



80. Latvijas Universitātes
starptautiskā zinātniskā
konference 2022



BIOLOĢIJAS SEKCIJA
LATVIJAS ŪDEŅU VIDES PĒTĪJUMI UN
AIZSARDZĪBA

APAKŠSEKCIJA



Referātu tēžu krājums
Rīga, 2022.



LATVIJAS UNIVERSITĀTE
**BIOLOĢIJAS
FAKULTĀTE**

“Latvijas ūdeņu vides pētījumi un aizsardzība”

80. Starptautiskā zinātniskā konference

Bioloģijas fakultāte, Hidrobioloģijas katedra

Referātu tēžu krājums

Latvijas Universitātes Dabas Māja

Rīga, Latvija

Rīga: Latvijas Universitāte, 2022.

Atbildīgais par izdevumu: Dr. biol. Ivars Druvietis

© Latvijas Universitāte, 2022

Vāka foto: Ivars Druvietis, “Zooplanktons, Bosmina”



**80. Latvijas Universitātes
starptautiskā zinātniskā
konference 2022**



Bioloģijas sekcija

**“Latvijas ūdeņu vides pētījumi un
aizsardzība” apakšsekcija**

Biology section “Investigations of water
environment and protection”

Otrdiena, 2022. gada 15. februārī plkst. 10.00,
tiešsaistē

Tuesday, 15. February 2022, 10.00 AM, online

Programma/Programme

Vadītāji/Chair: Ivars Druvietis, Agnija Skuja, Maija Balode, Ivars Putnis.		
10.00-10.05	Ivars Druvietis LU	Apakšsekcijas atklāšana, aktuāla informācija
Rīta sēde “Iekšējie ūdeņi”		
10.05–10.20	Dāvis Gruberts, Jana Paidere, Jānis Gavars, Ilmārs Luksts DU	Pirmā diennakts ilguma dreifa ekspedīcija pa Daugavu pavasara palu laikā, izmantojot Lagranža metodi
10.20-10.35	Jana Paidere, Ivars Druvietis, Agnija Skuja, Dāvis Ozoliņš, Laura Grīnberga, Ilga Kokorīte DU, LU, LVGMC	Saukas ezera Rotifera funkcionālo grupu raksturojums
10.35–10.50	Ivars Druvietis, Ilga Kokorīte LU, LVGMC	Lubāna ezera 2021, gada vasaras fitoplanktona raksturojums
10.50–11.05	Diāna Štrausa, Arkādijs Poppels LUBF, Rīgas Nac. ZOO	Braslas upes zoobentosa raksturojums 2021. gada veģetācijas periodā
11.05-11.20	Linda Dobkeviča, Laura Grīnberga, Agnija Skuja, Dāvis Ozoliņš, Ivars	Mērsraga un Randu pļavu lagūnu ekoloģiskā stāvokļa novērtējums

	Druvietis, Oskars Purmalis, Jana Paidere, Viesturs Ozols LU, LUBI	
11.20-11.35	Agnija Skuja, Dāvis Ozoliņš, Linda Uzule, Ilga Kokorīte LU, LUBI, LVGMC	Sešu upju riska ūdensobjektu ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc makrofītiem un makrozoobentosa organismiem
11.35-11.45 pārtraukums		
Pusdienas sēde "Eksperimentālie, metodoloģiskie un jūras pētījumi"		
11.45-12.00	Inta Dimante-Deimantoviča, Anda Prokopoviča, Astra Labuce, Iveta Jurgensone, Ieva Bārda, Kirsten S. Christofersen DU, LHEI, Univ. Copenhagen	Plastic particles impact on freshwater ecosystem – a mesocosms case study
12.00-12.15	Ieva Roznere, Viktoriya AN, Timothy Robinson, Jo Ann Banda, G. Thomas Waters Ohio State University, University of Wyoming	Piesārņotāji Maumee upē (Ohaio, ASV) un to ietekme uz dižgliemeņu fizioloģiju
12.15-12.30	Evita Strobe aktivitātes svešzemju sānpeldes <i>Pontogammarus</i> LHEI	Rīgas līča piekrastes ekoloģiskais stāvoklis pēc biomarkšieru aktivitātes svešzemju sānpeldes <i>Pontogammarus robustoides</i>
12.30-12.45	Elza Birbele, Anete Fedorovska, Māra Kostanda, Solvita Strāķe	<i>Lekanesphaera rugicauda</i> (Leach, 1814) (Isopoda, Sphaeromatidae): Pirmais novērojums Latvijas ūdeņos
12.45-13.00	Gunta Rubene, Kārlis Heimrāts, Ivars Putnis BIOR	Klimata izmaiņu ietekme uz hidroloģiskajiem apstākļiem un aīrkājvēžu dinamiku Rīgas līcī
13.00-13.15	Aurelija Armoškaite, Juris Aigars, Ingrīda Andersone, Solvita Strāķe, Henning Sten Hansen, Lise	Combining expert judgement and field data to assess marine ecosystem services and support ecosystem - based management

	Schroder LHEI , Aalborg University	
13.15-13.30 pārtraukums		
Pēcpusdienas sēde "Ihtioloģija un citi pētījumi"		
13.30-13.45	Kaspars Abersons, Andris Avotiņš, Jolanta Jēkabsone, Didzis Ustups BIOR, LU	Latvijas upēs esošo zivju migrācijas šķēršļu ietekmes novērtēšana un nozīmīgāko šķēršļu identificēšana
13.45-14.00	Kaspars Abersons, Jānis Bajinskis BIOR	Taimiņa dabiskās atražošanās potenciāla novērtēšana divās Gaujas pietekās, izmantojot modificētu THS metodi
14.00-14.15	Jānis Bajinskis, Jānis Aizups, Edmunds Bērziņš, Jānis Dumpis, Elīna Ellere, Ričards Kaupužs, Jānis Kolangs, Oskars Kozinda, Ruta Medne, Jurgis Matīss Pētersons, Raimonds Rezevskis, Amanda Tropa, Toms Zalāns BIOR	Salmon <i>Salmo salar</i> spawning and post– spawning migration behaviour in Salaca River – first results
14,15-14.30	Edmunds Bērziņš, Ruta Medne, Jānis Dumpis, Kaspars Holms, Armands Ērglis, Didzis Ustups BIOR, LLU, EBOAT FISHING TEAM	"Ķer un atlaid" Pierīgas akvatorijā – Zandartu un līdaku makšķerēšana. 2021. gada rezultāti
14.30–14.45	Elīna Ellere, Edmunds Bērziņš, Ruta Medne, Jānis Aizups, Jānis Dumpis, Toms Zalāns, Amanda Tropa, Gunta Rubene, BIOR, LLU	Zivju sezonālās barošanās ekoloģija Saukas ezerā 2020. gadā (2022)
14.45–15,00	Jānis Gruduls, Ivars Putnis, Ivo Šics, Guntars Strods, Ēriks Krūze,	Potenciāli aizsargājamo jūras biotopu ihtiocenozes izpēte Baltijas jūras Latvijas ekskluzīvajā ekonomiskajā zonā : izpētes mērķis un pirmie rezultāti

	Raimonds Rezevskis, BIOR	
15.00-15,30	Noslēgums, diskusijas	

SATURS

LATVIJAS UPĒS ESOŠO ZIVJU MIGRĀCIJAS ŠĶĒRŠĻU IETEKMES NOVĒRTĒŠANA UN NOZĪMĪGĀKO ŠĶĒRŠĻU IDENTIFICĒŠANA.....	8
TAIMIŅA DABISKĀS ATRAŽOŠANĀS POTENCIĀLA NOVĒRTĒŠANA DIVĀS GAUJAS PIETEKĀS, IZMANTOJOT MODIFICĒTU THS METODI.....	11
COMBINING EXPERT JUDGEMENT AND FIELD DATA TO ASSESS MARINE ECOSYSTEM SERVICES AND SUPPORT ECOSYSTEM-BASED MANAGEMENT.....	14
SALMON SALMO SALAR SPAWNING AND POST-SPAWNING MIGRATION MIGRATION BEHAVIOR IN SALACA RIVER – FIRST RESULTS.....	16
“ĶER UN ATLAID” PIERĪGAS AKVATORIJĀ - ZANDARTU UN LĪDAKU MAKŠĶERĒŠANA 2021. GADA REZULTĀTI.....	18
<i>LEKANESPHAERA RUGICAUDA (LEACH, 1814) (ISOPODA, SPHAEROMATIDAE):</i>	
PIRMAIS NOVĒROJUMS LATVIJAS ŪDEŅOS.....	21
PLASTIC PARTICLES IMPACT ON FRESHWATER ECOSYSTEM – A MESOCOSMS CASE STUDY.....	23
MĒRSRAGA UN RANDU PĻAVU LAGŪNU EKOĻOĢISKĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒJUMS.....	26
LUBĀNA EZERA 2021. GADA VASARAS FITOPLANKTONA RAKSTUROJUMS.....	29
ZIVJU SEZONĀLĀS BAROŠANĀS EKOĻOĢIJA SAUKAS EZERĀ 2020. GADĀ (2022).....	31
PIRMĀ DIENNAKTS ILGUMA DREIFA EKSPEDĪCIJA PA DAUGAVU PAVASARA PALU LAIKĀ, IZMANTOJOT LAGRANŽA METODI.....	34
POTENCIĀLI AIZSARGĀJAMO JŪRAS BIOTOPU IHTIOCENOZES IZPĒTE BALTIJAS JŪRAS LATVIJAS EKSKLUZĪVAJĀ EKONOMISKAJĀ ZONĀ: IZPĒTES MĒRĶIS UN PIRMIE REZULTĀTI.....	37
SAUKAS EZERA ROTIFERA FUNKCIONĀLO GRUPU RAKSTUROJUMS 2020. GADĀ.....	40
PIESĀRŅOTĀJI MUMEE UPĒ (OHAIO, ASV) UN TO IETEKME UZ DĪŽGLIEMEŅU FIZIOĻOĢIJU.....	43
KLIMATA IZMAIŅU IETEKME UZ HIDROĻOĢISKAJIEM APSTĀKĻIEM UN AIRKĀJVĒŽU DINAMIKU RĪGAS LĪCĪ.....	45
BRASLAS UPES ZOOBENTOSA RAKSTUROJUMS 2021. GADA VEĢETĀCIJAS PERIODĀ.....	48
SEŠU UPJU RISKĀ ŪDENSOBJEKTU EKOĻOĢISKĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒJUMS PĒC MAKROFĪTIEM UN MAKROZOOBENTOSA ORGANISMIEM.....	49
RĪGAS LĪČA PIEKRASTES EKOĻOĢISKAIS STĀVOKĻIS PĒC BIOMARKĶIERU AKTIVITĀTES SVEŠZEMJU SĀNPELDES PONTOGAMMARUS ROBUSTOIDES.....	54

LATVIJAS UPĒS ESOŠO ZIVJU MIGRĀCIJAS ŠĶĒRŠĻU IETEKMES NOVĒRTĒŠANA UN NOZĪMĪGĀKO ŠĶĒRŠĻU IDENTIFICĒŠANA

Kaspars ABERSONS^{1*}, Andris AVOTIŅŠ¹, Jolanta JĒKABSONE², Didzis USTUPS¹

¹ *Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts "BIOR",*

Lejupes iela 3, Rīga

² *Valsts SIA "Latvijas Vides ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs", Maskavas iela 165, Rīga*

** kaspars.abersons@bior.lv*

Migrācijas šķēršļi ir viens no nozīmīgākajiem nelabvēlīgajiem faktoriem, kas ietekmē anadromo un potadromo zivju populāciju stāvokli. ES Biodaudzveidības stratēģijā 2030. gadam ir norādīts, ka Ūdens pamatdirektīvas mērķu vārdā jāpieliek lielākas pūles, lai atjaunotu saldūdens ekosistēmas un upju dabīgās funkcijas, un to var izdarīt, likvidējot vai pielāgojot šķēršļus, kuri kavē migrējošo zivju pārvietošanos. Jebkura zivju migrācijas šķēršļa ietekmes samazināšana atstāj pozitīvu ietekmi gan uz upes zivju faunu, gan tās ekoloģisko kvalitāti. Tomēr sagaidāmais ieguvums dažādiem šķēršļiem ir atšķirīgs, un zivju migrācijas iespēju atjaunošana primāri ir nepieciešama šķēršļos, kuru ietekme ir vislielākā. Latvijā līdz šim ir veikti vairāki pētījumi, kuros ievākta un analizēta informācija par zivju migrācijas šķēršļiem, kā arī sniegti priekšlikumi to ietekmes samazināšanai. Tomēr nevienā no šiem pētījumiem nav veikta mērķtiecīga visas Latvijas mēroga zivju migrācijas šķēršļu ietekmes novērtēšana un zivju migrācijai nozīmīgāko šķēršļu identificēšana.

Šī pētījuma mērķis ir novērtēt zināmo zivju migrācijas šķēršļu nelabvēlīgo ietekmi un identificēt šķēršļus, kuru ietekme uz zivju migrāciju ir vislielākā. Pētījums veikts Latvijas Vides aizsardzības fonda projekta Nr. 1-08/43/2020 "Latvijas upju ierindošana prioritārā secībā pēc to esošās un potenciālās nozīmes zivju faunas saglabāšanā" ietvaros.

Šķēršļu ietekmes novērtēšanai izmantots projekta ietvaros veiktais dzīvotņu relatīvās piemērotības vērtējums nozīmīgākajām zivju sugām (lasis, taimiņš / strauta forele, vimba, alata, upes nēģis, strauta nēģis un salate). Dzīvotņu piemērotība raksturota vienu kilometru gariem posmiem. Katrai sugai sagatavots nosacījumu modelis, kurā, izmantojot platumu, kritumu, noēnojumu un sateces baseinu, novērtēta posma piemērotība konkrētai sugai. Izmantojot jaukta efekta log-lineāro regresiju, kā arī zivju (informācija par 1271 posmu) un nēģu (informācija par 121 posmu) uzskaišu rezultātu datubāzi, piemērotības modeļi saistīti ar

Īpatņu blīvumu un modeļa prognoze izmantota neietekmēta indivīdu blīvuma noteikšanai. Lai ņemtu vērā dažādas ietekmes (iztaisošana, HES ekspluatācija u.c.), katrai no tām noteikts ietekmes koeficients, kas reizināts ar aprēķināto neietekmēto populāciju. Katram no šķēršļiem, ņemot vērā tā veidu, augstumu u.c. raksturlielumus, piemērots pārvarēšanas koeficients katrai sugai, kas ļāva aprēķināt šķēršļa ietekmi uz reprodūktīvā potenciāla izmantošanu. Analizējot dažādus scenārijus ar individuālu šķēršļu vai šķēršļu kaskāžu ietekmes novākšanu, noskaidrota katra šķēršļa ietekme uz zivju populāciju augšpus šī šķēršļa esošajos upju posmos.

