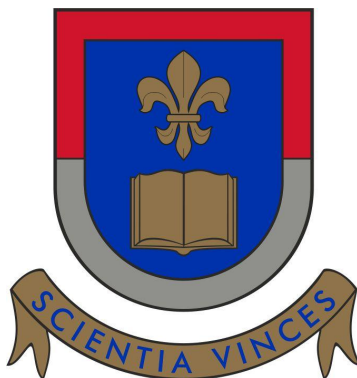




DAUGAVPILS UNIVERSITĀTE
DZĪVĪBAS ZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU INSTITŪTS
EKOLOĢIJAS DEPARTAMENTS

AIJA BRAKOVSKA

DAPHNIA CUCULLATA SARS, 1862, VIETA ZOOPLANKTONA
CENOŽU SASTĀVĀ, TĀS ĢENĒTISKĀ DAUDZVEIDĪBA
AUSTRUMLATVIJAS DZIĻAJOS EZEROS

Promocijas darbs

Zinātnes doktora grāda zinātnes doktors (*Ph.D.*) Dabaszinātnēs iegūšanai

Promocijas darba zinātniskais vadītājs:

Dr. biol., prof. Nataļja Škute

Promocijas darba zinātniskais konsultants:

Dr. biol., prof. Artūrs Škute

Daugavpils 2023

Promocijas darbs ir izstrādāts Daugavpils Universitātē Dzīvības Zinātņu un Tehnoloģiju Institutā Ekoloģijas departamentā laika posmā no 2006. gada līdz 2023. gadam.

Promocijas darbu daļēji finansiāli atbalstīja ESF projekts Nr. 8.2.2.0/20/I/003 “Daugavpils Universitātes stratēģiskās specializācijas jomu akadēmiskā personāla profesionālās kompetences stiprināšana 3. kārtā”



DAUGAVPILS
UNIVERSITĀTE

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

un ESF projekts Nr. 2009/0214/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/089 “Starpdisciplināras zinātniskās grupas izveidošana Latvijas lašveidīgo zivju ezeru ilgtspējības nodrošināšanai”.

Darba forma:

Promocijas darbs (disertācija) Bioloģijas nozarē, ekoloģijas apakšnozarē

Darba zinātniskais vadītājs:

Dr. biol., prof. Natalja Škute (Daugavpils Universitāte, Daugavpils, Latvija)

Promocijas darba zinātniskais konsultants:

Dr. biol., prof. Artūrs Škute (Daugavpils Universitāte, Daugavpils, Latvija)

Darba recenzenti:

PhD., prof. Jana Radzijeuskaja (Vītauta Dižā Universitāte, Lietuva)

Dr. biol., vadošā pētniece Anda Ikauniece (Latvijas Hidroekoloģijas institūts, Latvija)

Dr. biol., prof. Inese Kokina (Daugavpils Universitāte, Latvija)

Promocijas padomes priekšsēdētājs: Dr. biol., prof., akad. Arvīds Barševskis

Darba aizstāvēšana notiks: Daugavpils Universitātes Bioloģijas nozares promocijas padomes atklātā sēdē 2024. gada 19. janvārī, plkst. 11:00, tiešsaistē ZOOM platformā/Daugavpils Universitātē

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Daugavpils Universitātes bibliotēkā, Parādes ielā 1, Daugavpilī (Latvija) un Daugavpils Universitātes interneta mājas lapā www.du.lv.

Atsauksmes sūtīt: Promocijas padomes sekretārei, Parādes iela 1A, Daugavpils, Latvija, LV-5401; mob. +371 260 02 593; e-pasts: jana.paidere@du.lv.

Padomes sekretāre: Dr. biol. Jana Paidere, Daugavpils Universitātes pētniece.

SATURS

PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI	9
Promocijas darba izstrāde un rezultātu aprobācija	10
IEVADS	16
Pētījuma aktualitāte	16
Zinātniskā novitāte	18
Galvenās aizstāvēšanai izvirzītās tēzes	18
Promocijas darba mērķis	18
Promocijas darba uzdevumi	18
1. LITERATŪRAS APSKATS	20
1.1. Ezeru planktona raksturojums	20
1.2. Ezeru zooplanktona funkcionālās grupas un to iedalījums	23
1.2.1. Rotifera bioloģija un ekoloģija	23
1.2.2. Copepoda bioloģija un ekoloģija	25
1.2.3. Cladocera bioloģija un ekoloģija	26
1.3. Cikliskās partenogēneses ietekme uz <i>Daphnia</i> populāciju ģenētisko struktūru	29
1.4. <i>Daphnia</i> kā modeļorganisms ekoloģiskajos un ģenētiskajos pētījumos	31
1.5. <i>Daphnia</i> populāciju ģenētiskās daudzveidības pētījumi, izmantojot nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) un mikrosatelītu analīzi	31
1.6. Latvijas ezeru vispārīgs raksturojums	33
1.6. 1. Latvijas ezeru klasifikācija pēc dziļuma un lieluma	34
1.6.2. Ezeru klasifikācija pēc ūdens kvalitātes	35
1.6.3. Ezeru klasifikācija pēc tā attīstības un bioloģiskajām īpašībām	36
1.6.3.1. Oligotrofi ezeri	36
1.6.3.2. Mezotrofi ezeri	37
1.6.3.3. Eitrofi ezeri	37
1.6.3.4. Hipereitrofi ezeri	38
1.6.3.5. Politrofi ezeri	38
1.6.3.6. Distrofi ezeri .	38
1.6.3.7. Diseitrofi ezeri	39
1.6.3.8. Hāru ezeri	39
1.6.4. Ezeru zonas	40
1.6.5. Sventes ezers	40
1.6.6. Riča ezers	41
1.6.7. Drīdža ezers	41

1.6.8. Geraņimovas- Ilzas ezers	42
1.7. Latvijas ezeru ūdens fizikāli ķīmisko parametru raksturojums	42
1.7.1. Fizikālie parametri	42
1.7.1.1. Caurredzamība	42
1.7.1.2. Elektrovadītspēja	42
1.7.1.3. Temperatūra	43
1.7.1.4. Duļķainība	43
1.7.2. Ķīmiskie parametri	43
1.7.2.1. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija	43
1.7.2.2. pH	44
2. MATERIĀLI UN METODES	44
2.1. Pētījuma teritorija	44
2.2. Zooplanktona paraugu ievākšana un apstrāde zooplanktona cenožu sastāva un molekulāri ģenētiskajiem pētījumiem	45
2.3. Zooplanktona cenožu sastāva taksonomiskā analīze	46
2.4. DNS izdalīšana un izdalītā DNS kvantitātes un kvalitātes noteikšana no <i>Daphnia cucullata</i> īpatņiem	47
2.5. RAPD-polimerāzes ķēdes reakcijas (RAPD-PĶR) apstākļi un produktu <i>Daphnia cucullata</i> īpatņiem vizualizēšana gēla elektroforēzē	47
2.6. Mikrosatelītu-polimerāzes ķēdes reakcijas apstākļi un produktu <i>Daphnia cucullata</i> īpatņiem vizualizēšana kapilārā elektroforēzē	49
2.7. Ūdens fizikāli ķīmisko parametru noteikšana	50
2.8. Datu statistiskā apstrāde	51
3. REZULTĀTI	52
3.1. Zooplanktona taksonu sastāvs, dinamika un <i>Daphnia cucullata</i> vieta tajā	52
3.2. <i>Daphnia cucullata</i> mijiedarbība ar citiem zooplanktona taksoniem un fizikāli ķīmiskajiem parametriem	62
3.3. <i>Daphnia cucullata</i> populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, pamatojoties uz nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) analīzi	66
3.4. <i>Daphnia cucullata</i> populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot mikrosatelītu lokusu analīzi	71
4. DISKUSIJA	79
4.1. Zooplanktona sugu sastāvs un dinamika Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros	79

4.2. <i>Daphnia cucullata</i> populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) un mikrosatelītu lokusu analīzi	83
SECINĀJUMI	89
PATEICĪBAS	90
LITERATŪRAS SARAKSTS	91
1. PIELIKUMS	111

KOPSAVILKUMS

Zooplanktons ir nozīmīgs barības objekts planktofāgajām zivīm un tāpēc tam ir būtiska nozīme vielu un enerģijas transformācijā ūdenstilpēs. Zooplanktona organismi ir ļoti jutīgi pret vides faktoru iedarbību tāpēc zooplanktonu bieži izmanto arī kā bioindikatoru ūdens kvalitātes izvērtēšanā.

Mūsu pētījumi parādīja, ka Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros visbiežāk sastopamajiem taksoniem visos gados visas pētījumu sezonas laikā tika konstatēti *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata*, *Daphnia longispina* un *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), kas ir tipiski labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem.

Izmantojot RDA metodi, noskaidrots, ka cieša *Daphnia cucullata* populācijas lieluma korelācija novērota ar ezeru ūdens pH, temperatūru, hlorofilu- α , elektrovadītspēju, skābekļa piesātinājumu, duļķainību. Cieša *Daphnia cucullata* korelācija novērota ar *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis*, *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), *Gastropus stylifer*, *Trichocerca similis* (Rotifera), *Mesocyclops leucarti* (Copepoda). Tas ir skaidrojams ar to, ka šo taksonu eksistencei ir nepieciešami analogiski vides apstākļi. Konstatētās taksonu savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarības un izmaiņu tendences ir raksturīgas dziļiem, labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem.

Pirmo reizi *Daphnia cucullata* populācijām tika aprobēti RAPD praimeru lokusus Roth F-10 un Roth C-20 var uzskatīt par vislabāk izmantojamiem turpmākajos *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras pētījumos Eiropā. Pirmo reizi Latvijā tika noskaidrota *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā struktūra pētītajos ezeros, izmantojot RAPD un mikrosatelītu lokusus. *Daphnia cucullata* populācijās no Geraņimovas-Ilzas un Riča ezeriem bija vislielākais amplificēto anonīmo secību skaits (67 un 64 attiecīgi) salīdzinot ar populācijām no citiem pētītajiem ezeriem, šīs populācijas bija ģenētiski visdaudzveidīgākās (T-tests), kā arī šīm populācijām bija lielākais mikrosatelītu alēļu skaits vienā lokusā (3,17 un 3,00 attiecīgi). Maksimālais alēļu un maksimālais privāto alēļu skaits tika konstatēts lokusus Dgm105 un Dgm101. Šos mikrosatelītu lokusus var uzskatīt par vislabāk izmantojamiem turpmākajos *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras pētījumos Latvijā. Tika konstatēts, ka *Daphnia cucullata* populācijām no ezeriem (Riča un Geraņimovas-Ilzas) ar mazu zooplanktona taksonu skaitu (47 un 43 attiecīgi) ir lielāka ģenētiskā daudzveidība, salīdzinot ar ezeriem ar lielu zooplanktona skaitu (72 un 69 attiecīgi) Drīdža un Sventes ezeros. Tika konstatēts, ka *Daphnia cucullata* populācijām no ezeriem ir vismazākā ģenētiskā distance, kā arī šīs populācijas veido vienu ģenētisko grupu, ko apstiprina klāsterizācija.

ABSTRACT

Zooplankton is an important food object for planktophagous fish and therefore plays a vital role in the transformation of substances and energy in water bodies. Zooplankton organisms are very sensitive to the effects of environmental factors, therefore zooplankton is often used as a bioindicator in the evaluation of water quality.

Our research showed that *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata*, *Daphnia longispina* and *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera) were found among the most common taxa in lakes Svente, Riča, Drīdzis and Geraņimovas-Ilzas in all years during the entire research season, which are typical for well-transparent mesotrophic and mesoeutrophic Latvian lakes.

Using the RDA analyse method, it was found that a close correlation of *Daphnia cucullata* population size was observed with lake water pH, temperature, chlorophyll- α , conductivity, oxygen saturation, turbidity. A close correlation of *Daphnia cucullata* was observed with *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis*, *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), *Gastropus stylifer*, *Trichocerca similis* (Rotifera), *Mesocyclops leucarti* (Copepoda). This is explained by the fact that the existence of these taxa requires similar environmental conditions. The established regularities and trends of changes in taxa between each other and seasonally are characteristic of deep, well-transparent mesotrophic and mesoeutrophic lakes of Latvia.

For the first time, RAPD primers were tested for *Daphnia cucullata* populations. The loci Roth F-10 and Roth C-20 can be considered the most useful for further studies on the genetic structure of *Daphnia cucullata* populations in Europe. For the first time in Latvia, the genetic structure of *Daphnia cucullata* populations in the studied lakes was determined using RAPD and microsatellite loci. *Daphnia cucullata* populations from lakes Geraņimovas-Ilzas and Riča had the highest number of amplified anonymous sequences (67 and 64 respectively) compared to populations from other studied lakes, these populations were the most genetically diverse (T-test), and these populations also had the highest number of microsatellite alleles at one locus (3.17 and 3.00 respectively). The maximum number of alleles and the maximum number of private alleles were found at loci Dgm105 and Dgm101. These microsatellite loci can be considered the best to use in future studies of the genetic structure of *Daphnia cucullata* populations in Latvia. It was found that *Daphnia cucullata* populations from lakes (Riča and Geraņimovas-Ilzas) with a low number of zooplankton taxa (47 and 43, respectively) have a higher genetic diversity compared to lakes with a high number of zooplankton (72 and 69, respectively) in lakes Drīdzis and Svente. *Daphnia cucullata* populations from lakes were

found to have the least genetic distance and these populations form a single genetic group, as confirmed by clustering.

PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTIE SAĪSINĀJUMI

µm – mikrometri

mm - milimetri

mg/l – miligrami litrā

ml – mililitri

s – sekunde

min – minūte

µS – mikrosīmeni

mg – megagrams

µg - mikrograms

g – grams

ORP - oksidēšanās – reducēšanās potenciāls

DNS – dezoksiribonukleīnskābe

mtDNS – mitohondriālā dezoksiribonukleīnskābe

RAPD - Randomly amplified polymorphic DNA

PĶR - polimerāzes ķēdes reakcija

bp – bāzu pāri

PCA - galveno komponentu analīze

D - ģenētiskā distance

GD - ģeogrāfiskā distance

Hobs - vidējais novērotais heterozigotātes līmenis polimorfos lokusus

Hexp - vidējais sagaidāmais heterozigotātes līmenis polimorfos lokusus

Na - novēroto alēļu sastopamības biežums

Ne - efektīvo alēļu skaits lokusā

No - privāto alēļu skaits lokusā

T-test - Independent Samples Test

T_a - praimera kušanas temperatūra

M - monomorfs lokuss

ns - nav nozīmīgs

GERANIM- Geraņimovas-Ilzas ezers

m vjl. – metri virs jūras līmeņa

t.i. - tas ir

utt. - un tā tālāk

u.c. - un citi

Promocijas darba izstrāde un rezultātu aprobācija

Promocijas darbs ir veidots kā disertācija. Promocijas darba galvenie rezultāti ir atspoguļoti 9 zinātniskās publikācijās, 2 publikācijās konferenču pilna teksta rakstu krājumos un 30 starptautisko zinātnisko konferenču tēzēs. Par promocijas darba galvenajiem rezultātiem sniegti 21 starptautiskā zinātniskā konferencē un 3 vietējās zinātniskās konferencēs.

Autora ieguldījums

Aija Brakovska piedalījās pētījuma konceptualizācijā un strukturēšanā, piedalījās visās paraugu ņemšanas kampaņās, veica visu ievāktu paraugu zooplanktona cenožu kvalitatīvā un kvantitatīvā sastāva, taksonu savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarību, to saistību ar vides faktoru izmaiņām identificēšanā. Viņa promocijas darba zinātniskā vadītāja dr. biol., prof. Nataļjas Škutes vadībā ir noskaidrojusi vienam no Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru Cladocera grupas taksonam- *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras izpēti marķierus un noskaidrojusi populāciju ģenētisko struktūru izmantojot, RAPD - PĶR un mikrosatelītu – PĶR analīzi.

Viņa ir galvenā autore visām prezentētajām publikācijām. Detalizēts autora ieguldījums (% no kopējā ieguldījuma) zinātnisko darbu sagatavošanā ir uzskaitīts zemāk:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Pētījuma ideja	50	80	80	90	80	100	50	80	80	50	80
Pētījuma dizains	50	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100
Datu ievākšana	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Datu analīze	70	80	80	90	80	100	70	80	90	70	80
Manuskripta sagatavošana	70	100	100	100	100	100	70	100	100	100	100

Publikācijas starptautiski recenzējamās zinātniskos žurnālos, kas iekļautas Scopus datu bāzē

Autora pieminēšanas kārtība publikācijā norāda tā ieguldījumu pētījuma veikšanā.

- I. **Brakovska, A., Škute, N.** 2023. Exploring the genetic diversity and population structure of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 in Boreal lakes (Latvian Lakeland) based on microsatellites. *Diversity*, 15 (11) 1128. 1 - 5. <https://doi.org/10.3390/d15111128>. (Q2)
- II. **Brakovska, A., Paidere, J., Škute, R., Škute, N., Škute, A.** 2013. Occurrence of Cladocera and genetic diversity of *Daphnia cucullata* in pelagic zone of the Latvian salmonid lakes. *Estonian Journal of Ecology*. Vol. 62 No.4. 244 - 264. (Q4)

- III. **Brakovska, A., Škute, R., Škute, A.** 2012. Heterogeneity of distribution and community composition of zooplankton in upper layers of Lake Svente. *Zoology and Ecology*. Vol. 22 No.2 - 3. 172 - 180. (Q4)
- IV. **Brakovska, A., Škute, R.** 2009. Ecological evaluation of zooplankton groups in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference Environment. Technology. Resources. Vol. 2. 43 - 50.

Publikācijas starptautiski recenzējamās zinātniskās žurnālos, kas iekļautas Web of Science bāzē (Biological Abstracts/ BIOSIS Previews/Zoological Record)

- V. **Brakovska, A., Paidere, J., Škute, A.** 2020. Dynamics and factors influencing zooplankton in the lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas-Ilzas (Eastern Latvia). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 20 No.1. 71 – 94.
- VI. **Brakovska, A.** 2014. *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (CRUSTACEA: CLADOCERA) distribution and location in composition of zooplankton cenosis in Lake Dridzis. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 14 No.1. 1 - 19.
- VII. **Brakovska, A., Škute, N.** 2013. Optimisation of DNA and RAPD-PCR amplification for population genetic analysis of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (Crustacea: Cladocera). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 13 No.2. 11 - 20.
- VIII. **Brakovska, A., Paidere, J., Škute, A.** 2012a. Diversity survey of samples of Rotifera group in Lakes Svente and Brigene. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 12 No. 2. 113 – 129.
- IX. **Brakovska, A., Škute, R.** 2007. Ecological characterization of zooplankton groups in the deepest lakes of East Latvia. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol.7 No.2 165 – 174.

Publikācijas konferenču pilna teksta rakstu krājumos

- X. **Brakovska, A., Škute N.** 2017. Genetic diversity of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 population of lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas-Ilzas (eastern Latvia) based on microsatellite – PCR analysis. Bioindication in Monitoring of Freshwater Ecosystems III. Proceedings of IIIrd International Conference.St.Petersburg. 55 - 58.
- XI. **Brakovska, A., Paidere, J., Škute, R.** 2012b. Composition dynamics of zooplankton species in the Lake Svente (Latvia) from 2006 to 2011. Proceedings of conference Международная школа-конференция “Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод” 05.- 09.11.2012. Борок, Россия, 140 - 144.

Par pētījumu rezultātiem ziņots konferencēs un publicētas tēzes

1. **Brakovska, A., Škute N.** 2023. Genetic structure of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 native population in Eastern Latvia lakes. *VIII Baltic Genetics Congress. Kaunas, Lithuania, 22.- 24.03.2023. Biologija. Vol. 69. No.1.* p.29.
2. **Brakovska, A., Škute N.** 2017. Genetic diversity of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 population of lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas-Ilzas (eastern Latvia) based on microsatellite – PCR analysis. *Bioindication in Monitoring of Freshwater Ecosystems III. Proceedings of IIIrd International Conference. St.-Petersburg, Russia, 23.- 27.10.2017.* Pp.55-58.
3. **Brakovska, A., Škute N.** 2017. Evaluation of nuclear DNA markers (RAPD and microsatellites) variability in study of genetic structure of clonal organisms *Daphnia cucullata* Sars, 1862 in Latvian Lakes. *Abstracts of the 59th International Scientific Conference of Daugavpils University, Latvia. 06.- 07.04.2017.* p.132.
4. **Brakovska, A., Škute N.** 2017. Genetic diversity of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 in Latvian Lakes using nuclear DNA markers (RAPD and microsatellites). *9th International Conference on biodiversity research, Daugavpils, Latvia. 26. – 28.04.2017. Book of Abstracts.* p.33.
5. **Brakovska, A., Paidere J., Škute A.** 2014. *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (CRUSTACEA: CLADOCERA) distribution and location in composition of zooplankton cenosis in Lake Dridzis. *The 56th International Scientific Conference Of Daugavpils University. Daugavpils, Latvia, 09.- 11.04.2014. Book of abstracts.* p. 56.
6. Škute, N., **Brakovska, A., Solomennikovs A.** 2014. Influence of environmental factors on Sventes lake zooplankton species diversity. *The 56th International Scientific Conference Of Daugavpils University. Daugavpils, Latvia, 09.- 11.04.2014. Book of abstracts.* p. 63.
7. **Brakovska, A., Škute, N., Paidere, J., Škute, A.** 2013. Genetical biodiversity of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 in the Lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas- Ilzas (Latvia). *7th International Conference “Research and conservation of biological diversity in Baltic Region” Daugavpils, Latvia, 25. – 27.04.2013. Book of abstracts.* p. 28.
8. **Brakovska, A., Škute, N.** 2012. Genetical variation of *Daphnia cucullata* in some Latvian Lakes. *5th Baltic Genetical Congress. Kaunas, Lithuania, 19.- 22.10.2012. Book of abstracts.* p.26.
9. **Brakovska, A., Paidere, J., Škute, R., Škute, N., Škute, A., Stepanova, M., Iliško, E., Dimante-Deimantoviča, I.** 2012. Occurrence of Cladocera and genetic diversity of certain species in Latvian salmonid lakes. *International Scientific Conference The current state and*

- perspective of the Coregonid Lakes*. Daugavpils, Latvia, 01.- 02.11.2012. *Book of abstracts*. p.14.
10. Paidere, J., **Brakovska, A.**, Iliško, E., Griņko, O., Brūvere, I., Dimante-Deimantoviča, I. 2012. Applicability of zooplankton community study for ecological quality assessment of salmonid water lakes in Latvia during summer, 2010. *International Scientific Conference The current state and perspective of the Coregonid Lakes*. Daugavpils, Latvia, 01.- 02.11.2012. *Book of abstracts*. p.24.
 11. Dimante-Deimantoviča, I., Paidere, J., **Brakovska, A.**, Škute, A. 2012. An examination of the method used in zooplankton counting. *International Scientific Conference The current state and perspective of the Coregonid Lakes*. Daugavpils, Latvia, 01.- 02.11.2012. *Book of abstracts*. p.16.
 12. **Brakovska, A.**, Paidere, J. 2012. Composition dynamics of zooplankton species in the Lake Svente (Latvia) from 2006 to 2011. *International Conference "Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод". Proceedings of conference Международная школа-конференция "Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод"* Borok, Russia, 05. - 09.11.2012. Pp.140 - 144.
 13. Stepanova, M., **Brakovska, A.**, Škute, A. 2011. Rotatoria grupas diennakts migrācijas Sventes ezerā. Rīga, Latvija, 25.02.2011. *LU 69.zinātniskās konferences rakstu krājums*. 53. lpp.
 14. Paidere, J., **Brakovska, A.**, Škute, R. 2011. Zooplanktons Geraņimovas-Ilzas ezerā 2007., 2009. un 2010. gadā. Rīga, Latvija, 25.02.2011. *LU 69.zinātniskās konferences rakstu krājums*. 34 – 35.
 15. Stepanova, M., **Brakovska, A.**, Škute, A. 2011. Zooplanktona sezonālās vertikālās migrācijas Sventes ezerā. *DU 53.starptautiskā zinātniskā konference*. Daugavpils, Latvija, 13. - 15.04.2011. *DU 53.starptautiskās zinātniskās konferences tēžu krājums*. 25. lpp.
 16. Stepanova, M., **Brakovska, A.**, Škute, A., Škute, R. 2011. Seasonal changes of *Keratella cochlearis* in the Lakes Svente and Drīdzis in Latvia. *DU 6th International conference „Research and conservation of biological diversity in Baltic region”* Daugavpils, Latvia, 28. – 29.04.2011. *Book of abstracts*. p.126.
 17. Paidere, J., **Brakovska, A.**, Stepanova, M., Bardačenko, V. 2011. The occurrence of *Eurytemora lacustris* (Poppe, 1887) in the Latvian salmonid water lakes of the east Latvia in 2010. *6th International Conference Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region*. Daugavpils, Latvia, 28.– 29.04.2011. *Book of abstracts*. p. 92.
 18. Dimante - Deimantoviča, I., Bardačenko, V., **Brakovska, A.**, Solomennikovs, A., Škute, A., Škute, R. 2011. Dynamics of three calanoid copepods interactions: presumption for

- behavioural defense in order to reduce possible predation? *The 11th International conference on copepod*. Merida, Mexico. 10.- 15.07.2011. *Book of abstracts*. p. 30.
19. Paidere, J., **Brakovska, A.**, Škute, R., Stepanova, M., Bardačenko, V. 2011. Vertical distribution of zooplankton in the deepest Latvian lake Dridzis in summer 2010. *Lake ecosystems: biological processes, antropogenic transformation, water quality*. Minsk – Naroch, Belarus, 12.– 17.09.2011. *Book of abstracts of the IV International Scientific Conference*. p. 123.
 20. Paidere, J., **Brakovska, A.**, Stepanova, M. 2011. *Limnocolanus macrurus* G.O.Sars 1863 and *Eurytemora lacustris* (Poppe 1887) as indicator of the Latvian salmonid water lakes trophy. *IInd International Conference Bioindication in monitoring of freshwater ecosystems*. St. Petersburg, Russia, 10.- 14.10.2011. *Book of abstract*. p. 122.
 21. **Brakovska, A.**, Škute, R., Škute, A. 2010. Seasonal dynamics of Cladocera species in the Svente Lake. *The 52nd International Scientific Conference of Daugavpils University*. Daugavpils, Latvia, 15.04.2010. *Book of abstracts*. p. 42.
 22. Škute, N., **Brakovska, A.** 2010. Genetic variation in populations of *Bosmina crassicornis* of some Lakes in Latvia. *Water Observation and Information System for Decision Support*. Ohrid, Republic of Macedonia, 25. - 29.05.2010. *Abstracts Vol. II* p. 489- 490.
 23. **Brakovska, A.**, Škute, N. Genetical biodiversity of *Daphnia cucullata* in the deepest Lakes of East Latvia. *4th International Scientific Conference to commemorate Professor G.G.Winberg Modern problems of aquatic ecology*. St.Peterburg, Russia, 11. - 15.10.2010. *Book of abstracts*. p. 225.
 24. Škute, A., Dekšne, R., Paidere, J., Škute, N., **Brakovska, A.** 2010. Changes in the structure of zooplankton communities in the freshwater ecosystems in Latvia over the last five decades. *Advances in Climate Changes, Global Warning, Biological Problems and Natural Hazards. 3rd WSEAS International Conference on Climate Changes, Global Warning, Biological Problems (CGB' 10)*. Faro, Portugal, 03.- 05.11.2010. Published by WSEAS Press. Pp. 96 – 100.
 25. Stepanova, M., **Brakovska, A.** 2010. Diversity of seasonal zooplankton groups in the Lake Svente in Latvia. *BIOLOGY: from a molecule up to the biosphere. V International young scientists' Conference*. Kharkiv, Ukraine, 22.- 25.11. 2010. *Book of abstracts*. p. 371.
 26. **Brakovska, A.**, Škute, R. 2009. Ecological evaluation of zooplankton groups in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais. *7th International Conference Environment. Technology. Resources*. Rezekne, Latvia, 25.- 27.06.2009. *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference Environment. Technology. Resources*. Vol. 2. Pp. 43 - 50.

27. **Brakovska, A.**, Stepanova, M., Škute, R., Škute, A. 2009. Diversity survey of samples of Rotatoria group in Lakes Svente and Brigene. *5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region"*. Daugavpils, Latvia, 22.- 24.04.2009. *Book of abstracts*. p. 25.
28. Škute, N., **Brakovska, A.** 2009. Evaluation of RAPD method for some population of Cladocera group in Lake Svente from Latvia. *5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region"* Daugavpils, Latvia, 22.- 24.04.2009. *Book of abstracts*. p. 126.
29. **Brakovska, A.**, Stepanova, M. 2008. Ecological characteristic of groups of zooplankton in Lake Svente. *International Life Sciences Students' Conference Warsaw*. Warsaw, Poland, 10.- 14.09.2008. *Book of abstracts*. p. 49.
30. **Brakovska, A.**, Škute, R. 2008. Heterogeneity of zooplankton groups in lake Svente. *The 50th International Scientific Conference Of Daugavpils University*. Daugavpils, Latvia, 15.- 17.05.2008. *Book of abstracts*. Pp. 28 – 29.
31. Deimantoviča, I., **Brakovska, A.**, Škute, R. 2008. Zooplanktona diennakts dinamika Sventes ezerā. Latvijas Universitātes 66. *Zinātniskā konference. Klimata mainība un ūdeņi*". Rīga, Latvija, 22.02.2008. *Rakstu krājums*. 30.lpp.
32. **Brakovska, A.**, Škute, R. 2007. Ecological characterization of zooplankton groups in the deepest lakes of East Latvia. *4th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region"*. Daugavpils, Latvia, 25.- 27.04.2007. *Book of abstracts*. p. 18.

IEVADS

Pētījuma aktualitāte

Saldūdens resursu kvalitāte ieņem svarīgu vietu pasaulē. Ezeri ir izplatīts ainavu elements Latvijā un visā Baltijas grēdā. Pavisam Latvijā ir 2256 ezeri, kas lielāki par vienu hektāru, kuri atšķiras ne tikai pēc izcelsmes, morfoloģijas, attīstības stadijas, bet arī pēc lieluma, ģeoloģijas, barošanās režīma, ķīmiskajiem un fizikālajiem parametriem, bioloģiskajiem organismiem (Klavins et al., 2002). Lielākā daļa Latvijas dziļo ezeru veidojušies subglaciālajās vagās Dagdas, Feimaņu, Vestienas, Vanemas, Bandavas paugurainē un Augšzemes augstienē. Latgalē ir vislielākais ezeru skaits, kas radušies aizsprostojuma rezultātā un ir saistīti ar morēnu saposmējumiem (Cimdiņš, 2001; Glazačeva, 2004; Klavins et al., 2002). Ievērojamai daļai Latvijas ezeru ir salīdzinoši neliela platība, dziļums un tie galvenokārt atbilst eitrofajam ezeru tipam. Tie ir pakļauti dažādas intensitātes antropogēnai ietekmei (Klavins et al., 2002). Ezeru skaits, kam ir iegūts augstas ūdens kvalitātes statuss ir mazs. Saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr.118 (12.03.2002.) *Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti*, Latvijā ir 26 ezeri, kas atbilst augstas kvalitātes ūdeņiem vai prioritārajiem lašveidīgajiem ūdens ezeriem, pie kuriem pieder arī Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeri. Šie noteikumi nosaka ka prioritārie zivju ūdeņi ir saldūdeņi, kurā ūdens aizsardzībai vai ūdens kvalitātei ir jāveic uzlabošanas pasākumi lai nodrošinātu zivju populācijai labvēlīgus dzīves apstākļus. Lašveidīgo ūdens ezeros ir augstāki ūdens kvalitātes standarti, tāpēc lai novērotu to ekoloģiskās kvalitātes izmaiņas, tiem ir nepieciešams pastāvīgs monitorings. Zooplanktonam ir svarīga loma vielu un enerģijas plūsmā ūdenstilpēs. Daudzas zooplanktona sugas, filtrējot barību, mazina ūdenstilpes eitrofikācijas sekas, jo kontrolē baktēriju un aļģu daudzumu piedaloties ūdens bioloģiskās pašattīrīšanās procesā. Zooplanktons (kā piemēram, Cladocera), ir svarīga zivju mazuļu un planktofāgo zivju barības bāze (Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Hebert, 1982; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Wetzel, 2001). Zooplanktonam kā ūdenstilpju primārās produkcijas (fito un bakterioplanktona) patērētājam ir liela nozīme pašattīrīšanās procesu nodrošināšanā. Zooplanktons var kalpot par ekoloģiskā monitoringa indikatoru, nosakot ezeru trofisko stāvokli. Mērena klimata joslā, kur ezeru zooplanktona sugu sastāva temporālās izmaiņas ietekmē daudzi faktori, zooplanktona kā bioindikatora potenciāls ir ļoti augsts. Abiotiskie vides faktori ezerā nosaka sugas esamību vai neesamību, savukārt, biotiskie faktori galvenokārt nosaka zooplanktona cenozes populācijas lielumu (Pinel-Alloul, 1995; Wetzel, 2001).

Zooplanktona cenoze ir dinamiska sistēma, kurā sugu sastāvs var būtiski mainīties atkarībā no sezonas un biotopa (Bertilsson et al., 1995; Bērziņš & Pejler, 1989a; 1989b; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Seda & Devetter, 2000). Kompleksi pētījumi

Latvijas ezeros ir bijuši 20. gadsimta vidū un beigās (Līne, 1963; Līne, 1966; Vadzis et al., 1976). Daudzi zooplanktona pētījumi bija veikti galvenokārt ar mērķi izvērtēt zooplanktona sabiedrības kā zivju barības bāzi (Kumsāre & Gaile, 1960; Kumsāre & Selkere, 1955; Laganovska, 1961; Sloka & Sloka, 1955) un citu limnoloģisko pētījumu ietvaros (Čeirāns, 2007; Latvijas ezeru sinoptiskais monitorings, 2002; Leinerte, 1988; Poikane et al., 2001; Urtāne, 1998). Ilgtermiņa un detalizētu datu par zooplanktona cenožu kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu, taksonu savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarībām, to saistību ar vides faktoru izmaiņām Austrumlatvijas dziļajos ezeros mūsdienās nav.

Daphnia ir kļuvusi arī par savdabīgu konverģences modeli ar adaptīvajām iezīmēm radikāli atšķirīgos biotopos un bieži ir izmantotas kā modeļorganismi ekoloģiski ģenētiskajos pētījumos (Colbourne & Hebert, 1996; Colbourne et al., 1997; Harris et al., 2012; Lubbock, 1857; Lynch & Spitze, 1994; Stark & Banks, 2003).

Molekulāri ģenētiskā monitoringa nolūkos ir ļoti svarīgi atrast piemērotākos ģenētiskās struktūras izpētes marķierus (Brede et al., 2006; Cousyn et al., 2001; De Meester et al., 1995; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000). Mikrosatelīti jeb vienkāršās secības, kas sastāv no secīgu nukleotīdu atkārtojumu (lokusu) kopuma no 2 līdz 6 nukleotīdiem un atkārtojumu skaitu aptuveni 20 līdz 60 nukleotīdi. Atkārtojumu skaits katrā lokusā ir atšķirīgs, kā rezultātā alēles ir dažāda garuma (Ellegren, 2004). Mikrosatelītu marķieriem ir liela loma ģenētiskajos pētījumos tāpēc, ka to lokusu veidi ir ļoti daudzskaitlīgi un izkaisīti pa visu genomu, lokusi galvenokārt atrodas nekodējošos genoma reģionos, līdz ar to tiem ir jābūt selektīvi neitrāliem. Tas sniedz iespēju izprast ģenētisko struktūru *Daphnia cucullata* populācijām no dažādām ūdenstilpēm (Colbourne et al., 2004; Frisch et al., 2014; Forest et al., 2007; Haag et al., 2010; Pálsson 2000). RAPD polimorfisma analīze kalpo par ātru ģenētiskā polimorfisma noteikšanas metodi. RAPD polimorfisms izpaužas kā noteikta garuma fragmentu klātbūtne vai trūkums genomā. RAPD marķieri atšķirībā no mikrosatelītiem, ļauj pētīt visu genomu kopā, nevis atsevišķas tā daļas, jo tie ir izplatīti visā genomā (Williams et al., 1990). Sakarā ar to RAPD polimorfisma analīzes metodi var pielietot zooplanktona sugu populāciju ģenētiskās mainības noteikšanā un ģenētiskajā monitoringā, jo analīzei pietiek ar nelielu daudzumu DNS materiāla. RAPD analīze var kalpot par savdabīgu ekspresmetodi ģenētiskā polimorfisma atklāšanai, jo īpaši tas ir ļoti aktuāli maz pētītām taksonomiskām grupām. Tomēr, veicot taksonomiskās interpretācijas ar kodola DNS marķieriem, lielākas iegūto rezultātu ticamības nolūkos, ir nepieciešams izmantot vairākus marķierus.

Sakarā ar to, promocijas darba mērķis ir veikt ilgtermiņa kompleksu pētījumu par zooplanktona sugu sastāva, cenožu struktūras, sezonālās dinamikas un to ietekmējošo faktoru,

kā arī *Daphnia cucullata* populāciju plastiskuma un ģenētiskās daudzveidības analīzi Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros.

Zinātniskā novitāte

1. Noskaidrots Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru zooplanktona cenožu kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs, taksonu savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarības, to saistība ar vides faktoru izmaiņām.
2. Pirmo reizi Latvijā tika noskaidroti *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras izpētes marķieri un noskaidrota populāciju ģenētiskā struktūra izmantojot, RAPD un mikrosatelītu lokusus.

Galvenās aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

1. Zooplanktona cenožu kvalitatīvās un kvantitatīvās izmaiņas, to struktūra un dinamika Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros ir atkarīgas no cenožu iekšējās mijiedarbības, sezonālās un vides faktoru izmaiņām.
2. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras izpētei ir iespējams izmantot kodola DNS marķierus no radniecīgām sugām.
3. Izmantojot RAPD un mikrosatelītu lokusus, ir iespējams noskaidrot Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru *Daphnia cucullata* populācijām ģenētisko struktūru monitoringa nolūkos.

Promocijas darba mērķis

Veikt kompleksu zooplanktona cenožu struktūras, dinamikas un tās ietekmējošo faktoru analīzi Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, un noskaidrot *Daphnia cucullata* populāciju ģenētisko struktūru, nosakot, piemērotākos ģenētiskās struktūras izpētes marķierus.

Promocijas darba mērķa sasniegšanai bija izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. Noteikt Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru zooplanktona cenožu:
 - 1.1. kvalitatīvo un kvantitatīvo sastāvu;
 - 1.2. iekšējās mijiedarbības un sezonālās likumsakarības;
 - 1.3. kvantitatīvo un kvalitatīvo sastāva dinamiku saistībā ar vides faktoru izmaiņām;
2. Noskaidrot Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru zooplanktonā sastopamajam Cladocera taksonam *Daphnia cucullata* piemērotākos ģenētiskās struktūras izpētes marķierus;

3. Noteikt Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros sastopamajam Cladocera taksonam *Daphnia cucullata* ģenētisko daudzveidību, izmantojot RAPD un mikrosatelītu lokusu analīzi.

Pārskats par manos saistītajos zinātniskajos rakstos aprakstītajiem promocijas darba mērķa sasniegšanai izvirzītajiem uzdevumiem

Zooplanktona cenožu kvalitatīvais un kvantitatīvais sastāvs			
Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
II; III; V; VIII; IX; XI	II; V; IX	II; V; VI; IX	II; IV; V
Zooplanktona cenožu iekšējās mijiedarbības un sezonālās likumsakarības			
Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
II; III; V; VIII; IX; XI	II; V; IX	II; V; VI; IX	II; IV; V
Zooplanktona cenožu kvantitatīvo un kvalitatīvo sastāva dinamiku saistībā ar vides faktoru izmaiņām			
Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
II; III; V; VIII; IX; XI	II; V; IX	II; V; VI; IX	II; IV; V
<i>Daphnia cucullata</i> piemērotākie ģenētiskās struktūras izpētes marķieri			
Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
I; II; VII; X	I; II; VII; X	I; II; VII; X	I; II; VII; X
<i>Daphnia cucullata</i> ģenētiskā daudzveidība, izmantojot RAPD un mikrosatelītu lokusu analīzi			
Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
I; II; X	I; II; X	I; II; X	I; II; X

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Ezeru planktona raksturojums

Visi ezerā dzīvojošie organismi atrodas ciešā savstarpējā mijiedarbībā un mijiedarbībā ar vides apstākļiem. Tiem ir noteikta loma vielu un enerģijas riņķojumā. Cimdiņš (2001) piedāvā sekojošas trofiskās attiecības ezeros: producenti, destruktori, konsumenti (1.1.1.tabula).

1.1.1.tabula

Barošanās ķēdes ūdenī (pēc P.Cimdiņa)

Organismu grupa	Funkcijas	Barība, kuru izmanto
Zaļie augi	Producenti	N, P, C neorganiskie savienojumi
Baktērijas, sēnes	Destruktori	Viegli noārdāmās, izšķīdušās organiskās vielas.
Dzīvnieki	Konsumenti	Partikulārās organiskās vielas.

Ezeru virsējos ūdens slāņos un litorālajā zonā fitoplanktons, aļģes un augstākie augi fotosintēzes ceļā no oglekļa dioksīda un minerālvielām ražo organiskās vielas. Fotosintēzē saražotās organiskās vielas izmanto zooplanktons, zivis un citi organismi. Baktērijas, mikroskopiskās aļģes un detrīts ir zooplanktona un ūdens dzīvnieku primārā barības bāze. Baktērijas sadala organiskās vielas līdz neorganiskajiem savienojumiem, kurus var uzņemt augi, kā arī zooplanktons, īpaši brūnūdens ezeros (ezeros ar augstu humānvielu koncentrāciju-distrofos un disoitrofos ezeros), kur tas pārtiekot no grūti noārdāmām vielām ražo neorganiskās vielas, ko tālāk izmanto fitoplanktons, tādējādi nodrošinot vielu apriti ezerā (Cimdiņš, 2001; Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Pinel-Alloul, 1995; Seda & Devetter, 2000; Urtāne, 1998; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001).

Pēc funkcionālās darbības planktonu iedala bakterioplanktonā (baktēriju), ciliātu (vienstūņu) planktonā, fitoplanktonā (augu) un zooplanktonā (dzīvnieku).

