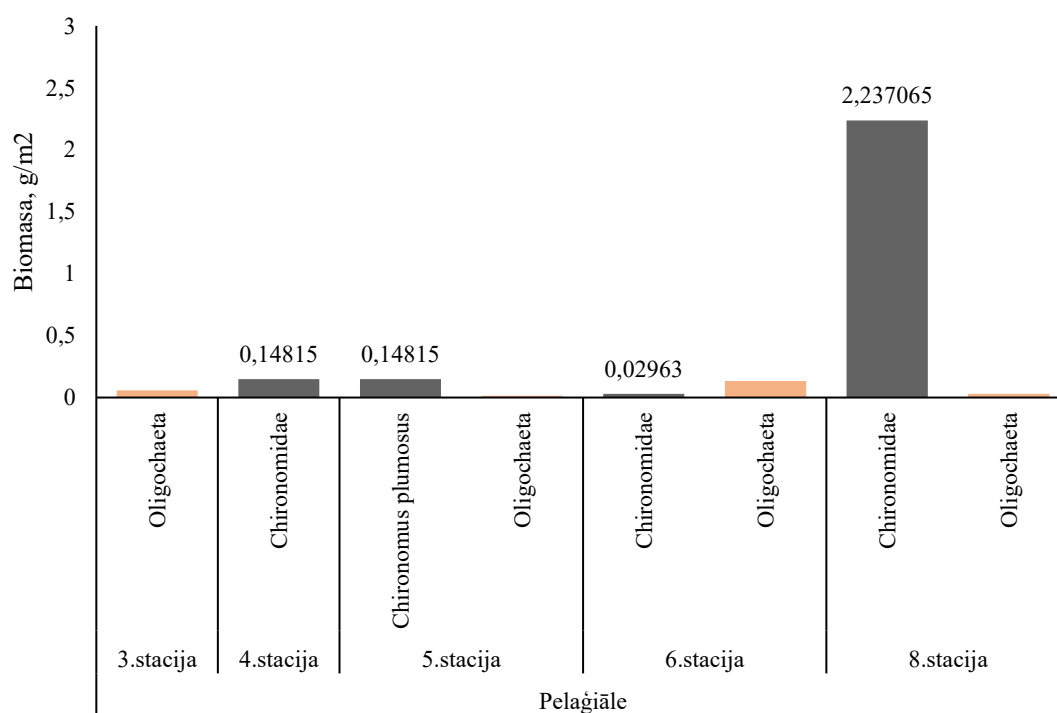


16.attēls. Zoobentosa biomasas Rāznas ezera piekrastē 2016.gadā (sakarā ar ļoti augsto biomasu grafikos nav iekļautas daudzveidīgās sēdgliemenes).

No gliemenēm lielākoties bija sastopama invazīvā daudzveidīgā sēdgliemene *Dreissena polymorpha*, kas ieviesta Latvijā ar kuģu balasta ūdeņiem jau 19.gadsimtā. Daudzveidīgās sēdgliemenes biomasas Rāznas ezerā 2016.gadā sasniedza 1 kg/m<sup>2</sup>. Šai gliemenei raksturīga barošanās filtrējot. Tā attīra ūdeni no dažādām organiskām daļiņām, ieskaitot fitoplanktonu, tādējādi piedaloties ezera fitoplanktona biomasas regulēšanā. Daudzveidīgā sēdgliemene ir arī svarīgs zivju barības objekts ezeros. Tomēr pārmērīga šīs sugas savairošanās var novest pie citu gliemeņu sugu izzušanas ūdenstilpē un ilgākā laika periodā tas varētu atstāt negatīvu iespaidu uz ezera ekosistēmu. Par gliemeņu sugu daudzveidības izzušanu Rāznas ezerā liecina zoobentosa 2016.gada datu salīdzinājums ar 20.gadsimta 50.gadu datiem – piecdesmitajos gados Rāznas ezerā zoobentosā konstatētas 17 gliemežu un 7 gliemeņu sugas (daudzveidīgā sēdgliemene netika konstatēta), savukārt 2016.gadā konstatētas četras gliemežu sugas un trīs gliemeņu sugas, ieskaitot daudzveidīgo sēdgliemēni. Pārējo organismu biomasas uz kvadrādmētru piekrastes zonā nepārsniedz 2,5 g/m<sup>2</sup> (16.attēls). Visā piekrastes zonā konstatēti trīsuļodu kāpuri

*Chironomidae* un mazsartārpi *Oligochaeta*, kā arī dēles. (*Glossiphonia*, *Erpobdella* u.c.). Īpaši atšķiras stacija nr.1 dūņainā substrātā, kur maksteņu kāpuri (*Limnephilus sp.*) sastāda otru lielāko biomasas daļu aiz daudzveidīgās sēdgliemenes. Piekrastes stacijās nr.1 (dūņains substrāts) un nr.7 (oļains substrāts) konstatēts visvairāk bezmugurkaulnieku sugu, vislielākā organismu biomasa, kā arī daudzveidīgās sēdgliemenes. Pārējās piekrastes paraugu ievākšanas stacijās konstatēta zemāka zoobentosa organismu biomasa un mazāka daudzveidība; tas, iespējams, saistīts ar substrāta atšķirībām starp stacijām – pārējās piekrastes stacijās zoobentosa organismi ievākti no smilšaina substrāta, kam pielāgojušies mazāk zoobentosa organismu.

Rāznas ezera atklātā ūdens daļā zoobentosa sugu daudzveidība un biomasa ir daudz mazāka (17.attēls), dominē trīsuļodu kāpuri, konstatēti arī mazsartārpi. 2016.gadā ievāktu datu kopa apliecina, ka kopš 20.gadsimta piecdesmitajiem gadiem nav notikušas nozīmīgas izmaiņas zoobentosa vertikālajā izplatībā – dziļākajās ezera zonās atklātā ezerā konstatēta zemāka zoobentosa sugu daudzveidība un biomasa nekā ezera piekrastes zonā un seklākās, līdz 5 metriem dziļās vietās.



17.attēls. Zoobentosa biomasa atklātā ezerā 2016.gadā

Zoobentosa organismi, it īpaši gliemenes, bieži identificēti kā pieaugošo plaužu un raudu barības objekts (sk. sadaļu “Zivis”). No pieejamiem datiem var secināt, ka zoobentosa biomasa un daudzveidība pagaidām ir pietiekama, lai nodrošinātu bentosēdājas zivis ar barību. Tomēr iespējama pastiprināta gliemeņu sugu daudzveidības

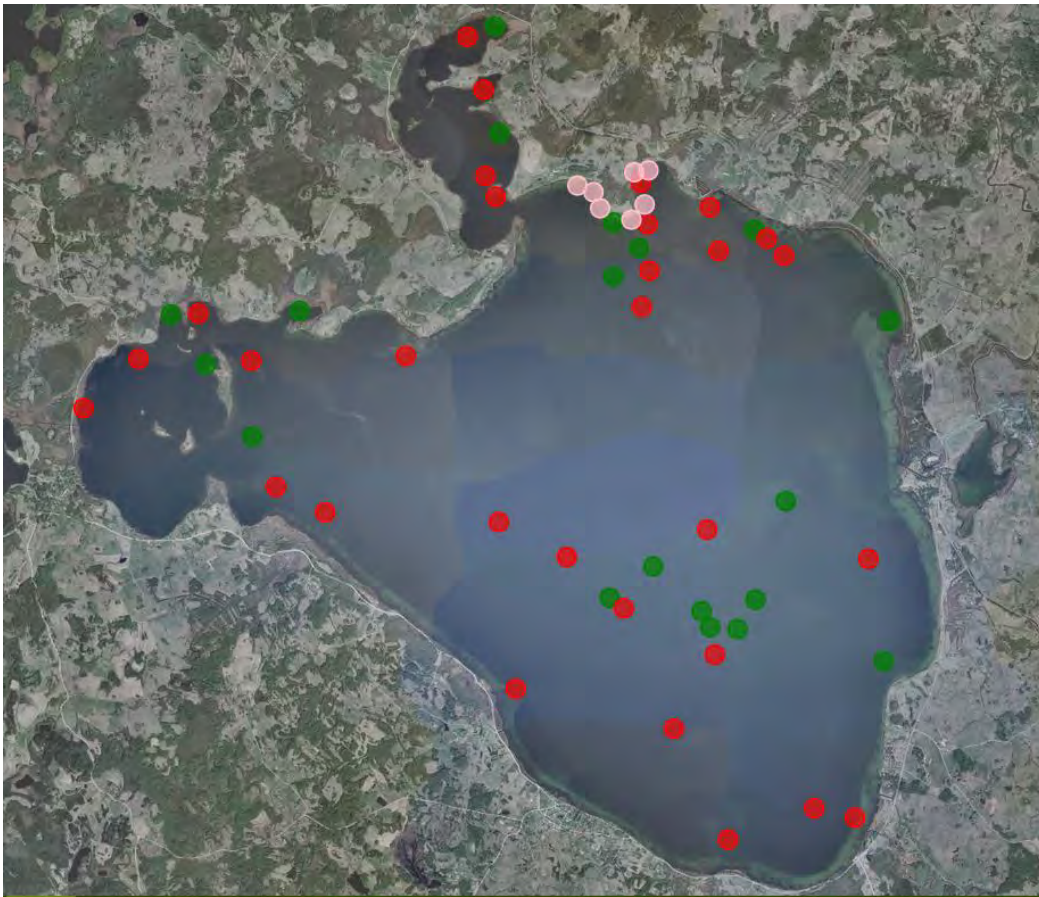
samazināšanās daudzveidīgās sēdgliemenes ietekmē, kas var atstāt negatīvu iespaidu arī uz zivju barības bāzi Rāznas ezerā.

## 6. Zivju sabiedrība

### 6.1. Metodes

Zivju sabiedrības paraugu ievākšana tika veikta 2016. gada no 18.-22. jūlijam, kā arī no 9.-11. augustam. Vasaras periods zināms kā laiks, kad iegūstama visprecīzākā informācija par zivju sabiedrības sastāvu, jo zivis vienmērīgi izplatītas visā ūdenstilpē.