Pieci individuāli nozīmīgākie zivju migrācijas šķēršļi Latvijas upēs ir Ventas rumba, Staiceles papīrfabrikas aizsprosta paliekas, kā arī Iecavas, Dobelnieku un Braslas HES aizsprosti. Kā Latvijas mērogā nozīmīgi identificēti vēl 53 šķēršļi, no kuriem vairums ir vai nu ekspluatācijā esošu HES (25 gab.) vai citu ūdenskrātuvju aizsprosti (21 gab.). Tikai seši no nozīmīgākajiem šķēršļiem ir aizsprostu paliekas un viens – slikti iebūvēta caurteka. No šiem šķēršļiem 14 atradās Gaujas, 11 – Ventas, deviņi – Daugavas sateces baseinā, bet septiņi – Rīgas jūras līcī ietekošajās mazajās un vidējās upēs. Lielupes, Salacas, Bārtas, Irbes, Sakas un Užavas baseinā atradās viens līdz trīs šādi šķēršļi. Individuāliem aizsprostiem nosacīti var pielīdzināt arī šķēršļu kaskādes, kuras veido tikai divi šķēršļi. Neņemot vērā šķēršļus, kas atrodas augšpus kāda no pieciem nozīmīgākajiem šķēršļiem vai augšpus Rīgas HES, tika identificētas deviņas šādas kaskādes. No tām piecas veido divas HES, bet pa vienai – HES un cits aizsprosts, HES un cita aizsprosta paliekas, divi cita veida aizsprosti un divas aizsprosta paliekas. Trīs no šādām kaskādēm atradās Gaujas baseinā, pa divām – Lielupes un Daugavas, bet pa vienai – Bārtas un Salacas baseinā.

Iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka zivju migrācijas šķēršļi ietekmē faktiski visu nozīmīgāko upju sateces baseinus. Visvairāk šādu šķēršļu ir Gaujas un Ventas sateces baseinā, kas varētu būt saistīts ar šo upju raksturlielumiem. Abas upes un to pietekas veido plašas senlejas, kurās tekošās upes to salīdzinoši lielā krituma un stāvo krastu dēļ ir labi piemērotas ekoloģiski jutīgām zivju sugām un samērā viegli uzpludināmas. Pārsteigums ir lielais individuāli nozīmīgo šķēršļu skaits lejpus Rīgas HES esošajā Daugavas baseina daļā. Tas norāda, ka ievērojamu uzlabojumu Daugavas baseinā ir iespējams panākt arī tad, ja netiek nodrošināta zivju migrācija Daugavas HES kaskādē.

Neskatoties uz to, ka HES aizsprosti ir tikai aptuveni 16% no Latvijas upēs zināmajiem zivju migrācijas šķēršļiem, tie veido gandrīz pusi no šajā pētījumā identificētajiem nozīmīgākajiem šķēršļiem. Otra lielākā grupa ir citi eksistējošu ūdenskrātuvju aizsprosti, savukārt aizsprostu palieku un caurteku starp nozīmīgākajiem šķēršļiem ir salīdzinoši maz. Līdz ar to, vērā ņemama zivju migrācijas iespēju uzlabošana Latvijā būs iespējama tikai tad, ja būs pieejami līdzekļi HES un citu lielo aizsprostu atpirkšanai un sabiedrība kopumā atbalstīs ūdenskrātuvju nosusināšanu un upju tecējuma atjaunošanu.

TAIMIŅA DABISKĀS ATRAŽOŠANĀS POTENCIĀLA NOVĒRTĒŠANA DIVĀS GAUJAS PIETEKĀS, IZMANTOJOT MODIFICĒTU THS METODI

Kaspars ABERSONS^{1*}, Jānis BAJINSKIS¹

¹ *Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts "BIOR",*

Lejupes iela 3, Rīga

** kaspars.abersons@bior.lv*

Taimiņš ir anadroma ceļotājzivs, tā ir gan makšķernieku iecienīta zivs, gan arī īpaši aizsargājama ierobežoti izmantojama suga, kuras nārsta vietām izveidojami mikroliegumi. Viens no nozīmīgākajiem sekmīgas taimiņa aizsardzības nodrošināšanas priekšnosacījumiem ir pietiekamas zināšanas par šīs sugas nārstam un mazuļu attīstībai nozīmīgajiem ūdeņiem.

Šī pētījuma mērķi ir novērtēt taimiņa dabiskās atražošanās potenciālu un tā faktisko izmantošanu divās atšķirīgās ūdenstecēs, kā arī pārbaudīt modificētas THS metodes pielietojamību šādu pētījumu veikšanai. THS jeb *Trout Habitat Score*, ņemot vērā upes dziļumu, platumu, straumes ātrumu, substrātu un noēnojumu, ļauj novērtēt tās piemērotību taimiņa nārstam un mazuļu attīstībai. Klasiskā THS metode paredz mērījumu izdarīšanu ik pēc pieciem metriem, bet Latvijā izstrādātā modificētajā metodē THS vērtība tiek noteikta 50 m gariem upes posmiem. Pielietojot modificēto metodi, samazinās mērījumu precizitāte, taču pieaug iespējas THS novērtēšanu veikt garākos upes posmos. Modificētā metode upju kartēšanā tiek izmantota kopš 2020. gada, taču tās efektivitāte līdz šim nav novērtēta.

Pētījums veikts divās Gaujas pietekās – Vējupītē un Lenčupē. Abās upēs apsekots posms no grīvas līdz pirmajam cilvēka veidotajam zivju migrācijas šķērslim (Vējupītē 3,6 km, bet Lenčupē – 11,1 km). Vējupīte ir maza ritrāla tipa upe (sateces baseina platība 27 km², kritums apsekotajā posmā > 20 m/km). Lenčupe ir vidēji liela ritrāla tipa upe (baseina platība 127 km², vidējais kritums apsekotajā posmā 2,7 m/km). Upju apsekošana veikta ES Kohēzijas fonda projekta Nr. 5.4.3.0/20/l/001 ietvaros, sadarbībā ar Dabas aizsardzības pārvaldi.

Taimiņu dabiskās atražošanās potenciāls katrā no posmiem aprēķināts, izmantojot formulu $\text{Log}_{10}(\text{Pot}) = 0,963 - (0,906 \log_{10}(\text{plat})) + (0,045 t^{\circ}\text{C}) - (0,037 \text{ Ģgar}) + (0,027 \text{ Ģplat}) + (0,033 \text{ THS})$, kur: Pot – dabiskās atražošanās potenciāls jeb 0+ vecuma grupas taimiņa mazuļu īpatņu blīvums, gab./100 m²; plat – upes platums, m; t[°]C – gada vidējā gaisa

temperatūra, °C; Ģgar un Ģplat – ģeogrāfiskais garums un platums, WGS-84; THS – THS vērtības klase: 0, ja THS vērtība <5; 1 – ja 5 vai 6; 2 – ja 7 vai 8; 3 – ja 9 vai 10 (Pedersen *et al.* 2017). Faktiskais taimiņa mazuļu īpatņu blīvums novērtēts, izmantojot elektrozeju (trīs elektrozejas parauglaukumi Vējupītē un četri – Lenčupē).

Lenčupē dominē taimiņa nārstam un mazuļu attīstībai vidēji (THS 5 vai 6 balles) piemēroti posmi, kuru īpatsvars apsekotajā upes daļā bija 45,2%. Labi (THS 7 vai 8) vai ideāli (THS 9 vai 10) piemēroti posmi Lenčupē aizņēma attiecīgi 24,3% un 10,5%. Vējupītē dominēja taimiņa nārstam un mazuļu attīstībai ideāli piemēroti posmi, kuru īpatsvars apsekotajā posmā sasniedza 93,1%. Aprēķinātais vidējais potenciālais (prognozējamais) 0+ vecuma grupas taimiņa mazuļu īpatņu blīvums Lenčupē ir 25,6 gab./100 m², bet kopējā potenciālā produkcija visā apsekotajā posmā ir aptuveni 12,2 tūkstoši mazuļu gadā. Vējupītē vidējais potenciālais 0+ vecuma taimiņa mazuļu īpatņu blīvums ir 41,9 gab./100 m², bet potenciālā produkcija visā apsekotajā posmā – aptuveni 4,6 tūkstoši mazuļu gadā.

Vējupītē divos no apsekotajiem parauglaukumiem faktiskais īpatņu blīvums bija lielāks, nekā prognozētais, bet trešajā sasniedza 73,0% no prognozētā. Tas ļauj novērtēt, ka faktiskā taimiņa mazuļu produkcija Vējupītē ir tuvu potenciālajai un sasniedz vismaz 4,5 tūkstošus mazuļu gadā. Lenčupē apsekotajos parauglaukumos faktiskais taimiņa mazuļu īpatņu blīvums bija attiecīgi 0%, 3,0%, 14,3% un 68% no prognozētā. Vērā ņemams īpatņu blīvums konstatēts tikai tajos Lenčupes posmos, kuros THS vērtība sasniedza vismaz astoņas balles. Pieņemot, ka arī neapzvejotajā Lenčupes daļā taimiņu dabiskā atražošanās notiek galvenokārt posmos, kuru THS vērtība ir 8–10 balles un, ka atražošanās potenciāls šajos posmos tiek izmantots par aptuveni 50%, var aprēķināt, ka faktiskā 0+ vecuma mazuļu produkcija Lenčupē ir aptuveni 1,2 tūkstoši mazuļu gadā, t.i., tikai aptuveni 10% no potenciālās. Faktisko īpatņu blīvumu šajā ūdenstecē negatīvi ietekmē galvenokārt nepietiekams straumes ātrums un pārāk liels smalka substrāta (nogulumi un smiltis) īpatsvars.

Pieaugot THS vērtībai, palielinās arī attiecīgajā posmā noķerto taimiņa mazuļu īpatņu blīvums, turklāt faktiskā taimiņa mazuļu īpatņu blīvuma atšķirības dažādos parauglaukumos samērā cieši korelē ar prognozētajām atšķirībām ($R^2 = 0,705$). Taču taimiņam ideāli piemērotos posmos (THS = 10) to mazuļu īpatņu blīvums bija lielāks, nekā prognozēts, savukārt sliktāk piemērotajos – mazāks. Minētie fakti ļauj secināt, ka modificētā THS metode

kopumā ir piemērota taimiņu dabiskās atražošanās potenciāla novērtēšanai, taču tās precizitātes palielināšanai ir nepieciešams izstrādāt Latvijas upēm labāk piemērotu prognozējamā mazuļu īpatņu blīvuma aprēķināšanas metodi.

Izmantotās literatūras saraksts:

Pedersen, S., Degerman, E., Debowski, P., Petereit, C. 2017. *Assessment and recruitment status of Baltic Sea Trout populations*. In: Harris, G. (Ed): Sea Trout Science and Management. Proceedings of the 2nd International Sea Trout Symposium. Matador, 423-441

COMBINING EXPERT JUDGEMENT AND FIELD DATA TO ASSESS MARINE ECOSYSTEM SERVICES AND SUPPORT ECOSYSTEM-BASED MANAGEMENT

**ARMOŠKAITĒ, Aurelija^{1,2}, AIGARS, Juris¹, ANDERSONE, Ingrīda¹, STRĀŽE, Solvita¹, HANSEN,
Henning Sten² and SCHRØDER, Lise²**

¹ *Latvian Institute of Aquatic Ecology, Latvia*

² *Aalborg University, Denmark*

**Aurelija Armoskaite, aurelija.amoskaite@lhei.lv/ auar@plan.aau.dk*

Ecosystem structures, functions, and a sustainable supply of ecosystem services (ES) are critical for the survival of life on earth. Across the globe, the European union, and the Baltic Sea region ecosystem-based management, and specifically marine spatial planning (MSP) is being adopted to promote the protection and conservation of biological diversity, marine resources and equitable sharing of benefits in society. An ES perspective is increasingly recognised for it's potential to support the implementation of MSP through integrated ES assessment, which enable trade-off analysis and illustrate the effects of decisions on ecosystems and human wellbeing, however, is still rarely applied in practice due to various challenges including communication across disciplines and institutions, complexity of social-ecological systems as well as uncertainty and fragmented data (Drakou et al., 2017).

Here, method for service assessment based on social and natural scientific expert knowledge and a range of data sources is presented. Using this method, it is possible to estimate the relative importance of species and habitats in ecosystem functioning and service supply (Armoškaitė et al., 2020). Further, estimate the impacts of environmental change on the wellbeing of people using observed or estimated change in habitat spatial distribution or species biomass (Armoškaitė et al., 2021).

The results of an assessment employing this method conducted for the Latvian marine waters at various scales and using various sources of knowledge are visually represented in diagrams and maps to improve communication and increase transparency. Further, illustrate the link between environmental change in MPAs under pressure from various human activities and human wellbeing. The results prompt questions about our approach to conservation and highlights the need for more ecosystem-based MSP, and illustrate how

expert judgement in combination with field data can be used to overcome the dilemma of 'urgency and uncertainty'.

References

Armoškaitė, A., Aigars, J., Andersone, I., Hansen, H., Schrøder, L. and Strāķe, S., 2021. *Assessing change in habitat composition, ecosystem functioning and service supply in Latvian protected stony reefs*. Journal of Environmental Management, 298, 113537. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113537>

Armoškaitė, A., Puriņa, I., Aigars, J., Strāķe, S., Pakalniēte, K., Frederiksen, P., Schrøder, L. and Hansen, H. 2020. *Establishing the links between marine ecosystem components, functions and services: An ecosystem service assessment tool*. Ocean & Coastal Management, 193, 105229. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105229>

Drakou, E.G., et al. 2017. *Marine and coastal ecosystem services on the science–policy–practice nexus: challenges and opportunities from 11 European case studies*, International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 13:3, 51-67, DOI: 10.1080/21513732.2017.1417330

**SALMON *SALMO SALAR* SPAWNING AND POST-SPAWNING MIGRATION
BEHAVIOR IN SALACA RIVER – FIRST RESULTS**

**Jānis BAJINSKIS^{1*}, Jānis AIZUPS¹, Edmunds BĒRZIŅŠ¹, Jānis DUMPIS¹, Elīna ELLERE¹,
Ričards KAUPUŽS¹, Jānis KOLANGS¹, Oskars KOZINDA², Ruta MEDNE¹, Jurgis Matīss
PĒTERSONS¹, Raimonds REZEVSKIS¹, Amanda TROPA¹, Toms ZALĀNS¹**

¹ *Institute of food safety, animal health and environment, BIOR, Fish resources research
department, Lejupes iela 3, Riga, Latvia, LV-1076*

² *Latvia University of Life Sciences and Technology, Veterinary hospital, Kristapa Helmaņa
iela 8, Jelgava, Latvia, LV-3004*

** janis.bajinskis@bior.lv*

Salaca river is the most productive wild salmon river in the Latvia. Although regular surveys of salmon populations have been conducted since the 1960s, there is still a lack of some fundamental knowledge about the migration behavior of salmon, pre- and post-spawning survival, and the preference for spawning grounds.

The main objective of this ongoing study is to obtain more knowledge about salmon movement in the river during spawning and post-spawning period as well as post-spawning survival. It was also attempted to assess how catch-and-release (C&R) angling affects the post release behavior and survival of salmon. To achieve these goals, a radio telemetry study was launched on September 21st, 2021.

Salmon for tagging were caught 1 km upstream from Salaca river mouth using fyke net (control group) and 4 km upstream using angling (C&R). During 31 day (21st September – 21st October) in total 39 ascending salmon were tagged by surgically implanting 16x46 mm radio transmitters *Lotek MCFT2-3A* in the abdominal cavity. The control group consisted of 12 female salmon and 13 males, but catch-and-release group consisted of 5 salmon female and 9 males. Tagged salmon were tracked using two stationary and two mobile radio telemetry receivers. Mobile tracking was done from kayaks or on foot along the banks.

Age reading from collected scales showed that most of the salmon (65%) had left Salaca river as one year old smolts and 54% of the tagged salmon were one sea winter fish, 24% two sea winter and 22% three sea winter fish. 87% of the tagged salmon spawned for the first time.

Survival of salmon during this study was 80%. Highest tagged salmon loss (6 specimen) was observed in control group, which can be linked to seal predation who also damaged salmon in the fyke net during sample collection. Given the proximity to the sea, postponed spawning and return to the sea is also possible, but such behavior is more typical of sea trout *Salmo trutta*. All salmon tracked to spawning grounds have survived after spawning.

