



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

66. ZINĀTNISKĀ KONFERENCE

KLIMATA MAINĪBA UN ŪDEŅI

Rakstu krājums

LU Akadēmiskais apgāds

UDK 551.58+556(063)
KI 582

Klimata mainība un ūdeņi. Rakstu krājums
Rīga : Latvijas Universitāte, 2008. 140 lpp.

Atbildīgā par izdevumu: **Ineta Plikša**

Korektore **Vija Kaņepe**
Maketu veidojis **Arnis Čakstiņš**
Vāka dizainu veidojis **Agris Dzilna**

ISBN 978-9984-825-29-8

© Latvijas Universitāte, 2008
© Agris Dzilna, vāka dizains, 2008

Saturs

Ēriks ALEKSEJEVS, Jānis BIRZAKS Spidiļķa <i>Rhodeus amarus Bloch</i> izplatība Latvijā	5
Elga APSĪTE, Anda BAKUTE Latvijas upju gada noteces izmaiņas 20. un 21. gadsimta mijā.....	7
Maija BALODE, Santa PURVIŅA, Ingrīda PURIŅA, Māra PFEIFERE, Vija JURKOVSKA, Ieva BĀRDA, Evita STRODE, Juris BALODIS un Ieva PUTNA Klimata izmaiņu prognozējamā ietekme uz fitoplanktona attīstību.....	8
Ieva BĀRDA, Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE Vasaras fitoplanktons kā ūdens kvalitātes rādītājs Lielajā un Mazajā Baltezerā.....	14
Viesturs BĒRZIŅŠ Vēja ietekme uz Rīgas jūras līča ūdens temperatūru gada siltajā pusē (1974–2007)	17
Jānis BIRZAKS Izmaiņas Salacas dabīgo laša <i>Salmo salar</i> L. smoltu vecuma struktūrā un migrācijas termiņos	22
Elmīra BOIKOVA Ciliātu (<i>Protozoa</i>) populācijas Baltijas jūras atklātā piekrastē	24
Vera BORONENKO, Kristīne ĀBOLIŅA, Andis ZĪLĀNS Baltijas jūras piekrastes zonas un Daugavas baseina pašvaldību darbinieku un speciālistu attieksme pret klimata pārmaiņu ietekmi uz Latvijas ūdeņiem	29
Inta DEIMANTOVIČA, Aija BRAKOVSKA, Renāte ŠKUTE Zooplanktona diennakts dinamika Sventes ezerā.....	30
Ivars DRUVIETIS 2007. gada vasaras Daugavas fitoplanktons posmā Piedruja–Aizkraukle	32
Guntis EBERHARDS, Jānis LAPINSKIS, Baiba SALTUPE, Ingus PURGALIS Rīgas līča krastu erozijas risks vētru laikā	38
Guntis EBERHARDS, Ingus PURGALIS Pieaugošo Latvijas jūras krastu eroziju sekmējošie faktori	40
Laura GRĪNBERGA Izmaiņas Salacas augstāko ūdensaugu sugu sastāvā un aizauguma pakāpē (1986–2007).....	49
Dāvis GRUBERTS, Juris SOMS Plūdu riska novērtējums klimata izmaiņu kontekstā Daugavas tecējuma Naujenes–Jersikas posmā	51
Dāvis GRUBERTS Daugavas palieņu ezeru hidroloģisko grupu fitoplanktona sugu kompleksi	53
Viesturs JANSONS, Elga APSĪTE, Kaspars ABRAMENKO, Anda BAKUTE, Ainis LAGZDIŅŠ Bērzes upes baseina hidroloģiskā un hidroķīmiskā modelēšana	54
Mārtiņš KALNIŅŠ Spāru (<i>Odonata</i>) faunas izmaiņas Latvijā – dienvīdu sugu parādīšanās	58
Māris KĻAVIŅŠ, Valērijs RODINOVŠ, Ilga KOKORĪTE Klimata maiņības ietekmes uz Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskā sastāva ilgtermiņa izmaiņu raksturu	69
Ilga KOKORĪTE, Linda EGLĪTE, Māris KĻAVIŅŠ, Valērijs RODINOVŠ Ūdeņu ķīmiskā sastāva sezonālā un ilgtermiņa maiņība Salacas baseinā – klimatisko faktoru iespējamā ietekme.....	71

Inga KONOŠONOKA	
Salacas upes fitoplanktona sezonālā sukcesija	72
Vita LĪCĪTE	
Vai jebkurš ezers ir <i>dabiski eitrofs</i> ?.....	74
Ruta MEDNE	
Mākslīgi audzēto Baltijas laša (<i>Salmo salar</i>) mazuļu asinsainas dinamika	77
Bärbel MÜLLER-KARULIS, Juris AIGARS, Ingrīda PURIŅA	
Rīgas līča ekosistēmas modeļa kalibrēšana.....	78
Dāvis OZOLIŅŠ	
Makrozoobentosa organismu sabiedrības Slampes upē un ar to saistītajās ūdenstecēs pirms un pēc gultnes atjaunošanas	79
Jana PAIDERE	
Zooplanktons Daugavas upes – palieņu sistēmā.....	83
Elga PARELE	
Ventas upes makrozoobentosa biocenotiskā struktūra un tās faunistiskais sastāvs no 1963. līdz 1999. gadam	92
Māris PLIKŠS, Barbel MÜLLER-KARULIS	
Nārsta tilpums – mencas paaudzes ražības galvenais rādītājs	104
Arkādijs POPPELS	
Viendienīšu – Ephemeroptera sugu izplatības areāla izmaiņas Latvijas teritorijā	107
Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE, Santa PURVIŅA, Christian BECHEMIN, Serge MAESTRINI	
Organisko un neorganisko biogēnu ietekme uz Rīgas līča fitoplanktona struktūru un potenciāli toksisko aļģu attīstību	111
Santa PURVIŅA, Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE, Christian BECHEMIN, Serge MAESTRINI	
Alohtonās izšķīdušās organiskās vielas ietekme uz Rīgas līča bakterioplanktonu un fitoplanktonu	113
Mudīte RUDZĪTE, Aiva ONKELE, Jānis BIRZAKS, Arkādijs POPPELS	
Galvenie noteicošie faktori ziemeļu upešpērlenes <i>Margaritifera margaritifera</i> L. populāciju izdzīvošanā Eiropā un Latvijā	114
Zinta SEISUMA, Irīna KUĻIKOVA	
Smago metālu ilgtermiņa raksturs Rīgas līča brūnaļģē <i>Fucus vesiculosus</i>	115
Juris SEŅŅIKOVŠ, Uldis BETHERS, Andrejs TIMUHINS	
Dažas nākotnes klimata iezīmes	118
Agnija SKUJA, Dāvis OZOLIŅŠ	
Vides faktoru ietekme uz upju makrozoobentosa drifta sezonālo dinamiku	119
Juris SOMS	
Klimata mainība un augsnes erozijas procesu aktivizācija ziemas periodā	121
Gunta SPRINĢE, Agrita BRIEDE	
Iekšējo ūdeņu ekosistēmu izmaiņas klimata maiņas apstākļos modeļobjektos	133
Artūrs ŠKUTE	
Ihtiocenozes daudzveidības dinamikas analīze Rāznas ezerā.....	135

Spidiļķa *Rhodeus amarus* Bloch izplatība Latvijā

Ēriks ALEKSEJEVS, Jānis BIRZAKS

Latvijas Zivju resursu aģentūra

E-pasts: Eriks.Aleksejevs@lzra.gov.lv, Janis.Birzaks@lzra.gov.lv

Spidiļķis ir neliela, līdz 10 cm gara zivs, kura Latvijā ir maz pazīstama. Spidiļķim raksturīgs unikāls vairošanās process – māfīte ar dējekļa palīdzību ievada ikrus *Unio* un *Anodonta* gliemenēs, kur notiek ikru attīstība un kāpuru izšķīlšanās.

Pēc izcelšanās spidiļķis pieder pie Ponto-Kaspijas kompleksa zivīm. Sastopams Eiropas saldūdeņos no Reinas līdz Ņevai, kā arī Melnās un Kaspijas jūras baseinos. Literatūrā izplatības areāls parasti norādīts starp 60–40 °N. Tomēr Ņevas baseinā zināmas tikai mākslīgi izveidotas populācijas, kas mīt dīķos. Spidiļķis ir tipiska siltummīloša zivs. Tā izplatību Eiropā saista ar karpu audzēšanas attīstību ap 11. gadsimtu. Klimatam kļūstot aukstākam, spidiļķis Eiropā praktiski izzudis, bet 18. gadsimtā atkal sācis izplatīties. Pagājušā gadsimta sešdesmitajos–septiņdesmitajos gados Centrālajā un Rietumeiropā novērota tā izplatības samazināšanās, ko izraisīja ūdeņu piesārņošana. Iespējams, šo procesu ietekmēja arī zemās pavasara temperatūras, jo kopš astoņdesmitajiem gadiem novērojama tā izplatības palielināšanās.

Pagājušā gadsimta sākumā Daugavas lejtece tika uzskatīta par spidiļķa izplatības ziemeļu robežu Austrumbaltijā, kas iet pa 56. paralēli. Arī mūsdienās tas nav konstatēts Igaunijā. Pēc dažādiem literatūras avotiem, spidiļķis līdz pat pagājušā gadsimta septiņdesmitajiem gadiem, Latvijas ūdeņos uzskatīts par retu zivi, kas sastopama Daugavā un Lielupē, kā arī atsevišķās šo upju pietekās. Astoņdesmitajos gados spidiļķis konstatēts arī Bārtā, Ventas pietekā Abavā, Gaujā un Salacā.

Speciāli ihtiofaunas pētījumi Latvijā praktiski netika veikti. Tikai no 1993. gada, uzsākot upju zivju monitoringu, un no 1992. gada, uzsākot ezeru zivsaimniecisko monitoringu, lielākā upju un ezeru skaitā tika fiksētas arī zivsaimnieciski neizmantojamās zivju sugas. Pavisam līdz 2007. gadam apsekotas 154 upes un 340 ezeri. Spidiļķis konstatēts 32 upēs vai 21% no tām un 47 ezeros vai 14% no tiem.

Upes un ezeri apsekoti visu Latvijas administratīvo rajonu teritorijās, bet spidiļķi konstatēti Liepājas, Ventspils, Saldus, Kuldīgas, Talsu, Dobeles, Tukuma, Bauskas, Jelgavas, Rīgas, Cēsu, Limbažu un Gulbenes rajonā. Visvairāk spidiļķa atradņu ir Latvijas rietumu daļā līdz vidusdaļai, kā arī Limbažu rajonā. Austrumu rajonos spidiļķis netika konstatēts. Tālāk atradne

austrumu virzienā ir Gulbenes rajonā – Ušura ezers (26°39'22"/57°03'03"), bet ziemeļu virzienā – Salacas upe (22°27'41"/58°53'22").

Domājams, ka salīdzinājumā ar pagājušā gadsimta sākumu Latvijā novērojama spidiļķa populāciju izplatība ziemeļaustrumu virzienā. Iespējamās arī ievērojamas to populāciju lieluma izmaiņas. Latvijas rietumu rajonos atsevišķās ezeru atradnēs vienā kontrolzvejā konstatēto spidiļķa eksemplāru skaits svārstījās no dažiem simtiem līdz tūkstošiem, lai gan pagājušā gadsimta literatūras avotos tas minēts kā Latvijā ļoti reti sastopama zivju suga. Tuvāk izplatības robežai austrumu virzienā spidiļķa populācijas acīmredzot ir ievērojami mazākas, jo ezeros konstatēti tikai atsevišķi eksemplāri.

Latvijā spidiļķis konstatēts dažāda izmēra (1,4–3840,0 ha) un dziļuma (1,2–32,0 m) ezeros. Tas sastopams galvenokārt tikai lielākajās upēs (Daugava, Venta, Salaca, Gauja) vai arī to pietekās grīvu tuvumā, kā arī mazās ūdenstecēs, kas savieno ūdenstilpes, kur spidiļķis sastopams. Ūdeņu kvalitāte, kā arī *Unio* un *Anodonta* gliemeņu sastopamība Latvijā, nevarētu ierobežot spidiļķa izplatību. Īpatnēji, ka vēsturiski spidiļķis nav izplatījies pa Latvijas lielākās upes Daugavas baseinu, kas līdz 30. gadiem bija brīva no migrācijas barjerām – HES aizsprostiem. Acīmredzot spidiļķa izplatību ietekmēja ūdeņu termiskais režīms. Līdz šim spidiļķis nav konstatēts arī tipiskās aukstūdens upēs.

Literatūra

- Schneider, G. 1925. Die Süßwasserfische des Ostbaltikums und ihre Verbreitung innerhalb des Gebietes. *Archiv für Hydrobiologie*. Bd. 16, 133–155.
- Sloka, J. 1974. Zivis – Pisces. *Latvijas dzīvnieku pasaule*. Rīga, 87–99.
- Van Damme, D., Bogutskaya, N., Hoffmann, R. & Smit, C. 2007. *The Introduction of the European Bitterling (Rhodeus amarus) to West and Central Europe. Fish and Fisheries*. 8, 79–106.
- Берг, Л. С. 1949. *Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран*. Ч. 3. М.–Л., 925.

Latvijas upju gada noteces izmaiņas 20. un 21. gadsimta mijā

Elga APSĪTE, Anda BAKUTE
Latvijas Universitāte
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu un fakultāte
E-pasts: elga.apsite@lu.lv

Mūsdienās veikti ļoti daudzi un dažādi pētījumi par klimata mainības ietekmi uz upju hidroloģiskā režīma izmaiņām globālā, reģionālā un lokālā mērogā. Latvijā ir pētītas galvenokārt liela un vidēja izmēra upju ilgtermiņa noteces, kā arī ledus režīma izmaiņas un upju noteces izmaiņas dažādiem klimata scenārijiem. Šī pētījuma mērķis – veikt pētījumu par Latvijas upju gada noteces sadalījuma izmaiņām 20. un 21. gadsimta mijā.

Šajā pētījumā analizētas divdesmit upju hidroloģisko novērojumu staciju ūdens noteces datu rindas, apstrādājot ar matemātiskās statistikas metodēm. Datu avoti – Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras un SIA Valsts Meliorprojekts datu fondi. Latvijas upju gada noteces sadalījuma izmaiņas pētītas pa sezonām, mēnešiem un trim periodiem: 1951.–2005. gads – kopējais, 1951.–1987. gads – pamatperiods, kad upju noteci var raksturot klasiskā izpratnē bez būtiskas klimata mainības ietekmes, un 1988.–2005. gads – periods, kad upju notecē vērojamas būtiskas klimata mainības ietekmes, īpaši saistot ar ziemas un pavasara sezonām. Pētījuma periodu iedalījums izvēlēts, balstoties uz iepriekšējiem pētījumu rezultātiem par atmosfēras cirkulācijas procesiem Baltijā. Iegūto rezultātu analīze veikta pa četriem hidroloģiskajiem rajoniem (pēc L. Glazačevas, 1980): Rietumu, Centrālās, Ziemeļu un Austrumu hidroloģiskais rajons.

Pētījums parādīja, ka no 1988. līdz 2005. gadam salīdzinājumā ar 1951.–1987. gadu visām Latvijas upēm notce pieaugusi ziemas sezonā vidēji par 8–14% un samazinājusies pavasarī – vidēji par 5–14%. Vasaras sezonas upju noteci var uzskatīt par nemainīgu, bet rudens sezonā tai arī vērojams samazinājums līdz 6%. Vislielākās izmaiņas upju notecē vērojamas janvārī, februārī, martā (pieaugums 1–7%) un aprīlī (samazinājums 7–13%). Upju gada noteces lielāka procentuālā mainība vērojama Centrālajā hidroloģiskajā rajonā, tam seko Ziemeļu un Rietumu, bet mazāka – Austrumu rajonā. Lai gan Latvijas teritorija nav liela, tomēr šāda situācija galvenokārt skaidrojama ar reģionālajām klimata īpatnībām un mainību pēdējos divdesmit gados.

Papildus šajā pētījumā analizētas Latvijas lielāko upju (Daugavas, Lielupes, Ventas, Gaujas un Salacas) noteces ilgtermiņa izmaiņas, raksturīgākie daudzūdens un mazūdens gadi no 1923. gada līdz 2006. gadam.

Klimata izmaiņu prognozējamā ietekme uz fitoplanktona attīstību

Maija BALODE, Santa PURVIŅA, Ingrīda PURIŅA, Māra PFEIFERE,
Vija JURKOVSKA, Ieva BĀRDA, Evita STRODE, Juris BALODIS un Ieva PUTNA

Latvijas Hidroekoloģijas institūts
Eksperimentālās hidrobioloģijas nodaļa
E-pasts: maija@hydro.edu.lv

Par nozīmīgākajiem globālās sasilšanas dēļ izmainītiem vides faktoriem, kas var būtiski ietekmēt fitoplanktona attīstību, uzskatāmi paaugstināta ūdens temperatūra, ūdeņraža jonu koncentrācijas izmaiņas, palielināts nokrišņu daudzums, pastiprināta upju notece, palielināta barības vielu pieplūde un sāļuma samazināšanās jūrās (Georges & Le Maho, 2003; Hader *et al.*, 1998; HELCOM, 2006; Pieejams: www.epa.gov/climatechange).

Minēto faktoru ietekmē var būtiski mainīties ūdenstilpju fitocenožu struktūra – pagarinoties fitoplanktona veģetācijas periodam; mainoties tā taksonomiskajam sastāvam un sugu sukcesijai; samazinoties sugu daudzveidībai; pieaugot saldūdens sugu īpatsvaram jūrās, kā arī mainoties aļģu fizioloģiskajai aktivitātei.

Viens no svarīgākajiem fizikālajiem faktoriem, kas regulē ķīmisko procesu ātrumus un ietekmē gan bioķīmiskos, gan fizioloģiskos procesus ūdenstilpē, ir temperatūra (Tait and Dipper, 2000; Lampert *et al.*, 1997; Durbin, 1974; Hobson, 1974). Temperatūras izmaiņas ietekmē fitoplanktona horizontālo un vertikālo sadalījumu, tā sezonālo dinamiku, sugu pēctecību un daudzveidību, ūdens „ziedēšanas” intensitāti un nosaka ūdenstilpju eitrofikācijas pakāpi.

Ūdens temperatūras izmaiņas varētu atstāt būtisku ietekmi uz pelagiālās barības ķēdes funkcionēšanu. Temperatūrai paaugstinoties, gaidāma siltum-mīlošo sugu izplatība ziemeļvirzienā un arktisko sugu īpatsvara samazināšanās. Tā, piemēram, 70. gados dinoflagelāti *Ceratium trichoceros* bija sastopami tikai Lielbritānijas dienviddaļā, bet pēdējo desmit gadu laikā – klimata maiņas ietekmē – to izplatības areāls paplašinājies, aizņemot arī rietumu krastu un sasniedzot pat Ziemeļjūras ziemeļdaļu. Ūdens temperatūrai paaugstinoties, iespējamas arī izmaiņas autotrofo/heterotrofo organismu attiecībās, pieaugot heterotrofo organismu īpatsvaram (Müren *et al.*, 2005), kas savukārt varētu izraisīt novirzes pelagiālo barības ķēžu funkcionēšanā.

Temperatūras izmaiņas var netieši ietekmēt fitoplanktona struktūru jūrās caur termoklīna attīstību. Tā, piemēram, ziemas periodam samazinoties, pavasaros ātrāk veidotos ūdens stratifikācija, nenodrošinot ūdens vertikālo

sajaukšanos. Pavasara stratifikācijai iestājoties pirms ūdens konvektīvās sajaukšanās, būtu novērojama agrāka fitoplanktona attīstība; pagarinātos aļģu veģetācijas periods un tiktu negatīvi ietekmēta to sugu eksistence, kas attīstās turbulentā ūdens slānī (HELCOM, 2006; Sommer *et al.*, 2007). Ūdens paātrināta stratifikācija pavasara periodā varētu ietekmēt arī barības vielu ātrāku izmantošanu eifotiskajā slānī. Barības rezervēm izsīkstot, sāktos lielāko formu grimšana, dodot priekšroku viensūnu zilaļģēm un vicaiņiem, kas barības konkurencē gūtu priekšroku zemā grimšanas ātruma dēļ (zilaļģes) vai arī dēļ spējas pārvietoties uz zemākiem ūdensslāņiem (vicaiņi) (Anderson *et al.*, 1994; Dale *et al.*, 2006).

Globālā sasilšana varētu būtiski ietekmēt eitrofikāciju, jo, paaugstinoties temperatūrai, pieaugtu baktēriju aktivitāte, kas veicinātu organismu sadalīšanās ātrumu, organisko vielu mineralizāciju un straujāku biogēnu atbrīvošanos. Šīs izmaiņas savukārt varētu ietekmēt fitoplanktona fizioloģisko aktivitāti, pirmprodukciju un sugu sastāvu (Anderson *et al.*, 1994).

Temperatūras ietekme uz Baltijas jūras fitoplanktona sugu sukcesiju izpaužas kā kramaļģu un dinoflagelātu dominance pavasara ziedēšanas laikā (pie zemām ūdens temperatūrām un augstām biogēno elementu koncentrācijām) un zilaļģu un flagelātu dominance vasarā (pie augstām ūdens temperatūrām un zemām biogēno elementu koncentrācijām) (Anderson *et al.*, 1994). Ūdens temperatūras paaugstināšanās pavasara periodā galvenokārt saistītos ar jūras auksto ūdeņu – arktiskā kompleksa (temperatūras optimums 2–5 °C) nomaiņu ar jūras mēreni silto ūdeņu – boreālo kompleksu. Tādējādi pavasara fitocenozē arktiskās kramaļģu sugas (*Achnanthes taeniata*, *Melosira arctica*, *Fragilaria cylindrus*, *Nitzschia frigida*, *Navicula granii*) tiktu aizstātas ar boreālā kompleksa kramaļģēm (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira* spp., *Coscinodiscus* spp.), bet arktiskie dinoflagelāti (*Peridiniella catenata*) – ar boreālā kompleksa dinoflagelātiem (*Dinophysis* spp., *Peridinium* spp.). Pēc I. Nikolajeva domām, vienlaikus būtu gaidāma zooflagelātu *Ebrya tripartita* lomas palielināšanās un zeltaino aļģu *Dinobryon* spp. īpatsvara samazināšanās (Николаев И. И., 1950; 1951). Kopumā ūdens temperatūras paaugstināšanās pavasara periodā varētu kavēt kramaļģu augšanu un veicināt dinoflagelātu attīstību, kas priekšroku dod siltākiem un stratificētiem ūdeņiem. Būtiska temperatūras paaugstināšanās pavasara beigu periodā varētu pat izraisīt saldūdens – iesāļo ūdens kompleksa sugu (*Diatoma elongatum*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena*, *Anabaena baltica*, *Snowella lacustris*, *Microcystis pulverea*, *Oocystis submarina*) attīstību.

Vasaras periodā globālā sasilšana veicinātu siltummīlošo sugu īpatsvara pieaugumu un galvenokārt saistītos ar zilaļģu lomas palielināšanos, kas attīstības maksimumu sasniedz pie temperatūras >20 °C.

Globālā sasilšana varētu būt saistīta arī ar potenciāli toksisko sugu īpatsvara un toksīnu producēšanās intensitātes pieaugumu (Maestrini S. & Graneli E., 1991; Hays *et al.*, 2005; Sommer *et al.*, 2007). Ūdens temperatūras paaugstināšanās varētu izraisīt arī pastiprinātu svešzemju sugu invāziju, jaunajā vidē ļaujot iedzīvoties stenotermiskām sugām ar prasībām pēc augstākas ūdens temperatūras. Pētījumi Baltijas jūrā un Gdaņskas līcī liecina, ka pēdējos 20 gados ir palielinājies fitoplanktona ziedēšanas biežums un intensitāte. Kā ikgadēju fenomenu var minēt tieši potenciāli toksisko zilaļģu *Aphanizomenon flos-aquae* un *Nodularia spumigena* masveida savairošanos (Mazur, 2006), kuru attīstību sekmē zema N:P attiecība, bezvēja laiks, pietiekami augsta ūdens temperatūra un palielināta saules radiācija, kas varētu būt tieši saistīta ar klimata izmaiņām. Arī pētījumi Arkonas jūrā un Meklenburgas līcī norāda uz potenciāli toksisko aļģu *Nodularia spumigena* un *Chrysochromulina spp.* lomas pieaugumu Baltijas jūras atklātā daļā, kā arī toksisko un vienlaikus invazīvo sugu *Prorocentrum minimum* un *Alexandrium spp.* īpatsvara palielināšanos tās dienviddaļā (Leppänen, 1994; Leppänen *et al.*, 2005). Kaut arī nav konstatēta tieša temperatūras ietekme uz *P. minimum* attīstību, kas spēj attīstīties plašā temperatūras diapazonā (no 3–26 °C), tomēr to blīva populācija parasti sastopama tikai pie $t^{\circ} > 10$ °C (Hajdu *et al.*, 2005; Ruokonen L., Backer H., 2002). Temperatūras paaugstināšanās tiek minēts arī kā viens no iemesliem toksisko viciaņu *Chrysochromulina polylepis* masveida attīstībai pie Zviedrijas un Norvēģijas krastiem, kā arī Dāņu jūras šaurumos 1988. gadā (Maestrini S. & Graneli E., 1991). Ūdens temperatūras būtiska paaugstināšanās varētu izraisīt arī tropisko sugu invāziju. Tā, piemēram, pētījumu rezultāti liecina par tropiskās (un vienlaikus toksiskās) zilaļģes *Cylindrospermopsis spp.* invāziju Vācijas ūdeņos.

Klimata izmaiņas varētu saistīties arī ar aļģu toksīnu producēšanas intensitātes izmaiņām, temperatūras paaugstināšanai, izraisot toksīnu producēšanas pieaugumu (Ecology of Harmful Algae, 2006).