Lai iegūtu informāciju par zivju sabiedrību raksturojošo parametru telpisko mainību, tīkli izvietoti vietās, kas reprezentē zivju sabiedrības sastāvu dažādās ūdenstilpes horizontālās un vertikālās zonās, piemēram, dažādos dziļumos, vietās ar dažādu aizaugumu, dažādos attālumos no krasta. Tika veikta pētnieciskā zveja ar peldošiem un grimstošiem *Nordic* tipa daudzacu žauntīkliem (1.5, 3.0, 6.0m augsti; 30m gari), kuru linuma acs izmērs bija 5–55 mm. Tika izmantoti arī papildus tīkli ar linuma acs izmēru 70–90 mm (katrs 30 m garš), lai iegūtu informāciju par liela izmēra zivīm. Piekrastes ihtiofaunas izpētes nolūkos tika izmantots piekrastes vads ar 5mm acs izmēru 50m garš, 3m augsts.



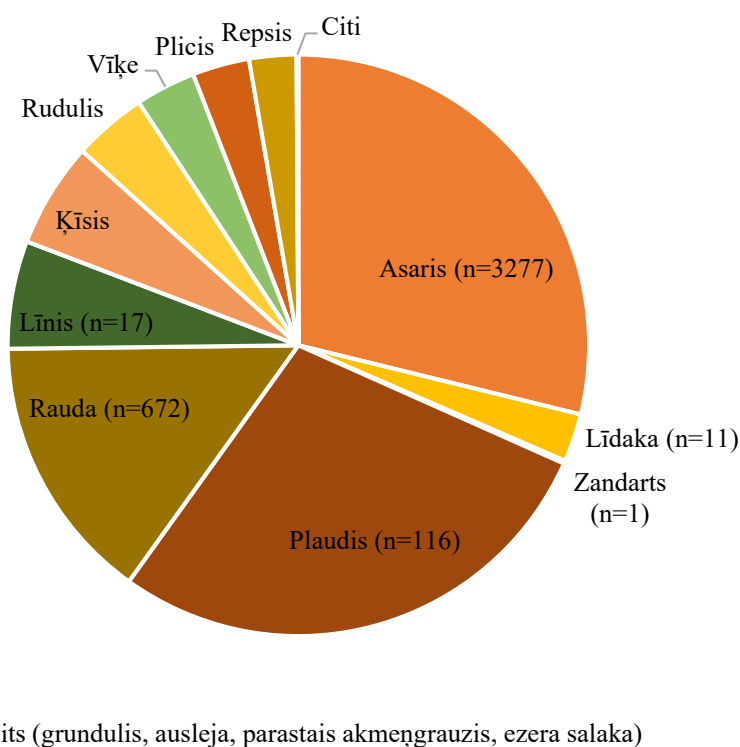
18.attēls. Zivju populācijas paraugu ievākšanas vietas. Leģenda –  
 Nordic tipa žauntīkli - ● , lielacu žauntīkli - ● , piekrastes vads - ● .

Kopumā paraugu ievākšana notika 57 stacijās (18.attēls), kuras tika izvietotas dažādās dziļuma zonās (1-13m) viscaur ūdenstilpei. Pasīvie zvejas rīki (tīkli) tika ievietoti ūdenstilpē vakarā un izņemti nākamās dienas rītā. Tīkli atradās ūdenī vidēji 10-12 h. Pēc tīklu izņemšanas zivis tika sašķirotas pēc sugām. Katrs zivsaimnieciski nozīmīgāko zivju sugu (plaudis, asaris, rauda, līdaka, zandarts) īpatnis tika nosvērts un nomērīts; pārējām sugām tika fiksēts kopējais visu īpatņu svars. Tika ievākti biežāk sastopamo un zivsaimnieciski nozīmīgāko (plaudis, asaris, rauda, līdaka, zandarts) zivju sugu īpatņu kuņģu paraugi (maksimums 5 īpatņi no 1 cm garuma grupas), lai varētu raksturot zivju sabiedrības barošanās paradumus.

Papildus tam biežāk sastopamajām un zivsaimnieciski nozīmīgākajām zivju sugām noteikti arī vecumi (maksimums 5 īpatņi no 1 cm garuma grupas). Tos nosaka pēc vecumu reģistrējošām struktūrām – gan zvīnām (rauda), gan galvaskausā ietilpstošiem kauliem: *operculum* kauliem (asaris, zandarts) un *cleithrium* kauliem (plaudis, līdaka).

## 6.2. Kopējā situācija

Pētījuma laikā tika nozvejotas zivis no 15 sugām, kas kopā sastādīja 161,2 kg (19.attēls). Noķertas šādu sugu zivis – asaris (46,5 kg, n=3277), līdaka (4,3 kg, n=11), zandarts (0,3 kg, n=1), plaudis (45,5 kg, n=116), rauda (24,0 kg, n=672), līnis (9,7 kg, n=17), ķīsis (9,4 kg, n=246), rudulis (6,6 kg, n=74), vīķe (5,4 kg, n=212), plicis (5,1 kg, n=263), repsis (4,2 kg, n=125), grundulis (0,06 kg, n=5), ausleja (0,06 kg, n=44), parastais akmeņgrauzis (0,03 kg, n=8), ezera salaka (<0,01 kg, n=1).

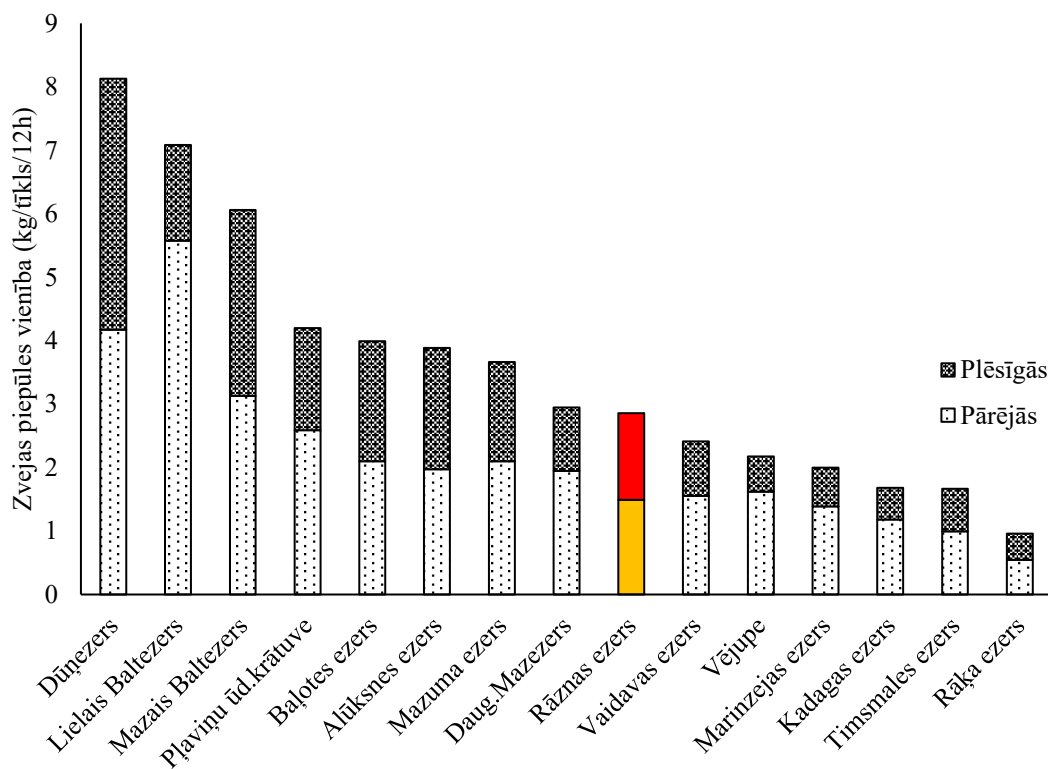


19.attēls. Kopējā procentuālā zivju nozveja Rāznas ezerā.

Rāznas ezera zivju sabiedrībā dominē asaris, plaudis un rauda. Kopējā visu zivju sugu biomasa vērtējama kā vidēja, ko varētu skaidrot ar intensīvas rūpnieciskās zvejas ietekmi ilgstošā laika periodā. To netieši apliecina kontrolzvejas lomu vecuma un izmēru struktūra, kā arī nozvejas statistika no 1990.-2016.gadam. Visintensīvāk apzvejoto zivju sugu populācijās, izņemot plaužu, dominē neliela izmēra zivis, kas vēl nav sasniegušas izmērus, kam piemīt augsta komerciālā vērtība.

Salīdzināts noķerto zivju daudzums uz zvejas piepūles vienību (kg/tīkls/12h) Rāznas un vairākos citos Latvijas ezeros (20.attēls). Lomu struktūrā ir relatīvi augsts

asaru īpatsvars, kas norāda uz salīdzinoši veselīgu ekosistēmas stāvokli. Daudzos Eiropas un Latvijas ezeros zivju sabiedrībās dominē nelielas karpveidīgās zivis (rauda, plaudis, līnis u.c.), kas, pārmērīgi patērējot barībā zooplanktonu un uzduļķojot izgulsnējušās barības vielas, negatīvi ietekmē ekosistēmu līdzsvaru un veselību. Rāznas ezers vērtējams kā ļoti piemērota dzīves vide asarim un citām plēsīgo zivju sugām, kas ir pamatā salīdzinoši augstajam plēsēju īpatsvaram. Tomēr augstais nelielu asaru īpatsvars populācijā norāda uz pārmērīgu zvejas un maksšķerēšanas slodzi, kas pakāpeniski novedis pie liela izmēra asaru īpatsvara samazināšanās (sīkāk nodaļā “Asaris”).