The spawning sites chosen by the tagged salmon coincided with the already well-known most important riffle complexes for spawning.

Salmon from control group migrated significantly farther distances to their spawning positions (average = 20 km, SD = 10, range = 6–40 km, N = 17) than salmon caught in catch–an–release angling (average = 8 km, SD = 9, range = 1–31 km, N = 12), which may be related to the additional stress experienced during the pull–out fight.

Four patterns of behavior were observed during the post–spawning period: descend migration to the sea right after spawning; descend migration to deeper, calmer waters before overwintering; overwintering near spawning grounds; descent migration throughout the winter. Majority of tagged salmon (44%) descended to deeper, calmer waters prior to overwintering.

Although the study is still ongoing, it is clear that a number of such studies are needed in the coming years to obtain more complete information.

“ĶER UN ATLAID” PIERĪGAS AKVATORIJĀ- ZANDARTU UN LĪDAKU MAKŠĶERĒŠANA 2021.

GADA REZULTĀTI

**Edmunds BĒRZIŅŠ^{1*}, Ruta MEDNE¹², Jānis DUMPIS¹³, Kaspars HOLMS⁴, Armands ĒRGLIS⁴,
Didzis USTUPS¹**

¹ *Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts BIOR, Lejupes iela 3,
Rīga, LV-1076*

² *Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Veterinārmedicīnas fakult., Helmaņa iela 8,
LV-3004, Latvija*

³ *Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Vides un būvzinātņu fakult., Akadēmijas iela 19,
Jelgava, LV-3001*

⁴ *Biedrība “Sporta makšķerēšanai”, EBOAT FISHING TEAM*

* edmunds.berzins@bior.lv

Mūsdienās makšķerēšana ietver dažādu makšķerēšanas veidu un tehnoloģiju izmantošanu, būtiski palielinot zivju noķeršanas iespējas. Tehnoloģijām kļūstot lētākām un pieejamākām plašākai sabiedrībai, rodas pamatots jautājums - kā tas ietekmēs lielo plēsīgo zivju sugu resursus?

Arvien lielāku popularitāti daudzviet pasaulē un arī Latvijā iegūst nomakšķerēto zivju atlaišana jeb “Ķer un atlaid” (*Catch & Release*) ar nolūku saudzēt zivju resursus, kā arī ļaut zivīm sasniegt lielākus (trofeju) izmērus. Tomēr zivju saudzīga makšķerēšana un atlaišana nav vienkārša, ir nepieciešams atbilstošs inventārs un iemaņas (Casselman, 2005), kas negarantē zivs izdzīvošanu pēc atlaišanas (Arlinghaus, Hallermann, 2007; Brownscombe *et al.*, 2015; Niemi, Medne, 2017). Noķertās zivis tiek pakļautas sāpēm, stresam un citiem to ietekmējošiem faktoriem. Pēc atlaišanas stresa un pārguruma dēļ zivs var pārstāt uzņemt barību un iestājas enerģijas deficīts, kas var novest pie samazinātas augšanas, traucētas reproduktīvās funkcijas un arī nāves (Niemi, Medne, 2017; Tiedemann, Danylchuk, 2012). Par šo tēmu aizvien vairāk tiek runāts gan zivju resursu saudzēšanas nolūkos, gan apskatīta nomakšķerēto zivju atlaišanas ētiskā puse u.c. (Miller, 2018).

Biedrības “Sporta makšķerēšanai” makšķernieki sadarbībā ar Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātnisko institūtu “BIOR” veica noķerto līdaku un zandartu iezīmēšana ar T-tipa enkurzīmēm (*T- bar anchortags*) un pēc iezīmēšanas zivis atlaida noķeršanas vietā. Pētījuma mērķis bija iegūt informāciju par to, vai zivs izdzīvo pēc

atlaišanas, kāda veida traumas ir novērojamas un vai barotraumu gadījumā veicot atgaisošanu ar fizinga metodi (*fizzing*), t.i., izmantojot speciālu adatu zivs peldpūšļa atgaisošanai, tā ir dzīvotspējīga.

Makšķerēšana tika veikta no laivas un izmantotas reālā laika eholotes (*Live sight sonar*; eholotes Lowrance Activ Target un LIVESIGHT, Garmin Panoptix LiveScope) ar iespēju atrast zivi un piedāvāt ēsmu (mānekli) tās tiešā tuvumā, tādā veidā vairākkārt palielinot iespēju iegūt liela izmēra eksemplārus.

No 2020. gada oktobra līdz 2021. gada decembrim kopā tika nomakšķērētas un iezīmētas 45 līdakas un 125 zandarti, kuras bija sasniegušas vismaz 65 cm garumu. Papildus ievākta informācija par nozvejas vietu, dziļumu makšķerēšanas vietā, dziļumu, kurā zivs pieķērusies, kā arī iegūta informācija par barotraumām, peldpūšļa atgaisošanas procesā radītajām traumām un cita veida traumām (piemēram, plīsumiem).

Lielākās nomakšķērētās un iezīmētās līdakas garums bija 119 cm, lielākā zandarta garums 98 cm. Fīzings veikts 48 zandartiem. Barotraumas tika novērotas zandartiem, kas izvilkti no vidēji 9 m liela dziļuma. Zandartiem vieglākas barotraumas (peldpūšļa palielināšanās, šoka pazīmes, eksoftalmija) novērotas 17 % gadījumu, bet smagākas – peldpūšļa pārpildīšanās ar gaisu līdz iekšējo orgānu izspiešanai - 4,7 % gadījumu, savukārt, līdakām barotraumas novērotas tikai 3,2 % gadījumu un fīzings veikts tikai vienai līdakai (1,6 %).

No iezīmētajām zivīm atkārtoti noķerti 5 % zandarti un 14 % līdakas. Otrreiz noķertajām zivīm nebija novērojamas pazīmes, kas liecinātu par zivs veselības problēmām. Trīs atkārtoti noķertajiem zandartiem pirmajā noķeršanas reizē veikts fīzings. Zandarti veikuši migrācijas. Piemēram, viens no iezīmētajiem zandartiem sākotnēji noķerts Daugavā, bet pēc tam noķerts Ķīšezērā, turklāt šim zandartam pirmajā noķeršanas reizē veikts fīzings. Pārējie atkārtoti noķertie zandarti veikuši nelielas migrācijas ezera robežās. Divi noķertie zandarti noķerti īsā laikā pēc to pirmās noķeršanas - viens no tiem pirmoreiz noķerts 28. septembrī, bet atkārtoti – 8. oktobrī un pirmajā noķeršanas reizē ticis atgaisots, otrs zandarts pirmoreiz noķerts 9. novembrī, bet otrreiz noķerts 18. novembrī, tādējādi parādot, ka salīdzinoši neilgā laikā zivis ir atkopusās un turpinājušas baroties. Savukārt atkārtoti noķertās līdakas noķertas gandrīz turpat, kur pirmoreiz – ezera lokāla padziļinājuma (bedres) robežās.

Pirmā gada pētījuma rezultāti parāda, ka līdakas un zandarti pēc noķeršanas un atlaišanas ir dzīvotspējīgi, un pēc atlaišanas tās ir iespējams noķert atkārtoti. Izmantojot reālā laika eholotes iespējams mērķtiecīgi noķert daudz un liela izmēra līdakas un zandartus.

Izmantotās literatūras saraksts:

Arlinghaus R., Hallermann J. 2007. *Effects of air exposure on mortality and growth of undersized pikeperch, Sander lucioperca, at low water temperatures with implications for catch-and-release fishing*. Fisheries Management and Ecology, 14(2): 155–160 pp.

Brownscombe, J. W., Danylchuk, A. J., Chapman, J. M., Gutowsky, L. F. G., Cooke, S. J. 2015. Best practices for catch-and-release recreational fisheries – angling tools and tactics. Fisheries Research 186. 693–705 pp.

**LEKANESPHAERA RUGICAUDA (LEACH, 1814) (ISOPODA, SPHAEROMATIDAE): PIRMAIS
NOVĒROJUMS LATVIJAS ŪDEŅOS**

Elza BIRBELE^{1*}, Anete FEDOROVSKA^{1,2}, Māra KOSTANDA¹, Solvita STRĀŽE¹

¹ *Daugavpils Universitātes aģentūra "Latvijas Hidroekoloģijas institūts"*

² *Daugavpils Universitāte, Dabaszinātņu un matemātikas fakultāte*

* *elza.birbele@lhei.lv*

Baltijas jūrā ir salīdzinoši zema vienādkājvēžu (*Isopoda*) sugu daudzveidība, jo vairāki faktori limitē to izplatību. Latvijas ūdeņos ir tikai 4 vienādkājvēžu sugas: grēvis *Saduria entomon*, baltpieres māņēzelītis *Jaera albifrons*, *Idotea balthica* un *Idotea granulosa*. Tomēr 2019. gadā "Latvijas Hidroekoloģijas institūts" COMPLETE projekta ietvaros veiktajā ostu apsekošanā tika konstatēta vēl iepriekš Latvijas ūdeņos nenovērota vienādkājvēža suga - *Lekanesphaera rugicauda* (Leach, 1814).

Paraugi tika ievākti septiņās Latvijas ostās 2019. gadā, izmantojot plātņu konstrukcijas. Katra konstrukcija sastāvēja no divām PVC plātnēm, kas uz virves iekarinātas dažādos dziļumos un pēc tam savāktas laikā no jūnija līdz septembrim. Papildus nosēdināšanas plātņu konstrukcijām tika ievākti arī paraugi ar skrāpi un mīksto grunšu paraugi ar Ponora tipa gruntsmēlēja kausu. Visos ievāktajos paraugos tika noteikts bentosa sugu sastāvs. Apsekojot ostas, tika konstatēta viena jauna vienādkājvēžu suga *L. rugicauda* (8 ind./m²). Tā identificēta izmantojot DNS barkodēšanas analīzes, kuras uzrādīja piederību *L. rugicauda* ar 99,51% līdzību.

Baltijas jūrā *L. rugicauda* ir reti sastopama suga un iepriekš novērota tikai Rietumu daļā pie Dānijas, Vācijas un Polijas krastiem (Boyko et al. 2008). *L. rugicauda* sastopama mīksto grunšu veģetācijā vai uz akmeņiem, kur tā meklē patvērumu. Tā ir eirihalīna suga, kuras izplatību visticamāk ietekmē barības un dzīvotnes konkurence (Castañeda, Drake 2008). Kopumā ir maz informācijas un pētījumu par *Lekanesphaera* ģints sugu ekoloģiju un izplatību kā arī nav ziņu, ka šai sugai būtu invazīvs raksturs.

Uzskaišu veikšana ir viens no efektīvākajiem veidiem kā apzināt esošo sugu daudzveidību un konstatēt jaunu sugu īpaši svešzemju sugu ienākšanu. Tā kā *L. rugicauda* Latvijas ūdeņos tika novērota pirmo reizi, ir jāturpina monitorings, lai novērotu tās stāvokli.

Izmantotās literatūras saraksts:

Boyko, C.B., Bruce, N.L. Hadfield, K.A., Merrin, K.L., Ota, Y., Poore, G.C.B., Taiti, S., Schotte, M., Wilson, G.D.F. (Eds) (2008 onwards). *World Marine, Freshwater and Terrestrial Isopod Crustaceans database. Lekanesphaera rugicauda (Leach, 1814)*. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=118958> on 2022-01-28

Castañeda, E., Drake, P. 2008. *Spatiotemporal distribution of Lekanesphaera species in relation to estuarine gradients within a temperate European estuary (SW Spain) with regulated freshwater inflow*. Ciencias Marinas, 34(2), 125-141.

PLASTIC PARTICLES IMPACT ON FRESHWATER ECOSYSTEM – A MESOCOSMS CASE STUDY

Inta DIMANTE-DEIMANTOVICA^{1,2*}, Anda PROKOPOVICA¹, Astra LABUCE¹, Iveta

JURGENSONE¹, Ieva BARDA¹, Kirsten S. CHRISTOFFERSEN³

¹Latvian Institute of Aquatic Ecology, Agency of Daugavpils University, Voleru str. 4, Riga, LV-1007, Latvia

²Institute of Biology, University of Latvia, Jelgavas str. 1, Riga, LV-1004, Latvia

³University of Copenhagen, Universitetsparken 4, Copenhagen, 2100, Denmark

*inta.dimante-deimantovica@lhei.lv

Plastic pollution has become of rapidly growing concern for humans and environment due to the increasing amounts produced, persistence and possible damaging effects on living organisms. Plastic consists of polymers which are alien components in nature, but can furthermore adsorb organic contaminants from the surrounding environment and therefore contain different chemical additives. Previous studies have shown negative effect of plastic particles on the function and health of organisms, e.g. changes in behaviour, reduced reproductive success and development delays (De Sa *et al.* 2018). The potential of bioaccumulation negatively correlates to plastic size. Plastic particle less than 5 mm is defined as microplastic, while mesoplastic refers to a size range up to 25 mm.

Plastic can be transported by wind, storm waters, runoff and wastewater outlets which largely end in aquatic ecosystems where plastic is accumulating into the sediments. Before sedimentation, at least some part of plastic debris is floating due to buoyancy properties. The biofouling (growth of microorganisms, plants, algae and animals on plastic surface) is changing buoyancy.

In this study we aimed to observe how the presence of plastic particles serve as a substrate for colonization of microorganisms and will change the ecosystem. For this purpose, we used nine stainless steel outdoor mesocosms (volume ca. 210 l) placed in a natural pond. Three mesocosms were controls with no plastic added, while three had weathered and another three had non-weathered micro- and meso-plastic (polypropylene) particles added. The experiment was carried out during summer/autumn (July – September, 2020) and lasted 74 days. The regular sampling included water's chemistry (pH, oxygen, dissolved organic carbon, PO₄, NO₂, NO₃, SiO₄, NH₄), physical (temperature, conductivity) and biological (phytoplankton, zooplankton and chlorophyll) variables.

Despite biofouling, plastic particles did not sink as expected. Hence, floating layer of plastic was formed on the mesocosm surface water, potentially affecting photosynthesis and altering oxygen conditions. A significant difference in oxygen concentration was observed between treatments - in control mesocosms O₂ was on average 9.16 mg/l throughout the experiment time, while in plastic mesocosms it was 7.46 mg/l.

Further, zooplankton community showed response to plastic addition. There was a significant difference in total number of zooplankton taxa – it was lower in control mesocosms and higher in mesocosms with added plastic. The same significant response was observed for total zooplankton (see figure below), particularly for *Daphnia* specimens' abundance. Phytoplankton biomass, however, showed opposite trend positively responding to added plastic, although this relation was not statistically significant.

To conclude, the first preliminary results from our mesocosm experiment show that presence of plastic particles may trigger functional changes within ecosystem, including species assembly and it can also have an indirect effect – not due to direct particles ingestion rather differences in gross primary production.

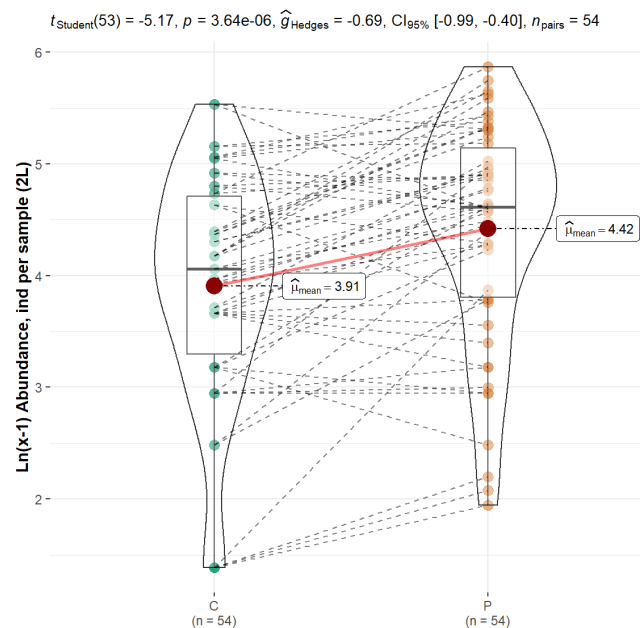


Figure. Total zooplankton abundance (individuals per sample – 2l) throughout the experiment. C – control, P – plastic mesocosms.