Pētījumu rezultāti liecina arī par paaugstinātas temperatūras ietekmi uz aļģu toksikorezistenci (Брагинский Л. П., Сиренко Л. А., 1971; Балодэ М. Я., 1982; Hoopen H. J. G. *et al.*, 1985). Eksperimentāli nosakot smago metālu jonu Pb^{++} un Cu^{++} ietekmi uz pavasara fitoplanktona sugu *Thalassiosira baltica* un *Skeletonema costatum* attīstību pie dažādām temperatūrām – 6, 12, 18 un 25 °C, pētījumu rezultāti parādīja, ka minētās fitoplanktona pavasara kompleksa kramaļģes ir noturīgākas pret smago metālu iedarbību pie zemām vides temperatūrām – 6 °C un 12 °C. Temperatūrai pieaugot līdz 25 °C, aļģu toksikorezistence samazinājās (Балодэ М. Я., 1982). Pēc Braginska L. P. un Sirenko L. A. domām (Брагинский Л. П., Сиренко Л. А., 1971), par toksiskā efekta samazināšanās iemesliem pie zemām vides temperatūrām uzskatāmi ne

tikai organisma fizioloģiskais stāvoklis un attīstības intensitāte, bet arī dažādi evolūcijas gaitā izveidojušies aizsardzības pielāgojumi, kas izraisa vielu maiņas intensitātes samazināšanos, piemēram, snaudošo stadiju (cistu vai zigotu ar biezu apvalku) veidošanos, kas apgrūtina ķīmisko savienojumu nokļūšanu organismā, kā arī vairošanās formu maiņu, pārejot no jutīgākām stadijām uz mazāk jutīgām.

Klimata izmaiņas varētu saistīties arī ar nokrišņu daudzuma pieaugumu, kas savukārt izraisītu upju noteču palielināšanos, barības vielu pieaugumu, gaismas režīma izmaiņas un sāļuma samazināšanos jūrās un okeānos. Runājot par Baltijas jūru, klimata maiņas rezultātā tiek prognozēts saldūdens sugu īpatsvara pieaugums (HELCOM, 2006).

Sakarā ar ogļskābās gāzes koncentrācijas palielināšanos atmosfērā pieaug arī ūdenī absorbētās gāzes daudzums. CO₂ koncentrācijas pieauguma dēļ hidroekosistēmu virsējos slāņos nākotnē prognozējama ūdens vides paskābināšanās un pH samazināšanās, kas savukārt stimulētu atsevišķu fitoplanktona sugu attīstību un kavētu to pārkalķošanās spējas. Turklāt šiem procesiem raksturīga negatīva atgriezeniskā reakcija uz CO₂ bilanci (Riebesell *et al.*, 2000).

Globālās klimata izmaiņas pasaulē atspoguļojas arī klimata maiņā Latvijā. Latvijas hidrometeoroloģiskā dienesta dati 20. gadsimtā liecina, ka Latvijas vidējā gaisa temperatūra pieauga par 0,5 °C līdz 1 °C, visaugstākos rādītājus sasniedzot 90. gados, ar lielāko temperatūras pieaugumu ziemas periodā (Pieejams: <http://www.meteo.times.lv/climate>). B. Kalvekas daudzgadīgie pētījumi liecina, ka temperatūras izmaiņas var būtiski ietekmēt pavasara fitocenozes veidošanos Rīgas līcī, kas 80. gadu beigās un 90. gadu pirmajā pusē izpaudās ar arktiskās kramaļģes *Achnanthes taeniata* samazināšanos un dinoflagelātu *Peridiniella catenata* īpatsvara pieaugumu; tas, iespējams, bija saistīts ar atlantiskajiem "klimatiskajiem" apstākļiem, kas izpaudās ar paaugstinātu gaisa temperatūru (par 0,7–0,9 °C augstāku par vidējo), it īpaši ziemas un pavasara mēnešos, kad gaisa temperatūra pārsniedza ikgadējo temperatūru attiecīgi par +4,4 °C un +1,5 °C (Kalveka, 1996).

Lai noskaidrotu temperatūras varbūtējo ietekmi uz Rīgas līča fitocenozes attīstību, Valsts pētījumu programmas "Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi" ietvaros 2007. gada rudenī tika uzsākti pirmie eksperimenti ar fitoplanktona dabiskām populācijām, kā arī mikroaļģu tīrkultūrām. Rīgas līča fitocenozes un planktonaļģu tīrkultūras tika eksponētas laboratorijas apstākļos pie dažādām temperatūrām – ar 6 °C amplitūdu. Pētījumu rezultāti liecina par temperatūras nozīmīgo lomu rudens fitocenožu veidošanā. Temperatūras paaugstināšana izraisīja kopējās biomasas palielināšanos (visaugstākos rādītājus sasniedzot pie temperatūras + 4 °C), kā arī būtiskas taksonomiskā

sastāva izmaiņas, kas izpaudās siltummīlošo sugu īpatsvara pieaugumā un dominējošo sugu maiņā. Paaugstinātu temperatūru apstākļos tika konstatēts ne vien fitoplanktona biomasas pieaugums, bet arī ātrāks maksimālās biomasas sasniegšanas laiks, kas acīmredzot saistīts ar šūnu dalīšanās tempa pieaugumu. Pie augstākām ūdens temperatūrām tika novērota arī straujāka vielu aprīte un ātrāks biogēno elementu (slāpekļa, fosfora un silīcija) patēriņš, kas sevišķi uzskatāmi parādījās eksperimentos ar barības vielu pievienojumiem. Kopumā eksperimentu rezultāti liecina, ka temperatūras svārstības var būtiski ietekmēt Rīgas līča rudens fitocenozes struktūru.

Arī eksperimenti ar Rīgas līča dominējošo kramaļģu *Chaetoceros wighamii* un *Skeletonema costatum* tīrkultūrām liecina par temperatūras izmaiņu nozīmīgo lomu fitoplanktona attīstībā.

Darbs izstrādāts ar Valsts pētījumu programmas “Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi” un EU FP 6 Integrētā projekta SPICOSA „Science and Policy Integration for Coastal System Assessment” (contract number GOCE 036992) finansiālu atbalstu.

Literatūra

- Anderson, A., Haecky, P., Hagstrom, A. 1994. Effect of Temperature and Light on the Growth of Micro-, Nano- and Pico-Plankton: Impact on Algal Succession. *Marine Biology*, 120: 511–520.
- Balode, M. 1999. *Fitoplanktons kā Rīgas līča vides kvalitātes rādītājs*. Promocijas darba kopsavilkums par publicēto zinātnisko rakstu sēriju. Rīga, 65 lpp.
- Dale, B, Edwards, M., Reid, P. C. 2006. Climate Change and Harmful Algal Blooms. Graneli, E., Turner, J. T. (Eds) *Ecology of Harmful Algae*. Springer, 367–378.
- Durbin, E. G. 1974. Studies on the Autoecology of the Marine Diatom *Thalassiosira Nordenskiöldii*. Cleve, I. The Influence of Daylength, Light Intensity, and Temperature of Growth. *Journal Phycol.* 10: 220–225.
- Ecology of Harmful Algae*. 2006. Graneli, E., Turner, J. T. (Eds). Springer, 413 p.
- Georges, J. Y., Le Maho, Y. 2003. Responses of Marine and Insular Ecosystems to Climate Change. *Comptes Rendus Geosciences*, vol. 335, issues 6–7: 551–560.
- Hader, D. P., Kumar, H. D., Smith, R. C., Worrest, R. C. 1998. Effects on Aquatic Ecosystems. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, vol. 46, issues 1–3: 53–68.
- Hajdu, S., Pertola, S., Kuosa, H. 2005. *Prorocentrum Minimum (Dinophyceae)* and the Baltic Sea: Morphology, Occurrence – a Review. *Harmful Algae*. 4: 471–480.
- Hays, G. C., Richardson, A. J., Robinson, C. 2005. Climate Change and Marine Plankton. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 20, 6: 337–344.
- HELCOM Thematic Assessment. 2006. *Climate Change in the Baltic Sea Area*. HELCOM Stakeholder Conference on the Baltic Sea Action Plan. Helsinki, Finland, 7 March 2006.
- Hobson, L. A. 1974. Effects of Interaction of Irradiance, Daylength, and Temperature on Division Rates of Marine Unicellular Algae. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 31: 391–395.

- Hoopen, H. J. G., Nobel, P. J., Schaap, A., Fuchs, A., Roels, J. A. 1985. Effects of Temperature on Cadmium Toxicity to the Green Algae *Scenedesmus acutus*. *Antonie van Leeuwenhoek*, vol. 51, 3: 344–346.
- Lampert, W., Sommer, U. 1997. *Limnoecology. The Ecology of Lakes and Streams*. Oxford University Press, p. 382.
- Leppänen, J. M., Hällfors, S., Rantajärvi, E. *Phytoplankton Blooms in Baltic Sea in 1995*. HELCOM EC 6 DOCUMENT. Available: <http://www.4.fimr.fi/Project/algaline/>
- Leppänen, J. M. *Phytoplankton Blooms in the Baltic Sea in 1994*. Available: <http://www.4.fimr.fi/Project/algaline/>
- Maestrini, S. & Graneli, E. 1991. Environmental Conditions and Ecophysiological Mechanisms which Led to the 1988 Chrysochromulina Polylepis Bloom: an Hypothesis. *Oceanologia Acta*, 14, 4: 397–413.
- Mazur, H., 2006. *Harmful Algal Blooms (HABs) in the Baltic Sea – Causes and Consequences*. Available: <http://www.ocean.univ.gda/baltder/polsiec/projmazur>
- Müren, U., Berglund, J., Samuelsson, K., Andersson, A. 2005. Potential Effects of Elevated Sea-Water Temperature on Pelagic Food Webs. *Hydrobiology*, vol. 545, 1: 153–166.
- Riebesell, U. 2000. Carbon Fix for a Diatom. *Nature*, 407 (6807): 959–960.
- Ruokonen, L., Backer, H. 2002. *Phytoplakton in the Baltic Sea is Autumnal*. Available: <http://www.3.fimr.fi/er/>
- Sommer, U., Aberle, N., Engel, A., Hansen, T., Lengfellner, K., Sandow, M., Wohlers, J., Zollner, E., Riebesell, U. (accepted, 9 August 2006). An Indoor Mesocosm System to Study the Effect of Climate Change on the Late Winter and Spring Succession of Baltic Sea Phyto- and Zooplankto. *Oceanologia*.
- Tait, R. V., Dipper, F. A. 2000. *Elements of Marine Ecology*. Fourth edition. Butterworth Heinemann. 462 p.
- Балодэ, М. Я. 1982. Токсичность ионов некоторых тяжелых металлов в зависимости от температуры на примере диатомовых водорослей Балтийского моря. *Экспериментальная водная токсикология*, 8. Рига, 51–58.
- Брагинский, Л. П., Сиренко, Л. А. 1971. Методика токсикологического эксперимента на сине-зеленых водорослях. В кн.: *Методика биологических исследований по водной токсикологии*. М.: Наука, 86–92.
- Николаев, И. И. 1950. Основные эколого-географические комплексы фитопланктона Балтийского моря и их распределение. *Ботанический журнал*. Л., т. 25, 6: 602–611.
- Николаев, И. И. 1951. Арктический комплекс в фитопланктоне Балтийского моря. В: *Тр. всесоюзного гидробиологического общества*. М., 3: 194–203.
- www.epa.gov/climatechange
- www.meteo.times.lv/climate_files/izmainas

Vasaras fitoplanktons kā ūdens kvalitātes rādītājs Lielajā un Mazajā Baltezerā

Ieva BĀRDA, Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE

Latvijas Universitāte

Bioloģijas fakultāte

E-pasts: ieva_barda@yahoo.com

Pēdējos gados Latvijā intensīvi tiek ieviesta Eiropas Savienības (ES) Ūdens struktūrdirektīva 2000/60/EK, kas būtiski maina ūdeņu monitoringu, novērtēšanu un apsaimniekošanu. Pēc MK noteikumiem Nr. 858 „Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību”, ezeros fitoplanktona sastāvs, sastopamība un biomasa tiek izvirzīti kā vieni no galvenajiem rādītājiem ūdenstilpju ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanai.

Lielais un Mazais Baltezers atrodas Garkalnes un Ādažu pagastā, tikai 1,5 km no Rīgas pilsētas robežas. Pēc klasifikācijas (MK noteikumi Nr. 858), pieder 5. tipam, tas ir, pie sekliem dzidrūdēniem ar augstu ūdens cietību.

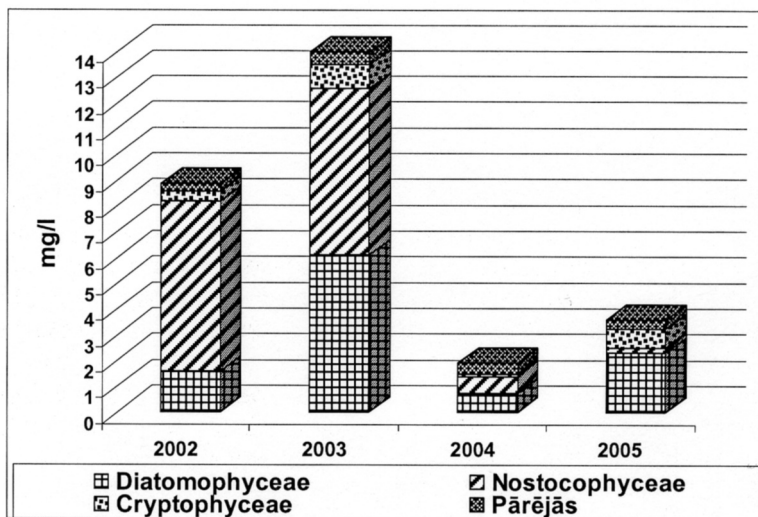
2002.–2005. gada vasaras periodā (no jūnija līdz septembrim) tika veiktas Lielā un Mazā Baltezera fitoplanktona kvantitatīvās un kvalitatīvās analīzes, noteikti fizikālie un fizikāli ķīmiskie kritēriji.

Fitoplanktona strukturālā analīze liecina, ka vasaras periodā ezeriem raksturīgas augstas fitoplanktona kopējas biomasas – vidēji 2–14 mg/l Lielajā Baltezerā un 3–11 mg/l Mazajā Baltezerā, kas norāda uz augstu eitrofikācijas procesu attīstību.

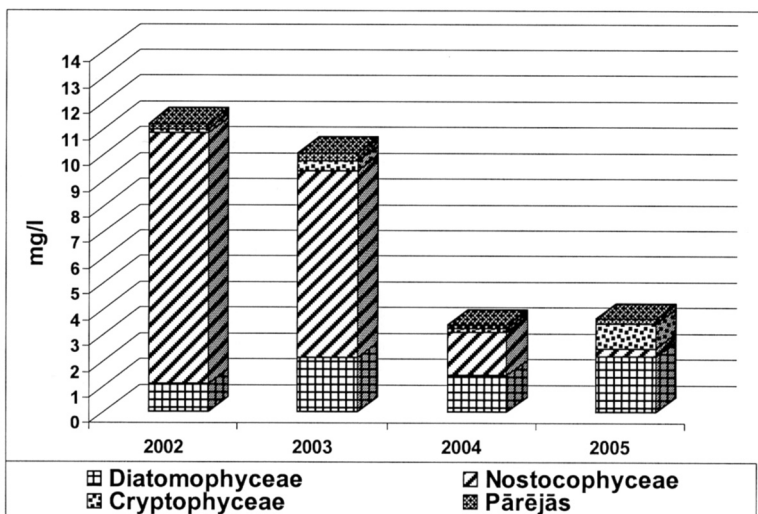
Par galvenajiem taksonomiskiem nodalījumiem uzskatāmi: zilaļģes (dominējošās sugas *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, kā arī slāpekli fiksējošās zilaļģes *A. spiroides*, *A. lemmermannii*, *Aphanizomenon flos-aquae*), kramaļģes (*Aulacoseira granulata*, *A. italica*, *Diatoma elongatum*, *Nitzschia acicularis*) un kriptofītaļģes (*Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas sp.*, *Rhodomonas sp.*) (1., 2. att.). Balstoties uz 2002.-2005. gada fitocenozes analīzes, Lielais un Mazais Baltezers uzskatāms par eitrofi-hipereitrofiem ezeriem.

Par galvenajiem taksonomiskiem nodalījumiem uzskatāmi: zilaļģes (dominējošās sugas *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, kā arī slāpekli fiksējošās zilaļģes *A. spiroides*, *A. lemmermannii*, *Aphanizomenon flos-aquae*), kramaļģes (*Aulacoseira granulata*, *A. italica*, *Diatoma elongatum*, *Nitzschia acicularis*) un kriptofītaļģes (*Cryptomonas erosa*, *Cryptomonas sp.*,

Rhodomonas sp.). Balstoties uz 2002.–2005. gada fitocenozes analīzi, Lielais un Mazais Baltezers uzskatāms par eitrofi-hipereitrofiem ezeriem.



1. att. Lielā Baltezerā fitoplanktona biomasas daudzgadīgās izmaiņas (vasaras vidējā biomasa)



2. att. Mazā Baltezerā fitoplanktona biomasas daudzgadīgās izmaiņas (vasaras vidējā biomasa)

Lielā un Mazā Baltezera krastiem raksturīga cieša apbūve, kas palielina ezeru antropogēno slodzi un veicina eitrofikācijas procesus. Tas izpaužas ar augstām kopējā izšķīdušā slāpekļa un fosfora koncentrācijām. Pēc datu apstrādes ar lineārās ordinācijas metodi (RDA), tieši temperatūra, elektrovadītspēja, nokrišņu daudzums un vēja ātrums uzskatāmi par svarīgākajiem faktoriem fitocenozes attīstībā un struktūras maiņā, kas, pēc Monte Karlo testa, uzrādīja $p < 0,05$.

Ezeru trofiskā stāvokļa noteikšanā tika izmantoti dažādi kritēriji: Trofiskā stāvokļa indekss (TSI), pēc Karlsona metodes [1], Trofijas koeficients Q [2, 3], (tiek aprēķināts, balstoties uz fitoplanktona sugu attiecībām), Trofijas pakāpe [4] (vadoties pēc ezeru fitoplanktona aļģu sabiedrību un sugu kompleksiem), izmantojot Zviedrijas Vides aģentūras izstrādātos parametrus [5] (balstīta uz kopējā fosfora, hlorofila *a* un potenciāli toksisko zilaļģu biomasas un kopējās fitoplanktona biomasas koncentrāciju tieši vasaras periodā) un izmantojot pagaidu ekoloģiskās kvalitātes klasifikācijas izstrādātos parametrus [6], kas nav vēl apstiprināti MK noteikumos. Aprēķinot un izanalizējot datus pēc iepriekšminētajiem kritērijiem, Lielais un Mazais Baltezers vērtējams kā eitrofs līdz hipereitrofs ezers ar vidēju līdz sliktu ekoloģisko stāvokli. Līdz ar to var teikt, ka fitocenozes strukturālo analīzi var veiksmīgi izmantot ezeru ūdens kvalitātes sastāva noteikšanā.

Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu.

Literatūra

1. Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. 2004. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Latvijas Universitāte, 204 lpp.
2. Cimdiņš, P. 2001. *Limnoekoloģija*. Rīga, 159 lpp.
3. Van den Hoek, C., Mann, D. G., Jahns, H. M. 1995. *Algae. An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, 627 p.
4. Druvietis, I. 1997. *Aļģes kā ekoloģiskā stāvokļa rādītājs Latvijas ūdenstilpēs*. Promocijas darba kopsavilkums par publicēto zinātnisko rakstu sēriju. Rīga, 102 lpp.
5. Environmental Quality Criteria. Lakes Watercourses, 2000. Swedish Environmental protection Agency. Report 5050, 122 p.
6. Virszemes ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte, 2006. Pārskats. LVĢMA, 16 lpp.

Vēja ietekme uz Rīgas jūras līča ūdens temperatūru gada siltajā pusē (1974–2007)

Viesturs BĒRZIŅŠ

Latvijas Zivju resursu aģentūra

Jūras laboratorija

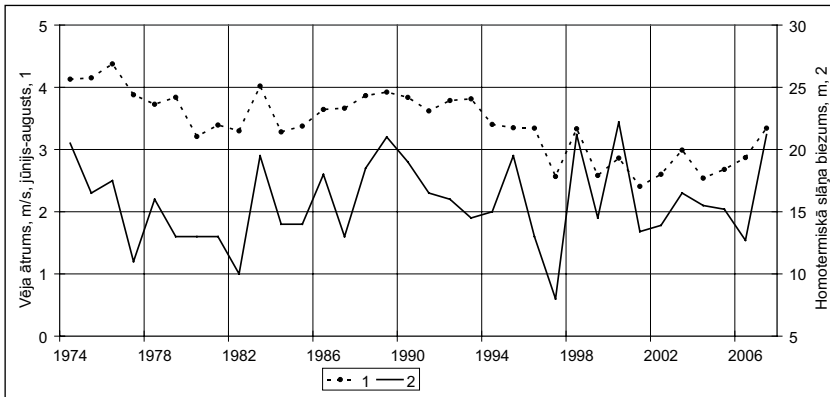
E-pasts: Viesturs.Berzins@lzra.gov.lv

Vējš ir viens no svarīgākajiem meteoroloģiskajiem parametriem, kas ietekmē jūras ūdeni, tā izmaiņas un dinamiku. Šajā darbā analizētas Rīgas jūras līča ūdens temperatūras izmaiņas virsējā slānī un tās horizontālā sadalījuma īpatnības gada siltajā pusē (no maija līdz augustam) saistībā ar vēja virzienu un ātrumu pēdējos 33 gados. Izmantoti Latvijas Zivju resursu aģentūras okeanogrāfisko novērojumi Rīgas jūras līcī un Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras vēja un gaisa temperatūras novērojumu dati Rīgas meteoroloģiskajā stacijā.

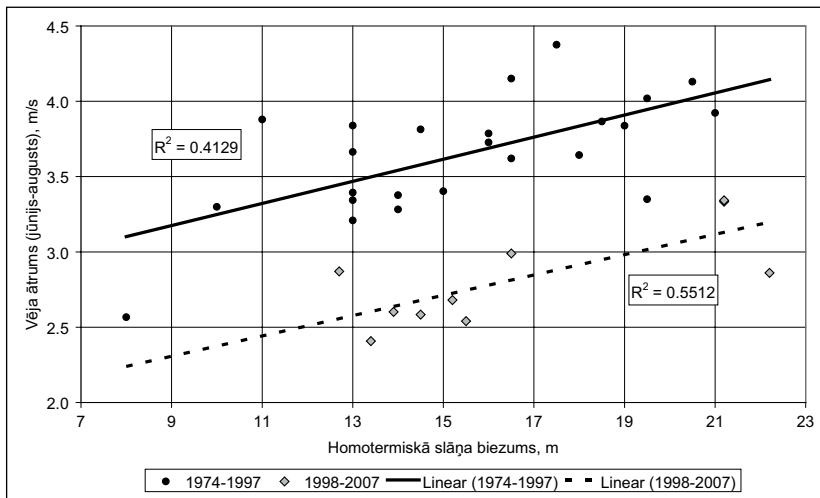
Darbā lietoti Rīgas jūras līča virsējā slāņa ūdens temperatūras novērojumu dati maijā un augustā, kas iegūti no sezonālajiem termiņnovērojumiem. Tā kā izejas dati iegūti dažādos katra mēneša datumos un ūdens temperatūra stipri mainās atkarībā no novērojumu laika, šiem datiem noteikti standartdatumi – respektīvi, pavasarī 10 maijs un vasarā – 10 augusts, un tam izmantotas ilggadīgās ūdens temperatūras izmaiņas konkrētajā slānī. Lai raksturotu ūdens temperatūras sadalījumu horizontālē izmantoti tiešie novērojumu dati. Vidējais homotermiskā slāņa biezums aprēķināts griezumā Roja–Vitrupe, pieņemot, ka tas sniedzas no ūdens virsmas līdz dziļumam, kurā atrodas 14° izoterma.

Diemžēl vēja ātruma un daļēji arī tā virziena novērojumu dati ir stipri atkarīgi no meteoroloģiskās stacijas novietojuma pret reljefa formām – līdzens, ieliekts vai izliekts, kā arī no stacijas novietojuma attiecībā pret dažādiem šķēršļiem vai kavēkļiem – mežs, celtnes utt., kuri pastāv vai arī laika gaitā mainās pret kādu vai vairākiem vēja virzieniem. Rīgas meteoroloģiskās stacijas novietojums, kuras datus izmantojam šajā darbā, ir mainījies vairākas reizes, stacija ir pārvietota visumā uz dienvidrietumiem, tuvāk meža masīvam.

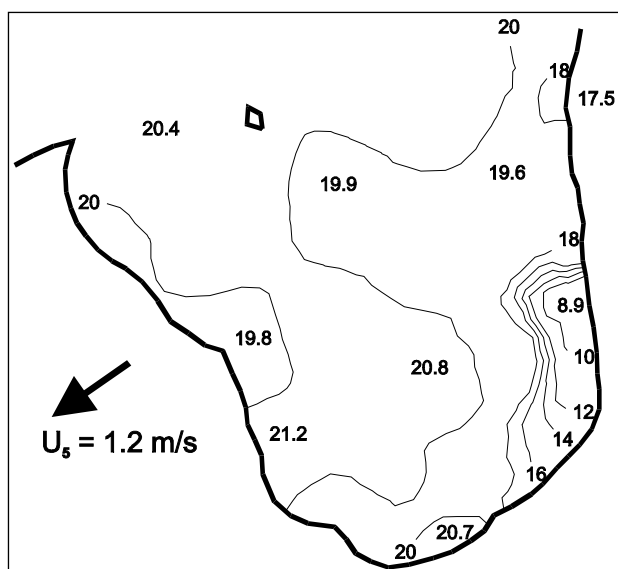
Analizējot virsējā homotermiskā slāņa biezuma izmaiņas saistībā ar vēja ātrumu visā novērojumu periodā, redzam, ka sakarība starp šiem parametriem pastāv, bet tā nav statistiski būtiska, galvenokārt vēja ātruma šķietamā trenda dēļ, un lielākās vēja ātruma izmaiņas notiek, sākot ar 1997. gadu (sk. 1. att.). Sadalot novērojumu sēriju divās daļās – 1974.–1997. gads un 1998.–2007. gads, iegūstam statistiski būtiskas sakarības, kuras atšķiras vienīgi pēc vēja ātruma (sk. 2. att.).