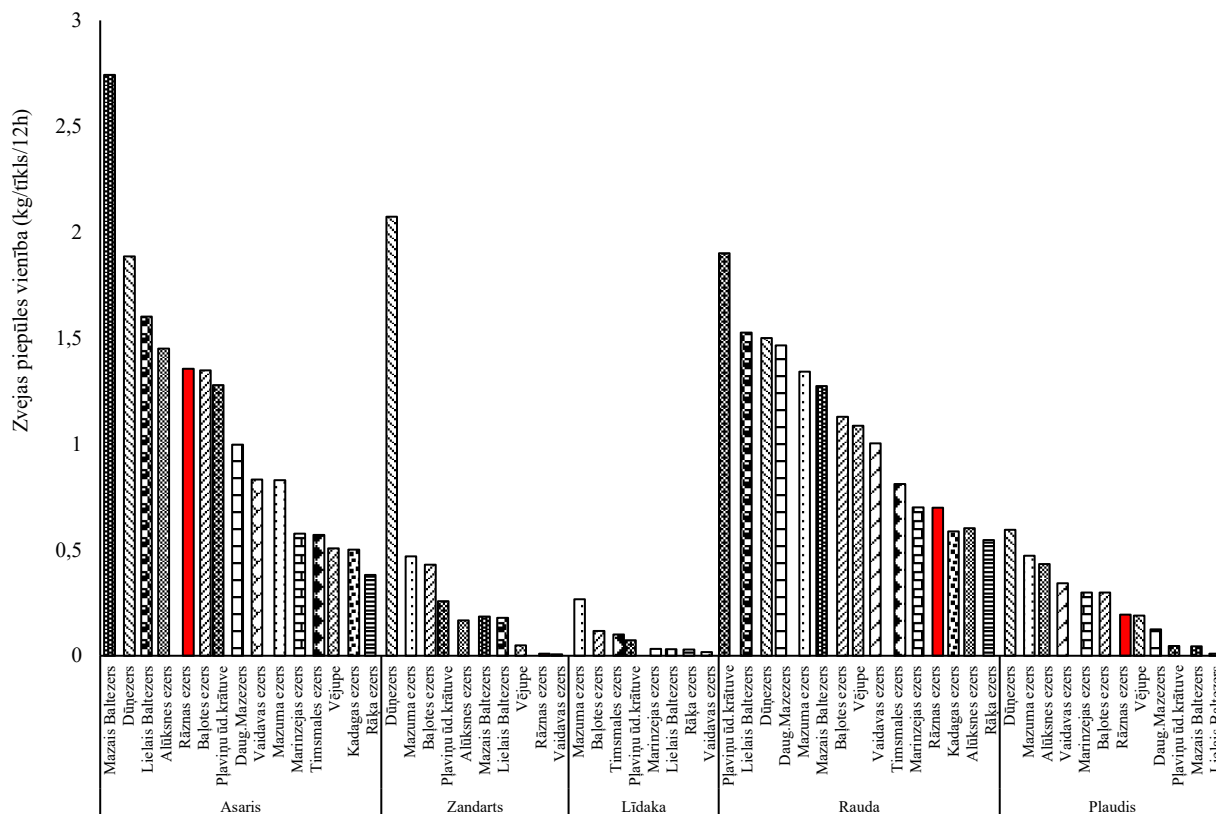
20.attēls. Noķerto (atsevišķi plēsīgo un miermīlīgo) zivju daudzums uz zvejas piepūles vienību atsevišķos Latvijas ezeros.

Kontrolzveju rezultāti uzrāda nevienmērīgu zivju izplatību ezerā (21. attēls). Lielākās relatīvās zivju biomasas ir dziļuma zonā no 6-13m, kā arī no 2-6m, kamēr piekrastes biomasas ir zemākas. Piekrastes daļā dominē nelieli asari, raudas un ruduļi, kam šeit pieejama bagātīga barības bāze, pamatā zoobentosa organismi. Šeit sastopama arī tāda saimnieciski nozīmīga zivs kā līnis, kam seklā piekrastes daļa ir piemērota barošanās vide. Dziļuma zonā no 2-6m vairāk sastopami lielāka izmēra plauži, raudas un asari, kam svarīgs ar barību bagātīgās piekrastes zonas tuvums. Savukārt dziļuma zonā no 6-13m ir izteikta asaru, kā arī secīgi plaužu, ķīšu un raudu dominance. Dziļākajā ezera



daļā ūdens virsējos slāņos (0-6m) sastopami repši, kā arī noķerts viens ezera salakas indivīds.

Izmantojot piekrastes vadu, gandrīz katrā parauglaukumā (izņemot vienu) tika iegūti līdaku mazuļi, kas liecina par sekmīga dabiskā nārsta norisi. Lielāku līdaku noķeršanai ar standarta metodēm ir gadījuma raksturs, pēc kā grūti spriest par reālo līdaku biomasu ezerā. Savukārt zandartu skaits vērtējams kā ļoti zems.



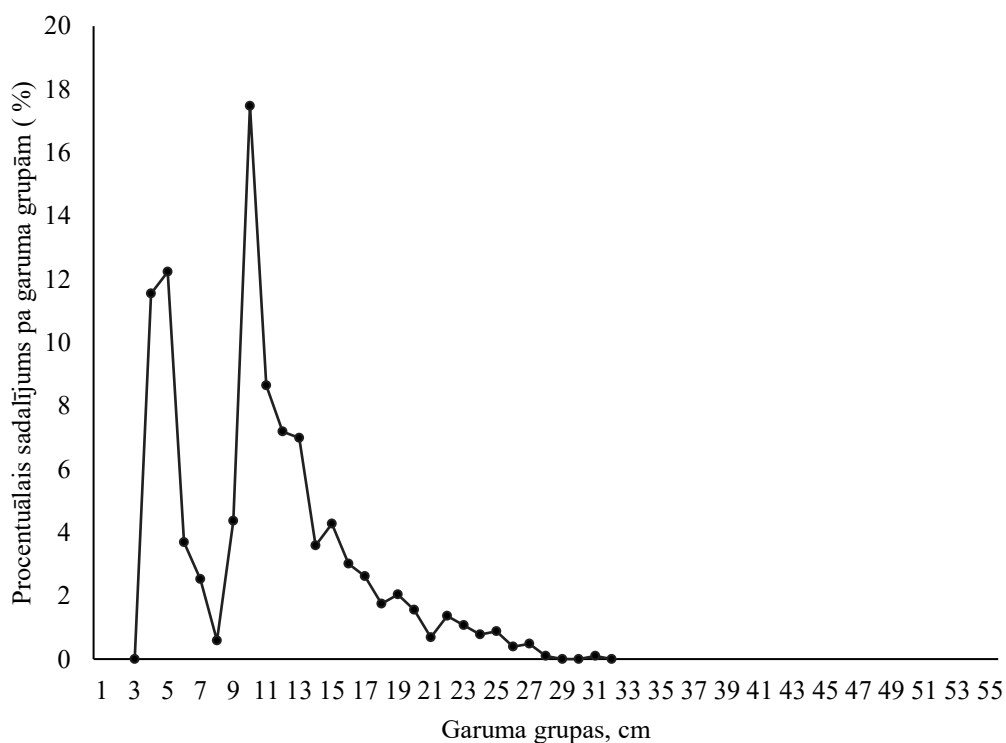
22. attēls. Noķerto zivju daudzums uz zvejas piepūles vienību (kg/tīkls/12h) vairākos Latvijas ezeros.

Raudu īpatsvars lomos salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem ir vidēji augsts. Taču novēro lielu īpatņu iztrūkumu un mazu/vidēju īpatņu dominanci lomos, kas skaidrojams ar rūpnieciskās zvejas ietekmi. Plaužu īpatsvars Rāznas ezera lomos ir salīdzinoši augsts (28%), sabiedrība veselīga. Tomēr salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, plaužu kopējā biomasa Rāznā vērtējama kā vidēji zema, ko nosaka tie paši apstākļi kas citām sugām – pārāk liela rūpnieciskās zvejas ietekme.

## 7. Zivsaimnieciski nozīmīgo zivju sugu populāciju raksturojums

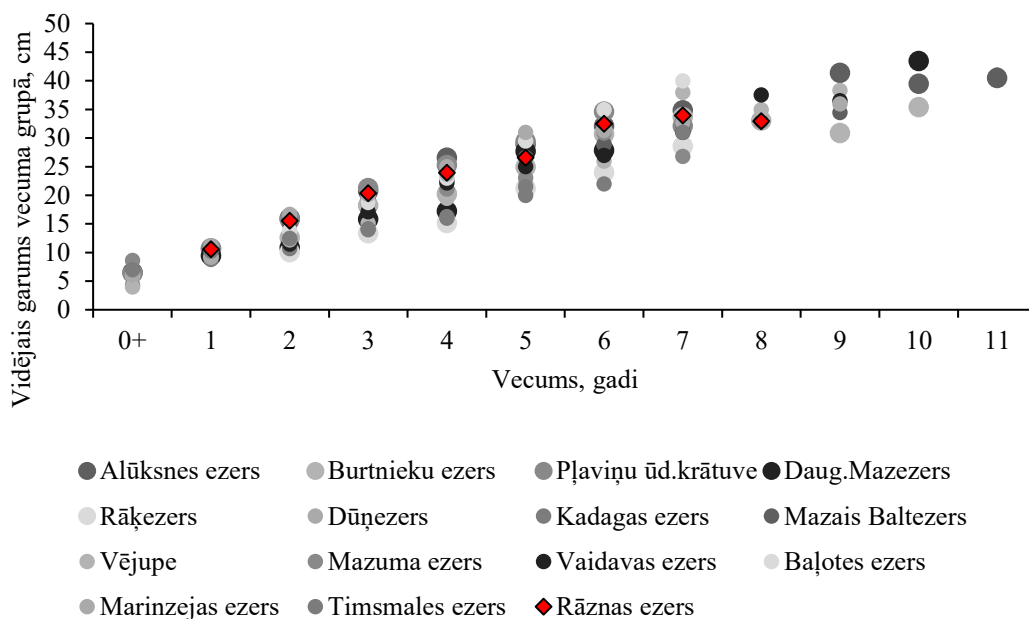
### 7.1. Asaris

Tika noķerti asari individuālā svara robežās no 0,3g līdz 425g. Ezerā pamatā sastopami mazi un vidēji īpatņi, kā arī atsevišķas lielas zivis (23. attēls). Lielo zivju īpatsvars uzskatāms par zemu dabiskai populācijai. Tas skaidrojams ar zvejnieku un mazākā mērā makšķernieku spiedienu uz lielākajiem īpatņiem.



23. attēls. Asaru skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām

Ezerā 117 asariem noteikts vecums no 0+ līdz 8 gadiem (24. attēls). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, asaris aug ātri. Asarim visās dzīves fāzēs pieejams pietiekams barības daudzums, kā arī nepieciešamā dzīves vide.