Research is funded by the European Regional Development Fund, 1.1.1.2 Post-doctoral project No.1.1.1.2/VIAA/2/18/359.

References:

de Sá, L.C., Oliveira, M., Ribeiro, F., Rocha, T. L., Fütter, M. N. 2018. *Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future?* Science of The Total Environment, 645:1029-1039.

MĒRSRAGA UN RANDU PĻAVU LAGŪNU EKOĻOĢISKĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒJUMS

Linda DOBKEVIČA^{1*}, Laura GRĪNBERGA², Agnija SKUJA², Dāvis OZOLIŅŠ²,

Ivars DRUVIETIS³, Oskars PURMALIS¹, Jana PAIDERE⁴, Viesturs OZOLS¹

¹ *Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Jelgavas iela 1, Rīga*

² *Latvijas Universitāte, Bioloģijas institūts, Jelgavas iela 1, Rīga*

³ *Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte, Jelgavas iela 1, Rīga*

⁴ *Daugavpils Universitāte, Dzīvības Zinātņu un Tehnoloģiju institūts, Parādes iela 1a,*

Daugavpils

** linda.dobkevica@lu.lv*

Lagūnas ir daļēji vai pilnīgi no jūras ar smilšu strēlēm norobežotas seklas, dažāda sāļuma un apjoma ūdens platības. Lagūnas Latvijā ir reti sastopams ES nozīmes īpaši aizsargājams biotops (Eiropas Savienības..., 2013).

Divu Latvijas lagūnu teritorijās (Mērsragā un Randu pļavās) 2020. – 2021. gadā tika veikta izpēte to ekoloģiskā stāvokļa raksturošanai. Pētījuma ietvaros analizēti lagūnu ūdens paraugu fizikāli-ķīmiskie parametri, sedimentu paraugos noteiktas smago metālu koncentrācijas, novērtētas ūdens bezmugurkaulnieku (makrozoobentosa) sugu sabiedrības, novērtēts fitoplanktona un zooplanktona sugu sastāvs, kā arī raksturota lagūnu veģetācija.

Mērsraga lagūnas ir būtiski antropogēni ietekmētas. Uz D no ostas esošās lagūnas, kas līdz apmēram 2008. gadam bija savienotas ar jūru, veicot ostas apsaimniekošanas darbus un vēja turbīnu uzstādīšanu, norobežotas no jūras un sadalītas vidusdaļā ar ceļa uzbērums. Ūdens apmaiņa ar jūru ir minimāla, ūdens līmenim paaugstinoties, tiek izskalots ceļa uzbērums starp abām lagūnas daļām. Pētījumā iegūtie bioloģisko un fizikāli-ķīmisko parametru analīžu rezultāti liecina, ka lagūnu ekoloģiskā kvalitāte ir slikta/ļoti slikta. Par to liecina novērotās piesārņojuma indikatorsugas, gan paaugstinātais biogēnu elementu saturs.

Lagūna, kas atrodas uz Z no Mērsraga ostas, arī ir būtiski antropogēni ietekmēta, lielākā daļa no tās aizaugusi ar niedrēm, daļa aizbērtā ar smiltīm no ostas teritorijas. Pēc bioloģiskajiem parametriem ekoloģiskā kvalitāte lagūnā atbilst ļoti sliktai, savukārt ūdens ķīmiskās analīzes uzrāda labāku ekoloģisko stāvokli nekā Mērsraga lagūnās, kas atrodas uz D no ostas.

Lagūnas dabas liegumā “Randu pļavas” ir ietekmējusi apsaimniekošanas būtiska samazināšanās, kas veicina teritorijas aizaugšanu ar niedrēm. Aptuveni 8 ha lagūnu platības ir tieši savienota ar jūru, šeit vērojama augstākā ūdensaugu sugu daudzveidība, tostarp sastopamas biotopam raksturīgās retās un aizsargājamās sugas. Mazākās lagūnas, kas pilnībā norobežotas no jūras, aizaug ar virsūdens un brīvi peldošo augu sugām, kas raksturīgas eitrofiem ūdeņiem. Kopumā vērojama lagūnu aizaugšana ar parasto niedri un atklāto ūdens platību samazināšanās. Nelielajos, no jūras norobežotajos lagūnu fragmentos ir izzudušas iesālūdeņiem raksturīgās augu sugas.

Vērtējot ekoloģisko kvalitāti Randu pļavu lagūnās, vērojama būtiska atšķirība bioloģisko parametru vērtējumā. Zemākā ekoloģiskā kvalitāte gan pēc bioloģiskajiem, gan fizikāliskajiem parametriem konstatēta nelielā, no jūras norobežotā lagūnā pie Ainažiem. Labāka ekoloģiskā kvalitāte ir lagūnās, kas ir saistītas ar jūru un kurās regulāri notiek ūdens apmaiņa.

Viszemākais ekoloģiskās kvalitātes vērtējums visās pētītajās lagūnās ir iegūts, aprēķinot makrozoobentosa multimetrisko indeksu, kas skaidrojams ar mazo sugu daudzveidību, ko ietekmē biotiskie un abiotiskie vides faktori lagūnās: zemā skābekļa koncentrācija (biezā ledus sega), sāļūdens ietekme, eitrofie apstākļi, vienveidīgie grunts substrāti ar dūņu dominanci. Lai gan lagūnu ekoloģiskā kvalitāte pēc bentiskajiem bezmugurkaulniekiem vērtējama kā slikta un ļoti slikta, tomēr lagūnas kalpo kā dzīvotnes īpaši aizsargājamām sugām, piemēram, platajai airvabolei *Dytiscus latissimus*. Salīdzinot vērtējumu pēc planktoniskajiem organismiem, primārie producenti – fitoplanktons atspoguļo sliktāku kvalitāti, kā zooplanktona organismi. Kopumā gan pēc zooplanktona taksonomiskā sastāva, gan pēc organismu skaita un pēc biomasas, lagūnas var raksturot kā eitrofiem un stipri eitrofiem ūdeņiem atbilstošas.

Metālu satura analīzes sedimentos pētītajās lagūnās attiecībā uz elementiem, kas iekļauti 2006. gada 13. jūnija MK noteikumos Nr. 475 apliecina, ka visi elementi (As, Zn, Cr, Cd, Pb, Cu), izņemot Ni nepārsniedz pirmo robežlielumu, Ni pārsniegumi konstatēti Mērsragā ūdenstilpes sedimentos uz Z no ostas, kā arī vienā punktā uz D no ostas esošajā teritorijā.

Pētījums izstrādāts laika periodā no 2020. gada jūnija līdz 2021. gada septembrim Latvijas vides aizsardzības fonda finansētā projekta „Lagūnu ekoloģiskās kvalitātes novērtējums” ietvaros (<https://www.daba.gov.lv/lv/media/12693/download>).

Izmantotā literatūra:

Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums 2013. A.Auniņa red., Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.

LUBĀNA EZERA 2021. GADA VASARAS FITOPLANKTONA RAKSTUROJUMS

Ivars DRUVIETIS^{1*}, Ilga KOKORĪTE^{1,2}

¹ *Latvijas Universitāte, Bioloģijas institūts Jelgavas iela 1, Rīga*

² *Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, Maskavas iela 165, Rīga*

* ivars.druvietis@lu.lv, ilga.kokorite@lvvmc.lv

Lai gūtu priekšstatu par Lubāna ezera ūdeņu ekoloģisko kvalitāti, 2021. gada jūlijā un augustā tika veikts fitoplanktona sabiedrību pētījums. Fitoplanktona un hlorofila “a” paraugi ievākti 0,5 m dziļumā astoņās paraugošanas stacijās. Paraugi tika analizēti ar invertēto mikroskopu LEICA DMIL, izmantojot nosēdināšanas (Utermola) metodi. Paraugi fiksēti ar Lugola šķīdumu. Ar multiparametru zondi tika noteikts hlorofila “a” daudzums ezera ūdenī. Ezera ekoloģiskais stāvoklis tika raksturots pēc PCQ (Nigaarda) indeksa kā arī pēc cianobaktēriju biomasas lieluma un fitoplanktona sugu sastāva.

Lubāna ezers pieskaitāms pie ļoti sekliem dzidrūdēniem ar augstu ūdens cietību un ir stipri pārveidots ūdensobjekts. Jūlijā Lubāna ezerā tika sasniegtas maksimālās ūdens temperatūras: 27,5 °C–28,7 °C, savukārt augustā novērota ūdens temperatūras pazemināšanās līdz 20,3 °C–21,5 °C. Ūdens caurspīdīgums pēc Sekki diska ir mazs: 0,6–0,8 m. Visā apsekotajā ezera akvatorijā konstatēta fitoplanktona intensīva attīstība, par ko liecināja augstās fitoplanktona biomasas, kas jūlijā svārstījās no 0,79 mg/l paraugošanas stacijā “pret Rēzekni” līdz 10,85 mg/l paraugošanas stacijā “Lubāna vidusdaļa”. Savukārt, augusta paraugos konstatētas biomasas no 1,42 mg/l paraugošanas stacijā “pret Rēzekni” līdz 13,56 mg/l paraugošanas stacijā “Lubāna vidusdaļa”. Gan jūlijā, gan arī augustā visās paraugošanas stacijās tika konstatēta cianobaktēriju savairošanās, kur cianobaktērijas veidoja 42% – 87% no kopējās fitoplanktona biomasas. Hlorofila “a” daudzums jūlijā svārstījās no 3,3 µg/l līdz 12,1 µg/l, savukārt augustā – no 11,4 µg/l līdz 27 µg/l. Augstākās hlorofila “a” vērtības konstatētas augusta paraugos ezera vidusdaļā, kur fitoplanktonā dominē koloniju veidojošās potenciāli toksiskās cianobaktērijas *Microcystis* spp. un pavedienveidīgās cianobaktērijas *Planktolyngbya limnetica*. PCQ (Nigaarda indekss) ezera vidusdaļas ekoloģisko stāvokli raksturo kā sliktas kvalitātes (PCQ >9). Savukārt pārējās paraugošanas stacijās PCQ indekss uzrāda labu līdz vidēju ezera ekoloģisko kvalitāti. Pētījuma rezultātā tika konstatētas aļģes no septiņiem aļģu nodalījumiem: Cyanophyta (Cyanobacteria), Dinophyta, Cryptophyta, Chrysophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta,

Chlorophyta un 77 aļģu taksoni: *Anabaena* sp., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Aphanocapsa* sp., *Chroococcus limneticus*, *Chr. turgidus*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Coel.* sp., *Gloeocapsa* sp., *Gomphoshaeria naegeliana*, *G. aponina*, *G. lacustris*, *Merismopedia major*, *Mer.* sp., *Microcystis aeruginosa*, *M. botrys*, *M. ichthyoblabe*, *M. Wessenbergii*, *Oscillatoria* sp., *O. tenuis*, *Planktolyngbya contorta*, *Pl. limnetica*, *Ceratium hirundinella*, *Glenodinium* sp., *Gymnodinium* sp., *Peridinium bipes*, *P. cinctum*, *Cryptomonas* sp., *Rhodomonas* sp., *Dinobryon sertularia*, *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Amphora ovalis*, *Aulacoseira granulata*, *A. italica* var *tenuissima*, *Cocconeis pediculus*, *Cyclotella* sp., *Cymatopleura solea*, *Fragilaria capucina*, *Fr. construens*, *Fr. crotonensis*, *Gyrosigma* sp., *Navicula gracilis*, *Nav.* sp., *Nitzschia acicularis*, *Nitz..* sp., *Pinnularia* sp., *Surirella biseriata*, *Synedra acus*, *Syn..* sp., *Syn.* sp., *Tabellaria fenestrata*, *Actinastrum hantzschii*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Ank.* sp., *Botryococcus braunii*, *Coelastrum microporum*, *Cosmarium* sp., *Crucigenia* sp., *Desmodesmus* sp., *Eudorina elegans*, *Oocystis lacustris*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex*, *P. simplex*, *P. tetras*, *Selenastrum* sp., *Staurostrum* sp., *Tetraedron minimum*. Ezera vidus daļā konstatētās ļoti augstās cianobaktēriju biomasas liecina par eitrofikācijas procesiem, un tas ļauj raksturot ezera ūdens ekoloģisko kvalitāti kā sliktu.

“Pētījums veikts Eiropas Komisijas LIFE Vides programmas projekta “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” (LIFE GoodWater IP, Nr. LIFE18IPE/LV/000014) ietvaros ar ES LIFE programmas un Latvijas Vides aizsardzības fonda administrācijas finansiālu atbalstu.”

ZIVJU SEZONĀLĀS BAROŠANĀS EKOLOĢIJA SAUKAS EZERĀ 2020. GADĀ (2022)
Elīna ELLERE^{1*}, Edmunds BĒRZIŅŠ¹, Ruta MEDNE^{1,2}, Jānis AIZUPS¹, Jānis DUMPIS^{1,3}, Toms ZALĀNS¹, Amanda TROPA¹, Gunta RUBENE¹

¹Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides institūts "BIOR", Lejupes iela 3, Rīga,

²Latvijas Lauksaimniecības universitāte Veterinārmedicīnas fakultāte, K. Helmaņa iela 8, Jelgava, LV-3004,

³Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Vides un būvzinātņu fakult., Akadēmijas iela 19, Jelgava, LV-3001

*elina.ellere@bior.lv

Izpētot zivju barošanos pēc to gremošanas trakta satura, var spriest par barības bāzes tendencēm dažādās sezonās. Visprecīzākos rezultātus zivju barošanās paradumu pētīšanā var iegūt ar tiešu iejaukšanos to barošanās procesā – atgriežot vaļā un izpētot zivju kuņģa un zarnu traktā atrodamos organismus. Iegūtie dati noder arī ekosistēmas modeļa un trofisko ķēžu veidošanā. Projekta "LIFE GoodWater IP" ietvaros 2020. gada pavasarī, vasarā un rudenī veikti pētījumi Saukas ezerā, kuros papildus zivju bioloģiskajiem datiem (garums, svars, vecums), ievākts arī to kuņģu un zarnu trakta saturs.

Kopā Saukas ezerā ievākti 1539 kuņģi un zarnu trakti no 15 zivju sugām. Pavasarī (26.-27. maijs) ievākti 647, vasarā (28.-29. jūlijs) – 536, bet rudenī (6.-7. oktobris) – 356 paraugi. Visbiežāk pārstāvētās sugas ir rauda *Rutilus rutilus*, asaris *Perca fluviatilis* un plaudis *Abramis brama*, vēl arī plicis *Blicca bjoerkna*, rudulis *Scardinius erythrophthalmus* un vīķe *Alburnus alburnus*. Ievākto sugu pārstāvniecības īpatsvars mainās atšķirīgās sezonās, piemēram, pavasarī visvairāk ievākti plauži, vasarā – raudas, bet rudenī – asari. Tomēr arī kuņģu un zarnu traktu pilnuma īpatsvars atšķiras sezonās – lai gan plauži pavasarī ievākti visvairāk, tikai aptuveni 30% no tiem saturējuši barību, turpretī asariem piepildīti kuņģi ir bijuši aptuveni 87% gadījumu. Šīs proporcijas būtiski mainījušās vasaras paraugos – gan asariem, gan plaužiem barība atrasta aptuveni 60% paraugu. Lai arī šo zivju nārsta periodi pārklājas (Targońska *et al.* 2014, Gillet un Dubois, 1995), būtiskākās izmaiņas zarnu trakta saturā novērotas tieši plaužiem pavasara sezonā, kas izskaidrojams ar to, ka paraugu vākšana notikusi tieši Saukas ezera plaužu nārsta aktīvākajā periodā.