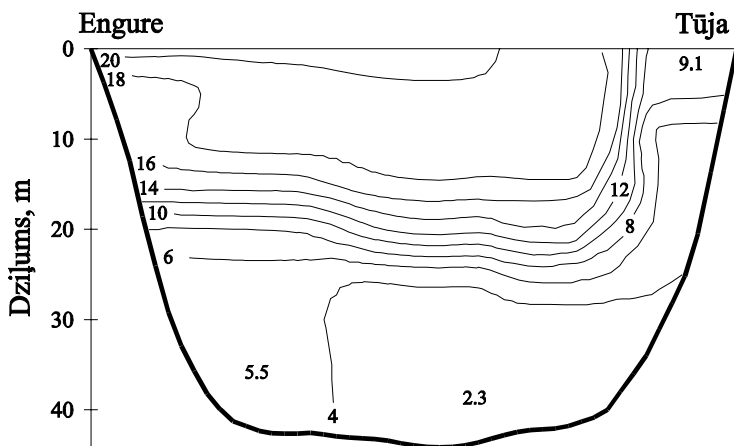
1. att. Vidējā vēja ātruma Rīgā (jūnijs–augusts) un homotermiskā slāņa biezuma izmaiņas Rīgas jūras līcī augustā no 1974. līdz 2007. gadam



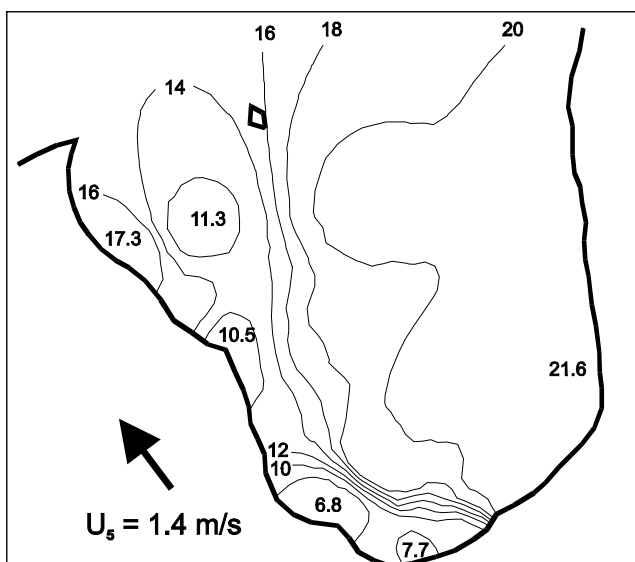
2. att. Homotermiskā slāņa biezuma atkarība no vēja ātruma (jūnijs–augusts) Rīgas jūras līcī dažādos laika periodos



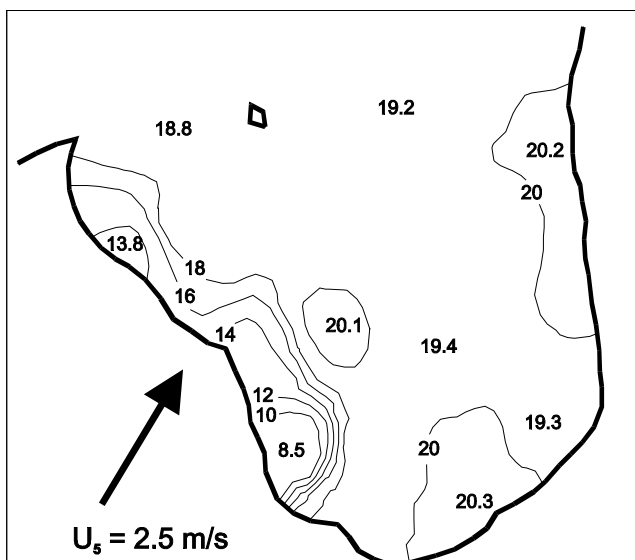
3. att. Ūdens temperatūras sadalījums uz virsmas Rīgas līcī 2002. gada 9. augustā un rezultējošā vēja vektora virziens un ātrums 5 diennaktis pirms uzņēmēšanas



4. att. Ūdens temperatūras vertikālais sadalījums Rīgas jūras līcī griezumā Engure-Tūja 2002. gada 9. augustā



5. att. Ūdens temperatūras sadalījums uz virsmas Rīgas līcī 2001. gada 17. jūlijā un rezultējošā vēja vektora virziens un ātrums 5 diennaktis pirms uzmērīšanas



6. att. Ūdens temperatūras sadalījums uz virsmas Rīgas līcī 2001. gada 8. augustā un rezultējošā vēja vektora virziens un ātrums 5 diennaktis pirms uzmērīšanas

Aplūkojot ūdens temperatūras sadalījumu horizontālē, redzams, ka vasarā bieži novērojama stipri pazemināta temperatūra, īpaši piekrastes zonā, kas ir saistīta ar dziļo slāņu vēsā ūdens pacelšanos virsējos slāņos jeb apvelingu (V. Bērziņš, U. Bethers, and J. Senņikovs, 2001; V. Bērziņš, A. Minde, 2007).

Analizējot ūdens temperatūras dinamiku saistībā ar vēja režīmu, konstatēts, ka apvelings veidojas situācijā, kad zināmu laika periodu T pirms novērojumiem pastāv relatīvi noturīga virziena vēji. Šī laika perioda T ilgums ir atkarīgs no homotermiskā slāņa biezuma, vēja ātruma un citiem faktoriem, tas svārstās 3–7 dienu robežās, bet vidēji ir aptuveni 5 dienas. Konkrētās situācijās, piemēram, 2002. gada augustā, apvelings bija vērojams Rīgas jūras līča dienvidaustrumu piekrastē, un 5 dienas pirms novērojumiem rezultējošie bija ziemeļaustrumu vēji (sk. 3. un 4. att). Ja 5 dienu vēja virziens ir citāds, apvelings veidojas citā piekrastes zonā, piemēram, 2001. gada jūlijā, kad dominējošie bija dienvidaustrumu vēji, apvelings bija vērojams dienvidu piekrastē, bet 2001. gada augustā, kad dominēja dienvidu-dienvidrietumu vēji, apvelings konstatēts dienvidrietumu piekrastē (sk. 5. un 6. att.). tabulā apkopoti vēja virzieni, pie kuriem novērojama apvelinga situācija Rīgas jūras līča piekrastes reģionos, to nosaukumi ir saīsināti: rietumu (R), dienvidrietumu (DR), dienvidu (D), dienvidaustrumu (DA), austrumu (A), ziemeļaustrumu (ZA).

Tabula

Vēja virzieni, kuri rada apvelingu dažādos piekrastes reģionos

Reģions	R	DR	D	DA	A	ZA
Vēja virziens	R, DR	DR, D	D, DA	DA, A	A, ZA, Z	Z, ZR

Analizējot datus par apvelinga veidošanās apstākļiem, varam konstatēt, ka rezultējošā 5 dienu vēja virziens veido 40–60 grādu leņķi un šo apstākli var izmantot, lai jebkurā Rīgas jūras līča piekrastes vietā noteiktu vēja virzienu, pie kura vasarā veidojas aukstā ūdens pacelšanās.

Literatūra

- Bērziņš, V., Bethers, U. and Senņikovs, J. 2001. Hydrographic Regime of the Gulf of Rīga between the Years 1991 and 1995. *Proc. Latvian Acad. Sci., Section B*, 4, 152–159.
- Bērziņš, V., Minde, A. 2007. Ūdens temperatūras dinamika Rīgas jūras līča piekrastē un ar to saistītās ihtiofaunas izmaiņas 2004.–2006. gadā. LU 65. zinātniskā konference, Rīga, 06.02.2007. *Ģeogrāfija, ģeoloģija, vides zinātne*. Referātu tēzes. LU Akadēmiskais apgāds, 257–259. lpp.

Izmaiņas Salacas dabīgo laša *Salmo salar* L. smoltu vecuma struktūrā un migrācijas termiņos

Jānis BIRZAKS

Latvijas Zivju resursu aģentūra

Daugavgrīvas 8, LV-1048

E- pasts: Janis.Birzaks@lzra.gov.lv

Laša *Salmo salar* L. dzīves cikls noris gan saldūdens, gan jūras ekosistēmā. To embrionālā attīstība, mazuļa dzīve un pāreja uz jūru (smoltifikācija) notiek upēs vairāku (1–3) gadu garumā.

Prognozēts, ka globālās klimata izmaiņas būtiskāk ietekmēs tieši saldūdens ekosistēmas, jo tās tieši atkarīgas no noteces un nokrišņu sadalījuma. Jāņem vērā arī, ka to kapacitāte ir daudz mazāka salīdzinājumā ar jūrām un okeāniem.

Tiek uzskatīts, ka globālais siltumefekts laša populācijas ietekmēs negatīvi, jo to atražošanās atkarīga gan tieši no ūdens temperatūras izmaiņām, gan netieši, mainoties upju hidroloģiskajam režīmam.

Salacas upes dabīgā laša populācijas monitorings veikts no 1964. gada (smoltu uzskaitē), bet kopš 1992. gada – to mazuļu uzskaitē upē ar elektrozveju. Pētījuma mērķis bija konstatēt, vai novērojamas būtiskas izmaiņas Salacas laša saldūdens (mazuļu un smoltu) dzīves fāzē. Analizētas izmaiņas laša mazuļu un smoltu vecuma sastāvā un smoltu migrācijas termiņos – iespējamu klimata izmaiņu ietekmē.

0+ laša mazuļu garums (Ls) samazinās no 1992. līdz 2007. gadam, savukārt pieaug to daudzums uz biotopa vienību (eks./100 m²). Pieaugot laša mazuļu skaitam, to izmēri samazinās ($r=-0,68$, $\alpha=0,01$). Samazinoties Salacas upes vidējam caurplūdumam vasaras mēnešos (jūnijs–augusts), samazinās laša mazuļu garums, bet pieaug to skaits uz laukuma vienību ($r=0,41$; $r=0,29$). Laša mazuļu daudzums upē palielinās, pieaugot negatīvo temperatūru summai ziemas periodā ($r=0,32$). Šīs korelācijas koeficientu vērtības ir būtiskas tikai pie $\alpha=0,1$. Mann-Kendala tests dod tāda paša virziena sakarības, taču vērtības nav statistiski būtiskas ($z=0,68-1,0$). Apkārtējās vides faktori, kas regulē laša smoltu migrāciju, ir fotoperiods un ūdens temperatūra, kas nosaka smoltifikācijas fizioloģiskos procesus. Pašu migrācijas procesa dinamiku primāri ietekmē ūdens līmeņa (caurplūduma) pieaugums, ko pavada ūdens temperatūras paaugstināšanās. Izmaiņas smoltu vecuma struktūrā Latvijas upju apstākļos saistītas galvenokārt ar laša mazuļu augšanu iepriekšējā gada vasarā, relatīvi, lielāki 0+ mazuļu smoltificējas viena gada vecumā.

Laša smoltu vecuma sastāva izmaiņas ir ar tendenci pieaugt jaunākās vecuma grupas smoltu skaitam, tomēr sakarība nav statistiski būtiska. Arī laša smoltu izmērs pa vecuma grupām nav būtiski mainījies no 1964. līdz 2007. gadam.

Laša smoltu migrācijas sākums vidēji ir maija pirmajās dienās (118. diena no gada sākuma), bet maksimums maija otrajā dekādē – 134. dienā. Mann-Kendala statistika rāda negatīvu tendenci, t. i., novērojama šo parametru samazināšanās. Būtiski atšķiras laša smoltu migrācijas sākums pa periodiem. Pēc 1989. gada, kad pieauga vidēju un maigu ziemu īpatsvars, laša migrācijas sākums nevērojams vidēji par 5 dienām agrāk nekā iepriekš ($F=11,2 >_{F00.5;1;42} = 4,1$). Laša migrācijas sākums būtiski korelē ar ziemas negatīvo T summu ($r=0,58$, $\alpha=0,01$), migrācijas maksimumu ($r=0,47$, $\alpha=0,01$) un migrācijas sezonas ilgumu ($r=-0,38$, $\alpha=0,05$). Būtiski atšķiras arī smoltu migrācijas daudzgadīgās vidējās kumulatīvās vērtības no migrāciju kumulātām atsevišķos gados pēc ekstremāli maigām un bargām ziemām.

Iegūtie rezultāti ne visos gadījumos apstiprina globālo klimata izmaiņu ietekmi uz laša mazuļu un smoltu vecuma struktūru, augšanu un izmaiņām migrācijas termiņos Salacas upē mūsu novērojumu periodā. No otras puses, dažas likumsakarības ir statistiski būtiskas, visumā novērojamas arī iepriekš prognozētās izmaiņas: laša mazuļu izmēra samazināšanās un izmaiņas laša smoltu migrācijas termiņos.

Ciliātu (Protozoa) populācijas Baltijas jūras atklātā piekrastē

Elmīra BOIKOVA

LU Bioloģijas institūts
Jūras Ekoloģijas laboratorija
Miera 3, Salaspils, LV-2169
E-pasts: Elmira@hydro.edu.lv

Baltijas jūrai raksturīga relatīvi zema sugu bioloģiskā daudzveidība. Ir zināms, ka jūras bioloģiskā daudzveidība ir ciešā saistībā ar ekosistēmas funkcionēšanu un stabilitāti, tāpēc objektīvas informācijas iegūšanai un tālāku vispārinājumu veidošanai šāda tipa ekosistēmās nepieciešams izziņāt vadošo trofisko grupu veidojošo sugu un populāciju daudzveidību, to īpatnības un likumsakarības. Ciliātu jeb viensūņu ekoloģiskie pētījumi saistībā ar vides faktoriem ir veikti salīdzinoši regulāri atklātās Baltijas jūras rajonos (Boikova, 1989), Rīgas līcī (Boikova, 1999, Boikova *et al.*, 2003). Tomēr Baltijas jūras Latvijas ūdeņu piekrastē posmā Nida–Kolka, līdzīgi kā citās hidrobioloģiskās disciplīnās, informācija ir izteikti fragmentāra un nepilnīga. Tāpēc šī darba ietvaros veikta ciliātu populāciju un sugu daudzveidības salīdzinošā analīze 2007. gada vasaras periodā litorāla joslā posmā Pape–Miķeļbāka un Nida–Ovīši uz 12 m izobatas.

Materials un metodika. Ciliātu paraugi tūlīt pēc ievākšanas fiksēti ar lugolu. Sugu identifikācija, skaits, izmēri iegūti, lietojot invertēto mikroskopu LEICA un sedimentācijas kameras (V=25 ml) pie palielinājuma 200x vai 400x. Daudzveidības izvērtēšanai (Šenona indekss H') un taksonomisko grupu/staciju klāsteru iegūšanai lietota PRIMER 6.1. programma (Anglija, Plimutas jūras bioloģijas laboratorija, 2006).

Litorāla 2005. un 2007. gada dati par ciliātiem iegūti LZP projekta “Baltijas jūras piekrastes ūdeņu bioloģiskie resursi un iespējamie apdraudējumi” realizācijas gaitā, bet dati par atklāto piekrasti (12 m izobata) – 2007. gada Valsts programmas par klimata izmaiņām ietvaros.

Rezultāti. Paraugu ievākšanas laiks litorālā (30.07.2007.–07.08.2007.) un piekrastes atklātos ūdeņos praktiski bija vienlaicīgs (Nida–Ovīši, 12 m izobata 08.–10.08.2007.), kas ļauj veikt ciliātu populāciju un to vadošo taksonomisko grupējumu salīdzinošo analīzi. Vides abiotisko faktoru (sk. tabulu) vidējie rādītāji ir tipiski vasaras režīmam. Salīdzinoši iezīmējas piekrastes atklātās

daļas parametru lielāka stabilitāte, bet litorālā – relatīvi mainīgāka vide (sk. tabulā minimālās un maksimālās vērtības).

Tabula

**Hidroloģiskie un hidroķīmiskie parametri atklātā Baltijas jūras piekrastē,
augusts, 2007**

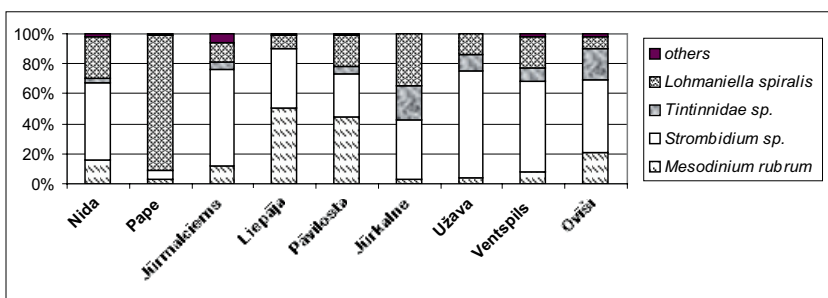
	Temp. °C	PSV	O ₂ ml/l	PO ₄ μmol/	P kop. μmol/	NO ₂ μmol/	NO ₃ μmol/	NH ₄ μmol/	N kop. μmol/
0–10m Vidēji	17,91	6,88	6,06	0,08	0,68	0,03	0,3	0,6	25,7
maks.	18,94	6,96	6,50	0,18	0,83	0,06	0,7	1,3	29,7
min.	17,44	6,76	5,84	0,02	0,57	0,00	0,00	0,2	22,5
Litorāls, Vidēji	18,26	6,07	6,19	0,12	1,35	0,01	0,1	1,5	33,6
maks.	20,80	6,63	6,46	0,17	2,09	0,02	0,5	2,7	40,8
min.	17,00	5,60	5,83	0,09	0,84	0,00	0,00	0,5	28,0

Kopumā litorāla stacijām raksturīga nedaudz augstāka temperatūra, zemāki sāļuma rādītāji un augstākas biogēno vielu koncentrācijas.

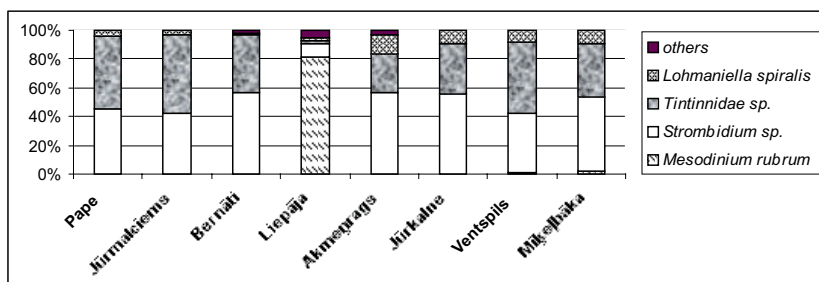
Lai arī litorāla jeb seklūdens zona ir pakļauta krasākām vides izmaiņām, sugu daudzveidības un skaita ziņā tā ir bagātāka. Tā, piemēram, litorālā 2007. gada augustā konstatētas 20 ciliātu sugas, bet uz 12 m izobatas – 14 sugas.

Izvērtējot salīdzinoši stacijas pēc sugu daudzveidības rādītāja (Šenona indekss H'), konstatēts: apsekotajās deviņās 12 m izobatas stacijās H'(loge) Nidā, Papē un Užavā raksturīga izteikti zema ciliātu sugu daudzveidība: 1,37 līdz 1,94. Savukārt Jūrmalciemā, Pāvilostā, Jūrkalnē, Ventspilī un Ovīšos indekss H' (loge) ir robežās no 2,08 līdz 2,56, salīdzinoši astoņās litorāla stacijās tajā pašā laikā periodā H' (loge) ir robežās no 1,83 līdz 2,26.

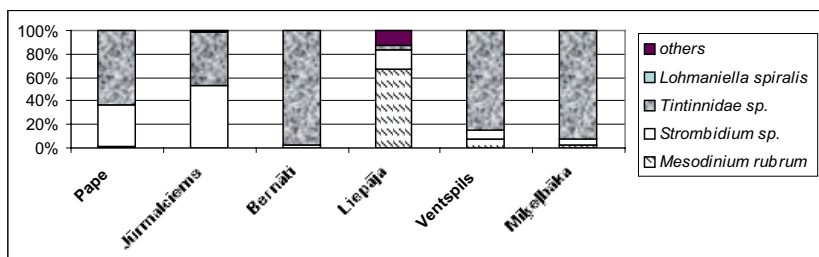
Atklātajos piekrastes ūdeņos (1. att.) maksimālu ciliātu skaita attīstību uzrāda *Lohmaniella spiralis* Papes rajonā, sasniedzot 8560 eks./l. Liepājā un Pāvilostā skaita ziņā dominē autotrofā ciliātu forma *Mesodinium rubrum* – 3600 eks/l, bet Ventspilī un Užavā – *Srombidium* ģints sugu komplekss – 6000 līdz 8000 eks/l. Tajā pašā laikā litorāla stacijās (2. att.) maksimālais ciliātu skaits ir identificēts tikai vienā – Liepājas stacijā, kur *Mesodinium rubrum* sasniedz 18400 eks./l. Visās litorāla stacijās ir salīdzinoši bagātīgi pārstāvētas *Tintinnidae* ciliātu sugas ar vidējo organismu skaitu 1730 eks./l un



1. att. Ciliātu vadošo taksonomisko grupu relatīvais sadalījums piekrastē, vid. 0–10 m slānī, augusts, 2007



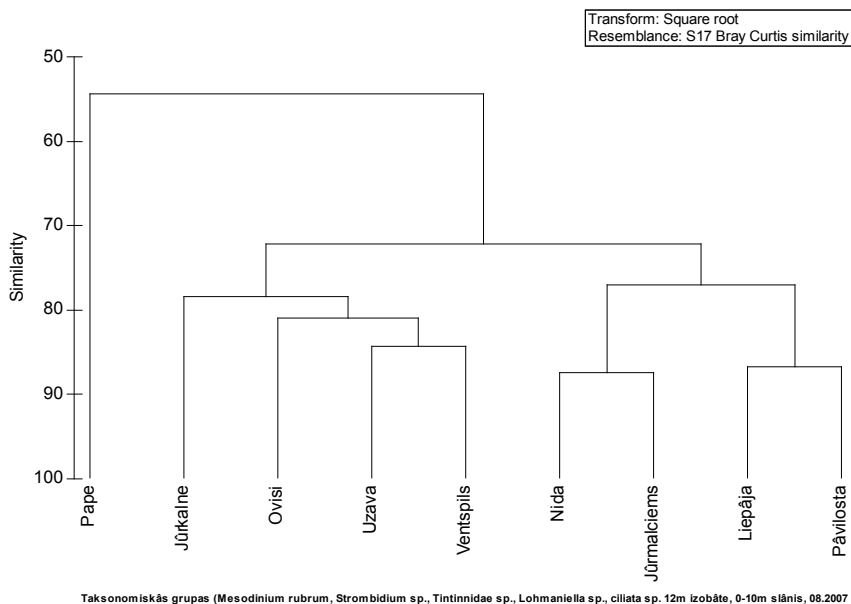
2. att. Ciliātu vadošo taksonomisko grupu relatīvais sadalījums litorālā, augusts, 2007



3. att. Ciliātu vadošo taksonomisko grupu relatīvais sadalījums litorālā, augusts, 2005

Strombidium grupas ciliātiem (vid. sk. – 2387 eks./l). Salīdzinot 2007. gada un 2005. gada litorāla datus (3. att.), atkārtoti iezīmējas Liepājas stacija, kur masveida attīstību uzrāda *Mesodinium rubrum*, kas liecina par Liepājas pilsētas piekrastes ūdeņu pastiprinātu noslodzi ar biogēnām vielām. Arī *Tintinnidae* sugu komplekss 2005. gadā ir dominējošs salīdzinājumā ar 2007. gadu, kas liecina par trofisko ķēžu nevienādīgumu.

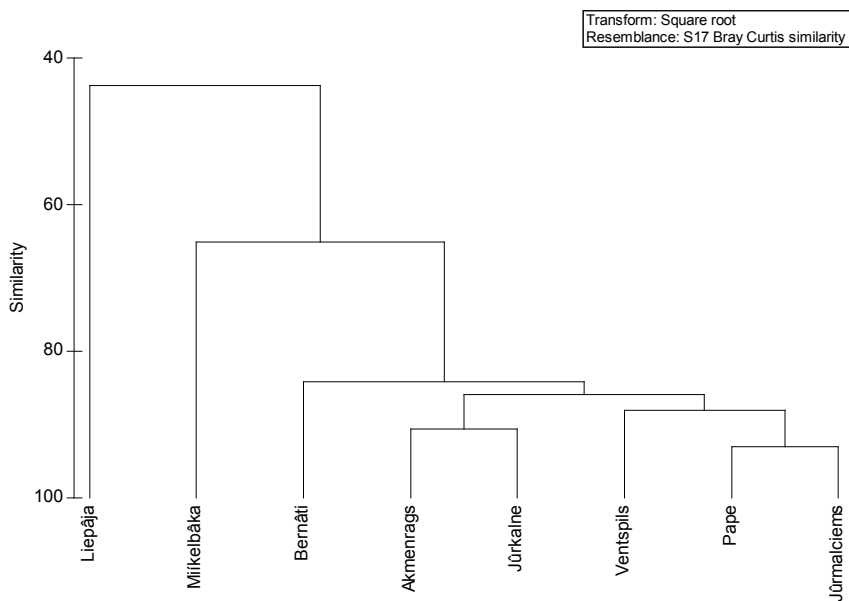
Taksonomisko grupu – *Mesodinium* sp., *Strombidium* sp., *Tintinnidae* sp., *Lohmaniella* sp. skaita analīze apsekotajās stacijās 2007. gadā, lietojot klāsteru analīzi, parādīta 4. un 5. attēlā.