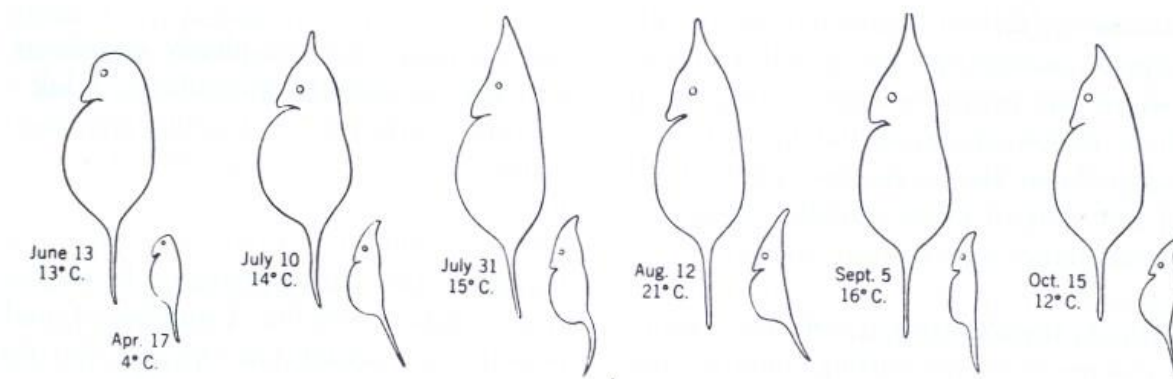
Pēc barošanās planktona organismus iedala augēdājos, visēdājos, plēsējos un detrītēdājos (Cole, 1994).

Pēc lieluma klasēm, planktonu iedala:

- femtoplanktons ($0,02 - 0,2 \text{ m} \cdot 10^{-6}$) - vīrusi;
- pikoplanktons ($0,2 - 2,0 \text{ m} \cdot 10^{-6}$) - baktērijas, aļģes;
- nanoplanktons ($2,0 - 20 \text{ m} \cdot 10^{-6}$) - baktērijas, sīkākās vienkāršās aļģes;
- mikrop planktons ($20 - 200 \text{ m} \cdot 10^{-6}$) - lielākā daļa aļģu, vienkārši, virpotāji, daudzi kāpuri;

- mezoplanktons (0,2 - 20 mm) - kopepodī, kladoceras u.c. (Cimdiņš, 2001; Melecis, 2011).

Zooplanktons ir suspendēts ūdenī, ar vai bez ierobežotām spējām pārvietoties un lielākoties tiek izplatīts ar turbulenci un citām ūdens kustībām. Kaut arī planktona organismiem piedēvē īpašību- brīvi peldoši, tomēr tas vairāk izpaužas kā spējā brīvi negrimt, jo planktona organismi spēj grimt vai celties tikai kopā ar ūdens masu, temperatūras un blīvuma izmaiņu ietekmē (Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). Zooplanktona organismiem evolūcijas gaitā ir izveidojusies spēja pretoties straujai grimšanai ūdens slānī (lai organismi pasīvi peldētu ūdenī, to blīvumam jābūt tādā pašam kā ūdenim, taču ūdens blīvums pat pie niecīgām temperatūras izmaiņām mainās straujāk, nekā to spēj izdarīt organismi). Pateicoties dažādiem izaugumiem, kas ir kā aizsarglīdzeklis pret apēšanu (jo plēsējs savu žokļu atvērumu nespēj mainīt tik būtiski kā upuris savu ķermeņa formu ar dažādiem izaugumiem), vai kā palīgglīdzeklis labākas saķeres veidošanai ar ūdeni, organismiem rodas iespējas noturēties ūdens slānī. Cladocera tipiskas šādas ķermeņa formu izmaiņas ir novērojamas Daphniidae, Bosminiidae taksoniem. Daphniidae taksoniem (*Daphnia cucullata*, *Daphnia cristata* u.c.) tas izpaužas kā galvas jeb "kapuces" formas izmaiņas vasaras sezonā (1.1.1. attēls) (Cimdiņš, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001).



1.1.1. attēls. *Daphnia cucullata* morfoloģiskā daudzveidība (Wetzel, 2001)

Zooplanktons ir arī svarīga zivju barība (it īpaši vēžveidīgie - Cladocera un Copepoda) (Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Hebert, 1982; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). No zooplanktona pārtiek visu zivju mazuli, kā arī atsevišķu sugu pieaugušās zivis, piemēram, vīķes, sīgas, repši (Brooks & Dodson 1965; Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Halvorsen et al., 2004; Larsson & Dodson, 1993; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Saksgård & Hesthagen, 2004; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). Eksperimentāli

pierādīts, ja ezerā ir vairāk planktofāgu zivju, tad ezeram būs lielāka zooplanktona sugu vai sugu daudzveidība ar dažiem morfoloģiskiem pielāgojumiem (piemēram, mazāks izmērs), salīdzinot ar ezeriem, kuros nav vērojamas planktofagās zivis (Bohn & Amundsens, 1998; De Meester et al., 1995; Sutela & Huusko, 1997; Viljanen, 1983).

Zooplanktonam raksturīga sezonālā dinamika. Zooplanktona sastāvs visa gada laikā nav vienāds, piemēram, Cladocera un Rotifera kvalitatīvi un kvantitatīvi vairāk ir sastopamas vasarā, kad tiem ir vairāk barības. Copepoda ir vairāk daudzgadīgi, ar lielu pārziemojošu populāciju. Daudziem Cladocera un Rotifera ir miera stāvokļi un ziemojošas ilgoles, kas pārziemo nogulumos vai tiek ar vēju, vai putniem pārnestas uz jauniem biotopiem (Cimdiņš, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Sloka, 1961; Wetzel, 2001). Zooplanktons viena ezera dažādās daļās, kā piemēram, piekrastes joslā, atklātā daļā, pie upju ietekām, sugu sastāva ziņā nav vienāds, jo šīs pēc morfometrijas dažādās ūdenstilpes daļas atšķiras gan pēc ūdens termikas, gan hidroķīmiskajiem rādītājiem, gan citiem vides apstākļiem. Katra suga izvēlas sev piemērotākos dzīvošanas apstākļus (Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Pidgaiko, 1984; Pinel-Alloul, 1995; Seda & Devetter, 2000; Wetzel, 2001). Zooplanktona attīstība un izplatība ir atkarīga no daudziem abiotiskiem faktoriem (temperatūra, izšķīdušais skābeklis, pH, caurredzamība, vējš, ūdens turbulence, trofiskais gradients, sāļums, stratifikācija, piesārņojums utt.) (Bengtsson, 1986; Bertilsson et al., 1995; Bērziņš & Pejler, 1987; 1989a; 1989b; Dagg, 1977; Dumont et al., 1973; Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Hanazato, 1991; 1992; Horppila et al., 2000; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Locke & Sprules, 2000; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Seda & Devetter, 2000; Tallberg et al., 1999; Wetzel, 2001) un biotiskajiem faktoriem (barība, plēsonība, konkurence) (Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Dodson, 1984; Escibano & Hidalgo, 2000; Harris et al., 2012; Hebert, 1982; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Larsson & Dodson, 1993; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Weider & Pijanowska, 1993; Wetzel, 2001). Abiotiskie vides faktori ezerā nosaka sugas esamību vai neesamību, savukārt, biotiskie faktori galvenokārt nosaka zooplanktona cenozes populāciju vai pat visu sugu skaitlisko vērtību (Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Pinel-Alloul, 1995; Wetzel, 2001). Dažādas trofiskās pakāpes ezeros populāciju regulējošie faktori un zooplanktona cenozes lielums ir atšķirīgi.

Zinātnieki bieži savos pētījumos ir norādījuši, apsprieduši un pierādījuši zooplanktona kā bioindikatora piemērojamību ūdens ekosistēmu ekoloģiskās kvalitātes un ezera trofijas novērtēšanai (Jeppensen et al., 2011; Kalff, 2002; Moss et al., 2003; Urtāne, 1998; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). Mērena klimata joslā ezeru zooplanktona kā bioindikatora potenciāls ir ļoti augsts. Piemēram, pētījumā par ekoloģiskās kvalitātes novērtējumu Eiropas sekļajiem ezeriem attiecībā uz *Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2000/60/EK*

(23.10.2000.), ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā norādīja, ka zooplanktons ir labs ekoloģijas kvalitātes rādītājs. Labi ekoloģijas kvalitātes rādītāji izrādījās lielo Cladocera sugu īpatsvars un zooplanktona (vēžveidīgo) biomasas ietekme uz fitoplanktona biomasu. Pieminēto ekoloģijas kvalitātes rādītāju iegūstamās vērtības atšķiras atkarībā no ezeru veida un tos var izmantot kā bioloģiskās kvalitātes kritērijus (Moss et al., 2003).

1.2. Ezeru zooplanktona funkcionālās grupas un to iedalījums

Ezeru zooplanktonā parasti apskata trīs ekoloģiski svarīgas un taksonomiski plaši pārstāvētas grupas: Rotifera - virpotāji, Cladocera – kladoceras, zarūsaini jeb ūdensblusas un Copepoda - kopepodi jeb airkājvēži.

1.2.1. Rotifera bioloģija un ekoloģija

Virpotāji (Rotifera) ir mikroskopiskui dzīvnieku grupa, kas izdalīta pastāvīgā Rotifera tipā. Tips iedalīts divās klasēs - Pararotatoria ar kārtu Seisonacea un Eurotatoria ar divām apakšklasēm: Monogononta un Bdelloidea. Lielāko apakšklasi veido Monogononta, ar 1570 sugām visā pasaulē, no kurām saldūdeņos brīvi mītošas ir 1488 sugas, tai seko Bdelloidea ar 461 sugu (Paidere & Škute, 2011). Virpotāji ir gan kosmopolīti, gan edēmi. Īpaši daudz kosmopolītisku sugu ir Belloidea, Philodina, Rotatoria ģinšu un vairāku Monogonata *Brachionus*, *Keratella*, *Lecane* un *Lepadella* ģinšu vidū (Paidere & Škute, 2011). Sugām visdaudzveidīgākās ir Notommatidae dzimta ar ģinti Cephalodella, kā arī Lecanidae, Lepadellidae un Dicranophoridae dzimtas, kā arī Brachionidae dzimtas ģints *Brachionus* (Paidere & Škute, 2011).

Sastopami saldūdeņos (ezeros, dīķos, purvos, upēs), kā arī mitrās augsnēs, sūnās, notekās, pelņēs, jūrās u.c. Sevišķi daudzveidīgas sugu ziņā ir ūdenstilpju litorālās daļas. Virpotājiem ie ievērojama loma saldūdeņu ekosistēmās, jo tie ir nozīmīgi filtrētāji, kas barojas ar fitoplanktonu un baktērijām. Barību veido arī atmirušās vai trūdošās organiskās vielas (detrīts). Specializētākas sugas barību iegūst no augu vai nogulšņu virsmas (perifitons). Starp virpotājiem ir sastopamas plēsīgas sugas, kas barojas ar lielajām aļģēm, skropstainiem un citām virpotāju sugām vai mazajām vēžveidīgo Cladocera sugām (Dumont & Negrea, 2002; Krauter & Streble, 1988; Nogrady & Segers, 2002; Paidere & Škute, 2011; Radwan et al., 2004; Segers, 2007; Кутикова & Старобогатов, 1977; Кутикова, 1970).

Lielākajai daļai virpotāju ķermeņa garums ir robežās no 200 līdz 500 mikrometriem, tikai dažu sēdošu formu ķermeņa garums var būt garāks par 1 – 2 mm. Ķermeņa forma parasti ir sfēriska, pagarināta, noapaļota vai saplacināta muguras-vēdera virzienā. Ķermeni klāj ķermeņa sega - kutikula, kas var būt gan cieta, gan mīksta. Ķermenis un vairogis var būt ar

dažāda veida izaugumiem dzelkšņu, lapīņu vai sariņu veidā (Dumont & Negrea, 2002; Krauter & Streble, 1988; Nogrady & Segers, 2002; Paidere & Škute, 2011; Radwan et al., 2004; Segers, 2007; Кутикова & Старобогатов, 1977; Кутикова, 1970). Retos gadījumos (*Trichospaera*) ķermenis ir lodveidīgs, bet vairumam tas iegarens un dalās trīs nodalījumos: galvas nodalījums ar virpotājaparātu, viduklis, kurā ir visi iekšējie orgāni, kāja (daudzām formām tās nav). Tiek uzskatīts, ka katras virpotāju sugas morfoloģiskās un funkcionālās īpatnības ir izveidojušās atkarībā no dzīvnieka dzīves veida, pārvietošanās veida, barības atrašanas un satveršanas mehānisma. Šī sugu īpatnības izpaužas kājas, galvas, virpotājaparāta uzbūvē un darbības mehānismā, ķermeņa posmojuma veidā un spējā mainīt ķermeņa formu atkarībā no veicamās funkcijas (Dumont & Negrea, 2002; Krauter & Streble, 1988; Nogrady & Segers, 2002; Radwan et al., 2004; Segers, 2007; Wetzel, 2001; Кутикова & Старобогатов, 1977; Кутикова, 1970) (1.2.1.1. attēls).

Virpotājiem ir raksturīgas divas uzbūves pazīmes: virpotājaparāts (skropstiņu vainags) un košļājamā rīkle jeb mastaks. Virpotājaparātu veido galvas galā esošie skropstiņu gredzeni, kas kustoties rada virpuli un piegādā mutei barību un nodrošina kustību. Mastaks ir ne tikai gremošanas sistēmas daļa, bet arī taksanomiska pazīme, jo katrai sugai tas ir atšķirīgs (Paidere & Škute, 2011; Wetzel, 2001).

Virpotāji ir šķirtdzimumiski, ar izteiktu dzimumdimorfismu. Mātītes sastopamas daudz biežāk nekā tēviņi. Tēviņi ir ievērojami mazāki par mātītēm un bieži iegūst pundurtēviņu nosaukumu.



Brachionus quadridentatus

Hermann, 1783



Kellicottia longispina

Kellicott, 1879



Testudinella patina

(Hermann, 1783)

1.2.1.1. attēls. Rotifera taksonu morfoloģiskās īpatnības (foto autors: J.Paidere)

Virpotāju dzīves ciklu veido secīga dzimumpaaudzes (tēviņi un mātītes) un partenogēnētiskās paaudzes maiņa, t.i., ciklam ir heterogonijas raksturs. Parasti pavasarī no

ilgolām, kas pārcietušas ziemu, iznāk partenogēnētiskas mātītes, kas atkal ražo partenogēnētiskas mātītes, kurām pēc tam var sekot vēl virkne tādu pašu partenogēnētisku mātīšu paaudžu. Tālāk seko divdzimumu periods, kad viena no partenogēnētisko mātīšu paaudzēm sāk dēt tilpuma ziņā 2 - 3 reizes mazākas olas par līdzšinējām partenogēnētiskajām olām. Tēviņu pundurizmēri un straujā attīstība ir izskaidrojama ar mazo barojoša materiāla daudzumu olās. No olām drīz iznāk sīki tēviņi un pārojas ar mātītēm, kuras attiecībā pret šiem tēviņiem ir mātes paaudze. Mātītes, kuras partenogēnētiski ražoja tēviņus, pēc kopulācijas producē īpašas apaugļotas olas. Tās ir lielas, ietvertas blīvu apvalku sistēmā un tiek sauktas par ilgolām, jo to normāla attīstība notiek pēc gara miera perioda, kas var ilgt no divām nedēļām līdz vienam gadam. Apaugļotās olas savukārt dod pirmo partenogēnētisko mātīšu paaudzi, ar kurām cikls sākas no jauna (Dogels, 1986; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

Dzīves ciklu skaits viena gada laikā daudziem virpotājiem variē: atbilstoši izšķir monocikliskas, dicikliskas un policikliskas sugas. Nereti viena un tā pati suga dažādās zemēs, bet dažkārt pat vienas un tās pašas vietas dažādās ūdenstilpēs dod dažādu ciklu skaitu gadā. Tas rāda, ka virpotāju cikliskums ir stipri atkarīgs no ārējiem apstākļiem, kuri mainās dažādos ūdeņos un vietās. No ārējiem faktoriem acīmredzot ir atkarīga arī tēviņus producējošo mātīšu parādīšanās. Šādu mātīšu parādīšanos nosaka un paātrina dažādi faktori: barošanās apstākļi (barības trūkums, badošanās izraisa tēviņu ražošanu), vides ķīmiskais sastāvs. Virpotāju olu attīstība norit strauji: partenogēnētiskām olām, kurām nav miera perioda, attīstība ilgst 3 - 4 dienas. Attīstība ir tieša, bez metamorfozes, drostalošanās ļoti agri kļūst divpusēji simetriska. Otra raksturīga attīstības pazīme ir orgānu izveidošanās no neliela šūnu skaita. Pēc tam visā dzīves laikā šūnu vairošanās orgānos vairs nenotiek. Tā rezultātā Rotifera šūnu skaits ir pastāvīgs (Dogels, 1986; Kalff, 2002; Wetzel, 2001).

1.2.2. Copepoda bioloģija un ekoloģija

Copepoda ir sīki dzīvnieki. Sastopami visos saldūdens ūdensbaseinos un jūrās. Daudzi kopepodīti apdzīvo ezeru pelaģisko zonu, bet citi mīt piekrastē. Daudzveidīgi pēc ārējās uzbūves un izmēra no 0,3 – 30 mm. Vairums sugu dzīvo brīvi un sastopamas gan brīvā planktonā, gan piekrastē starp augiem, gan ūdensbaseina dibenā. Tie ir sīki, lielākoties planktoniski vēži. Ķermenis sastāv no saliktas galvas, kuras sastāvā ietilpst arī priekšējais krūšu segments, piecposmainām krūtīm un četrposmaina vēdera. Pie galvas ir visas galvas ekstremitātes, žokļkāju pāris, nauplijacs un mute. Antenulas bieži garas, reizēm garākas par ķermeni un parasti aktīvi piedalās peldēšanā. Tas jāuzskata par sekundāru pielāgošanos planktoniskajam dzīvesveidam. Krūšu kājas saglabājušas primitīvu divzarainu formu, un tām ir

peldsariņi. Vēderam kāju nav, tā galā ir anālā daiva ar dakšīņu (Boxshall & Halsey, 2004; Dagg, 1977; Dussart & Defaye, 2001; Einsle, 1996) (1.2.2.1. attēls). Mātītes olas iedēj vienā, biežāk divos olu maisos, kas piestiprināti pie vēdera pamatdaļas. No olas izšķīļas nauplijs, kas daudzkārtīgi (līdz 12 reizi un pat vairāk) novelkas, pamazām iegūstot pieauguša vēža īpatnības (Dogels, 1986; Kalff, 2002; Wetzel, 2001). Temperatūras izmaiņas ietekmē kopepodītu paaudžu maiņu (Einsle, 1996). Dažas sugas ir zivju parazīti. Copepoda, tāpat kā Cladocera, ir liela nozīme zivju barībā (Boxshall & Halsey, 2004; Dagg, 1977; Dussart & Defaye, 2001; Einsle, 1996; Kalff, 2002; Wetzel, 2001).

Copepoda ir teicams ūdens bioindikators. Daudz Copepoda ir oligotrofos ezeros, maz-hipertrofos. Calanoida dominē oligo-mezotrofos ezeros, bet kad ezera eutrofikācijas līmenis palielinās, tos nomaina Copepoda (Dussart & Defaye, 2001).

Saldūdeņos sevišķi bieži sastopami ciklopi- Cyclops sugas. Cyclops ir cilvēka parazītu, kā piemēram, platā lenteņa starpsaimnieki (Dogels, 1986; medicine.lv Datubāze).



Cyclops scutifer Sars G.O.,
1863



*Thermocyclops
oithonoides* (Sars G.O.,
1863)



Ectocyclops phaleratus
(Koch, 1838)

1.2.2.1. attēls. Copepoda taksonu morfoloģiskās īpatnības (foto autors: J.Paidere)

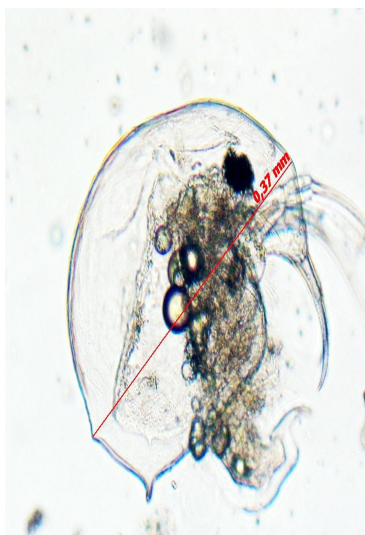
1.2.3. Cladocera bioloģija un ekoloģija

Cladocera ir svarīga biocenožu sastāvdaļa. Cladocera ķermeņa garums ir no 0,2 – 10 mm (Sloka, 1981; Wetzel, 2001). Cladocera ķermenis sastāv no vairāk vai mazāk atdalītām daļām- galvas, krūtīm un postabdomena. Kopējais segmentu skaits nav noteikts, jo ķermeņa pakaļējais gals nav segmentēts, un var svārstīties no 10 - 15 (Benzie, 2005; Flössner, 2000; Flössner, 2002; Hudec, 2010; Kotov, 2006; Lieder, 1996; Scourfield & Harding, 1994; Sloka, 1981; Smirnov, 1996; Мануйлова, 1964). Ķermenis ir klāts ar hitīna kutikulu, ko veido divvāku čaula, kas

piesedz ķermeni ar ekstremitātēm. Uz čauliņas veidojas krokas jeb ķīļi, bet dorsālā daļā ir dzelonveidīgs izaugums (Dogels, 1986; Wetzel, 2001). Daudzām Cladocera ir laterāls galvas ķīlis, kas sākas virs acs un stiepjas pie peldantenu pamata (Мануйлова, 1964). Ūdensbaseinos veidojas bentālās, litorālās un pelagiālās Cladocera formas. Dažādu formu galva ir virzīta uz leju, dažreiz ļoti maza (*Ceriodaphnia*) vai ļoti liela (*Bythotrephes*). Uz galvas hitīna kutikula veido vairogu, kura mugurējā daļa savienojas ar pārējo ķermeni ar vai bez skaidras robežas. Galvas vairoga priekšējā mala bieži ir knābjeida izstiepta un veido t.s. rostrumu. Daudzām Cladocera (galvenokārt, tām, kurām ķermenis ir stipri saspiests no sāniem) uz galvas mugurējās malas ir ķīlis, visbiežāk gluds, dažreiz ar zobīņiem vai dažreiz paplašinās par pakavveida plāksnīti. Galvas dorsālajā pusē var būt galvas poras, kuru forma ir dažāda. Lielās galvas poras sauc par makroporām, bet mazās - par mikroporām (Sloka, 1981). Uz galvas ir antenas, peldantenas, mandibulas, maksilas, maksilulas. Pie krūtīm ir 4 - 6 kāju pāri, kas pilnīgi zaudējušas kustības funkciju un pārvērtušies par sarežģītu aparātu barības iegūšanai (Benzie, 2005; Dogels, 1986; Flössner, 2000; Flössner, 2002; Hudec, 2010; Kotov, 2006; Lieder, 1996; Scourfield & Harding, 1994; Sloka, 1981; Smirnov, 1996; Мануйлова, 1964). Kājas ir divzarotas, ārējais zars - eksopodīts, iekšējais - endopodīts. Krūtīm seko vēders bez ekstremitātēm. Vēdera distālais gals sašaurinoties veido postabdomenu, kas noliecas uz leju un beidzas ar diviem nagiem. Postabdomena dorsālās malas katrā pusē parasti izveidojas dzelkņi vai sari. No maņu orgāniem vislabāk attīstīti redzes orgāni - salikta nepāra fasetacs un nauplijacs, kas plēsīgām formām var būt reducēta (Sloka, 1981) (1.2.3.1. attēls).



Camptocercus lilljeborgii
Schoedler, 1862



Bosmina (Eubosmina)
crassicornis Lilljeborg,

1887



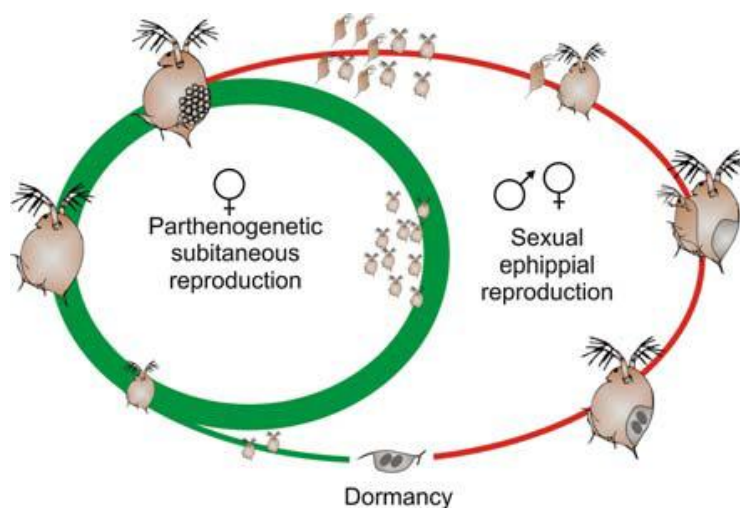
Polyphemus pediculus
(Linnaeus, 1761)

1.2.3.1. attēls. Cladocera taksonu morfoloģiskās īpatnības (foto autors: J.Paidere)

Cladocera sugas ir spējīgas attīstīties partenogēnētiski. Telpa starp karapaksu (čauliņu) un ķermeni mātītēm kalpo kā perējamā kamera. Šeit olas attīstās par embrijiem, kas laika gaitā pieņem pieaugušo īpatņu formu un vēlāk tiek izlaisti ūdenī (1.2.3.2. attēls cikls atzīmēts ar zaļu). Partenogēnētiskā reprodukcija turpinās līdz nelabvēlīgo laika apstākļu iestāšanās periodam, tad dažas olas pārvēršas par tēviņiem, pārējās – par haploīdām olām, kam nepieciešama apaugļošana. Tēviņu parādīšanos ietekmē liels populācijas blīvums vai strauja barības vielu samazināšanās. Pēc apaugļošanās (seksuālā reprodukcija 1.2.3.2. attēls cikls atzīmēts ar sarkanu) perējamās kameras sienas uzbiezina, veidojot ziemas olas (ilgolas), kas ir viegli pamanāmas kā tumši ovāli veidojumi. Ilgolas var paciest skarbus vides apstākļus (sasalšana, izžūšana), kā arī var tikt tālu izplatītas (piemēram, ar putnu palīdzību). Pavasarī labvēlīgos apstākļos no ziemas olām izšķīļas jaunas partenogēnētiskas mātītes, kas ātri savairojas (De Meester et al. 2004; Decaestecker et al., 2009; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001). *Daphnia* paaudzes dzīves ilgums ir īss (9 - 11 dienas pie 20 °C), bet kopējais dzīves ilgums ir garāks (> 60 dienas pie 20 °C, līdz vienam gadam pie zemākām temperatūrām) (Gliwicz et al., 2001).

Vairākām *Bosmina*, *Daphnia* dažādu sezonu paaudzēm ir vērojamas čaulas formas un izmēru izmaiņa jeb ciklomorfoze (1.1.1. attēls) (Lampert & Sommer, 1997; Sloka, 1981; Wetzel, 2001; Мануйлова, 1964).

Piederību noteiktam biotopam nosaka gan pielāgojumi, kuri nodrošina kladoceru peldēšanu, gan to barības aparāta specializācija. Daudzas Cladocera sugas, ieskaitot *Daphnia* un *Bosmina*, ir pelaģiski filtrētāji, kas pārtiek no aļģēm un noteiktām baktērijām. Savukārt, *Chydorus*, ir bentiskas, tipiskākajā gadījumā barojas, rāpojot gar virsmām, noskrāpējot un filtrējot barības daļiņas, bet *Leptodora* ir vairāk plēsīgas, ķer lielus upurus, kā piemēram, Rotifera, Copepoda (Brönmark & Hasson, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).



1.2.3.2.attēls. *Daphnia* cikliskas partenogēnēzes attīstības cikls (Decaestecker et al., 2009).

Labvēlīgos apstākļos lielā skaitā strauji savairojoties, Cladocera veido nozīmīgu barības ķēdes posmu, kur no vienas puses, regulē baktēriju un detrita daudzumu, no otras- ir nozīmīgs komponents zivju mazuļu, planktofāgo zivju un daudzu citu ūdens dzīvnieku barībā. Tādēļ bieži vien ūdenstilpju bioloģisko produktivitāti raksturo pēc Cladocera sugu sastāva un biomasas. Bieži tās izmanto arī kā bioindikatorus ūdens piesārņojuma raksturošanai (Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Hebert, 1982; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Malone & McQueen, 1983; Pinel-Alloul, 1995; Wetzel, 2001).

1.3. Cikliskās partenogēzes ietekme uz *Daphnia* populāciju ģenētisko struktūru

Cikliskā partenogēze radās Branchiopoda klasei (Arthropoda, Crustacea) Perma periodā (Taylor et al., 1999), kad Cladocera attīstījās kā taksons. Ar dažiem izņēmumiem Cladocera ir cikliski partenogēni. Cladocera ģintī *Daphnia* ietilpst aptuveni 150 sugas. *Daphnia* izmanto kā galveno modeli, lai pētītu ekoloģiskos un evolūcijas jautājumus, tostarp cikliskās partenogēzes sekas.

Daphnia (Crustacea, Branchiopoda, Cladocera, Daphniidae) ir svarīga zooplanktona sastāvdaļa ezeros un dīķos. Tam ir īss ģenerēšanas laiks (9 līdz 11 dienas pie 20 °C), bet kopējais dzīves ilgums ir garāks (> 60 dienas pie 20 °C līdz vienam gadam pie aukstākas ūdens temperatūras (Gliwicz et al., 2001). Labvēlīgos apstākļos tie vairojas ar amiktisko partenogēzi, radot ģenētiski identiskus pēcnācējus, kas uzkrājas populācijā, kas sastāv tikai no mātītēm. Vairošanās partenogēzes ceļā var turpināties vairākas paaudzes, izraisot eksponenciālu klonālo līniju pieaugumu (Carvalho, 1994). Šo klonu relatīvais daudzums atspoguļo to relatīvo stāvokli dzīvotnē. Kad rodas nelabvēlīgi apstākļi (piemēram, barības trūkums, pārpalīdzīvotība, plēsēju klātbūtne, dienas garuma vai temperatūras izmaiņas (Pijanowska & Stolpe, 1996), dzīvnieki pāriet uz seksuālo reprodukciju. Tēviņi tiek ražoti partenogēnētiski, bet mātītes pāriet uz seksuālo olu ražošanu. Viena mātīte vispirms var radīt diploīdas amitiskas olas un pēc tam rada divas meiotiskas haploīdas olas, kurām jābūt apaugļotām (De Meester et al., 2004). Pēc haploīdu olšūnu apaugļošanas tās ir iekapsulētas ephipiumā, hitīna membrānā, kas no mātītes nodalās kā ķekarveidīgs maisiņš (Schultz, 1977). Olu attīstība tiek aizturēta plkst blastula stadija, un olas iet diapauzē (Zaffagnini, 1987). Slēgtās ilgolas spēj izturēt ekstremālos apstākļus (izzūšana, sasalšana, sagremošana u.c.) un var palikt dzīvotspējīgs līdz 150 gadiem (Cáceres, 1998; Brendonck & De Meester, 2003). Tāpēc miera periods ir stratēģija, lai pārvarētu nelabvēlīgus vides apstākļus, vienlaikus palielinot arī izdzīvošanas iespējas pasīvās izklīdes laikā ar vēju, ūdensputniem vai citiem līdzekļiem (izplatīšanās risks telpā) (Cohen & Levin, 1987). Neaktīvās olas var izšķīsties nākamajā sezonā, kad būs labvēlīgi apstākļi, bet ievērojama daļa neizšķīlsies un paliks nogulumos, gadu no gada

pārklājoties paaudžu virknēm, veidojot pastāvīgu neaktīvu olu banku (De Meester & Vanoverbeke, 1999; DeStasio, 1989). Atkarībā no dominējošās izvēles spēkiem, šie neaktīvie olu krājumi var paātrināt vai aizkavēt evolūcijas reakcijas mainīgajā vidē (Hairston & DeStasio, 1988; Hairston, 1996; Hedrick, 1995). Laika gaitā ilgotu banka, papildus evolucionārajai un ekoloģiskajai nozīmei ezeru un dīķu slāņveida nogulumos, pārstāv arī kā unikāls ūdenstilpi apdzīvojošo sugu vēstures arhīvs (Cousyn et al., 2001; De Meester & Vanoverbeke, 1999; Hairston et al., 1999; Limburg & Weider, 2002; Mergeay et al., 2006, 2007).

Tomēr augšanas sezonā notiek partenogēnētiskā vairošanās, kas veicina klonu daudzveidības samazinājumu dabiskās atlases un nejaušības dēļ radušos klonu izzušanu, kas attiecīgi izraisa mazāku ģenētisko variāciju un novirzes no Hārdija-Veinberga līdzsvara augšanas sezonas beigās (De Meester & Vanoverbeke, 1999; De Meester et al., 2006; De Meester, 1996; Ortells et al., 2006; Tessier et al., 1992). Populācija tomēr var saturēt ievērojamu daudzumu slēptu ģenētisko variāciju, kas nav ģenētiski izteiktas, kamēr dzīvnieki vairojas klonāli, bet kas var izpausties pēc seksuālās rekombinācijas (Deng & Lynch, 1996; Pfrender & Lynch, 2000). Dabiskā atlase divās vairošanās fāzēs darbojas atšķirīgi (King & Schonfeld, 2001; Pfrender & Lynch, 2000). Aseksuālās fāzes laikā, visi gēni būtībā pieder vienai grupai, un tādējādi atlase iedarbojas uz visu genomu. Rezultātā klonālā atlase iedarbojas arī uz ģenētiskās variācijas mijiedarbību. Zooplanktona cikliski partenogēnētisko populāciju ģenētisko struktūru nosaka seksuālās rekombinācijas un partenogēnētiskā reprodukcija (De Meester & Vanoverbeke, 1999; De Meester et al., 2006). De Meester et al. (2006) ir uzskaitījuši trīs galvenos faktorus, kas nosaka pakāpi, kādā klonālās variācijas ietekmē cikliskās partenogēnēzes organismu ģenētisko struktūru. Pirmais faktors ir indivīdu skaits, kas izšķīlušies no ilgotu bankas. Paredzams, ka populācijās, kurām ir lielāks ilgolu skaits olu bankā, augšanas sezonu sāks ar lielāku izšķīlušos īpatņu skaitu, un līdz ar to lielāku klonu skaitu nekā populācijās ar mazāku ilgolu skaitu olu bankā (Vanoverbeke & De Meester, 1997). Otrs faktors ir augšanas sezonas garums un pakāpe, kādā populācija var saglabāties biotopā aktīvajā fāzē, jo tas nosaka partenogēnētisko paaudžu skaitu starp seksuālajām fāzēm (Hebert, 1987; Pfrender & Lynch, 2000). Pastāvīgajām un nepastāvīgajām populācijām, kurām ir pagarinātas augšanas sezonas, ir lielāka iespējamība klonu izzušanai un ilgstošākai atlasei, kas attiecīgi grauj klonu daudzveidību. Turklāt pastāvīgajās populācijās izšķīlušos īpatņu ietekme pavasarī, iespējams, ir zemāka nekā nepastāvīgajās populācijās, jo pastāvīgu populāciju klātbūtne bieži samazina *Daphnia* izšķīlšanās reakciju (Cáceres & Tessier, 2003), un izšķīlušajiem mazuliem ir jākonkurē ar jau izveidojušos populāciju (De Meester et al., 2002). Trešais faktors, kas ietekmē klonālās struktūras pakāpi ir klonālās atlases stiprums, kas var atšķirties populācijās un augšanas sezonas laikā (De Meester et al., 2006). Turklāt pavasarī izšķīlušos īpatņu ietekme uz

pastāvīgajām populācijām, iespējams, ir zemāka, jo *Daphnia* pastāvīgo populāciju klātbūtne bieži vien samazina izšķilšanās reakciju.

1.4. *Daphnia* kā modeļorganisms ekoloģiskajos un ģenētiskajos pētījumos

Cladocera (piemēram, *Daphnia* (Crustacea: Anomopoda)) kā modeļ organismi bieži tiek izmantoti ekoloģiskajos pētījumos jau vairāk nekā 150 gadus (Colbourne & Hebert, 1996; Harris et al., 2012; Lubbock, 1857). *Daphnia* kā modeļorganisms tiek izmantots arī citās zinātnes disciplīnās, tostarp ķīmijā, fizioloģijā, medicīnā. Pateicoties, Winfried Lampertam un viņa kolēģiem visā pasaulē, *Daphnia* kļuva par modeļorganismu starptautiskajā saldūdens ekoloģijā (Lampert, 2006; Larsson & Weider, 1995). Ar *Daphnia* ir arī veikti pētījumi, lai pētītu plēsēju izraisīto polifenismu (Ebert, 2005; Stollewerk, 2010). *Daphnia* ir kļuvusi arī par savdabīgu konverģences modeli ar adaptīvajām iezīmēm radikāli atšķirīgos biotopos (Colbourne et al., 1997), kā rezultātā tā ir atzīta par kontrol organismu saldūdeņos (Dodson & Hanazato, 1995). Ir liels skaits publikāciju, kur tieši *Daphnia* ir izmantota kā pētījumu objekts, piemēram, Eiropā un Ziemeļamerikā ir veikti ļoti daudzi pētījumi ar *Daphnia* kā pelaģisko barības posmu ezeros un dīķos (Colbourne et al., 1997; Lampert, 1985; Lampert, 2006; Larsson & Weider, 1995; Sterner, 1989; Tessier et al., 2000; Weisse, 2006). Īpašu interesi piesaista fundamentāli pētījumi par *Daphnia* molekulāro filogēnēzi dažādos ģeogrāfiskos apgabalos, kā piemēram, Eiropā (Schwenk et al., 2000), Ziemeļamerikā (Colbourne & Hebert, 1996), Dienvidamerikā (Adamowicz et al., 2004), Austrālijā (Colbourne et al., 2006), kā arī vesela virkne pētījumu, kur Cladocera (piemēram, *Daphnia*) ir izmantota dažādos populāciju ģenētikas pētījumos (Atienzar & Jha, 2004; Hellsten & Sundberg, 2000; Martins, 2009; Mergeay et al., 2005; Picado et al., 2007; Schwenk et al., 1998).

1.5. *Daphnia* populāciju ģenētiskās daudzveidības pētījumi, izmantojot nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) un mikrosatelītu analīzi

Daphnia populāciju ģenētiskās daudzveidības pētījumiem izmanto dažādus molekulāros marķierus (De Meester et al., 1995; De Meester et al., 2004; De Meester et al., 2006; De Meester, 1996; Ender et al., 1996; Estoup et al., 2002; Fox, 2004; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Lynch & Milligan, 1994; Lynch & Spitze, 1994; Selkoe & Toonen, 2006). Lielākajā daļā pētījumu, lai noteiktu ģenētisko struktūru populācijās un starp tām, ir izmantoti allozīmu marķieri vai DNS sekvenču dati (De Meester, 1996; De Meester et al., 2004; De Meester et al., 2006). Mitohondriju DNS sekvenču un allozīmu variāciju analīze tika izmantota *Daphnia* sugu daudzveidības un endēmisma pētījumos (Adamowicz et al., 2004; Colbourne & Hebert, 1996; Hebert et al., 1993; Little et al., 2004; Mergeay et al., 2008; Michels et al., 2003;

Reid et al., 2000). Amplificētu fragmentu garuma polimorfisma (AFLP) sugai specifiskie marķieri tika pielietoti *Daphnia galeata-hyalina* u.c. sugu hibrīdu konstatēšanā (Gili et al., 2004; Harris et al., 2005; Spaak et al., 2004). Ģenētiskās daudzveidības pētījumos, kas galvenokārt ir vērsti, lai izprastu adaptīvos procesus mainīgos vides apstākļos, ģenētisko daudzveidību un plastiskumu *Daphnia* populācijās (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Cousyn et al., 2001; De Meester et al., 1995; Ender et al., 1996; Fox, 2004; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Lynch & Spitze, 1994; Lynch et al., 1999; Nei, 1978; Pálsson, 2000; Schwenk & Spaak, 1995; Schwenk et al., 1998) plaši tiek izmantoti kodola DNS marķieri (RAPD un mikrosatelīti) (Atienzar & Jha 2004; Atienzar et al., 1999; Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Cousyn et al., 2001; Ender et al., 1996; Fox, 2004; Lynch & Spitze, 1994; Lynch et al., 1999; Pálsson, 2000; Schwenk & Spaak, 1995; Schwenk et al., 1998). *Daphnia* populāciju ģenētisko variāciju pētījumos dažādās populācijās tika izmantota RAPD analīze (Ender et al., 1996; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Lynch & Milligan, 1994). RAPD analīze arī ir bijusi pielietota *Daphnia galeata*, *Daphnia hyalina*, *Daphnia cucullata* un to hibrīdu, kas kultivēti laboratorijā, mikrosatelītu identificēšanā (Ender et al., 1996).