Plauža zarnu traktu paraugos visbiežāk konstatēts detrits, planktons un dažādi bezmugurkaulnieki (kukaiņu kāpuri, stobriņtārpi, gliemji), bet to barības preferences būtiski neatšķirās atkarībā no zivju vecuma. Turpretim asaru kuņģos izteikti konstatējamas izmaiņas uzturā patērētajos organismos atkarībā no to izmēra, asaru vecuma un sezonas, kurā ievākti

kuņģi. Visjaunāko asaru kuņģos atrasts zooplanktons vai sīka izmēra makrozoobentoss (Chironomidae, Oligochaeta), tomēr tiem augot lielākiem, uzturā patērētā makrozoobentosa sastāvs mainījies uz viendienīšu (Ephemeroptera), maksteņu (Trichoptera), un citu kukaiņu kāpuriem. Pāreju uz zivīm asaru pamatbarībā iezīmē spāru (Odonata) kāpuru un mazāku zivju patērēšana uzturā vienlaicīgi. Savukārt, jau tikai no zivīm pārtiekošo asaru kuņģi ļauj secināt, ka nav konkrētas preferences uzturā patērēto zivju sugām – atrasti ir grunduļi *Gobio gobio*, ķīši *Gymnocephalus cernuus*, raudas, kā arī paši asari.

Raudu un vīķu paraugiem papildītākie zarnu trakti konstatēti vasarā. Tas izskaidrojams ar zooplanktona organismu skaitu, kas šajā periodā Saukas ezerā ir lielāks nekā vasaras sākumā vai rudenī (Skuja *et al.*, 2021). Arī šo zivju zarnu traktos visbiežāk atrasts zooplanktons vai sīki makrozoobentosa organismi. Novērots, ka raudām paliekot vecākām, tās biežāk barojas ar gliemju tipa organismiem. Pie tam gliemene *Dreissena* sp. atrasta tikai raudās, kuras vecākas par sešiem gadiem. Izteiktas barības preferences raudai atšķirīgās sezonās nav konstatētas. Vīķu zarnu traktos, kas ievākti vasarā un rudenī, vairāk pārstāvēti zooplanktona organismi, bet pavasarī tajos dominēja dažādi kukaiņi, sevišķi Coleoptera kārtas pārstāvji. Jāpiebilst, ka vasaras zarnu trakta paraugos nereti atrasti arī Formicidae dzimtas pārstāvji. Tā kā vīķu pamatbarība sastāv no planktona, citiem bezmugurkaulnieku organismiem sastādot ļoti mazu daļu no to diētas (Politou, 1993), tad šo kukaiņu patērēšana uzturā izskaidrojama ar vīķu savstarpējo konkurenci par barību, tām sākot medīt arī kukaiņus, kas atrodas uz ūdens virsmas vai tur nokļuvuši nejaušā veidā (attiecīgi, Formicidae un Coccinellidae dzimtu pārstāvjus).

Pētījums veikts Eiropas Komisijas LIFE Vides programmas projekta “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” (LIFE GoodWater IP, Nr. LIFE18IPE/LV/000014) ietvaros ar ES LIFE programmas un Latvijas Vides aizsardzības fonda administrācijas finansiālu atbalstu.

Izmantotās literatūras saraksts:

Gillet, C., Dubois, J.P. 1995. *A survey of the spawning of perch (Perca fluviatilis), pike (Esox lucius), and roach (Rutilus rutilus), using artificial spawning substrates in lakes.* Hydrobiologia, 300/301: 409-415.

Skuja, A., Ozoliņš, D. Grīnberga, L., Druvietis, I., Kokorīte, J., Medne, R., Aleksejevs, Ē., Bērziņš, E., Aizups, J., Dumpis, J. 2021. *Saukas ezera fizikāli ķīmisko un bioloģisko parametru izpētes pirmie rezultāti*. Latvijas Universitāte, 30: 21-23.

Targońska, K., Żarski, D., Kupren, K., Palińska-Żarska, K., Mamcarz, A., Kujawa, R., Skrzypczak, A., Furgała-Selezniow, G., Czarkowski, T.K., Hakuć-Błażowska, A., Kucharczyk, D. 2014. *Influence of temperature during four following spawning seasons on the spawning effectiveness of common bream, Abramis brama (L.) under natural and controlled conditions*. Journal of Thermal Biology, 39: 17-23.

Politou, C.Y., Economidis, P.S., Sinis, A.I. 1993. *Feeding biology of bleak, Alburnus alburnus, in Lake Koronia, northern Greece*. Journal of Fish Biology 43/1: 33-43.

**PIRMĀ DIENNAKTS ILGUMA DREIFA EKSPEDĪCIJA PA DAUGAVU PAVASARA PALU LAIKĀ,
IZMANTOJOT LAGRANŽA METODI**

Dāvis GRUBERTS^{1*}, Jana PAIDERE², Jānis GAVARS¹, Ilmārs LUKSTS¹

¹ *Daugavpils Universitāte, Vides zinātnes un ķīmijas katedra, Parādes 1, LV-5401, Daugavpils*

² *Daugavpils Universitāte, DZTI Ekoloģijas departaments, Parādes 1A, LV-5401, Daugavpils*

* *davis.gruberts@du.lv*

2021. gada 6.-7. aprīlī Daugavas tecējuma Daugavpils-Jēkabpils posmā norisinājās Daugavpils Universitātes (DU) ikgadējā tradicionālā Daugavas palu dreifa ekspedīcija, kuru organizēja Vides zinātnes un ķīmijas katedra sadarbībā ar DZTI Ekoloģijas departamentu. Tās mērķis bija nepārtraukti sekot līdzi kustībā esošajām Daugavas palu ūdens masām no Daugavpils līdz Jēkabpilij vienas diennakts garumā un noskaidrot, kā pavasara palu kulminācijas brīdī izmainās to kustības ātrums, ķīmiskais sastāvs un fizikālās īpašības. Šī bija 15. DU realizētā kompleksā hidroekoloģiskā dreifa ekspedīcija Daugavas vidustecē, izmantojot Lagranža metodi.

Saskaņā ar Lagranža lauka pētījumu metodi pētnieku komanda zināmu laiku seko līdzi izvēlētajam pētījumu objektam telpā un novēro tā izmaiņas laika gaitā (Doyle, Ensign, 2009). Šī metode tika praktiski realizēta, aptuveni 23 stundas nepārtraukti sekojot līdzi Daugavas palu straumei ar DU dreifējošo zinātnisko platformu "Aventura 2", kas sastāvēja no speciāli sagatavota jūras glābšanas plostā un airu laivas, un bija aprīkota ar dažādiem instrumentiem u.c. ekipējumu regulāru mērījumu veikšanai un ūdens paraugu ievākšanai kustībā esošajās palu ūdens masās. Platformas stāvoklis Daugavas straumē tika kontrolēts, izmantojot peldošos enkurus un laivas elektromotoru.

Ekspedīcija sākās 6. aprīļa vakarā Daugavpilī, kad platforma tika ievilkta straumes vidū un sāka pasīvi dreifēt, un noslēdzas 7. aprīļa vēlā pēcpusdienā Jēkabpilī vietā, kur beidzas Daugavas dabiskais tecējums un sākas Pļaviņu HES ūdenskrātuves ietekme (pie Prižu krācēm). Kopumā nepilnas diennakts laikā tika veikts vairāk nekā 95 km garš Daugavas posms, platformai nepārtraukti dreifējot vienā ātrumā ar straumi un tās komandai veicot dažādus mērījumus un novērojumus pēc iepriekš izstrādātas programmas. Saskaņā ar to reizi stundā ekspedīcijas dalībnieki noteica dreifa vidējo ātrumu, upes dziļumu, gultnes platumu kā arī veica ūdens caurredzamības, temperatūras, pH līmeņa, skābekļa koncentrācijas u.c.

parametru instrumentālos mērījumus un ievāca ūdens paraugus biogēnu analīzēm. Regulāri mērījumi un ūdens paraugu ievākšana turpinājās arī nakts stundās.

Iegūtie rezultāti mainījās plašās robežās, it īpaši dreifa ātrums, gultnes dziļums un platums (1. tabula.). Bija vērojama arī ūdens masu kustības ātruma, Daugavas gultnes platuma un dziļuma un ūdens masu īpašību un sastāva pakāpeniska transformācija lejup pa straumi. Dreifa laikā pakāpeniski pieauga Daugavas straumes ātrums, ūdens masu elektrovadītspēja (CND), pH līmenis un izšķīdušā skābekļa daudzums (DO), bet samazinājās gultnes dziļums un nitrātu un kopējā slāpekļa koncentrācijas. Izteikts diennakts izmaiņu cikls tika konstatēts ūdens masu temperatūrai, redokspotenciālam un hlorofila koncentrācijai.

1. tabula. XV DU Daugavas dreifa ekspedīcijas rezultātu kopsavilkums

Parametrs	vidēji	maks	min	amplitūda	SD
Dreifa ātrums, km/h	4.8	8.4	3.7	4.7	1.1
Gultnes dziļums, m	6.9	12.0	3.0	9.0	1.9
Gultnes platums, m	289	367	179	188	55
Caurredzamība, cm	16.9	20.0	14.0	6.0	2.0
Temperatūra, °C	2.7	3.1	2.6	0.4	0.1
CND, $\mu\text{S}/\text{cm}$	212	221	208	13	4
TDS, g/l	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
DO, %	85.8	88.8	82.4	6.4	1.9
DO, mg/l	11.4	11.8	10.9	0.9	0.2
pH	7.2	7.3	7.1	0.1	0.0
ORP, mV	525	539	480	59	19
CHL α , $\mu\text{g}/\text{l}$	2.78	2.93	2.54	0.39	0.10
NH ₄ , mg/l	0.33	0.46	0.20	0.27	0.09
NO ₃ , mg/l	1.49	1.61	1.43	0.19	0.05
kopējais N, mg/l	2.66	2.92	2.48	0.44	0.12
PO ₄ , mg/l	0.04	0.06	0.02	0.04	0.01
kopējais P, mg/l	0.12	0.15	0.08	0.07	0.02

Izmantotās literatūras saraksts:

Doyle, M. W. & Ensign S. H. 2009. *Alternative reference frames in river system science*.
BioScience 59: 499-510.

POTENCIĀLI AIZSARGĀJAMO JŪRAS BIOTOPU IHTIOCENOZES IZPĒTE BALTIJAS JŪRAS LATVIJAS EKSKLUZĪVAJĀ EKONOMISKAJĀ ZONĀ: IZPĒTES MĒRĶIS UN PIRMIE REZULTĀTI

**Jānis GRUDULS^{1*}, Ivars PUTNIS¹, Ivo ŠICS¹, Guntars STRODS¹, Ēriks KRŪZE¹, Raimonds
REZEVSKIS¹**

¹ *Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskais institūts „BIOR”*

* Janis.Gruduls@bior.lv

Latvijas ekskluzīvajā ekonomiskajā zonā (EEZ) Baltijas jūras ūdeņos sastopami divi Eiropas nozīmes aizsargājami biotopi - 1110 *Smilts sēkļi jūrā* un 1170 *Akmeņaini sēkļi jūrā* (Auniņš, 2013). Šiem biotopiem ir būtiska ekoloģiska nozīme bioloģiskās daudzveidības un vides kvalitātes nodrošināšanai, šie sēkļi ir kā dzīvības “oāzes” jūras ūdeņos, nodrošinot ar mājvietu ievērojamu bezmugurkaulnieku, putnu, zivju un augu sugu skaitu (Auniņš, 2013). Taču līdzšinējās zināšanas par šiem biotopiem Latvijas ūdeņos pārsvarā balstās uz piekrastei tuvumā esošu sēkļu izpētes darbiem, līdz ar to ir pieejams maz informācijas par Latvijas EEZ esošajiem smilšu un akmeņu sēkļiem, to sugu bagātību un nozīmi kopējā jūras ekosistēmā.

Projekta “LIFE REEF” ietvaros sadarbībā ar Dabas aizsardzības pārvaldi un Latvijas Hidroekoloģijas institūtu plānota šo aizsargājamo biotopu kartēšana un izpēte trīs potenciālās aizsargājamajās jūras teritorijās kopējā 4116 km² platībā. Projekta ietvaros tiks pārskatīti un pielāgoti esošie jūras aizsargājamo biotopu apraksti, izvērtētas potenciālās aizsargājamās teritorijas un to iekļaušana Natura 2000 tīklā, izstrādāti dabas aizsardzības plāni aizsargājamajām jūras teritorijām un realizēti vēl citi uzdevumi, tai skaitā pētīta un raksturota ihtiocenoze šajās trīs teritorijās.

Ņemot vērā teritoriju specifiku grunts substrāta ziņā (tās ir akmeņainas, ļoti heterogēnas), kā piemērotākais veids bentiskās ihtiocenozes izpētes veikšanai tika izvēlēti *Nordic coastal* tipa jūras pētnieciskie žaunu tīkli. Tos veido vairāku acs izmēru (10 – 60 mm) sekcijas, kas sakārtotas viena aiz otras un kopā nodrošina dažādu zivju sugu un izmēru iegūšanu (HELCOM, 2019). Pētāmās teritorijas plānots apsekot divu gadu garumā, katrā gadā nosedzot četras sezonas (pavasaris, vasara, rudens, ziema). Katrā apsekošanas reizē kopumā plānots veikt tīklu zveju 30 stacijās, katrā stacijā izmantojot trīs *Nordic coastal* tipa jūras pētniecisko tīklus. Staciju izvietojums veidots tāds, lai būtu pārstāvēti dažādi teritorijās esošie dziļumi un grunts substrātu tipi (balstoties uz līdzšinējo informāciju).

Pirmais ihtiocenozes izpētes reiss norisinājās 2021. gada augusta mēnesī, kad kopumā deviņu dienu laikā tika veikta tīklu uzskaitē, kā arī paralēli ievākti ihtioplanktona paraugi un filmēta grunts tālākai iegūto zivju sabiedrību datu analīzei dzīvotņu kontekstā. Stacijas tika izvietotas gan uz smilšainām, gan stipri akmeņainām gruntīm dziļumā no 17 līdz 83 metriem. Uzskaites rezultāti liecina, ka vislielākā zivju sugu daudzveidība konstatēta dziļumā līdz 55 metriem, tai nedaudz samazinoties palielinoties dziļumam. Gan akmeņainās, gan smilšainās gruntīs konstatēta līdzīga sugu daudzveidība. Savukārt dziļuma zonā virs 60 metriem zivju sugu skaits un daudzums strauji samazinās, dažās stacijās nenotiekot nevienam zivim. Tas varētu būt saistīts gan ar hidroloģiskajiem parametriem, gan dzīvotnes izmaiņām, jo šajās stacijās konstatēta dūņaina grunts. Apsekotajā ziemeļu teritorijā dominē ziemeļu bulļzivis (*Myoxocephalus scorpius*), kas dod priekšroku smilšainām un granti klātām gruntīm, savukārt centrālajā teritorijā, kur dominē smilšaina grunts - plekste (*Platichthys flesus*). Dienvidu teritorijā dominējošā zivju suga ir menca (*Gadus morhua*), kas gan šajā, gan pārējās teritorijās vairāk novērojama stacijās, kur konstatēta akmeņaina vai lieliem akmeņiem bagāta grunts.