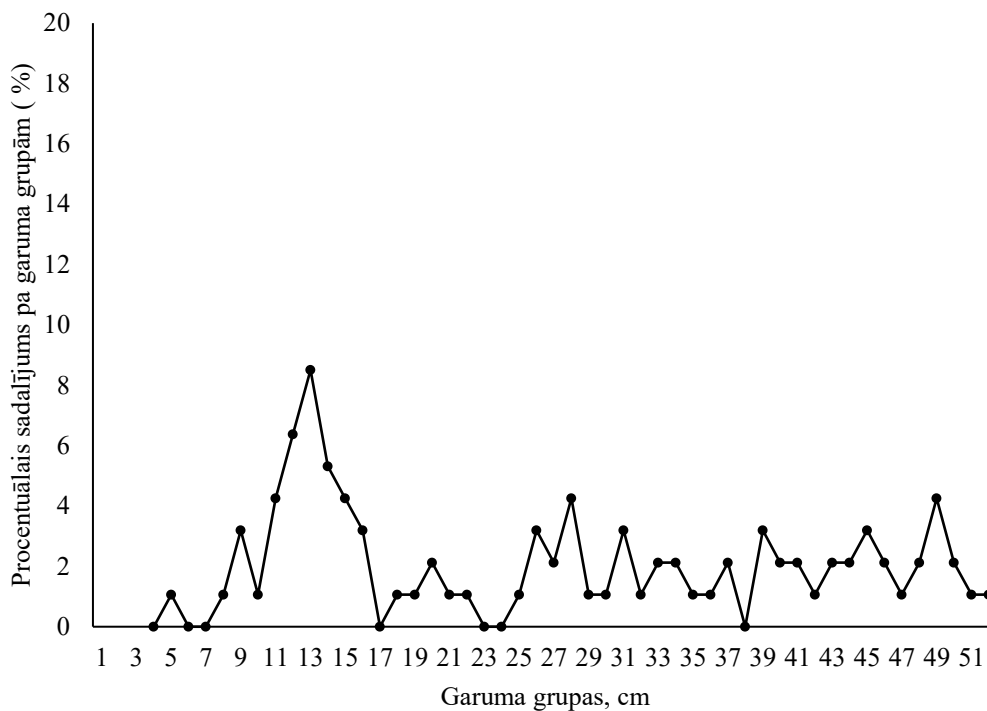
24. attēls. Asaru vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros

Gan zivju mazuļi, gan lielākas zivis sastopamas visās ezera dziļuma zonās, ar izteikti augstāku kopējo biomasu un skaitu dziļuma zonā no 6 – 13 m. Asaru mazuļi barojas ar zooplanktonu (25.attēls).

Lielāki īpatņi pakāpeniski pāriet uz barošanos ar citām zivīm.

## 7.2. Plaudis

Tika noķerti plauži individuālā svara robežās no 2,7 g līdz 1,85 kg. Ezerā vienmērīgi sastopami mazuļi, vidēja lieluma zivis, kā arī zivsaimnieciski nozīmīgie lielie īpatņi (27.attēls). Salīdzinoši ar citiem Latvijas ezeriem, plaužu kopējā biomasa Rāznas ezerā ir vidēji zema (5. attēls).

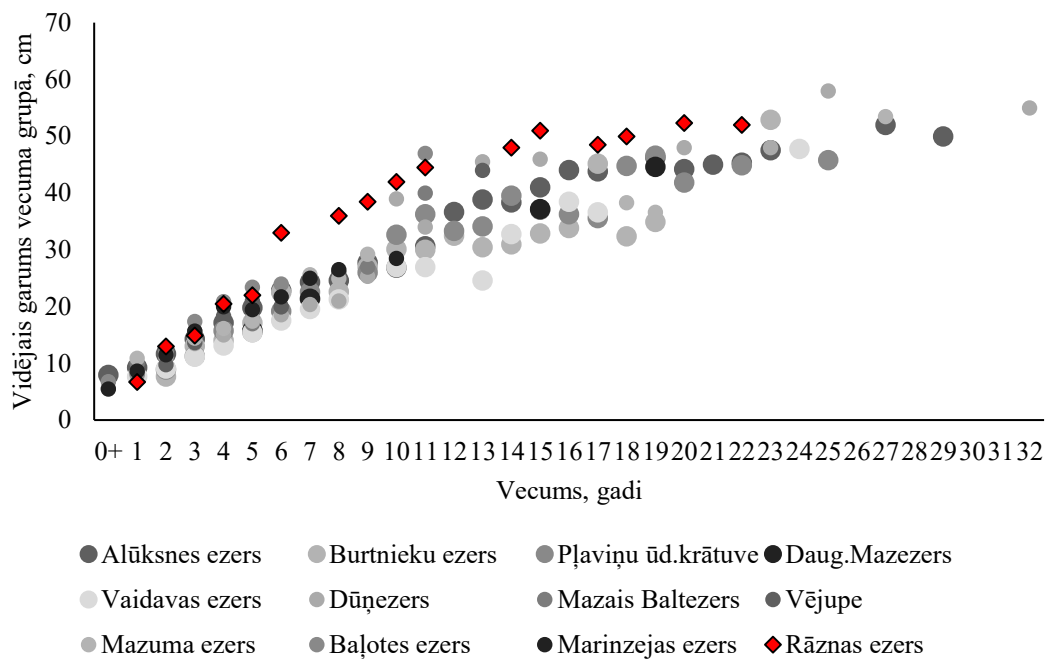


27. attēls. Plaužu skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām.

Plaužiem visās dzīves fāzēs pieejams pietiekams barības daudzums, kā arī nepieciešamā dzīves vide.

Ezerā 104 plaužiem noteikts vecums no 0+ līdz 22 gadiem (28.attēls). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, plaudis aug vidēji ātri. Taču atsevišķos vecumos var izdalīt dažādu augšanas ātrumu. Pirmajā un otrajā dzīves gadā plaudis aug lēnu, jo augšanu negatīvi ietekmē konkurence par barības resursiem ar lielā daudzumā sastopamajiem citu sugu zivju mazuļiem. Savukārt, sasniedzot aptuveni 35 cm garumu (6 – 7 gadu vecumā) plauža mutes atvērums ir pietiekams, lai uzsāktu barošanu ar enerģētiski augstvērtīgajām daudzveidīgajām sēdgliemenēm - tiek novērots straujš augšanas ātruma pieaugums.

Visu izmēru zivis sastopamas dažādās ezera dziļuma zonās, ar augstāku kopējo biomasu un skaitu dziļuma zonā no 2 līdz 6 m un 6 līdz 13 m zonā. Mazuļi barojas ar zooplanktonu, vidēja un liela izmēra zivis pāriet uz zoobentosu.

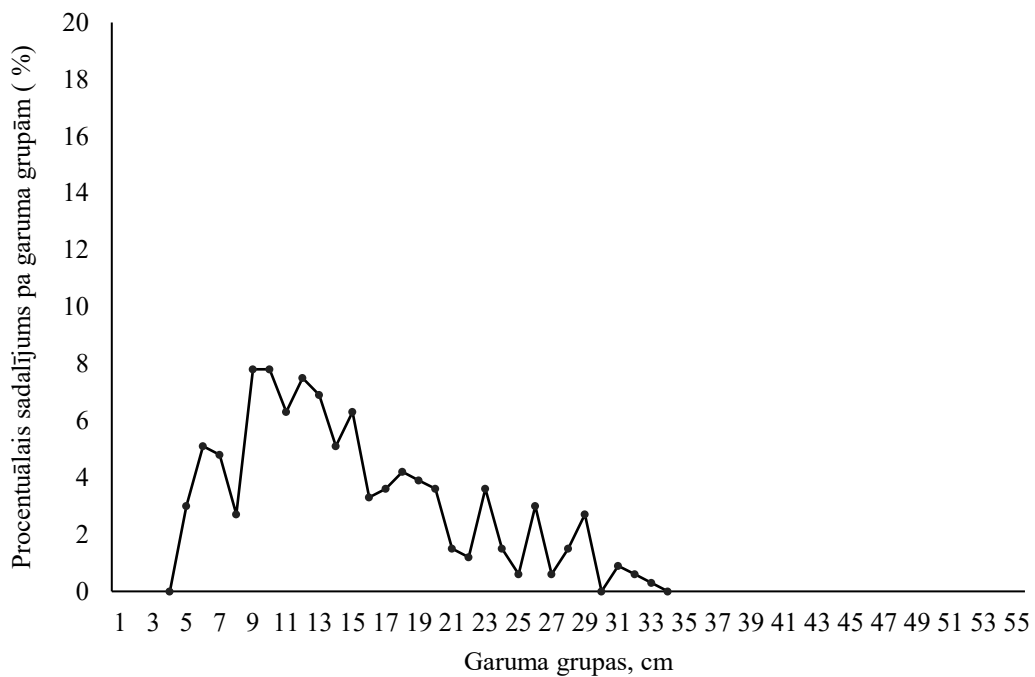


28. attēls. Plaužu vecuma un garuma attiecība atsevišķos Latvijas ezeros.