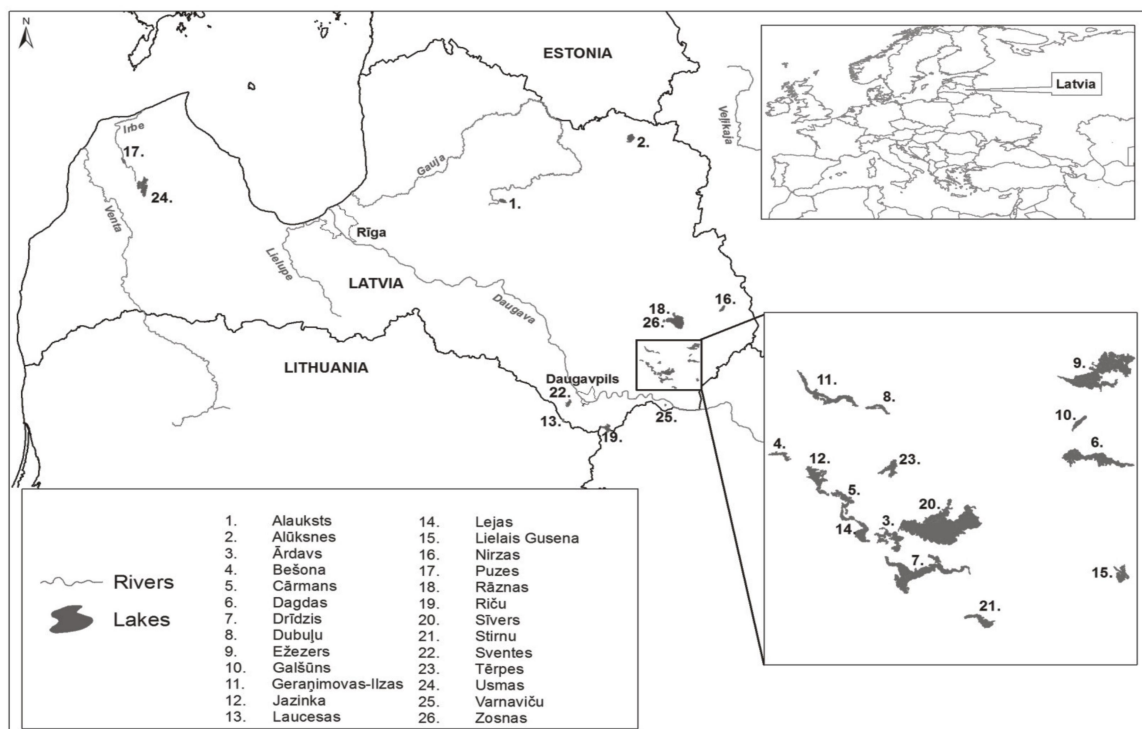
Mikrosatelīti jeb vienkāršās secības, kas sastāv no secīgu nukleotīdu atkārtojumu (lokusu) kopuma. Mikrosatelīti ir ar monomēra garumu no 2 līdz 6 nukleotīdiem un atkārtojumu skaitu aptuveni 20 līdz 60 nukleotīdi. Atkārtojumu skaits katrā lokusā ir atšķirīgs, kā rezultātā alēles ir dažāda garuma (Ellegren, 2004). Mikrosatelīti ir arī neitrāli marķieri (atrodas genoma nekodējošajos reģionos) un neietekmē organisma piemērotību. Mikrosatelītu marķieri ir noderīgi populācijas ģenētikas pētījumos, nosakot Cladocera sugu populāciju ģenētisko monitoringu un mainīgumu (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Ender et al., 1996; Fox, 2004; Lynch & Spitze, 1994; Schwenk & Spaak, 1995), jo tiem parasti ir liela alēļu variācija populācijās un starp tām, tādējādi palielinot varbūtību atšķirt populācijas un noteikt izmaiņas laika gaitā (Selkoe & Toonen, 2006). Mikrosatelītu marķieriem ir liela loma ģenētiskajos pētījumos, kuros nosaka Cladocera sugu populāciju ģenētisko monitoringu un mainīgumu (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Ender et al., 1996; Fox, 2004; Lynch & Spitze, 1994; Schwenk & Spaak, 1995), jo tie sniedz iespēju izprast gēnu plūsmu un analizēt radniecības pakāpi starp mūsdienu *Daphnia* populācijām (Haag et al., 2010) vai *Daphnia* populācijām laika gaitā no dažādām ūdenstilpēm (Colbourne et al., 2004; Frisch et al., 2014; Forest et al., 2007; Pálsson, 2000).

Katrs marķieris sniedz noteiktu informāciju, tiem ir savas priekšrocības un vājās puses. Marķierus ģenētiskās mainības pētījumiem atlasa pamatojoties uz informāciju, kādu tie sniedz, piemēram, populāciju diferenciācija, populāciju ģenētiskā distance, gēnu plūsma,

heterozigotāte u.c., kā arī uz marķieru pieejamību, kādus iespēju robežas konkrētajā pētījumā ir iespējams izmantot (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Cousyn et al., 2001; De Meester et al., 1995; Ellegren, 2004; Ender et al., 1996; Forest et al., 2007; Fox, 2004; Frisch et al., 2014; Haag et al., 2010; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Lynch & Spitze, 1994; Lynch et al., 1999; Pálsson, 2000; Schwenk & Spaak, 1995; Schwenk et al., 1998; Selkoe & Toonen, 2006; Williams et al., 1990).

1.6. Latvijas ezeru vispārīgs raksturojums

Ezeri ir dabiskas ūdenstilpes reljefa pazeminājumos sauszemē. Tie ir izplatīts ainavu elements Latvijā un visā Baltijas grēdā. Pavisam Latvijā ir 2256 ezeri, kas lielāki par vienu hektāru, kuri atšķiras ne tikai pēc izcelsmes, morfoloģijas, attīstības stadijas, bet arī pēc lieluma, ģeoloģijas, barošanās režīma, ķīmiskajiem un fizikālajiem parametriem, bioloģiskajiem organismiem (Klavins et al., 2002). Ezeru kopplatība ir apmēram 1000 km², tie aizņem 1,5% no Latvijas teritorijas – Latgalē līdz pat 3%, Zemgalē 0,7%. Latgalē ir vislielākais ezeru skaits, kas radušies aizsprostojuma rezultātā un ir saistīti ar morēnu saposmējumiem (1.6.1. attēls) (Cimdiņš, 2001; Glazačeva, 2004; Klavins et al., 2002). Latvijā ezeri pārsvarā ir sekli un eitrofi (70% ezeru ir ar vidējo dziļumu 1 – 5 m, 14% - ar dziļumu mazāk kā 0,9 m) ar tendenci uz eitrofikāciju jeb aizaugšanu. Tikai septiņi no visiem Latvijas ezeriem ir dziļāki par 40 m (Glazačeva, 2004; Klavins et al., 2002; Tidriķis, 1995). Lielākā daļa Latvijas dziļo ezeru veidojušies subglaciālajās vagās Dagdas, Feimaņu, Vestienas, Vanemas, Bandavas paugurainē un Augšzemes augstienē. Latvijas dziļāko ezeru vidējais dziļums ir > 10 m. Ezeru dziļākajām vietām ir tendence samazināties sedimentācijas un eitrofikācijas ietekmē (Cimdiņš, 2001; Glazačeva, 2004; Klavins et al., 2002).



1.6.1.attēls. Austrumlatvijas ezeru izvietojums (kartes autors: O.Griņko)

1.6. 1. Latvijas ezeru klasifikācija pēc dziļuma un lieluma

Pēc dziļuma Latvijas ezerus iedala:

- dziļie ezeri- vidējais dziļums > 9 m;
- vidēji dziļie ezeri- vidējais dziļums $9 - 5$ m;
- vidēji sekli ezeri- vidējais dziļums $5 - 2$ m;
- sekli ezeri- vidējais dziļums < 2 m (Klavins et al., 2002).

Latvijas ezeru klasificē arī pēc kopplatības, jeb lieluma (1.6.1.1.tabula) (Tidriķis, 1995). Liels ūdens tilpums ir dziļajiem ezeriem- Drīdzim (platība $7,53 \text{ km}^2$, tilpums 95 miljoni m^3), Puzes ezeram (platība $5,2 \text{ km}^2$, tilpums 62 miljoni m^3), Sventes ezeram (platība $7,35 \text{ km}^2$, tilpums 57 miljoni m^3), Nirzas ezeram (platība $5,52 \text{ km}^2$, tilpums 45,5 miljoni m^3) (Tidriķis, 1995).

Latvijas ezeru grupējums pēc lieluma (pēc Tidriķa)

Platība	Skaits	Īpatsvars % no	
		Kopskaita	Kopplatības
> 10 km ²	16	0,7	44,5
1 - 10 km ²	124	5,5	29,3
50 - 100 ha	121	5,4	8,5
25 - 50 ha	178	7,9	6,4
10 - 25 ha	353	15,7	6,0
5 - 10 ha	316	14,0	2,5
2 - 5 ha	584	25,9	2,8
1 - 2 ha	564	25,0	2,8

Ezeru skaits, to virsmas aizņemtā platība un tilpums nepārtraukti sarūk. Daudzu tagadējo ezeru ūdens spogulis bijis lielāks, piemēram, Burtnieku un Lubānas ezera platība šobrīd ir vismaz četras reizes mazāka nekā sākotnēji. Ezeru krastos veidojas purvi. Ezeru ūdens līmeņa virsmas platība tagad Latvijā ik gadu samazinās par vairākiem simtiem hektāru (Cimdiņš, 2001).

Ezeru novietojums, klimatiskie apstākļi, dziļums un ūdeņi (avoti, upes) nosaka to temperatūru, ledus režīmu. Pavasaros ezeri lēnāk sasilst, vēlāk akumulē siltumu, bet citos gadalaikos ezeru ūdens bieži vien ir siltāks par gaisu (maksimālā temperatūra 26 - 29 °C). Dziļāko ezeru dibenā temperatūra arī vasarā ir zem + 10 °C (Tidriķis, 1995).

1.6.2. Ezeru klasifikācija pēc ūdens kvalitātes

Saskaņā ar Latvijas Republikas Ministru kabineta 1997. gada 22. aprīļa noteikumu Nr. 155 7. pielikumu, Latvijas virszemes ūdeņus iedala:

- saldūdens zivju ūdeņi:
 - lašveidīgo zivju audzēšanai paredzētie ūdeņi;
 - karpveidīgo zivju audzēšanai paredzētie ūdeņi;
- peldvietu ūdeņi;
- cilvēku patēriņam paredzētais ūdens;
- dzeramais ūdens, ko iegūst no virszemes ūdeņiem.

Cimdiņš (2001) no zivsaimnieciskā viedokļa izdala sešus ezeru tipus:

- sīgu ezeri – vairāk nekā 30 m dziļi ar vēsu un dzidru ūdeni un pietiekamu skābekļa piesātinājumu visā dziļumā;
- sīgu– zušu - līdaku ezeri – lieli dzidrūdens ezeri, vismaz 15 m dziļi ar labi attīstītu lēzenu litorāli, plašu brīvā ūdens zonu pelagiālē un arī plašu profundāli, kurā vasaras mēnešos jau vērojamas stagnācijas pazīmes lejpus temperatūras lēciena slāņa;
- repšu - līdaku ezeri – mazi, meža ieskausti dziļie ezeri;
- zušu - līdaku ezeri – caurredzamība nepārsniedz 2 m, bet vasarā ūdens ir ļoti silts, duļķains;
- zušu – līdaku - zandartu ezeri – sekli, vasarā 8 - 10 m dziļumā skābeklis vairs nav sastopams;
- zušu – līdaku - līņu ezeri – ļoti sekli ar dzidru ūdeni un plaši izplatītām zemūdens pļavām.

1.6.3. Ezeru klasifikācija pēc tā attīstības un bioloģiskajām īpašībām

Ģeoloģiskā laika skatījumā ezeri ir visai jauns veidojums, un tie atrodas nepārtrauktā attīstībā, attīstības beigu fāze visbiežāk ir purvs (Cimdiņš, 2001). Pēc hidrobioloģiskās klasifikācijas nošķir oligotrofo, mezotrofo, eitrofo un distrofo ezeru tipus, kas attīstības laikā secīgi nomaina cits citu. Šiem galvenajiem tipiem ir dažādas starpformas. Ezeru iedalījums pamatojas uz biogēno, minerālo un organisko barības vielu pieplūdi un apriti ezeros, no kā ir atkarīga flora un fauna, primārā zivju produkcija. Barības vielu uzkrāšanās izraisa vispārēju Latvijas ezeru eitrofikācijas procesu, kas var būt vairāk vai mazāk ilgstošs (Cimdiņš, 2001; daba.lv Datubāze).

1.6.3.1. Oligotrofi ezeri

Oligotrofie ezeri ir barības vielām nabadzīgi ezeri. Tajos ir maz organisko vielu un neliela produktivitāte (Cimdiņš, 2001). Šiem ezeriem raksturīgs liels dziļums un šaura litorālā zona. Ūdens krāsa zilgana, caurredzamība vismaz 10 – 20 m. Nogulšņu kārtā parasti plāna, tie ir tikai ezera dziļākajā daļā. Ūdens reakcija vāji skāba vai bāziska. Ūdenī daudz skābekļa (Leinerte, 1988). Planktonam šajos ezeros liela sugu daudzveidība, bet ļoti maza biomasa, gandrīz nemaz nav zilaļģu. Bentosa biomasa neliela, bet sugu daudzums ihtiofaunā līdz 35 sugām, raksturīgas sīgu dzimtas zivis (Eipurs, 1995). Oligatrofajos ezeros neveidojas organisko vielu pārpalikumi, vielmairā pamatā ir noslēgta tipa, jo starp peldošiem mikroskopiskiem augiem (fitoplanktonu) un dzīvniekiem (zooplanktonu) ir līdzsvars, jo cik fitoplanktona savairojas, tik to apēd zooplanktona organismi, nogulsņējumus veido nešķīstošas minerālvielas (Cimdiņš, 2001;

Leinerte, 1988). Ezeru krastos veģetāciju veido zemu daudzgadīgu amfībisku un ūdensaugu sugas, kā arī viengadīgi mitru un periodiski izžūstošu vietu augi. Ūdenī veģetāciju veido galvenokārt daudzgadīgu piegrunts ūdensaugu sugas, piemēram, dortmaņa lobēlija (*Lobelia dortmanna*), vienzieda krastene (*Littorella uniflora*) un ezerenes (*Isoetes* spp.). Ezeriem raksturīga skraja niedru josla. Augu sabiedrībās sastopamas arī ūdens sūnas, kā arī atsevišķas iegrimušo augu sugas (Biotopu rokasgrāmata, 2000). Latvijā tipisku oligotrofo ezeru nav.

1.6.3.2. Mezotrofi ezeri

Šo ezeru attīstības stadiju sevišķi neizdala, jo mezotrofi ezeri ir pārejas stadija no oligotrofo uz eitrofo. Mezotrofie ezeri ir vidēji produktīvi ezeri. Tajos parasti mazāks dziļums, grunts bagāta ar organiskajām vielām. Ja piegrunts slānī sāk veidoties anaerobi apstākļi, fosfors atbrīvojas no grūti šķīstošiem savienojumiem un atkārtoti nonāk aprītē epilimnijā. Ar atkārtotās aprites īpatsvara pieaugumu sākas sukcesijas mezotrofā stadija, kas tālāk pāriet eitrofajā stadijā (Cimdiņš, 2001). Litorālā zona labi attīstīta, aizaugums kļūst blīvāks, līdz ar to saviešas sugas, kurām nepieciešami barības vielām bagāti ūdeņi. Planktona aļģu paaudzes cita citu nomaina daudz ātrāk. Sugu daudzveidība stipri samazinās, bet savairojas atsevišķas sugas. Ūdens caurredzamība 4 - 6m, ūdens reakcija vāji skāba vai bāziska. Ūdens ir kaļķains ar pH lielāku par 7,5 (Leinerte, 1988). Skābekļa daudzums dziļumā samazinās līdz 4 - 6 mg/l. Ir liela planktona daudzveidība, taču to biomasa daudz lielāka nekā oligotrofajos ezeros. Ihtiofaunā ir 15 - 25 sugas, zivju masa 100 - 150 kg/ha, nozveja 15 - 25 kg/ha (Eipurs, 1995). Grunts klāta ar zilaļģēm vai mieturalģu hāru (*Chara*) un nitellu (*Nitella*) audzēm (Biotopu rokasgrāmata, 2000).

Pie mezotrofiem ezeriem pieder Drīdzis, Laukezers, Rāzna un citi dziļie Latvijas ezeri (daba.lv Datubāze).

1.6.3.3. Eitrofi ezeri

Eitrofie ezeri ir augsti produktīvi ezeri. Tos raksturo plata, stipri aizaugusi litorāle, neliela ūdens caurredzamība (līdz 3 m), mazs skābekļa daudzums dziļumā vasarā un tā deficīts ziemā. Ūdens krāsa zaļa vai dzeltenzaļa, reakcija neitrāla. Nemīnētais organiskās vielas ezerdobē veido biezu dūņu, sapropeļa slāni. Samazinās ezera dziļums, un gadu gaitā ezers pārpurvojas. Eitrofā ezerā mineralizācijas cikls ir nepilnīgs, nenoslēgts, jo krājas dūņas (Cimdiņš, 2001). Planktona masa liela, bet sugu skaits neliels. Dominē 10 - 15 zivju sugas, it īpaši raudas, plauži, līdakas, asari. Šim tipam pieder lielāka daļa Latvijas ezeru (Eipurs, 1995).

Raksturīga eitrofo ezeru pazīme ir skābekļa izsīkums (anoksija) ezera dziļākajos slāņos (hipolimnionā). Šo pazīmi nevar izmantot seklu eitrofo ezeru raksturošanai, jo seklos ezeros noteik nemitīga ūdens masu sajaukšanās un bagātināšanās ar gaisa skābekli, tāpēc stabila

anoksija izveidoties nevar (Eipurs, 1995). Šādos ezeros ūdens krāsa kļūst tumšāka un dzidrība ļoti stipri samazinās. Ūdens reakcija lielākoties ir ļoti sārmaina ($\text{pH} > 7$), bet ezeru ziedēšanas laikā ir pat stipri sārmaina ($\text{pH} > 9$) (Leinerte, 1988).

Eitrofiem ezeriem raksturīga plaša peldošo augu josla, ko veido ūdens rozes un dzeltenās lēpes, bieži pilnībā nosedzot no vēja aizsargātus līcīšus. Seklos ezeros vērojama bagāta zemūdens veģetācija, kuru veido raglapes, daudzlapas un elodejas (Eipurs, 1995).

Raksturīgi eitrofie ezeri ir Rušons, Ežezers (daba.lv Datubāze).

1.6.3.4. Hipereitrofi ezeri

Eitrofikācija notiek galvenokārt uz barības vielu īsās aprites ciklu rēķina. Sākas ļoti strauja aļģu ziedēšana. Ūdenī pārmērīgi savairojas zilaļģes. Aļģes augot patērē ūdenī izšķīdušo skābekli, un tā sāk pietrūkt zivīm un citiem ūdens dzīvniekiem (daba.lv Datubāze).

Barības vielu pārbagātības apstākļos no eitrofajiem ezeriem veidojas hipereitrofie ezeri, kuros skābekļa deficīts ir arī vasarā un kuru ihtiofaunā ir pret to izturīgas sugas (karūsas, līņi). Šiem ezeriem raksturīga augsta aizauguma pakāpe (līdz 100 %). Šo ezeru veidošanos var izraisīt gan sadzīves notekūdeņu iepludināšana ezeros un upēs, gan pārmērīga lauku un tīrumu mēslošana (daba.lv Datubāze).

Hipereitrofajiem ezeriem ir ļoti maza ūdens caurredzamība. Pa gabalu šos ezerus var pazīt pēc dzeltenzaļās vai intensīvi zaļās ūdens krāsas un leknā, bet ļoti viendabīgā augāja ezera krastos. Raksturīga hipereitrofa ezera pazīme ir straujas skābekļa satura svārstības- dienā augšējās slāņos intensīvās fotosintēzes dēļ vērojamas ļoti augstas tā koncentrācijas, turpretī naktī var rasties pilnīgs tā izsīkums (daba.lv Datubāze).

1.6.3.5. Politrofi ezeri

Politrofam ezeram vasarā raksturīga normāla dzidrība, ūdens caurredzamība pārsniedz vienu metru, ezers ir barības vielām bagāts, to aprīto ir strauja, jo to veicina ligzdojošie ūdensputni. Šī tipa ezers strauji pārpurvojas, taču ūdens paliek dzidrs (Cimdiņš, 2001).

1.6.3.6. Distrofi ezeri

Distrofie ezeri ir parasti ir nelieli ezeri mežos vai purvos kūdrainā gruntī. Tiem raksturīgs mazs biogēno nogulumu daudzums. Dzeltenu vai brūno krāsu ūdenim piešķir liels humusa saturs, sakarā ar to maza caurredzamība (0,5 - 1,0 m), ūdens reakcija skāba. Aizaugums mazs, planktons nabadzīgs. Zivju populācijas mazskaitīgas- galvenokārt lēni augoši asari, līdakas, karūsas (Eipurs, 1995).

Humusvielas ir grūti noārdāmas organiskas vielas, kas galvenokārt rodas purvos nepilnīgas augu materiāla sadalīšanās rezultātā. Tā kā tās ir grūti sadalāmas vielas, augi tās nespēj uzreiz izmantot kā barības vielas. Ūdens brūns, tomēr tīrs. Parasti šiem ezeriem pH ir zemāks par 5,0 (Eipurs, 1995; Leinerte, 1988).

Parasti šajos ezeros ir kūdraina grunts. Distrofi ezeri vienmēr ir ar nabadzīgu barības vielu saturu, ūdens noslāņošanās gadījumā uzrāda augstu CO₂ un zemu skābekļa koncentrāciju piegruntsslānī. Augšanu limitējošais faktors brūnūdens ezeros ir slāpekļis. Uz ezera gultnes nogulsnētās humusvielas daļiņas kopā ar atmirušā planktona organismiem veido kūdrainas dūņas, kas ir mikroorganismiem nelabvēlīgi apstākļi, jo satur humīnskābes. Tā rezultātā organiskās vielas noārdās, bet paliek saistītā veidā (Cimdiņš, 2001).

Ūdensaugu joslas gar krastu ir ļoti skrajas un nabadzīgas, tās veido pūkaugļu grīši (*Carex lasiocarpa*), mazā pūslene (*Urticularia minor*), parastais baltmeldrs (*Rhynchospora alba*), peldošā glīvene (*Potamogeton natans*), ūdensrozes (*Nymphaea*), rasenes (*Drosera* spp.), sfagni (*Sphagnum* spp.) (Biotopu rokasgrāmata, 2000; Eipurs, 1995).

1.6.3.7. Diseitrofi ezeri

Distrofajiem ezeriem no ārienes bagātinoties ar biovielām, veidojas diseitrofajie ezeri. Šie ezeri ir aizauguši ezeri. Tādi ezeri ir Rāķa, Klaipiņu, Slujas, Taurenas ezers. Šajos ezeros ir brūns ūdens un augsts produkcijas līmenis. Šajos ezeros ir apvienoti distrofijas un eitrofijas elementi: brūns ūdens (distrofu ezeru pazīme), biezs kūdrainu dūņu slānis (eitrofijas pazīme). Skābekļa klātbūtnē mikroorganismi samērā viegli noārda organiskās vielas, kas rodas pašā ezerā, augiem un dzīvniekiem atmirstot. Ūdens krāsa no dzeltens, zaļi dzeltena vai dzeltenīgi brūna. Caurredzamība reizēm sasniedz 2 m, bet parasti ir mazāka par vienu metru. Ūdens reakcija galvenokārt ir sārmaina, bieži vien pat stipri sārmaina (pH 8 - 9), tomēr atsevišķās sezonās var būt arī neitrāla (Leinerte, 1988). Diezgan daudzveidīgu augāju veido samērā blīvas peldošās un plakanās glīvenes audzes, sīka lēpe, upes kosa, sniegbaltā ūdensroze, elsis un mieturu daudzlape (daba.lv Datubāze).

1.6.3.8. Hāru ezeri

Vairāki autori kā atsevišķu ezeru grupu izdala hāru jeb mieturaļģu ezerus, tādējādi uzsverot šo ezeru īpatnības: dzidrs ūdens, maz izšķīdušo minerālvielu un bagātīgs zemūdens augājs, ko veido mieturaļģes *Chara* sp. un *Nitella* sp. (daba.lv Datubāze).

Tipisks hāru ezeri ir Kaņieris un Engures ezers. Tas ir ļoti sekls (lielākajā daļā seklāks par vienu metru) un ūdens tajā ir dzidrs kā akvārijā. Ezera dibenu klāj blīvas mieturaļģu audzes, kas izskatās kā mīksta zemūdens pļava. Šie ezeri ir ļoti vērtīgi kā putnu ligzdošanas vietas,

tāpēc iekļauti Ramsāres konvencijas aizsargājamo vietu sarakstā. Augājs, ko veido mozaīkveida niedru audzes un biežais hāru paklājs, dara šos ezerus piemērotus putnu ligzdošanai (daba.lv Datubāze).

1.6.4. Ezeru zonas

Dažādās ezera vietas dažādos dziļumos apdzīvo dažādi iemītnieki, augi un dzīvnieki, tie veido noteiktas ezera zonas. No ezera grunts, dziļuma un citām īpašībām ir atkarīgs, kādi augi un dzīvnieki sastopami katrā zonā. Ezeram ir trīs galvenās daļas: ezera krasts, dibens un ūdens virs tā (daba.lv Datubāze).

- Ezera krasts ir tā augāja daļa (dažādi mitrumu mīloši augi), kas parasti ieskauj ezeru no ārpuses (daba.lv Datubāze).
- Ezera dibenu iedala divās daļās: litorālē un profundālē.
- Litorāle ir ezera seklākā daļa, kuru aizsniedz Saules gaisma un kur aug zaļie augi (Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Liepa et al., 1991).
- Profundāle ir ezera dibena dziļākā daļa, kuru Saules gaisma nerasniedz un tāpēc šeit vairs neaug zaļie augi. Sekliem ezeriem ūdensaugi bieži sedz visu ezera dibenu. Tad tiem vienkārši profundāles nav (Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Liepa et al., 1991; Melecis, 2011).
- Pelagiāle ir viss ūdens slānis, to attiecīgi iedala: epilimnionā, metalimnionā un hipolimnionā (Liepa et al., 1991).
 - Epilimnions ir virsējais ūdens slānis (5 - 8 metri), kas pakļauts viļņu darbībai un klimatisko faktoru izmaiņām. Vasarās te ūdens sasilst līdz +20 °C un labais apgaismojums veicina fitoplanktona un zooplanktona intensīvu savairošanos. Pavasarī un rudenī notiek ūdens vertikālā sajaukšanās (Liepa et al., 1991).
 - Metalimnionu raksturo krasas temperatūras maiņas, un tas uzskatāms par pārejas zonu uz hipolimnionu.
 - Hipolimnionā (dziļāk par 14 - 20 metriem) ūdens temperatūra ir relatīvi noturīga un nepārsniedz +5 – 10 °C. Ūdens satur maz skābekļa, un apgaismojums ir tik vājš, ka fotosintēze nav iespējama. Tādēļ hipolimnionā autotrofo organismu nav. Arī heterotrofo iemītnieku ir ievērojami mazāk nekā augšējās zonās (Liepa et al., 1991).

1.6.5. Sventes ezers

Sventes ezers ir vienpadsmitais dziļākais ezers Latvijā. Atrodas Latvijas dienvidaustrumu daļā, Ilūkstes pagurainē, 137 m vjl. Tā maksimālais dziļums ir 38 m, bet

vidējais 7,8 m, eitrofs ezers. Baseina platība ir 18 km², ietilpst Daugavas lielbaseinā, Dubnas baseinā. Ezera krasta līnija ir 26 km gara (Tidriķis, 1998). Ezera dziļuma grunts ir mālaina, smilšaina un akmeņaina. Piekrastē maz detrīta (Ezeri.lv Datubāze). Ezera aizaugumu veido niedres *Phragmites*, kosas *Equisetum*, meldri *Scirpus*, kalnes *Acorus calamus*, glīvenes *Potamogeton*, lēpes *Nuphar*, ūdensrozes *Nymphaea*. Ezerā konstatētas dažādas zivju sugas, tajā skaitā planktofāgas sugas repši *Coregonus albula* un sīgas *Coregonus laveretus* (Ezeri.lv Datubāze). Ezers ietilpst īpaši aizsargājamā dabas teritorijā *Sventes dabas parks*. Un ir arī Eiropas nozīmes Nature 2000 īpaši aizsargājama dabas teritorija.

1.6.6. Riča ezers

Riča ezers ir desmitais dziļākais ezers Latvijā. Atrodas Skrudalienas paugurienes malā, Augšzemes austrumu daļā, Latvijas Baltkrievijas pierobežā. Ezera maksimālais dziļums ir 39 m, bet vidējais 9,7 m. Baseina platība ir 123 km², atrodas Daugavas lielbaseinā, Dubnas baseinā. Latvijai pieder ezera ziemeļu un austrumu krasts un piekrastes akvatorija, kur dziļums ir 5 – 11,5 m. Baltkrievijas teritorijā atrodas ezera dziļākā daļa, jāpiebilst, ka tas ir otrs dziļākais ezers Baltkrievijā 51,9 m. Ezera krasta līnija ir 34 km gara, līcaina, izrobota, austrumu daļā krasts ir stāvs. Ezera gultne un krasts ir smilšains, ar akmeņiem, dziļumā veidojas dūņas un sapropelis. Mezoeitrofs ezers (Tidriķis, 1997; Ezeri.lv Datubāze). Riča ezera apkārtnē ir sarežģīta aizsargājamo ainavu teritorija, kas ietilpst Nature 2000 teritorijā (Tidriķis, 1997). Ezera aizaugumu veido meldri *Scirpus*, niedres *Phragmites*, glīvenes *Potamogeton*, ūdensrozes *Nymphaea*, vilkvālītes *Typha*, daudzlapas *Myriophyllum* u.c. Liela zivju sugu daudzveidība, tajā skaitā planktofāgas sugas repši *Coregonus albula* un sīgas *Coregonus laveretus* (Ezeri.lv Datubāze).

1.6.7. Drīdža ezers

Drīdzis ir dziļākais ezers ne tikai Latvijā, bet arī Baltijā (Ezeri.lv Datubāze). Drīdzis atrodas Latgales augstienes dienvidu daļā, Dagdas paugurainē 160,2 m vjl., Skaistas un Kombuļu pagastos. Mezotrofs ezers. Ezera maksimālais dziļums ir 64 m un vidējais 12,8 m, baseina platība 33,5 km², atrodas Daugavas lielbaseinā, Dubnas baseinā. Ezera krasta līnija ir 42 km gara Ezers ir subglaciālas izcelsmes. Ezera dziļuma grunts ir mālaina un smilšaina ar akmeņiem un oļainiem sēkļiem. Ezera visdziļākajās vietās ir smilšaini glejota grunts (Eipurs, 1995; Ezeri.lv Datubāze). Ezera veģetācija ir nabadzīga, dominē niedres *Phragmites*, meldri *Scirpus*, lēpes *Nuphar*, glīvenes *Potamogeton*. Ezerā konstatētas dažādas zivju sugas, tajā skaitā planktofāgas sugas repši *Coregonus albula* un sīgas *Coregonus laveretus* (Eipurs, 1995). Ezers ietilpst Nature 2000 teritorijā.

1.6.8. Geraņimovas- Ilzas ezers

Geraņimovas-Ilzas ezers ir piektais dziļākais ezers Latvijā, tā maksimālais dziļums ir 46 metri, bet vidējais dziļums 9,8 m. Ezers atrodas Kastuļinas administratīvajā teritorijā. Ezers atrodas Feimaņu paugurainē subglaciālā iegultnē, 150,3 m vjl. Baseina platība 72,9 km², kas pieder Daugavas lielbaseina Dubnas baseinā. Ezera krasti augsti, krasta līnija 24 km gara un ļoti izrobota. Krasti smilšaini ar oļiem, ezera gultne nelīdzena. Ezera aizaugums ir 20%, ko veido meldri *Scirpus*, niedres *Phragmites*, kosas *Equisetum*, glīvenes *Potamogeton*, ūdensrozes *Nymphaea*. Ezers ir pārejas posmā no mezoeitrofa uz eitrofu (Eipurs, 1995; Ezeri.lv Datubāze). Ezerā konstatētas dažādas zivju sugas, tajā skaitā planktofāgas sugas repši *Coregonus albula* un sīgas *Coregonus laveretus* (Eipurs, 1995; Ezeri.lv Datubāze).

Visi augstāk minētie ezeri ir iekļauti prioritāro zivju ūdeņu ezeru sarakstā (2002. gada 12. marta Ministru kabineta noteikumi Nr.118).

1.7. Latvijas ezeru ūdens fizikāli ķīmisko parametru raksturojums

1.7.1. Fizikālie parametri

1.7.1.1. Caurredzamība

Caurredzamība jeb redzamības dziļums atkarīgs no tā, cik dziļi saules stari var iespieties ūdenī. Caurredzamība ir integrāls parametrs un var sniegt vērtīgu informāciju par duļķainību un ūdens krāsu (arī tā biomasas saturu). Caurredzamību mēra metros. Caurredzamības lielums ezeros mēdz būt plašās robežās. Latvijas ezeros parasti tā ir līdz trim metriem, atsevišķos ezeros var sasniegt pat desmit metrus. Caurredzamības dziļums saistīts ar skābekļa daudzumu zemākajos ūdens slāņos. Parasti izšķīdušā skābekļa piesātinājums ir 90 - 100%, ja caurredzamība ir 10 metri un vairāk, 60 - 70%, ja caurredzamība ir 6 - 7 metri un 20 - 30%, ja caurredzamība ir 2 - 3 metri (Bidēns et al., 1997; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

1.7.1.2. Elektrovadītspēja

Jo ūdenī vairāk jonu, jo tas labāk vada elektrību, attiecīgi augstāka ir tā elektrovadītspēja. Iekšzemes ezeru ūdenim un minerālvielām bagātam ūdenim ir augstāka elektrovadītspēja nekā ar minerālvielām nabadzīgam ūdenim. Elektrovadītspējas mērvienība ir mS/m. (Bidēns et al., 1997; Kalff, 2002). Zinot dabisko ūdeņu tipu (sastāvu), pēc to elektrovadītspējas vērtības empīriski var noteikt kopējo jonu daudzumu (Bidēns et al., 1997).

1.7.1.3. Temperatūra

Ezeros, kuros dziļums pārsniedz 15 - 20 m dziļumu, parasti ūdens ir noslāņojies un tajos ir ļoti izteiktas trīs vertikālās zonas: epilimnijs, metilimnijs, hipolimnijs. Ezeriem, kas atrodas mērenā klimata joslā, raksturīga ūdens sajaukšanās (Kalff, 2002; Kļaviņš & Cimdiņš, 2004; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

Temperatūra ietekmē ezera ūdens sajaukšanos atkarībā no gadalaika:

- Pavasarī temperatūra gan ūdens virspusē, gan dziļākajos slāņos ir ap 4 °C.
- Vasarā temperatūras ietekmē smagais un aukstais ūdens tiek nosprostots ar virspusē esošo siltāko un vieglāko ūdeni. Tas ir saistīts ar ūdens blīvuma atšķirībām. Šīs blīvuma un temperatūras atšķirības ietekmē to, ka aktīvāk noris skābekļa patērējošais process.
- Rudenī gaisa temperatūra atdziest līdz 4 °C, līdz ar to atdziest arī virspusē esošais ūdens (epilimnijs). Kad temperatūra epilimnijā un hipolimnijā kļūst vienāda, sasniedzot 4 °C, blīvumu atšķirības izlīdzinās. Vējš izraisa pilnīgu ūdens sajaukšanos.
- Ziemā virsējā ūdens slāņa temperatūra ir 0 - 4 °C, tā ir zemāka par apkārtējo slāņu temperatūru. Augšējais slānis ir vieglāks, tas pasargā zemākos slāņus no atdzišanas. Iestājas ziemas stagnācija (Kalff, 2002; Kļaviņš & Cimdiņš, 2004; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

1.7.1.4. Duļķainība

Ūdens duļķainību nosaka gaismas izkliede uz dažādām suspendētām daļiņām: māla, smilts, dūņām, mikroorganismiem. Tekošā ūdenī duļķainību nosaka galvenokārt ar neorganisko vielu palīdzību, bet ezeros ar organiskajām vielām. Duļķainību mēra NTU vienībās. Ūdens ir dzidrs, ja tā duļķainība ir līdz 1 NTU, savukārt, duļķains, ja tā duļķainība pārsniedz 2,5 NTU (Bidēns et al., 1997).

1.7.2. Ķīmiskie parametri

1.7.2.1. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija

Izšķīdušā skābekļa patēriņš saistīts ar ķīmiskajiem vai bioloģiskajiem noārdīšanās procesiem. Minimālais pieļaujamais skābekļa daudzums mainās dažādu organismu ietekmē. Jo sevišķi augsts skābekļa saturs (vairāk skābekļa nekā var izšķīst) var rasties tieši ūdens virsējā slānī fotosintēzes rezultātā. Izšķīdušā skābekļa daudzumu izsaka mg/l (Bidēns et al., 1997; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

1.7.2.2. pH

pH raksturo ūdeņraža jonu koncentrācija ūdenī. To izsaka ar negatīvo logaritmu no ūdeņraža jonu koncentrācijas. pH vērtību ietekmē ūdens karbonātu sistēma. Tā mainās diennakts laikā. pH nedaudz augstāks vakaros, bet zemāks no rīta. Apvidos, kur ir ar kaļķakmeni bagāts pamatiezis, pH ir virs 8, bet barības vielām nabadzīgos ezeros pH ir 6. Paskābinātu ezeru ūdenī pH var būt zemāks par 4. Latvijas ezeros pH vērtība parasti ir no 7 - 8, atsevišķos gadījumos zemāks par 6. (Bidēns et al., 1997; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

2. MATERIĀLI UN METODES

2.1. Pētījuma teritorija

Materiāls zooplanktona cenožu sastāva un molekulāri ģenētiskajiem pētījumiem tika ievākts četros Austrumlatvijas dziļajos ezeros, kuri pieder pie dziļiem, labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem (Urtāne, 1998). Izvēlētie ezeri ir salīdzinoši līdzīgi arī pēc to morfometriskajiem rādītājiem un ir iekļauti prioritāro zivju ūdeņu ezeru sarakstā (2002. gada 12. marta Ministru kabineta noteikumi Nr.118). Ezeru raksturojumi un atrašanās vietas ir atspoguļotas 2.1.1. tabulā un 2.1.1. attēlā (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2017; Brakovska & Škute, 2013; Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012).



2.1.1. attēls. Svētes, Riča, Drīdža un Gerāņimovas-Ilzas ezeru atrašanās vieta
(kartes autors: E.Iliško)

Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas- Ilzas ezeru morfometriskie un ekoloģiskie parametri

Ezers	Koordinātes X/Y	Ezeru augstums virs jūras līmeņa, m	Virsmas platība ar salām, km ²	Virsmas platība bez salām, km ²	Maksim ālais dziļums, m	Vidējais dziļums, m	Sateces baseins, km ²	Krasta līnija, km
Drīdzis	705390.852/ 208462.077	159,8	7,72	7,56	64	12,8	46	42
Riča	670715.594/ 175721.067	145,8	13,12	13,07	39*/ 51.9	9,7	123**/13 0***	34
Svente	647412.511/ 192388.091	136,9	7,06	7,03	38	7,8	20	26
Geraņimovas -Ilzas	696251.015/ 228167.042	150,7	3,17	3,17	46	9,8	66	24

* Dziļums Latvijā, savukārt maksimālais dziļums atrodas Baltkrievijā- 51,9 m;

** Sateces baseins Latvijas teritorijā;

*** Sateces baseins Baltkrievijas teritorijā.

(Eipurs, 1995; Tidriķis, 1997; Tidriķis, 1998; Urtāne, 1998; Ezeri.lv Datubāze)

2.2. Zooplanktona paraugu ievākšana un apstrāde zooplanktona cenožu sastāva un molekulāri ģenētiskajiem pētījumiem

Lai varētu gūt pēc iespējas pilnīgāku priekšstatu par pašreizējo zooplanktona sugu sastāvu to savstarpējo mijiedarbību, mijiedarbību ar dažādiem vides faktoriem, kā arī vienas no izplatītākajām Cladocera sugām- *Daphnia cucullata* vietu un lomu zooplanktona sugu sastāvā Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas- Ilzas ezeros, paraugi tika ievākti vairāku gadu garumā, aptverot pavasara, vasaras un rudens sezonu. Paraugošanas vietas tika izvēlētas tā, lai tās pēc iespējas vairāk atspoguļotu ezera biotopu dažādību.

Zooplanktona paraugi Sventes un Drīdža ezerā tika vākti no 2007. - 2011. gadam, no maija līdz septembrim, dažādās ezeru vietās. Sventes ezerā kopā ievākti un izskatīti 275 zooplanktona paraugi, bet Drīdža ezerā kopā ievākti un izskatīti 100 zooplanktona paraugi. Savukārt, Riča un Geraņimovas-Ilzas ezerā no 2007. - 2011. gadam vienreiz sezonā, t.i. vasarā, kopā katrā ezerā ievākti un izskatīti 45 zooplanktona paraugi (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012).

Lai konstatētu paraugošanas vietas ezeros un atzīmētu šo vietu ģeogrāfiskos punktus, tika izmantots ehelots ar GPS uztvērēju LOWRANCE LMS 522c. Ezeru paraugošanas vietu kartes

tika sagatavotas ar ArcGIS 10 aplikāciju, par pamatu izmantojot Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras (LĢIA) 2005. gadā sagatavotās ortofoto kartes mērogā 1:10 000.

Zooplanktona paraugu ievākšanā ezeru dažādās vietās tika izmantots DENMARK Apšteina tipa planktona tīkls (acs izmērs 65 µm), bet ezeru dziļākajās vietās Hydro-bios Apšteina tipa planktona tīkls ar atvēršanas-aizvēršanas mehānismu (acs izmērs 64 µm). Ievācot paraugus ar DENMARK Apšteina tipa planktona tīklu, zooplanktona paraugi tika ievākti aptuveni 0,5 - 1 m dziļumā, izfiltrējot 100 l ūdens. Savukārt, ar Hydro-bios Apšteina tipa planktona tīklu, tika izfiltrēts ūdens stabs, kas izcelts no ezera dziļuma līdz virspusei ezera dziļākajā vietā. Iegūtā kopējā parauga tilpums bija apmēram 200 – 250 ml. Ievāktais materiāls tika fiksēts ar 37 - 40 % formaldehīda šķīdumu, rezultātā iegūstot, 4 % zooplanktona paraugu koncentrāciju (APHA, 2005; Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012; Wetzel & Likens, 2000).

Daphnia cucullata paraugi molekulāri ģenētiskajiem pētījumiem tika ievākti vienlaicīgi ar zooplanktona cenožu sastāva pētījumu paraugiem. Sventes un Drīdža ezerā kopā ievākti un identificēti *Daphnia cucullata* īpatņi molekulāri ģenētiskajiem pētījumiem no 50 zooplanktona paraugiem, bet Riča un Geraņimovas-Ilzas ezerā kopā ievākti un identificēti *Daphnia cucullata* īpatņi no 45 zooplanktona paraugiem. Ievāktais materiāls tika konservēts un uzglabāts 70 - 96% spirtā (Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2017; Brakovska & Škute, 2013; Brakovska & Škute, 2023; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Schwenk et al., 1998).