Tika konstatētas tādas aizsargājamas un retas sugas kā jūras dzeloņgalve (*Taurulus bubalis*), taukzivs (*Pholis gunnellus*) un palede jeb lapreņģe (*Alosa fallax*). Savukārt apaļais jūrasgrundulis (*Neogobius melanostomus*), neraugoties uz tam piemērotajām dzīvotnēm un barības bāzi, nelielā daudzumā tika konstatēts divās no trim pētītajām teritorijām. Apaļais jūrasgrundulis kā invazīva suga var radīt potenciālu apdraudējumu aizsargājamiem jūras biotopiem. Kaut arī mencu lielākā biomasa tika konstatēta dienvidu izpētes teritorijā, lielākā to mazuļu un jauno zivju biomasa tika konstatēta ziemeļu izpētes teritorijā, liecinot, ka šajā teritorijā esoši biotopi (vislielākās biomasas konstatētas uz akmeņainām gruntīm) varētu būt nozīmīgi arī kā mencu mazuļu uzturēšanās un barošanās vieta.

Pētījums veikts Eiropas Komisijas LIFE Vides programmas projekta “Jūras aizsargājamo biotopu izpēte un nepieciešamā aizsardzības statusa noteikšana Latvijas ekskluzīvajā ekonomiskajā zonā” (LIFE REEF Nr. LIFE19 NAT/LV/000973) ietvaros un tiek īstenots ar Eiropas Savienības LIFE programmas un Valsts reģionālās attīstības aģentūras finansiālu atbalstu.

Izmantotās literatūras saraksts:

Auniņš A. (red.) 2013. *Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums*. Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.

HELCOM. 2019. *Guidelines for coastal fish monitoring*. Online 23 January 2020.
<https://helcom.fi/wp-content/uploads/2020/01/HELCOM-Guidelines-for-coastal-fish-monitoring-2019.pdf>

SAUKAS EZERA ROTIFERA FUNKCIONĀLO GRUPU RAKSTUROJUMS

2020. GADĀ

Jana PAIDERE^{1,2*}, Ivars DRUVIETIS^{2*}, Agnija SKUJA², Dāvis OZOLIŅŠ², Laura GRĪNBERGA²,
Ilga KOKORĪTE²

¹ *Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūts, Parādes iela 1a,
Daugavpils,*

*LV-5401, * jana.paidere@du.lv*

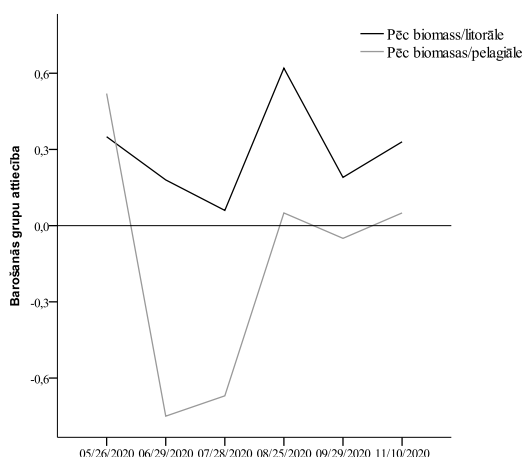
² *Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Jelgavas iela 1, Rīga, LV-1004, **
ivars.druvietis@lu.lv

Saukas ezera hidrobioloģiskie pētījumi 2020. gada sezonā no maija līdz novembrim vienu reizi mēnesī tika veikti LIFE GoodWater IP (Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai) projekta ietvaros.

Zooplanktona funkcionālā struktūra ir viens no instrumentiem, kas ļauj raksturot ezera trofisko līmeņu savstarpējās attiecības un vidi. Tāpēc viens no pētījuma mērķiem ir Saukas ezera Rotifera funkcionālo grupu analīze. Lai raksturotu Saukas ezera Rotifera funkcionālās grupas tika izmantota barošanās grupu (*Guild ratio*) attiecība t.i. makrofāgu (*raptorial*) attiecība pret mikrofāgiem, kas balstās uz barošanās stratēģiju jeb viena veida mastaksiem ģinšu līmenī. Šī attiecība ir robežās no +1 līdz -1; attiecība < 0 norāda par mikrofāgu dominanci, attiecība > 0 norāda par makrofāgu (*raptorial*) dominanci (Obertegger *et al.*, 2011).

Mikrofāgu dominance pēc skaita saistīta ar tādiem taksoniem kā *Pompholyx sulcata*, *Keratella* spp., *Kellicotia longispina* un *Conochillius* sp., makrofāgu - Synchaetidae (*Synchaeta* sp. un *Polyarthra* spp.), arī pēc biomasas starp mikrofāgiem dominē *Pompholyx sulcata*, bet starp makrofāgiem dominants kļūst plēsējs *Asplanchna priodonta* un alģēdāji Synchaetidae. Šīs Rotifera barošanās grupas un to attiecības Saukas ezerā mainās gan sezonāli, gan telpiski. Litorāles jeb seklūdens daļā pēc biomasas dominē makrofāgi, bet pelagiāles daļā galvenokārt mikrofāgi, īpaši jūnijā un jūlijā (1. attēls), kas ir atkarīgs gan no fitoplanktona un zooplanktona sezonālās attīstības, gan no trofisko saišu veidošanās starp zooplanktona organismiem. Saukas ezerā gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī izteikti pārstāvētas un dominantes bija kramalģes (0,52-6,8 mg l⁻¹) (*Aulacoseira granulata*,

Aulacoseira italica, *Melosira varians*, *Fragilaria* spp., *Nitzschia* spp., *Synedra* spp., *Cyclotella* spp., *Tabellaria* spp. Bieži sastopamas bija arī zaļalģes *Desmodesmus* spp., *Pediastrum* spp., dinofītaļģes *Ceratium hirundinella*. Nelielā daudzumā vasarā (0,047-0,51 mg l⁻¹) atrastas potenciāli toksiskās cianobaktērijas *Anabaena* spp., *Chroococcus* spp., *Gloeocapsa* spp., *Microcystis* spp., *Planktolyngbia limnetica*.



1. attēls. Rotifera barošanās grupu attiecība Saukas ezerā 2020. gada sezonā

Mikrofāgu dominēšana pēc biomasas pelagiālās daļā jūnijā (*Keratella cochlearis*) un jūlijā (*Pompholyx sulcata*), un vienlaicīga makrofāgu alģēdāju *Polyarthra* spp. un *Synchaeta* sp. samazināšanās norāda gan par konkurenci ar efektīvākiem filtrētājiem *Daphnia* spp. par barību, gan Copepoda *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides* plēsonību vasaras sākumā, pieaugot to skaitam un biomasai. Mainoties fitoplanktona sabiedrībām, kā arī Cladocera cenzēm uz mazāk efektīviem filtrētājiem (*Diaphanosoma brachyurum*) jūlijā masveidīgi attīstījās arī *Pompholyx sulcata* (sedimentētājs, bakterioplanktonēdājs), raksturīga vasaras mezo-eitrofu, eitrofu ūdeņu suga (Karabin 1985). Baktēriju-detrīta suspensijas pieaugums jūlijā, acīmredzot izraisa masveidīgu *Pompholyx sulcata* attīstību.

Kopumā Rotifera barošanās grupu attiecību telpiskās un sezonālās izmaiņas norāda par barošanās ķēžu daudzveidību un sarežģītību, kas ir raksturīgi mezotrofiem un vāji eitrofiem ezeriem (Karabin 1985, Derevenskaya, Unkovskaya 2006).

Izmantotās literatūras saraksts:

Derevenskaya, O.Ya., Unkovskaya, E.N. 2006. Food web structure of zooplankton in lakes of the Volga-Kama state nature reserve. Состояние и проблемы продукционной гидробиологии. Сборник научных работ по материалам докладов на Международной конференции «Водная экология на заре XXI века», посвященной столетию со дня рождения профессора Г. Г. Винберга Товарищество научных изданий КМК, Москва, 71-81. (Krievu val.)

Karabin, A. 1985. Pelagic zooplankton (Rotatoria+Crustacea) variation in the process of lake eutrophication. II. Modifying effect of biotic agents. *Ekologia Polska*, 33(4): 617-644.

Obertegger, U., Smith, A.H., Flaim, G., Wallace, L.R. 2011. Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia*, 662:157-162.

PIESĀRŅOTĀJI MUMEE UPĒ (OHAIO, ASV) UN TO IETEKME UZ DIŽGLIEMEŅU FIZIOLOĢIJU

Ieva ROZNERE^{1*}, Viktoriya AN², Timothy ROBINSON,² Jo Ann BANDA³,

G. Thomas WATTERS¹

¹ *Department of Evolution, Ecology, and Organismal Biology, The Ohio State University,
Columbus, OH, 43210, USA*

² *Department of Mathematics and Statistics, University of Wyoming, Laramie, WY, 82071,
USA*

³ *U. S. Fish and Wildlife Service, Gloucester, VA, 23061, USA*

* *roznere.1@osu.edu*

Daudzi piesārņotāji, kas pārstāv sarežģītu pesticīdu, hormonu, un farmaceitisko un personīgās higiēnas līdzekļu kategoriju, tikai nesen tika atklāti ūdens ekosistēmās, un joprojām ir maz informācijas par to toksicitāti vai uzvedību vidē (Sauvé, Desrosiers, 2014). Spēja noteikt prioritāti bioloģiski nozīmīgākajiem piesārņotājiem, kas ietekmē ūdens ekosistēmas, var būt sarežģīta, jo toksicitātes novērtēšanas programmas nav gājušas kopsolī ar pieaugošo piesārņotāju skaitu (Boxall *et al.*, 2012). No visiem ūdens savvaļas dzīvniekiem, dižgliemenes (Unionidae) varētu būt vienas no visjūtīgākajām pret šiem piesārņotājiem. Dižgliemeņu populācijas pēdējo 200 gadu laikā ir dramatiski samazinājušās antropogēno darbību, piemēram, ūdens piesārņojuma, biotopu iznīcināšanas vai pārveidošanas, un invazīvo sugu ieviešanas dēļ (Downing *et al.*, 2010). Šī pētījuma mērķis bija izmantot metabolomiku, lai identificētu un noteiktu prioritāti piesārņotājiem Maumee upē (Ohio, ASV), kas varētu negatīvi ietekmēt dižgliemeņu fizioloģiju.

Pyganodon grandis tika savākti no diķa Marionas apgabalā, Ohio, ASV un izvietoti būros četrās vietās gar Maumee upi. Hemolimfas paraugi tika savākti no katras dižgliemenes pēc viena mēneša un nosūtīti metabolomiskajai analīzei. Metabolīti kas statistiski nozīmīgi atšķīrās starp eksperimentālajām grupām tika identificēti izmantojot vienvirziena dispersijas analīzi (ANOVA). Virszemes ūdens paraugi tika savākti no katras vietas sešas reizes šai laika posmā un nosūtīti piesārņojumu analīzei lai noteiktu 14 hormonu, 62 pesticīdu, un 144 farmaceitisko un personīgās higiēnas līdzekļu koncentrācijas. Daļēja mazāko kvadrātu (PLS) regresija tika izmantota, lai identificētu ūdens piesārņotājus, kas statistiski nozīmīgi mainījās ar metabolītiem.

Hemolimfā tika atklāti 186 metabolīti ar zināmu identitāti un 43 no tiem uzrādīja statistiski nozīmīgas atšķirības starp Maumee upes vietām. No 220 analizētajiem piesārņotājiem 60 tika konstatēti vismaz vienā ūdens paraugā. Atrazīns, kofeīns, DEET, dezetilatrazīns, jopamidols, metformīns un metribuzīns bija starp desmit visbiežāk konstatētajiem piesārņotājiem visās vietās. Sākotnējā PLS globālajā modelī tika iekļauti 69 piesārņotāji, kas tika atklāti Maumee upes ūdenī, un 43 metabolīti dižgliemenēs, kas uzrādīja atšķirības starp vietām. No 60 atklātajiem piesārņotājiem, 44 statistiski nozīmīgi mainījās ar metabolītiem. Pieci piesārņotāji, kuriem bija visspēcīgākā saistība ar metabolītiem, bija endosulfāna sulfāts, gamma hlordāns, alfa hlordāns, moksifloksacīns, un alprazolāms.

Mūsu veiktās analīzes atklāja piesārņotāju apakškopu, kas ietekmē dižgliemeņu fizioloģiju. Papildus šai piesārņotāju apakškopai, mēs klasificējām piesārņotājus pēc korelācijas stipruma starp piesārņotāju un metabolītiem. Lai gan PLS iepriekš tika izmantots, lai pārbaudītu piesārņotājus, kas ietekmē metabolītus zivī *Pimephales pomelas* (Davis *et al.* 2016), cik mums ir zināms, mēs esam pirmie, kas izmanto šo metodi bezmugurkaulniekiem. Šis analīzes paņēmiens nodrošina bioloģisku pamatu piesārņotāju prioritātes noteikšanai turpmākai ekotoksikoloģiskai pārbaudei, kas ir piemērota visām sugām, un sniedz informāciju par to, kuri piesārņotāji varētu visvairāk negatīvi ietekmēt savvaļas dabu.

Izmantotās literatūras saraksts:

Boxall, A., Rudd, M.A., Brooks, B.W., Caldwell, D.J., Choi, K., Hickmann, S., Innes, E. Ostapyk, K., Staveley, J.P., Verslycke T., *et al.* 2012. *Pharmaceuticals and personal care products in the environment: what are the big questions?* Environmental Health Perspectives, 120:1221-1229.

Davis, J.M., Ekman, D.R., Teng, Q., Ankley, G.T., Berninger, J.P., Cavallin, J.E., Jensen, K.M., Kahl, M.D., Schroeder, A.L., Villeneuve, D.L., *et al.* 2016. *Linking field-based metabolomics and chemical analyses to prioritize contaminants of emerging concern in the Great Lakes basin.* Environmental Toxicology and Chemistry, 35:2493-2502.

Downing, J.A., Van Meter, P., Woolnough, D.A. 2010. *Suspects and evidence: a review of the causes of extirpation and decline in freshwater mussels.* Animal Biodiversity and Conservation 33:151-185.

Sauvé, S., Desrosiers, M. 2014. *A review of what is an emerging contaminant.* Chemistry Central Journal, 8:15.

KLIMATA IZMAIŅU IETEKME UZ HIDROLOĢISKAJIEM APSTĀKĻIEM UN AIRKĀJVĒŽU DINAMIKU RĪGAS LĪCĪ

Gunta RUBENE 1*, Kārlis HEIMRĀTS 1, Ivars PUTNIS 1

1 Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides institūts "BIOR",

Lejupes iela 3, Rīga, LV-1076 * Gunta.Rubene@bior.lv

Strauja gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma palielināšanās ir vieni no būtiskākajiem klimatisko izmaiņu rādītājiem Ziemeļatlantijas reģionā pēdējo dekāžu laikā (BACC II Author Team, 2015). Jūras ekosistēmās šīs ilgtermiņa izmaiņas visbiežāk izraisījušas būtisku ūdens temperatūras paaugstināšanos, sāļuma samazināšanos, kā arī izmainījušas sugu daudzgadīgo dinamiku. Baltijas jūras klimats īpaši strauji mainījies kopš 1990-to gadu sākuma, kad globālās gaisa temperatūras paaugstināšanās rezultātā Baltijas jūrā biežāk bija vērojamas siltākas ziemas. Iepriekš veikto pētījumi liecina, ka ziemas klimatiskie apstākļi visvairāk ietekmējuši tieši pavasara hidroloģiskos apstākļus un zooplanktona daudzumu. Paaugstināta ūdens temperatūra veicinājusi termofīlo zooplanktona sugu pieaugumu, bet būtiski ierobežojusi kriofīlas jeb aukstos ūdeņus mīlošas sugas Baltijas jūrā un tās apakšbaseinos.