### 7.3. Rauda

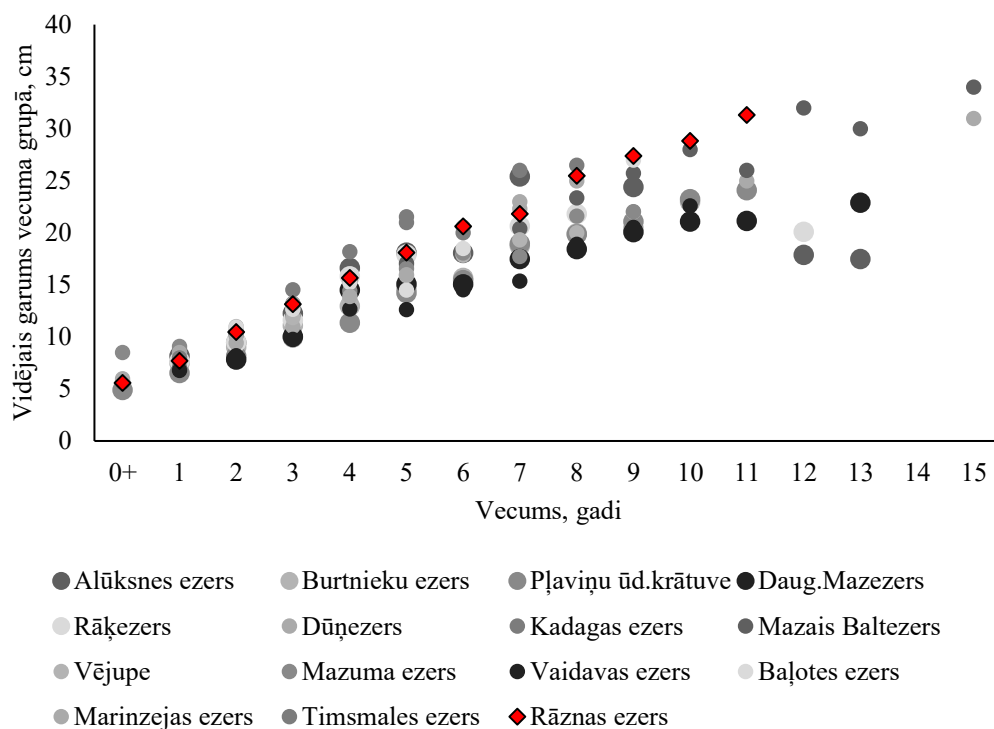
Tika noķertas raudas individuālā svara robežās no 0,7 g līdz 428 g. Ezerā lielākoties sastopami mazuļi un neliela izmēra īpatņi (29.attēls).

Augstais nelielu zivju īpatsvars populācijā galvenokārt saistīts ar zemo plēsēju (lielu asaru, kā arī zandartu, līdaku, zušu un vēdzeļu) blīvumu, kas savā barībā patērē tieši neliela izmēra raudas. Savukārt lielu raudu zemais īpatsvars skaidrojams ar tīklu zvejas un mazākā mērā makšķerēšanas ietekmi.



29. attēls. Raudas skaita procentuālais sadalījums pa garuma grupām

Ezerā 114 raudām noteikts vecums no 1-11 gadiem (30.attēls). Salīdzinot ar citiem Latvijas ezeriem, rauda visās vecuma grupās aug vidēji ātri, bet sākot ar septīto, astoto dzīves gadu augšanas tempu var vērtēt kā ātru. Tas skaidrojams ar lielāku īpatņu barošanos ar sēdgliemenēm.



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

Gan zivju mazuļi, gan lielākas zivis sastopamas visās ezera dziļuma zonās, ar augstāku kopējo biomasu un skaitu dziļuma zonā no 2 līdz 6 m. Mazuļi barojas ar zooplanktonu. Pieaugušas raudas barojas ar zoobentosa organismiem, īpaši gliemenēm; mazākā mērā zooplanktonu.

#### 7.4.Repsis

Tika noķerti repši individuālajā svarā no 6,0 – 62 gramiem. Rāznas ezera repša populācija vērtējama kā veselīga – sastopami gan mazuļi, gan pieaugušas zivis, populācija pašatīstojas. Tie apdzīvo ezera atklātā ūdens daļu dziļuma zonu no 10m un dziļāk, kur ūdens vidējos slāņos barojas ar zooplanktonu. Iespējams, ka pieaugušo repšu skaitu tāpat ietekmē zemo plēsēju, īpaši zandarta un līdakas spiediens.

## 7.5. Zandarts

Noķerts tikai viens šīs sugas īpatnis. Zandarta krājums vērtējams kā neliels. Nav izveidojusies pašatražojošās populācija. Tam par iemeslu ir zandartam nepiemērotā dzīves vide un mazākā mērā starpsugu konkurence ar asariem. Zināms, ka zandarts veiksmīgāk medī/nārsto seklākos ezeros ar zemāku ūdens caurspīdību. Dziļos ezeros ar augstu ūdens dzidrību parasti dominē asari. Papildus tam, populāciju negatīvi ietekmē makšķerēšanas un rūpnieciskās zvejas spiediens.

## 7.6. Līdaka

Salīdzinoši nelielais noķerto līdaku īpatsvars (11 īpatņi; 4,4g – 3,1 kg) skaidrojams ar līdaku neaktīvo dzīvesveidu vasaras sezonā. Tikai viena līdaka noķerta ar tīklu, kamēr pārējās izmantojot piekrastes vada zvejas metodi. Līdaka medījumu gaida slēpnī, nevis aktīvi meklē, līdz ar to tā netiek notverta ar pasīvajiem zvejas rīkiem (tīkliem), kas veiksmīgi izmantojami pētot aktīvas zivis. Tomēr tas, ka, izmantojot vadu vilkšanas zvejas metodi, noķertie īpatņi apdzīvo piekrastes ūdensaugu joslu, uzskatāms par tipisku parādību. Šī vide nodrošina līdaku ar augstu barības zivju blīvumu un paslēptuvēm, kas nepieciešamas, lai veiksmīgi barotos. Iegūtie dati norāda uz to, ka līdaku daudzums ezerā ir vidējs. Līdakai pieejamas pietiekamas nārsta teritorijas un noris veiksmīga, dabiska pašatražošanās. Līdakas augšana vērtējama kā vidēji ātra. Prognozējams, ka lielumu, kad zivs paturama lomā, līdaka sasniegs 4-5 gadu laikā.

# 8. Rāznas ezera zivsaimnieciskā apsaimniekošana

## 8.1. Līdzšinējā apsaimniekošana

Rāznas ezerā zivju resursus izmanto makšķernieki un komerciālie zvejnieki. Makšķerēšanu regulē vispārējie makšķerēšanas noteikumi.

Saskaņā ar z/i BIOR datiem pēdējās desmitgadēs intensīva zivju mazuļu ielaišana notikusi no 1990. gada līdz 2007. gadam. Šajā laika posmā Rāznas ezerā ielaisti 371 000 karpu un 42 000 zandartu vienas vasaras vecuma, 600 000 līdaku kāpuru un 1 074 800 zušu



mazuļu stikla zuša stadijā. Kopš 2007. gada zivju mazuļu laišana likumā noteiktajā kārtībā nav reģistrēta.

## 8.2. Situācijas novērtējums un tālākā rīcība

Rāznas ezera ūdens kvalitāte ir laba, zivju barības bāze pietiekama gan zivju mazuļu attīstībai, gan pieaugušu zivju populāciju uzturēšanai. Rāznas ezera ihtiofauna kopumā vērtējama kā cilvēka ietekmēta. Zivju sabiedrības struktūru būtiski ietekmē rūpnieciskā zveja. Tiek izķerti tikai zivsaimnieciski nozīmīgie lielle īpatņi, kas plēsēju gadījumā svarīgi populāciju pašregulācijai un spiediena uzturēšanai uz miermīlīgo zivju populācijām. Īpaši būtiski ietekmēta ir asaru populācija – dominē neliela izmēra zivis, kas savā barībā nepatērē citu zivju mazuļus. Tas ietekmē karpveidīgo zivju sugu (rauda, paludis u.c.) populācijas, īpaši raudu, nespējot būtiski samazināt neliela izmēra īpatņu īpatsvaru tajās.

Uz Latvijas ūdeņu zivju resursiem lielu ietekmi vēl arvien atstāj maluzvejnieki. Spriežot pēc sarunām ar zvejniekiem un DAP vides inspektoriem, vairāku pēdējo gadu laikā Rāznas ezerā maluzvejas gadījumi ir ierobežoti līdz minimumam. Svarīgi ir šādu situāciju uzturēt ilgstoši. Ārzemju, kā arī Latvijas praksē novērots, ka efektīvākais veids kā nosargāt ūdeņu zivju resursu no maluzvejniekiem un negodīgiem maksšķerniekiem ir resursu patērējošo iedzīvotāju vidū radīt pozitīvu priekšstatu, ka tā aizsardzība ir sabiedrības kopējās interesēs. Tas panākams iesaistot ūdeņu praktiskajā apsaimniekošanā maksimāli plašu sabiedrības daļu. Starp iespējamajiem pasākumiem minami: iedzīvotāju informēšanas semināri par ūdenstilpes ekosistēmu, apsaimniekošanu; skolēnu dabas izziņāšanas nometnes ezera krastā; publiska zivju izlaišana u.c. Tādējādi iespējams nonākt pie zivju resursa aizsardzības modeļa, kur nozīmīgu lomu spēlē tas, ka iedzīvotāji nepieļauj maluzvejnieku klātbūtni, piesārņojuma iepludināšanu ūdeņos un citas zivīm kaitīgas darbības. Praktiskās maluzvejas ierobežošanas aktivitātēs arī iespējams iesaistīt sabiedrību, aicinot ziņot pašvaldībai, atbildīgajiem dienestiem par aizdomīgām darbībām, tādējādi netieši veicinot zivju resursu izmantošanas kontroles uzlabošanu.

Zinātnieki uzsver, ka zivsaimniecības pārvaldība ir ciešā mērā saistīta ar cilvēku pārvaldību. Eiropas Komisijas (EK) Ūdens Struktūrdirektīvas 14.panta 1.punktā ir norādīta rīcība, lai sasniegtu labas kvalitātes ūdens rādītājus, nosakot, ka „dalībvalstis veicina visu ieinteresēto sabiedrības grupu efektīvu iesaisti šīs direktīvas īstenošanā, jo īpaši upju baseinu apsaimniekošanas plānu izstrādē, pārskatīšanā un koriģēšanā”. EK Ūdens Struktūrdirektīvas vadlīnijas skaidro sabiedrības aktīvu iesaisti kā iespēju cilvēkiem pozitīvi ietekmēt ūdens apsaimniekošanu un ar to saistīto lēmumu pieņemšanu.

Sabiedrības aktīva iesaiste uzlabo lēmumu pieņemšanas procesu, paplašina vides apziņu, kā arī palielina atbalstu paredzētajām apsaimniekošanas darbībām.

### **8.3. Makšķerēšanas industrijas attīstība**

Viens no efektīvākajiem ūdeņu veiksmīgas apsaimniekošanas paņēmieniem ir licencētas makšķerēšanas sistēmas ieviešana. Šādas sistēmas ieviešana pozitīvā gadījumā ļauj palielināt no ezera apsaimniekošanas gūstamo ienākumu apjomu. Tā sniedz iespēju kontrolēt un uzraudzīt makšķerēšanas intensitāti, kā arī iegūt informāciju par makšķernieku lomu apjomu, izmantojot atpakaļ atgrieztās licences. Gūtie ienākumi ļauj finansēt tādas apsaimniekošanas pasākumus kā zivju resursa izmantošanas kontroles pastiprināšana, zivju krājumu papildināšana un makšķerēšanas infrastruktūras attīstīšana.