4. att. Ciliātu taksonomisko grupu klāsteri, jūra, 0–10 m slānis, 08. 2007

Atklātās jūras Papes rajons iezīmējas ar izteiktu ciliātu skaita atšķirību, turpretī virkne staciju uzrāda augstu līdzības pakāpi, veidojot tuvus klāsterus. Litorāla zonā klāsteru sadalījumā ir citas iezīmes, izdalās Liepājas un Miķeļbākas stacija, pārējās veido samērā izlīdzinātu klāsteru grupu.

Pilnīga datu analīze un rezultātu interpretācija būs iespējama, beidzot ciliātu kompleksa daudzveidības analīzi no aprīļa līdz novembrim un veicot epifluorescences mikroskopiju, nosakot nanoplanktona un pikocianobaktēriju ieguldījumu kopīgā piekrastes mikrobiālā ķēdē.



5. att. Ciliātu taksonomisko grupu klāsteri, jūra, litorāls, augusts, 2007

Literatūra

- Boikova, E. 1989. *Vienšūņi – jūras vides biomonitori*. Монография. Рига : Зигатне, 265 с.
- Boikova, E. 1999. *Microbial Loop as Possible Indicator of Pollution*. Proceedings of Latvian Academy of Sciences, 52: 68–72.
- Boikova E., Strake, S., Purina, I., Licite, V., Jermakovs, V., Botva, U., Petrovics, N. *Variation in Trophic Structure of the Plankton and Benthos Communities in the Recreation Zone of the Gulf of Riga*. Sankt-Peterburg, Conference, October 25–29.2000. P. 65.

Izsaku pateicību LHEI institūta darbiniekiem par paraugu ievākšanu un hidroķīmijas datu izmantošanas iespējām.

Baltijas jūras piekrastes zonas un Daugavas baseina pašvaldību darbinieku un speciālistu attieksme pret klimata pārmaiņu ietekmi uz Latvijas ūdeņiem

Vera BORONENKO

Daugavpils Universitātes Sociālo pētījumu institūts

Kristīne ĀBOLIŅA, Andis ZĪLĀNS

Latvijas Universitāte

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

E-pasts: kristine.abolina@lu.lv

Valsts pētījumu programmas „Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi” Adaptācijas darba paketes ietvaros 2007. gada augustā–novembrī tika veikta Baltijas jūras piekrastes zonas un Daugavas baseina institucionālo aģentu – pašvaldību darbinieku un deputātu un ar ūdens pārvaldi saistīto institūciju darbinieku (praktiķu) aptauja, lai noskaidrotu viņu viedokli par gaidāmajām klimata pārmaiņām saistībā ar ūdens vidi, šo pārmaiņu sekām tautsaimniecībā un nepieciešamajiem pielāgošanās pasākumiem.

Aptaujas rezultāti liecina, ka praktiķi pašlaik ir novērojuši un/vai nākotnē Latvijā sagaida tādas klimata pārmaiņu ietekmes, ko apstiprina zinātnieku pētījumi, piemēram, nokrišņu daudzuma palielināšanās, jūras līmeņa paaugstināšanās, atkušņu skaita palielināšanās un ledstāves ilguma samazināšanās. Maza respondentu daļa prognozē arī tādas ietekmes, par ko zinātniekiem ir pretēja informācija, piemēram, jūras līmeņa samazināšanās. Praktiķi par Latvijā gaidāmajām ietekmēm uzskata arī tādas, par ko zinātniekiem vēl nav apstiprinošu vai noliedzošu prognožu, piemēram, plūdu skaits, plūdu intensitāte un noteces daudzums upēs. Vienlaikus atsevišķām ietekmēm var būt atšķirīgas izpausmes atkarībā no gadalaika vai vietas Latvijā, piemēram, kopējā upju notece ziemā var palielināties un vasarā samazināties, un šis faktors ir nozīmīgs praktiķu un klimata izpētes zinātnieku dialogam par gaidāmo seku ietekmi uz tautsaimniecības jomām.

Latvijas aptaujātie praktiķi gaidāmo klimata pārmaiņu ietekmi uz Latvijas ūdeņiem kopumā vērtē negatīvi. Rezultāti liecina par neizmantošām iespējām klimata pārmaiņu pozitīvo seku apzināšanā. Aptaujāto pašvaldību atbildes par veiktajiem vai plānotajiem adaptācijas pasākumiem liecina par vāju zināšanu līmeni, ko adaptācija klimata pārmaiņām nozīmē. Savukārt, viedokļi par piemērotākiem adaptācijas pasākumiem liecina par zinātnieku un praktiķu dialoga nepieciešamību, meklējot labākos problēmjautājumu risinājumus konkrētās Latvijas vietās un nozarēs.

Zooplanktona diennakts dinamika Sventes ezerā

Inta DEIMANTOVIČA

Latvijas Universitāte
Bioloģijas fakultāte
E-pasts: inta.deimantovica@gmail.com

Aija BRAKOVSKA, Renāte ŠKUTE

Daugavpils Universitāte, Ekoloģijas institūts

Sventes ezers ir viens no Latvijas dziļākajiem ezeriem, atrodas Ilūkstes pagurainē, Daugavpils rajonā, Sventes pagastā. Sventes ezera maksimālais dziļums sasniedz 38,0 m (ZA daļā), bet vidējais dziļums ir 7,8 m. Eitrofs ezers, viens no dzidrākajiem Latvijas ezeriem (Tidriķis, 1998). Ir vispārzināms, ka dziļūdens ezeriem raksturīga zooplanktona faunas telpiskā heterogenitāte, kas ir rezultāts dažādu biotisko un abiotisko faktoru mijiedarbībai. Tas savukārt ietekmē ekoloģiskās attiecības starp ezeru apdzīvojošiem organismiem (Cimdiņš, 2001).

Diennakts dinamikas pētījums Sventes ezerā tika veikts 2007. gada vasaras sezonas laikā 2. un 3. augustā, diennakts periodā, ik pēc četrām stundām Sventes ezera ZA daļā. Paraugi tika ievākti divās vietās: a) piekrastes zonā, izfiltrējot 100 l virsējā ūdens; b) 300 m no krasta izfiltrējot 100 l virsējā ūdens, ievācot totālo horizontālo paraugu no 36 m dziļuma līdz virsējam ūdens slānim un ievācot trīs horizontālos dziļūdens paraugus no šādiem ūdens horizontiem: 0–10 m, 10–20 m, 20–33 m. Pētījums veikts, lai raksturotu un salīdzinātu Sventes ezera zooplanktona faunu diennakts laikā. Ievākti 36 zooplanktona paraugi, izmantojot Apšteina tipa zooplanktona tīklu (Hydro-bios, tīkla acs izmērs 64 μm, tīkla diametrs 16 cm), kā arī noteikti dažādi hidroķīmiskie un hidrofizikālie parametri, izmantojot zondi Hydrolab MiniSonde 4a. Dziļuma mērījumi veikti ar eholotu Furuno L-600. Paraugiem noteiktas koordinātas, izmantojot GPS.

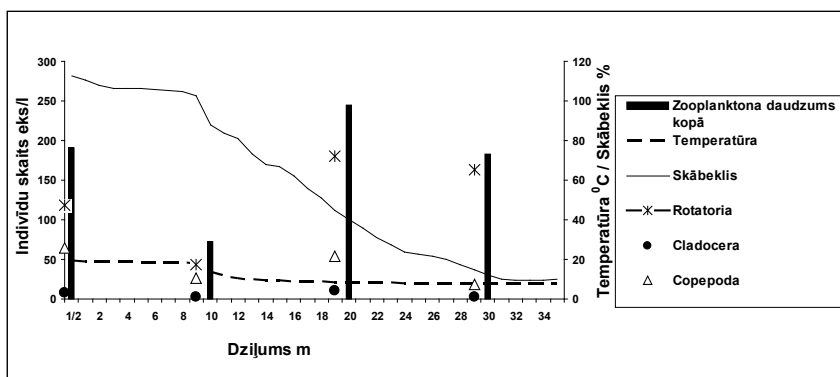
Ievāktajā materiālā konstatēta 21 Rotatoria suga, no kurām divas noteiktas līdz ģintij, un 12 Cladocera sugas, kopumā pārstāvētas sešas Cladocera dzimtas no 11 Latvijā sastopamajām.

Izplatītākās zooplanktona sugas Sventes ezerā ir *Diaphanosmoma brachyurum*, *Daphnia cristata*, *Daphnia cucullata*, *Bosmina crassicornis*, *Bosmina longirostris*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Ascomorpha ecaudis*, *Polyarthra vulgaris*, *Conochilus hippocrepis*, *Testudinella truncata*. Termoklīns Sventes ezerā (sk. att.) konstatēts 9–13 m robežās (temperatūrai samazinoties no 18,02 °C līdz 9,83 °C) turklāt termoklīna slānī arī izmainās

skābekļa gradients (no 102,8% līdz 73,2%) un termoklīna robežās raksturīgs salīdzinoši neliels zooplanktona daudzums.

Diennakts laikā virsējā (0,5 m) ūdens slānī vislielākais zooplanktona daudzums konstatēts no plkst. 19:00 līdz 07:00. Dienas vidū, no plkst. 11:00 līdz 15:00, vērojama zooplanktona organismu daudzuma samazināšanās. Savukārt dziļmgriezumā no plkst. 19:00 līdz 03:00 lielāks zooplanktona organismu skaits novērojams augšējos ūdens slāņos. Plkst. 7:00 zooplanktonam lielākais skaits ir vidējā ūdens slānī, bet plkst 11:00 zooplanktona organismu izkliedēšanās ir salīdzinoši viendabīga ar nedaudz augstāku skaitu dziļākos ūdens slāņos. Plkst. 15:00 Rotatoria vairāk sastopami ūdens slāņos zem 10 m, bet Cladocera un Copepoda vienmērīgi izplatīti ūdens slāņa griezumā, kam iemesls var būt plēsēju (zivju) ietekme noteiktajā diennakts laika posmā.

Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu.



Zooplanktona skaits (eks./l) Svētes ezerā dažādu ūdens slāņu paraugos atkarībā no temperatūras un skābekļa vertikālā sadalījuma 2007. gada 2. augustā, plkst. 19:00

Literatūra

1. Cimdiņš, P. 2001. *Limnoekoloģija*. Rīga, 159 lpp.
2. Tidriķis, A. 1998. Svētes ezers. *Latvijas Daba*. 5. sēj. Rīga : Preses nams, 180 lpp.

2007. gada vasaras Daugavas fitoplanktons posmā Piedruja–Aizkraukle

Ivars DRUVIETIS

LU Bioloģijas fakultāte
Hidrobioloģijas katedra
E-pasts: ivarsdru@latnet.lv

Ievads

Pirmie algoloģiskie pētījumi Daugavas vidustecē veikti no 1961. līdz 1963. gadam Daugavas kompleksās hidrobioloģiskās izpētes ekspedīciju gaitā, un rezultāti publicēti A. Kumsāres darbos [1, 2]. Algoloģiskie pētījumi turpināti LU (LZA) Bioloģijas institūta Hidrobioloģijas laboratorijas 1978.–1980. gada vasaras ekspedīcijās [3, 4, 5, 6]. Īpaša nozīme pievērsta Daugavas ūdenskrātuviu kaskādes fitoplanktona izpētei sakarā ar potenciāli toksisko cianobaktēriju masveida savairošanos, kas saistīta ar klimata pasiltināšanās problēmām [4, 7, 8]. Kopš 2005. gada līdz pašreizējam laikam Daugavas posmā Naujene–Jēkabpils tiek veikta regulāra planktona (fitoplanktona un zooplanktona) izpēte [9, 10, 11].

Materiāls un metodes

Paraugi fitoplanktona analīzēm ievākti ar Rutnera tipa batometru 0,5 m horizontālā upes mediālē deviņās paraugošanas stacijās no Piedrujas līdz Pļaviņu ūdenskrātuvei. Paraugi lauka apstākļos fiksēti ar Lugola šķīdumu. Fitoplanktona šūnu skaits un biomasas noteiktas pēc Utermola metodes [12], un paraugi analizēti saskaņā ar starptautiski pieņemtām metodēm [13]. Fitoplanktona šūnu skaita noteikšanai izmantots DML Leica invertais mikroskops. Perifitona paraugi ievākti Daugavas posmā Piedruja–Jēkabpils no ūdenī iegremdēta substrāta (makrofīti, akmeņi u. c. iegremdēti priekšmeti). Perifitona paraugi mikroskopēti ar “Karl Zeiss Amplitval” caurejošās gaismas mikroskopu, lietojot palielinājumus 100x, 200x, 400x un 600x.

Vispārējs Daugavas fitoplanktona attīstības raksturojums

Daugavā un tās ūdenskrātuvēs fitoplanktons attīstās ar mērenā klimata zonai raksturīgu pavasara un rudens kramaļģu maksimumu un vasaras mazūdens pilnbrieda periodam raksturīgu Cyanophyceae (cianobaktēriju) maksimumu [4, 5].

Daugavā un tās ūdenskrātuvēs pie zemākā ūdens caurplūduma novērotas augstākās fitoplanktona biomasas. Šī parādība novērojama vasaras pilnbrieda periodā un ir raksturīga ne tikai Baltijas reģionam, bet arī mūsu ģeogrāfiskajiem platuma grādiem [5].

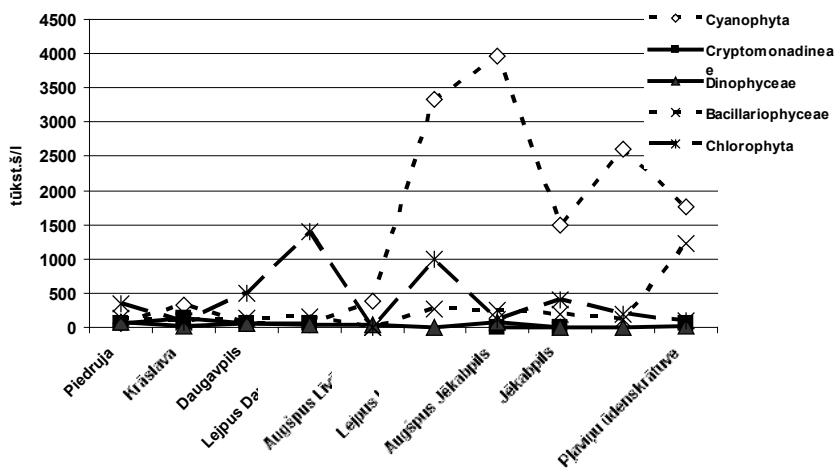
Pēc pētījumiem, kurus veikusi A. Kumsāre 50. un 60. gados Ķeguma ūdenskrātuvē, fitoplanktona „ziedēšana” nav konstatēta, un zilaļģu (cianobaktēriju) attīstība tajā bijusi ļoti vāja. Taču pēdējo vairāk nekā 20 gadu vasaras pilnbrieda periodos zilaļģu (cianobaktēriju) ziedēšana ūdens virsējā slānī konstatēta visās Daugavas HES kaskādes ūdenskrātuvēs, sasniedzot ļoti augstas fitoplanktona biomasas [4], ko varētu izskaidrot ar temperatūras ietekmi uz Daugavas fitoplanktona sabiedrību attīstību.

Apstiprinājušās arī A. Kumsāres prognozes, ka pēc HES-u kaskādes izveides upes dabiskos upes hidrobioloģiskos rajonus pārklās ūdenskrātuves, kurās upes tecējuma virzienā palielināsies eitrofikācija un produktivitāte [1].

Rezultāti un diskusija

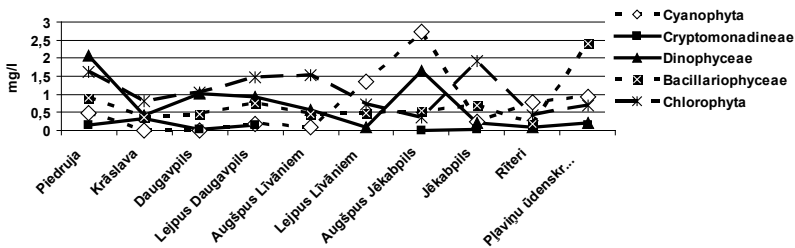
Par 2007. gada ekspedīcijas rezultātiem liek secināt fitoplanktona strukturālās izmaiņas pētītajā posmā.

2007.gada fitoplanktona atsevišķo taksonomisko grupu struktūra - šūnu skaits un biomasas, kā arī taksonomiskais sastāvs, visā apsekotajā posmā liecina par upes eitrofu statusu, taču neatspoguļo kāda īpaša piesārņojuma sekas (1, 2 att.).



1. att. Daugavas vidusteces fitoplanktona šūnu skaits (tūkst. š./l), 2007. g.

Gandrīz visos paraugošanas punktos, izņemot posmā augšpus Līvāniem, sastopamas eitrofu vidi raksturojošās *Cryptomonas* spp. Savukārt, uz iespējamu organisku piesārņojumu norādošās zilaļģes *Oscillatoria tenuis* ievērojamā daudzumā gan pēc skaita, gan arī pēc biomasas konstatētas upes posmā lejpus Līvāniem un augšpus Jēkabpils, kas būtu izskaidrojams ar šo perifītisko pavedienvēidīgo aļģu praktiski fizisku ieskaļošanu ūdens masā no fitobentosa vai arī apaugumiem straumes darbības rezultātā, ko savukārt atspoguļo paaugstinātās fitoplanktona biomasas (2. att.).

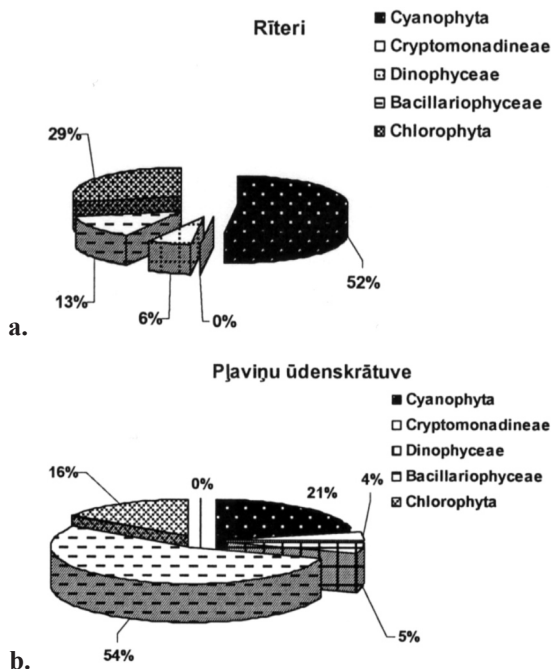


2. att. Daugavas vidusteces fitoplanktona biomasas (mg/l), 2007. g.

Minimāla zilaļģu un plaša fitoplanktona taksonomisko grupu klātbūtne konstatēta gandrīz visos paraugošanas punktos. Tomēr fitoplanktona sugu sastāvs ar dominējošajām sugām *Cyclotella* sp., *Ellerbeckia arenaria*, *Epithemia* sp., *Melosira varians*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula gracilis*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia* sp., *Synedra acus*, *Actinastrum hantzschii*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Coelastrum microporum*, *Eudorina elegans*, *Kirchneriella lunaris*, *Pandorina morum*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Tetrastrum* sp., *Gloeocapsa limnetica*, *Gomphosphaeria aponina*, *Cryptomonas* sp., *Gymnodinium* sp., *Asterionella formosa* un *Cocconeis pediculus* liecina, ka ajā upes posmā – Piedruja–Pļaviņu ūdenskrātuve – fitoplanktona sugu sastāvs ir raksturīgs eitrofām tekošām sistēmām ar vidēju līdz labu vides kvalitāti.

Daugavas posmā Rīteri–Pļaviņu ūdenskrātuve fitoplanktonā dominē potamofilai videi raksturīgs fitoplanktons ar tam raksturīgām sugām *Aphanothece clathrata*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis pulvereana*, *Oscillatoria tenuis*, *Cryptomonas* sp., *Gymnodinium* sp., *Cyclotella* sp., *Synedra actinastroides*, *Synedra acus*, *Synedra ulna*, *Actinastrum hantzschii*, *Crucigenia rectangularis*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus obliquus* un *Scenedesmus quadricauda*.

Daugava te ir zaudējusi upei raksturīgo tecējumu un praktiski kļuvusi par caurtekošu ūdenskrātuvi, darot iespējamu ūdenskrātuvē vides stāvokli novērtēt līdzīgi ezeriem – pēc fitoplanktona biomasas lieluma, tās veidojošo grupu struktūras, kā arī, ņemot vērā potenciāli toksisko zilaļģu klātbūtni un to daudzumu, kas gan pret Rīteriem, gan arī Pļaviņu ūdenskrātuvē veido ievērojamu daļu no fitoplanktona biomasas: 21–62% (3. (a, b) att.).

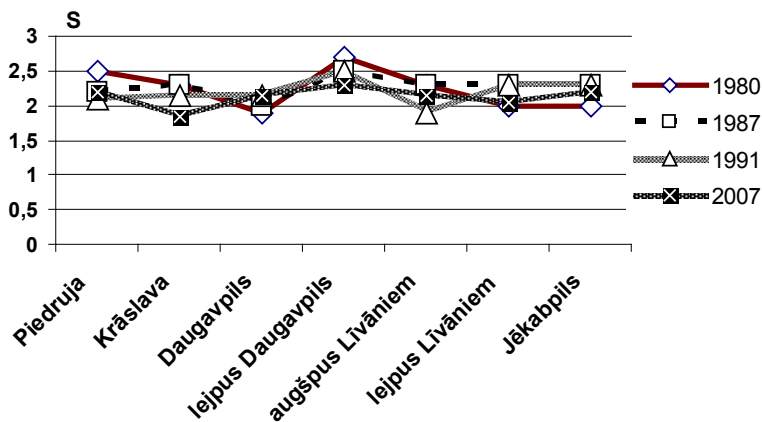


3. (a, b) att. Daugavas regulētā posma Rīteri–Pļaviņu ūdenskrātuve 2007. gada vasaras fitoplanktona biomasu procentuālais sastāvs

Posmā Rīteri–Pļaviņas vasaras fitoplanktonam raksturīgas viduvēji augstas fitoplanktona biomasas (3,08 mg/l – Rīteri un 4,41 mg/l – Pļaviņu ūdenskrātuve), kas vides kvalitāti ļauj raksturot kā vidēju un pašu Pļaviņu ūdenskrātuvi pēc barošanās tipa – kā eitrofu ūdensobjektu.

Pēc ievāktajiem apaugumiem (perifitona) Daugavas posmā **Piedruja–lejpus Jēkabpils** iespējams spriest par upes ekoloģisko kvalitāti: tekošo ūdeņu perifitonu veidojošo sabiedrību struktūra paver iespējas šos ūdens organismus lietot kā indikatorus virszemes ūdensobjektu ekoloģiskās kvalitātes noteikšanā.

Daugavas posmā Piedruja–leļpus Jēkabpils izteikti dominēja makroskopiskās pavedienveidīgās zaļāļģes *Cladophora glomerata* ar pirmās un otrās pakāpes kramāļģu (*Cocconeis pediculus*, *C. placentula*, *Nitzschia* spp., *Gomphonema* spp.) epifītiem. Pēc apaugumiem tika novērtēta upēm raksturīgā posma (Piedruja–leļpus Jēkabpils) saprobitāte, kas bija robežās no $S_i=1,85$ līdz $S_i=2,3$, kā rezultātā posmu var novērtēt kā β - α –mezosaprobju, kas nozīmē, ka upi pēc perifītiskajām aļģēm var raksturot kā vāji piesārņotu. Jāatzīmē, ka salīdzinājumā ar 1980., 1987. un 1991. gada saprobioloģiskajiem novērojumiem pašreizējais upes posma saprobioloģiskais stāvoklis praktiski gandrīz neatšķiras no iepriekšējos gados novērotā (4. att.).



4. att. Daugavas vidusteces saprobioloģiskais novērtējums pēc perifītiskajām aļģēm

Tagad, 40 gadus kopš A. Kumsāres novērojumiem [1], var secināt, ka Daugava joprojām ir „Kladoforu upe”, jo šajā posmā apaugumus, tāpat kā pirms 40 gadiem, masveidā veidoja eitrofikācijas procesiem raksturīgā *Cladophora glomerata*. Taču jāatzīmē, ka šī Daugavai tik raksturīgā suga tiek uzskatīta par samērā vāju ekoloģisko stāvokli raksturojošu saprobitātes indikatororganismu (šai sugai ir zema saprobitātes indikatorvērtība – 1) [14]. Tomēr, ņemot vērā šo makroskopisko pavedienveida apaugumu aļģu ļoti lielo masu, perifitona struktūras īpatnības ļauj novērtēt šo upes posmu kā eitrofu līdz stipri eitrofām.

Literatūra

1. Кумсаре, А. Я. 1967. *Гидробиология реки Даугавы*. Рига : Зинатне, 3–186.
2. Kumsare, A. 1972. Zur hydrobiologischen Rayonierung der Daugava. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 18, 751–755.