2.3. Zooplanktona cenožu sastāva taksonomiskā analīze

Zooplanktona paraugu kvalitatīvā un kvantitatīvā analīze tika veikta izmantojot ZEISS *Primo Star* gaismas caurejošo mikroskopu (100 – 400 × palielinājums). Paraugu kamerālā apstrāde tika veikta ar Griddad Sedgewick skaitāmās kameras palīdzību, kuras tilpums ir 1 ml. Pavisam tika izskatīti 6 ml (1 ml × 6) no katra parauga apakštilpuma (Wetzel & Likens, 2000). Iespēju un zināšanu robežās zooplanktona organismi tika noteikti līdz sugai, ģintij vai dzimtai, izmantojot sekojošus noteicējus: Benzie, 2005; Dagg, 1977; Dumont, & Negrea, 2002; Dussart & Defaye, 2001; Einsle, 1996; Flössner, 1972; Flössner, 2000; Flössner, 2002; Hudec, 2010; Kotov, 2006; Krauter & Streble, 1988; Lieder, 1996; Nogrady & Segers, 2002; Paidere & Škute, 2011; Pontin, 1978; Radwan et al., 2004; Rivier, 1998; Ruttner-Kolisko, 1974; Scourfield & Harding, 1994; Segers, 1995; Segers, 2007; Sloka, 1981; Smirnov, 1996; Алексеев & Цалохин, 2010; Кутикова & Старобогатов, 1977; Кутикова, 1970; Мануйлова, 1964; Определитель зоопланктона... 2010; Определитель пресноводных... 1995. Zooplanktona

organismu individuālā biomasa tika iegūta no literatūras avotos pieejamās informācijas (Bottrell et al., 1976; Ruttner-Kolisko, 1977; Кисилев, 1956) (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2017; Brakovska & Škute, 2013; Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012).

2.4. DNS izdalīšana un izdalītā DNS kvantitātes un kvalitātes noteikšana no *Daphnia cucullata* īpatņiem

DNS izdalīšana tika veikta modificējot Fitzsimmons un Innes (2005) un Harris et al. (2005) piedāvātās universālās (“salting-out”) DNS izdalīšanas metodikas. DNS paraugu kvalitāte un koncentrācija tika pārbaudīta ar spektrofotometra BioSpec- Nano (Shimadzu, Japan) palīdzību pēc absorbcijas koeficienta $A_{260/230}$ un $A_{260/280}$, kā arī, veicot iegūto paraugu gēlu elektroforēzi uz 1,5 % agarozes gēla (Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2017; Brakovska & Škute, 2013; Brakovska & Škute, 2023; Harris et al., 2005).

2.5. RAPD-polimerāzes ķēdes reakcijas (RAPD-PĶR) apstākļi un produktu *Daphnia cucullata* īpatņiem vizualizēšana gēla elektroforēzē

Veicot RAPD praimeru aprobāciju, tika iztestēti piecdesmit pieci vienkārši nejauši secību dekanukleotīdu praimeru (RAPD) ātrai DNS polimorfo fragmentu amplifikācijai no A, B, C un F komplektiem (Carl Roth, Germany). Katrā komplektā ietilpst 20 vienkārši dekanukleotīdu praimeru ar gadījuma nukleotīdu secībām (Carl-Roth). Tālākam pētījumam tika atlasīti tikai septiņi praimeru no komplekta A (OPA-02; OPA-03; OPA-05; OPA-09; OPA-10; OPA-12; OPA-13), trīs praimeru no komplekta B (OPB-03; OPB-07 OPB-08), divi praimeru no komplekta C (OPC-11; OPC-20) un viens praimeris no komplekta F (OPF-10), kas amplifikācijas gaitā deva labus atkārtojamus un informatīvus DNS fragmentus visās pētāmajās *Daphnia cucullata* populācijās (2.5.1. tabula). Katrā amplifikācijas reakcijas sērijā, lai pārbaudītu reakcijas precizitāti, tika iekļauta gan pozitīvā, gan negatīvā kontrole (paraugs bez DNS) (Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2013). PĶR sintēze tika veikta, izmantojot *Eppendorf Mastercycler® proS* (Eppendorf, Hamburg, Germany) ar (brīvas piekļuves programmatūru Version 2.1) un *GeneAmp® ABI 9700* (Applied Biosystems) PĶR sistēmas.

Daphnia cucullata RAPD - PĶR analīzē izmantoto praimeru raksturojums

Praimeris	Praimera sekvence 5'→3'	Polimorfo DNS lokusu garumu diapazons (bp)
Roth A-02	TGC CGA GCT G	600 - 3000
Roth A-03	AGT CAG CCA C	800 - 3000
Roth A-05	AGG GGT CTT G	1000 – 3000
Roth A-09	GGG TAA CGC C	1000 – 3000
Roth A-10	GTG ATC GCA G	900 – 3000
Roth A-12	TCG GCG ATA G	900 – 3000
Roth A-13	CAG CAC CCA C	1000 - 3000
Roth B-03	CAT CCC CCT G	900 – 3000
Roth B-07	GGT GAC GCA G	800 – 3000
Roth B-08	GTC CAC ACG G	1200- 3000
Roth F-10	GGA AGC TTG G	500 – 3000
Roth C-11	AAA GCT GCG G	600 - 3000
Roth C-20	ACT TCG CCA C	700 - 3000

Lai veiktu RAPD - PĶR sintēzi *Daphnia cucullata* īpatņiem, tika izvēlēts sekojošs amplifikācijas režīms: denaturācija - 94 °C 3 min; 46 cikli: 94 °C 20 s (denaturācija), X °C 40 °C 30 s (praimeru piesaistīšana jeb atkvēlināšana), 72 °C 1 min (sintēze); 72 °C 10 min; 4°C (atdzesēšana). Pēc amplifikācijas līdz paraugu analītiskai sadalīšanai agarozes gēlā, PĶR paraugi tiek glabāti ledusskapī (4°C). Lai pārlicinātos par RAPD - PĶR fragmentu amplifikācijas precizitāti, DNS paraugu amplifikācija ar katru praimeru tika atkārtota trīs reizes. Tālākam pētījumam tika atlasīti tikai tie praimeru, kas amplifikācijas gaitā deva labus atkārtojamus un informatīvus DNS fragmentus visās pētāmajās *Daphnia cucullata* populācijās.

Analīzei elektroforēzē tika izmantots viss RAPD - PĶR produkts. RAPD – PĶR fragmenti tika frakcionēti 1,4% agarozes gēlā (Sigma-Aldrich) TBE buferšķīdumā (0,045M Tris, 0,001M EDTA, 0,045M H₃BO₃, pH 8,3 – 8,4). RAPD - PĶR fragmentu izmēru identificēšanai tika izmantots DNS marķieris (GeneRuler™ 100bp DNA Ladder Plus) (MBI Fermentas, Vilnius, Lithuania). Ampifikācijas produkti ar noteiktu praimeru gēlā tika frakcionēti pēc lieluma kā ir (1) vai nav (0) attiecīgās molekulmasas fragments, kas atspoguļo

ģenētiskās variācijas starp populācijas īpatņu kloniem (Hellsten & Sundberg, 2000; Grosberg et al., 1996). DNA fragmenti ar līdzīgu mobilitāti tika uzskatīti par identiskiem. Iegūtos PĶR produktus vizualizējām ultravioletajā gaismā (BioSpectrum Imaging System; UVP, UK), bet fragmentu izmērus noteicām salīdzinot tos ar marķieri, izmantojot datorprogrammu VisionWorksLS (Ultra-Violet Products Ltd, UK) (Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2013).

2.6. Mikrosatelītu-polimerāzes ķēdes reakcijas apstākļi un produktu *Daphnia cucullata* īpatņiem vizualizēšana kapilārā elektroforēzē

Mikrosatelītu analīzē tika izmantota krosamplifikācija ar radniecīgiem praimeriem no tuvu radniecīgām *Daphnia cucullata* sugām (*Daphnia galeata*, *Daphnia rosea*, *Daphnia hyalina* (Brede et al., 2006)). Veicot mikrosatelītu praimeru optimizāciju *Daphnia cucullata* populāciju ģenētikas pētījumiem, tika izmantoti deviņi mikrosatelītu praimeru pāri (tiešais un reversais), kur viens no tiem bija fluorescējoši-4 marķēts. Marķēšanā tika izmantotas trīs fluoriscentās iezīmes TMR (dzeltena), HEX (zaļa), FAM (zila). Tālākiem *Daphnia cucullata* populāciju ģenētikas pētījumiem, tika izmantoti seši mikrosatelītu praimeru pāri (SwiD1; Dgm105; Dgm101; DaB17 / 17; Dgm109; Dp519), kuri deva labus atkārtojamus un informatīvus DNS fragmentus visās pētāmajās *Daphnia cucullata* populācijās. PĶR sintēze tika veikta, izmantojot *Eppendorf Mastercycler® proS* (Eppendorf, Hamburg, Germany) amplifikatoru. Lai veiktu mikrosatelītu - PĶR sintēzi *Daphnia cucullata* īpatņiem, tika izvēlēts sekojošs amplifikācijas režīms: denaturācija- 98 °C 5 min; 40 cikli: 98 °C 5 s (denaturācija), X °C vai 55 °C 10 s (praimeru piesaistīšana jeb atkvēlināšana), 72 °C 20 s (sintēze); 72 °C 1 min; 4 °C (atdzesēšana). Līdz paraugu analītiskai sadalīšanai PĶR paraugi tiek glabāti ledusskapī (4 °C). Paraugu analītiskā sadalīšana notika ar sekvenatora *GeneScan® Analysis ABI PRISM 3100* (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA), izmantojot *GeneScan™ 500 LIZ®* izmēru standartu palīdzību. Tālākai mikrosatelītu polimorfisma analīzei tika atlasīti seši praimeru pāri, kuri amplifikācijas rezultātā deva labus atkārtojamus un informatīvus DNS fragmentus visās pētāmajās *Daphnia cucullata* populācijās (2.6.1. tabula) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Daphnia cucullata mikrosatelītu - PĶR analīzē izmantoto mikrosatelītu praimeru raksturojums

Lokuss	Praimera sekvenca (5'–3')	Atkārtojumi	Fragmentu garumi (bp)
SwiD1	F:GCCGTGTTTCGAAAGCTAGTC R: AGCCGAACGAAAAACATGC	(TG) ₁₈	116 – 142
Dgm105	F:ATGTGAGCGCGCGAGCATTT R:GTCCAGCCGGCCCATTTTCAGTT	(CAG) ₈ AG	172 – 197
Dgm101	F: TCTTGCTCGAATTCTCTCC R: CCTGTCTCACACGGAGC	(GA) ₁₀ AGA	162 – 177
DaB17/17	F:GAGAACCTTTTATCAGCTTCG R:ACTCATCTGGTGAGATGGATC	T ₉	100 – 109
Dgm109	F: CCAGCTGTTGACCACCTG R: TGC GCGAGGATTTCCAACAC	(ACC) ₇ AC	247 – 266
Dp519	F:AGTCGCGACGACATAAAGC R:GTGGTAGTTGTGGAATCCG	(TG) ₆ (GA) ₇	144 – 160
DaB10/15	F:AGAGAAGTGTTTGC GTTTC R:TGTTTCCTATATCCCTCGG	TC ₆	75 – 89
Dp512	F:TTTCGTTCTACCCAGGGAAG R:TTTGCTCGTCTGTGATAGGC	(TG) ₄ ...(GT) ₈	125 - 141
DaB17/16	F: AGGGAACGAGCGGCGATAAG R:TCTTTGGCAGGCCACTGCCAAGG	GA ₁₀	189 - 195

2.7. Ūdens fizikāli ķīmisko parametru noteikšana

Ūdens fizikāli-ķīmisko parametru mērījumi Sventes, Riču, Drīdža un Ģeraņimovas-Ilzas ezeros tika veikti laika posmā no 2006. gada līdz 2011. gadam vasaras sezonas laikā, vienlaicīgi ar zooplanktona paraugu ievākšanu sugu daudzveidības un *Daphnia cucullata* īpatņu ģenētiskā polimorfisma noteikšanai, ar ūdens mērījumu daudzparametru zondi HACH® DS5. Ar zondi tika iegūti ūdens temperatūras °C, pH, elektrovadītspējas μS cm⁻¹, izšķīdušo vielu kopējā daudzuma g l⁻¹, izšķīdušā skābekļa daudzuma mg l⁻¹, izšķīdušā skābekļa daudzuma procentos %, α-hlorofila μg l⁻¹, duļķainības NTU, oksidēšanās reducēšanās potenciāla mērījumus mV pa vienu iedomātu līniju (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012).

2.8. Datu statistiskā apstrāde

Sventes, Riču, Drīdža un Ģeraņimovas-Ilzas ezeru zooplanktona cenožu struktūras analīzei tika izmantots to skaitliskais raksturojums (organismu skaits m^{-3} , biomasa g^{-3} , taksonu skaits), Šenona - Vīnera (*Shannon-Wiener*) sugu daudzveidības indekss (H') (Krebs, 1999; MacArthur, 1965; Margalef, 1958; Schwerdtfeger, 1975; Shannon, 1948; Wolda, 1981; Терешенко et al., 1994; Лебедева et al., 2004). Zooplanktona daudzuma un biomasas aprēķināšana veikta atbilstoši standartmetodēm (APHA, 2005; Wetzel & Likens, 2000), kas plašāk ir izklāstītas manās publikācijās (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012).

Statistiskā datu apstrāde un analīze, lai noskaidrotu limnoloģisko un citu vides faktoru, un bioloģisko parametru likumsakarības, tika veikta ar *SPSS Statistics 20*, *Canoco for Windows 4.5*. (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2020; Gotelli & Ellison, 2004; Lepš & Šmilauer, 1999; Quinn & Keough, 2002).

Balstoties uz RAPD - PĶR fragmentu (loksu) klātbūtni (1) vai trūkumu (0) starp *Daphnia cucullata* īpatņiem, tika rēķināts bāzu pāru līdzības- Dice koeficients (S) (Hellsten & Sundberg, 2000; Krebs, 1999; Schwenk et al., 1998). Pēc RAPD analīzes tika novērtēta gēnu plūsma starp populācijām (Nei, 1987; Slatkin & Barton, 1989), novērtēts populāciju ģenētiskās diferenciācijas koeficients (Nei, 1987), ģenētiskās distances (D) (Nei, 1978), ģeogrāfiskās distances (GD) un Šenona (Shenon) indekss (I) (Lewontin, 1972), izmantojot GENALEX 6 (Peakall & Smouse, 2006) datorprogrammu (Brakovska et al., 2013).

Savukārt, pēc mikrosatelītu analīzes, iegūtie dati interpretēti ar Gene Scan Analysis Software datorprogrammu, kur savukārt, tālāk analizēti ar GENALEX 6 (Peakall & Smouse, 2006) datorprogrammas palīdzību. Pēc mikrosatelītu analīzes tika novērtēts kopējais ģenētiskā polimorfisma līmenis, polimorfo lokusu skaits, vidējais novērotais Hobs un sagaidāmais Hexp (pēc Hārdija-Veinberga) heterozigotātes līmenis polimorfos lokusus (Nei, 1973), alēļu sastopamības biežums, novēroto (N_a) un efektīvo (N_e) alēļu skaits lokusā, privātalēles katrā populācijā (Nei, 1987), vidējais alēļu skaits lokusā. Ģenētiskā diferenciācija starp populācijām tika novērtēta pēc galveno komponentu analīzes (PCA), F_{ST} vērtības. Populāciju ģenētiskā līdzība tika novērtēta ar Neja (Nei, 1978) ģenētiskās distances (D) indeksa palīdzību (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

3. REZULTĀTI

3.1. Zooplanktona taksonu sastāvs, dinamika un *Daphnia cucullata* vieta tajā

Sventes, Riču, Drīdža un Ģeraņimovas-Ilzas ezeru zooplanktona cenožu taksonu skaits un sastāvs pa gadiem un sezonām variēja (3.1.1.; 3.1.2.; 3.1.3.; 3.1.4. tabula) (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2012a; Brakovska et al., 2012b; Brakovska et al., 2020; Brakovska et al., 2013; Brakovska & Škute, 2007; Brakovska & Škute, 2009; Brakovska et al., 2012). *Daphnia cucullata* (Cladocera) mūsu pētītajos ezeros bija sastopama visos gados visas sezonas laikā, atšķirās tikai tās skaitliskais sastāvs. Tomēr visos pētītajos ezeros lielākais taksonu skaits bija Rotifera grupā, tai sekoja Cladocera un Copepoda grupas (3.1.1.; 3.1.2.; 3.1.3.; 3.1.4. tabula). Analizējot ievāktos zooplanktona paraugus pa ezeriem tika konstatēts, ka vislielākā zooplanktona taksonu sastāva daudzveidība tika novērota Drīdža un Sventes ezeros, kur attiecīgi 72 zooplanktona taksoni tika identificēti Drīdžī (3.1.3. tabula) un 69 zooplanktona taksoni Sventes ezerā (3.1.1. tabula). Savukārt, 47 taksoni tika identificēti Riča ezerā (3.1.2. tabula) un 43 zooplanktona taksoni Ģeraņimovas-Ilzas ezerā (3.1.4. tabula). Pētītajos ezeros tika noskaidroti arī kopīgie zooplanktona taksoni pa paraugu vākšanas gadiem, attiecīgi Drīdžī - 25, Ričā - 21, Ģeraņimovas-Ilzas – 14 un Sventes ezerā 19 (3.1.1.; 3.1.2.; 3.1.3.; 3.1.4. tabula) .

3.1.1. tabula

Zooplanktona sugu sastāvs Sventes ezerā no 2007. līdz 2011. gadam

Sugu skaits	Sugas (taxoni)	Ievākšanas laiks				Kopīgās sugas
		2007	2008	2010	2011	
39	ROTIFERA	14	19	34	30	12
1	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	+	+	+	+	+
2	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)			+	+	
3	<i>Ascomorpha saltans saltans</i> Bartsch, 1870	+				
4	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+	+
5	<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851			+	+	
6	<i>Brachionus</i> sp. Pallas, 1766			+	+	
7	<i>Brachionus urceolaris</i> Müller, 1773			+		
8	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)		+	+	+	
9	<i>Collotheca</i> sp. Hanning, 1913			+	+	
10	<i>Conochilus (Conochilus) hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	+	+	+	+
11	<i>Conochilus (Conochilus) unicornis</i> Rousselet, 1892			+	+	
12	<i>Conochilus</i> sp. Ehrenberg, 1834			+	+	
13	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		+	+	+	
14	<i>Euchlanis</i> sp. Ehrenberg, 1832				+	
15	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+		+	
16	<i>Gastropus stylifer</i> (Imhof, 1891)	+	+	+	+	+

Sugu skaits	Sugas (taxoni)	Ievākšanas laiks				Kopīgās sugas
		2007	2008	2010	2011	
17	<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	+	+	+	+	+
18	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+	+
19	<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	+	+	+	+	+
20	<i>Lecane ludwigii</i> (Eckstein, 1883)			+		
21	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	+	+	+	+	+
22	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)			+	+	
23	<i>Lecane</i> sp. (Nitzsch, 1827)			+		
24	<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof, 1891)		+	+	+	
25	<i>Ploesoma lenticulare</i> Herrick, 1885			+		
26	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925		+	+	+	
27	<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	+	+	+	+	+
28	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	+	+	+	+
29	<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	+	+	+	+
30	<i>Rotatoria</i> sp. Scopoli, 1777		+		+	
31	<i>Synchaeta kitina</i> Rousselet, 1902			+		
32	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832		+			
33	<i>Synchaeta tremula</i> (Müller, 1786)			+	+	
34	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)			+		
35	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	+	+	+	+	+
36	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)			+	+	
37	<i>Trichocerca rousseleti</i> (Voigt, 1902)			+	+	
38	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)			+	+	
39	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)			+		
20	CLADOCERA	7	10	14	15	5
1	<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1835)				+	
2	<i>Bosmina (Eubosmina) crassicornis</i> Lilljeborg 1887	+	+	+	+	+
3	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+	+	+	+
4	<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857				+	
5	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> Leydig, 1860		+	+	+	
6	<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860				+	
7	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	+		+	+	
8	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller, 1785)			+		
9	<i>Ceriodaphnia rectangula</i> (Jurine, 1820)	+	+	+		
10	<i>Chydorus ovalis</i> (Kurz, 1875)			+	+	
11	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1776)				+	
12	<i>Daphnia (Daphnia) cristata</i> Sars, 1862	+	+	+	+	+
13	<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+	+
14	<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (O. F. Müller, 1776)		+	+	+	
15	<i>Daphnia longispina hyalina</i> (O.F. Müller, 1775)			+		
16	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	+	+	+

Sugu skaits	Sugas (taxoni)	Ievākšanas laiks				Kopīgās sugas
		2007	2008	2010	2011	
17	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)			+	+	
18	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	
19	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Müller, 1776)		+			
20	<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müller, 1776)		+			
10	COPEPODA	2	3	9	8	2
1	<i>Cyclops scutifer</i> G.O.Sars, 1863				+	
2	<i>Cyclops</i> sp. Müller, 1785	+	+	+	+	+
3	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+	+	+	+
4	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (G.O. Sars, 1863)			+	+	
5	<i>Limnocalanus macrurus</i> G.O.Sars., 1863		+	+	+	
6	<i>Megacyclops</i> sp. Kiefer, 1927			+	+	
7	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)			+	+	
8	<i>Mesocyclops leucarti</i> (Claus, 1857)			+	+	
9	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)			+	+	
10	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O.Sars, 1863)			+	+	
	Copepodite	+	+	+	+	
	Nauplii	+	+	+	+	
69	Kopā	23	32	57	53	19

3.1.2. tabula

Zooplanktona sugu sastāvs Riča ezerā no 2007. līdz 2011. gadam

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
22	ROTIFERA	19	16	16	13
1	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	+	+	+	+
2	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)		+	+	
3	<i>Ascomorpha saltans saltans</i> Bartsch, 1870	+			
4	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
5	<i>Conochilus (Conochilus) hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	+	+	+	+
6	<i>Conochilus (Conochilus) unicornis</i> Rousselet, 1892	+	+	+	+
7	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+			
8	<i>Gastropus stylifer</i> (Imhof, 1891)	+	+	+	+
9	<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	+	+	+	+
10	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+
11	<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	+	+	+	+
12	<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof, 1891)		+	+	
13	<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	+	+	+	+
14	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	+			
15	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	+	+	+

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
16	<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	+	+	+
17	<i>Rotatoria</i> sp. Scopoli, 1777			+	
18	<i>Synchaeta tremula</i> (Müller, 1786)	+			
19	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+			
20	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	+	+	+	+
21	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)	+	+		
22	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	+	+	+	+
16	CLADOCERA	14	9	9	6
1	<i>Bosmina (Eubosmina) crassicornis</i> Lilljeborg 1887	+	+	+	+
2	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+	+	+
3	<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	+			
4	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> Leydig, 1860	+	+	+	+
5	<i>Bosmina (Eubosmina) reflexa</i> Seligo, 1907		+		
6	<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860	+		+	
7	<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1900	+			
8	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	+		+	
9	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+		
10	<i>Ceriodaphnia</i> sp. Dana, 1855	+			
11	<i>Daphnia (Daphnia) cristata</i> Sars, 1862		+	+	
12	<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+
13	<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (O. F. Müller, 1776)	+			
14	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	+	+
15	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+	+	+
16	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1758)	+			
9	COPEPODA	2	6	6	2
1	<i>Cyclops</i> sp. Müller, 1785	+	+	+	+
2	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+	+	+
3	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (G.O. Sars, 1863)		+	+	
4	<i>Limnocalanus macrurus</i> G.O.Sars., 1863		+		
5	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)		+		
6	<i>Mesocyclops leucarti</i> (Claus, 1857)			+	
7	<i>Mesocyclops</i> sp. Kiefer, 1927		+		
8	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)			+	
9	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O.Sars, 1863)			+	
	Copepodite	+	+	+	
	Nauplii	+	+	+	
47	Kopā	35	31	31	21

Zooplanktona sugu sastāvs Drīdža ezerā no 2007. līdz 2011. gadam

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
35	ROTIFERA	20	27	25	15
1	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	+	+	+	+
2	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)		+	+	
3	<i>Ascomorpha saltans saltans</i> Bartsch, 1870	+	+	+	+
4	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
5	<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+		
6	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766		+		
7	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783			+	
8	<i>Conochilus (Conochilus) hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	+	+	+
9	<i>Conochilus (Conochilus) unicornis</i> Rousselet, 1892	+	+	+	+
10	<i>Conochilus</i> sp. Ehrenberg, 1834			+	
11	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832			+	
12	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+
13	<i>Gastropus styliifer</i> (Imhof, 1891)		+	+	
14	<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	+	+	+	+
15	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+
16	<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	+	+	+	+
17	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)			+	
18	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)			+	
19	<i>Monommata longiseta</i> (Müller, 1786)		+		
20	<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)		+		
21	<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof, 1891)		+	+	
22	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925		+	+	
23	<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	+	+	+	+
24	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	+			
25	<i>Polyarthra</i> sp. Ehrenberg, 1834		+		
26	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	+	+	+
27	<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	+	+	+
28	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832		+		
29	<i>Synchaeta</i> sp. Ehrenberg, 1832	+	+	+	+
29	<i>Synchaeta tremula</i> (Müller, 1786)	+			
30	<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+			
31	<i>Testudinella truncata</i> (Gosse, 1886)	+			
32	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	+	+	+	+
33	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891)		+	+	
34	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	+	+	+	+
35	<i>Trichotria pocillum</i> (Müller, 1776)		+		

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
21	CLADOCERA	9	19	16	8
1	<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1835)			+	
2	<i>Alonella nana</i> (Baird, 1843)			+	
3	<i>Bosmina (Eubosmina) crassicornis</i> Lilljeborg 1887	+	+	+	+
4	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+	+	+
5	<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857		+	+	
6	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> Leydig, 1860	+	+	+	+
7	<i>Bosmina (Eubosmina) reflexa</i> Seligo, 1907		+		
8	<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1900	+	+		
9	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862		+	+	
10	<i>Ceriodaphnia rectangula</i> (Jurine, 1820)		+		
11	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)		+		
12	<i>Ceriodaphnia</i> sp. Dana, 1855		+	+	
13	<i>Chydorus ovalis</i> (Kurz, 1875)		+	+	
14	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+	+	+
15	<i>Daphnia (Daphnia) cristata</i> Sars, 1862	+	+	+	+
16	<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+
17	<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (O. F. Müller, 1776)	+	+	+	+
18	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	+	+
19	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)		+	+	
20	<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine, 1820)		+		
21	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	
16	COPEPODA	2	16	10	2
1	<i>Acanthocyclops</i> sp. (Kiefer, 1927)		+		
2	<i>Cyclops scutifer</i> G.O.Sars, 1863		+	+	
3	<i>Cyclops</i> sp. Müller, 1785	+	+	+	+
4	<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851		+		
5	<i>Cyclops vicinus</i> Ulyanin, 1875		+		
6	<i>Eucyclops</i> sp. Claus, 1893		+		
7	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+	+	+
8	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (G.O. Sars, 1863)		+	+	
9	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)		+	+	
10	<i>Hetercope apendiculata</i> G.O. Sars, 1863		+	+	
11	<i>Megacyclops</i> sp. Kiefer, 1927		+		
12	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)		+	+	
13	<i>Mesocyclops leucarti</i> (Claus, 1857)		+	+	
14	<i>Mesocyclops</i> sp. Kiefer, 1927		+		
15	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		+	+	
16	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O.Sars, 1863)		+	+	

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
	Copepodite	+	+	+	
	Nauplii	+	+	+	
72	Kopā	31	62	51	25

3.1.4. tabula

Zooplanktona sugu sastāvs Geraņimovas-Ilzas ezerā no 2007. līdz 2011. gadam

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
22	ROTIFERA	18	14	13	11
1	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	+	+	+	+
2	<i>Ascomorpha minima</i> Hofsten, 1909	+			
3	<i>Ascomorpha ovalis</i> (Bergendal, 1892)		+		
4	<i>Ascomorpha saltans saltans</i> Bartsch, 1870	+			
5	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
6	<i>Conochilus (Conochilus) hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	+			
7	<i>Conochilus (Conochilus) unicornis</i> Rousselet, 1892	+		+	
8	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	+	+
9	<i>Gastropus stylifer</i> (Imhof, 1891)	+	+	+	+
10	<i>Kellicottia longispina</i> Kellicott, 1879	+	+	+	+
11	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+	+	+	+
12	<i>Keratella quadrata</i> Müller, 1786	+	+	+	+
13	<i>Lecane</i> sp. (Nitzsch, 1827)	+			
14	<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900	+	+	+	+
15	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896		+		
16	<i>Polyarthra</i> sp. Ehrenberg, 1834		+		
17	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+		+	
18	<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	+	+	+
19	<i>Synchaeta</i> sp. Ehrenberg, 1832				
20	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski & Zacharias, 1893)	+	+	+	+
21	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	+	+	+	+
22	<i>Trichocerca</i> sp. Lamarck, 1801	+			
12	CLADOCERA	8	5	7	3
1	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	+			
2	<i>Bosmina (Eubosmina) longispina</i> Leydig, 1860	+		+	
3	<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig, 1860			+	
4	<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1900	+			
5	<i>Ceriodaphnia</i> sp. Dana, 1855		+		

Sugu skaits	Sugas (taksoni)	Ievākšanas laiks			Kopīgās sugas
		2007	2010	2011	
6	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1776)	+			
7	<i>Daphnia (Daphnia) cristata</i> Sars, 1862	+	+	+	+
8	<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+
9	<i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (O. F. Müller, 1776)	+		+	
10	<i>Daphnia (Daphnia)</i> sp. O. F. Müller, 1785		+		
11	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	+	+
12	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)			+	
9	COPEPODA	2	8	8	1
1	<i>Cyclops scutifer</i> G.O.Sars, 1863			+	
2	<i>Cyclops</i> sp. Müller, 1785	+	+	+	+
3	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (G.O. Sars, 1863)	+	+		
4	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (G.O. Sars, 1863)		+	+	
5	<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe, 1887)		+	+	
6	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)		+	+	
7	<i>Mesocyclops leucarti</i> (Claus, 1857)		+	+	
8	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		+	+	
9	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (G.O.Sars, 1863)		+	+	
	Copepodite	+	+	+	
	Nauplii	+	+	+	
43	Kopā	28	27	28	14

Sventes ezera paraugos visos pētījuma gados, visās paraugošanas vietās, kopīgie taksoni Rotifera grupā bija *Ascomorpha ecaudis*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus hippocrepis*, *Gastropus stylifer*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Lecane luna*, *Polyarthra major*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata* un *Trichocerca capucina*. Kopīgie Cladocera grupas taksoni visās paraugu ņemšanas vietās bija *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata* un *Diaphanosoma brachyurum*, bet Copepoda grupā *Cyclops* sp. un *Eudiaptomus gracilis* (3.1.1. tabula).

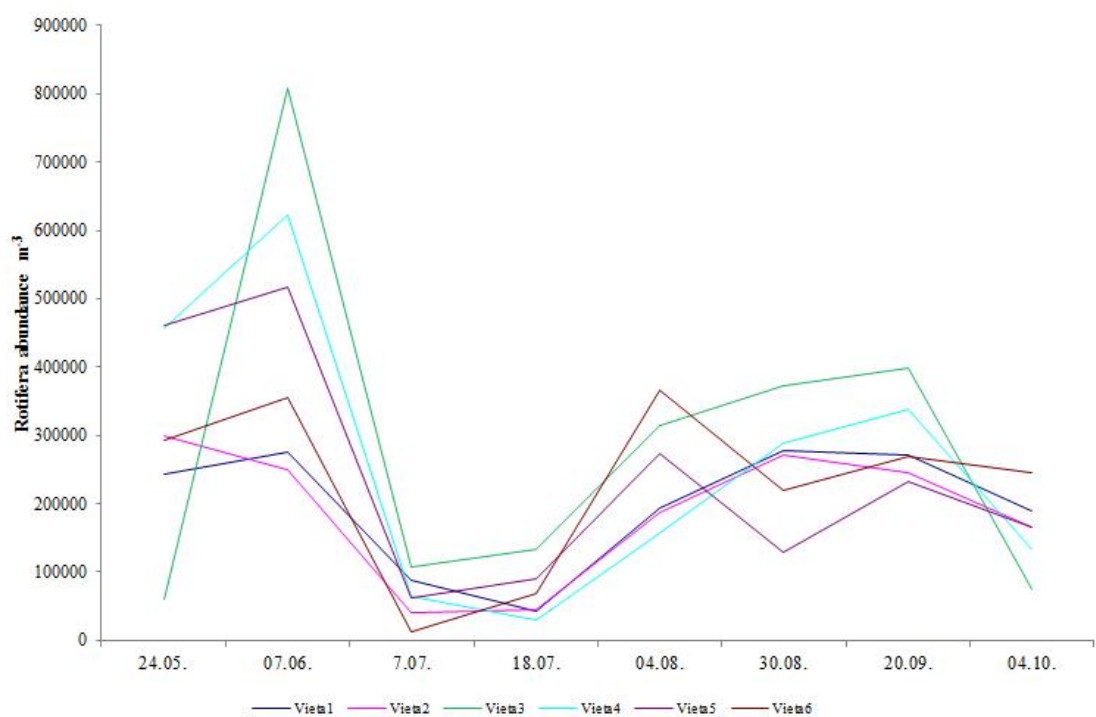
Riča ezera paraugos visos pētījuma gados, visās paraugošanas vietās, kopīgie taksoni Rotifera grupā bija *Ascomorpha ecaudis*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus hippocrepis*, *Conochilus unicornis*, *Gastropus stylifer*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata*, *Trichocerca capucina* un *Trichocerca similis*. Cladocera grupas kopīgie taksoni visās paraugu ņemšanas vietās bija *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina longispina*, *Diaphanosoma brachyurum* un *Leptodora kindtii*, bet Copepoda grupā tāpat kā Sventes ezerā *Cyclops* sp. un *Eudiaptomus gracilis* (3.1. 2. tabula).

Drīdī Rotifera grupas kopīgie taksoni visām paraugošanas vietām bija *Ascomorpha ecaudis*, *Ascomorpha saltans*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus hippocrepis*, *Conochilus unicornis*, *Filinia longiseta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata* un *Trichocerca capucina*. Cladocera grupas kopīgie taksoni Drīdī visās paraugu ņemšanas vietās bija *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina longispina*, *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cristata*, *Daphnia longispina* un *Diaphanosoma brachyurum*, bet Copepoda grupā netika konstatēti kopīgi taksoni (3.1.3. tabula).

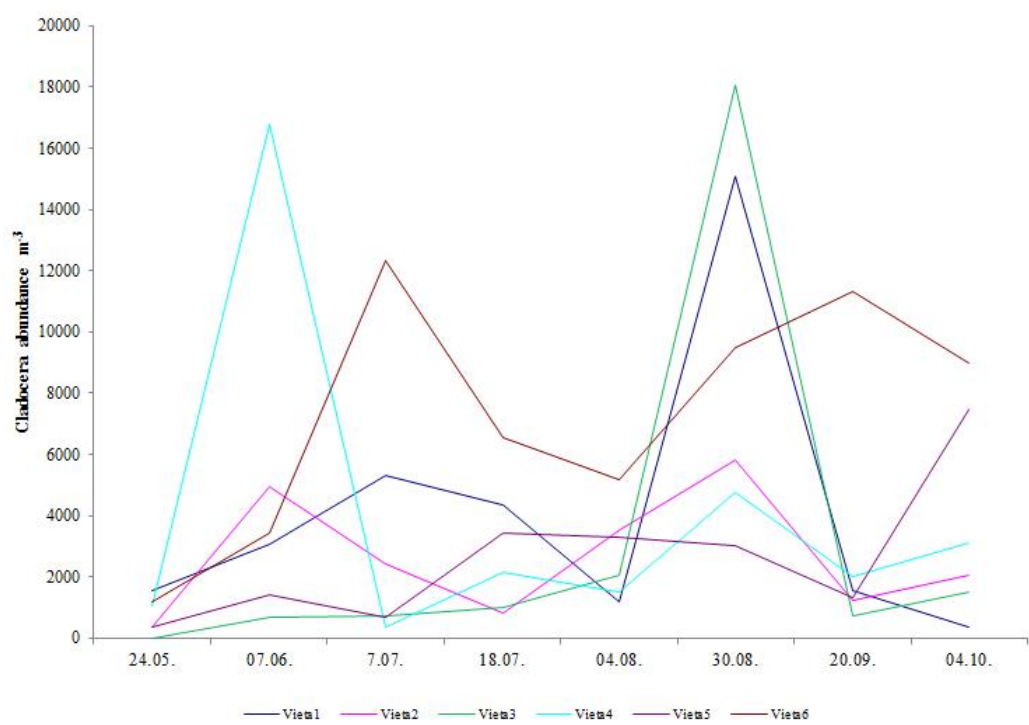
Geraņimovas-Ilzas ezerā Rotifera grupas kopīgie taksoni visām paraugošanas vietām bija *Ascomorpha ecaudis*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Gastropus stylifer*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra major*, *Pompholyx sulcata*, *Trichocerca capucina* un *Trichocerca similis*. Cladocera grupas kopīgie taksoni Geraņimova-Ilzas ezerā visās paraugu ņemšanas vietās bija *Daphnia cucullata*, *Daphnia cristata* un *Diaphanosoma brachyurum*, bet starp Copepoda- *Cyclops* sp. (3.1.4. tabula).

Zooplanktona grupas taksoniem bija arī acīmredzama sezonālitate ar līdzīgām tendencēm visos pētītajos ezeros. Piemēram, Sventes ezerā maijā dominēja Rotifera (3.1.1. attēls), jūnijā un jūlijā to skaits samazinājās, bet augusta beigās un septembrī atkal sāka pieaugt. Savukārt, Cladocera skaita izmaiņas bija gluži pretējas. Maijā sugu skaits bija neliels (3.1.2. attēls), bet līdz jūlijam pieauga, augustā gandrīz nemainīgs vai nedaudz palielinājās, bet septembrī uzrādīja ievērojamu samazinājumu. Copepoda skaits (3.1.3. attēls) bija līdzīgs Rotifera skaitam, maijā pieauga, tad jūnijā samazinājās, jūlijā atkal pieauga, augustā uzrādīja samazināšanos un septembrī atkal palielinājās (Brakovska et al., 2012b).

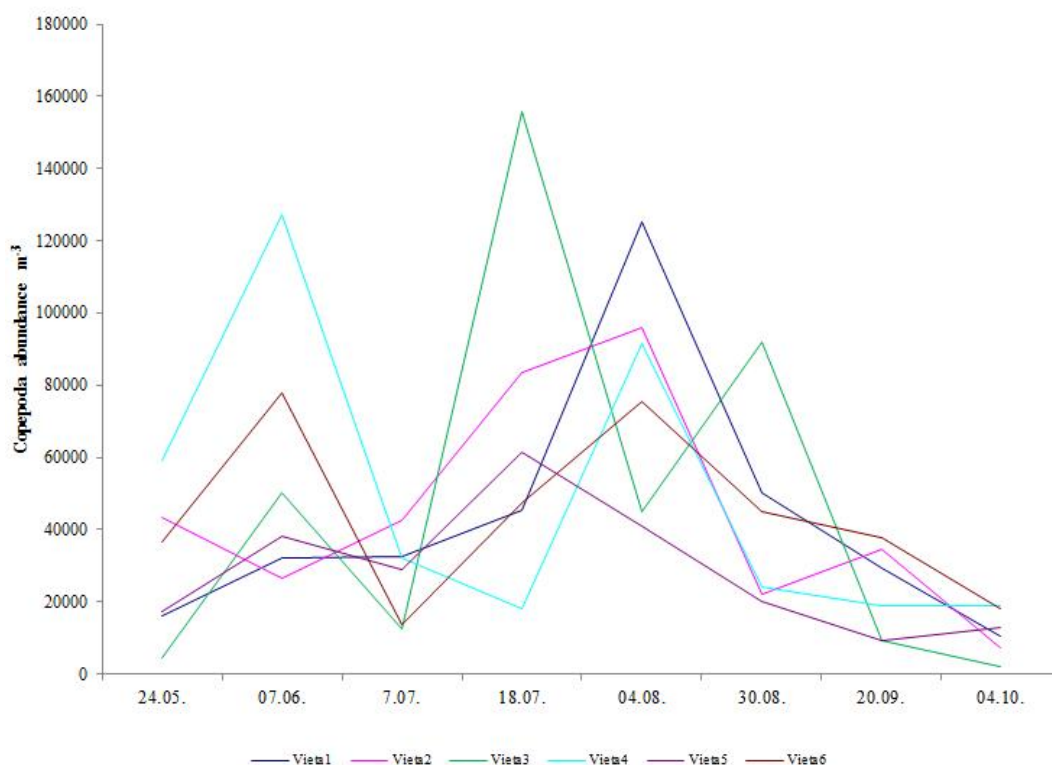
Izanalizējot visas taksonu sastāva izmaiņas pa sezonām, vislielākais taksonu skaits tika novērots maijā un jūnijā, jūlija sākumā tas uzrādīja strauju samazinājumu, tad jūlija beigās un augusta sākumā taksonu skaits atkal sāka palielināties. Savukārt, septembrī taksonu skaits sāka pakāpeniski samazināties.



3.1.1. attēls. Rotifera grupas taksonu sastopamība Sventes ezerā (Paraugu ņemšanas vietas Nr. 1 - 6)



3.1.2. attēls. Cladocera grupas taksonu sastopamība Sventes ezerā (Paraugu ņemšanas vietas Nr. 1 - 6)



3.1.3. attēls. Copepoda grupas taksonu sastopamība Sventes ezerā (Paraugu ņemšanas vietas Nr. 1 - 6)

3.2. *Daphnia cucullata* mijiedarbība ar citiem zooplanktona taksoniem un fizikāli ķīmiskajiem parametriem

Izpētot un izanalizējot pētīto ezeru fizikāli ķīmiskos parametrus, var secināt, ka pētījuma veikšanas laikā pa gadiem un ezeriem tie būtiski nemainās. Pētīto ezeru vidējā caurredzamība bija 5,27 m (max 7,5 m, min 3,15 m), vasarā ezeri labi stratificēti. Temperatūra zem metalimniona bija robežās no 9 līdz 10 °C un hipolimniona dziļajos slāņos no 4 līdz 5 °C. Izšķīdušā skābekļa koncentrācija bija mainīga atkarībā no sezonas un dziļuma. Piemēram, izšķīdušā skābekļa daudzums svārstījās no 0,63 mg L⁻¹ (hipolimnijā) līdz 9,20 mg L⁻¹ (epilimnionā), bet sezonas laikā no 3,09 līdz 7,03 mg L⁻¹. Ūdens fizikāli ķīmiskajiem parametriem bija tendence līdz ar dziļumu pazemināties (3.2.1. tabula; 1. Pielikums).