Rāznas ezerā licencētās makšķerēšanas sistēmas izveidošanai nepieciešama vietējo iedzīvotāju, pašvaldību un DAP ieinteresētība un atbalsts. Bez visu iesaistīto pušu līdzdalības un piekrišanas licencēto makšķerēšanas sistēmu izveidot nav iespējams.

Ezers vērtējams kā piemērots šāda apsaimniekošanas modeļa izveidei. Galvenās makšķerniekus interesējošās zivju sugas kā līdaka, asaris, plaudis ezerā jau sastopamas. Papildus vērtību un interesi varētu izraisīt zivju resursu stāvokļa uzlabošanās, kas panākams pirmkārt samazinot rūpnieciskās zveja apjomu.

Neskatoties uz to, vai tiek ieviesta licencētā makšķerēšana, ieteicams veikt sekojošas darbības, kas uzlabos ezera, kā makšķerēšanas tūrisma galamērķa, vērtību:

a) Apsaimniekotāja ieceres un plānotās darbības ezera apsaimniekošanā apspriest ar ieinteresēto sabiedrības daļu (vietējie iedzīvotāji, makšķernieki, zvejnieki pašvaldības u.c.). Ieteicams organizēt atklātas diskusijas par ezeru apsaimniekošanu kopumā un iespējamajiem scenārijiem Rāznas ezera apsaimniekošanā.

c) Ap ezeru uzlabot makšķerēšanas infrastruktūru. Piemēram, izveidot laivu bāzes, vairāk laivu nolaišanas vietas, piebraukšanas punktus, makšķerēšanas laipas.

d) Sabiedrību sistemātiski informēt par apsaimniekotāja darbībām, radot pozitīvu iespaidu par ezera apsaimniekošanu.

## 9. Komerčiāli nozīmīgo zivju sugu populāciju apsaimniekošana

Spriežot pēc pieejamiem datiem, var secināt, ka populārākās ezera zivis makšķernieku un komerciālo zvejnieku vidū ir asaris, plaudis, rauda, zutis, retāk līdaka, līnis, zandarts

### 9.1. Zandarts

Zandarta krājumu apjoms Rāznas ezerā vērtējams kā neliels. Visticamāk nav izveidojusies stabila zandarta populācija, kas spēj dabiski atražoties. Rāznas ezera gadījumā zandarta populāciju uzturēt resursa patērētājiem pievilcīgā apjomā šobrīd varētu tikai izmantojot mākslīgās atražošanas metodes, jo dabiskā nārsta iznākums ir nepietiekams. Jāņem vērā, ka, nolūkā panākt manāmu efektu, ielaišanas apjomam būtu jābūt ļoti lielam.

Zandarta mazuļu ielaišana ieteicama tajā gadījumā, ja būtiski palielinās makšķernieku/zvejnieku interese par šo zivju sugu un apsaimniekotājs vēlas/ir gatavs to apmierināt.

Zandartu krājumu papildināšanu ieteicams veikt ar vienasaras mazuļiem sākot no 1,0 g vidējā svarā, optimāli 2,5 – 4,0 g. Ielaišanas laiks – augusts (1,0g vidējā svarā), septembris (2,5-4,0g), oktobris (4,0g un vairāk). Agrāks ielaišanas laiks jūlijā, augustā, kad ir mazāks vidējais svars (zem 1,0 g) nereti var būt paaugstinātas mirstības cēlonis nozvejas un transportēšanas laikā paaugstinātas ūdens temperatūras dēļ. Savukārt oktobra mēnesī zandartu mazuļu vidējais svars nav vēlams zemāks par 4.0g, jo šis ir aptuvenais izmērs, kurā zandartu mazuļi kļūst par plēsējiem. Ja zandartu mazuļi ziemu sasniedz ar mazāku vidējo svaru, tas var izraisīt paaugstinātu mirstību ziemošanas laikā, piemērotu barības objektu trūkuma dēļ. Neievērojot minētos nosacījumus, vēlamais atražošanas efekts var būt nenožīmīgs.

Zandartu mazuļu ielaišanas apjoms rēķināts no pieejamās lietderīgās platības, kas ir ~58% no ezera kopplatības jeb ~3298 ha, ar ielaišanas aprēķinu 50 gb/ha. Tas nozīmē, ka ielaišanas apjoms ir ~165 000 gb vienasaras mazuļu. Zandartu ielaišanu vēlams veikt no laivas, mazuļus vienmērīgi izkliedējot ezera atklātajā daļā. Izlaišana samazinātas gaismas apstākļos (tuvāk vakaram vai naktī) palielina mazuļu izdzīvošanas iespējas. Tādā gadījumā mazuļus pēc pieņemšanas līdz tumsai ieteicams izturēt sieta dārziņā, kas vienlaicīgi ļauj novērtēt mazuļu dzīvotspēju.

Regulāras zandartu mazuļu ielaišanas gadījumā atražošanu vēlams veikt ne biežāk kā katru otro gadu, taču ne retāk kā katru trešo gadu, lai zandartu populāciju uzturētu makšķerniekiem interesantā blīvumā.

## 9.2. Līdaka

No daudzskaitlīgiem piemēriem zināms, ka līdaka ir suga, kas ļoti veiksmīgi vairojas mēreno platuma grādu ūdeņos, kur pieejamas dabiskas nārsta vietas. Ezerā pieejamā nārsta dzīvotņu platība uzskatāma par pietiekamu, lai nodrošinātu populācijas pašatražošanu un ilgtspējīgu izdzīvošanu, vienlaicīgi pieļaujot resursa saprātīgu un kontrolētu izmantošanu. Tādēļ līdaku mazuļu ielaišanu veikt nav vajadzības. Tikai gadījumā, ja būtiski palielinās makšķernieku spiediens, un lomu statistika/zinātniska informācija uzrāda krājuma būtisku samazināšanos, ieteicams uzsākt līdaku mazuļu ielaišanu.

Līdaku mazuļu ielaišanu var veikt ar:

1) viņvasaras mazuļiem, sākot no 1,0 – 5,0 g (max 20,0 g) vidējā svarā; optimālais ielaišanas laiks – maijs, jūnijs.

Rāznas ezera gadījumā potenciāli piemērotā teritorija šāda izmēra līdaku mazuļiem pamatā izvietojas ezera piekrastes daļā, kas sastāda ~10% jeb ~550ha no ezera kopplatības. Līdaku mazuļu ielaišanu var veikt no laivas vietās, kas piemērotas līdaku mazuļu dzīvei - seklos zāļainos līčos ar nelielu dziļumu līdz 2,0 m. Ielaišanas apjoms ne vairāk par 250 gb/ha, kas kopumā sastāda ne vairāk kā ~137 500 mazuļu. Izlaišana samazinātas gaismas apstākļos, tuvāk vakaram vai naktī, palielina mazuļu izdzīvotības iespējas. Mazuļus pēc pieņemšanas līdz tumsai ieteicams izturēt sieta dārziņā. Pieņemot līdaku mazuļus pirms izlaišanas ezerā, svarīgi ievērot, lai mazuļi būtu sašķiroti atbilstoši izmēru grupām: līdz 5g vidējā svarā (mazuļi, kas pamatā vēl pārtiek no zooplanktona) un atsevišķā tilpnē mazuļi, kas sver vairāk nekā 5g vidējā svarā (mazuļi, kas jau kļuvuši plēsēji). Tas ļauj samazināt kanibālisma radītos zaudējumus uzreiz pēc mazuļu izlaišanas, jo ļauj organizēt atšķirīga izmēra zivju izlaišanu dažādās vietās.

2) viņvasaras mazuļiem no 30,0 – 150,0 g vidējā svarā; optimālais ielaišanas laiks – septembris, oktobris, novembris.

Rāznas ezera gadījumā potenciāli piemērotā teritorija šāda izmēra līdaku mazuļiem sastāda ~1336ha jeb 24% no ezera kopplatības. Līdaku mazuļus laiž atkarībā no slēptuvju (piemēram, ūdensaugu) platībām vietās, kas nepārsniedz 4,0 m dziļumu.

Ielaišanas apjoms ne vairāk kā 50-150 gb/ha, kas nozīmē ~ mazuļu, skaitu rēķinot atkarībā no mazuļu izmēra. Piemēram, ja līdaku mazuļi ir 30g vidējā svarā, tad optimālais ielaišanas apjoms būs ne vairāk kā 200 000 mazuļu, bet ja 150g vidējā svarā, tad ne vairāk kā ~67 000 mazuļu. Pieņemot līdaku mazuļus, svarīgi ievērot, lai mazuļi būtu sašķiroti atbilstoši lielākajām izmēru grupām, piemēram, 30-50g, 50-100g, 100-150g. Tas ļauj samazināt kanibālisma radītos zaudējumus uzreiz pēc mazuļu izlaišanas, jo ļauj organizēt atšķirīga izmēra zivju izlaišanu dažādās vietās. Jāatzīmē, ka vēlāks ielaišanas laiks un lielāks mazuļu vidējais svars var būt apgrūtinātas adaptācijas un lēnākas augšanas iemesls. Bez tam, līdaku mazuļu vēlākai ielaišanai vairs nav tik būtiska ietekme uz karpveidīgo zivju mazuļu resursu jeb skaita samazināšanu kā agrākas (maiņa, jūnija mēnesī) ielaišanas gadījumā, kādēļ kopumā grūtāk sasniegt maksimāli iespējamo atražošanas efektu.

Līdaku mazuļu ielaišanu vēlams veikt ne biežāk kā katru otro gadu, taču ne retāk kā katru trešo gadu, lai līdaku populāciju uzturētu maksšķerniekiem interesantā blīvumā.