3. Рудзрога, А. И., Друвиетис, И. Ю. (1984) Альгологические исследования реки Даугава. В кн.: *Санитарное состояние реки Даугавы*. Даугавпилс, 24–29.
4. Druvietis, I. 2000. *Cyanobacteria Bloom in Daugava River Dammed Reservoirs, Latvia. Harmful Algal Blooms*. Ninth Conference, Tasmania 2000.
5. Druvietis, I., 1997. *Alģes kā ekoloģiskā stāvokļa rādītājas Latvijas ūdenstilpēs*. Promocijas darba kopsavilkums par publicēto zinātnisko rakstu sēriju. Rīga, LU Bioloģijas institūts.
6. Sprinģe, G., Briede, A., Druvietis, I., Parele, E., Rodinova, V., Urtāne, L. 1999. Investigations of Biodiversity in Freshwater Ecosystems of Latvia. In: Naimovičienē, Ž., Raudienē, L., Virbickas, T. (eds). *Hydrobiological Research in the Baltic Countries. Part I. Rivers and Lakes*. Vilnius, Institute of Ecology, 232–272.
7. Druvietis, I. 1998. Observations on Cyanobacteria Blooms in Latvia's Inland Waters. In: Reguera, B., Blanco, I., Fernández, M. L., Wyatt, T. (eds). *Harmful Algae*. Xunta de Galicia, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 35–36.
8. Druvietis, I. 2007. *Climat Driven Changes on Phytoplankton Communities Structure and Algae Species Seasonal Development In Latvia's Freshwaters. SEFS-5 Symposium for European Freshwater Sciences*. Abstracts. Palermo, 198.
9. Gruberts, D. 2006. *Palu pulsa koncepcija Daugavas vidusteces palieņu ezeru ekoloģijā*. Promocijas darbs. Daugavpils, 1–152.
10. Gruberts, D., Druvietis, I. 2006. Impact of Floods on Composition, Biomass and Diversity of Phytoplankton Communities of the Middle Daugava, in Latvia. In: Ács, E., Kiss, K. T., Padišak, J., Szabo, K. E. (eds.). *Proceedings of 6th International Symposium on Use of Algae for Monitoring Rivers*. Hungary, Baltonfüred, 12–16 Sept. 2006, 54–59.
11. Gruberts, D. 2008. The Role of Floods in the Ecology of Phytoplankton Communities of the Middle Daugava. *Archiv für Hydrobiologie*, in Press.
12. Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Ver. theor. angew. Limnol.*, 19, 100–124.
13. APHA 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th edition. Washington.
14. Cimdins, P., Druvietis, I., Liepa, R., Parele, E., Urtane, L., Urtans, A. 1995. A Latvian Catalogue of Indikator Species of Freshwater Saprobity. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences ^{1/2}. Section B: Natural Sciences. *Latvijas Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, 122–133.

Rīgas līča krastu erozijas risks vētru laikā

Guntis EBERHARDS, Jānis LAPINSKIS, Baiba SALTUPE, Ingus PURGALIS

Latvijas Universitāte

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

E-pasts: janisl@lanet.lv; guntise@navigator.lv

Teritorijas rajonēšanai pēc krasta erozijas riska pakāpes var izmantot ļoti plašu gan vispārīgu, gan specializētu metodiku klāstu. Metodiskās atšķirības galvenokārt nosaka iegūstamās informācijas izmantojuma veids. Tomēr visplašāk tiek izmantotas metodes, kas balstītas uz krasta līnijas (bāzes līnijas) sagaidāmo atkāpšanās ātrumu, ko, savukārt, nosaka:

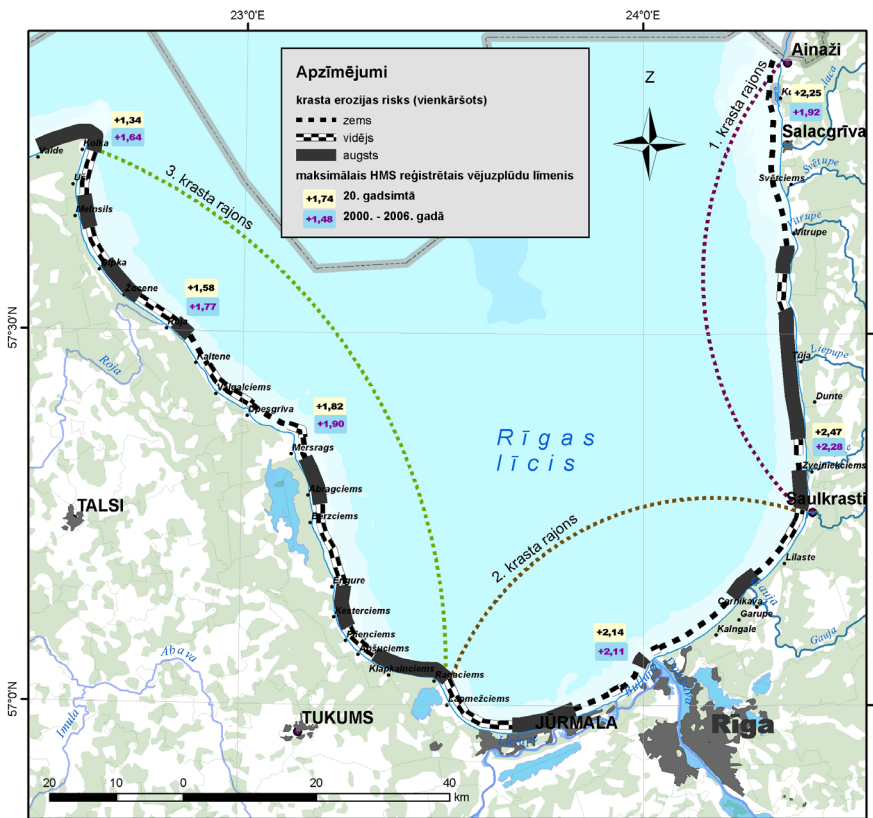
- 1) krasta zonas ģeoloģiskās īpatnības un morfometriskie parametri;
- 2) gaidāmās hidrometeoroloģiskās ietekmes parametri;
- 3) saimnieciskās aktivitātes, kas ietekmē un maina krasta sistēmas darbību.

Rīgas līča krasta līnija ir samērā taisna, tai nav izteiktu zemesragu un līču, tomēr pēc dominējošās orientācijas un arī vērsuma pret vētru to var iedalīt trīs lielos posmos ar robežām Ragaciemā un Saulkrastos. Lielākie līča rietumu puses krasta izvirzījumi (Mērsrags un Ragaciema rags), kuros ievērojami mainās kopējā krasta līnijas orientācija un kuru izvirzījums sasniedz vairākus kilometrus, būtiski maina vietējo garkrasta sanešu plūsmu piesātinājuma pakāpi. Vēl izsekojami vairāki lēzeni un sekli krasta izvirzījumi, kuru nozīme sanešu materiāla un erozijas risku sadalījumā ir vērā ņemama.

Rīgas līcī dominē krasta iecirkņi ar šaurām un zemām ($5\text{--}10\text{ m}^3/\text{m}$) pludmalēm, virs kurām atrodas ļoti vāji attīstīts eolais reljefs vai dažādas ģeoloģiskās uzbūves stāvkrasts, piemēram: Kolka–Roja, Mērsrags–Kauguri, Zvejniekciems–Vitrupe. Šajos krasta posmos, kuru kopgarums pārsniedz 160 km, pastāv augsts vai ļoti augsts erozijas risks (sk. att.).

Krasta iecirkņi, kuros mūsdienās dominē sanešu akumulācija, sasniedz aptuveni 40 km kopgarumu un galvenokārt ir sastopami Rīgas līča virsotnē, jo īpaši posmā starp Pumpuriem un Lilastes ieteku. Krastu erozija akumulatīvajos iecirkņos iespējama tikai sevišķi spēcīgās vētrās, turklāt laika periodā starp vētrām tajos notiek ātra pludmales un eolā reljefa atjaunošanās.

Kopš Rīgas līča krastos tika uzsākts jūras krastu ģeoloģisko procesu monitorings, spēcīgās vētras un orkāni ir reģistrēti 1992., 1993., 1999., 2001., 2005. un 2007. gadā. Atšķirīgais vēja ātrums un virziens katrā vētrā noteica vējuzplūdu līmeni un krastā pienākošo viļņu parametrus, kā rezultātā krasta erozijas skarto iecirkņu sadalījums būtiski atšķīrās.



Rīgas līča krasta rajoni un erozijas riska zonas

Pieaugošo Latvijas jūras krastu eroziju sekmējošie faktori

Guntis EBERHARDS, Ingus PURGALIS

Latvijas Universitāte

Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

Jūras krastu laboratorija

E-pasts: guntise@navigator.lv, ingus.purgalis@gmail.com

Parasti par galvenajiem faktoriem krastu sistēmas attīstībā dažādos laika intervālos uzskata vētru atkārtojamību, to ilgumu, atsevišķu fāžu ilgumu, viļņu parametrus katrā fāzē, galvenokārt viļņu augstumu un to pienākšanas leņķi krastā, šo procesu sezonalitāti, dažādu atkārtojamību un stiprumu, lielas vētras ar atkārtojamību reizi 100 gados, upju ienesto sanešu daudzuma samazināšanos, jūras ūdens līmeņa celšanos, zemes garozas vertikālās kustības un cilvēku darbību krasta zonā (Shuisky, 1974; Bascow, 1980, Moutzouris, 1995; Spoeri, Zabawa, Coulombe, 1985 u. c.). Tomēr ilggadīgā piekrastes attīstībā galvenais faktors ir vētru atkārtojamība ar 1–2 gadu intervālu (Selivanov, 1996). Dažos gadījumos krasta erozija izpaužas kā jūras līmeņa celšanās rezultāts, kas ir daudz mazāka nekā erozija citu apstākļu ietekmē. Stāvkrastru erozija, to vidū katastrofāla, un atkāpšanās notiek epizodiski, sezonāli, parasti mitrās vētrainās ziemās bez zemes sasaluma.

Globālā klimata pasiltināšanās sekmē dominējošo vēju izraisīto vētru kinētiskās enerģijas un viļņu augstuma un krastu erozijas apmēru pieaugumu (Shuisky, 1982; Hanson, Lindh, 1993), kas tieši saistās ar pieaugošajiem vėjuzplūdu ūdenslīmeņiem krasta joslā vētru laikā. Ilglaicīgā periodā (50–100 gadi) krasta procesus ietekmē zemes garozas vertikālās kustības un Pasaules okeāna (arī Baltijas jūras) vidējā ūdenslīmeņa celšanās. Globālās jūras līmeņa celšanās ietekme uz krasta līniju būs telpiski neviendabīga, jo to ietekmēs lokālās vertikālās zemes garozas kustības, atšķirīga krastu veidojošo iežu erodējamība, mainīgais jūras viļņošanās klimats, krastu ekspozīcija un garkrasta sanešu plūsmas (Gornitz, White, Custman, 1991). Pamatkrasta erozijas un atkāpšanās ātrumu primāri nosaka tas, cik strauji jūras seklūdens zonā notiek viļņošanās izraisītā vertikālā erozija, kuras ātrums ir atkarīgs no seklūdens zonas ģeoloģiskās uzbūves un jūras ūdenslīmeņa svārstībām (Kolberg, Sayao, 1991). Tiek norādīts (Safjanov, 1987), ka daudzos gadījumos krasta noskalošana piekrastēs saistās ar lokālo un zonālo faktoru mijiedarbību, visticamāk, ar vētru biežuma un stipruma izmaiņu 20–21 gadu ciklu. Pēc J. Korobovas pētījumiem (1974), Baltijas jūras dienvidu un austrumu piekrastē pagājušā gadsimtā (līdz 1972. gadam) vētru aktivitātei bija raksturīgi 24–26 gadu cikli.

Pēdējās desmitgadēs būtisks faktors, kas ietekmē jūras krastu stabilitāti, ir arī pieaugošā antropogēnā faktora loma. No vienas puses, tā izpaužas kā krasta procesu dabisko sistēmu daļēja vai pilnīga sagraušana ar ostu hidrotehniskajām būvēm (moli, viļņlauži, kuģu ceļu kanālu padziļināšana), garkrasta sanešu plūsmas pilnīgs vai daļējs pārrāvums un izbagarēto grunšu apglabāšana no krasta tālās jūras izgāztuvēs aiz aktīvās litodinamiskās zonas robežām. No otras puses, jūrā ar upēm ienesto smilšu daudzuma samazināšanās, uz upēm ceļot mākslīgas ūdenskrātuves, HES, iegūstot aluviālās smiltis un granti celtniecības vajadzībām, tiek palielināts sanešu deficīts jūras krasta zonā, kas savukārt sekmē krastu noskalošanu reģionālā vai lokālā mērogā.

Latvijā vistiešāk krastu eroziju nosaka un ietekmē labvēlīgo (vai nelabvēlīgo) meteoroloģisko, hidroloģisko un hidrodinamisko apstākļu kopums konkrētā jūras krasta posmā vētru laikā, bet pastarpināti arī lielo un mazo ostu darbību nodrošinošie pasākumi. Tikai spēcīgu vētru laikā, kas visbiežāk atkārtojas 1–3 reizes gadā, notiek galvenie (90–95%) krastu noskalojumi. Pieaugošā krastu erozija pēdējo 15–20 gadu laikā saistās ar vispārējo klimata sasilšanu pasiltināšanos, ar krastu eroziju sekmējošo, paātrinošo dabisko apstākļu (faktoru) darbības laika un intensitātes palielināšanos. Noteikta ilglaicīga ietekme reģionālā un lokālā griezumā ir arī antropogēnai darbībai jūras krasta joslā: ostu darbības nodrošināšanai, erozijas apdraudēto krasta posmu nostiprināšanai, laukakmeņu izvākšanai no pludmales un jūras seklūdens joslas celtniecības vajadzībām, kā arī Latvijas lielāko upju (Daugavas, Lielupes, Ventas) aluviālo nogulumu izneses apsūkums lejtecēs pagājušā gadsimta otrajā pusē, izsmēlot smilts-grants iegulas saimnieciskām vajadzībām.

Ar globālo klimata pasiltināšanos saistās Austrumbaltijas piekrastes reģiona dabisko meteoroloģisko un hidroloģisko apstākļu izmaiņas, sevišķi pēdējo 15–30 gadu laikā. Krastu eroziju pastiprinošo vētru darbības perioda pagarināšanās Latvijā līdz 4–5 mēnešiem no oktobra līdz februārim (atsevišķos gados pat marta sākumā) saistās ar pozitīvām gaisa temperatūrām, bez pludmales/krasta sasaluma un bez krasta ledus jūrā, kas raksturīgi arī pārējai Baltijas jūras austrumu un dienvidaustrumu piekrastei (Meier, Broman, Kjellström, 2004).

Pēdējās desmitgadēs raksturīga strauja jūras ledus (ledainuma) saglabāšanās ilguma perioda sarukšana (Meier, Broman, Kjellström, 2004; Kostjukovs, Miķelsons, 2003), sevišķi Rīgas līcī (vēlāka ledus parādīšanās un agrāka izžušana, retāka ledus krāvumu/torosu veidošanās līča dienvidu un austrumu piekrastēs.

Pastiprinās DR, R vēju loma ar spēcīgām vētrām (1993, 1999, 2001, 2005, 2007), ar visgarāko vēja ieskrējieni un viļņu augstumu atklātās Baltijas jūras piekrastē, kas ir galvenais krastu erozijas faktors. Vēja ātruma pieaugums,

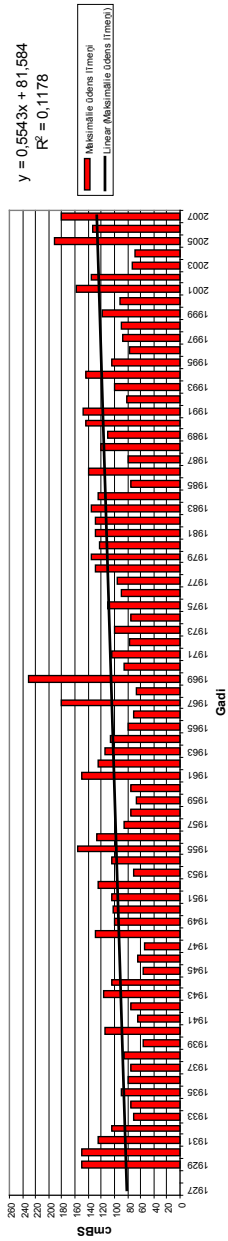
sākot ar pagājušā gadsimta 80. gadiem, saistās ar augstu NAO indeksu (Meier, Broman, Kjellström, 2004). Krasta erozijas pastiprināšanās tieši saistās arī ar maksimālo jūras vējuzplūdu ūdens līmeņa celšanās tendenci pēdējo 30 gadu laikā kā atklātās Baltijas jūras, tā Rīgas līča piekrastē (1. att.), saglabājoties nenozīmīgām vidējā jūras ūdenslīmeņa pozitīvām izmaiņām krasta joslā, kurām ir izteikts ciklisks raksturs (4–5 un 20–21 gadu cikli). Izņēmums – vienīgi Rīgas līča dienvidu krasts (Daugavgrīva), kur izteikts ilggadīgs vidējā relatīvā jūras ūdenslīmeņa celšanās trends (2. att.). To bez hidroloģiskajiem un klimatiskajiem faktoriem ietekmēja arī Lielrīgas artēzisko ūdeņu depresijas piltuves saglabāšanās un, iespējams, arī lēnas zemes garozas vertikālās kustības (teritorijas grimšana). Baltijas jūras vidējā (relatīvā) ūdens līmeņa ilgtermiņa izmaiņas ietekmēja tādi galvenie faktori kā zemes garozas vertikālās kustības (celšanās/grimšana), eistatiskā jūras līmeņa celšanās, ūdens bilances izmaiņas Baltijas jūrā, kas kopumā 20. gadsimtā veidoja līmeņa celšanos vidēji par 1,5 mm gadā (Meier, Broman, Kjellström, 2004).

Līdz ar reģionālu klimata pasiltināšanos Latvijā (Briede, 2006; Lizuma u. c., 2007) pie pozitīvām gaisa temperatūrām bez zemes sasaluma rudens/ziemas vētru laikā augsto jūras stāvkrastu (Strante–Jūrkalne–Melnrags, Ventspils–Liepene) noskalošanu un atkāpšanos paātrina aktīvi notiekošie nogāžu procesi: noslīdeņi, nogruvumi, noplūdeņi, nobiras, lineārā nogāžu strūklveida erozija u. c. (Eberhards, 2003).

Būtisks faktors, kas sekmē pamatkrasta erozijas pastiprināšanos pēdējo gadu desmitu laikā, tiek atzīmēts sanešu deficīts Austrumbaltijas garkrasta sanešu plūsmā, smilšaino nogulumu izsīkums jūras seklūdens zonā (Veinbergs, Daņilāns, 1982; Ulsts, 1998), kas savukārt paātrina gultnes vertikālo eroziju.

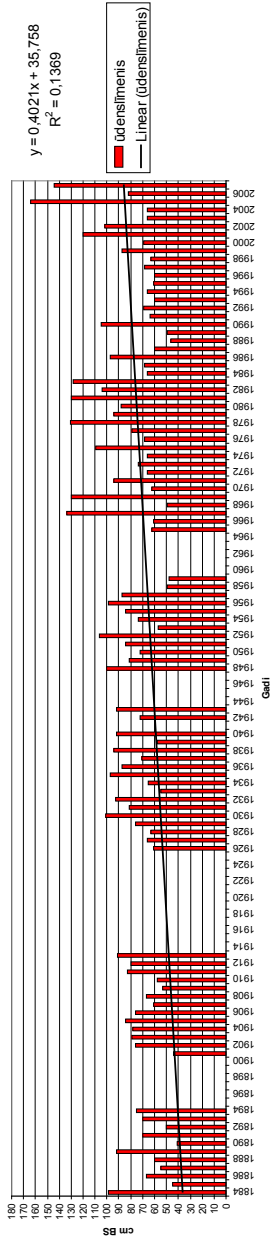
Jūras krastu eroziju, tās intensitāti un iespējamās izmaiņas laika gaitā būtiski ietekmē reģionālie un lokālie nemainīgie faktori: krasta ekspozīcija pret dominējošajiem vējiem vētru laikā, krasta un zemūdens nogāzes ģeoloģiskā uzbūve un tos veidojošo iežu noturība pret viļņu eroziju. Pēc ekspozīcijas vislabvēlīgākie apstākļi krastu noskalošanai dominējošo DR, R vētru laikā ir atklātās Baltijas jūras (Nida–Ovīšrags) un Rīgas līča Vidzemes krastam, bet visvairāk pasargātie – Rīgas līča Kurzemes un Irbes šauruma krasti. Turpretim visjutīgākie, vieglāk erodējamie ir atklātās Baltijas jūras, Irbes šauruma un Rīgas līča Kurzemes (izņemot lokālu krasta posmu no Rojas līdz Abragciemam) un Dienvidu krasts, kur galvenokārt izplatīti vāji saistīti smilšaini grantaini jūras un eolie nogulumi. Visdrošākie un noturīgākie pret viļņu eroziju parastu vētru (bet ne orkānu) laikā ir morēnas smilšmāla un pamatiežu (devona smilšakmeņi, māli) stāvkrasti (Rīgas līča Vidzemes krasts un daļēji Kurzemes krasts no Rojas līdz Abragciemam).

Salacgrīva



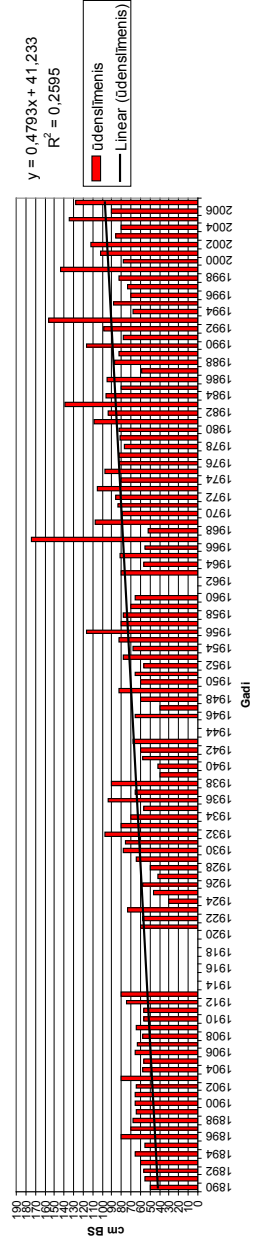
Maksimālā jūras ūdenslīmeņi (1972–2007)

Kolka

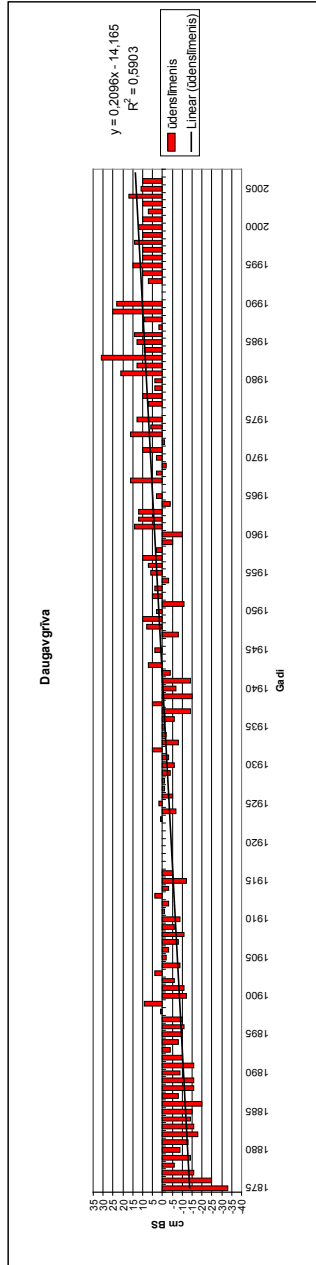


Maksimālā jūras ūdenslīmeņi (1884–2007)

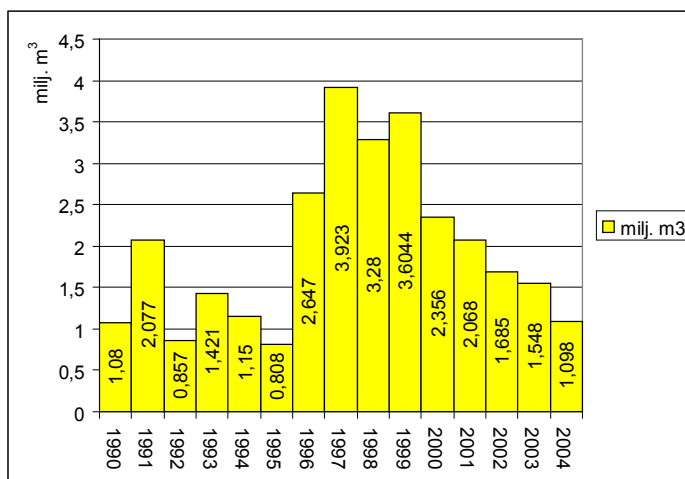
Liepāja



I. att. Maksimālā jūras ūdenslīmeņi (1890–2007) (pēc VĢMA datiem)

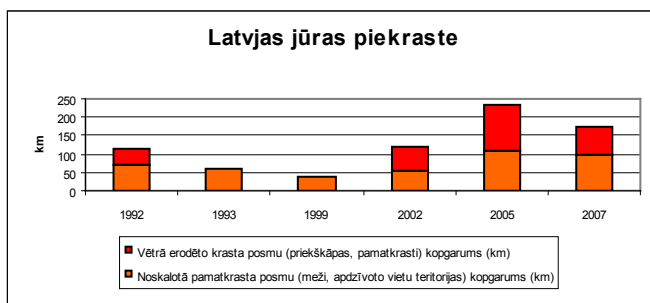
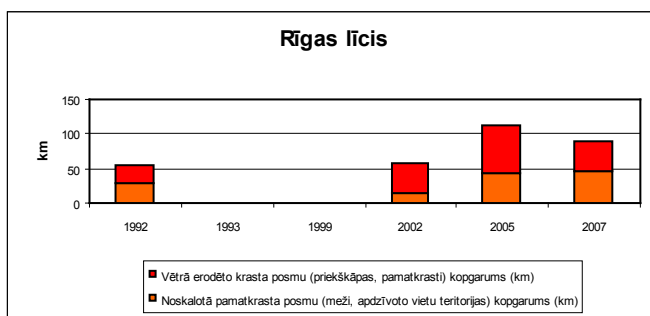
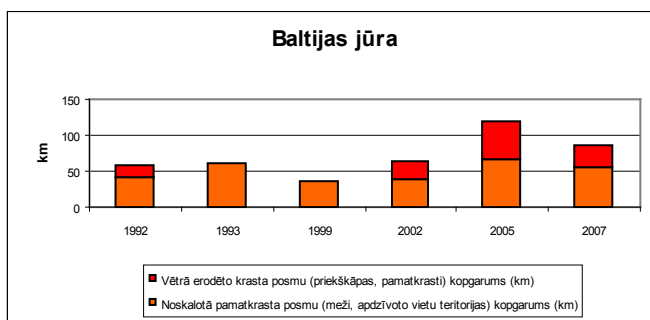


2. att. Gada vidējie jūras ūdenslīmeņi (1875–2005) (pēc VĢMA datiem)



3. att. Pēdējo gadu laikā (1990–2004) no ostu kuģu ceļiem izbagarētās un jūras izgāztuvēs un krastā apglabātās gruntis (Jūras vides pārvaldes dati)

Kā nozīmīgs faktors, kas sekmē Latvijas krastu erozijas pastiprināšanos rada aizvien pieaugošu sanešu deficītu jūras seklūdens zonā, paātrina gultnes vertikālo un pamatkrasta eroziju, ir ostu nepārtrauktās saimnieciskās darbības nodrošināšana: moli un to atjaunošana un pagarināšana (aiztur garkrasta sanešu pārvietošanos), kas līdz ar regulāri tīrāmajiem un padziļināmajiem kuģu ceļu kanāliem pilnīgi (Liepāja, Ventspils, Rīga) vai daļēji (mazās ostas) pārtrauc garkrasta sanešu plūsmu un rada labvēlīgus apstākļus pamatkrasta noskalošanai ostu molu aizvēja pusē. No kuģu ceļu kanāliem, sanešu uzkrāšanas kabatām un ostu akvatorijām izbagarēto, to skaitā arī tīro, nepiesārņoto smilšu (galvenokārt smalko un vidēji rupjo) apglabāšana tālajās jūras izgāztuvēs (dziļumi >10–15 m) pilnīgi izslēdz šos nogulumus no aktīvās krasta procesu darbības zonas. Latvijas piekrastē, to skaitā lielajās un mazajās ostās, pēdējo 14 gadu laikā (1990–2004) jūras izgāztuvēs apglabāti >29 milj. m³, bet gadā no 1–2 līdz 3–3,9 milj. m³ (3. att.). Vislielākos sanešu zudumus jūras seklūdens zonā rada Liepājas, Pāvilostas un Ventspils ostu normālas darbības nodrošināšana, bet ievērojami mazāk – Rīgas liča piekrastes ostas (4. att.).