Pētīto ezeru fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji

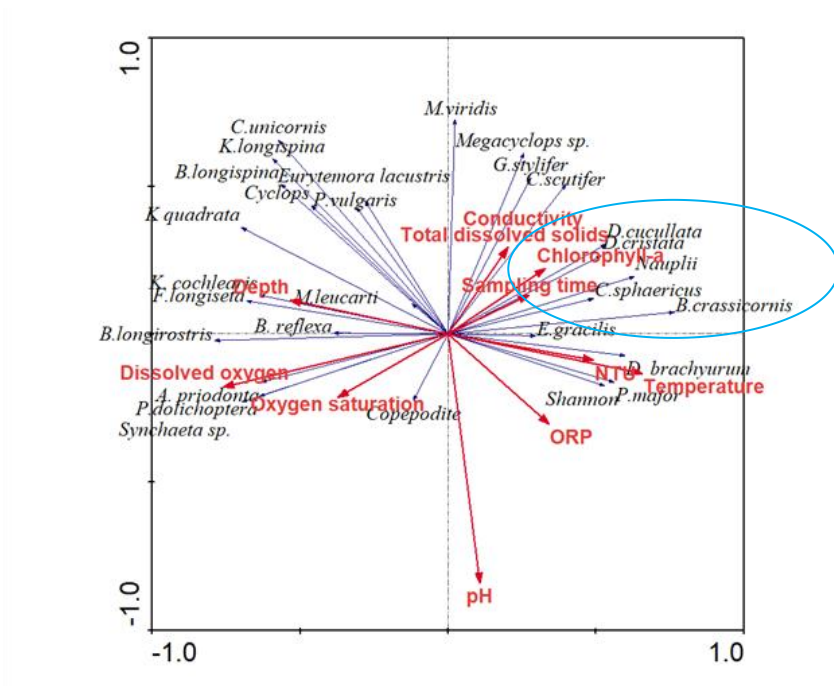
Ezers	Svente		Rīča		Dirdzis		Geraņimovas-Ilzas	
Parametri	minimālie	maksimālie	minimālie	maksimālie	minimālie	maksimālie	minimālie	maksimālie
Ūdens temperatūra ($^{\circ}\text{C}$)	5,9	15,5	10,5	18,5	5	16,7	7,2	8,5
pH	6,5	8,1	6,06	8,25	6,55	9,08	7,05	7,89
Izšķīdušais skābeklis(mg^{-1})	3,9	9,7	6,2	9	4,9	10,3	5,2	7
Elektrovadītspēja($\mu\text{S cm}^{-1}$)	0,20	0,24	0,2	0,26	0,28	0,3	0,30	0,32
Hlorofils α (μg^{-1})	0,92	2	1,4	1,8	0,9	2,5	1,7	1,8

Pozitīvs korelācijas koeficients (r) (pēc Spīrmena) Sventes ezera paraugos tika novērots tikai starp *Daphnia cucullata* un α -hlorofilu ($r = 0,455$), bet negatīvs korelācijas koeficients *Daphnia cucullata* ar kādu taksonu vai fizikāli ķīmisko parametru netika novērots vispār. Drīdža paraugos pozitīvs korelācijas koeficients (r) (pēc Spīrmena) bija starp *Daphnia cucullata* un *Daphnia cristata* ($r = 0,797$), *Bosmina crassicornis* ($r = 0,592$), *Chydorus sphaericus* ($r = 0,472$) *Bosmina longispina* ($r = 0,204$), *Diaphanosoma brachyurum* ($r = 0,563$) (Cladocera), *Keratella cochlearis* ($r = 0,227$), *Kellicottia longispina* ($r = 0,236$), *Gastropus stylifer* ($r = 0,616$), *Filinia longiseta* ($r = 0,224$), *Conochilus hippocrepis* ($r = 0,560$), *Conochilus unicornis* ($r = 0,506$) (Rotifera), *Megacyclops viridis* ($r = 0,225$), *Cyclops* sp. ($r = 0,216$) un Nauplii ($r = 0,569$) (Copepoda). Negatīvs korelācijas koeficients (r) tika iegūts ar *Synchaeta* sp. ($r = -0,488$) (Rotifera), kas ir saistīts ar šo sugu savstarpējo negatīvo mijiedarbību.

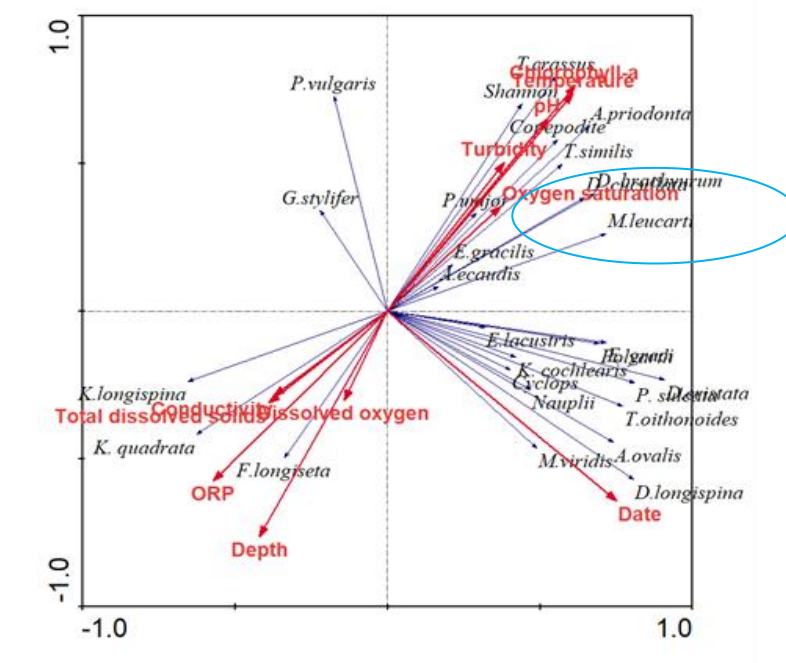
Pozitīva korelācija (pēc Spīrmena) Geraņimovas-Ilzas ezera paraugos bija starp *Daphnia cucullata* un *Ascomorpha saltans* ($r = 0,943$), *Asplanchna priodonta* ($r = 0,777$) (Rotifera), *Diaphanosoma brachyurum* ($r = 0,716$) (Cladocera), izšķīdušo skābekli ($r = 0,727$), *Eudiaptomus gracilis* ($r = 0,846$), *Cyclops* sp. ($r = 0,688$) un Nauplii ($r = 0,591$) (Copepoda), bet negatīvs korelācijas koeficients (r) tika iegūts tikai ar duļķainību ($r = -0,615$).

Veicot zooplanktona un vides jeb fizikāli ķīmisko datu korelāciju Drīdža ezerā ievāktajiem paraugiem analīzi, izmantojot RDA (Redundancy analysis) metodi redzams, ka cieša korelācija *Daphnia cucullata* novērota ar *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis* (Cladocera), Nauplii (Copepoda) un hlorofilu- α (3.2.1. attēls). Izšķīdušo vielu saturs un elektrovadītspēja cieši korelēja ar dažiem Copepoda grupas taksoniem, bet duļķainība un temperatūra ar *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera) un *Polyarthra major* (Rotifera) (3.2.1. attēls). Izšķīdušā skābekļa saturs un skābekļa piesātinājums mijiedarbojas ar *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera* un *Synchaeta* sp. (Rotifera), bet elektrovadītspēja un kopējo izšķīdušo vielu daudzums ar *Megacyclops* sp., *Cyclops scutifer*

(Copepoda) un *Gastropus stylifer* (Rotifera) (3.2.1. attēls) (Brakovska, 2014; Brakovska et al., 2020).

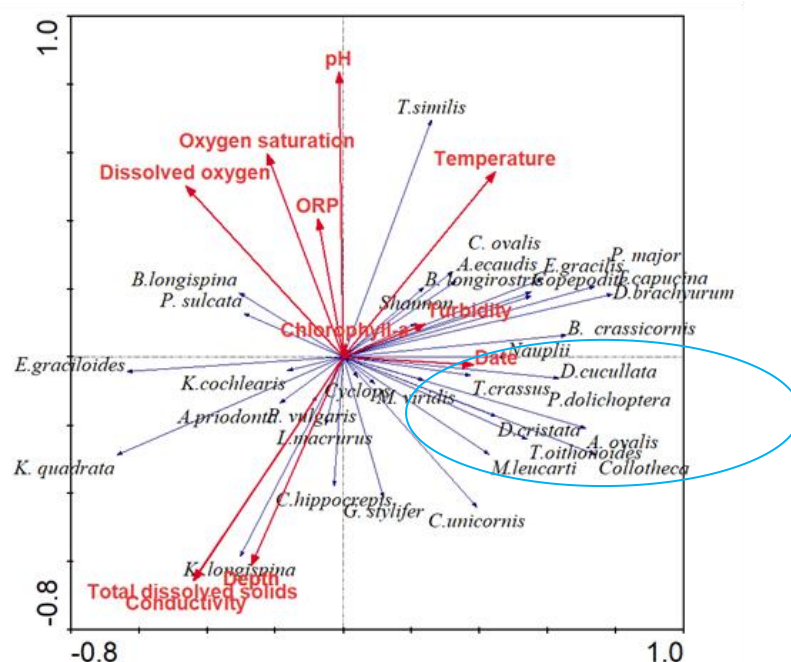


3.2.1. attēls. *Daphnia cucullata* korelācija ar citām zooplanktona sugām un vides datiem. RDA (Redundancy analysis) analīze Drīdži 2010. gadā ievāktajiem paraugiem ievāktajiem paraugiem. Saīsinājumi: ORP- oksidēšanās – reducēšanās potenciāls; NTU- duļķainība



3.2.2. attēls. *Daphnia cucullata* korelācija ar citām zooplanktona sugām un vides datiem. RDA (Redundancy analysis) analīze Geraņimovas-Ilzas ezerā 2010. gadā ievāktajiem paraugiem ievāktajiem paraugiem. Saīsinājumi: ORP- oksidēšanās – reducēšanās potenciāls

Veicot zooplanktona un vides datu korelāciju Geraņimovas-Ilzas ezerā ievāktajiem paraugiem, izmantojot RDA (Redundancy analysis) metodi analīzi redzams, ka starp zooplanktona taksoniem un fizikāli ķīmiskajiem parametriem veidojas trīs atšķirīgas grupas (3.2.2. attēls). Vienā no minētajām grupām *Daphnia cucullata* cieši korelē ar šādiem taksoniem un vides datiem: *Ascomorpha ecaudis*, *Trichocerca similis*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra major* (Rotifera), *Eudiaptomus graciloides*, *Mesocyclops leucarti*, *Thermocyclops crassus*, *Copepodite* (Copepoda), *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), skābekļa piesātinājums, pH, temperatūra, hlorofils- α , sugu daudzveidība (pēc Šenona indeksa) un duļķainība. Otrajā grupā arī ietilpst *Daphnia cucullata* un veido grupu ar *Daphnia cristata* (Cladocera), *Polyarthra vulgaris*, *Pompholyx sulcata*, *Keratella cochlearis*, *Ascomorpha ovalis* (Rotifera), *Eurytemora lacustris*, *Cyclops* sp., *Nauplii*, *Thermocyclops oithonoides* un *Megacyclops viridis* (Copepoda). Trešajā grupā ietilpst *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta* (Rotifera), elektrovadītspēja, izšķīdušā skābekļa daudzums, oksidēšanās reducēšanās potenciāls un ezera dziļums (Brakovska et al., 2020).



3.2.3. attēls. *Daphnia cucullata* korelācija ar citām zooplanktona sugām un vides datiem. RDA (Redundancy analysis) analīze Sventes ezerā 2010. gadā ievāktajiem paraugiem. Saīsinājumi: ORP- oksidēšanās – reducēšanās potenciāls

Analizējot zooplanktona un vides datu korelāciju Sventes ezerā ievāktajiem paraugiem, izmantojot RDA (Redundancy analysis) metodi analīzi redzams, ka šeit nav izveidotas atšķirīgas grupas (3.2.3. attēls), dati starp zooplanktona sugām un vides dati ir izkļaidēti diezgan vienmērīgi un vērā ņemamas grupas neveido. Kā redzams 3.2.3. attēlā, tad *Daphnia*

cucullata neveido vērā ņemamas grupas ar citām zooplanktona sugām vai vides datiem (Brakovska et al., 2020).

3.3. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, pamatojoties uz nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) analīzi

Veicot *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās daudzveidības pētījumu, izmantojot RAPD lokusu analīzi, analīzē tika atlasīti un izmantoti septiņi universāli vienkārši nejaušu secību dekanukleotīdu praimeri, kur katrs no izmantotajiem praimeriem sintezēja dažāda izmēra un dažādu skaitu DNS fragmentu. Rezultātā iegūto *Daphnia cucullata* populāciju polimorfo DNS fragmentu (lokusu) garums bija robežās no 500 bp līdz 3000 bp (3.3.1. tabula) (Brakovska et al., 2013).

3.3.1. tabula

Daphnia cucullata RAPD- PĶR analīzē izmantoto praimeru iegūto polimorfo lokusu skaits un garums (bp)

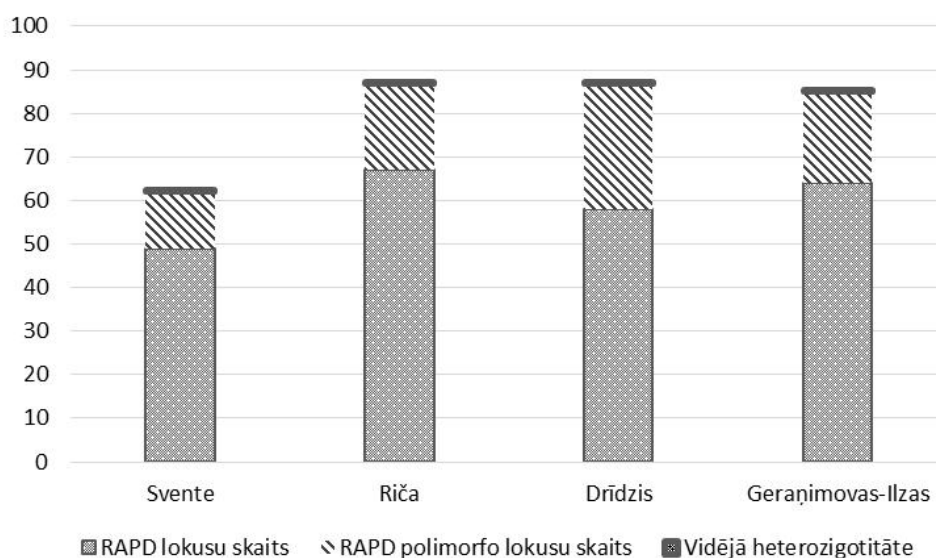
Praimeris	Praimera sekvence 5'→3'	Polimorfo DNS fragmentu skaits								Polimorfo DNS lokusu garumu diapazons (bp)
		Svente		Riča		Drīdzis		Geraņimovas- Ilzas		
		kopā	poli	kopā	poli	kopā	poli	kopā	poli	
Roth A-02	TGC CGA GCT G	3	0	5	0	5	1	3	1	600 - 3000
Roth A-03	AGT CAG CCA C	4	0	5	1	2	1	8	1	800 - 3000
Roth A-05	AGG GGT CTT G	4	0	3	2	4	2	6	2	1000 – 3000
Roth A-09	GGG TAA CGC C	5	2	5	1	3	1	4	2	1000 – 3000
Roth A-10	GTG ATC GCA G	0	0	4	1	9	6	4	1	900 – 3000
Roth A-12	TCG GCG ATA G	2	0	2	0	2	1	3	1	900 – 3000
Roth A-13	CAG CAC CCA C	0	0	4	1	4	1	4	0	1000 - 3000
Roth B-03	CAT CCC CCT G	5	2	5	1	3	1	7	1	900 – 3000
Roth B-07	GGT GAC GCA G	5	3	5	2	5	2	5	2	800 – 3000
Roth B-08	GTC CAC ACG G	4	1	3	3	4	4	2	2	1200- 3000
Roth F-10	GGA AGC TTG G	2	2	11	6	7	6	9	7	500 – 3000
Roth C-11	AAA GCT GCG G	5	0	5	0	4	0	4	0	600 - 3000
Roth C-20	ACT TCG CCA C	10	3	4	2	6	3	5	1	700 - 3000
Vidēji		3,77	1	4,69	1,54	4,46	2,23	4,92	1,61	
Summa		49	13	67	20	58	29	64	21	
Polimorfo DNS lokusu summa %			26,5%		29,8%		50%		32,8%	

Vislielākais bāzu pāru skaits konstatēts lokusos Roth F-10 (500 – 3000 bp), Roth C-11 (600 – 3000 bp) un Roth A-02 (600 – 3000 bp), bet vismazākais lokusos Roth B-08 (1200-3000 bp), Roth A-13 (1000- 3000 bp), Roth A-09 (1000- 3000 bp) un Roth A-05 (1000- 3000 bp) (3.3.1. tabula) (Brakovska et al., 2013).

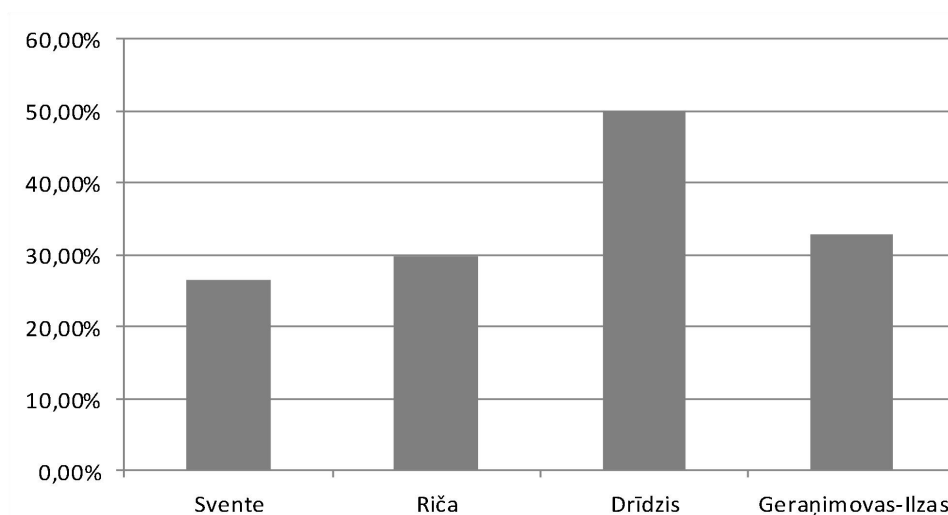
Pēc pētījumā iegūtajiem rezultātiem redzams (3.3.1. tabula; 3.3.1. attēls; 3.3.2. attēls), ka *Daphnia cucullata* DNS polimorfo lokusu skaits četros pētītajos ezeros bija atšķirīgs. Vislielākais amplificēto alēļu skaits bija Riča (67) un Geraņimovas-Ilzas (64) ezeros, bet zemākais (49) - Sventes ezerā. Vislielākais polimorfo lokusu skaits tika konstatēts *Daphnia cucullata* populācijā Drīdžī 29 (50 %), bet Geraņimovas-Ilzas ezerā ir 21 (32,8 %), Riča ezerā ir 20 (29,8 %) un Sventes ezerā ir 13 (26,5 %) (Brakovska et al., 2013).

Vislielākais alēļu skaits, izmantojot RAPD – PĶR analīzi, tika konstatēts lokusos Roth F-10 (2 - 11) un Roth C-20 (4 -10). Lokusā Roth F-10 vislielākais alēļu skaits konstatēts Riča (11) un Geraņimovas-Ilzas (9) ezeros, bet vismazāk Sventes ezerā (2). Savukārt, lokusā Roth C-20 vislielākais alēļu skaits konstatēts Sventes (10) un Drīdža (6) ezeros, bet vismazāk Riča ezerā (4). Vismazākais alēļu skaits, izmantojot RAPD – PĶR analīzi, tika konstatēts lokusā Roth A-12 (2 - 3) visos mūsu pētītajos ezeros (3.3.1. tabula) (Brakovska et al., 2013).

Vidējais heterozigotitātes līmenis, balstoties uz RAPD – PĶR analīzi, pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros svārstās no 0,18 līdz 0,20 (3.3.1. attēls). Vislielākā vidējā heterozigotitāte ir vērojama Sventes ezerā (0,20), tad seko Drīdžis (0,19) un Riča un Geraņimovas-Ilzas ezers (0,18).



3.3.1. attēls. Amplificēto RAPD DNS fragmentu raksturojumi un vidējā heterozigotitāte pētāmās *Daphnia cucullata* populācijās



3.3.2. attēls. *Daphnia cucullata* populāciju polimorfo lokusu procentuālais sadalījums Svences, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros

Daphnia cucullata populāciju līdzība starp pētītajiem ezeriem pēc Dice koeficienta (S) vērtībām svārstījās no 0 līdz 1 (3.3.2. tabula). Vislielākā pāru līdzība bija starp Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (ar praimeriem OPA-03 - 0,91; OPA-05 - 0,57; OPA-09 - 0,54; OPA-13 - 0,57; OPB-08 - 0,8; OPC-20 - 0,57) un starp Svences un Riča ezeriem (ar praimeriem OPA-02 - 0,8; OPA-09 - 0,54; OPB-03 - 0,73). Atbilstoši, pēc praimera OPB-07, populācijas bija identiskas (līdzības koeficients 1) (3.3.2. tabula) (Brakovska et al., 2013).

3.3.2. tabula

Daphnia cucullata populāciju ģenētiskā daudzveidība Svences, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros pēc bāzu pāru līdzības- Dice koeficienta (S)

	Svente	Riča	Drīdzis	G-I*		Svente	Riča	Drīdzis	G-I*
Primer Roth A-02					Primer Roth A-05				
Svente					Svente				
Riča	0,8				Riča	0,4			
Drīdzis	0,67	0,73			Drīdzis	0	0,28		
Geraņimovas-Ilzas	0,67	0,5	0,5		Geraņimovas-Ilzas	0,4	0,57	0,4	
Primer Roth A-03					Primer Roth A-09				
Svente					Svente				
Riča	0,4				Riča	0,54			
Drīdzis	0,4	0,28			Drīdzis	0,28	0,22		
Geraņimovas-Ilzas	0,36	0,91	0,22		Geraņimovas-Ilzas	0,5	0,54	0	
Primer Roth A-10					Primer Roth A-13				
Svente					Svente				

	Svente	Riča	Drīdzis	G-I*		Svente	Riča	Drīdzis	G-I*
Riča	0				Riča	0			
Drīdzis	0	0,67			Drīdzis	0	0,4		
Geraņimovas-Ilzas	0	0,6	0,8		Geraņimovas-Ilzas	0	0,57	0,5	
Primer Roth A-12					Primer Roth B-03				
Svente					Svente				
Riča	0				Riča	0,73			
Drīdzis	0,4	0			Drīdzis	0,5	0,22		
Geraņimovas-Ilzas	0,4	0	0,25		Geraņimovas-Ilzas	0,67	0,33	0,22	
Primer Roth B-07					Primer Roth F-10				
Svente					Svente				
Riča	1				Riča	0,31			
Drīdzis	1	1			Drīdzis	0,44	0,68		
Geraņimovas-Ilzas	1	1	1		Geraņimovas-Ilzas	0,2	0,31	0,5	
Primer Roth B-08					Primer Roth C-11				
Svente					Svente				
Riča	0,28				Riča	1			
Drīdzis	0,4	0,28			Drīdzis	0,89	0,89		
Geraņimovas-Ilzas	0,33	0,8	0,33		Geraņimovas-Ilzas	0,89	0,89	1	
Primer Roth C-20									
Svente									
Riča	0,28								
Drīdzis	0,33	0,4							
Geraņimovas-Ilzas	0,28	0,57	0,36						

G-I* - Geraņimovas-Ilzas

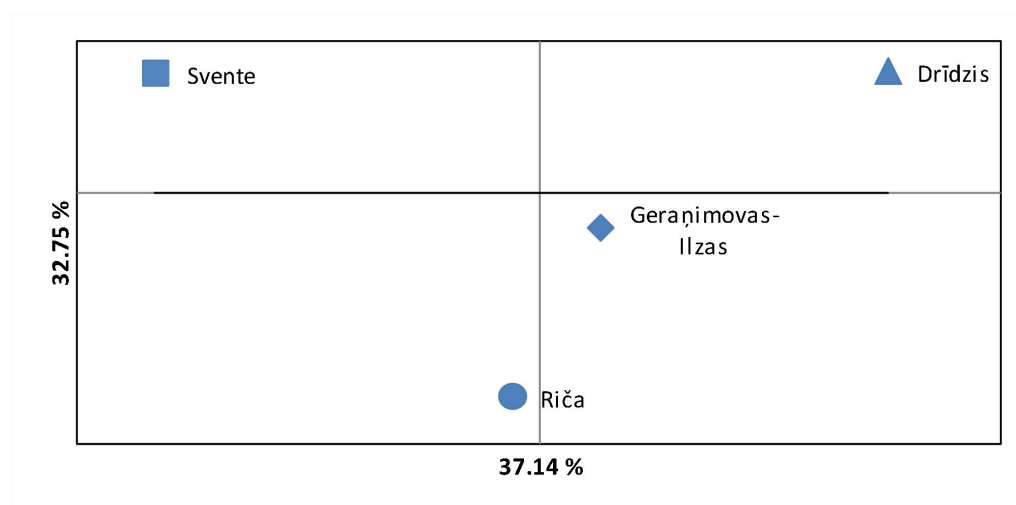
Populāciju ģenētisko līdzību un atšķirību atspoguļo ģenētiskās distances un ģenētiskās līdzības rādītāji (Nei, 1978). Vismazākā ģenētiskā distance (Nei, 1978) pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās tika novērota starp Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,23), vislielākā ģenētiskā distance konstatētā starp Drīdža un Sventes ezeriem (0,28), Sventes un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,25), Sventes un Riča ezeriem (0,25), Riča un Drīdža ezeriem (0,25) (3.3.3. tabula). Kopumā pēc ģenētiskās distances datiem var teikt, ka pētītās *Daphnia cucullata* populācijas savā starpā ir ļoti līdzīgas, bet neskatoties uz to pēc pētāmo *Daphnia cucullata* populāciju galveno komponentu analīzes (PCA) (3.3.3. attēls), redzams, ka tomēr nošķirtas grupas veidojas. Katra ass, PC1 un PC2, skaidro 37,14 % un 32,75 % no kopējās daudzveidības attiecīgi.

Ģenētiskā distance (D) (Nei, 1978) starp *Daphnia cucullata* populācijām Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot RAPD- PĶR analīzi

Populācija	Svente	Riča	Drīdzis	Geraņimovas-Ilzas
Svente		0,78	0,76	0,78
Riča	0,25		0,78	0,79
Drīdzis	0,28	0,25		0,79
Geraņimovas-Ilzas	0,25	0,23	0,24	

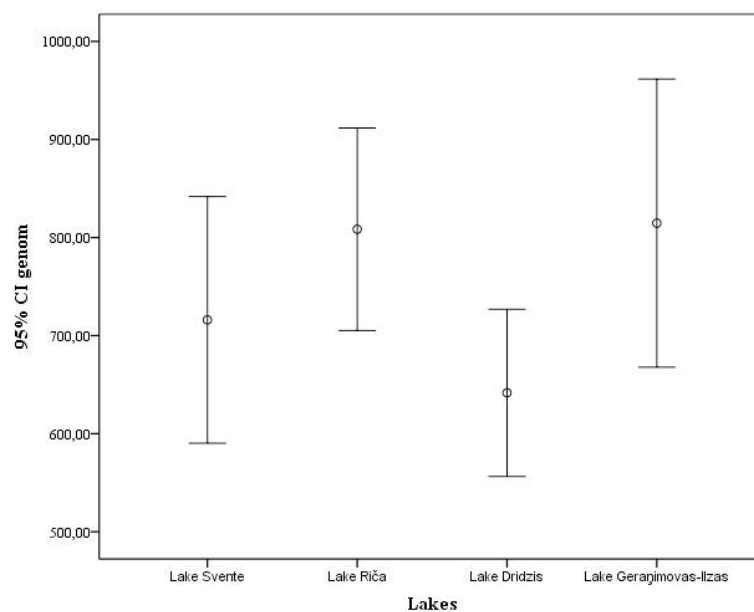
* ģenētiskā distance (D) vērtības zem diagonāles;

** ģenētiskā līdzība virs diagonāles.



3.3.3. attēls. Galveno komponentu analīze (PCA). Ģenētiskās strukturēšanas grafiks pēc ģenētiskās distances (pēc Nei, 1978) datiem starp *Daphnia cucullata* populācijām Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros

Pēc ģenētiskās daudzveidības *Daphnia cucullata* populācijās katrā ezerā (pēc T-testa) Geraņimovas-Ilzas ezers bija visdaudzveidīgākais (3.3.4. attēls). Tas nozīmē, ka *Daphnia cucullata* populāciju genoma līmenis šajā ezerā ir daudzveidīgāks nekā citu pētāmo ezeru populācijās (Brakovska et al., 2013).



3.3.4. attēls. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā daudzveidība pētītajos ezeros (pēc Independent Samples Test (T-test))

3.4. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdzis un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot mikrosatelītu lokusu analīzi

Daphnia cucullata populācijās tika testēti deviņi kodola DNS mikrosatelītu lokusu praimeri (DaB10/15; Dp512; Dp519; DaB17/16; DaB17/17; SwiD1; Dgm101; Dgm105; Dgm109), bet analīzei tika atlasīti tikai seši mikrosatelītu praimeri ar labu reprezentativitāti (SwiD1; Dgm105; Dgm101; DaB17/17; Dgm109; Dp519) (3.4.1. tabula). Trīs no tiem bija dinukleotīdu mikrosatelītu praimeri (SwiD1; Dgm101; Dp519) un divi trinukleotīdu mikrosatelītu praimeri (Dgm105; Dgm109) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Atlasīto polimorfo DNS fragmentu garums bija no 122 bp līdz 303 bp (3.4.1. tabula). Vislielākais bāzu pāru skaits konstatēts lokusus Dgm109 (250 – 303 bp) un Dgm105 (165 – 240 bp), bet vismazākais bija lokusus DaB17/17 (100 – 106 bp) un SwiD1 (122 – 127 bp) (3.4.1. tabula).

3.4.1. tabula

9 mikrosatelītu raksturojums: lokusa nosaukums, praimeru sekvences, atkārtojuma vienība, fluorescējošais marķējums, fragmentu garumi, kušanas temperatūra (T_a)

Lokuss	Praimera sekvence (5'–3')	Atkārtojuma vienība	Fluorescen tais-4 marķējums	Fragment u garumi (bp) (mūsu dati)	Fragment u garumi (bp) (dati pēc Brede et al.)	$T_a(^{\circ}\text{C})$
SwiD1	F:GCCGTGTTTCGAAAGCTAGTC R: AGCCGAACGAAAAACATGC	(TG) ₁₈	5'TAM	122 – 127	116 - 142	59,4
Dgm105	F:ATGTGAGCGCGCGAGCATTT R:GTCCAGCCGGCCCATTTTCAGTT	(CAG) ₈ AG	5'FAM	165 – 240	172 - 197	59,4
Dgm101	F: TCTTGCTCGAATTCTCTCC R: CCTGTCTCACACGGAGC	(GA) ₁₀ AGA	5'HEX	165 – 180	162 - 177	54,5
DaB17/17	F:GAGAACCTTTTATCAGCTTCG R:ACTCATCTGGTGAGATGGATC	T ₉	5'TAM	100 – 106	100 - 109	55,9
Dgm109	F: CCAGCTGTTGACCACCTG R: TGC GCGAGGATTTCCAACAC	(ACC) ₇ AC	5'FAM	250 – 303	247 - 266	58,2
Dp519	F:AGTCGCGACGACATAAAGC R:GTGGTAGTTGTGGAATCCG	(TG) ₆ (GA) ₇	5'HEX	140 – 142	144 - 160	56,7
DaB10/15	F:AGAGAAGTGTTTGCGTTTC R:TGTTTCCTATATCCCTCGG	TC ₆	5'TAM	Nav rezultāta	75 – 89	52,4
Dp512	F:TTTCGTTCTACCCAGGGAAG R:TTTGCTCGTCTGTGATAGGC	(TG) ₄ ...(GT) ₈	5'HEX	Nav rezultāta	125 - 141	57,3
DaB17/16	F: AGGGAACGAGCGGCGATAAG R:TCTTTGGCAGGCCACTGCCAAGG	GA ₁₀	5'FAM	Nav rezultāta	189 - 195	61,4

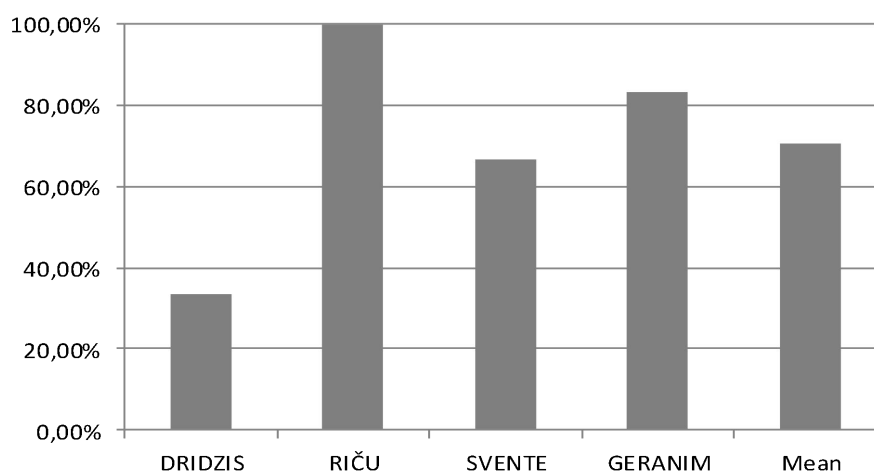
3.4.2. tabula

Alēļu pārpilnība pētītajos mikrosatelītu lokusos

Lokuss	Kopējais alēļu skaits lokusā	Privāto alēļu skaits lokusā	Privāto alēļu īpatsvars (%)	Populāciju skaits, kurās konstatētas privātās alēles
SwiD1	5	1	20	1
Dgm105	8	5	62	3
Dgm101	7	4	57	3
DaB17/17	4	2	50	2
Dgm109	5	3	60	2
Dp519	2	0	0	0

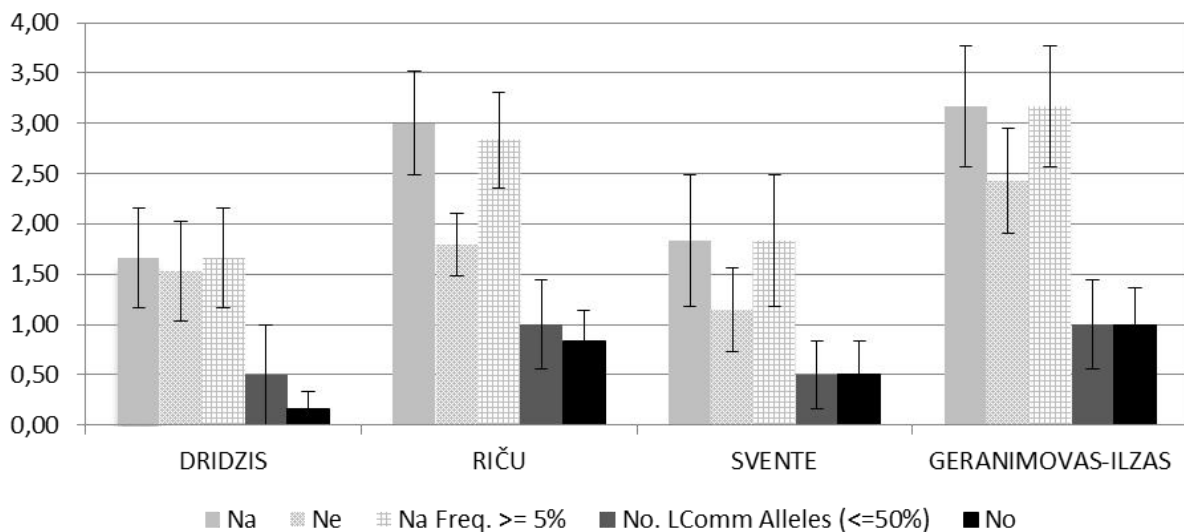
Pēc pētījumā iegūtajiem rezultātiem redzams (3.4.2. tabula), ka vidējais polimorfisma līmenis visās pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās bija vienāds un sastādīja 100%, jo visi seši analizētie mikrosatelītu lokusi bija polimorfī visās pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās (Brakovska & Škute, 2023). Polimorfo lokusu skaits *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros svārstījās no 33% līdz 100%. Vismazāk polimorfo mikrosatelītu lokusu konstatēts Drīdža ezerā (33%), savukārt visvairāk konstatēts Riča (100%) un Geraņimovas-Ilzas (83%) ezeros (3.4.1. attēls) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Analizējot iegūto alēļu pārpilnības vispārīgos parametrus (3.4.2. tabula), redzams, ka konstatētais alēļu skaits pētāmajā lokusā katrā populācijā atšķiras. Konstatēto alēļu skaits katrā analizētajā mikrosatelīta lokusā arī bija atšķirīgs. Maksimālais alēļu skaits tika konstatēts lokusos Dgm105 (8) un Dgm101 (7), turklāt jāņem vērā, ka arī šajos lokusos tika konstatēts maksimālais privāto alēļu skaits, kur Dgm105 lokusam (5) (62% no visām atklātajām alēlēm), savukārt Dgm101 lokusā (4) (57% no visām atklātajām alēlēm) (3.4.2. tabula). Savukārt, vismazākais alēļu skaits tika konstatēts lokusā Dp519 (2). Raksturīgi, arī tas, ka privātās alēles šajā lokusā netika atklātas vispār (3.4.2. tabula) (Brakovska & Škute, 2023).



3.4.1. attēls. *Daphnia cucullata* populāciju polimorfo lokusu procentuālais sadalījums Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros

* GERANIM- Geraņimovas-Ilzas ezers



3.4.2. attēls. Alēļu sastopamība *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot mikrosatelītu-PCR analīzi (Na - vidējais alēļu skaits lokusā; Ne - vidējais efektīvais alēļu skaits lokusā; Na $\geq$ 5% - vidējais alēļu skaits, kuru sastopamība ir lielāka par 5%; No $\leq$ 50% - vidējais alēļu skaits, kuru sastopamība ir mazāka par 50%; No - vidējais privāto alēļu skaits; $\pm$ standartnovirze)

Analizējot alēļu sastopamību pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās (3.4.2. attēls), redzams, ka alēļu skaits bija atšķirīgs, taču šīs atšķirības nav statistiski nozīmīgas ($p > 0,05$). Lielākais atklāto alēļu skaits vienā lokusā bija Geraņimovas-Ilzas ezera *Daphnia cucullata* populācijai (3,17), kam sekoja Riča ezera *Daphnia cucullata* populācija (3,00). Salīdzinoši mazāks konstatēto alēļu skaits vienā lokusā bija *Daphnia cucullata* populācijām Drīdža (1,67) un Sventes ezeros (1,83) (3.4.2. attēls) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Vidējais alēļu skaits vienā lokusā ar biežumu virs 5% bija vienāds ar vidējo alēļu skaitu vienā lokusā visās pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās (3.4.2. attēls). Vidējais privāto alēļu skaits lokusos pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās, kas ir mazāks par 50%, ir vienāds Geraņimovas-Ilzas un Riča ezera populācijām un attiecīgi ir 1, savukārt, *Daphnia cucullata* populācijām Drīdža un Sventes ezeros attiecīgi ir 0,5, bet kopumā šīs atšķirības nav būtiskas ($p > 0,05$) (3.4.2. attēls) (Brakovska & Škute, 2023).

Vidējo efektīvo alēļu skaits uz vienu lokusu būtiski atšķiras no vidējā novērotā alēļu skaita Riča un Sventes ezeru *Daphnia cucullata* populācijās ($p < 0,05$), savukārt Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeru *Daphnia cucullata* populācijām šīs atšķirības nav nozīmīgas ($p > 0,05$) (3.4.2. attēls) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Vidējais novērotās heterozigotitātes līmenis (H_{obs}) bija augsts visās pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās un bija robežās no 1,67 līdz 3,17. H_{obs} minimālā vērtība bija 1,67 Drīdža

ezerā, bet maksimālā vērtība bija 3,17 Geraņimovas-Ilzas ezerā. Savukārt, paredzamās heterozigotitātes (H_{exp}) vidējais līmenis svārstījās no 1,15 līdz 2,43. H_{exp} minimālā vērtība bija Sventes ezerā 1,15, bet maksimālā 2,43 Geraņimovas-Ilzas ezerā. Kopumā visās pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās vidējais novērotais heterozigotitātes līmenis un vidējais paredzamais heterozigotitātes līmenis (pēc Hārdija-Veinberga) bija atšķirīgs, taču šīs atšķirības bija nenoīmīgas ($p < 0,001$) (3.4.2. attēls) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Analizētie mikrosatelītu lokusi (SwiD1; Dgm105; Dgm101; DaB17/17; Dgm109 un Dp519) pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros bija polimorfi un polimorfisma līmenis bija ļoti augsts. Ģenētiskā daudzveidība pētītajos *Daphnia cucullata* paraugos, kas konstatēti katrā pētītajā lokusā un katrā vietā, ir atspoguļots 3.4.3. tabulā. Vislielākais alēļu skaits (19) konstatēts lokusus DaB17/17 un Dp519 Riča ezera populācijā, bet minimālais alēļu skaits (1) lokusā Dgm101 konstatēts Drīdža ezera populācijā. Jāpiebilst, ka Sventes ezera populācijā lokusus Dgm101 un Dgm109 alēles netika konstatētas. Privātās alēles tika atrastas SwiD1, Dgm105, Dgm101, DaB17/17 un Dgm109 lokusus (Brakovska & Škute, 2023).