Klimata izraisītas izmaiņas atmosfērā, īpaši gaisa temperatūras, vēja virziena un stipruma, kā arī nokrišņu daudzuma palielināšanās var būtiski ietekmēt arī hidroloģisko apstākļu telpisko mainību, radot izaicinošu vidi tajā dzīvojošajiem organismiem. Tomēr, līdz šim veiktajos pētījumos ir maz informācijas par klimata ietekmi uz hidroloģiskā režīma un zooplanktona telpiskajām izmaiņām.

Rīgas līča zooplanktona kopienā pavasarī dominē trīs airkājvēžu sugas – *Eurytemora affinis affinis*, *Limnocalanus macrurus macrurus* un *Acartia* spp. (galvenokārt *Acartia* (*Acanthacartia*) *bifilosa*). Pirmās divas sugas ir nozīmīgas reņģu barošanās mērķsugas (Livdāne et al., 2015), tāpēc īpaši svarīgi regulāri atjaunot informāciju par šo sugu dinamiku, kā arī noskaidrot to ietekmējošos faktorus. Šajā pētījumā noskaidrosim (1) kāda ir klimata un hidroloģisko apstākļu loma airkājvēžu sugu daudzgadīgajā dinamikā pavasarī un (2) vai klimatiskie apstākļi ietekmējuši hidroloģisko parametru telpisko sadalījumu pavasara periodā?

Lai varētu spriest par ilgtermiņa klimata ietekmi uz ekosistēmu, nepieciešami ilgadēji sistemātiski novērojumi. Rīgas līcī hidroloģiskie un zooplanktona dati tikuši ievākti jau gandrīz 60 gadus un ievākšanas un apstrādes metodes gandrīz nav mainījušās kopš datu rindas pirmsākumiem. Zooplanktons tika ievākts ar Džedi tipa tīklu, kura augšējās sekcijas riņķa

diametrs 36 cm, bet tīkla acu izmērs 160 μm (UNESCO 1968). Temperatūras un sāļuma dati ievākti, izmantojot nepārtrauktas vadībspējas multiparametru zondi (SBE 19plus SeaCaT Profiler). Skābekļa dati līdz 1995.gadam iegūti pēc Vinklera metodes (Grasshoff et al. 1983), bet vēlāk mērīti ar multiparametru zondi, vienlaicīgi ar temperatūru un sāļumu. Šajā pētījumā ziemas klimatiskos apstākļu raksturošanai tika izvēlēts Baltijas jūras ziemas indekss (WIBIX), kas salīdzinoši nesen izstrādāts Leibnīcas Baltijas jūras pētniecības institūtā IOW (Hagen, Feistel, 2005). Pozitīvs ziemas indekss ($\text{WIBIX} > 0$) nozīmē siltāku, jūras tipa klimatu, savukārt negatīvs indekss ($\text{WIBIX} < 0$) liecina par bargu, kontinentāla tipa klimatu reģionā. Kopumā statistiskajās analizēs tika izmantota janvāra – marta WIBIX indeksa vidējā vērtība gadā, ziemas (janvāra – marta) gaisa temperatūra, vidējā aprīļa gaisa temperatūra, ūdens temperatūra, sāļuma un skābekļa vidējā vērtība maijā, airkājvēžu *Acartia* spp., *E.affinis affinis* un *L.macrurus macrurus* vidējā biomasa maijā. Lai noskaidrotu klimata, hidroloģijas un airkājvēžu daudzgadīgās dinamikas mijiedarbību, tika veikta Pīrsona korelācijas un vienfaktora gam analīze programmā R (R Core Team, 2020). Pavasara vides telpiskā sadalījuma raksturošanai tika analizēta temperatūras, sāļuma un skābekļa daudzgadīgās izmaiņas visos novērojumu dziļumos atsevišķās līča stacijās. Telpiskā sadalījuma vizualizācijai tika izmantota programma Ocean Data View.

Kopumā ziemas klimatam bija liela ietekme uz pavasara vidi Rīgas līcī. Augsta korelācija bija vērojama arī starp klimatiskajiem rādītājiem. Ziemas indeksa WIBIX un vidējās ziemas gaisa temperatūras korelācijas koeficients sasniedza 0,88 ($p < 0,001$), kas nozīmē, ka ziemas temperatūra lielā mērā izskaidro WIBIX izmaiņas. Būtiski, ka ziemas gaisa temperatūrai bija lielāka ietekme uz ūdens temperatūru ($r = 0,87$, $p < 0,001$) un mazo airkājvēžu *Acartia* spp. un *E.affinis affinis* biomasu maijā ($r = 0,61$, $p < 0,001$ un $r = 0,70$, $p < 0,001$) nekā WIBIX indeksam. Līdzšinējie novērojumi rāda, ka ziemas vidējā gaisa temperatūra ievērojami palielinājusies pēdējo dekāžu laikā, izraisot strauju mazo airkājvēžu *E.affinis affinis* un *Acartia* spp. pieaugumu pavasarī. Lai gan tiek uzskatīts, ka pēc siltām ziemām būtiski samazinās lielā airkājvēža *L.macrurus macrurus* biomasa, sugas daudzgadīgā dinamika vāji korelēja ar šajā darbā izmantotajiem ziemas klimatiskajiem rādītājiem. Neliela negatīva korelācija bija vērojama starp *L.macrurus macrurus* un pavasara gaisa temperatūru ($r = -0,34$, $p < 0,01$), bet pavasara gaisa temperatūra nozīmīgi ietekmēja sāļumu maijā ($r = -0,59$, $p < 0,001$).

Sākotnējie rezultāti liecina, ka ir vērojamas atšķirības gan hidroloģisko rādītāju vertikālajā, gan horizontālajā izplatībā. Temperatūras pieaugums īpaši vērojams ūdens virsējā slānī pēdējo dekāžu laikā. Sagaidāms, ka izmaiņas hidroloģiskās vides telpiskajā izplatībā var ietekmēt airkājvēžu sugu izplatību līcī.

Izmantotās literatūras saraksts:

BACC II Author Team. 2015. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin, Regional Climate Studies. Springer International Publishing, Cham.: 515pp.

Grasshoff, K., Ehrhardt M., Kremling K. (Ed.). 1983. Methods of Seawater Analysis. Second, Revised and Extended Edition. Weinheim/Deerfield Beach, Florida: Verlag Chemie: 419 pp.

Hagen, E. & Feistel, R. 2005. Climatic turning points and regime shifts in the Baltic Sea region: the Baltic winter index (WIBIX) 1659–2002. *Boreal Env. Res.*, 10: 211–224.

Livdāne L., Putnis I., Rubene G., Elferts D., Ikauniece A. 2015. Baltic herring prey selectively on older copepodites of *Eurytemora affinis* and *Limnocalanus macrurus* in the Gulf of Riga. *Oceanologia*, 58(1): 46-53.

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

UNESCO. 1968. Zooplankton sampling. UNESCO, Monogr. Oceanogr. Methodol., 2: 142–174.

BRASLAS UPES ZOOBENTOSA RAKSTUROJUMS

2021. GADA VEĢETĀCIJAS PERIODĀ

Diāna Štrausa^{1*}, Arkādijs Poppels²

¹ Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte, Hidrobioloģijas katedra, Rīga, Jelgavas iela 1,

² Rīgas Nacionālais Zooloģiskais dārzs, Meža prospekts 1, Rīga

* apoppels@hotmail.com

2021. gada augustā tika veikti zoobentosa pētījumi Braslas upē posmā “leļpus Braslas HES” un pie “Virtakas klintīm”, lai sagatavotu un novērtētu lašveidīgo zivju nārsta vietu. Posms raksturojams kā ritrāls. Apsekojums tika veikts, lai noteiktu lašveidīgo zivju potenciālo nārsta vietu ekoloģisko stāvokli kā arī iespējamās ietekmes uz īpaši aizsargājamām dabas teritorijām, biotopiem un īpaši aizsargājamām sugām. Pētījumu vietā grunts veidoja akmeņi, oļi un rupja grants. Virsūdens makrofītu audzes veidoja *Sparganium emersum*, *Carex* sp. un nelielā daudzumā *Phragmites australis*. Piekrastes joslā un sērēs dēļ biežā aizauguma uzkrājas dūņa un detrits. Brīvajā upes daļā tika konstatētas vairākas iegrimušo ūdensaugu sugas kā *Potamogeton lucens*, *Batrachium circinatum* Fontinalis sp. Ūdens augi (masveidā Fontinalis sp.) darbojās kā “ķērāji”, uzkrājot uz sevis ūdens nestās dūņas un detritu, kā rezultātā tiek izmaiņās un sabojātas nārsta vietas, kas atainojas zoobentosa faunistiskā sastāva izmaiņās. Parādās potamālam raksturīgas sugas kā *Radix ovata*, *Limnea stagnalis*, *Oligochaeta* sp. un lielā daudzumā *Chironomidae*. Savukārt, straujtecēs dominēja *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, *Plecoptera* un *Simulidae*. Apsekotajā upes posmā tika konstatēti 39 zoobentosa organismu taksoni. Pēc taksonu daudzveidības dominēja 8 Trichoptera sugas, 6 Mollusca sugas, 5 Ephemeroptera sugas, 4 Plecoptera sugas, 4 Odonata suga, 4 Diptera sugas. Pārējās bezmugurkaulnieku grupas tika pārstāvētas ar 1 līdz 2 sugām. No aizsargājamajām sugām pētītajā posmā ievērojamā daudzumā tika konstatēta *Theodoxus fluviatilis*. Pētījuma rezultātā tika konstatēts, ka Braslas grunts izlīdzināšanas un ūdens augu attīrīšanas darbi neradīs negatīvu ietekmi uz Braslas upes ekoloģisko stāvokli. Līdz ar to upe saglabās ES aizsargājamam biotopam 3260_2 “Upju straujtecēs un dabiski upju posmi” statusu.

SEŠU UPJU RISKĀ ŪDENSOBJEKTU EKOĻĪSKĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒJUMS PĒC MAKROFĪTIEM UN MAKROZOOBENTOSA ORGANISMIEM

Agnija Skuja¹, Dāvis Ozoliņš¹, Linda Uzule¹, Ilga Kokorīte^{1,2}

¹ *Latvijas Universitātes Bioloģijas institūts, Jelgavas iela 1, Rīga, LV-1004*

² *Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, Maskavas iela 165, Rīga, LV-1019*

Projekta "Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai" jeb LIFE GoodWater IP ietvaros, kura mērķis ir ilgtermiņā Latvijā uzlabot ūdens kvalitāti aptuveni 30% riska ūdensobjektu, kopš 2020. gada maija uzsākta sešu projekta demonstrējumu upju - Aģes, Mergupes, Auces, Zaņas, Ēdas un Slocenes izpēte. Latvijā šobrīd ir 164 riska ūdensobjekti (89 upes un 75 ezeri), pie kuriem pieskaitāmas arī sešas projekta demonstrējumu upes. Iemesli, kādēļ minētie ūdensobjekti atzīti par riska ūdensobjektiem, saistīti ar palielinātu barības vielu ieplūdi un dažādiem hidromorfoloģiskajiem pārveidojumiem.

2020. gadā vienā Auces, divos Zaņas, Ēdas, Aģes un Slocenes, kā arī trīs Mergupes posmos veikta bioloģiskās kvalitātes elementu – makrofītu un makrozoobentosa izpēte, lai noteiktu upju ekoloģisko stāvokli. Makrofītu sugu sastāvs un sastopamība tika vērtēta 100 m garos upju posmos. Ūdensaugu sastopamība tika novērtēta 9 ballu skalā: 1: <0,1%; 2: 0,1-1%; 3: 1-2,5%; 4: 2,5-5%; 5: 5-10%; 6: 10-25%; 7: 25-50%; 8: 50-75%; 9: >75%. Lai noteiktu upju ekoloģisko kvalitāti, tika aprēķināts Latvijas upju makrofītu indekss (MIR_LV) (Uzule and Jēkabsone 2016).

100 m garā upes posmā novērtēts grunts substrātu tipu projektīvais segums un, proporcionāli to sastopamībai, kopā ievākti pieci makrozoobentosa organismu paraugu atkārtojumi atbilstoši standartmetodikai (izmantojot skrāpi, kura rāmja izmērs ir 0,25 x 0,25 cm un tīkla acs izmērs 0,5 mm). Visi pētītie upju posmi bija pieskaitāmi ritrāla tipam.

Lai novērtētu upju ekoloģisko stāvokli, indeksu aprēķināšanai izmantota programma Asterics 4.04 (Anonymous 2004). Ekoloģiskās kvalitātes vērtēšanai tika izmantots Latvijas upju bentisko bezmugurkaulnieku multimetriskais indekss (LMI), kuru veido četri indeksi: kopējais taksonu skaits (T), Dānijas upju faunas indekss (DSFI), jutīgo taksonu klātbūtne EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) un ASPT (Average Score Per Taxon) (1. tabula). Katrs indekss LMI indeksa izveidei tika standartizēts, izmantojot formulu:

$$EQR = \frac{\text{Konkrētā vērtība} - \text{zemākā robeža}}{\text{References vērtība} - \text{zemākā robeža}}$$

Izmantoto indeksu robežvērtības norādītas 1. tabulā.

1. tabula

LMI veidojošo indeksu augstākās un zemākās robežas.

Indekss	Augšējā robeža	Apakšējā robeža
T (Kopējais taksonu skaits)	59	7
ASPT (Average score per taxon)	7.5	3.67
DSFI (Danish stream fauna index)	7	3
EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)	25	1

LMI ir četru izmantoto indeksu (EQR) vidējā vērtība un tā kvalitātes klašu vērtības norādītas 2. tabulā (Ozolins and Skuja 2016).

2. tabula

Nacionālās klašu robežas LMI indeksam.