4. att. Eroziņa pēdējo (1993–2007) gadu vētrās

Ikgadējie ar ostu darbību saistītie sanešu zudumi jūras seklūdens zona, kas veido 1–3 milj. m³, pēc apjoma ir līdzvērtīgi tiem, kurus spēcīgu vētru laikā viļņi noskalo no pamatkrasta un priekškāpu joslas. Tā, piemēram, 2005. gada 8./9. janvāra orkāna laikā no Latvijas krasta jūrā ieskalotā materiāla apjoms sasniedza 3,075 milj. m³ (to skaitā Rīgas līča piekrastē 0,75 milj. m³), (Eberhards, Lapinskis, Saltupe, 2006), noskalotā krasta platība (krasta kāpu aizsargjoslas

meži, pļavas, apdzīvoto vietu apbūves teritorijas) ap 90 ha, bet 2001. gada 1. un 15. novembra vētras laikā no Rīgas līča krasta jūrā tika ieskalots 1,17 milj. m³ (Eberhards, Saltupe, 2006). Tas nozīmē, ka gados ar spēcīgām vētrām (1993, 2001/2, 1999, 2001, 2005, 2007) Latvija no savas saimnieciski, bioloģiski un ainaviski nozīmīgās jūras krasta teritorijas uz visiem laikiem zaudē no 5–10 līdz 40–90 ha (4. att.), bet jūrā tiek ieskaloti 1–3 milj. m³ vērtīgu smilts-grants resursu, iznīcinātas augsnes un vērtīgi piekrastes biotopi. Tikai daļēji noskaloto krastu platības kompensējuši pirms ostām pieaugušie zemo krastu posmi ar pludmalēm un priekškāpām (uz dienvidiem no Liepājas un Ventspils ostām) vai ar applūstošām pļavām un niedrājiem (Mērsraga osta).

Summējot no krasta vētrās ieskalotā materiāla un no ostu kuģu ceļiem un akvatorijām izsmeltās un tālās jūras izgāztuvēs apglabātā materiāla daudzumu, varam konstatēt, ka krasta josla ik gadu zaudē vismaz 3–5 milj. m³.

Visu galveno dabisko un antropogēno faktoru izvērtējums (ranžējums 0–3 ballu sistēmā) uzskatāmi parāda to atšķirīgo ietekmi uz pieaugošo Latvijas krastu noskalošanu vētru laikā (sk. tab.).

Tabula

Faktori, kas sekmē pieaugošo krastu noskalošanu vētrās

Faktori	Atklātās Baltijas jūras krasts	Irbes šauruma krasts	Rīgas līča Kurzemes krasts	Rīgas līča Dienvidu krasts	Rīgas līča Vidzemes krasts
Krasta ģeoloģiskā uzbūve, ieži	3	3	3	3	1–2
Seklūdens zonas ģeoloģiskā uzbūve	2–3	3	2–3	3	1–2
Krasta ekspozīcija pret DR, R vējiem	3	0	0	2	3
Ekspozīcija pret ZR vējiem	2	2–3	3	3	3
Nogāžu procesu ietekme	2-3	1	1	1	2
Maksimālie ūdenslīmeņi > 0,8–1 m vētrās	2	0	0	0	0
Maksimāli ūdens līmeņi >1,5–1,8 m	2–3	1	2	1–2	1–2
Maksimāli ūdenslīmeņi 1,9–2 m	3	2	3	3	3
Sanešu deficīts ostu darbības ietekmē	3	0–1	3	3	2
Krasta nostiprinājumu ietekme	0	0	1	1	0
Krasta ledus un pludmales sasaluma izzušana	3	3	2	2	2
Ostu moli pārtrauc sanešu plūsmu	3	0	3	2	3
Upju sanešu ieneses samazināšanās	2	0	2	3	2
Kopā	30–33	15–17	25–26	27–28	23–26

Literatūra

- Bascow, W. 1980. Waves and Beaches. Anchor Press. *Double Day*. New York, № 4.
- Briede, A. 2006. Latvijas klimata mainības tendences. *LU 64. zinātniskā konference. Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne. Referātu tēzes*, 19–21.
- Eberhards, G. 2003. *Latvijas jūras krasti*. Latvijas Universitāte, 296.
- Eberhards, G., Lapinskis, J., Saltupe, B. 2006. Hurricane Ervin 2005 Coastal Erosion in Latvia. *Baltica*, vol. 19, № 1. Vilnius, 10–19.
- Eberhards, G., Saltupe, B. 2006. Coastal Erosion in the Gulf of Riga Caused by Hurricane Erwin in 2005. *Abstracts of the Ninth Marine Geological Conference (the Baltic Sea Geology)*. Latvia, 2006, 19–21.
- Gornitz, W., White, T. W., Custman, R. M. 1991. Vulnerability of the U.S. to Sea Level Rise. *Coastal zone 91*, vol. 3. New York, 2354–2368.
- Hanson, H. and Lindth, G. 1993. Coastal Erosion- an Escalating Environmental Threat. *AMBIO*, vol. XXII, № 4, 188–195.
- Kolberg, M., Sayao, O. J. 1991. Evaluating Shoreline Protection Alternatives. *Coastal zone 91*, vol. 3, 2302–2314.
- Korobova, I. J. 1974. Vētru aktivitātes cikliskās svārstības un Ventspils ostas kanāla piesērēšanas prognoze. *Jūras transporta krasta aizsargbūvju projektēšana, celtniecība un ekspluatācija*. Москва, 125–138.
- Lizuma, L., Kļaviņš, M., Briede, A., Rodionovs, V. 2007. Long-Term Changes of Air Temperature in Latvia. *Climate Changes in Latvia*. Latvijas Universitāte, 11–20.
- Meier, H., Broman, B., Kjellström E. 2004. *Simulated Sea Level in Past and Future Climates of the Baltic Sea*. Norrköping, Sweden : Rosaby Centre, 1–17.
- Moutzouris, C. L. 1995. Shoreline Structures for Coastal Defence. *Directions in European Coastal Management*. Healy and Doody (eds.). Cardigan : Samara Publishing Limited, 361–371.
- Saffjanov, G. A. 1987. *Inženierģeoloģiskie pētījumi jūru krastos*. Maskavas Universitāte, 148.
- Selivanov, A. O. 1996. Morphological Changes on Russian Coasts under Rapid Sea-Level Changes: Examples from the Holocene History and Implications for the Future. *Journal of Coastal Research*, vol. 12, № 4. Florida : Fort Lauderdale, 823–830.
- Shuisky, J. D. 1974. Ukrainas Melnās un Azovas jūru krasta procesi un erozijas ātrums. *PSRS ZA Vēstis, Ģeogr. sēr.*, Nr. 6, 108–117.
- Shuisky, J. D. 1982. Abrasional Processes of the Submarine Slope within Eastern Part of the Baltic Sea. *Baltica*, vol. 7. Vilnius, 223–234 (krievu val. rezumē- angl.).
- Spoeri, R. K., Zabawa, C. F., Coulombe, B. 1985. Statistical Modelling of Historical Shore Erosion Rates on the Chasapeake Bay in Maryland. *Envir. Geol. and Water Sci.*, vol. 7, № 3, 171–187.
- Ulsts, V. 1998. *Baltijas jūras Latvijas krasta zona*. Rīga, 96.
- Veinbergs, I., Danilāns, I. 1982. Tagadējā Latvijas jūras krasta evolūcija. *Krastu evolūcija Pasaules okeāna līmeņa celšanās apstākļos*. Москва, 116–122.

Izmaiņas Salacas augstāko ūdensaugu sugu sastāvā un aizauguma pakāpē (1986–2007)

Laura GRĪNBERGA

Latvijas Universitāte

Bioloģijas institūts

Hidrobioloģijas laboratorija,

E-pasts: laura.grinberga@email.lubi.edu.lv

Ūdensaugiem ir būtiska loma ūdenstilpes ekosistēmā, un izmaiņas ūdensaugu sugu sastāvā un aizauguma pakāpē var sniegt noderīgu informāciju, kā un kāpēc ekosistēma var mainīties nākotnē (Scott *et al.*, 2002).

Augstākās veģetācijas pētījumi Salacā veikti 2007. gada augusta sākumā, tika novērtēta aizauguma pakāpe, pierakstītas konstatētās sugas un to sastopamība. Braucot ar laivu, apsekots 79,5 km garš posms no Mazsalacas līdz Vecsalacai, kas iedalīts 7 īsākos posmos atkarībā no upes grunts sastāva. Lai salīdzinātu izmaiņas sugu sastāvā un aizauguma pakāpē pētītajos posmos, tika izmantoti LU Bioloģijas institūta 1986. (Упрянг, 1989) un 2002. gada (Druvietis, 2002) pētījumu dati.

Posmā Mazsalaca–Vecsalaca kopumā 2007. gadā tika konstatētas 28 augstāko ūdensaugu sugas, to sastāvā dominē bultene *Sagittaria sagittifolia*, ezera lielmeldrs *Schoenoplectus lacustris*, dzeltenā lēpe *Nuphar lutea*, ūdensroze *Nymphaea candida*, puķumeldrs *Butomus umbellatus* un ežgalvīte *Sparganium erectum*. Visos posmos plaši izplatītas ir arī dažādu sugu glīvenes *Potamogeton sp.*

Posmā lejpus Mazsalacas 2007. gadā nereti konstatēta iegrimusi raglare *Ceratophyllum demersum*, krokainā glīvene *Potamogeton crispus* un vilkvālīte *Typha latifolia*, šīs ūdensaugu sugas 1986. gadā tajā posmā nav atrastas. Minēto sugu parādīšanās lielā mērā saistāma ar eitrofo ūdeņu ietekmi no Burtnieka ezera, kas minēta jau abos pirmajos pētījumos. Ja salīdzina ar 1986. gadu, upes lejtecē nozīmīgi palielinājusies virsūdens augu – meldra *Schoenoplectus lacustris*, kalmes *Acorus calamus*, ežgalvītes *Sparganium erectum* un niedres *Phragmites australis* sastopamība, kas daudzviet upē veido ļoti blīvas audzes. Jāatzīmē Kanādas elodejas *Elodea canadensis* straujā invāzija: 1986. gadā elodeja bija samērā reti sastopama atsevišķos upes posmos, bet 2007. gadā tā konstatēta piekrastes joslā gandrīz visā apsekotajā upes posmā.

2007. gadā, kā arī 2002. gada vasarā augstākā aizauguma pakāpe konstatēta posmos Mazsalaca–Ramatas ieteka, Pužupes ieteka–Sarkanās klintis un Rostu klintis–Vesalaca, kur posma vidējais aizaugums sasniedza 70–90%.

Salīdzinājumā ar 1986. gadu gandrīz visos posmos novērojama būtiska aizauguma palielināšanās, īpaši krācainajos posmos. Būtiska aizauguma palielināšanās nav vērojama posmos Ramatas ieteka–Iģes ieteka un Sarkanās klintis–Rostu klintis.

Ūdenstilpju aizaugšana parasti tiek saistīta ar palielinātu biogēno elementu slodzi, bet, kā liecina LU Bioloģijas institūta pētījumu rezultāti, biogēno elementu koncentrācijas Salacas ūdeņos nav būtiski mainījušās pēdējo divdesmit gadu laikā. Arī lauksaimnieciskā darbība Salacas baseinā ir maznozīmīga un pēdējās desmitgadēs samazinājusies. Aizauguma pieaugumu varētu sekmēt vairāki faktori – pirmkārt, ledus segas biezuma un dienu skaita, kad upe klāta ar ledu, samazināšanās pēdējos gados. Otrkārt, līdz pat 20. gs. piecdesmitajiem gadiem Salaca tika aktīvi izmantota koku pludināšanai, kas, tāpat kā ledus iešana pavasaros, nodrošināja ūdensaugu izraušanu. Treškārt, kā liecina meteoroloģiskie dati, kopš 20. gs. astoņdesmitajiem gadiem pieaugusi vidējā gaisa temperatūra pavasara mēnešos, kā rezultātā veģetācijas sezona kļūst garāka.

Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu.

Literatūra

- Scott, W.A., Adamson, J. K., Rollinson, J., Parr, T. W. 2002. Monitoring of Aquatic Macrophytes for Detection of Long-Term Change in River Systems. *Environ. Monitoring and Assessment*, 73: 131–153.
- Урганс, А. В. 1989. Структура и распределение высшей водной растительности в р. Салаца. В кн.: *Биоценотическая структура малых рек. Бассейн реки Салаца*. Рига : Зинатне, с. 163–182.
- Druvietis, I. 2002. *Salacas baseina hidrobioloģiskais raksturojums*. (Nepublicēts.)

Plūdu riska novērtējums klimata izmaiņu kontekstā Daugavas tecējuma Naujenes–Jersikas posmā

Dāvis GRUBERTS, Juris SOMS

Daugavpils Universitāte

Parādes 1, Daugavpils, LV-5401

E-pasts: Davis.Gruberts@du.lv, Juris.Soms@du.lv

Saskaņā ar zinātnieku veikto bīstamo dabas procesu un vides riska novērtējumu plūdi ir visbiežāk notiekošās stihiskās nelaiemes Eiropā. Zinātnieki prognozē, ka klimata pārmaiņu dēļ, dažos reģionos, jo īpaši Eiropas centrālajā, ziemeļu un ziemeļaustrumu daļā, ārkārtēji upju plūdi būs vēl biežāka parādība (Gregory *et. al.*, 2006). Apzinoties plūdu un plūdu novēršanas pasākumu bieži vien pārrobežu raksturu, Eiropas Komisija nesēn pieņēma jaunu direktīvu par plūdu riska pārvaldību (Directive 2007/60/EK). Viens no šajā Direktīvā ES dalībvalstīm formulētajiem uzdevumiem ir plūdu apdraudēto teritoriju identifikācija un atbilstošo karšu sagatavošana.

Plūdu riska modelēšana Daugavas tecējuma posmā Naujene–Jersika ar ĢIS rīkiem parāda, ka atsevišķās pašvaldībās var applūst līdz pat 46% teritorijas, ja tiek sasniegts maksimālais novērotais plūdu līmenis. Taču, veicot plūdu riska novērtējumu, jāņem vērā arī klimata izmaiņu ietekme uz Daugavas hidroloģisko režīmu.

Saskaņā ar četriem dažādiem klimata izmaiņu scenārijiem tiek prognozēta Daugavas vidējā caurplūduma būtiska samazināšanās (par 25–40%) pavasara palu laikā un ievērojama palielināšanās (pat par 50%) ziemas mazūdens perioda otrajā pusē (Kočcova *et al.*, 2007). Tādējādi Daugavā pie Daugavpils ir sagaidāma arī pavasara palu vidējo ūdens līmeņu pazemināšanās un ziemas mazūdens perioda vidējo ūdens līmeņu paaugstināšanās salīdzinājumā ar mūsdienām.

Piemēram, ja vidējais caurplūdums Daugavā pie Daugavpils aprīlī samazinās par 25 % (klimata izmaiņu scenārijs RCAO-E/B2), vidējais ūdens līmenis ceļas par ~ 4,7 m virs posteņa nulles atzīmes un sasniedz absolūto augstumu 90,51 m v. j. l. Turpretī, ja vidējais caurplūdums aprīlī samazinās par ~ 40 % (klimata izmaiņu scenārijs RCAO-H/A2), vidējais ūdens līmenis ceļas par ~ 4 m virs posteņa nulles atzīmes un sasniedz absolūto augstumu 89,81 m v. j. l. Šajos gadījumos ir sagaidāms, ka augstākie Daugavas palienes posmi pavasarī applūdis retāk un īslaicīgāk nekā līdz šim.

Savukārt, ja vidējais caurplūdums Daugavā pie Daugavpils janvārī pieaug par 50% (klimata izmaiņu scenārijs RCAO-E/B2) – ūdens līmenis Daugavā

ceļas par ~ 1,5 m virs posteņa nulles atzīmes un sasniedz absolūto augstumu 87,31 m v. j. l. Šādā gadījumā ir sagaidāma Daugavas zemo palieņu, kā arī tās lielāko pieteku (Laucesas, Līksnas, Berezovkas u. c.) grīvu applūšana jau ziemā.

Literatūra

- Directive 2007/60/EC on the Assessment and Management of Flood Risks. [Online, 05.01.2008]. Available: http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm
- Gregory, K. J., Benito, G., Dikau, R., Golosov, V., Jones, J. A. A., Macklin, M. G., Parsons, A. J., Passmore, D. G., Poesen, J. R., Starkel, L., Walling, D. E. 2006. *Past Hydrological Events Related to Understanding Global Change: an ICSU Research Project*. Catena, 66: 2–13.
- Koļcova, T., Lizuma L., Rogozova S., Smith M., 2007. Climate Change Impacts on Hydrological Processes in Latvia. In: Kļaviņš M. (ed.) *Climate Change in Latvia*. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 86–95.

Daugavas palieņu ezeru hidroloģisko grupu fitoplanktona sugu kompleksi

Dāvis GRUBERTS

Daugavpils Universitāte
Parādes 1, Daugavpils, LV-5401
E-pasts: Davis.Gruberts@du.lv

Turpinot 2004. gada vasarā uzsāktos Daugavas palieņu ezeru ekoloģiskos pētījumus, veikta šo ezeru fitoplanktona sabiedrību detalizētāka izpēte, kuras gaitā noskaidroti dažādām ezeru hidroloģiskajām grupām raksturīgie fitoplanktona sugu kompleksi.

Visi 2004. gada jūlijā izolācijas fāzē apsekotie Daugavas palieņu ezeri sadalīti četrās grupās, ņemot vērā to applūšanas biežumu un novietojumu Daugavas palienē. A grupā iekļauti ezeri, kuri neapplūst pat augstākajos palos pastāvīgas mākslīgas izolācijas dēļ, kā arī ezeri, kuri applūst tikai pie augstākajiem novērotajiem palu līmeņiem. B grupā iekļauti ezeri, kuri applūst regulāri, pie daudzgadīgā vidējā palu līmeņa. C grupā iekļauti ezeri, kuri applūst ne vien pavasarī, bet arī pie absolūtā maksimālā plūdu līmeņa vasaras-rudens periodā. D grupā iekļauti ezeri, kuri applūst bieži (vairākas reizes gadā), kā arī ezeri, kuri applūst ļoti bieži, pat pie vidējā ūdens līmeņa vasarā. Pavisam šajā pētījumā apsekoti 24 ezeri.

2004. gada vasarā ievāktajos paraugos tika konstatēti 125 fitoplanktona taksoni. 102 taksoni atrasti paraugos, kuri ievākti ezeru centrālajā daļā, tomēr tikai 16 taksoni tika konstatēti visās četrās ezeru grupās. No tiem A grupā visbiežāk sastopamais taksons bija *Botriococcus braunii*, B grupā – *Peridinium cinctum*, *Anabaena* sp. un *Euglena* sp., C grupā – *Nitzschia acicularis*, *Synedra acus* un *Ceratium hirudinella*, D grupā – *Eudorina elegans*, *Navicula* sp., *Gymnodinium* sp., *Cryptomonas* sp. un *Dinobryon sertularia*. Kopumā bieži sastopamo aļģu taksonu skaits ezeru grupās pieauga, palielinoties to applūšanas biežumam. Arī agrāk veiktie pētījumi liecina, ka bieži applūstošo Daugavas palieņu ezeru fitoplanktona sabiedrības ir savstarpēji ļoti līdzīgas. Tas ļauj izvirzīt hipotēzi, ka *biežāki un/vai ilgstošāki plūdi (pali) samazina vides apstākļu daudzveidību biežāk applūstošajos Daugavas palieņu ezeros, kas savukārt veicina to, ka tajos dominē biežāk sastopamas aļģu sugas.*

Pētījuma gaitā netika konstatēti kādai vienai ezeru grupai īpaši raksturīgi taksoni. Izņēmums ir taksons *Cyclotella* sp., kurš tika atrasts vienīgi D grupas ezeros, turklāt bija tajos bieži sastopams.

Pētījums veiks ar ESF projekta VPD1/ESF/PIAA/04/NP/3.2.3.1/0003/0065 atbalstu.

Bērzes upes baseina hidroloģiskā un hidroķīmiskā modelēšana

Viesturs JANSONS¹, Elga APSĪTE², Kaspars ABRAMENKO¹,
Anda BAKUTE², Ainis LAGZDIŅŠ¹

¹Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Vides un ūdenssaimniecības katedra
Akadēmijas 19, Jelgava, LV-3001
E-pasts: viesturs.jansons@llu.lv

²Latvijas Universitāte
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu un fakultāte
 Raiņa bulv. 19, Rīga LV-1586,
E-pasts: elga.apsite@lu.lv

Eiropas Savienības (ES) direktīva 2000/60/EK, ar ko izveido sistēmu Kopienas rīcībai ūdens resursu politikas jomā, izvirza uzdevumu visām ES dalībvalstīm nodrošināt labu ūdeņu kvalitāti līdz 2015. gadam. Upju baseinu apgabalu un ūdensobjektu apsaimniekošanas plānu izstrādāšana, lai sasniegtu šo ūdens kvalitāti, nav iespējama bez modelēšanas izmantošanas. Arī klimata maiņas ietekmi uz ūdeņu vidi iespējams prognozēt tikai ar modelēšanas palīdzību. Hidroloģiskai un hidroķīmiskai modelēšanai vēlams izmantot starptautiskā praksē atzītus un ar atbilstošas kvalitātes zinātniskām publikācijām aprobētus modeļus. Ūdens kvalitātes modeļu izstrādāšanai zinātniskai izpētei atbilstošā līmenī Latvijā vēl nav pietiekamas pieredzes.

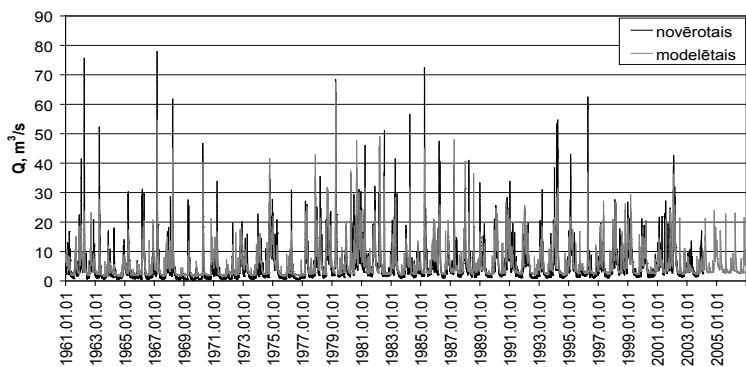
Latvijā kopš pagājušā gadsimta 80. gadiem gruntsūdens līmeņa režīma un noteces matemātiskajai modelēšanai tiek lietota konceptuālo modeļu METUL (Krams un Ziverts, 1993) un METQ (Ziverts and Jauja, 1999) saime, kuros kā ieejas datus izmanto ikdienas meteoroloģiskos novērojumus. Līdz šim METQ modelis ir sekmīgi kalibrēts gan lieliem (piemēram, Daugava, Salaca), gan atsevišķiem maziem Latvijas upju baseiniem (Ziverts and Jauja 1999, Bilaletdin u. c. *al.*, 2004). Laika gaitā pilnveidojot METQ modeli, tam ir bijušas vairākas versijas (METQ96, METQ98, METQ2006). Šajā pētījumā izmantota modeļa pēdējā versija METQ2007BDOPT ar pusautomātiskās kalibrācijas iespēju. METQ2007BDOPT matemātiskajā modelī, izmantojot par ieejas datiem ikdienas meteoroloģiskos datus, ir iespējams aprēķināt un restaurēt hidroloģiskos lielumus – diennakts vidējos caurplūdumus. Par modelēto un novēroto caurplūdumu sakritības rādītājiem ir pieņemts statistiskais kritērijs R^2 (Nash and Sutcliffe, 1970), korelācijas koeficients r un ilggadīgās vidējās noteces salīdzinājums.