### 9.3. Zutis

Rāznas ezers vērtējams kā piemērota dzīves telpa tādai zivij kā zutis, jo ezers nodrošina to ar optimālu barošanās un ziemošanas vidi. Tā ir pieprasīta zivs gan no makšķernieku, gan rūpniecisko zvejnieku puses. Zušu krājumu uzturēšana labā stāvoklī palielina ezera pievilcību no tā galveno lietotāju (zvejnieku) puses, kā arī palielina tā sociāli – ekonomisko vērtību.

Atražošanas apjoms/stratēģija pilnībā ir apsaimniekotāja pārziņā, kas no zušu resursa gūst peļņu. Konkrētas ielaišanas stratēģijas izvēle lielā mērā atkarīga no ekonomiskiem apstākļiem t.sk. spējas resursu izmantot. Pasaules prakse rāda, ka stikla zušu ielaišana ir visbiežāk lietotā prakse zušu krājumu atjaunošanai, kas ir izdevīga gan no ekonomiskā, gan ekoloģiskā viedokļa. Ļoti svarīgi ir turpināt rūpīgu ielaisto un nozvejoto zivju uzskaiti, jo tas ļaus precīzāk prognozēt un plānot praktiskos nozvejas apjomus. Ieteicams veicināt arī makšķernieku lomos nonākušo zušu uzskaiti. Šāda kompleksa informācija ļautu empīriski novērtēt Rāznas ezera maksimālo potenciāli iespējamo zušu produkciju un precīzāk plānot apsaimniekošanas stratēģiju.

Zušu mazuļu krājumu papildināšana varētu notikt katru gadu. Ielaišanas normas, izejot no zušu mazuļiem piemērotās teritorijas, ir 150 – 200 gb/ha jeb aptuveni 110 000 stikla zušu gadā.

#### 9.4. Sīga

Sīgu krājumu apjoms Rāznas ezerā vērtējams kā neliels. Visticamāk, ir izveidojusies neliela sīgu populācija, kas spēj dabiski atražoties ierobežotā apjomā. Pie esošās tīklu zvejas un makšķernieku slodzes, nav paredzams, ka sīgu populācija skaitliski pieaugs.

Ieteicama sīgu mazuļu ielaišanu tikai tajā gadījumā, ja būtiski palielinās makšķernieku interese un apsaimniekotājs vēlas to apmierināt.

Sīgu mazuļu atražošanu ieteicams veikt ar mazuļiem sākot no 40g vidējā svarā un vairāk. Piemērotākais ielaišanas laiks ir rudens, kad ūdens temperatūra sasniedz 15°C, optimāli 5-10°C. Ielaišanas normas - 50gab/ha, kas kopumā sastāda 165 000 mazuļu. Ielaišanas biežums – laiž katru otro gadu trīs līdz četros piegājienos. Pēc tam ieteicams novērtēt sīgu atražošanas efektu, izmantojot zvejas datus/zinātniskas metodes.

#### 9.5. Ālants

Rāznas ezera sistēma ir vērtējama kā piemērota dzīves telpa tādai puscaurceļotājai zivij kā ālants. Tā ir pieprasīta zivs gan no makšķernieku, gan zvejnieku puses, jo ālantu bioekoloģiskās īpatnības nosaka to piemērotību gan rūpnieciskai zvejai, gan amatierzvejai. Ālantu populācijas atjaunošana palielinātu ezera pievilcību no tā galveno lietotāju – makšķernieku puses un palielinātu tā sociāli – ekonomisko vērtību.

Ielaišanas norma populācijas izveidošanai un atjaunošanai ir sākot no 10 - 50 000 vienvasaras eksemplāru un vairāk. Ielaišanas laiks septembris-novembris. Vēlamais svars 10-30gr, atkarībā no ielaišanas laika. Ielaišanas metodika ir salīdzinoši vienkārša, jo zivis nav jāizkļiedē; tās dabiskajā vidē pārvietojas baros, tādēļ to ielaišanu var veikt vienā vai vairākās vietās, piemēram Rāznas ezera līču vai savienojošā kanāla ar Kaunatas ezeru tuvumā.

Izlaišanas periodiskums – vēlama ālantu atražošana 3-4 reizes; optimāli katru gadu, taču starp izlaišanas reizēm var vienu gadu izlaist. Pēc tam vēlams novērtēt atražošanas efektu ar kontrolzvejas un/vai ar licencētās makšķerēšanas aizpildīto licenču palīdzību. Tāpat vēlams ievākt datus par ālantu parādīšanos vai neesamību savienotajā Kaunatas ezerā, jo ālantu dzīvē liela nozīme ir migrācijām, kas var apgrūtināt potenciālā atražošanas efekta novērtēšanu.

## 9.6. Pārējās zivju sugas

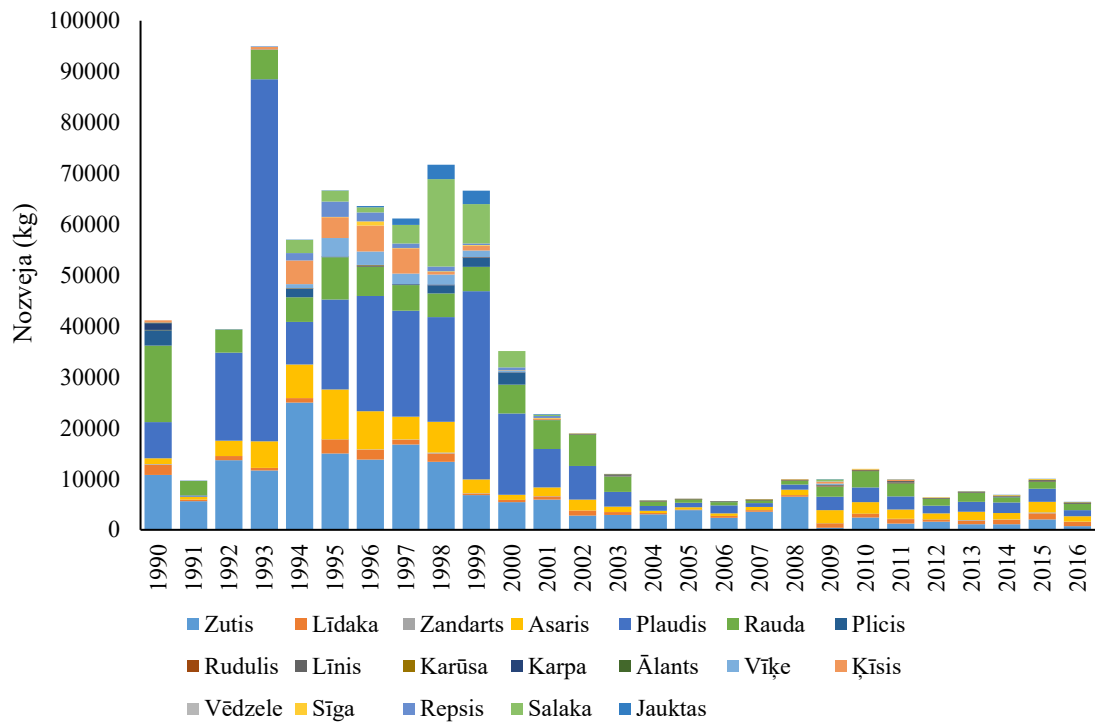
Par zivsaimnieciski nozīmīgākajām uzskatāmas asari, repši un plauži, kā arī mazākā mērā raudas un līņi. Visas šīs sugas ūdenstilpe nodrošina ar nepieciešamajām dzīvotnēm un barības resursiem. Šo sugu resursu mākslīgai papildināšanai nav ne bioloģiskā, ne ekonomiskā pamatojuma.

## 10. Rūpnieciskā zveja Rāznas ezerā

Rāznas ezerā rūpnieciskās zvejas veikšana ir atļauta (MK noteikumi nr. 295). Rūpnieciskās zvejas limiti tiek izmantoti pilnībā. Pēdējo gadu laikā vadu zveja kā rūpnieciskās zvejas veids Rāznas ezerā ir iznīkususi. Nenotiek arī specializētā repšu un ezera salaku zveja. Pēc nozvejas apjoma dominē plaudis, asaris, zutis un rauda. Zvejai tiek izmantoti tīkli, murdi, kā arī zušu tacis iztekā uz Kaunatas ezeru.

Vēsturiski rūpnieciskās zvejas lomu apjoms un struktūra ir būtiski mainījusies (32. attēls). Ievērojami samazinājušies nozvejoto zušu un plaužu apjomi, kā arī kritusies asaru un raudu nozveja.

Komerciālās zvejas spiediens uz Rāznas ezera zivju resursiem ir uzskatāms par augstu. Ietekmētas ir visu zivju populācijas, īpaši plēsīgo zivju, kā rezultātā ir izjaukts balanss plēsēju un miermīlīgo zivju starpā. Spilgts piemērs ir asara nozvejas statistika. 20.gs. vidū asaru nozveja Rāznas ezerā sastādīja līdz pat 80% no kopējās nozvejas, kamēr 2016. gada kontrolzvejā asaru īpatsvars bija 29%, bet rūpniecisko zvejnieku lomos 1995. gadā – 30% un 2015. gadā – 26%.



32. attēls. Zivju nozvejas pa sugām (kg) Rāznas ezerā no 1990. – 2016. gadam.

Kā risinājums Rāznas ezera zivju krājumu stāvokļa uzlabošanai varētu būt rūpnieciskās zvejas ierobežošanas pasākumi:

- tīklu zvejas liegums sestdienās, svētdienās un svētku dienās, kas, spriežot pēc citu ezeru pieredzes, pozitīvi atsauktos uz makšķernieku pieplūdumu;
- rūpnieciskas tīklu zvejas limitu ierobežošana vai zvejas aizliegšana vispār, aizstājot to ar pašpatēriņa zveju;
- murdu izmantošana tīklu vietā, kas ļauj veikt selektīvu zveju, tādējādi ļaujot saudzēt plēsīgās zivis;

Šādu un līdzīgu risinājumu ieviešana ilgtermiņā var būtiski uzlabot Rāznas ezera zivju krājumu stāvokli.