Klašu robeža	Augsta/laba	Laba/vidēja	Vidēja/slikta	Vāja/slikta
LMI	0.92	0.72	0.41	0.26

Kopējais aizaugums ar makrofītiem pētītajos upes posmos variē plašā amplitūdā – no 2% posmā Zaņa, grīva un posmā Mergupe leļpus Krīgaļu HES līdz pat 90% aizaugumam ar makrofītiem Ēdas upē pie Vārmes (3. tabula). Liels aizaugums ar makrofītiem konstatēts arī Aucē (70%), Ēdas grīvā (80%), Sločenē augšpus Tukuma (80%), Zaņā leļpus Zaņas HES (60%), Agē leļpus Mandegām (50%) un posmā Mergupe, Vite (70%). Makrofītu sugu skaits upju posmos variēja no 7 sugām (posmā Mergupe leļpus Krīgaļu HES) līdz 24 sugām (posmā Ēda, grīva). Liels sugu skaits konstatēts arī Agē augšpus Kalniņiem (21 suga), posmā Mergupe, Vite (21 suga), Zaņā leļpus Zaņas HES (19 sugas), Aucē (18 sugas) un Ēdā pie Vārmes (17 sugas). Kā dominējošās makrofītu sugas minamas dzeltenā lēpe *Nuphar lutea* (Auce, Ēda, Zaņa leļpus Zaņas HES), vienkāršā ežgalvīte *Sparganium emersum* (Ēda), skaujošā glīvene *Potamogeton perfoliatus* (Ēda, Auce), lielā ežgalvīte *Sparganium erectum* (Slocene augšpus Tukuma, Auce), parastā avotsūna *Fontinalis antipyretica* (Agē leļpus Mandegām, Mergupe

augšpus Nītaures), zaļalģes *Cladophora* sp. (Auce, Ēda, Slocene augšpus Tukuma), un upes mētra *Mentha aquatica* (Slocene augšpus Tukuma). Slocenē pie Sloklejām, Zaņas grīvā un Mergupē leļpus Krīgaļu HES nav vērojama vienas vai vairāku makrofītu sugu dominance – visu konstatēto sugu projektīvais segums šajos posmos ir neliels. Minētajos posmos konstatēts arī vismazākais sugu skaits un kopējais aizaugums ar makrofītiem. Lielākajā daļā pētīto upju posmu ekoloģiskā kvalitāte pēc makrofītiem ir augsta (6 posmi) un laba (4 posmi). Tikai divos posmos – Slocenē augšpus Tukuma un Aucē – ekoloģiskā kvalitāte ir vidēja. Šajos posmos dominē zaļalģes, lielā ežgalvīte, sastopami arī brīvi peldošie makrofīti: mazais ūdenszieds *Lemna minor* un parastā spirodella *Spirodela polyrrhiza*. Visas minētās sugas norāda uz palielinātu biogēno elementu klātbūtni upēs.

3. tabula

Ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc makrofītiem.

Upe/upes posms	Kopējais aizaugums ar makrofītiem, %	Makrofītu sugu skaits	Ekoloģiskā kvalitāte pēc makrofītiem
Auce	70	18	vidēja
Ēda pie Vārmes	90	17	laba
Ēda, grīva	80	24	laba
Slocene pie Sloklejām	5	12	augsta
Slocene augšpus Tukuma	80	14	vidēja
Zaņa leļpus Zaņas HES	60	19	augsta
Zaņa, grīva	2	9	laba
Aģe augšpus Kalniņiem	7	21	laba
Aģe leļpus Mandegām	50	14	augsta
Mergupe, Vite	70	21	augsta
Mergupe leļpus Krīgaļu HES	2	7	augsta
Mergupe augšpus Nītaures	10	11	augsta

Pētītajos upju posmos konstatēti 24 – 68 makrozoobentosa taksoni. Vislielākā bentisko bezmugurkaulnieku taksonu daudzveidība raksturīga Ēdas upes grīvā, Mergupē Vitē, Zaņas upē Zaņā, Aucē un Ēdas upē Vārmē. Īpatņu skaits paraugos variēja no 419 līdz 3628 uz 0,0625 m²; lielākais īpatņu blīvums raksturīgs Ēdas upē pie Vārmes, Ēdas upes grīvā un Auces upē. Viszemākā taksonu daudzveidība un arī īpatņu skaits bija raksturīgs dabiskā smilšainā straujtecē Slocenes upē (4. tabula).

4. tabula

Ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc makrozoobentosa organismiem.

Upe/upes posms	Makrozoobentosa taksonu skaits (0,0625 m ²)	Makrozoobentosa īpatņu skaits (0,0625 m ²)	EQR	Ekoloģiskā kvalitāte pēc makrozoobentosa
Auce	56	3139	0,84	laba
Ēda pie Vārmes	55	3628	0,75	laba
Ēda, grīva	68	3126	0,96	augsta
Slocene pie Sloklejām	24	419	0,32	slikta
Slocene augšpus Tukuma	38	395	0,55	vidēja
Zaņa leļpus Zaņas HES	56	2718	0,73	laba
Zaņa, grīva	51	1460	0,92	augsta
Aģe augšpus "Kalniņiem"	44	1494	0,82	laba
Aģe leļpus Mandegām	48	2330	0,88	laba
Mergupe, Vite	58	1515	0,93	augsta
Mergupe leļpus Krīgaļu HES	46	1420	0,88	laba
Mergupe augšpus Nītaures	30	2065	0,70	laba

Septiņos no pētītajiem 12 upju posmiem pēc makrozoobentosa konstatēta laba ekoloģiskā kvalitāte, augsta – tikai trīs upju posmos. Vidēja un slikta ekoloģiskā kvalitāte konstatēta tikai Slocenē: slikta ekoloģiskā kvalitāte konstatēta dabiskā smilšainā straujtecē, kur maza grunts substrātu daudzveidība un dominēja nestabils smilts substrāts, raksturīga arī koku sanesumu ietekme. Šādiem upju posmiem būtu nepieciešama atšķirīga pieeja ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanā (specifiskajam tipam pielāgotas klašu robežvērtības). Savukārt vidēja kvalitāte augšpus Tukuma, pie mazdārziņu kooperatīva "Līdums", skaidrojama ar eutrofikācijas ietekmi, kā arī hidromorfoloģisko pārveidojumu esamību (upes posms arī taisnots).

Var secināt, ka ekoloģiskās kvalitātes vērtējums pēc abām organismu grupām ir līdzīgs, desmit upju posmi ir novērtēti ar augstu līdz labu ekoloģisko kvalitāti, viens – ar vidēju, un tikai divu upju posmu vērtējums atšķiras par divām ekoloģiskās kvalitātes klasēm (Auces kvalitāte augstāk novērtēta pēc makrozoobentosa, sliktāk pēc makrofītu sabiedrībām, savukārt Slocenes ekoloģiskā kvalitāte - augstāka pēc makrofītiem un zemāk pēc makrozoobentosa sabiedrībām).

Pētījums veikts Eiropas Komisijas LIFE Vides programmas projekta "Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai" (LIFE

GoodWater IP, Nr. LIFE18IPE/LV/000014) ietvaros ar ES LIFE programmas un Latvijas Vides aizsardzības fonda administrācijas finansiālu atbalstu.

Izmantotā literatūra

Anonymous. 2004. AQEM European stream assessment program. English Manual, Version 2.3, April 2004.

Ozolins D., Skuja A. 2016. Fitting the new Latvian Macroinvertebrate Index (LMI) for rivers to the results of the Central-Baltic Geographical Intercalibration Group. Report. Riga: 20.

Uzule L., Jēkabsone J. 2016. Fitting the Assessment System for Rivers in Latvia using Macrophytes to the results of the Central Baltic Geographical Intercalibration group. Report. Riga, 16 pp.

RĪGAS LĪČA PIEKRASTES EKOĻOĢISKAIS STĀVOKLIS PĒC BIOMARKĒRIU AKTIVITĀTES SVEŠZEMJU SĀNPELDES *PONTOGAMMARUS ROBUSTOIDES*

Evita STRODE^{1*}

¹ *Daugavpils Universitātes aģentūra Latvijas Hidroekoloģijas Institūts*

* evita.strode@lhei.lv

Rīgas līča piekrastes zonā netiek veikts monitorings un līdz ar to šobrīd nav pilnvērtīgu datu par zoobentosa sugām, kas sastopamas pludmales smilšainajā daļā, lai pilnvērtīgi novērtētu šo biotopa raksturojošo sugu daudzveidību un saglabāšanu. Svešzemju sānpeldes *Pontogammarus robustoides* Rīgas līča piekrastes zonā pirmo reizi tika konstatēta Jūrmalā 2009. gadā (Kalinkina, Berezina, 2021), bet 2012. gadā apsekojot plašāku Rīgas līča teritoriju, tās izplatība novērota līdz pat Kaltenei (Strode *et al.*, 2013). Mūsdienās aktualizējas tēma par piekrastes piesārņojumu, kurā tiek konstatēts aizvien vairāk tieši cilvēku radītais plastmasas materiālu un to savienojumu piesārņojums, kas sadaloties rada potenciāli toksisku mikroplastmasas piesārņojuma apdraudējumu gan piekrastes, gan jūras organismiem. Tāpēc ir būtiski novērtēt potenciālā piesārņojuma ietekmi uz bioloģiskajiem resursiem, ko iespējams konstatēt izmantojot selektīvas biomarkēšanas metodes, sauktas kā „agrīnās brīdināšanas sistēmas”. Detoksifikācijas procesā iesaistīto enzīmu aktivitātes un antioksidantu sistēmas biomarkēri kalpo par agrīniem stresa indikatoriem (Lam, 2009), kas uzrāda organisma novirzes no normāla funkcionālā stāvokļa (Peakall, 1994) un var veidoties deģeneratīvas izmaiņas molekulu struktūrā un orgānu darbībā, kā arī var tikt traucēta reprodukcija un izdzīvošana (Depledge *et al.*, 1995; Lehtonen *et al.*, 2012).

Pētījuma mērķis ir apkopot un izvērtēt svešzemju sānpeldes *P. robustoides* reprodukcijas kvantitāti un kvalitāti Rīgas līča piekrastes teritorijā un pēc biomarkēru - reprodukcijas kvalitātes (malf, %), acetilholīnesterāzes (AChE), glutational S-transferāzes (GST) un katalāzes (CAT) aktivitātes rādītājiem noskaidrot vides ekoloģisko stāvokli.

Rīgas līča piekrastē tika apsekotas 2020. gadā 8 stacijas un 2021. gadā 6 stacijas – noskaidrojot potenciālā piesārņojuma ietekmi no lielākajām upēm (Daugavas, Lielupes un Gaujas – Bolderāja, Vecāķi, Lielupe, Saulkrasti, Lilaste, Dubulti, Kauguri, Mērsrags) uz sānpelžu *P. robustoides* attīstību. Ievāktajām reprodutīvām sānpeldēm laboratorijā tika konstatēta embrioloģiskā attīstība zem stereomikroskopa un pārējie indivīdi sasaldēti -80 °C

enzimātisko biomarķieru noteikšanai. Biomarķieru aktivitāte (AChE, CAT un GST) tika noteikta spektrofotometriski vidēji 24 organismiem no vienas stacijas, balstoties uz iepriekš izstrādātām metodēm, kas pielāgotas mikroplatei.

Iegūtie rezultāti norāda, ka Rīgas līča piekrastē *P. robustoides* ir sastopama visās apskatītajās teritorijās. Divu gadu periodā, tika analizētas kopā 638 *P. robustoides* mātītes, konstatējot būtiski atšķirīgu ievākto reproduktīvo mātīšu skaitu stacijā un vidējo embriju skaitu mātītēs (vidēji no 20 (7.83 mm garas) – 120 (11.55 mm garas) olas/mātītē).

Papildus 2021. gadā tika apsekota Bolderājas un Vecāķu piekraste no jūnija līdz septembrim, konstatējot lielāku organisma izmēru, mātīšu un vidējo olu skaita pieaugumu vasaras sākumā (jūnijā). Vecāķu pludmalē tika konstatēta izteikta reproduktīvu mātīšu sastopamība populācijā atkarībā no ievākšanas perioda - augustā netika konstatēta neviena reproduktīva mātīte, bet septembrī tikai 7 mātītes, salīdzinoši piecas reizes mazāk nekā jūnijā. Analizējot olu kvalitāti *P. robustoides* populācijā, tika konstatēta sezonas ietekme uz ietekmēto olu skaitu % populācijā. Salīdzinoši lielākā ietekmēto olu (%) proporcija tika novērota gan 2020, gan 2021. gadā Lielupes ietekas rajonā. Kopumā jūnijā ievāktajām sānpeldēm tika konstatētas <5% vidēji ietekmētas olas populācijā, savukārt jūlijā, augustā un septembrī ietekmēto olu skaits populācijā tika konstatēts >5%, kas iespējams skaidrojama ar *P. robustoides* multivoltīnā dzīves cikla posmiem attiecīgajā vidē.

Gan neirotoksiskā stresa biomarķiera (AChE), gan oksidatīvā stresa biomarķieru aktivitātei būtisku atšķirību starp stacijām 2021. gadā nekonstatēja. Izņēmums bija Lielupes rajonā ievāktajām sānpeldēm, kur paaugstinātas GST un CAT aktivitātes vērtības korelēja ar proporcionāli lielāko ietekmēto olu skaitu.

Būtiskas atšķirības starp mēnešiem biomarķieru aktivitātei Vecāķu un Bolderāju stacijās ievāktajām sānpeldēm netika konstatētas. Tomēr Vecāķos augustā ievāktajām *P. robustoides* tika novērota būtiski augstāka GST un CAT aktivitāte, turklāt reproduktīvu mātīšu klātbūtne arī netika konstatēta, iespējams norādot uz sliktu vides ekoloģisko kvalitāti. Lai kompleksi novērtētu biomarķieru atbildes reakcijas visās Rīgas līča piekrastes stacijās, tika pielietots integrētais biomarķieru indekss (IBR), kurš integrē visu noteikto (CAT, GST, AChE) biomarķieru rezultātus. Izvērtējot stacijas pēc IBR, visaugstākā enzimātisko biomarķieru ietekme sānpeldēm *P. robustoides* tika konstatēta 2020. gadā Bolderājas un Dubultu piekrastē, bet 2021. gadā Lielupes un Lilastes pludmalēs. Iegūtie rezultāti - attīstības

traucējumu konstatēšana *P. robustoides* embriju attīstībā, ļaus tuvākā periodā izstrādāt Rīgas līča piekrastei GES (labas vides kvalitātes) robežas, kas tiek balstīts uz fona līmeņa un paaugstināta līmeņa piesārņotāja identifikāciju pēc deformēto embriju īpatsvara.

PostDoc granta aktivitāšu finansiālais nodrošinājums: Eiropas Reģionālās attīstības fonda projekts 1.1.1.2/16/I/001, pētniecības pieteikuma Nr. 1.1.1.2/VIAA/3/19/465.

Izmantotās literatūras saraksts:

Moreira S.M., Guilhermino L., 2005. *The use of Mytilus galloprovincialis acetylcholinesterase and glutathione S-transferases activities as biomarkers of environmental contamination along the northwest Portuguese coast*. Environmental Monitoring and Assessment 105: 309-325

OSPAR, 2008. *OSPAR convention for the protection of the marine environment of the north-east atlantic*. JAMP Guidelines for Contaminant-Specific Biological Effects (OSPAR Agreement 2008-09).

Depledge M. H., Aagaard A., Györkös P. 1995. *Assessment of trace metal toxicity using molecular, physiological and behavioural biomarkers*. Marine Pollution Bulletin, 31: 19-27.

Lehtonen K., Sundelin B., Lang T., Schiedek D. 2012. *Final Report. Biological Effects of Anthropogenic Chemical Stress. Tools for the assessment of Ecosystem Health*. www.bonusportal.org/files/1607/BEAST_Final_Report.pdf

Lam, P., 2009. *Use of biomarkers in environmental monitoring*. Ocean and Coastal Management, 52: 348-354.

Kalinkina NM, Berezina NA (2010) *First record of Pontogammarus robustoides Sars, 1894 (Crustacea: Amphipoda) in the Gulf of Riga (Baltic Sea)*. Aquatic Invasions 5 (Suppl. 1): S5–S7, [http://dx.doi.org/10.3391/ ai.2010.5. S1.002](http://dx.doi.org/10.3391/ai.2010.5.S1.002)

Peakall D.B. 1994. *Biomarkers: the way forward in environmental assessment*. Toxicology and Ecotoxicology News, 1: 55-60.

Strode E., Berezina N., Kalnins M. and Balode M. 2013. *New records of the amphipods Gammarus tigrinus Sexton, 1939 and Pontogammarus robustoides G.O. Sars, 1894 in Latvian waters of the Baltic Sea*. BioInvasions Records. Volume 2., Issue 1: 63–68.

Atslēgas vārdi: biomarkieri, ekoloģiskais stāvoklis, sānpeldes