Savukārt, hidroķīmiskajā modelēšanai kalibrēts Zviedrijā SLU (Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitāte) izstrādātais *Fyris* modelis. Viens no modeļa izvēles priekšnoteikumiem bija ilgstošā sadarbība starptautiskos projektos ar SLU Augsnes zinātņu katedras Ūdenssaimniecības divizionu un zviedru kolēģu atbalsts, izmantojot šo modeli arī Baltijas valstu upju baseiniem.

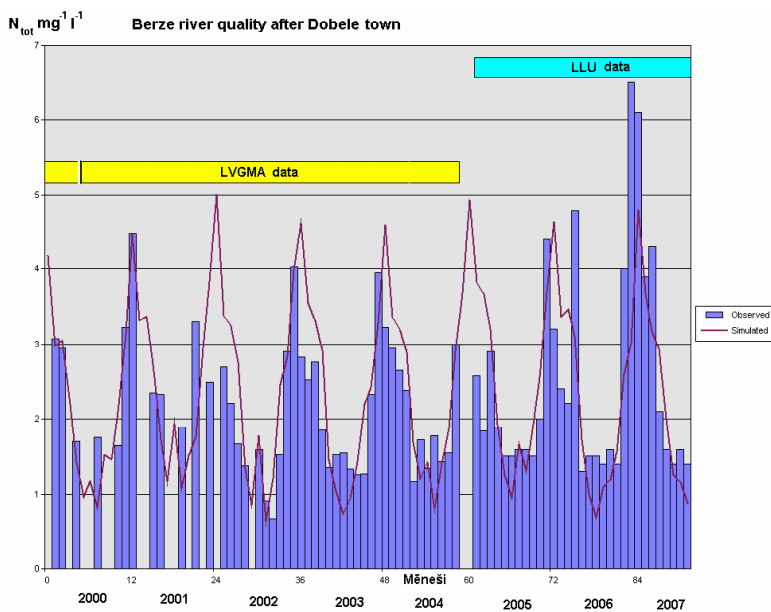
Šajā pētījumā modelēšanai izvēlētais Bērzes upes baseins (aptuveni 900 km²) sadalīts 15 homogēnos modelēšanas daļbaseinos, kas analizēti pēc piesārņojuma avotu un zemes izmantošanas veida, hidrogrāfiskā tīkla, lopkopības/zemkopības intensitātes, iedzīvotāju blīvuma u. c. ar noteces kvalitāti saistītiem parametriem. Baseinu analīze veikta, izmantojot ĢIS tehnoloģijas. No Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras, SIA Valsts Meliorprojekts un Latvijas Lauksaimniecības universitātes datu fondiem izveidotas un sagatavotas meteoroloģisko un hidroloģisko novērojumu datu bāzes hidroloģiskajai modelēšanai. Difūzā piesārņojuma novērtēšanai izmantoti LLU ilggadējie (1995–2006) pētījumi par šī piesārņojuma emisijas un aiztures procesiem. Pētījumu ietvaros noteiktie biogēno elementu emisijas un aiztures (pašattīrīšanās procesi) koeficienti ir Latvijas apstākļos vienīgi iegūtie dati, ar kuriem iespējama lauksaimniecības slodžu noteikšana ūdens kvalitātes modelēšanai.

Šajā pētījumā Bērzes baseina kalibrācija veikta uz hidroloģisko novērošanas staciju (HNS) Bērze-Baloži. METQ2007BDOPT modeļa kalibrācijas periods ir no 1961. gada līdz 2006. gadam. Starp novērotajiem un modelētajiem ikdienas caurplūdumiem iegūta laba sakarība, kur korelācijas koeficients r ir 0,86 un statistiskais kritērijs $R^2=0,73$ (1. att.). Nedaudz vājāka sakarība iegūta, kalibrējot modeli uz HNS Bērze-Biksti, kur iegūti šādi statistiskie rādītāji: $r=0,82$ un $R^2=0,65$. Galvenās atšķirības starp modelētajiem un novērotajiem caurplūdumiem rada ievades datu diennakts nokrišņu summas kvalitāte, kā arī meteoroloģisko staciju izvietojums upju baseinos vai to tuvumā.

2005.–2007. gadā iegūtie hidroķīmiskie dati ļāva sākt ūdens kvalitātes modeļa kalibrāciju Bērzes upei un tās daļbaseiniem (2. att.). Protams, ņemot vērā klimata apstākļu variāciju pa gadiem, zinātniski pamatotu modelēšanas rezultātu iegūšanai vajadzīgi garāka gadu perioda sistemātiski ūdens kvalitātes novērojumi Bērzes upes 15 daļbaseinos.



1. att. Novērotie un modelētie diennakts vidējie caurplūdumi HNS Bērze–Baloži



2. att. Modelēšanas rezultāti kopējam slāpeklim (N_{kop}) Bērzes upes baseina daļai lejpus Dobeles pilsētas

Valsts pētījumu programmas ietvaros apgūto hidroloģisko un hidroķīmisko modeļu izmantošana ir viens no priekšnoteikumiem, lai Latvija varētu izpildīt ES prasības ūdeņu apsaimniekošanai un to kvalitātes nodrošināšanu, kā arī pamatot HELCOM prasītos slāpekļa un fosfora slodžu aprēķinus PLC-ūdens programmas ietvaros. Kalibrēto modeļu izmantošana ar klimata datiem, kuri noteikti ar reģionāliem klimata modeļiem, ļaus modelēt klimata mainības ietekmes uz iekšējo ūdeņu kvalitāti.

Literatūra

- Bilaletdin, Ä., Frisk, T., Kaipainen, H., Paananen, A., Perttula, H., Klavins, M., Apsite, E., Ziverts, A. 2004. Water Protection Project of Lake Burtnieks. *The Finnish Environment*, № 670. Tampere : Pirkanmaa Regional Environment Centre, 92.
- Krams, M., Ziverts, A. 1993. Experiments of Conceptual Mathematical Groundwater Dynamics and Runoff Modelling in Latvia. *Nordic Hydrology*, vol. 24, 243–262.
- Lindgren, G., Wrede, A., Seibert, J. S. and Wallin, M. 2007. Nitrogen Source Apportionment Modeling and the Effect of Land-Use Class Related Runoff Contributions. *Nordic Hydrology*, vol. 38, № 4–5 , 317–331.
- Nash, J. E., Sutcliffe, J. V. 1970. River Flow Forecasting Through Conceptual Models. Part I-A Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*, vol. 10, 282–290.
- Ziverts, A., Jauja, I. 1999. Mathematical Model of Hydrological Processes METQ98 and Its Applications. *Nordic Hydrology*, vol. 30(2), 109–128.
- Wallin, M. 2006. *The FYRIS Model for Catchment Scale Modelling of Source Apportioned Gross and Net Transport of Nitrogen and Phosphorus in Rivers*. A user's manual. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 13.

Spāru (Odonata) faunas izmaiņas Latvijā – dienvīdu sugu parādīšanās

Mārtiņš KALNIŅŠ

LU Bioloģijas fakultāte
Zooloģijas un dzīvnieku ekoloģijas katedra
Dabas aizsardzības pārvalde
E-pasts: martins.kalnins@dap.gov.lv

Klimats ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka teritorijas faunas sastāvu, to vidū arī Latvijas spāru (Odonata) faunas sastāvu. Mainoties klimatam, mainās arī sugu sastāvs. Tā kā spāres ir kustīgi kukaiņi, kas īsā laika sprīdī spēj pārvarēt lielus attālumus, likumsakarīgi, ka spāres varētu būt vieni no pirmajiem kukaiņiem, kas reaģē uz klimata izmaiņām.

Dažas sugas, piemēram, *Coenagrion hylas*, ir cieši saistītas ar Eiropu, bet citām ir ļoti plaša izplatība. Tādas visuresošas sugas ir *Lestes sponsa*, *Platycnemis pennipes*, *Coenagrion puella*, *Aeshna cyanea*, *Libellula depressa* un *Sympetrum striolatum*. Tās visas vairojas ūdenstilpēs, kas ir relatīvi īslaicīgi un nepastāvīgi biotopi, kuri savukārt no spāru faunas prasa izpētīšanas lidojuma un kolonizācijas kapacitāti. Citas plaši izplatītas sugas, kas arī apdzīvo šādu biotopu, piemēram, *Sympetrum flaveolum*, *S. fonscolombii* un *Libellula quadrimaculata*, dara to tikai migrācijas laikā un dažreiz var sasniegt teritorijas, kas nav piemērotas pastāvīgai kolonizācijai. Tādas ir *Hemianax ephoppiger* un *Pantala flavescens* (Askew, 1998).

Līdz 2005. gadam Latvijas faunai konstatētas 57 spāru sugas no deviņām dzimtām, to skaitā viena nejausi iemigrējusi suga – *Sympetrum fonscolombii*, un viena suga ar neskaidru statusu – *Aeshna caerulea* (Spuris, 1993, Rintelen, 1997, Kalniņš, 2002, Bernard, 2003). Z. Spuris minējis sešu sugu iespējamo atrašanos Latvijā, kā arī vienu izslēdzis no faunas saraksta (Spuris, 1993). Lai gan spāres jau ilgstoši tie uzskatītas par faunistiski salīdzinoši labi izpētītu kukaiņu grupu, tomēr pēdējo gadu jaunie sugu atradumi liek domāt, ka izpētes līmenis ir nepietiekams vai arī izmaiņas norit ļoti strauji. Līdz ar to tika izvirzīts mērķis – noskaidrot iespējamās Latvijas faunas izmaiņas saistībā ar dienvīdu sugu parādīšanos. Mērķa sasniegšanai tika apzinātas šādas spāru sugas:

- kas minētas literatūrā kā Latvijā iespējamās sugas;
- sugas, kuru izplatības areālu robežas ir relatīvi tuvas (400–500 km) Latvijas teritorijai;
- sugas, par kurām ir informācija par sugu izplatību Latvijas virzienā vai kurām ir klejotājas instinkts.

Atlasītajām sugām salīdzināta to izplatība Eiropā uz 1988. gadu (Askew, 1998) un uz 2006. gadu (Dijkstra, 2006), raksturota Latvijai tuvākā areāla robeža un attālums, sugas lidotspēja un klejotājas instinkts, dota informācija par sugas izplatīšanos Latvijas virzienā, sugas apdzīvotie biotopi un to pārstāvētība Latvijā, kā arī pārbaudīto kolekciju indivīdu skaits un potenciālo apsekoto atradņu skaits.

***Lestes barbarus* (Fabricius, 1798)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *L. barbarus* minējis Z. Spuris (Spuris, 1993), taču bez iespējamības pamatojuma. Suga ir uzskatāma par dienvīdu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu un ir izplatīta Baltkrievijas dienvīdu daļā. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~400–500 km. *L. barbarus* ir uzskatāma par izteiktu klejotāju, kas var pēkšņi izveidot plašas un ilgstoši pastāvošas kolonijas vietās, kur iepriekš nav bijusi sastopama (Dijkstra, 2006). Salīdzinājumā ar dažādspāru spārēm suga ir ar zemāku izplatīšanās (lidošanas) spēju. Sākot ar 90. gadu vidu, konstatēta izteikta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Tā kā suga dod priekšroku temporāliem ūdeņiem – piekrastes peļķes, pļavu dīķi, seklas lāmas – un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūlija līdz augustam (Dijkstra, 2006), autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~5 vietas (Ķemeri, Slītere u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~77) *Lestes* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi Latvijā ir samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Lestes viridis* (Vander Linden, 1825)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *L. viridis* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvīdu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu un Polijas ZA stūri. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~400–500 km. *L. viridis* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, tomēr iespējama sugas izplatība ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Salīdzinājumā ar dažādspāru spārēm suga ir ar zemāku izplatīšanās (lidošanas) spēju. Tā kā suga dod priekšroku gandrīz jebkura tipa stāvošiem vai lēni tekošiem (bet ne temporāliem) ūdeņiem un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūlija beigām līdz septembrim (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~8 vietas (Ķemeri, Slītere, Bārbele, Aknīste u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~77) *Lestes* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Sympecma fusca* (Vander Linden, 1820)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *S. fusca* minējis Z. Spuris (Spuris, 1993), taču bez iespējamības pamatojuma. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu un Lietuvu un ir sastopama arī Zviedrijas dienvidu daļā (piekrastē starp Upsalu un Kalmāru, Gotlandē. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~300–400 km. Turklāt sugas areāls Zviedrijā Z virzienā pārsniedz Latvijas platuma grādus. *S. fusca* ir uzskatāma par klejotāju, tomēr atšķirībā no iepriekš minētajām vienādspārnu spāru sugām tas skaidrojams ar pieaugušo indivīdu ziemošanu un klejojumiem pirmsziemošanas periodā. Salīdzinājumā ar dažādspāru spārēm suga ir ar zemāku izplatīšanās (lidošanas) spēju. Suga uzskatāma par retu, tomēr ar fluktuējošu areāla ziemeļu robežu, pie tam konstatēta strauja sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Tā kā suga dod priekšroku dažādu veidu stāvošiem ūdeņiem, īpaši ar peldošu atmirušu niedru vai meldru augāju, un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no aprīļa līdz maijam un no augusta līdz septembrim (Dijkstra, 2006), autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~15 vietas (Ķemeri, Remte, Ciecera, Slitere, Aknīste u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=11) *Sympecma* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Erythromma viridulum* (Charpentier, 1840)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *E. viridulum* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Polijas ziemeļu daļu un, iespējams, konstatēta arī Baltkrievijas ZR daļā. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~500-600 km (no iespējamās atradnes Baltkrievijā – tuvāk). *E. viridulum* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, tomēr ir konstatēta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Salīdzinājumā ar dažādspāru spārēm suga ir ar zemāku izplatīšanās (lidošanas) spēju. Tā kā suga dod priekšroku eitrofiem, stāvošiem ūdeņiem – ūdenstilpnes ar bagātīgu aļģu, raglapju *Ceratophyllum* un daudzlapju *Myriophyllum* augāju un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūlija līdz augustam (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas 2 vietas (Bārbele, Silene), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=25) *Erythromma* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Aeshna affinis* (Vander Linden, 1820)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *A. affinis* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Polijas ziemeļu un ir izplatīta Baltkrievijas dienvidu daļā. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~500–600 km. Karstās vasarās *A. affinis* var migrēt ziemeļu virzienā un izveidot īslaicīgas populācijas (Bernard R., pers. ziņ.). Suga ir ar labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. 2003. gadā suga atrasta Lietuvā. Noķertā jaunā mātīte sugas attīstībai piemērotā biotopā liecina par sugas attīstību Lietuvas teritorijā (Bernard, 2005; Dijkstra, 2006). Sugas izplatību ziemeļu virzienā kopš 90. gadu sākuma atzīmējuši arī citi autori (Bernard, 2005). Tā kā suga dod priekšroku nelielām, seklām, bieži temporālām ūdenstilpnēm, saules izgaismotās un no vēja aizsargātās vietās un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami jūlija beigās–augusta sākumā (Bernard R., pers. ziņ.; Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas 4 vietas (Silene, bārbele u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~40) *Aeshna* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Anax parthenope* (Selys, 1839)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *A. parthenope* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu un pa Lietuvas un Baltkrievijas robežu pietuvojas arī Latvijai. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir daži desmiti kilometru *A. parthenope* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, bet ir ar labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Kopš 90. gadiem konstatēta izteikta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Pēc atsevišķu pētnieku domām (Bernard R., pers. ziņ.), tā ir tipiska, klimata maiņas izraisīta ekspansija. Sugas tipiskais biotops ir lielas stāvošas ūdenstilpnes. Areāla ziemeļu daļā sugas tipiskais lidošanas laiks ir no jūnija līdz augustam (Dijkstra, 2006). Autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~10 vietas (Silene, Rāzna, Vestiena u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=4) *Anax* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības acīmredzot nepastāv, tomēr suga nav atrasta.

***Anax ephippiger* (Burmeister, 1839)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *A. ephippiger* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāls pamatā saistīts ar

Āfriku un DA Āziju. Eiropā suga varētu būt saistīta ar Vidusjūras baseinu. *A. ehippiger* ir uzskatāma par izteiktu klejotāju, kas var pēkšņi izveidot kolonijas vietās, kur iepriekš nav bijusi sastopama (Dijkstra, 2006). Suga ir ar labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Sugas tipiskais biotops ir sekli un silti, bieži temporāli, dīķi un ezeri. Sugas atrašana Latvijā, Papē, 1995. gadā (Rintelen, 1996) uzskatāma par netipisku gadījumu, līdz ar to citi mērķtiecīgi sugas meklējumi Latvijā nav veikti.

***Orthetrum albistylum* (Selys, 1848)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *O. albistylum* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Polijas ZR un ir izplatīta Baltkrievijas dienvidu daļā. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~500–600 km. *O. albistylum* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, taču ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Konstatēta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Askew, 1998). Tā kā suga dod priekšroku atklātiem dīķiem un ezeriem un pieaugušie indivīdi ir sastopami no maija beigām līdz septembra vidum (Dijkstra, 2006), autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~10 vietas (Ķemeri, Silene, Vestiena, Ģipka u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=11) *Orthetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Orthetrum coerulescens* (Fabricius, 1798)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *O. coerulescens* minējis Z. Spuris (Spuris, 1993), taču bez iespējamības pamatojuma. Suga nav uzskatāma par dienvidu sugu, jo tās areāla ziemeļu robeža Skandināvijā sasniedz Oslo Norvēģijā, Jēvli Zviedrijā un Tamperi Somijā. Suga konstatēta arī Igaunijas DA daļā un Lietuvas ZA daļā. Līdz ar to attālums no sugas areāla robežām līdz Latvijai svārstās no dažiem desmitiem līdz ~200–300 km (Dijkstra, 2006). *O. coerulescens* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, taču ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Tā kā suga dod priekšroku tekošiem ūdeņiem – strautiem, grāvjiem purvainās vietās un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūnija līdz augustam (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~7 vietas (Bārbele, Cena, Ķemeri u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=11) *Orthetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības acīmredzot nepastāv, tomēr suga nav atrasta.

***Orthetrum brunneum* (Fabricius, 1837)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *O. brunneum* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža iesniedzas Lietuvas centrālajā daļā (Bernard, Ivinskis, 2004; Dijkstra, 2006). Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir daži desmiti km. *O. brunneum* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju. Suga ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Konstatēta izteikta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Bernard, Ivinskis, 2004). Tā kā suga dod priekšroku tekošiem ūdeņiem – strautiem, grāvjiem purvainās vietās un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūnija līdz augustam (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~7 vietas (Bārbele, Ķemeri u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=11) *Orthetrum* indivīdi. Apstrādājot V. Spuņģa savākto materiālu, 2005. gadā konstatēts viens jauns (nesen izlidojis) šīs sugas tēviņš (Kalniņš, 2007).

***Sympetrum depressiusculum* (Selys, 1841)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *S. depressiusculum* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu un pa Lietuvas un Baltkrievijas robežu pietuvojas arī Latvijai. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir daži desmiti kilometru. *S. depressiusculum* uzskatāma par izteiktu klejotāju, kas var pēkšņi izveidot kolonijas vietās, kur iepriekš nav bijusi sastopama (Dijkstra, 2006). Suga ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Konstatēta izteikta sugas izplatīšanās ziemeļu virzienā (Askew, 1998), taču zināmi arī izplatīšanās gadījumi austrumu virzienā (Dijkstra, 2006). Tā kā suga, visticamāk, dod priekšroku zivju dīķiem, sezonāli izžūstošiem ezeriem un pieaugušie indivīdi visbiežāk sastopami augustā (Dijkstra, 2006), autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas ~9 vietas (Slītere, Cena, Ķemeri u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~135) *Sympetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Sympetrum fonscolumbii* (Selys, 1840)**

Latvijā suga atzīmēta divas reizes – viens indivīds 10.08.1938. Krāslavas rajona Sīvera ez. (Bērziņš, 1938) un viens indivīds 03.09.1997. Teiču rezervātā (Jēkabpils rajonā) (Matthes & Matthes, 1997). Z. Spuris *S. fonscolumbii* uzskata šo sugu par Latvijā nejauši iekļīdušu un nepieskaitāmu Latvijas faunai (Spuris, 1993). Suga uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz

Polijas ZA. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir daži ~500–600 km. *S. fonscolumbii* uzskatāma par izteiktu klejotāju, kas var pēkšņi izveidot kolonijas vietās, kur iepriekš nav bijusi sastopama (Dijkstra, 2006). Suga ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Sugas tipiskais biotops ir silti, stāvoši, biežāk atklāti un sekli ūdeņi – karjeri, jaunizveidoti dīķi, piekrastes lagūnas. Tā kā sugai ir no citām *Sympetrum* atšķirīgs dzīves cikls, pieaugušie indivīdi var būt sastopami no maija beigām līdz oktobrim (Dijkstra, 2006). Lai gan ir divi ziņojumi par sugas novērojumiem Latvijā, tomēr pašlaik sugas statuss Latvijā nav skaidrs. Sugas konstatēšanas gadījumā Latgalē noķertais indivīds ir saglabājies un pārbaudīts (det. Z. Spuris), bet novērojums Teiču rezervātā (sugai tipiskā laikā) nav uzskatāms par drošu novērojumu, uz to norāda paši pētījuma autori (Matthes & Matthes, 1997). Autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas četras vietas (Kangari, Ādaži u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~135) *Sympetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

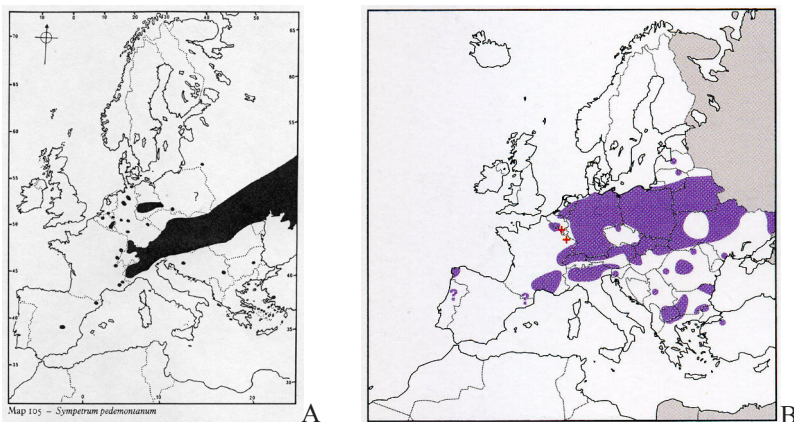
***Sympetrum meridionale* (Selys, 1841)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *S. meridionale* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienviņu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Baltkrievijas DA un Polijas D. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~600–700 km. (Dijkstra, 2006) *S. meridionale* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, lai gan ir zināmi atsevišķi reti novērojumi tālu ārpus sugas pamatareāla (Askew, 1998). Suga ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Tā kā suga dod priekšroku sekliem, stāvošiem ūdeņiem ar bagātīgu veģetāciju – dīķi, vecupes, sezonāli uzpludinājumi un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūnija līdz oktobrim (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas 5 vietas (Ādaži, Ķemeri u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie (n=~135) *Sympetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības nav konstatētas, tomēr suga nav atrasta.

***Sympetrum erotica* (Selys, 1883)**

Kā Latvijai iespējamu sugu *S. erotica* minējis Z. Spuris (Spuris, 1993), pamatojoties uz viena sugas indivīda novērojumu Lietuvā 1988.gadā. Suga ir uzskatāma par Austrumāzijas sugu un Eiropas faunā nav iekļauta (Dijkstra, 2006). Pēc R. Bernarda domām, arī sugas konstatējums Lietuvā nav drošs (Bernard, 2005). Līdz ar to citi mērķtiecīgi sugas meklējumi Latvijā nav veikti.

Sympetrum pedemontanum (Müller in Allioni, 1766)



Att. *Sympetrum pedemontanum* izplatība Eiropā uz 1988. gadu (A), pēc Askew (1998) un uz 2006. gadu (B), pēc Dijkstra (2006).

Kā Latvijas dienvidaustrumu daļā iespējamu sugu *S. pedemontanum* minējis Z. Spuris (Spuris, 1993). 2001. gadā viens jauns šīs sugas tēviņš tika noķerts Rīga rajonā (Latvijas centrālā daļa) (Kalniņš, 2002). Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Kaļiņingradu, Lietuvas DA daļu un aptver lielāko daļu Baltkrievijas (sk. att.). Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir daži desmiti kilometru. *S. pedemontanum* ir uzskatāma par izteiktu klejotāju (Dijkstra, 2006). Suga ir ar samērā labām izplatīšanās (lidošanas) spējām. Precīzi sugas biotopi nav skaidri, taču, tā kā suga dod priekšroku seklām un saules apspīdētām ūdenstilpnēm ar ne pārāk blīvu augāju un pieaugušie indivīdi areāla ziemeļu daļā ir sastopami no jūlija vidus līdz septembra sākumam (Dijkstra, 2006), tad autora pētījumu laikā tika apsekotas un pārbaudītas 4 vietas (Ķemeri, Ādaži u. c.), kā arī pārbaudīti kolekcijās esošie ($n \sim 135$) *Sympetrum* indivīdi. Lai gan sugai piemēroti biotopi ir Latvijā samērā plaši pārstāvēti un kritiskās meteoroloģiskās vērtības acīmredzot nav, tomēr citās vietās suga nav atrasta.