3.4.3. tabula

Ģenētiskā daudzveidība pētītajos *Daphnia cucullata* paraugos, kas atrasti katrā pētītajā lokusā un katrā pētītajā ezerā

Paraugs		SwiD1	Dgm105	Dgm101	DaB17/17	Dgm109	Dp519
Drīdzis	N	4	4	1	14	4	14
	Na	4	1	1	2	1	1
	No	0	0	1	0	0	0
	Ho	0	0	0	0	0	0
	He	0.75	0	0	0.13	0	0
Riča	N	13	12	12	19	11	19
	Na	2	4	5	2	3	2
	No	1	1	2	0	1	0
	Ho	0	0.25	0	0	0	0
	He	0.14	0.51	0.68	0.46	0.31	0.1
Svente	N	4	8	0	15	0	16
	Na	3	4	0	2	0	2
	No	0	2	0	1	0	0
	Ho	0	0.25	0	0	0	0
	He	0.62	0.33	0	0.12	0	0.37
Geraņimovas-Ilzas	N	7	6	7	14	6	8
	Na	2	5	4	3	4	1

	No	0	2	1	1	2	0
	Ho	0	0.17	0	0	0.17	0
	He	0.24	0.74	0.73	0.36	0.68	0

* Na - vidējais alēļu skaits lokusā; Ne - vidējais efektīvais alēļu skaits lokusā; No - vidējais privāto alēļu skaits; Ho - novērota heterozigotitāte; He - sagaidāmā heterozigotitāte

Ievērojams homozigotu pārpalikums tika novērots *Daphnia cucullata* populācijā Drīdža ezerā vienā lokusā DaB17/17 $p < 0,001$, Riča ezerā piecos lokusus (SwiD1, Dgm101, DaB17/17, Dgm109, Dp519 $p < 0,001$), Sventes ezerā četros lokusus (SwiD1, Dgm105 $p < 0,05$, DaB17/17 un Dp519 $p < 0,001$) un Geraņimovas-Ilzas ezerā trīs lokusus (SwiD1, Dgm101 $p < 0,01$ un DaB17/17 $p < 0,001$). Mikrosatelīta lokusam DaB17/17 ir maksimālā diferenciācija ($p < 0,001$) starp novēroto un paredzamo heterozigotitātes līmeni visos pētītajos ezeros. Turklāt mikrosatelītu lokusiem SwiD1, Dgm101, Dgm109, Dp519 un DaB17/17 ir maksimālā diferenciācija ($p < 0,001$) Riča ezerā (3.4.4. tabula). Jāpiebilst, ka mikrosatelītu lokusi Dgm105, Dgm101, Dgm109 un Dp519 bija monomorfi Drīdža ezerā. Savukārt mikrosatelītu lokuss Dgm101 un Dgm109 bija monomorfs Sventes ezerā, bet mikrosatelītu lokuss Dp519 bija monomorfs arī Geraņimovas-Ilzas ezerā (3.4.4. tabula) (Brakovska & Škute, 2023).

3.4.4. tabula

Novērotās un paredzamās heterozigotitātes līmeņu atšķirību nozīme (χ^2 - tests) pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros

Populācija/ Mikrosatelītu locuss	SwiD1	Dgm105	Dgm101	DaB17/17	Dgm109	Dp519
Drīdzis	ns	M	M	***	M	M
Riča	***	ns	***	***	***	***
Svente	*	*	M	***	M	***
Geraņimovas- Ilzas	**	ns	**	***	ns	M

- ns - nav nozīmīgs, M - monomorfs lokuss, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Vismazākā ģenētiskā distance (D) (Nei, 1978) pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās tika novērota starp Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,16), savukārt vislielākā ģenētiskā distance konstatēta starp Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,70) un starp Geraņimovas-Ilzas un Sventes ezeriem (1,35) (3.4.5. tabula) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

Ģenētiskās diferenciācijas F_{ST} vērtības dažādām pētītajām *Daphnia cucullata* populācijām bija robežās no 0,08 līdz 0,50. Visaugstākās vērtības bija starp *Daphnia cucullata* populācijām Riča un Sventes ezeriem (0,50), un Sventes un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,49) (3.4.5. tabula). Zemākās F_{ST} vērtības bija starp *Daphnia cucullata* populācijām Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem (0,08) (3.4.5. tabula) (Brakovska & Škute, 2023; Brakovska & Škute, 2017).

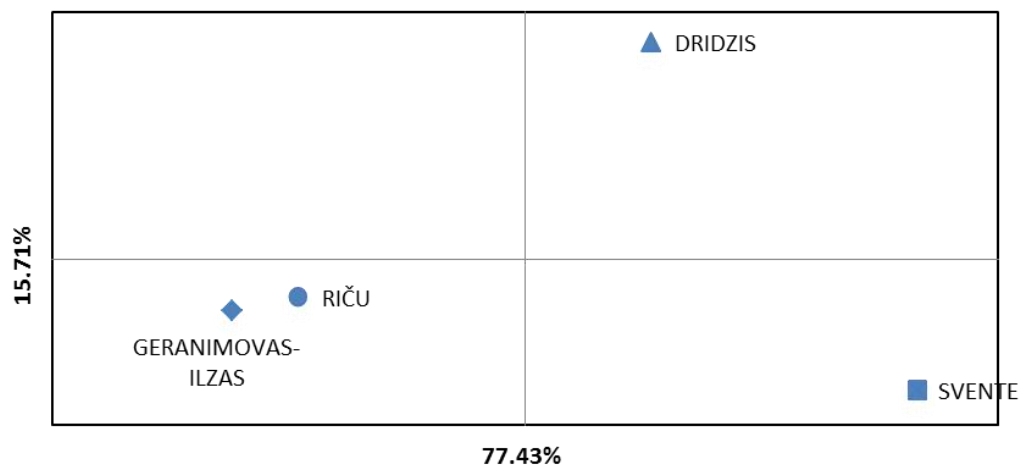
3.4.5. tabula

Ģenētiskā distance (D) (Nei, 1978) un ģenētiskā diferenciācija (pēc F_{ST} vērtībām) starp *Daphnia cucullata* populācijām Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot mikrosatelītu-PĶR analīzi

Populācija	Drīdzis	Riča	Svente	Geraņimovas-Ilzas
Drīdzis		0,29	0,45	0,37
Riča	0,56		<u>0,50</u>	<u>0,08</u>
Svente	0,50	1,14		0,49
Geraņimovas-Ilzas	<u>0,70</u>	<u>0,16</u>	<u>1,35</u>	

* ģenētiskā distance (D) vērtības zem diagonāles;

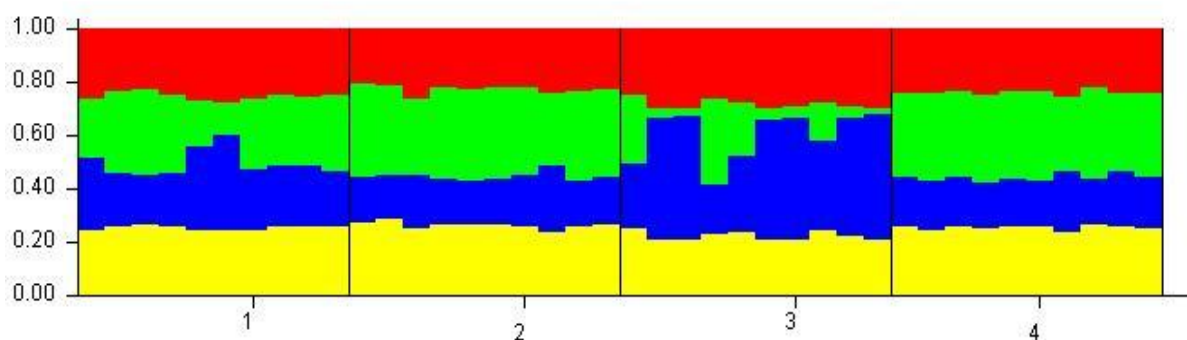
** ģenētiskā diferenciācija (F_{ST} vērtības) virs diagonāles.



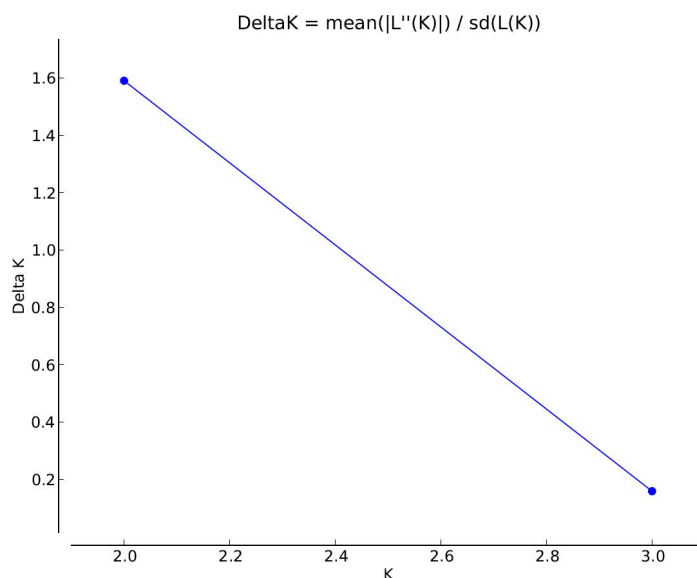
3.4.3. attēls. Galveno komponentu analīze (PCA). Ģenētiskās strukturēšanas grafiks pēc ģenētiskās distances (pēc Nei, 1978) datiem starp *Daphnia cucullata* populācijām Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros

Galveno komponentu analīze (PCA), četru *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās strukturēšanas grafiks Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, skaidri parādīja ģenētisko strukturēšanos dažādās ģenētiskajās grupās (3.4.3. attēls). Stabīlas *Daphnia cucullata*

populāciju grupas veidojās starp Drīdža un Sventes ezeriem un starp Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem. Galveno komponentu analīzes diagrammā (3.4.3. attēls) PC 1 un PC 2 izskaidroja 77,43% un 15,71% no kopējās ģenētiskās daudzveidības. Līdzīgs rezultāts iegūts, izmantojot Bajesa klasterizācijas analīzi (STRUCTURE 2.3.4) (Hubisz et al., 2009) (3.4.4. attēls) un īpatņu kopu skaitu, izmantojot Evano et al. (2009) klasterizācijas pieeju (3.4.5. attēls) (Brakovska & Škute, 2023).



3.4.4. attēls. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā diferenciācija pēc Bajesa pieejas (STRUCTURE 2.3.4). Krāsu līnijas atdala indivīdus no dažādām paraugu ņemšanas vietām, kur katrs indivīds tiek attēlots ar vertikālu līniju, kas ir sadalīta K krāsas segmentos, kas attiecīgi norāda indivīda aptuveno piederību K klāsteros (1- Drīdzis, 2- Riča, 3- Svente, 4- Geraņimovas-Ilzas)



3.4.5. attēls. Indivīdu kopu skaits, izmantojot Evano et al. klasterizācijas pieeju (Evano et al., 2009), pieņemot, ka pastāv divas ģenētiskās kopas ($K=2$; $\Delta K=1,59$; $\ln P(K) \pm SD = -298,76 \pm 78,73$)

4.DISKUSIJA

4.1. Zooplanktona sugu sastāvs un dinamika Sventes, Riča, Drīdža un Ģeraņimovas-Ilzas ezeros

Analizējot zooplanktona sugu sastāvu, iespējams novērtēt gan ezera trofisko stāvokli, gan ekoloģisko kvalitāti (Bengtsson, 1986; Bertilsson et al., 1995; Bērziņš & Pejler, 1987; 1989a; 1989b; Chang & Hanazato, 2004; Cimdiņš, 2001; Cottenie et al., 2001; Dagg, 1977; Dodson, 1984; Dumont et al., 1973; Escribano & Hidalgo, 2000; Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Hanazato, 1991; 1992; Harris et al., 2012; Hebert, 1982; Horppila et al., 2000; Keller & Conlon, 1994; Larsson & Dodson, 1993; Locke & Sprules, 2000; Malone & McQueen, 1983; Paidere & Škute, 2011; Patalas, 1971; Pidgaiko, 1984; Pinel-Alloul 1995; Pinel-Alloul et al., 1995; Seda & Devetter, 2000; Sprules, 1975; Tallberg et al., 1999; Weider & Pijanowska, 1993; Wetzel 2001; Лазарева 2010). Daudzas zooplanktona sugas vai grupas var kalpot par ūdenstilpes trofiskā stāvokļa indikatoriem, jo to sastopamība mainās atkarībā no ezera atrofijas (Kutikova 1970; Liepa et al., 1991; Pejler 1965; Wetzel 2001).

Cladocera taksoniem, piemēram, *Daphnia*, kas bija sastopami arī mūsu pētītajos ezeros, ir nepieciešamas ūdenstilpes ar labu caurredzamību, zemu hlorofila α koncentrāciju, zemu zivju blīvumu un augstu makrobezmugurkaulnieku blīvumu (Gliwicz & Pijanowska, 1986; Lampert, 1987; Irvine et al., 1989; 1990). Līdzīgi mūsu pētījumam Sventes, Riču, Drīdža un Ģeraņimovas-Ilzas ezeros, kur zooplanktona cenožu taksonu skaits un sastāvs variēja pa gadiem un sezonām. Kā piemēram, vislielākā zooplanktona taksonu sastāva daudzveidība tika identificēta Drīdža un Sventes ezeros, 72 un 69 zooplanktona taksoni attiecīgi. Riča ezerā tika identificēti 47 taksoni un 43 Ģeraņimovas-Ilzas ezerā. Visos pētītajos ezeros lielākais identificēto taksonu skaits bija Rotifera grupā, tai sekoja Cladocera un Copepoda grupas. Pētītajos ezeros tika noskaidroti kopīgie zooplanktona taksoni pa paraugu vākšanas gadiem, attiecīgi Drīdžī - 25, Ričā - 21, Ģeraņimovas-Ilzas – 14 un Sventes ezerā 19. Sezonas laikā (maijs - septembris) vislielākais zooplanktona grupu taksonu skaits tika novērots maijā un jūnijā, jūlija sākumā tas uzrādīja strauju samazinājumu, tad jūlija beigās un augusta sākumā taksonu skaits atkal sāka palielināties. Savukārt, septembrī taksonu skaits sāka pakāpeniski samazināties. Rotifera dominēja maijā, jūnijā un jūlijā to skaits samazinās, bet augusta beigās un septembrī atkal sāka pieaugt. Cladocera skaita izmaiņas bija gluži pretējas. Maijā sugu skaits bija neliels, bet līdz jūlijam pieauga, augustā gandrīz nemainīgs vai nedaudz palielinājās, bet septembrī uzrādīja ievērojamu samazinājumu. Copepoda skaits bija līdzīgs Rotifera skaitam, maijā pieauga, tad jūnijā samazinājās, jūlijā atkal pieauga, augustā uzrādīja samazināšanos un septembrī atkal palielinājās. Visbiežāk sastopamās Rotifera grupas sugas Latvijas ezeru zooplanktonā ir *Keratella cochlearis*, *Asplanchna priodonta*, *Filinia longiseta*, *Kellicottia*

longiseta, *Lecane luna*, *Trichocerca capucina*, *Euchlanis dilatata* (Sloka, 1998; Paidere & Škute, 2011). Neskatoties uz to, ka zooplanktonam galvenokārt ir sezonāls raksturs, tomēr ir sastopamas arī sugas, kā piemēram, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra remata*, *Filinia longiseta* (Rotifera), kuras zooplanktonā var atrast visu gadu (Līne, 1966). Visas augstāk minētās sugas bija konstatētas arī mūsu pētītajos ezeros. Rotifera sugu attīstības maksimums parasti vērojams pavasarī, bet ir arī ezeri, kad Rotifera sugām tiek novērots otrs attīstības maksimums rudenī (Līne, 1966). Zooplanktona taksonu, biomasas proporciju dinamika, ko atklāja Halvorsen et al. (2004), veicot ilgtermiņa pētījumus Atnsjøen ezerā bezledus sezonā (jūnijs - oktobris), bija ļoti līdzīga tam, ko konstatējām mēs, t.i. Cladocera grupai bija vislielākais skaitliskais daudzums sezonas sākumā, kam sekoja Copepoda un Rotifera daļas pieaugums. Visos mūsu pētītajos ezeros un paraugu ņemšanas vietās Cladocera grupā dominēja Daphniidae, Bosminidae un Sididae. No Cladocera grupas *Daphnia cucullata*, tāpat kā *Daphnia cristata* un *Leptodora kindtii* ir tipiskas plaši izplatītas pelaģiskās sugas (Kačalova & Laganovska, 1961; Sloka, 1981). Cladocera ir nozīmīga loma starp sastopamajām zooplanktona grupām biomasas un sugu skaita ziņā. *Daphnia cucullata* var uzskatīt par vienu no visplašāk izplatītajām sugām šajā grupā, jo tās tika atrastas mūsu paraugos visas sezonas garumā. Tā ir arī svarīga repša (*Coregonus albula*) barības sastāvdaļa (Sutela & Huusko, 1997; Viljanen, 1983). Daudzi autori (Brooks & Dodson, 1965; Larsson & Dodson, 1993; Halvorsen et al., 2004; Saksgård & Hesthagen, 2004; Sutela & Huusko, 1997; Viljanen, 1983) apgalvo, ka planktofāgās zivis, mūsu gadījumā repsis *Coregonus albula* un sīga *Coregonus lavaretus*, ietekmē zooplanktonu. Eksperimentāli tika pierādīts, ka planktofago zivju daudzums ezerā paaugstina zooplanktona sugu daudzveidību vai arī sugu morfoloģiskos pielāgojumus (piemēram, mazāku izmēru) (De Meester et al., 1995; Bohn & Amundsen, 1998). Salīdzinot Cladocera sugu morfoloģiskos parametrus četros pētītajos ezeros, mēs varam piekrist apgalvojumam, ka zooplanktona organismu izmērs ir mazāks ezeros ar lielāku planktofāgo zivju skaitu, salīdzinājumā ar ezeriem, kur planktofāgo zivju skaits ir mazāks (Bohn & Amundsen, 1998; De Meester et al., 1995; Boersma et al., 1998; Boersma et al., 1999; Brooks & Dodson, 1965). Proti, pēc mūsu novērojumiem pētījuma laikā, Cladocera īpatņu izmērs Sventes un Drīdža ezeros bija mazāks vietās, kur planktofagālo zivju skaits bija lielāks, savukārt Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeros Cladocera īpatņi bija lielāki, bet planktofagālo zivju skaits bija mazāks.

Halvorsens et al. (2004) uzsver, ka konkrētu ietekmējošo faktoru noteikšana ir ierobežota, jo faktoriem ir atšķirīga ietekme uz dažādām sugām, un katrs no faktoriem būtu jāpārbauda nemainīgos apstākļos ilgu laiku. Pēc sekojošu autoru domām (Bottrell et al., 1976; Halvorsen et al., 2004; Moore, 1977; Wetzel, 2001), galvenais faktors, kas būtiski ietekmē fizikālos,

ķīmiskos un bioloģiskos procesus ezeros, ir ūdens temperatūra. Tomēr citi autori (Brettum & Halvorsen, 2004) norāda, ka dažām specifiskām fitoplanktona sugām ir spēcīga ietekme uz noteiktām zooplanktona sugām. Līdzīgos pētījumos plaši tiek diskutēts par to, ka zooplanktons pēc sugu sastāva var atšķirties viena ezera dažādās vietās, piemēram, piekrastes zonā un atklātās ūdens teritorijā vai arī upju ieteces vietās un antropogēno aktivitāšu vietās ezera piekrastē (Liepa et al., 1991; Pidgaiko, 1984; Pinel-Alloul, 1995; Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Seda & Devetter, 2000; Wetzel, 2001; Кутикова, 1970; Мануйлова, 1964). Dimantes-Deimantoviča ar līdzautoriem (2012) savos pētījumos par zooplanktona faunu dziļajos Latvijas ezeros atzīmē, ka pēc RDA analīzes datiem zooplanktona sugu sastāvs ir cieši saistīts ar temperatūru, oksidēšanās reducēšanās potenciālu, hlorofilu α un elektrovadītspēju. Pēc mūsu pētījumā iegūtajiem datiem arī ir redzams, ka izšķīdušo vielu saturs un elektrovadītspēja cieši korelēja ar dažiem Copepoda grupas taksoniem, bet skābekļa piesātinājums, pH, temperatūra, hlorofils- α , duļķainība un temperatūra ar *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera) un *Polyarthra major* (Rotifera). Izšķīdušā skābekļa saturs un skābekļa piesātinājums mijiedarbojas ar *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra dolichoptera*, *Kellicottia longispina*, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta* un *Synchaeta* sp. (Rotifera), bet elektrovadītspēja un kopējo izšķīdušo vielu daudzums ar *Megacyclops* sp., *Cyclops scutifer* (Copepoda) un *Gastropus stylifer* (Rotifera). Mūsu pētījumā iegūtās korelācijas iesējams arī ir skaidrojamas ar to, ka šo taksonu eksistencei ir nepieciešami analogiski vides apstākļi.

Plēsonība piemīt dažādiem zooplanktona taksoniem un var kalpot par populācijas dinamikas strukturēšanas mehānismu. Vēžveidīgo planktonam ir negatīva ietekme uz planktona barības ķēdes mazākajiem komponentiem, t.i. Rotifera grupas taksoniem, kas ir plaši dokumentēta dažādos citu autoru pētījumos (Cottenie et al., 2001; Fussmann, 1996). Vēžveidīgie atšķirīgi ietekmē Rotifera sugu plēsonību un konkurenci. Ciklopoīdie (Cyclopoida) Copepoda sugas bieži vien ir aprakstītas kā efektīvi Rotifera grupas plēsīgo sugu (piemēram, *Asplanchna priodonta*) plēsēji (Fussmann, 1996; Williamson, 1983), bet dažas kalanoidu (Calanoida) sugas par barību var izmantot arī Rotifera grupas sugas (Fussmann, 1996; Williamson & Butler, 1986; Schulze & Folt, 1990).

Zooplanktona sugu reakcija uz temperatūras izmaiņām bieži vien ir grūti prognozējama dabisko sistēmu sarežģītības dēļ (Schiel et al., 2004). Mūsu pētījumā iegūto pozitīvo korelāciju starp temperatūru un zooplanktona taksoniem var izskaidrot ar fitoplanktona attīstību, kas nodrošināja barības resursus zooplanktonam (Castro et al., 2005; Matsubara, 1993), un temperatūras tiešo ietekmi uz bioloģisko procesu ātrumu palielināšanos organismos (Gillooly et al., 2001; Loiterton et al., 2004; Wagner & Benndorf, 2007). Tiek pieņemts, ka, pielāgojoties noteiktiem vides apstākļiem, vienas un tās pašas sugas populācija var būt sadalīta

dažādos ūdens slāņos, un šīs daļas var atšķirt pēc attīstības cikliem (Castro et al., 2005; Gillooly et al., 2001; Loiterton et al., 2004; Matsubara, 1993; Wagner & Benndorf, 2007). Rotifera sugām ir plašs temperatūras diapazons (0 – 30 °C), kurā sugas var pastāvēt (Bērziņš & Pejler, 1989a), kopumā ļoti plašs optimālās eksistences diapazons ir tādām sugām kā *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Synchaeta pectinata*, t.i., 0 - 23 °C. (Bērziņš & Pejler, 1989a). Daudzi pētījumi ir parādījuši, ka jo lielākas ir temperatūras svārstības noteiktā laika periodā ezeros, jo lielāka ir sugu daudzveidība (Beaver & Havens, 1996; Gilbert, 2011; Shurin et al., 2010). Lielākā daļa Rotifera, Cladocera un Copepoda sugu bija pozitīvi un būtiski korelētas ar temperatūru un hlorofila α koncentrāciju, kas liecina, ka šo organismu daudzums var būt atkarīgs no barības koncentrācijas un tiem ir plašs temperatūras diapazons, kurā sugas var pastāvēt (Bertilsson et al., 1995; Bērziņš & Pejler, 1989a; Bērziņš & Pejler, 1989b; Weglenska et al., 1997). Tādas Rotifera sugas kā *Polyarthra major*, *Polyarthra vulgaris*, *Polyarthra dolichoptera*, *Asplanchna priodonta*, *Kallicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, kas tika konstatētas arī mūsu pētītajos ezeros, spēj eksistēt visai plašā izšķīdušā skābekļa diapazonā, t.i., 1 - 13 mg⁻¹, ko apliecina arī citi pētījumi (Bērziņš & Pejler, 1989b).

Dažām Cladocera sugām, piemēram, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia cristata* un *Bosmina longispina*, kas tika konstatētas arī mūsu pētītajos ezeros, optimālais temperatūras diapazons ir robežās no 7 līdz 23 °C, bet *Bosmina crassicornis* 14 - 15 °C (Bertilsson et al., 1995). Līdzīga situācija ir Copepoda sugām. Savukārt optimāla izšķīdušā skābekļa koncentrācija gan Cladocera, gan Copepoda sugām ir robežās no 5 līdz 11 mg*L⁻¹ (Bertilsson et al., 1995). Varam secināt, ka mūsu pētījumos noteiktām sugām sakrīt optimālās temperatūras un izšķīdušā skābekļa diapazons ar literatūrā minēto. Liela nozīme ir arī ūdens elektrovadītspējai. Jo elektrovadītspēja ir augstāka, jo mazāks ir Rotifera skaits un otrādi (Swadling et al., 2000). Saskaņā ar Cottenie et al. (2001) Rotifera sugām ir vajadzīgas ūdenstilpes ar augstu duļķainības līmeni, augstu hlorofila- α koncentrāciju, augstu zivju blīvumu un zemu makrozoobentosu blīvumu. (Cottenie et al., 2001). Izšķīdušā skābekļa koncentrācija ūdenī ir atkarīga no bioloģiskiem un ķīmiskiem procesiem ūdenstilpē. Piemēram, augsta izšķīdušā skābekļa koncentrācija augšējos ūdens slāņos var būt augu fotosintēzes rezultāts, kad skābeklis izdalās, vai tas var tikt ieskalots no atmosfēras ar viļņiem. Skābekļa koncentrācijas samazināšanās skaidrojama ar planktona aļģu savairošanos lielos daudzumos un skābekļa izmantošanu dzīvības procesos (Cimdiņš, 2001; Fernandez-Rosado & Lucena, 2001; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Pinel-Alloul, 1995; Seda & Devetter, 2000; Urtāne, 1998; Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). Salīdzinot literatūras datus (Bertilsson et al., 1995; Bērziņš & Pejler, 1989a; Bērziņš & Pejler, 1989b; Doulka & Kehayias, 2011; Elliott, 1977; Field & Prepas, 1997; Kaya et.al., 2010; Kessler & Lampert, 2004; Kizito & Nauwerck, 1995;

Taylor et. al., 1993) ar mūsu pētījuma laikā iegūtajiem datiem par Rotifera, Cladocera un Copepoda sugu korelāciju ar ūdens temperatūru un izšķīdušo skābekli, varam secināt, ka mūsu pētījumā konstatētās likumsakarības sakrīt ar jau minētajām literatūras avotos.

Salīdzinot mūsu pētījumā iegūtos rezultātus ar literatūras datiem (Cimdiņš 2001; Čeirāns, 2007; Kumsāre & Gaile, 1960; Kumsāre & Selkere, 1955; Laganovska, 1961; Līne, 1963; Līne, 1966; Sloka & Sloka, 1955; Urtāne, 1998; Vadzis et al., 1976), var secināt, ka Drīdža, Riča, Sventes un Geraņimovas-Ilzas ezeros zooplanktona kvalitatīvais sastāvs ir līdzīgs citiem Latvijas mezotrofo un mezoeitrofo ezeru zooplanktona sastāvam. Copepoda un Rotifera grupas sugu ciešā mijiedarbība tika novērota arī mūsu pētījumos. Konstatētās taksonu savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarības un izmaiņu tendences ir raksturīgas dziļiem, labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem.

4.2. *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskā daudzveidība Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros, izmantojot nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) un mikrosatelītu lokusu analīzi

Mikrosatelītu un RAPD marķieri ir noderīgi populācijas ģenētikas pētījumos. Mikrosatelītiem parasti ir lielas alēļu variācijas populācijās un starp tām, tādējādi palielinot varbūtību noteikt izmaiņas laika gaitā (Haag et. al, 2010; Selkoe & Toonen, 2006). Visi mikrosatelītu lokusi ir augsti polimorfi, ar augstu informētību un mainīgumu *Daphnia cucullata* populācijās, kas tajā pašā laikā dzīvo kā partenogenētiski organismi. Savukārt, nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) marķieri ļauj skenēt populāciju lielas genoma daļas.

Daphnia cucullata ģenētiskās daudzveidības izpētē tika izmantoti piecdesmit pieci vienkārši nejaušu secību dekanukleotīdu (RAPD) un deviņi mikrosatelītu lokusi. RAPD lokusi *Daphnia cucullata* sugai ģenētiskās daudzveidības izpētē līdz šim nav bijuši pielietoti, bet mikrosatelītu lokusi bieži ir bijuši izmantoti Eiropas zinātniskajās laboratorijās kultivēto *Daphnia* ģints dažādu sugu ģenētiskās struktūras pētījumos (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004; Ender et al., 1996; Harris et al., 2005; Hellsten & Sundberg, 2000; Lynch & Milligan, 1994). Trīspadsmit no piecdesmit pieciem RAPD marķieriem (Roth A (OPA-02; OPA-03; OPA-05; OPA-09; OPA-10; OPA-12; OPA-13), Roth B (OPB-03; OPB-07; OPB-08), Roth C (OPC-11; OPC-20) un Roth F (OPF-10)), un seši no deviņiem mikrosatelītu marķieriem (SwiD1; Dgm105; Dgm101; DaB17/17; Dgm109; Dp519) uzrādīja labus reprezentativitātes rādītājus Latvijas dziļo ezeru *Daphnia cucullata* populācijās. Tomēr daži mikrosatelītu praimerī, kas tika veiksmīgi izmantoti Eiropas *Daphnia* populāciju izpētē, Latvijas populācijās netika amplificēti. Piemēram, trīs no šiem mikrosatelītu lokusiem (DaB10/17; Dp512; DaB17/16), kas tika pielietoti Eiropas *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās daudzveidības izpētei no

Šveices un Nīderlandes ezeriem, Latvijas ezeru populācijā neparādījās (Brede et al. 2006, Colbourne et al. 2004). Tas varētu liecināt par būtisku atšķirību starp *Daphnia cucullata* genotipiem no Kontinentālajiem (Šveice, Nīderlande) un Boreālajiem (Latvija) biogeogrāfiskajiem reģioniem Eiropā. Daži *Daphnia cucullata* populāciju mikrosatelītu lokusi mūsu pētītajās populācijās ir nedaudz garāki nekā Šveices un Nīderlandes populācijām (piemēram, lokuss Dgm105 (165 – 240 bp) un Dgm 109 (250 – 303 bp) bija garāki mūsu pētītajos ezeros. Turpretī salīdzinājumā Šveices un Nīderlandes populācijām mikrosatelītu lokusa Dgm105 izmērs bija 172 - 197 bp un Dgm 109 bija 247 - 266 bp. Ir zināms, ka garākās alēles tiek pakļautas mutācijām vairāk nekā alēles ar mazāku nukleotīdu atkārtojumu skaitu (Estoup et al., 2002). Šīs atšķirības var izskaidrot ar to, ka *Daphnia cucullata* īpatņi no Kontinentālā reģiona tika ņemti no kultivēta materiāla laboratorijā, kas nebija pakļauts dažādu antropogēno faktoru ietekmei (Brede et al., 2006), bet mūsu pētījumā *Daphnia cucullata* īpatņi tika iegūti tieši no ezeriem, kas regulāri ir bijuši pakļauti dažādu antropogēno faktoru, galvenokārt lauksaimniecības, ietekmei.

Vislielākais alēļu skaits, izmantojot RAPD lokusu analīzi, tika konstatēts lokusus Roth F-10 (2 - 11) un Roth C-20 (4 - 10). Lokusam Roth F-10 bija vislielākais alēļu skaits Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeros. Savukārt, lokusā Roth C-20 vislielākais alēļu skaits konstatēts Sventes un Drīdža ezeros. Sakarā ar to, šos lokusus var uzskatīt par vislabāk izmantojamiem turpmākajos *Daphnia cucullata* ģenētiskās populācijas struktūras pētījumos.

Vislielākais alēļu skaits, izmantojot mikrosatelītu lokusu analīzi, tika konstatēts lokusus Dgm105 un Dgm101 (8 un 7), šajos lokusus arī bija maksimālais privāto alēļu skaits (62 % un 57 %) no visām atklātajām alēlēm šajos lokusus. Tomēr Šveices un Nīderlandes ezeros *Daphnia cucullata* populācijās alēļu skaits lokusus Dgm105 un Dgm101 bija daudz mazāks (2 un 3). Alēļu skaits lokusus DaB17/17 un Dgm109 bija vienāds (4 un 5), bet lokusā Dp519 salīdzinājumā ar Šveices un Nīderlandes datiem bija mazāks alēļu skaits (Brede et al., 2006, Colbourne et al., 2004). Konstatētās nelielās atšķirības starp alēļu garumiem *Daphnia cucullata* populācijās mūsu pētītajos ezeros ar Šveicē un Nīderlandē konstatētajām, visticamāk, ir nejaušas ģenētiskas novirzes, bet ne mutāciju rezultāts (De Meester et al., 2006). Iespējams, ka alēļu daudzveidības pieaugumu ietekmē dažādi ķīmiskie savienojumi ūdenī, kā arī kā viens no galvenajiem ietekmējošiem faktoriem jāmin dažādas temperatūras apstākļu izmaiņas mūsu pētītajos ezeros ar Šveicē un Nīderlandē konstatētajām (De Meester et al., 2004; De Meester et al., 2006; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

Mūsu pētījumā augstākais *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskais polimorfisma līmenis, izmantojot RAPD lokusus, tika novērots Drīdža (50 %) un Geraņimovas-Ilzas (33 %) ezeros. Sventes un Riča ezeros bija no 26 % līdz 29 %. Savukārt, augstākais *Daphnia cucullata*

populāciju ģenētiskais polimorfisma līmenis, izmantojot mikrosatelītu lokusus, tika noteikts Riča (100 %) un Geraņimovas-Ilzas (83 %) ezeros, bet vismazākais Drīdža ezerā (33 %). Iegūtos diezgan atšķirīgos ģenētiskā polimorfisma līmeņa rezultātus iespējams var skaidrot ar izvēlēto kodola DNS marķieru (RAPD) specifiku.

Heterozigozitāte kalpo kā evolūcijas potenciāla rādītājs un ir svarīga populācijas dinamikas, kā arī populācijas dzīvotspējas noteikšanā. Vidējais heterozigotitātes līmenis, balstoties uz RAPD analīzi, pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās Sventes, Riča, Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeros svārstās no 0,18 līdz 0,20. Savukārt, vidējais heterozigotitātes līmenis, balstoties uz mikrosatelītu analīzi, pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās ir salīdzinoši augsts un svārstās no 1,67 līdz 3,17. Heterozigozitātes samazināšanās var izraisīt adaptācijas samazināšanos populācijā. Mūsu pētījumā *Daphnia cucullata* populācijas, kurām bija ārkārtīgi augsts heterozigotitātes līmenis, lielākoties sastāvēja no hibrīdiem (Adamowicz et al., 2004; Taylor & Hebert, 1993a, b). χ^2 -tests nosaka, vai atšķirības starp faktiskajiem un prognozētajiem datiem ir saistītas ar nejaušību vai saikni starp aplūkotajiem mainīgajiem.

Vislielākā ģenētiskā distance (Nei, 1978) pētītajās *Daphnia cucullata* populācijās, izmantojot RAPD lokusus, konstatēta starp Drīdža un Sventes ezeriem, kas atrodas viena no otras relatīvi tālu. Savukārt, vismazākā ģenētiskā distance, tika novērota starp Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem gan pēc RAPD lokusu, gan mikrosatelītu lokusu analīzes. Vismazākā līdzība, izmantojot mikrosatelītu lokusu analīzi bija starp Drīdža un Geraņimovas-Ilzas ezeriem, kā arī starp Geraņimovas-Ilzas un Sventes ezeriem. Attiecīgi, gan pēc RAPD lokusu, gan pēc mikrosatelītu lokusu datiem pētītās *Daphnia cucullata* populācijas parāda līdzīgas pētīto *Daphnia cucullata* populāciju strukturēšanās dažādās ģenētiskajās grupās tendences, ko apstiprina arī pētāmo *Daphnia cucullata* populāciju galveno komponentu analīžu (PCA) dati, kā arī klāsterizācija pēc Bajesa un Evano et al. pieejām. Iegūto rezultātu nelielās līdzības/ atšķirības varētu izskaidrot ar izmantoto marķieru (RAPD un mikrosatelīti) pielietojuma īpatnībām, jo RAPD marķieru pielietošana ļauj skenēt diezgan lielu genoma daļu un līdz ar to šo marķieru pamatā iegūtās ģenētiskās distances parasti ir lielākas, nekā, ja tās ir iegūtas ar mikrosatelītu marķieru palīdzību (Williams et al., 1990). Mikrosatelītu marķieriem attiecīgi ir mazāks izmērs un tie ir plaši izplatīti genomā (Ellegren, 2004). RAPD polimorfisms izpaužas, kā noteikta garuma fragmentu klātbūtne vai trūkums, līdz ar to, ka RAPD marķieri ir izplatīti visā genomā (Williams et al., 1990). RAPD ir īpaši piemērota jaunu mainīgo marķieru, kas saistīti ar redzamām pazīmēm, ātrai noteikšanai. Līdz ar to RAPD marķieri ir ļoti nozīmīgi hidrobiontu monitoringā, populāciju ģenētiskajiem pētījumiem zooplanktona sugām, kā piemēram, mūsu gadījumā *Daphnia cucullata*, kurām ir maz vai nav informācijas par genoma struktūru (Gili et al., 2004; Harris et al., 2005; Lynch & Milligan, 1994; Spaak et al., 2004)

atšķirībā no *Daphnia arenata*, *Daphnia pulex*, *Daphnia obtusa*, *Daphnia ambigua*, *Daphnia dentifera*, *Daphnia galeata*, *Daphnia rosea*, *Daphnia hyalina* un *Daphnia magna* (Brede et al., 2006; Colbourne et al., 2004).

Mūsu pētījumā klāsterizācijas dati pēc Bajesa un Evano et al. pieejām rāda, ka *Daphnia cucullata* populācijas (Riča un Geraņimovas-Ilzas), kas atrodas salīdzinoši tālu viena no otras, veido nošķirtu ģenētisku grupu. Ir grūti izskaidrot faktu, ka populācijas, kas atrodas ģeogrāfiski tālu viena no otras un kuru ezeri nav savstarpēji saistīti, ir vislīdzīgākās. Kā vienu no faktoriem, kas var ietekmēt *Daphnia cucullata* īpatņus vai to ilgolu pārvešanu no vienas ūdenstilpes uz citu ir ūdensputni, kuri migrācijas laikā varētu pārnest šos īpatņus vai to ilgolas no vienas ūdenstilpes uz otru (Green & Figuerola, 2005; Figuerola et al., 2003; Figuerola et al., 2005). Tika parādīts, ka migrējošie ūdensputni var pārnest zooplanktona ilgolas līdz pat 50 kilometriem dienā, pārlidojot starp barošanās vai riesta vietām. Literatūrā tiek minēts, ka maksimālais attālums, ko ūdensputni var nolidot no vienas ūdenstilpes līdz otrai ir 1500 kilometri (Green & Figuerola, 2005). Pētījumos, izmantojot mtDNS, tika pierādīts, ka piemēram, *Daphnia ambigua* un *Daphnia laevis* taksonu izplatība sakrīt ar migrējošo ūdensputnu lidošanas virzieniem (Green & Figuerola, 2005). Turklāt tika pierādīts, ka piemēram, *Daphnia lumholtzi* izplatās ātrāk nekā *Bythotrephes longimanus* un *Bythotrephes cederstroemi* (Cladocera), jo to ilgolas putnu zarnu traktā ir mazāk izdzīvot spējīgas nekā *Daphnia lumholtzi* (Green & Figuerola, 2005). Ilgolas var pārnest arī vējš (Hebert & Moran, 1980; Crease et al., 1990; Gomez & Carvalho, 2000; Vanoverbeke & De Meester, 1997). Ilgolas var pārciest skarbus vides apstākļus (sasalšana, izžūšana), un pavasarī labvēlīgos apstākļos no ziemas ilgolām izšķīlušas jaunas partenogēnētiskas mātītes (De Meester et al., 2004; Decaestecker et al., 2009; Hughes, 1989; Hobæk & Larsson, 1990; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Wetzel, 2001).

Daphnia cucullata populāciju ģenētiskās struktūras atšķirības var izskaidrot arī ar lielu cikliskās partenogēnēzes lomu un biotopa lielumu (Brönmark & Hasson, 2001; Hebert, 1987; De Meester, 1996; De Meester et al., 2006; Kalff, 2002; Lampert & Sommer, 1997; Vanoverbeke et al., 2007; Vanoverbeke & De Meester, 1997; Wetzel, 2001). Cikliskā partenogēnētiskā zooplanktonā lielos biotopos ir lielāks ilgolu krājums nekā mazākos biotopos, un līdz ar to augšanas sezonas sākumā palielināsies seksuālo olu skaits no ilgolu bankas. Ilgolas katru gadu uzkrājas ezeru nogulumos, un labvēlīgos apstākļos līdz pat gadsimta vecām ilgolām var izšķīlties diploīdi īpatņi (Deng & Lynch, 1996; Cousyn et al., 2001; Haag et al., 2010; Hairston et al., 2001; Maynard-Smith, 1981; Lynch & Deng, 1994). Seksuālo olu piesaiste no ilgolu bankas palielina ģenētisko daudzveidību un tādējādi būtiski ietekmē ciklisko partenogēnētisko *Daphnia* populāciju ģenētisko struktūru (Korpelainen, 1986; Lynch & Deng,

1994; Michels et al., 2003; Vanoverbeke et al., 2007; Vanoverbeke & De Meester, 1997). Mūsu pētījumā tika konstatēts, ka *Daphnia cucullata* populācijām no Riča un Geraņimovas-Ilzas ezeriem ar mazu zooplanktona taksonu skaitu (47 un 43 attiecīgi) ir lielāka ģenētiskā daudzveidība, salīdzinot ar Drīdža un Sventes ezeriem, kur ir liels zooplanktona taksonu skaits (72 un 69 attiecīgi). Mazs taksonu skaits ietekmē *Daphnia cucullata* taksonu ekoloģisko eksistences nišu, jo šajā gadījumā uz *Daphnia cucullata* ir mazāka citu taksonu mijiedarbība, konkurence, tā vairāk pielāgojas dažādiem apstākļiem, vairāk krustojas, mutē utt., līdz ar to tai ir lielāka ģenētiskā daudzveidība. Brönmark & Hasson (2001), Hebert (1987), De Meester (1996), De Meester et al. (2006), Kalff (2002), Lampert & Sommer (1997), Vanoverbeke et al. (2007), Vanoverbeke & De Meester (1997), Wetzel (2001) plaši diskutē, ka pastāv vairāki skaidrojumi pozitīvai korelācijai starp ģenētisko daudzveidību un biotopu lielumu. Piemēram, vispāratzīts fakts, ka ekoloģiskā daudzveidība palielinās, palielinoties biotopa lielumam. Turklāt populācijas lielumam ir tendence pozitīvi korelēt ar biotopu lielumu. Tiek uzskatīts, ka klonālās fāzes garums un seksuālās vairošanās biežums ir saistīts ar biotopa lielumu un noturību (Hebert, 1987; De Meester, 1996; Vanoverbeke et al., 2007). Lielās ūdenstilpēs, kur biotopu apstākļi ir stabilāki, partenogēnēze tiek uzturēta ilgāku laiku. Tā kā lielākos biotopos bieži ir vairāk ekoloģisko nišu nekā mazākos, tas var veicināt ekoloģiski atšķirīgu genotipu līdzāspastāvēšanu (De Meester, 1996). Mūsu pētīto ezeru ģenētiskās distancas un ģenētiskās diferenciācijas rezultāti gan pēc RAPD, gan mikrosatelītiem, rāda, ka pētītās *Daphnia cucullata* populācijas savā starpā ir dažādas. To iespējams var skaidrot ar pētīto ezeru līdzību pēc vidējā dziļuma un sateces baseina platības, līdzīgiem stabiliem vides apstākļiem, līdz ar to iespējams, ka partenogēnēze šajos ezeros tiek uzturēta ilgāku laiku un šeit ir iespējama atšķirīgu genotipu līdzāspastāvēšana. Lielu ūdenstilpņu partenogēnētiskās populācijās tiek novērota atsevišķu dominējošo ļoti heterozigotu klonu izdzīvošana, par ko liecina neizbēgama seksuālo ģenētisko rekombināciju pārtraukšana, un heterozigotu pārpalikums, ir raksturīga ilgstošas *Daphnia* populācijas iezīme (Deng & Lynch, 1996; Lynch & Deng, 1994; Maynard-Smith, 1981). Mazākos biotopos ir mazākas populācijas nekā lielākajos, padarot populāciju ar vienādu klonu skaitu neaizsargātāku pret nejaušu klonu izzušanu (Spaak et al., 2004; Vanoverbeke, 2007; Wolf, 1987).