## 11. Satelītdatu izmantošana ezera ūdens platības izmaiņu novērtēšanai

Rāznas ezera atklātā ūdens platības izmaiņu noteikšanai tika izmantotas Landsat-5, Landsat-8 un Sentinel-2 brīvpieejas satelītainas, kas uzņemtas laika periodā no 1987. līdz 2016. gadam. Landsat-5 un Landsat-8 satelītu attēlu izšķirtspēja ir 30m/pikseli, bet Sentinel-2 attēlu izšķirtspēja 10m/pikseli. Iegūti ezera platības dati no 37 Landsat satelītainām un no divām Sentinel-2 ainām iegūts ezera aizauguma kartējums. Landsat satelīti sniedz iespēju atskatīties uz Rāznas ezera parametru izmaiņām 30 gadu garumā, bet Sentinel-2 satelīta datu augstā izšķirtspēja nodrošina detalizētāi ezera apauguma noteikšanai. Dati apkopoti 4. tabulā.

4. tabula. Rāznas ezera spoguļa laukuma platības novērtējums.

<b>Datums</b>	<b>Laukums, ha</b>	<b>Datums</b>	<b>Laukums, ha</b>	<b>Datums</b>	<b>Laukums, ha</b>
<i>07.07.86</i>	5208	<i>23.09.06</i>	5264	<i>08.07.13</i>	5227
<i>21.04.87</i>	5745	<i>15.06.07</i>	5459	<i>14.03.14</i>	5622
<i>08.07.89</i>	5270	<i>17.07.07</i>	5286	<i>05.08.14</i>	5242
<i>16.08.89</i>	5325	<i>09.08.07</i>	5368	<i>24.10.14</i>	5452
<i>28.03.90</i>	5696	<i>26.05.09</i>	5603	<i>17.03.15</i>	5594
<i>13.04.90</i>	5717	<i>13.04.10</i>	5583	<i>12.06.15</i>	5493
<i>29.04.90</i>	5651	<i>06.10.10</i>	5282	<i>08.08.15</i>	5221
<i>21.04.93</i>	5651	<i>09.05.11</i>	5592	<i>15.08.15</i>	5250
<i>10.05.94</i>	5605	<i>03.06.11</i>	5097	<i>11.04.16</i>	5622
<i>25.05.02</i>	5453	<i>21.07.11</i>	5171	<i>06.05.16</i>	5628
<i>26.04.04</i>	5629	<i>05.05.13</i>	5591	<i>13.05.16</i>	5606
<i>05.07.06</i>	5222	<i>06.06.13</i>	5224	<i>11.09.16</i>	5263
<i>16.09.06</i>	5240				

Ilglaicīgo ezera platību izmaiņu novērtēšanai tiek salīdzinātas ezera platību vērtības pavasarī un vasarā dažādos gados. Salīdzinot pavasara datus 2016. un 1990. gadam vērojama 74ha izmaiņa, kas ir aptuveni 1.3% no kopējās ezera platības. Līdzīga situācija vērojama salīdzinot vasaras perioda datus 2016. un 1989. gadam, kad ezera platību

starpība novērtēta 62ha apmērā jeb 1.1% (5.tabula). Arī citu gadu ezera laukumu starpības nepārsniedz 2.2% no ezera platības, norādot uz to, ka laika posmā no 1987. līdz 2016. gadam nav notikusi būtiska Rāzns ezera aizaugšana ar virsūdens makrofitiem.

5. tabula. Rāzns ezera spoguļa laukuma platību starpību novērtējums dažādiem laika periodiem

<b>Pavasaris</b>				
	<b>2016-1987</b>	<b>2016-1990</b>	<b>2016-1993</b>	<b>2016-2004</b>
<b>Starpība,ha</b>	124	74	29	8
<b>Starpība,%</b>	2,1	1,3	0,5	0,1
<b>Vasara</b>				
	<b>2016-1986</b>	<b>2016-1989</b>	<b>2016-2006</b>	<b>2016-2007</b>
<b>Starpība,ha</b>	55	62	23	105
<b>Starpība,%</b>	1,1	1,2	0,4	2,0

Rāzns ezera ūdens spoguļa sezonālās izmaiņas noteiktas, salīdzinot satelīta ainas, kas uzņemtas vasaras un pavasara sezonā, kur laika starpība starp sezonām nav lielāka kā viens gads (6. tabula). Rāzns ezera laukuma sezonālās svārstību izmaiņas laika gaitā vērtējamas kā minimālas un pārsvarā svārstās robežās no 340ha līdz 380ha.

6. tabula. Rāzns ezera ūdens spoguļa laukuma sezonālās izmaiņas

<b>Laika periods</b>	<b>Ūdens spoguļa laukumu starpība, ha</b>	<b>Starpība procentos no ezera platības</b>
<b>2016.g. Pavasaris-Vasara</b>	359	6,4
<b>2015.g. Pavasaris-Vasara</b>	344	6,1
<b>2014.g. Pavasaris-Vasara</b>	381	6,8
<b>2013.g. Pavasaris-Vasara</b>	364	6,5
<b>1990.g.Pavasaris-1989.g Vasara</b>	371	6,6

Lai demonstrētu, kuras ir “aizaugošākās” teritorijas Rāzns ezerā, tika izmantotas divas Sentinel-2 ainas, no 2016.gada 27. aprīļa un 2015.gada 21.augusta. Apaugsms novērtēts no abu attēlu ezeru spoguļa formu starpības.



34. attēls. Rāznas ezers Sentinel-2 satelīta ainās pavasarī (pa kreisi) un vasarā (pa labi)



35. attēls. Rāznas ezera sezonālā aizauguma kartējums (dzeltens).

## Izmantotā literatūra

- Brönmark C., Hansson L. A. 2005.** The biology of lakes and ponds. New York, Oxford University Press Inc.
- Cimdiņš P., 2001.** Limnoekoloģija, Mācību apgāds, Rīga, 110.lpp.
- Forsell L., Pettersson K., 1995.** On the seasonal migration of the cyanobacterium *Gloeotrichia echinulata* in Lake Erken, Sweden, and its influence on the pelagic population. *Marine and Freshwater Research* 46(1) p. 287 – 293
- Hairson N. G., Fussmann G. F., 2002.** Lake ecosystems. *Encyclopedia of life sciences.* Macmillan Publishers Ltd, Nature Publishing Group
- Kačalova O., Laganovska R., 1961.** Zivju barības bāze Latvijas PSR ezeros. Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība, Rīga, 104 lpp.
- Karlsson-Elfgren I., Rengefors K., Gustaffson S., 2004.** Factors regulating recruitment from the sediment to the water column in the bloom-forming cyanobacterium *Gloeotrichia echinulata*. *Freshwater Biology* Volume 49, Issue 3, March 2004, Pages 265–273
- Kļaviņš M., 1998.** Ūdeņu ķīmija un ūdens vides piesārņojums. Latvijas Universitātes apgāds, Rīga.
- Kļaviņš M., Cimdiņš P., 2004.** Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība, LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 204.lpp.
- Kokorīte I. 2007.** Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs un to ietekmējošie faktori. Promocijas darbs. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds
- Leinerte M. 1991.** Zinātniskais pamatojums un priekšlikumi Rāznes ezera un apkārtnes aizsardzībai. Rīga, LR Vides aizsardzības komitejas pētījumu centrs, 120 lpp.
- Magurran A.E., 1988.** *Ecological Diversity and Its Measurement.* Springer Netherlands
- Pettersson K., Herlitz E., Istvánovics V., 1993.** The role of *Gloeotrichia echinulata* in the transfer of phosphorus from sediments to water in Lake Erken. *Hydrobiologia* (1993) 253: pp. 123-129.
- Pielou E.C., 1966.** The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* Volume 13, December 1966, Pages 131-144
- Spuris Z., 1958.** Mūsu ezeru bioloģija. Rīga, Latvijas valsts izdevniecība
- Качалова О. Л. 1960.** Донная фауна озера Резнас и ее распределение по биотопам. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР, V(XVII): 103-122
- Качалова О.Л. 1955.** Донная фауна некоторых озер Латвийской ССР. В кн.: Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР I.
- Кумсаре А. Я. & Гайле Я. Р., 1960.** Видовой состав, количественное развитие и распределение зоопланктона озера Резнас. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР, V (XVII): 121-150
- Лагановска Р. Ю., 1960.** Питание ряпушки в озерах Латвийской ССР. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР, V(XVII): 51-67
- Промысловые запасы и допустимый вылов в оз. Разнас на 1990 и 1991 годы. БалтНИИРХ. Рига, 1989.

**Пэр Ф. Л., Школьников К. Л., 1955.** Гидрохимическая характеристика промышленных озер Латвийской ССР. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР, I (II): 247-292.

**Цукурс Т. М., 1960.** Растительность озера Резнас. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР, V (XVII): 151-166

Гидробиология и ихтиология внутренних водоемов Прибалтики. Издательство академии Наук Латвийской ССР. 1963

Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns 2016. Pieejams: <http://www.meteo.lv/lapas/vide/udens/udens-apsaimniekosana-/upju-baseinu-apsaimniekosanas-plani-/upju-baseinu-apsaimniekosanas-plani?id=1107&nid=424>

Rāznas ezera ekspluatācijas noteikumi 2012. Pieejams: <http://rezeknesnovads.lv/wp-content/uploads/2014/04/raznas-ezera-en2012galtekstiar-saskanojumiem.pdf>

Rāznas ezera zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumi 2010. Pieejams: <http://rezeknesnovads.lv/wp-content/uploads/2014/04/250749013370884092.pdf>

Rāznas ezera zivsaimnieciskās ekspluatācijas noteikumi 2006.

Daugavas baseina apsaimniekošanas plāns 2003.

Salacas upes baseina apsaimniekošanas plāns 2006. Pieejams: [https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Udens/Ud\\_apsaimn/Papildus%20materiali/Projekts\\_Salaca%20UBAP%20gala%20versija.pdf](https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Udens/Ud_apsaimn/Papildus%20materiali/Projekts_Salaca%20UBAP%20gala%20versija.pdf)

Civillikums <http://likumi.lv/doc.php?id=225418>

Aizsargjoslu likums <http://likumi.lv/doc.php?id=42348>

Zvejniecības likums <http://likumi.lv/doc.php?id=34871>

Ministru kabineta noteikumi nr. 295. Noteikumi par rūpniecisko zveju iekšējos ūdeņos. <http://likumi.lv/doc.php?id=156708>

Ministru kabineta noteikumi nr. 799. Licencētās makšķerēšanas, vēžošanas un zemūdens medību kārtība. <http://likumi.lv/ta/id/279203>