Haag et al. (2005) norāda, ka vecākām populācijām ir lielāka ģenētiskā daudzveidība un ka ģenētiskā diferenciācija starp populācijām samazinās līdz ar populācijas vecumu. *Daphnia cucullata* kā ciklisks partenogēns organisms, kura dzīves cikls sastāv no viendzimuma, apomiktiskas fāzes, kas dominē augšanai labvēlīgā sezonā, kad mātītes rada diploīdus partenogēnētiskus pēcnācējus. Partenogēnētiskā reprodukcija turpinās līdz nelabvēlīgo laika apstākļu iestāšanās periodam, kad dažas olas pārvēršas par tēviņiem, bet pārējās - par haploīdām

olām, kam nepieciešama apaugļošana (De Meester et. al, 2006; Hobæk & Larsson, 1990). Visas vasaras garumā notiekošā partenogēniskā reprodukcija nenomāc ģenētisko variāciju apjomu. Tēviņi parādās, ja ir liels populācijas blīvums vai strauja barības vielu samazināšanās. Diploīdiem šajā gadījumā veidojas ziemas olas, jeb ilgolas (Deng & Lynch, 1996; Cousyn et al., 2001; Haag et al., 2010; Hairston et al., 2001 Maynard-Smith, 1981; Lynch & Deng, 1994). Atkarībā no rekombinācijas un partenogēniskās reprodukcijas relatīvās nozīmes *Daphnia cucullata* populācijās būs atšķirīga vietējā daudzveidība un ģenētiskā populācijas struktūra (De Meester et al., 2006; Hughes, 1989). Ja populācijām ir pietiekošs barības daudzums (piemēram, aļģes un baktērijas) un labvēlīgi dzīvošanas apstākļi (piemēram, temperatūra, izšķīduša skābekļa daudzums), tām tiek novērots liels partenogēniski vai biseksuāli vairojošo mātīšu skaits visā reprodūktīvajā sezonā (Gliwicz et al., 2001; Wetzel, 2001). Haag et al. (2005) pieņēma, ka dibinātāja efekts "bottleneck effect" var būt divējāds: proti, ģenētiskās daudzveidības samazināšanās un populācijas īpatņu tuva radniecība.

Jaunu īpatņu imigrācija var ne tikai ieviest jaunu ģenētisko materiālu, bet arī novest pie tuvi radniecīgu hibrīdu atlases, kas var izraisīt "imigrantu" alēļu biežuma palielināšanos, tādējādi izraisot ģenētiskās daudzveidības palielināšanos vecākajās populācijās. Metapopulāciju ģenētiskā struktūra sniedz ieskatu ģenētiskajā diferenciācijā un parāda vietējās izmiršanas un rekolonizācijas sekas. Kā piemēram, kalnu ūdenstilpju baseinu metapopulāciju ar allozīmiem pētījumi parādīja, ka ir izteikta ģenētiskā diferenciācija starp metapopulāciju baseiniem (Haag et al., 2005). Tiek pieņemts, ka populācijas ģenētiskā struktūra metapopulācijā lielā mērā ir izskaidrojama ar trīs dibinātāja efekta sekām: spēcīga novirze kolonizācijas laikā, sekojoša imigrācija un selekcijas ietekme, piesaistot neitrālus gēnus ar saistītiem lokusiem atlasē (Haag et al., 2005).

SECINĀJUMI

1. Visbiežāk sastopamie taksoni *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata*, *Daphnia longispina* un *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), kas tika konstatēti visos gados visas pētījumu sezonas laikā (no maija līdz septembrim), ir tipiski labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem.
2. *Daphnia cucullata* cieša korelācija pētītajos ezeros tika konstatēta ar pH, temperatūru, hlorofilu- α , skābekļa piesātinājumu un duļķainību.
3. Cieša *Daphnia cucullata* korelācija pētītajos ezeros tika konstatēta ar *Daphnia cristata*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina crassicornis*, *Diaphanosoma brachyurum* (Cladocera), *Gastropus stylifer*, *Trichocerca similis* (Rotifera), *Mesocyclops leucarti* (Copepoda), ir skaidrojuma ar to, ka šo taksonu eksistencei ir nepieciešami analogiski vides apstākļi.
4. Konstatētās taksonu skaita un taksonu īpatņu skaita savstarpējo un sezonālo izmaiņu likumsakarības un izmaiņu tendences ir raksturīgas dziļiem, labi caurredzamiem mezotrofiem un mezoeitrofiem Latvijas ezeriem.
5. RAPD lokusus Roth F-10 un Roth C-20 var uzskatīt par vislabāk izmantojamiem turpmākajos *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras pētījumos Eiropā, jo pētītajām *Daphnia cucullata* populācijām, izmantojot šos lokusus bija noteikts vislielākais amplificēto anonīmo secību skaits populācijās un šīs populācijas bija ģenētiski visdaudzveidīgākās.
6. Mikrosatelītu lokusus Dgm105 un Dgm101 var uzskatīt par vislabāk izmantojamiem turpmākajos *Daphnia cucullata* populāciju ģenētiskās struktūras pētījumos Latvijā, jo pētītajām *Daphnia cucullata* populācijām, izmantojot šos lokusus bija noteikts lielākais mikrosatelītu alēļu skaits vienā lokusā, maksimālais alēļu un maksimālais privāto alēļu skaits lokusus.
7. *Daphnia cucullata* populācijām no ezeriem ar mazu zooplanktona taksonu skaitu (47 un 43 attiecīgi) (Riča un Geraņimovas-Ilzas), salīdzinot ar ezeriem ar lielu zooplanktona skaitu (72 un 69 attiecīgi) (Drīdzis un Svente), ir lielāka ģenētiskā daudzveidība, vismazākā ģenētiskā distance, kā arī šīs populācijas veido vienu ģenētisko grupu, ko apstiprina klāsterizācija.

PATEICĪBAS

Izsaku visdziļāko pateicību promocijas darba zinātniskajai vadītājai Dr. biol., prof. Nataļjai Škutei un darba zinātniskajam konsultantam Dr. biol., prof. Artūram Škutei par motivāciju, vērtīgiem padomiem, ekspedīciju nodrošināšanu un veltīto laiku darba izstrādes laikā.

Liels paldies DU Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūta kolēģiem, kas uzmundrināja un dalījās savās zināšanās promocijas darba izstrādes laikā. It īpaši Janai Paiderei, Jeļenai Orehai un Marīnai Savickai. Liels paldies DU DSP „Bioloģija” direktoram Dr. biol., prof. Arvīdam Barševskim, docentiem un Bioloģijas Promocijas padomei par sniegtām atziņām un vērtīgiem padomiem.

Liels paldies DU Zinātņu daļas vadītājai Annai Vanagai un vecākajai referentei Olītai Miglānei par iespēju piedalīties ESF projektā “Daugavpils Universitātes stratēģiskās specializācijas jomu akadēmiskā personāla profesionālās kompetences stiprināšana 3. kārtā” Nr. 8.2.2.0/20/I/003 un pabeigt promocijas darbu.

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Adamowicz, S. J., Hebert, P. D. N., Marinone, M. C. 2004. Species diversity and endemism in the *Daphnia* of Argentina: a genetic investigation. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 140, 171–205.
2. APHA 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21st edition. Washington, D.C., American Public Health Association.
3. Arhipova, I., Bāliņa, S. 2003. Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel. Rīga. Datorzinību centrs. 350.
4. Atienzar, F.A., Conradi, M., Evenden, A.J., Jha, A.N., Depledge, M.H. 1999. Qualitative assessment of genotoxicity using random amplified polymorphic DNA: comparison of genomic template stability with key fitness parameters in *Daphnia magna* exposed to benzo[a]pyrene. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18, 2275 – 2282.
5. Atienzar, F.A., Jha, A.N. 2004. The random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay to determine DNA alterations, repair and transgenerational effects in B(a)P exposed *Daphnia magna*. *Mutation Research*, 552, 125 –140.
6. Bart, T., De Stasio, Jr. 1989. The seed bank of a freshwater crustacean: Copepodology for the plant ecologist. *Ecology*, 70, 1377 - 1389.
7. Beaugrand, G., Ibanez, F., Lindley, J.A. 2001. Geographical distribution and seasonal and diel changes in the diversity of calanoid copepods in the North Atlantic and North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 219, 189– 203.
8. Beaver, J.R., Havens, K.E. 1996. Seasonal and spatial variation in zooplankton community structure and their relation to possible controlling variables in Lake Okeechobee. *Freshwater biology*, 36, 45- 56.
9. Bell, G. 1982. The masterpiece of nature *The evolution and genetics of sexuality* University of California Press, Berkeley, California.
10. Bengtsson, J. 1986. Life histories, interspecific competition between three *Daphnia* species in rockpools. *Journal of Animal Ecology*, 55(2), 641–655.
11. Benzie, J.A.H. 2005. Cladocera: The genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*). Leiden: Kenobi Product & Backhuys Publ., Ghent. 376.
12. Bertilsson, J., Bērziņš, B., Pejler, B. 1995. Occurrence of limnic micro-crustaceans in relation to temperature and oxygen. *Hydrobiologia*, 299, 163- 167.
13. Bērziņš, B., Pejler, B. 1987. Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 147, 107–116.

14. Bērziņš, B., Pejler, B. 1989a. Rotifer occurrence in relation to oxygen content. *Hydrobiologia*, 183, 165–172.
15. Bērziņš, B., Pejler, B. 1989b. Rotifer occurrence in relation to temperature. *Hydrobiologia*, 175, 223–231.
16. Bidēns, S., Larsone, A.M., Ulsons, M. 1997. Ūdens kvalitātes noteikšana. Gēteborga-Rīga: Gēteborgas universitāte, LU VZPSC, 67.
17. Biotopu rokasgrāmata 2000. Latvijas Dabas fonds. 160.
18. Boersma, M., De Meester, L., Spaak, P. 1999. Environmental stress and local adaptation in *Daphnia magna*. *Limnology and Oceanography*, 44, 393-402.
19. Boersma, M., Spaak, P., De Meester, L. 1998. Predator-mediated plasticity in morphology, life history, and behavior of *Daphnia*: The uncoupling of responses. *American Naturalist*, 152, 237-248.
20. Bohn, T., Amundsen, P. A. 1998. Effects of invading vendace (*Coregonus albula* L.) on species composition and body size in two zooplankton communities of the Pasvik River System, northern Norway. *Journal of Plankton Research*, 20 (2), 243-256.
21. Bohonak, A.J., Jenkins, D.G. 2003. Ecological and evolutionary significance of dispersal by freshwater invertebrates. *Ecology Letters*, 6, 783-796.
22. Bottrell, H.H., Duncan, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P., Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norwegian Journal of Zoology*, 24, 419-456.
23. Boxshall, G.A., Halsey, S.H. 2004. An introduction to copepod diversity. Ray Society Series, The Ray Society, London, 166 (1-2), 966.
24. Brakovska, A. 2014. *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (CRUSTACEA: CLADOCERA) distribution and location in composition of zooplankton cenosis in Lake Dridzis. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 14 No.1. 1 - 19.
25. Brakovska, A., Paidere, J., Škute, R. 2012b. Composition dynamics of zooplankton species in the Lake Svente (Latvia) from 2006 to 2011. Proceedings of conference Международная школа-конференция “Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод” 05.- 09.11.2012. Борок, Россия, 140 - 144.
26. Brakovska, A., Paidere, J., Škute, A. 2012a. Diversity survey of samples of Rotifera group in Lakes Svente and Brigene. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 12 No. 2. 113 – 129.

27. Brakovska, A., Paidere, J., Škute, A. 2020. Dynamics and factors influencing zooplankton in the lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas-Ilzas (Eastern Latvia). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 20 No.1. 71 – 94.
28. Brakovska, A., Paidere, J., Škute, R., Škute, N., Škute, A. 2013. Occurrence of Cladocera and genetic diversity of *Daphnia cucullata* in pelagic zone of the Latvian salmonid lakes. *Estonian Journal of Ecology*. Vol. 62 No.4. 244 - 264.
29. Brakovska, A., Škute N. 2017. Genetic diversity of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 population of lakes Svente, Riča, Dridzis and Geranimovas-Ilzas (eastern Latvia) based on microsatellite – PCR analysis. Bioindication in Monitoring of Freshwater Ecosystems III. Proceedings of IIIrd International Conference.St.Petersburg. 55 - 58.
30. Brakovska, A., Škute, N. 2013. Optimisation of DNA and RAPD-PCR amplification for population genetic analysis of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 (Crustacea: Cladocera). *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol. 13 No.2. 11 - 20.
31. Brakovska, A., Škute, N. 2023. Exploring the genetic diversity and population structure of *Daphnia cucullata* Sars, 1862 in Boreal lakes (Latvian Lakeland) based on microsatellites. *Diversity*, 15 (11) 1128. 1 - 5.
32. Brakovska, A., Škute, R. 2007. Ecological characterization of zooplankton groups in the deepest lakes of East Latvia. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. Vol.7 No.2 165 – 174.
33. Brakovska, A., Škute, R. 2009. Ecological evaluation of zooplankton groups in Lake Geranimovas-Ilzas and Lake Garais. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference Environment. Technology. Resources. Vol. 2. 43 - 50.
34. Brakovska, A., Škute, R., Škute, A. 2012. Heterogeneity of distribution and community composition of zooplankton in upper layers of Lake Svente. *Zoology and Ecology*. Vol. 22 No.2 - 3. 172 - 180.
35. Brede, N., Thielsch, A., Sandrock, C., Spaak, P., Keller, B., Streit, B., Schwenk, K. 2006. Microsatellite markers for European *Daphnia*. *Molecular Ecology Notes*, 6, 536-539.
36. Brendonck, L., De Meester, L. 2003. Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. *Hydrobiologia*, 491, 65-84.
37. Brettum, P., Halvorsen, G. 2004. The phytoplankton of Lake Atnsjøen, Norway – a long-term investigation. *Hydrobiologia*, 521, 141- 147.
38. Brooks, J.L., Dodson, S.I. 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science*, 150, 28 - 35.

39. Cáceres, C.E., 1999. Interspecific variation in the abundance, production, and emergence of *Daphnia* diapausing eggs. *Ecology*, 79, 1699-1710.
40. Cáceres, C.E., Tessier, A.J. 2003. How long to rest: the ecology of optimal dormancy and environmental constraint. *Ecology*, 84, 1189–1198.
41. Carvalho, G.R. 1994. Genetics of aquatic clonal organisms. In: Beaumont A (ed) Genetics and evolution of aquatic organisms. Chapman and Hall, London, 291–323.
42. Castro, B.B., Antunes, S.C., Pereira, R., Soares, A.M.V.M., Goncalves, F. 2005. Rotifer community structure in three shallow lakes: seasonal fluctuations and explanatory factors. *Hydrobiologia*, 543, 221– 232.
43. Chang, K.H., Hanazato, T. 2004. Diel vertical migrations of invertebrate predators (*Leptodora kindtii*, *Thermocyclops taihokuensis*, and *Mesocyclops* sp.) in a shallow, eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 528, 249–259.
44. Cimdinš, P. 2001. Limnoekoloģija. Mācību grāmata, Rīga.
45. Cohen, D, Levin, S.A. 1987. The interaction between dispersal and dormancy strategies in varying and heterogeneous environments. *Lect Notes Biomath*, 71, 110–122.
46. Colbourne, J.K., Hebert, P.D.N. 1996. The systematics of North American *Daphnia* (Crustacea: Anomopoda): a molecularphylogenetic approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B*, 351, 349 - 360.
47. Colbourne, J.K., Hebert, P.D.N., Taylor, D.J. 1997. Evolutionary origins of phenotypic diversity in *Daphnia*. In Molecular Evolution and Adaptive Radiation. (Givnish, T. J. & Sytsma, K. J. eds), Cambridge University Press, London. 163 –188.
48. Colbourne, J.K., Robison, B., Bogart, K., Lynch, M. 2004. Five hundred and twenty-eight microsatellite markers for ecological genomic investigations using *Daphnia*. *Molecular Ecology Notes*, 4, 485 – 490.
49. Colbourne, J.K., Wilson, C.C., Hebert, P.D.N. 2006. The systematics of Australian *Daphnia* and *Daphniopsis* (Crustacea: Cladocera): A shared phylogenetic history transformed by habitat-specific rates of evolution. *Biological Journal of the Linnean Society*, 89, 469 - 488.
50. Cole, G.A. 1994. Textbook of limnology fourth edition. The C.V. Mosby Company. St. Louis, Toronto, London. 426.
51. Cottenie, K., Nuytten, N., Michels, E., De Meester, L. 2001. Zooplankton community structure and environmental conditions in a set of interconnected ponds. *Hydrobiologia*, 442, 339 – 350.
52. Cousyn C., De Meester L., Colbourne J.K., Brendonck L., Verschuren D., Volckaert F. 2001. Rapid, local adaptation of zooplankton behavior to changes in predation pressure

- in the absence of neutral genetic changes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 6256 – 6260.
53. Crease, T.J., Lynch, M., Spitze, K. 1990. Hierarchical analysis of population genetic variation in mitochondrial and nuclear genes of *Daphnia pulex*. *Molecular Biology and Evolution*, 7, 444 - 458.
 54. Dagg, M. 1977. Some effects of patchy food environments on copepods. *Limnology and Oceanography*, 22, 99 – 107.
 55. Dagg, M. 1977a. The Biology of Calanoid Copepods: The Biology of Calanoid Copepods. 710.
 56. Davison, J. 1969. Activation of ephippial egg of *Daphnia pulex*. *Journal of General Physiology*, 53, 562 - 575.
 57. De Meester, L. 1996. Local genetic differentiation and adaptation in freshwater zooplankton populations: patterns and processes. *Ecoscience*, 3, 385 - 399.
 58. De Meester, L., Gómez, A., Okamura, B., Schwenk, K. 2002. The monopolization hypothesis and the dispersal-gene flow paradox in aquatic organisms. *Acta Oecol-Intern J Ecol*, 23, 121–135.
 59. De Meester, L., Gómez, A., Simon, J.C. 2004. Evolutionary and ecological genetics of cyclical parthenogens. In Moya A, Font E (eds) *Evolution from molecules to ecosystems*. Oxford University Press, Oxford, 122 – 134.
 60. De Meester, L., Vanoverbeke, J. 1999. An uncoupling of male and sexual egg production leads to reduced inbreeding in the cyclical parthenogen *Daphnia*. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*. 266, 2471 - 2477.
 61. De Meester, L., Vanoverbeke, J., De Gelas, K., Ortells, R., Spaak, P. 2006. Genetic structure of cyclic parthenogenetic zooplankton populations – a conceptual framework. *Arch Hydrobiol*, 167, 217 – 244.
 62. De Meester, L., Weider, L.J., Tollrian, R. 1995. Alternative antipredator defences and genetic polymorphism in a pelagic predator-prey system. *Nature*, 378, 483 - 485.
 63. Decaestecker E., De Meester L., Mergeay J. 2009. Cyclical Parthenogenesis in *Daphnia*: Sexual Versus Asexual Reproduction. *Lost Sex*, 295 – 316.
 64. DeMott, W. R. 1989. The role of competition in zooplankton succession. In Sommer, U. (ed.), *Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities...* New York: Springer, Heidelberg. 195 – 252.
 65. Deng, H.W., Lynch, M. 1996. Change of genetic architecture in response to sex. *Genetics*, 143, 203 – 212.

66. Dimante-Deimantovica, I., Skute, A., Skute, R. 2012. Vertical variability of pelagic zooplankton fauna in deep Latvian lakes, with some notes on changes in ecological conditions. *Estonian Journal of Ecology*, 61, 4, 1 - 18.
67. Dodson, S. I. 1974. Zooplankton competition and predation: an experimental test of the size-efficiency hypothesis. *Ecology*, 55, 605– 613.
68. Dodson, S. I. 1984. Predation of *Heterocope septentrionalis* on two species of *Daphnia*: morphological defenses and their cost. *Ecology*, 65, 1249 - 1257.
69. Dodson, S.I. 1992. Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limnology & Oceanography*, 37 (4), 848 - 856.
70. Dodson, S.I., Hanazato, T. 1995. Commentary on effects of anthropogenic and natural organic-chemicals on development, swimming behavior and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems. *Environmental Health Perspectives*, 103 (4), 7 - 11.
71. Dogels V. 1986. Bezmugurkaulnieku zooloģija. Rīga, Zvaigzne. 555.
72. Doulka, E., Kehayias, G. 2011. Seasonal vertical distribution and diel migration of zooplankton in a temperate stratified lake. *Biologia*, 66 (2), 308 - 319.
73. Dumont, H. J. 1972. Acompetition-based approach of Reverse Vertical Migration in Zooplankton and its Implications, Chiefly Based on a Study of the Interactions of the Rotifer *Asplanchna priodonta* (Gosse) with Several Crustacea Entomostraca. *International Review of Hydrobiology*, 57 (1), 1 – 38.
74. Dumont, H.J., Miron, I., Dall'Asta, U., Decraemer, W., Claus, C., Somers, D. 1973. Limnological aspects of some Moroccan Atlas Lakes, with reference to some physical and chemical variables, the nature and distribution of the Phyto- and Zooplankton, including a note on possibilities for the development of an inland fishery. *Hydrobiologia*, 58, 33 – 60.
75. Dumont, H.J., Negrea, S.V. 2002. Introduction to the Class Branchiopoda. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the World. Vol. 19. Coord. Ed. H.J.F. Dumont. The Netherlands: SPB Academic Publ. Amsterdam. 398.
76. Dussart, B. H., Defaye, D. 2001. Introduction to the Copepoda, Vol. 16. In: Dumont HJF, editor. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Second edition. Leiden: Backhuys Publishers. 344.
77. Ebert, D. 2005. Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in *Daphnia*, National Library of Medicine (US), National Center for Biotechnology Information, Bethesda, Md, USA. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=Books/> (accessed 04.08.2013).

78. Einsle, U. 1996. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops, Vol. 10. In: Dumont HJF, editor. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. The Hague: SPB Academic Publishing. 83.
79. Eipurs, I. 1995. Geraņimovas-Ilzas ezers. Latvijas Daba, 2.sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija. 106.
80. Ellegren, H. 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nature Reviews Genetics*, 5, 435 - 445.
81. Elliott, J.I. 1977. Seasonal changes in the abundance and distribution of planktonic rotifers in Grasmere (English Lake District). *Freshwater biology*, 7, 147 - 166.
82. Ender, A., Schwenk, K., Stadler, T., Streit, B., Schierwater, B. 1996. RAPD identification of microsatellites in *Daphnia*. *Molecular Ecology*, 5, 437 – 441.
83. Escribano, R., Hidalgo, P. 2000. Spatial distribution of copepods in the north of the Humboldt Current region off Chile during coastal upwelling. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 80, 283 - 290.
84. Estoup, A., Jarne, P., Cornuet, J.-M. 2002. Homoplasy and mutation model at microsatellite loci and their consequences for population genetics analysis. *Molecular Ecology*, 11, 1591 – 1604.
85. Fernandez-Rosado, M.J., Lucena, J. 2001. Space-time heterogeneities of the zooplankton distribution in LaConcepción reservoir (Istán, Málaga; Spain). *Hydrobiologia*, 455, 157 – 170.
86. Field, K.M., Prepas, E.E. 1997. Increased abundance and depth distribution of pelagic crustacean zooplankton during hypolimnetic oxygenation in a deep, eutrophic Albert lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*, 54, 2146 - 2156.
87. Figuerola, J., Green, A.J. 2002. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*, 47, 483 - 494.
88. Figuerola, J., Green, A.J., Michot, T.C. 2005. Invertebrate eggs can fly: evidence of waterfowl-mediated gene flow in aquatic invertebrates. *American Naturalist*, 165, 274 - 280.
89. Figuerola, J., Green, A.J., Santamaria, L. 2003. Passive internal transport of aquatic organisms by waterfowl in Doñana, south-west Spain. *Global Ecology and Biogeography*. 12, 427 - 436.
90. Fitzsimmons, J.M., Innes, D.M. 2005. No evidence of Wolbachia among Great Lakes area populations of *Daphnia pulex* (Crustacea: Cladocera). *Journal of Plankton Research*, 27 (1), 121 - 124.

91. Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. *Tierwelt Deutschlands*, 60, 1 - 501.
92. Flössner, D. 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers. 428.
93. Flössner, D. 2002. Die Haplopoda und Cladocera Mitteleuropas. Leiden: Backhuys Publishers. 428.
94. Forest, F., Chase, M. W., Persson, C., Crane, P. R., Hawkins, J. A. 2007. The role of biotic and abiotic factors in evolution of ant dispersal in the milkwort family (polygalaceae). *Evolution*. 61, 1675 - 1694.
95. Fox, J.A. 2004. New microsatellite primers for *Daphnia galeata mendotae*. *Molecular Ecology Notes*, 4, 544 – 546.
96. Frisch, D., Morton, P. K., Roy Chowdhury, P., Culver, B. W., Colbourne, J. K., Weider, L. J., Jeyasingh, P. D. 2014. A millennial-scale chronicle of evolutionary responses to cultural eutrophication in *Daphnia*. *Ecology Letters*, 17, 360 - 368.
97. Fussmann, G. 1996. The importance of crustacean zooplankton in structuring rotifer and phytoplankton communities: an enclosure study. *Journal of Plankton Research*, 18 (10), 1897– 1915.
98. Geller, W., R. Pinto-Coelho, Pauli, H. R. 1992. The vertical distribution of zooplankton (Crustacea, Rotatoria, Ciliata) and their grazing over the diurnal and seasonal cycles in Lake Constance. *Ergebnisse der Limnologie*, 35, 79– 85.
99. Gilbert, J. J. 1988. Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: a review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure. *Limnology and oceanography*, 33, 1286 – 1303.
100. Gilbert, J.J. 2011. Temperature, kairomones and phenotypic plasticity in the rotifer *Keratella tropica* (Apstein, 1907). *Hydrobiologia*, 678 (1), 179 - 190.
101. Gili, M., Monaghan, M. T., Spaak, P. 2004. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) reveals species-specific markers in the *Daphnia galeata-hyalina* species complex. *Hydrobiologia*, 526, 63 –71.
102. Gillooly, J.F., Brown, J.H., West, G.B., Savage, V.M., Charnov, E.L. 2001. Effects of size and temperature on metabolic rate. *Science*, 293 (5538), 51- 2248.
103. Glazačeva, L. 2004. Latvijas ezeri un ūdenskrātuves. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Ūdenssaimniecības un zemes zinātniskais institūts. Jelgava, 217.
104. Gliwicz, M.Z., Pijanowska, J. 1988. Effect of predation and resource depth distribution on vertical migration of zooplankton. *Bulletin of Marine Science*, 43, 695 – 709.

105. Gliwicz, M. Z., Ślusarczyk, A., Ślusarczyk, M. 2001. Life history synchronization in a long-lifespan single-cohort *Daphnia* population in a fishless alpine lake. *Oecologia*, 128, 368 – 378.
106. Gomez, A., Carvalho, G.R. 2000. Sex, parthenogenesis and genetic structure of rotifers: microsatellite analysis of contemporary and resting egg bank populations. *Molecular Ecology*, 9, 203 - 214.
107. Gotelli, J. N., Ellison, A. M. 2004. A Primer of Ecological Statistics. Sinauer Associates. 492.
108. Green, A.J. & Figuerola, J. 2005. Recent advances in the study of longdistance dispersal of aquatic invertebrates via birds. *Diversity and Distributions*, 11, 149–156.
109. Grosberg, R.K., Levitan, D., Cameron, B.B. 1996. Characterization of genetic structure and genealogies using RAPD-PCR markers: a random primer for the novice and nervous. In: Ferraris JD, Palumbi SR (eds), *Molecular Zoology Advances, Strategies and Protocols*. Wiley.
110. Haag, C.R., Riek, M., Hottinger, J.W., Pajunen, V.I., Ebert, D. 2005. Genetic diversity and genetic differentiation in *Daphnia* metapopulations with subpopulations of known age. *Genetics*, 170 (4), 1809 – 1820.
111. Haag, T., Santos, A. S., Sana, D. A., Morato, R. G., Cullen, L. Jr., Crawshaw, P. G. Jr., De Angelo, C., Di Bitetti, M. S., Salzano, F. M., Eizirik, E. 2010. The effect of habitat fragmentation on the genetic structure of a top predator: loss of diversity and high differentiation among remnant populations of Atlantic Forest jaguars (*Panthera onca*). *Molecular Ecology*, 22, 4906 - 4921.
112. Hairston, N.G. 1996. Zooplankton eggs as biotic reservoirs in changing environments. *Limnol Oceanogr*, 41, 1087 – 1092.
113. Hairston, N.G., DeStasio, B.T. 1988. Rate of evolution slowed by a dormant propagule pool. *Nature*, 336, 239–242.
114. Hairston, N.G., Holtmeier, C.L., Lampert, W., Weider, L. J., Post, D. M., Fischer, J. M., Cáceres, C. E., Fox, J. A., Gaedke, U. 2001. Natural selection for grazer resistance to toxic cyanobacteria: Evolution of phenotypic plasticity? *Evolution*, 55, 2203 – 2214.
115. Hairston, N.G., Lampert, W., Cáceres, C.E., Holtmeier, C.L., Weider, L.J., Gaedke, U., Fischer, J.M., Fox, J.A., Post, D.M. 1999. Rapid evolution revealed by dormant eggs. *Nature*, 401,446.
116. Halvorsen, G., B. K.. Dervo, and K. Papinska. 2004. Zooplankton in Lake Atnsjøen 1985-1997. *Hydrobiologia*, 521, 149 - 175.

117. Hanazato, T. 1991. Pesticides as chemical agents inducing helmets formation in *Daphnia ambigua*. *Freshwater Biology* 26, 419 – 424.
118. Hanazato, T. 1992. Insecticide inducing helmet development in *Daphnia ambigua*. *Archives in Hydrobiology*, 123, 451 – 457.
119. Harris, K. D. M., Bartlett, N. J., Lloyd, V.K. 2012. *Daphnia* as an emerging epigenetic model organism. *Genetic Research International*. ID 147892, 1 - 8.
120. Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. 2005. Zooplankton Methodology Manual. Elsevier Academic Press. 533 – 570.
121. Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M. 2005. Zooplankton Methodology Manual. Elsevier Academic Press. 533 – 570.
122. Hart, R. C. 1994. Seasonal replacement in two calanoid copepods with equivalent adult dietary niches: The influence of temperature. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 25, 2439 – 2444.
123. Hebert, P. D. N. 1982. Competition in zooplankton communities. *Annales Zoologici Fennici*, 19, 349 - 356.
124. Hebert, P. D. N., Schwartz, S. S., Ward, R. D., Finston, T. L. 1993. Macrogeographic patterns of breeding system diversity in the *Daphnia pulex* group. I. Breeding systems of Canadian populations. *Heredity*, 70, 148 - 161.
125. Hebert, P. D.N. 1982. Competition in zooplankton communities. *Annales Zoologici Fennici*, 19, 349 - 356.
126. Hebert, P.D.N. 1978. The population biology of *Daphnia* (Crustacea, Daphniidae). *Biological Reviews*, 53, 387 - 426.
127. Hebert, P.D.N. 1987. Genetics of *Daphnia*. In: Peters RH, De Bernardi R (eds) *Daphnia. MemInst Ital Idrobiol*, 45, 439 – 460.
128. Hebert, P.D.N., Moran, C. 1980. Enzyme variability in natural populations of *Daphnia carinata* King. *Heredity*, 45, 313 - 321.
129. Hedrick, P.W. 1995. Genetic polymorphism in a temporally varying environment: effects of delayed diapause. *Heredity*, 75, 164 – 170.
130. Hellsten, M.E., Sundberg, P. 2000. Genetic variation in two sympatric European populations of *Bosmina* spp. (Cladocera) tested with RAPD markers. *Hydrobiologia*, 421, 157 - 164.
131. Hobæk, A., Larsson, P. 1990. Sex determination in *Daphnia magna*. *Ecology*. 71, 2255 - 2268.

132. Horppila, J., Malinen, T., Nurminen, L., Tallberg, P., Vinni, M. 2000. A metalimnetic oxygen minimum indirectly contributing to the low biomass of cladocerans in Lake Hiidenvesi – a diurnal study on the refuge effect. *Hydrobiologia*, 436, 81 – 90.
133. Hudec, I. 2010. Fauna Slovenska. Anomopoda, Ctenopoda, Haplopoda, Onychopoda (Crustacea, Brachiopoda). VEDA: Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied Bratislava. 496.
134. Irvine, K., Moss, B., Balls, H. 1989. The loss of submerged plants with eutrophication II. Relationships between fish and zooplankton in a set of experimental ponds, and conclusions. *Freshwater Biology*, 22, 89 - 107.
135. Irvine, K., Moss, B., Stansfield, J. 1990. The potential of artificial refugia for maintaining a community of large-bodied cladocera against fish predation in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 200/201, 379 - 389.
136. Yeh, F. C., Yang, R. C., Boyle, T. 1999. POPGENE 32-version 1.31. Population Genetics Software.
137. Jeppesen, E., Nøges, P., Davidson, A. T., Haberman, J., Nøges, T., Blank, K., Lauridsen, T. L., Sødergaard, M., Sayer, C., Laugaste, R., Johansson, L. S., Bjerring, R., Amsinck, S. L. 2011. Zooplankton as indicators in lakes: a scientific-based plea for including zooplankton in the ecological quality assessment of lakes according to the European Water Framework Directive (WFD). *Hydrobiologia*, 676, 279-297.
138. Jurevičs, P., Škute, A., Brakovska, A., Stepanova, M. 2012. Spatio-temporal distribution of fish in the northern part of Lake Svente. Proceedings of International Scientific Conference “The current state and perspective of the Coregonid Lakes”. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Supplement 3. 50-61.
139. Kačalova, O., Laganovska, R. 1961. Zivju barības bāze Latvijas PSR ezeros. Rīga, Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas izdevniecība. 160.
140. Kaya, M., Fontaneto, D., Segers, H., Altindag, A. 2010. Temperature and salinity as interacting drivers of species richness of planktonic rotifers in Turkish continental waters. *Journal of Limnology*, 69, 297- 304.
141. Kalff, J. 2002. Limnology: Inland water ecosystems. Prentice- Hall, Upper Saddle River, NJ. 592.
142. Kessler, K., Lampert, W. 2004. Depth distribution of *Daphnia* in response to a deep-water algal maximum: the effect of body size and temperature gradient. *Freshwater biology*, 49, 392 - 401.

143. King, C.E., Schonfeld, J. 2001. The approach to equilibrium of multilocus genotype diversity under clonal selection and cyclical parthenogenesis. *Hydrobiologia*, 446, 323 –331.
144. Kizito, Y.S., Nauwerck, A. 1995. Temporal and vertical distribution of planktonic rotifers in a meromictic crater lake, Lake Nyahiryra (Western Uganda). *Hydrobiologia*, 312/314, 303 - 312.
145. Klavins, M., Rodionovs, V., Kokorite, I. 2002. Chemistry of Surface Waters in Latvia. LU, Riga, 285.
146. Kotov, A.A. 2006. Cladocera: Family Ilyocryptidae (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda). Leiden: Kenobi Productions, Ghent & Backhuys Publishers. 172.
- ¹⁴⁷. Krauter, D., Streble, H. 1988. Das Leben im Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. Stuttgart: Kosmos. 432.
148. Krebs, J.Ch. 1999. Ecological Methodology. Second Edition. Addison Wesley Longman. 620.
149. Lampert, W. 1985. Food limitation and the structure of zooplankton communities. *Archiv für Hydrobiologie, Spec. Issues. Advanc. Limnol.*, 21, 1 – 497.
150. Lampert, W. 1987. Predictability in lake ecosystems: the role of biotic interactions. *Ecological Studies*, 61, 323 - 346.
151. Lampert, W. 2006. Daphnia: Model herbivore, predator and prey. – In: Gliwicz ZM, Mazurkiewicz-Boron G, Rouen K. 2005; (eds): Reviewing European Freshwater Sciences. *Polish Journal of Ecology*, 54, 633 - 652.
152. Lampert, W. 2006. *Daphnia*: model herbivore, predator and prey. *Polish Journal of Ecology*, 54, 607 – 620.
153. Lampert, W., Sommer, U. 1997. Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, New York Oxford, 382.
154. Larsson, P., Dodson, S.I. 1993. Chemical communication in planktonic animals. *Archiv für Hydrobiologie*, 129, 129 – 155.
155. Larsson, P., Weider, L. J. 1995. Cladocera as model organisms in biology. *Developments in Hydrobiology*, 107, 1 – 307.
156. Latvijas ezeru sinoptiskais monitorings 2001.gads. 2002. Latvijas vides aģentūra, 206.
157. Latvijas Sarkanā grāmata. 5. sējums. Zivis, abinieki, rāpuļi. 2003. Galv. red. G. Andrušaitis. Rīga, 144.
158. Leinerte, M. 1988. Ezeri deg! Rīga, Zinātne. 94.
159. Lepš, N., Šmilauer, P. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data. University of South Bohemia České Budejovice: Faculty of Biological Sciences. 110.

160. Lepš, N., Šmilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. New York: United States of America by Cambridge University Press. 283.
161. Lewontin, R. 1972. The Apportionment of Human Diversity. *Evolutionary Biology*, 6, 391- 398.
162. Lieder, U. 1996. Crustacea: Cladocera/Bosminidae. *Süßwasserfauna von Mitteleuropa*, Bd. 8, H. 2-3, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: G.Fischer. 80.
163. Liepa, I., Mauriņš, A., Vimba, E. 1991. *Ekoloģija un dabas aizsardzība*. Rīga, Zvaigzne. 300.
164. Limburg, P.A., Weider, L.J. 2002. 'Ancient' DNA in the resting egg bank of a microcrustacean can serve as a palaeolimnological database. *Proc Roy Soc Lond B*, 269, 281 – 287.
165. Little, T. J., Colbourne, J. K., Crease, T. J. 2004. Molecular evolution of *Daphnia* immunity genes: Polymorphism in a gram-negative binding protein gene and an alpha-2-macroglobulin gene. *J. Mol. Evol.* 59, 498 - 506.
166. Lynch, M., Spitze, K. 1994. Evolutionary genetics of *Daphnia*. In: *Ecological Genetics* (ed. Real L), Princeton University Press, Princeton, NJ. 109 –128.
167. Lynch, M. 1990. The similarity index and DNA fingerprinting. *Molecular Biology and Evolution*, 7, 478 - 484.
168. Lynch, M., Milligan, B.G. 1994. Analysis of population genetic structure with RAPD markers. *Molecular Ecology*, 3, 91 - 99.
169. Locke, A., Sprules, W.G. 2000. Effects of pH, food quality and quantity on survival and condition of *Bosmina longirostris* and *Daphnia pulex*. *Hydrobiologia*, 437, 187 – 196.
170. Loiterton, B., Sundbom, M., Vrede, T. 2004. Separating physical and physiological effects of temperature on zooplankton feeding rate. *Aquatic Sciences*, 66, 123 - 129.
171. Louette, G., De Meester, L. 2004. Rapid colonization of a newly created habitat by cladocerans and the initial build-up of a *Daphnia*-dominated community. *Hydrobiologia*, 513, 245 - 249.
172. Lubbock J. 1857. An account of the two methods of reproduction in *Daphnia*, and of the structure of ephippium. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 57, 79 - 100.
173. MacArthur, R.H. 1965. Patterns of species diversity. *Biological Reviews*, 40, 510-533.
174. Madin, L. P., Horgan, E. F., Steinberg, D. K. 2001. Zooplankton at the Bermuda Atlantic Time series Study (BATS) station: diel, seasonal and international variation in biomass. *Deep-Sea Research*, 48 (8-9), 2063 - 2082.

175. Malone, B.J., McQueen, D.J. 1983. Horizontal patchiness in zooplankton populations in two Ontario kettle lakes. *Hydrobiologia*, 99, 101 - 124.
176. Margalef, D.R. 1958. Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36 - 71.
177. Martins, N., Bollinger, C., Harper, R.M., Ribeiro, R. 2009. Effects of acid mine drainage on the genetic diversity and structure of a natural population of *Daphnia longispina*. *Aquatic Toxicology*, 92, 104 - 112.
178. Matsubara, T. 1993. Rotifer community structure in the south basin of Lake Biwa. *Hydrobiologia*, 271, 1 – 10.
179. Melecis, V. 2011. Ekoloģija. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds. 352.
180. Mergeay, J., Aguilera, X., Declerck, S., Petrusek, A., Huyse, T., De Meester, L. 2008. The genetic legacy of Bolivian *Daphnia*: the tropical Andes as a source for the North and South American *D. pulicaria* complex. *Mol. Ecol.*, 17, 1789 - 1800.
181. Mergeay, J., Vanoverbeke, J., Verschuren, D., De Meester, L. 2007. Extinction, recolonisation and dispersal through time in a planktonic crustacean. *Ecology*, 88, 3032 – 3043.
182. Mergeay, J., Verschuren, D., De Meester, L. 2005. Cryptic invasion and dispersal of an American *Daphnia* in East Africa. *Limnology and Oceanography*, 50, 1278 - 1283.
183. Mergeay, J., Verschuren, D., De Meester, L. 2006. Invasion of an asexual American water flea clone throughout Africa, and rapid displacement of a native sibling species. *Proc Roy Soc Lond B*, 273, 2839 – 2944.
184. Michels, E., Audenaert, E., Ortells, R., De Meester, L. 2003. Population genetic structure of three pond-inhabiting *Daphnia* species on a regional scale (Flanders, Belgium). *Freshwater Biology*, 48, 1825 – 1839.
185. Moore, J. W. 1977. Some factors influencing the density of subarctic populations of *Bosmina longirostris*, *Holopedium gibberum*, *Codonella cratera* and *Ceratium hirundinella*. *Hydrobiologia*, 56, 199 - 207.
186. Moss, B., Stephen, D., Alvarez, C., Becares, E., Van De Bund, W., Collings, E. S., Van Donk, E., De Eyto, E., Feldmann, T., Fernández-Aláez, C., Fernández-Aláez, M., Franken, M. J. R., García-Criado, F., Gross, M. E., Gyllström, M., Hansson, L.-A., Irvine, K., Järvalt, A., Jensen, J.-P., Jeppesen, E., Kairesalo, T., Kornijów, R., Krause, T., Künnap, H., Laas, A., Lill, E., Lorens, B., Luup, H., Miracle, R. M., Nöges, P., Nöges, T., Nykänen, M., Ott, I., Peczula, W., Peeters, E. T. H. M., Phillips, G., Romo, S., Russell, V., Salujõe, J., Scheffer, M., Siewertsen, K., Smal, H., Tesch, C., Timm, H., Tuvikene, L., Tonno, I., Virro, T., Vicente, E., Wilson, D. 2003. The determination of ecological status in shallow lakes - a tested system (ECOFRAME) for implementation

- of the European Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13, 507-549.
187. Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proc.Natl. Acad. Sci. USA*, 70, 3321 - 3323.
 188. Nei, M. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, 89, 583- 590.
 189. Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press, New York. 512.
 190. Nogrady, T., Segers, H. 2002. Rotifera. Volume 6. Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochospohaeridae and Filinia. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* 18. Backhuys Publishers, Leiden. 264.
 191. Ortells, R., Gomez, A., Serra, M. 2006. Effects of duration of the planktonic phase on rotifer genetic diversity. *Arch Hydrobiol*, 167, 203 – 216.
 192. Paidere, J., Škute, R. 2011. Virpotāji (Rotifera) un to fauna Latvijā. Daugavpils, Daugavpils Universitāte. 272.
 193. Pálsson, S. 2000. Microsatellite variation in *Daphnia pulex* from both sides of the Baltic Sea. *Molecular Ecology*, 9, 1075 – 1088.
 194. Peakall, R. Smouse, P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 6, 288 - 295.
 195. Pfrender, M., Lynch, M. 2000. Quantitative genetic variation in *Daphnia*: temporal changes in genetic architecture. *Evolution*, 54, 1502 – 1509.
 196. Picado, A., Chankova, S., Fernandes, A., Simões, F., Leverett, D., Johnson, I., Hernan, R., Pires, A.M., Matos, J. 2007. Genetic variability in *Daphnia magna* and ecotoxicological evaluation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 67, 406 - 410.
 197. Pidgaiko, M.P. 1984. Zooplankton of water bodies of the European part of USSR. Moscow: Nauka. (Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. Москва: Наука.)
 198. Pijanowska, J., Stolpe, G. 1996. Summer diapause in *Daphnia* as a reaction to the presence of fish. *J Plankton Res*, 18, 1407 – 1412.
 199. Pinel-Alloul B. 1995. Spatial heterogeneity as a multiscale characteristic of zooplankton community. *Hydrobiologia*, 300/301, 17 - 42.
 200. Pontin, R. M. 1978. A Key to the Freshwater Planktonic and Semi-planktonic Rotifera of the British Isles. Freshwater Biological Association Scientific Publication, No. 38. 178.

201. Proctor, V.W. 1964. Viability of crustacean eggs recovered from ducks. *Ecology*, 45, 656 - 658.
202. Quinn, P.G., Keough, M., J. 2002. Experimental design and data analysis for biologists Cambridge University Press. 556.
203. Radwan, S., Bielańska-Grajner, I., Ejsmont-Karabin, J. 2004. Wrotki (Rotifera). Fauna słodkowodna Polski. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne. Uniwersytet Łódzki. Oficyna Wydawnicza Tercja, Łódź. 447.
204. Reid, G.K., Wood, R.D. 1976. Ecology of inland waters and estuaries. Toronto, Ontario, D. Van Nostrand Co. 138 – 146.
205. Reid, V. A., Carvalho, G. R., George, D. G. 2000. Molecular genetic analysis of *Daphnia* in the English Lake District: species identity, hybridisation and resting egg banks. *Freshwater Biology*, 44, 247 - 253.
206. Rivier, I.K. 1998. The predatory Cladocera (Onychopoda: Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae) and Leptodoridae of the world. Amsterdam: Backhuys Publ. 213.
207. Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton Rotifers. Biology and Taxonomy. Nägeleu. Obermiller, Stuttgart. 146.
208. Ruttner-Kolisko, A. 1977. Suggestions for biomass calculation of planktonic rotifers. *Archiv für Hydrobiologie, Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 8, 71 - 76.
209. Saksgård, R., Hesthagen, T. 2004. A 14-year study of habitat use and diet of brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Lake Atnsjøen, a subalpine Norwegian lake. *Hydrobiologia*, 521, 187 - 199.
210. Schiel, D.R., Steinbeck, J.R., Foster, M.S. 2004. Ten years of induced ocean warming causes comprehensive changes in marine benthic communities. *Ecology*, 85, 1833 - 1839.
211. Schultz, T.W. 1977. Fine structure of the ephippium of *Daphnia pulex* (Crustacea: Cladocera). *Trans Am Microsc Soc*, 96, 313 – 321.
212. Schulze, P.C., Folt, C.L. 1990. Food resources, survivorship, and reproduction of the omnivorous calanoid copepod *Epischura lacustris*. *Ecology*, 71, 2224 - 224.
213. Schwenk K., Posada D., Hebert P.D.N. 2000. Molecular systematics of European *Hyalodaphnia*: The role of contemporary hybridization in ancient species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 267, 1833 - 1842.
214. Schwenk K., Sand A., Boersma M., Brehm M., Mader E., Offerhaus D., Spaak P. 1998. Genetic markers, genealogies and biogeographic patterns in the Cladocera. *Aquatic Ecology*, 32, 37 - 51.

215. Schwenk, K., Spaak, P. 1995. Evolutionary and ecological consequences of interspecific hybridization in cladocerans. *Experientia*, 51, 465 – 481.
216. Scourfield, D.J., Harding, J. P. 1994. A key to the British Freshwater Cladocera. Freshwater Biological Association Scientific Publication No.5, 61.
217. Seda, J., Devetter, M. 2000. Zooplankton community structure along a trophic gradient in a canyon-shaped dam reservoir. *Journal of Plankton Research*, 22 (10), 1829 – 1840.
218. Segers, H. 1995. Rotifera. Vol. 2. The Lecanidae (Monogononta). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 6. The Netherlands: SPB Academic Publishing. 226.
219. Segers, H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa*, 1564, 1 - 104.
220. Selkoe, K. A., Toonen, R. J. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology Letters*, 9, 615-629.
221. Shannon C. E. 1948. Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379 – 423, 623 – 656.
222. Sharma, B. K. 1998. In: Faunal diversity of India (Eds. J. R. B. Alfred, A. K. Das and A. K. Sanyal). *Zoological Survey of India, Environmental Centre*, 57- 70.
223. Sharma, B.K., Dudani, V.K. 1992. Rotifers from some tropical ponds in Bihar: species composition, similarities and trophic indicators. *The Journal of the Indian Institute of Science*, 72, 121 - 130.
224. Shaw, J.R., Pfender, M.E., Eads, B.D., Klaper, R., Callaghan, A., Sibly, R.M., Calson, I., Jansen, B., Gilbert, D., Colbourne, J.K. 2008. *Daphnia* as an emerging model for toxicological genomics. *Advances in experimental biology*, Volume 2, 165 - 219.
225. Shurin, J.B., Winder, M., Adrian, R., Keller, W. Matthews, B., Paterson, A.M., Paterson, M., et al 2010. Environmental stability and lake plankton diversity: contrasting effects of chemical and thermal variability. *Ecology Letters*, 13 (4), 453 - 463.
226. Slatkin, M., Barton, N.H. 1989. A comparison of three indirect methods for estimating average levels of gene flow. *Evolution*, 43, 1349 - 1368.
227. Sloka, N. 1981. Latvijas PSR dzīvnieku noteicējs. Latvijas kladoceru fauna un noteicējs. Rīga: LVU. 146.
228. Sloka, N. 1998. Virpotāji (Rotatoria). Latvijas Daba 6. sēj. Rīga, Latvijas Enciklopēdija. 93.

229. Smirnov, N.N. 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae. Amsterdam: Backhuys Publ. 197.
230. Stark, J.D., Banks, J.E. 2003. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48, 505 – 519.
231. Sterner, R. W. 1989. The role of grazers in phytoplankton succession. In: Sommer, U. (ed.): *Plankton Ecology*. – Springer, Berlin, 337 – 364.
232. Stollewerk, A. 2010. The water flea *Daphnia*—a new model system for ecology and evolution? *Journal of Biology*, Vol. 9 (21), 1 - 4.
233. Sutela, T., Huusko, A. 1997. Food consumption of vendace *Coregonus albula* larvae in Lake Lentua, Finland. *Journal of Fish Biology*, 51, 939 - 951.
234. Swadling, K.M., Pienitz, R., Nogrady, T. 2000. Zooplankton community composition of lakes in the Yukon and Northwest Territories (Canada): relation ship to physical and chemical limnology. *Hydrobiologia*, 431, 211- 224.
235. Taylor, B.E., DeBiase, A. E., Mahoney, D. L. 1993. Development of the zooplankton assemblage in a new cooling reservoir. *Archiv für Hydrobiologie*, 128, 129 - 148.
236. Taylor, D.J., Crease, T.J., Brown, W.M. 1999. Phylogenetic evidence for a single long-lived clade of crustacean cyclic parthenogens and its implications for the evolution of sex. *Proc Roy Soc Lond B*, 266, 791 – 797.
237. Tallberg, P., Horppila, J., Väisänen, A., Nurminen, L. 1999. Seasonal succession of hytoplankton and zooplankton along a trophic gradient in a eutrophic lake – implications for food web management. *Hydrobiologia*, 412, 81– 94.
238. Ter Braak, C.J.F. 1994. Canonical community ordination, Part I: Basic theory and linear methods. *Ecoscience*, 1, 127- 140.
239. Tessier, A. J., Leibold, M. A., Tsao, J. 2000. A fundamental trade-off in resource exploitation by *Daphnia* and consequences to plankton communities. *Ecology*, 81, 826 – 841.
240. Tessier, A.J., Young, A., Leibold, M. 1992. Population dynamics and body-size selection in *Daphnia*. *Limnol Oceanogr*, 37, 1 – 13.
241. Tidriķis, A. 1997. Riču ezers. Latvijas Daba. 4.sēj. (Kavacs, G., red.), Rīga, Preses nams. 243-244.
242. Tidriķis, A. 1998. Sventes ezers. Latvijas Daba. 5.sēj. (Kavacs, G., red.), Rīga, Preses nams. 180.
243. Tilzer, M. M. 2000. Control factors of planktonic population dynamics in freshwater: a review. *Advances in Limnology*, 55, 471 – 491.

244. Urabe, J. 1990. Stable horizontal variation in the zooplankton community structure of a reservoir maintained by predation and competition. *Limnology and oceanography*, 35, 1703 – 1717.
245. Urtāne, L. 1998. Cladocera kā Latvijas ezeru tipu un trofiskā stāvokļa indikatori. LU, Rīga, 168. (Manuskripts)
246. Van den Brink, P. J., Van den Brink, N. W., Ter Braak, C.J.F. 2003. Multivariate analysis on ecotoxicological data using ordination: demonstrations of utility on the basis of various examples. *Australasian Journal of Ecotoxicology*, 9, 141 - 156.
247. Vanoverbeke, J., De Meester, L. 1997. Among-population genetic differentiation in the cyclical parthenogen *Daphnia magna* (Crustacea, Anomopoda) and its relation to geographic distance and clonal diversity. *Hydrobiologia*, 360, 135-142.
248. Viljanen, M. 1983. Food and food selection of cisco (*Coregonus albula* L.) in a dysoligotrophic lake. *Hydrobiologia*, 101, 129 - 138.
249. Wagner, A., Benndorf J. 2007. Climate-driven warming during spring destabilises a *Daphnia* population: a mechanistic food web approach. *Oecologia*, 151 (2), 351 - 64.
250. Weglenska, T., Ejsmont-Karabian, J., Rybak, J.I. 1997. Biotic interactions of the zooplankton community of a shallow, humic lake. *Hydrobiologia*, 342/343, 185 – 195.
251. Weider L. J., Pijanowska J. 1993. Plasticity of *Daphnia* life histories in response to chemical cues from predators. *Oikos*, 67(3), 385 – 392.
252. Weisse T. 2006. Freshwater ciliates as ecophysiological model organisms- lessons from *Daphnia*, major achievements, and future perspectives. *Archiv für Hydrobiologie*, 167, 1 - 4; 371 - 402.
253. Wetzel R.G. 2001. Limnology. Lake and River Ecosystems. Third Edition. Academic Press. 1006.
254. Wetzel, R.G., Likens, G.E. 2000. Limnological Analyses. New York, Springer Science, Business Media. 429.
255. Williams, D.D., Feltmate, B.W. 1992. Aquatic Insects. Wallingford: CAB International. 358.
256. Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., Tingey, S. V. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*. 18, 6531 - 6535.
257. Williamson, C.E. 1983. Invertebrate predation on planktonic rotifers. *Hydrobiologia*, 104, 385 - 396.
258. Williamson, C.E., Butler, N.M. 1986. Predation on rotifers by the suspension-feeding calanoid copepod *Diaptomus pallidus*. *Limnology and Oceanography*, 31, 393 - 402.

259. Wolda H. 1981. Similarity Indices, Sample Size and Diversity. *Oecologia*, 50, 296 - 302.
260. Zaffagnini, F. 1987. Reproduction in *Daphnia*. In Peters RH, De Bernardi R (eds) *Daphnia*. Mem Inst Ital Idrobiol 45, 245 – 284.
261. Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. New Jersey: Prentice Hall. 929.
262. The Daphnia Genomics Consortium: <http://daphnia.cgb.indiana.edu/>
263. [http:// www.ezeri.lv/. datubāze](http://www.ezeri.lv/.datubaze) (apskatīts 30.03.2018)
264. [http:// www.medicine.lv/. datubāze](http://www.medicine.lv/.datubaze) (apskatīts 26.02.2022)
265. Алексеев, В.Р., Цалохин, С.Я. (ред.) 2010. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон. Товарищество научных изданий КМК, Москва-Ленинград. 494.
266. Кисилев, И.А. 1956. Методы исследования планктона. Жизнь пресных вод СССР. Том IV. Ленинград, Наука. 183–265.
267. Кутикова, Л. А., Старобогатов, Я. И. Л. 1977. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). Ленинград, Гидрометеиздат, 510.
268. Кутикова, Л. А. 1970. Коловратки фауны СССР. Определители по фауне СССР, издав. Зоол. Ин-том АН СССР. Вып. 104. Ленинград, Наука. 744.
269. Лазарева, В.И. 2010. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. Москва, Ассоциация научных публикаций. 183.
270. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. 2004. Биологическое разнообразие. Гуманит. 432.
271. Мануйлова, Е. Ф. 1964. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. Москва-Ленинград, Наука. 328.
272. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон. Товарищество научных изданий КМК, Москва –Санкт-Петербург. 2010. 494.
273. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 2. Ракообразные. Зоологический институт РАН. 1995. 627.
274. Смирнов, Н.Н. 1979. Карцинологический анализ. В кн.: Частные методы изучения истории современных экосистем. Москва, Наука. 100 – 121.
275. Терешенко, В.Г., Терешенко, Л.И., Сметанин, М.М. 1994. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. Москва. 86 - 98.

1. PIELIKUMS

Sventes ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2007. un 2008. gadu

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a- hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 - 36m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
12.07.2007	Vidējie dati	10,99	7,94	0,23	5,75	63,89	508,43	0,94	1,69	0,15
	Standartnovirze	4,21	0,59	0,00	2,32	30,31	16,96	0,41	2,06	0,00
	Min	7,92	7,37	0,22	2,28	22,90	478,00	0,56	0,10	0,14
	Max	18,54	8,92	0,23	8,80	105,40	528,00	2,08	7,70	0,15
03.08.2007	Vidējie dati	11,54	7,78	0,23	4,96	57,13	389,44	1,24	1,81	0,14
	Standartnovirze	4,61	0,70	0,01	2,97	38,36	20,07	0,63	2,14	0,00
	Min	7,92	7,13	0,22	0,93	9,40	354,00	0,50	0,10	0,14
	Max	19,58	8,88	0,23	8,67	112,50	404,00	2,42	6,70	0,15
30.08.2007	Vidējie dati	12,13	7,88	0,23	4,02	47,81	297,14	1,05	2,10	0,14
	Standartnovirze	4,67	0,68	0,01	3,00	38,68	29,40	0,36	0,91	0,01
	Min	7,93	7,25	0,21	0,53	5,30	233,00	0,52	1,00	0,14
	Max	18,29	8,81	0,23	7,67	97,00	337,00	1,80	3,80	0,15
21.09.2007	Vidējie dati	11,09	7,99	0,23	3,95	45,41	263,67	0,92	1,63	0,14
	Standartnovirze	3,07	0,63	0,01	3,54	41,66	55,43	0,38	0,86	0,01
	Min	7,92	7,38	0,22	0,26	2,60	170,00	0,44	0,90	0,14
	Max	14,43	8,69	0,23	8,07	94,10	329,00	1,72	4,90	0,15
13.05.2008	Vidējie dati	7,47	9,27	0,22	11,04	109,73	447,22	2,27	2,96	0,14
	Standartnovirze	2,45	0,14	0,00	0,49	9,81	5,99	0,71	0,15	0,00
	Min	5,70	9,11	0,22	10,53	100,10	434,00	0,61	2,60	0,14
	Max	12,48	9,49	0,23	12,03	125,10	453,00	3,07	3,20	0,15
06.07.2008	Vidējie dati	10,16	7,19	0,23	6,42	69,30	460,43	1,23	4,37	0,15
	Standartnovirze	5,13	0,20	0,00	1,25	21,52	16,26	0,39	1,31	0,00

	Min	6,39	6,98	0,22	4,97	48,00	426,00	0,00	0,00	0,14
	Max	19,62	7,72	0,23	10,57	135,90	473,00	2,03	8,00	0,15
07.08.2008	Vidējie dati	11,26	6,92	0,22	5,89	66,76	449,06	1,15	4,07	0,14
	Standartnovirze	6,06	0,32	0,01	2,29	32,86	24,42	0,32	0,88	0,00
	Min	6,51	6,63	0,21	2,56	24,80	405,00	0,60	3,10	0,14
	Max	20,87	7,67	0,23	8,42	111,80	468,00	1,86	7,00	0,15
22.08.2008	Vidējie dati	11,58	6,91	0,22	5,30	61,69	446,86	1,11	175,99	0,14
	Standartnovirze	6,17	0,33	0,01	2,63	37,73	22,78	0,30	705,38	0,00
	Min	6,53	6,60	0,21	1,54	15,00	410,00	0,73	2,90	0,14
	Max	20,44	7,62	0,23	8,57	113,10	467,00	2,05	3000,00	0,15
02.09.2008	Vidējie dati	10,76	6,83	0,22	7,66	52,46	456,63	1,12	5,78	0,14
	Standartnovirze	4,94	0,40	0,02	3,72	40,58	20,43	0,69	10,43	0,01
	Min	6,53	6,47	0,21	2,33	5,40	426,00	0,57	2,70	0,14
	Max	17,72	7,59	0,31	16,60	107,90	475,00	4,57	68,10	0,20

Sventes ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2010. gadu

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a- hlorofils	Dūļķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 - 36m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
03.06.2010	Vidējie dati	8,98	7,33	0,23	0,15	9,18	80,57	479,14	1,75	4,77
	Standartnovirze	3,86	0,16	0,00	0,00	1,16	16,24	8,07	1,35	4,40
	Min	6,30	7,05	0,23	0,15	8,01	65,30	464,00	0,65	2,50
	Max	18,24	7,66	0,23	0,15	11,59	109,90	488,00	5,47	16,90
19.06.2010	Vidējie dati	9,63	6,72	0,24	0,15	7,78	69,45	504,54	1,22	2,72
	Standartnovirze	4,38	0,31	0,00	0,00	0,88	14,38	11,33	0,89	0,27
	Min	6,57	6,27	0,23	0,15	6,79	55,80	482,00	0,46	2,30
	Max	18,01	7,31	0,24	0,15	9,19	95,40	513,00	3,77	3,40
05.07.2010	Vidējie dati	10,72	6,72	0,23	0,15	5,70	53,08	501,43	1,53	3,33
	Standartnovirze	5,60	0,21	0,00	0,00	1,25	18,61	13,99	1,31	0,40
	Min	6,69	6,36	0,23	0,15	4,42	36,50	471,00	0,57	2,50
	Max	22,80	7,11	0,24	0,15	7,68	88,00	512,00	4,75	4,10
22.07.2010	Vidējie dati	11,45	6,64	0,23	0,15	3,86	36,98	485,78	1,37	3,81
	Standartnovirze	7,03	0,35	0,00	0,00	1,19	16,79	12,52	0,88	0,61
	Min	6,75	6,26	0,23	0,15	2,53	20,80	459,00	0,55	3,10
	Max	26,51	7,33	0,24	0,15	5,68	66,20	498,00	3,28	5,40
05.08.2010	Vidējie dati	11,49	6,58	0,23	0,15	4,71	46,72	473,46	1,39	3,95
	Standartnovirze	6,86	0,75	0,01	0,00	2,82	34,17	16,31	0,78	0,58
	Min	6,77	5,76	0,22	0,14	1,54	12,60	439,00	0,50	3,00
	Max	24,68	8,02	0,24	0,15	8,82	100,60	487,00	3,03	5,00
12.08.2010	Vidējie dati	11,62	6,49	0,23	0,15	4,72	47,08	518,33	1,13	182,84
	Standartnovirze	6,89	0,76	0,01	0,00	3,05	36,45	17,06	0,67	359,40
	Min	6,84	5,74	0,22	0,14	1,39	11,40	479,00	0,49	4,70

	Max	25,38	8,00	0,24	0,15	9,17	111,10	530,00	2,47	1421,00
01.09.2010	Vidējie dati	15,47	7,66	0,23	0,15	7,88	81,16	525,06	1,67	5,95
	Standartnovirze	3,80	0,59	0,01	0,00	1,65	21,97	15,46	0,23	6,16
	Min	8,78	6,76	0,22	0,14	4,69	40,90	512,00	1,35	2,60
	Max	18,14	8,12	0,24	0,15	9,28	99,60	546,00	2,15	24,00
14.09.2010	Vidējie dati	13,64	7,99	0,23	0,15	6,75	66,84	529,75	1,52	3,75
	Standartnovirze	2,69	0,39	0,01	0,00	1,92	21,60	11,73	0,38	1,29
	Min	8,49	7,40	0,22	0,14	3,22	27,90	520,00	0,95	3,00
	Max	15,71	8,30	0,24	0,15	8,63	88,00	548,00	2,25	8,30
24.09.2010	Vidējie dati	12,95	8,09	0,23	0,15	6,57	63,53	538,44	1,63	3,62
	Standartnovirze	1,46	0,34	0,00	0,00	1,71	17,40	7,49	0,40	0,40
	Min	8,91	7,23	0,23	0,14	2,44	21,30	534,00	0,93	3,20
	Max	13,67	8,27	0,24	0,15	7,72	75,30	557,00	2,29	4,70

Sventes ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2011. gadu

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a-hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 - 36m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
11.05.2011	Vidējie dati	5,87	8,00	0,24	0,15	11,36	90,26	465,00	3,07	3,07
	Standartnovirze	2,35	0,49	0,00	0,00	0,77	11,40	7,38	1,13	0,29
	Min	4,02	7,33	0,24	0,15	10,44	78,80	447,00	1,24	2,80
	Max	12,73	8,74	0,24	0,15	12,74	116,30	470,00	6,11	4,40
24.05.2011	Vidējie dati	7,42	7,94	0,24	0,15	10,79	89,31	478,32	2,75	2,70
	Standartnovirze	3,94	0,42	0,00	0,00	0,58	12,40	12,11	1,72	1,11
	Min	4,59	7,45	0,24	0,15	10,17	78,10	454,00	0,87	1,70
	Max	15,45	8,66	0,24	0,15	12,10	110,90	488,00	7,26	7,20
07.06.2011	Vidējie dati	8,48	8,20	0,24	0,15	10,37	89,25	523,23	2,72	3,16
	Standartnovirze	5,80	0,34	0,00	0,00	0,99	18,99	19,59	1,73	1,09
	Min	4,79	7,82	0,24	0,15	9,28	72,20	479,00	0,60	2,20
	Max	22,68	8,94	0,24	0,16	12,37	122,30	536,00	8,05	6,70
21.06.2011	Vidējie dati	10,39	8,30	0,24	0,15	10,03	91,33	532,31	2,23	2,83
	Standartnovirze	6,12	0,52	0,00	0,00	0,90	16,77	23,48	0,69	0,58
	Min	5,03	7,80	0,24	0,15	8,97	71,40	495,00	1,04	1,40
	Max	19,30	9,02	0,24	0,16	12,09	112,80	553,00	3,52	4,00
18.07.2011	Vidējie dati	10,36	8,32	0,24	0,15	9,07	82,96	510,97	1,24	3,94
	Standartnovirze	7,16	0,53	0,04	0,03	2,22	29,69	17,37	0,70	1,24
	Min	5,07	7,88	0,00	0,00	5,34	52,60	460,00	0,12	2,90
	Max	24,33	9,27	0,24	0,16	12,67	130,90	526,00	2,60	7,90
04.08.2011	Vidējie dati	10,22	8,20	0,24	0,15	6,24	57,48	573,19	1,27	4,54
	Standartnovirze	6,83	0,55	0,00	0,00	2,17	26,71	25,11	0,74	1,60
	Min	5,18	7,76	0,23	0,15	3,61	28,30	521,00	0,58	2,50

	Max	22,02	9,22	0,24	0,15	9,48	95,30	591,00	2,97	9,10
17.08.2011	Vidējie dati	9,88	8,14	0,24	0,15	6,01	55,88	540,26	1,30	4,76
	Standartnovirze	6,36	0,56	0,01	0,00	2,73	31,74	24,10	0,70	2,01
	Min	5,21	7,65	0,23	0,15	2,55	20,10	489,00	0,56	3,30
	Max	21,12	9,21	0,24	0,16	9,20	103,30	558,00	2,97	13,80
31.08.2011	Vidējie dati	10,44	8,77	0,24	0,15	6,58	62,98	527,71	1,28	5,08
	Standartnovirze	6,28	0,51	0,01	0,00	3,50	40,11	26,22	0,67	1,73
	Min	5,29	8,30	0,23	0,15	2,32	18,40	487,00	0,64	3,40
	Max	19,29	9,53	0,24	0,16	10,55	114,60	549,00	3,13	12,20
20.09.2011	Vidējie dati	8,85	8,62	0,24	0,15	4,53	42,22	576,57	1,07	4,93
	Standartnovirze	4,35	0,50	0,01	0,00	3,82	38,31	22,87	0,48	2,17
	Min	5,28	8,10	0,23	0,15	0,63	5,00	539,00	0,60	3,00
	Max	15,09	9,38	0,24	0,16	9,73	96,40	595,00	2,83	12,90
04.10.2011	Vidējie dati	8,53	8,99	0,24	0,15	4,26	39,83	370,80	1,04	4,43
	Standartnovirze	3,78	0,37	0,01	0,00	4,18	40,79	42,77	0,48	2,43
	Min	5,28	8,68	0,23	0,15	0,24	1,80	294,00	0,55	2,90
	Max	13,60	9,53	0,25	0,16	9,97	96,40	428,00	2,81	16,30

4.tabula

Riča ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2006.- 2011.gadu

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a-hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 - 20m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
01.07.2006	Vidējie dati	18,49	7,84	0,20	9,05	96,76	494,90	0,00	245,57	8,85
	Stahndartnovirze	4,42	0,26	0,00	0,43	9,88	19,48	0,00	1,72	5,50
	Min	11,09	7,43	0,20	8,54	79,20	471,00	0,00	243,00	0,00
	Max	22,61	8,08	0,20	10,29	111,40	534,00	0,00	249,00	17,10
02.07.2006	Vidējie dati	12,49	7,56	243,67	9,12	85,72	509,10	0,00	3,05	0,20
	Stahndartnovirze	5,67	0,30	1,56	0,32	11,08	8,74	0,00	0,59	0,00
	Min	6,61	7,27	242,00	8,56	72,50	491,00	0,00	1,70	0,20
	Max	21,63	8,06	247,00	9,89	103,30	516,00	0,00	5,20	0,20
19.07.2007	Vidējie dati	13,82	8,25	0,25	8,12	93,98	462,95	1,39	21,71	0,16
	Stahndartnovirze	5,44	0,49	0,00	0,46	15,49	11,68	0,31	93,55	0,00
	Min	7,88	7,79	0,25	7,15	77,90	451,00	0,97	0,70	0,16
	Max	19,83	8,85	0,25	8,74	114,00	489,00	2,01	430,00	0,16
03.08.2007	Vidējie dati	13,21	8,15	0,25	7,38	84,51	380,52	1,41	0,17	0,16
	Stahndartnovirze	4,75	0,51	0,00	0,69	15,88	15,20	0,50	0,20	0,00
	Min	7,66	7,62	0,25	5,87	66,80	365,00	0,94	0,00	0,16
	Max	18,04	8,71	0,25	8,16	102,70	397,00	2,24	0,60	0,16
30.08.2007	Vidējie dati	13,24	8,05	0,25	6,24	71,91	373,91	1,38	10,56	0,16
	Stahndartnovirze	4,93	0,50	0,00	0,88	17,54	17,33	0,43	44,08	0,00
	Min	7,69	7,49	0,25	4,94	49,30	355,00	0,93	0,60	0,16
	Max	18,04	8,58	0,25	7,23	91,00	392,00	1,94	207,90	0,16
21.09.2007	Vidējie dati	11,77	8,14	0,25	6,24	69,54	364,91	1,83	0,98	0,16
	Stahndartnovirze	2,70	0,43	0,00	1,47	19,89	13,92	0,73	0,13	0,00
	Min	7,88	7,56	0,25	4,48	45,10	353,00	0,89	0,70	0,16

	Max	13,95	8,54	0,25	7,89	91,00	382,00	2,77	1,20	0,16
29.07.2010	Vidējie dati	14,40	6,06	0,25	0,16	3,49	34,27	484,20	1,41	3,20
	Stahndartnovirze	7,25	0,48	0,00	0,00	0,43	5,90	14,98	0,45	0,52
	Min	6,61	5,66	0,25	0,16	2,57	26,20	458,00	0,97	2,50
	Max	24,49	6,88	0,26	0,16	3,96	44,90	497,00	2,31	4,00
18.07.2011	Vidējie dati	10,46	8,14	0,26	0,17	8,19	74,54	489,71	1,47	3,31
	Stahndartnovirze	6,71	0,49	0,00	0,00	0,96	19,53	15,60	0,66	0,74
	Min	6,61	5,66	0,25	0,16	2,57	26,20	458,00	0,97	2,50
	Max	24,49	6,88	0,26	0,16	3,96	44,90	497,00	2,31	4,00

5.tabula

Dridža ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2006. – 2010.gadiem

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a-hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 – 50 m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
14.07.2006	Vidējie dati	11,00	7,66	275,05	3,62	45,95	228,95	2,26	0,18	0,20
	Standartnovirze	7,11	0,72	3,04	4,65	59,79	22,77	2,66	0,12	0,00
	Min	5,93	7,14	267,00	0,06	0,60	186,00	0,73	0,10	0,20
	Max	22,98	8,79	278,00	13,01	155,90	263,00	11,91	0,50	0,20
15.07.2007	Vidējie dati	8,47	8,00	0,28	8,15	83,02	487,57	1,00	9,00	0,18
	Standartnovirze	4,34	0,04	0,00	0,10	1,00	8,57	0,02	0,09	0,00
	Min	6,02	7,74	0,27	7,09	76,60	461,00	0,72	0,00	0,18
	Max	18,55	8,98	0,28	8,57	109,00	513,00	2,19	275,70	0,18
03.08.2007	Vidējie dati	8,64	7,85	0,28	7,47	76,50	382,06	0,91	0,29	0,18
	Standartnovirze	4,40	0,40	0,00	0,44	10,98	12,42	0,32	0,33	0,00
	Min	6,10	7,60	0,27	6,22	68,10	353,00	0,72	0,00	0,17
	Max	18,82	8,80	0,28	8,22	105,10	394,00	2,00	1,20	0,18
30.08.2007	Vidējie dati	8,91	7,89	0,28	6,35	65,62	378,55	0,98	0,27	0,18
	Standartnovirze	4,54	0,44	0,01	0,59	12,01	14,42	0,36	0,26	0,00
	Min	6,09	7,64	0,27	4,77	53,80	347,00	0,74	0,00	0,17
	Max	18,03	8,84	0,28	7,39	93,00	388,00	1,88	0,80	0,18
04.06.2010	Vidējie dati	7,59	7,12	0,28	0,18	10,06	84,70	499,07	21740,59	2,80
	Standartnovirze	4,15	0,17	0,00	0,00	0,14	8,59	10,40	147441,59	0,57
	Min	5,14	6,66	0,28	0,18	9,83	79,60	469,00	0,85	2,40
	Max	18,83	7,42	0,28	0,18	10,48	108,10	506,00	999999,00	4,50
18.06.2010	Vidējie dati	7,92	6,57	0,28	0,18	8,80	74,66	502,08	1,40	3,16
	Standartnovirze	4,34	0,30	0,00	0,00	0,32	7,36	10,81	1,08	1,79
	Min	5,41	6,05	0,28	0,18	7,73	70,10	474,00	0,81	2,40

	Max	18,77	7,25	0,28	0,18	9,19	96,20	509,00	5,50	12,10
06.07.2010	Vidējie dati	8,36	6,42	0,28	0,18	6,90	59,38	503,49	1,40	2,98
	Standartnovirze	5,55	0,23	0,00	0,00	0,42	10,36	12,72	1,82	0,52
	Min	5,44	6,00	0,28	0,18	5,46	51,90	467,00	0,73	2,50
	Max	24,19	6,95	0,29	0,18	7,98	88,70	512,00	10,49	4,60
21.07.2010	Vidējie dati	8,78	6,57	0,28	0,18	5,40	46,83	525,39	0,97	2,77
	Standartnovirze	6,38	0,22	0,00	0,00	0,40	8,08	14,38	0,57	0,63
	Min	5,46	6,36	0,28	0,18	3,98	39,10	484,00	0,72	2,20
	Max	26,84	7,19	0,29	0,18	5,87	70,30	537,00	3,24	4,50
01.08.2010	Vidējie dati	8,71	5,66	0,28	0,18	4,05	34,97	480,84	0,96	2,90
	Standartnovirze	6,09	0,41	0,00	0,00	0,35	5,34	12,30	0,42	0,89
	Min	5,50	5,46	0,28	0,18	2,79	27,40	452,00	0,72	2,30
	Max	25,06	6,86	0,29	0,18	4,45	51,60	495,00	2,19	7,40
20.08.2010	Vidējie dati	15,67	7,28	0,28	0,18	5,84	60,27	528,44	1,50	5,33
	Standartnovirze	7,07	0,63	0,00	0,00	1,95	26,64	20,69	0,70	6,20
	Min	7,34	6,70	0,28	0,18	1,74	17,27	499,00	0,82	2,57
	Max	23,41	8,09	0,29	0,18	7,99	93,63	548,00	2,85	27,60
05.09.2010	Vidējie dati	12,43	7,54	0,28	0,18	6,58	63,48	534,88	1,31	3,08
	Standartnovirze	3,19	0,42	0,00	0,00	1,75	20,59	9,84	0,36	0,21
	Min	7,82	7,03	0,28	0,18	4,12	38,60	526,00	0,87	2,70
	Max	15,64	7,93	0,29	0,18	8,43	85,70	548,00	2,13	3,40

Dridža ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2011.gadu

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a- hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 – 50 m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
12.05.2011	Vidējie dati	4,90	8,22	0,28	0,18	10,45	81,65	447,37	2,04	2,41
	Standartnovirze	2,68	0,17	0,00	0,00	0,67	11,32	5,45	0,76	0,56
	Min	3,60	8,01	0,28	0,18	9,94	74,70	430,00	1,54	0,00
	Max	17,61	8,81	0,29	0,19	12,57	122,10	454,00	5,00	3,60
25.05.2011	Vidējie dati	6,76	9,08	0,29	0,18	10,30	84,49	413,90	2,50	2,14
	Standartnovirze	3,56	0,15	0,00	0,00	0,56	12,69	14,82	2,26	0,61
	Min	4,07	8,93	0,28	0,18	9,89	75,80	372,00	1,13	1,30
	Max	14,33	9,40	0,29	0,18	11,72	114,00	431,00	8,39	3,90
08.06.2011	Vidējie dati	644,51	639,54	636,66	633,45	628,97	626,90	628,29	625,55	620,15
	Standartnovirze	5,30	0,50	0,00	0,00	0,55	15,39	14,50	0,74	0,60
	Min	4,33	6,86	0,28	0,18	9,64	74,10	423,00	0,83	1,50
	Max	25,06	8,80	0,29	0,19	12,30	130,40	479,00	4,18	4,50
20.06.2011	Vidējie dati	6,77	7,76	0,29	0,18	9,32	77,79	538,00	1,33	2,23
	Standartnovirze	4,75	0,49	0,00	0,00	0,39	12,89	17,51	0,76	0,51
	Min	4,48	7,47	0,29	0,18	9,04	70,90	481,00	0,90	1,50
	Max	20,17	9,13	0,29	0,19	10,89	113,30	547,00	3,70	4,00
21.07.2011	Vidējie dati	7,54	7,56	0,29	0,18	9,13	77,67	469,10	1,06	2,80
	Standartnovirze	6,08	0,39	0,00	0,00	0,39	16,05	13,65	0,50	0,77
	Min	4,68	7,22	0,29	0,18	8,81	69,20	427,00	0,79	1,90
	Max	24,40	8,72	0,29	0,19	10,28	124,30	478,00	2,72	5,10
01.08.2011	Vidējie dati	7,71	8,14	0,29	0,18	8,70	73,79	548,20	1,15	2,74
	Standartnovirze	6,00	0,35	0,00	0,00	0,40	15,14	17,38	0,59	1,47
	Min	4,70	7,97	0,29	0,18	8,32	64,90	496,00	0,79	1,70

	Max	23,18	9,17	0,30	0,19	9,97	116,90	557,00	3,09	11,90
14.08.2011	Vidējie dati	7,45	8,01	0,28	0,18	6,44	54,52	541,02	1,04	3,24
	Standartnovirze	5,22	0,39	0,00	0,00	0,72	14,37	17,06	0,37	0,54
	Min	4,76	7,81	0,28	0,18	5,72	46,30	492,00	0,79	2,70
	Max	20,60	9,06	0,29	0,19	8,45	94,10	551,00	2,18	4,90

Geraņimovas-Ilzas ezera ūdens fizikāli ķīmisko parametru vidējie rādītāji par 2007.- 2011.gadiem

Laiks	Dziļums	Temperatūra	pH	Elektrovadītspēja	Izšķīdušā skābekļa daudzums	Skābekļa piesātinājums	Oksidēšanās reducēšanās potenciāls	a- hlorofils	Dulķainība	Izšķīdušo vielu daudzums
	0,5 - 43m	°C	pH	mS/cm	mg/l	%	mV	mg/l	NTU	g/l
13.07.2007	Vidējie dati	8,50	7,89	0,32	7,09	72,77	491,60	1,82	1,85	0,21
	Standartnovirze	5,51	0,42	0,00	0,80	17,26	18,04	0,32	0,46	0,00
	Min	5,73	7,68	0,32	5,21	53,00	457,00	1,63	1,10	0,20
	Max	21,17	8,95	0,33	8,71	116,70	519,00	2,76	3,30	0,21
01.08.2007	Vidējie dati	8,31	7,73	0,32	6,34	64,84	385,85	1,85	1,12	0,21
	Standartnovirze	4,67	0,46	0,00	0,71	14,18	13,88	0,40	0,62	0,00
	Min	5,73	7,41	0,32	4,51	47,20	356,00	1,64	0,60	0,20
	Max	18,46	8,78	0,33	7,60	96,50	399,00	2,99	2,70	0,21
30.08.2007	Vidējie dati	8,11	7,83	0,32	5,21	53,31	387,02	1,72	1,30	0,21
	Standartnovirze	4,26	0,43	0,00	0,94	15,55	14,00	0,08	0,53	0,00
	Min	5,74	7,58	0,32	3,05	34,30	354,00	1,55	0,50	0,20
	Max	17,47	8,83	0,33	7,24	90,10	395,00	2,03	2,70	0,21
27.07.2010	Vidējie dati	8,42	5,37	0,30	0,19	2,79	24,13	449,78	1,52	3,43
	Standartnovirze	6,77	0,36	0,00	0,00	0,66	9,09	12,56	0,19	1,55
	Min	5,01	5,51	0,32	0,20	0,99	10,10	448,00	1,48	0,00
	Max	26,26	6,93	0,33	0,21	4,27	53,20	494,00	2,28	11,40
21.07.2011	Vidējie dati	7,21	7,05	0,31	0,20	4,85	42,33	366,29	1,91	3,08
	Standartnovirze	6,51	0,44	0,00	0,00	1,47	23,51	30,79	0,34	0,91
	Min	4,18	6,81	0,33	0,21	3,22	30,50	318,00	1,59	1,90
	Max	24,44	8,83	0,33	0,21	9,74	117,90	494,00	3,12	5,70