Crocothemis erythraea (Brullé, 1832)

Kā Latvijai iespējamu sugu *C. erythraea* Z. Spuris (Spuris, 1993) nav minējis. Suga ir uzskatāma par dienvidu sugu. Tās areāla ziemeļu robeža sasniedz Polijas vidus daļu un Baltkrievijas dienvidu daļu. Līdz ar to attālums no sugas areāla ziemeļu robežas līdz Latvijai ir ~600–700 km. *C. erythraea* nav uzskatāma par izteiktu klejotāju, tomēr ir ar samērā labām izplatīšanās

(lidošanas) spējām un pakāpeniski izplatās ziemeļu virzienā (Dijkstra, 2006). Suga apdzīvo gandrīz jebkuru atklātu stāvošu ūdenstilpni. Inventarizētajās kolekcijās suga nav konstatēta, bet speciāli sugas meklējumi dabā nav veikti.

Lai iespējami objektīvāk un uzskatāmāk novērtētu potenciālo sugu sastapšanas iespēju, izveidota matrica (sk. tab.), kurā iekļautas 16 spāru sugas, kas varētu būt sastopamas Latvijā, jaunatklātās sugas vai sugas, kuras ir konstatētas agrāk, taču nav drošu pierādījumu par regulāru sugu sastapšanu Latvijā. Matricā iekļauti seši parametri ar noteiktām vērtībām.

1. Attālums no Latvijas līdž pamatareāla vai tuvāko atradņu robežai, kur
 - 1 = >300 km līdz Latvijas teritorijai,
 - 2 = 100–300 km līdz Latvijas teritorijai,
 - 3 = <100 km līdz Latvijas teritorijai.
2. Sugas lidotspēja, kur
 - 1 = suga ar vāju lidotspēju,
 - 2 = suga ar vidēju lidotspēju,
 - 3 = suga ar labu lidotspēju.
3. Sugas biotopu piemērotība un pārstāvētība, kur
 - 1 = biotopi maz piemēroti un/vai lokāli,
 - 2 = biotopi vidēji piemēroti vai vidēji bieži izplatīti,
 - 3 = biotopi piemēroti un plaši izplatīti.
4. Kritiskās meteoroloģiskās vērtības, kur
 - 1 = zināmas, ir limitējošais faktors,
 - 0 = nav zināmas,
 - 1 = zināmas, nav limitējošais faktors.
5. Informācija par sugas izplatību Latvijas virzienā, kur
 - 1 = zināma, notiek sugas atkāpšanās vai skaita samazināšanās,
 - 0 = nav zināma,
 - 1 = zināmas, notiek sugas izplatība Latvijas virzienā.
6. Sugas bioloģija (klejotājas instinkts), kur
 - 1 = nav klejotāja instinkta,
 - 2 = ir klejotāja instinkts.
7. Punktu summa (lielāks punktu skaits atbilst ticamākai sugas sastapšanai Latvijā).

**Latvijā potenciāli sastopamo spāru sugu sastapšanas iespēju novērtējums
(12 – augsta sastapšanas iespēja, 4 – maz ticama sastapšanas iespēja;
*sugas, kas ir konstatētas Latvijā)**

Suga	Att	Lid	Bio	Met	Inf	Kle	Kopā
<i>Lestes barbarus</i>	1	1	2	0	1	2	7
<i>Lestes viridis</i>	1	1	3	0	0,5	1,5	7
<i>Sympecma fusca</i>	3	1	3	0	1	2	10
<i>Erythromma viridulum</i>	1	1	3	0	1	1	7
<i>Aeshna affinis</i>	3	3	2	0	0,5	2	10,5
<i>Anax parthenope</i>	3	3	3	1	1	1	12
<i>Anax ephippiger*</i>	3	3	1	0	1	2	10
<i>Orthetrum albistylum</i>	1	2	3	0	1	1	8
<i>Orthetrum coerulescens</i>	3	2	3	1	0	1	10
<i>Orthetrum brunneum*</i>	3	2	3	1	1	1	11
<i>Sympetrum depressiusculum</i>	3	2	2	0	1	2	10
<i>Sympetrum fonscolombii*</i>	1	2	3	0	0	2	8
<i>Sympetrum meridionale</i>	1	2	3	0	0	1,5	7,5
<i>Sympetrum eroticum</i>	1	2	1	-1	0	1	4
<i>Sympetrum pedemontanum*</i>	3	2	3	1	1	2	12
<i>Crocothemis erythraea</i>	1	2	3	0	1	1	8

Kā redzams tabulā, jaunatklātajām sugām un sugām, kuras ir konstatētas agrāk, taču nav drošu pierādījumu par regulāru sugu sastapšanu Latvijā, ir lielākais punktu skaits, kas apliecina šo likumsakarību. Izņēmums ir *Anax parthenope*. Taču šīs sugas nekonstatēšana acīmredzot skaidrojama ar sugas uzvedību – uzturēšanos lielās ūdenstilpnēs, atstātas no krastiem. Līdz ar to sugas pārstāvju noķeršana vai precīza noteikšana bez noķeršanas ir apgrūtināta. Savukārt, binokļa izmantošana spāru pētniecībā Latvijā ir jauna metode un līdz šim netika izmantota. Otrs izņēmums ir *Sympetrum fonscolombii*. Lai gan viens no sugas novērojumiem Latvijā ir uzskatāms par drošu un pārbaudītu, tomēr zems punktu skaits varētu liecināt par gadījuma rakstura novērojumu. Pamatojoties uz iepriekšminēto, var secināt, ka, turpinoties klimata izmaiņām, ir sagaidāmas spāru faunas izmaiņas Latvijā: vairāku jaunu sugu parādīšanās.

Literatūra

- Askew, R. 1988. *The Dragonflies of Europe*. Harley Books. Colchester, Essex, 287 p.
- Bernard, R. 2005. First Record of *Aeshna Affinis* Vander Linden, 1820 in Lithuania (Anisoptera: Aeshnidae) and Corrective Notes on the Lithuanian Odonata Checklist. *Notulae Odonatologicae*, vol. 6, 6: 53–55.
- Bernard, R., Ivinskis P. 2004. *Orthetrum Brunneum* (Fonscolumbe, 1837) a New Dragonfly Species in Lithuania (Odonata: Libellulidae). *Acta Zoologica Lituanica*, vol. 14, 3: 31–35.
- Bērziņš, B. 1938. Piezīmes par spārēm (Odonata). *Daba un Zinātne*, V, 6. Rīga, 186.
- Dijkstra, K.-D. 2006. *Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe*. Dorset : British Wildlife Publishing. 320 p.
- Kalniņš, M. 2002. Banded Darter *Sympetrum pedemontanum* (Allioni, 1766) (Odonata, Libellulidae) a New Dragonfly Species in the Fauna of Latvia. *Latvijas Entomologs*, 39: 44–45.
- Kalniņš, M. 2007. Brown Orthetrum *Orthetrum brunneum* (FONSCOLUMBE, 1837) (Odonata, Libellulidae) a New Dragonfly Species in Latvia. *Acta Biologica. Universitatis Daugavpiliensis*, 7(1–2).
- Matthes, J., Matthes, H. 1997. *Die Libellenfauna des Teichi-Schutzgebietes in Lettland*. Pētījumu materiāls - vācu val.?, 1–15.
- Rintelen, T. 1997. Eine Vogelreuse Als Libellenfalle: Beobachtungen in der Vogelwarte Pape. Lettland. *Libellula* 16 (1/2): 61–64.
- Спурис, З. Д. 1956. *Стрекозы Латвийской ССР*. Рига : изд-во АН ЛатвССР, 1–96.

Klimata mainības ietekmes uz Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskā sastāva ilgtermiņa izmaiņu raksturu

Māris KĻAVIŅŠ, Valērijs RODINOVŠ, Ilga KOKORĪTE

Latvijas Universitāte
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte
Vides zinātnes nodaļa
E-pasts: Maris.Klavins@lu.lv

Tradicionāli tiek pieņemts, ka antropogēnās slodzes pieaugums izraisa vides kvalitātes izmaiņas, īpaši runājot par ūdeņu kvalitāti. Virszemes ūdeņu eitrofikācija un piesārņojums, pazemes ūdeņu piesārņojums uzskatāmi par tipiskiem šo nelabvēlīgo procesu indikatoriem. Vienlaikus jāatzīmē, ka faktiskās cilvēka ietekmes izvērtējumu uz vidi, īpaši vēsturiskā skatījumā, veikt ir visai sarežģīti, jo ticami, būtiski un kvalitatīvi monitoringa dati, kā likums, ir nepietiekami, lai analizētu ilgtermiņa procesus vidē. No otras puses, tūri vēsturiski cilvēka ietekmju izmaiņas ir noritējušas relatīvi lēni. Līdz ar to gan no vides politikas, gan vides aizsardzības plānošanas viedokļa ir īpaši nozīmīgi pētīt gadījumus, kad tieši iespējams izsekot dabas vides reakcijai uz antropogēnās ietekmes izmaiņām vismaz reģionālā mērogā.

No šī viedokļa situācija Latvijā ir īpaši pateicīgs pētījumu objekts. Ņemot to vērā, šī pētījumu mērķis ir izvērtēt antropogēnās slodzes izmaiņu ietekmi uz virszemes ūdeņu sastāva izmaiņām Latvijā pēdējo 20 gadu laikā. Ietekmes uz vidi novērtējums vispirms saistās ar ražošanas izmaiņu analīzi. Pārejas periods Latvijā pirmām kārtām raksturīgs ar ievērojamām izmaiņām nacionālajā ienākumā, lauksaimnieciskās produkcijas rādītājos un citos tautsaimniecību raksturojošos rādītājos. Viens no faktoriem, kas īpaši nozīmīgi varētu ietekmēt vides kvalitāti, ir minerālmēslu un pesticīdu izmantošanas apjoms, kas ievērojami samazinājies. Tātad, analizējot procesus sabiedrībā, var viennozīmīgi uzskatīt, ka tiem raksturīga ietekmes uz vidi samazināšanās.

Datu ilgtermiņa izmaiņu tendenču (trendu) analīze parāda to izmaiņu raksturu, kurā pakļauti ūdeņu sastāvu veidojošie elementi. Vispirms, protams, tie ir sezonālie procesi. Ūdeņu minerālo komponentu sastāva izmaiņas caurmērā nav pakļautas ilgtermiņa izmaiņām, kā tas redzams, analizējot tipisku to pārstāvju trendus. Kopumā neorganisko komponentu trendi ir vai nu niecīgi, vai arī tādu vispār nav. Biogēnie elementi uzskatāmi par ūdeņu sastāva rādītāju grupu, kuru izmaiņām vislielākajā mērā vajadzētu būt pakļautām antropogēnajām ietekmēm. Tajā pašā laikā gan fosfātjonu, nitrātjonu, amonija jonu satura izmaiņu tendences līdz pat 1996. gadam nav izteiktas: respektīvi, šo vielu saturs ūdeņos praktiski nemainās. Visai negaidīti par parametru, kura

koncentrācijām tipiska samazināšanās tendence, uzskatāmas ūdenī esošās organiskās vielas (to parāda ŪSP un ūdens krāsa). Organisko vielu satura samazināšanās tendences tipiskas lielai daļai Latvijas virszemes ūdeņu. Līdz ar to procesus vidē un sabiedrībā saista kopsakarības, kuras raksturo zināms inerces posms, bet katrā gadījumā, lai šīs ietekmes izvērtētu, tās jāpēta.

Ūdeņu ķīmiskā sastāva sezonālā un ilgtermiņa mainība Salacas baseinā – klimatisko faktoru iespējamā ietekme

Ilga KOKORĪTE, Linda EGLĪTE, Māris KĻAVIŅŠ, Valērijs RODINOVŠ

Latvijas Universitāte
Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte
E-pasts: Ilga.Kokorite@lu.lv

Salacas baseins ir izvēlēts par modeļteritoriju valsts pētījumu programmā KALME, lai novērtētu klimata maiņas ietekmi uz Latvijas hidroekosistēmām. Tā kā Salacas baseinā ir salīdzinoši zema antropogēnā slodze, tas ļauj novērtēt tieši dabisko faktoru, to vidū arī klimata mainības ietekmi uz ūdeņu kvalitāti.

Klimatu raksturojošo parametru un ūdeņu kvalitātes ilgtermiņa mainības novērtēšanai tika izmantotas Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras veiktā monitoringa dati. 2007. gadā valsts pētījumu programmas KALME ietvaros tika veikti Salacas baseina ikmēneša apsekojumi, kuru gaitā ievākti ūdens paraugi ķīmiskā sastāva un fitoplanktona sastāva analīzēm. Katru mēnesi paraugi tika ņemti 15 punktos: 2 – Burtnieku ezerā, 3 – Salacas upē (Vecate, Skaņaiskalns, Vecsalaca) un 10 – pietekās (Korģe, Glāžupe, Melnupe, Iģe, Jogla, Ramata, Piģele, Rūja, Seda, Briede).

Ūdeņu ķīmiskā sastāva ilgtermiņa mainības analīze pēc Manna–Kendala testa rāda, ka slāpekļa un fosfora savienojumu koncentrācija Salacas ūdeņos (monitoringa posteņos augšpus Mazsalacas un Salacgrīvas) neuzrāda statistiski būtisku trendu kopš 1991. gada. Būtiskas šo savienojumu satura izmaiņas ūdenstilpēs parasti liecina par antropogēnās slodzes mainību. Krāsainības vērtībām kopš 1991. gada ir tendence palielināties, un šis trends ir statistiski būtisks līmenī $p=0,05$. ŪSP trends arī ir pozitīvs, bet tas nav statistiski būtisks līmenī $p=0,05$.

Biogēno elementu un organisko vielu satura sezonālās izmaiņas Salacas baseinā 2007. gadā atbilst tipiskam šo vielu mainības raksturam Latvijā. Koncentrācijas pieaugumu pavasarī nosaka pastiprināta biogēno un organisko vielu pieplūde upē ar pavasara palu ūdeņiem. Mazūdens periodā vasarā šo vielu ieskalšanās ūdenī ir samazināta, kā arī tās tiek patērētas bioloģiskajos procesos. Rudens periodā kopējā organiskā oglekļa koncentrācijas straujais pieaugums ir ļoti izteikts mazajām upēm. Tas norāda, ka organiskā oglekļa saturu galvenokārt nosaka rudens lietavu laikā ienestās organiskās vielas, nevis ūdens veģetācijas sadalīšanās procesos atbrīvojušās organiskās vielas. Minerālo komponentu mainības raksturu 2007. gadā būtiski ietekmējuši arī meteoroloģiskie un hidroloģiskie faktori, piemēram, 2007. gada siltais janvāris.

Salacas upes fitoplanktona sezonālā sukcesija

Inga KONOŠONOKA

Latvijas Universitātes aģentūra

Bioloģijas institūts

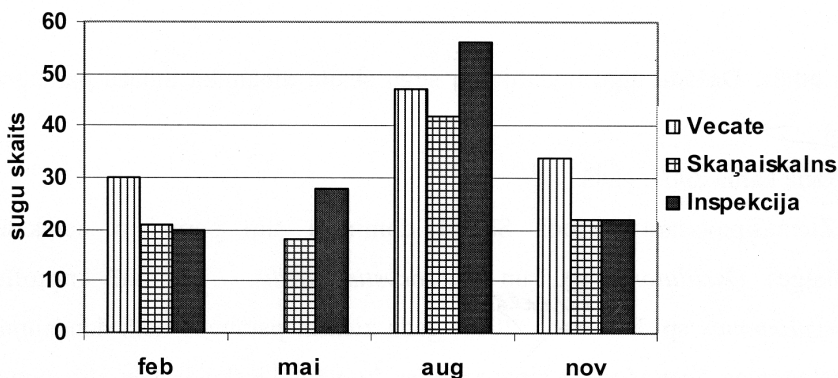
Hidrobioloģijas laboratorija

E-pasts: ik05080@lanet.lv

Līdz šim Salacā veiktie fitoplanktona pētījumi galvenokārt veltīti Salacas ekoloģiskā stāvokļa novērtēšanai, kā arī sugu sastāva nomainīgu izpēti upes tecējuma gaitā, bet mazāka uzmanība pievērsta fitoplanktona sezonālās sukcesijas izpētei.

Lai izpētītu Salacas fitoplanktona sezonālo sukcesiju, aļģu paraugi tika ņemti katru mēnesi – no 2007. gada janvāra līdz decembrim – trīs reprezentatīvās paraugošanas vietās: Vecatē (Salacas izteka pie Burtnieku ezera), lejpus Mazsalacas pret Skaņokalnu un Vecsalacā (4 km līdz ietekai jūrā).

Visaugstākā sugu daudzveidība Salacā tika konstatēta vasaras pilnbrieda periodā (augusts), savukārt ziemā, pavasarī un rudenī sugu skaits fitoplanktonā ir ievērojami zemāks (1. att.).

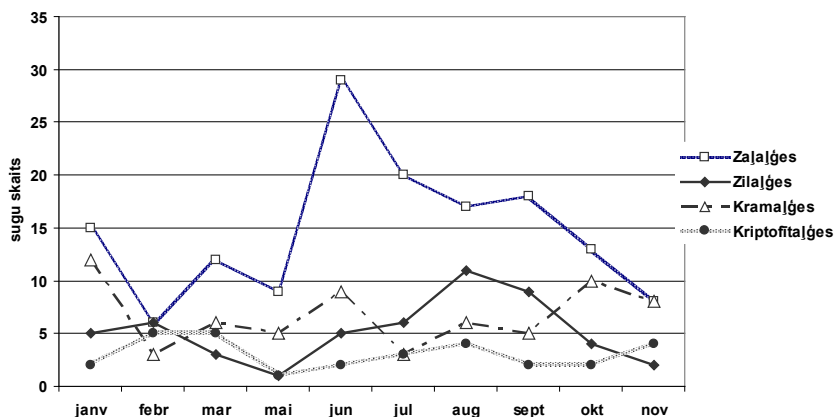


1. att. Salacas fitoplanktona sugu skaita sezonālā dinamika 2007. gadā

Jāatzīmē, ka paraugošanas vietā „Vecate” fitoplanktonā dominē limnofīlās sugas, kas izskaidrojams ar Burtnieku ezera ietekmi uz fitoplanktona aļģu floras sugu sastāva veidošanos.

Salacā konstatētie dažādie aļģu nodalījumi ir ar atšķirīgām prasībām pret apkārtējo vidi: maksimālais zaļāļģu sugu skaits Salacā sastopams jūnijā–jūlijā, zilaļģu – augustā, jo zilaļģes sasniedz savu maksimālo attīstību pie vasaras periodam

raksturīgām samērā augstām ūdens temperatūrām, bet kramaļģu maksimums novērojams agri pavasarī un rudenī, kad ūdens ir salīdzinoši vēsāks (2. att).



2. att. Dažādu aļģu nodalījumu sugu skaita dinamika Salacā paraugšanas vietā pie Skaņā kalna 2007. gadā

Ziemas/pavasara periodā Salacā dominēja šim periodam neraksturīgās zilaļģes *Oscillatoria* sp., un *Microcystis viridis*, kā arī kriptofītaļģes *Cryptomonas* sp. Turklāt 2007. gada ziemas paraugos lielā daudzumā bija sastopamas *Scenedesmus* ģints zaļalģes, ko varētu izskaidrot ar silto ziemu.

Maijā visbiežāk konstatētas pavasara periodam raksturīgās kramaļģes *Synedra acus*, *Cyclotella* sp. un jau vasaras sākuma periodu raksturojošās zaļalģes *Selenastrum gracilis* un *Scenedesmus carinatus*.

Vasaras pilnbrieda perioda beigās Salacā lielā daudzumā konstatētas zilaļģes, kas ir augstāk esošā Burtņieku ezera zilaļģu (cianobaktēriju) „ziedēšanas” – masveida savairošanās rezultāts. Šajā laikā fitoplanktonā dominēja *Anabaena spiroides*, *A. circinalis*, *A. planktonica*, kā arī *Microcystis* spp.

Rudenī, pazeminoties ūdens temperatūrai, samazinās zilaļģu pārsvars, līdz ar to sugu sastāvs izmainās, un fitoplanktonā sāk dominēt rudens un pavasara periodiem raksturīgās kramaļģes: *Asterionella formosa*, *Cyclotella* sp., *Stephanodiscus* sp., kā arī zaļalģes *Scenedesmus* spp.

No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka Salacas fitoplanktonam ir izteikta sezonālā sukcesija, ko, savukārt, upes augštecē ietekmē augstāk atrodošais Burtņieku ezers.

Vai jebkurš ezers ir *dabiski eitrofs*?

Vita LĪCĪTE

Biedrība "Latvijas ezeri"

E-pasts: vita@ezeri.lv

Dabiski eitrofa ezera kritēriji Eiropas Savienībā (ES). ES biotopu rokasgrāmatā (Interpretation Manual of European Union Habitats, 2007) biotops ar kodu 3150 (dabiski eitrofi ezeri ar *Magnopotamion* vai *Hydrocharition* veģetāciju) tiek aprakstīts šādi: ezeri un dīķi ar vairāk vai mazāk turbīdu ūdeni, pH >7 (parasti), ar peldošo *Hydrocharition* tipa veģetāciju (*Lemna* spp., *Spirodela* sp., *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Utricularia* spp. u. c.) vai *Magnopotamion* tipa veģetāciju (*Potamogeton* spp.). Tātad – biotopa identificēšanai tiek lietoti ļoti vispārīgi kritēriji, ļaujot katrai valstij konkretizēt kritērijus atbilstoši vietējiem apstākļiem.

Dabiski eitrofa ezera kritēriji Latvijā. Pašlaik Latvijā valdošais ir vienkāršots uzskats par ezeru atbilstību aizsargājamiem ES biotopiem, t. i., visi tie Latvijas ezeri, kuri neatbilst ES aizsargājamiem biotopiem 3130 (oligotrofi līdz mezotrofi ūdeņi ar *Littorelletea uniflorae* un/vai *Isoeto-Nanojuncetea* veģetāciju) – 19 ezeri, 3140 (cietūdens oligo-mezotrofi ūdeņi ar bentisku *Chara* spp. veģetāciju) – zināmi 28 ezeri, 3160 (dabiski distrofi ezeri) – zināmi 11 ezeri, pieskaitāmi pie biotopa ar kodu 3150.

No maldīgā uzskata, ka gandrīz visi Latvijas ezeri ir *dabiski eitrofi*, izriet divi pretēji secinājumi: 1) Latvijā ir tik daudz *dabiski eitrofu ezeru*, ka speciāla aizsardzība tiem nav nepieciešama; 2) gandrīz visi Latvijas ezeri ir *dabiski eitrofi*, tātad tos visus vajag īpaši aizsargāt. Faktiskais rezultāts abos gadījumos ir vienāds – *dabiski eitrofus ezerus* Latvijā neaizsargā.

Biotops *dabiski eitrofi ezeri* nav iestrādāts Latvijas īpaši aizsargājamo biotopu veidu sarakstā (MK 05.12.2000. noteikumi Nr.421 „Noteikumi par īpaši aizsargājamo biotopu veidu sarakstu”), tādēļ šo ezeru aizsardzība ir iespējama tikai īpaši aizsargājamās dabas teritorijās (ĪADT).

Dabiski eitrofa ezera statuss visbiežāk ezeriem tiek „piešķirts” ĪADT dabas aizsardzības plānos, un parasti netiek norādīti šī biotopa noteikšanas mērķi un arī noteikšanas kritēriji. Tieši biotopa *dabiski eitrofi ezeri* noteikšanas mērķu un kritēriju trūkuma dēļ šis biotops bez īpašas izvērtēšanas un pamatojuma tiek attiecināts uz jebkuru ezeru, kurš neatbilst nevienam citam ES aizsargājamam stāvošu saldūdeņu biotopam – 3130, 3140, 3160.

Nosakot *dabiski eitrofa ezera* – īpaši aizsargājama biotopa – kritērijus, jādefinē mērķis – tīrāko (mazāk ietekmēto), jutīgāko un retāk sastopamo eitrofo ezera aizsardzība.

Šāda principa pozitīvais efekts:

- 1) reāla mazāk ietekmēto ezera aizsardzība pretstatā deklaratīvai „visu” ezera aizsardzībai;
- 2) diferencēta pieeja ezera aizsardzības prasību noteikšanā (tīriem ezeriem tās būs stingrākas) vairo sabiedrības uzticību aizsardzības pasākumu pamatotībai.

Dabiski eitrofa ezera statusam atbilstošie Latvijas ezera biotopi.

Atbilstība *dabiski eitrofa ezera* statusam būtu jāvērtē pēc trim kritērijiem:

- *tīrība*;
- *jutīgums*;
- *retums*.

Pēc iepriekšminētiem kritērijiem vērtē, ņemot vērā ezera situāciju (stāvoklis, ietekmes, tendences) valstī, tātad pēc principa – kas tieši Latvijas apstākļos ir *tīrs, jutīgs, rets*.

Tīrie eitrofie ezeri. Tie ir augstas un labas kvalitātes eitrofie ezeri, kurus antropogēnā eitrofikācija skārusi vismazāk. Pie šīs kategorijas pieder visi Latvijas vāji eitrofie ezeri, kā arī mēreni eitrofie ezeri, atsevišķos gadījumos arī diseitrofie ezeri.

Jutīgie eitrofie ezeri. Jutīgie ezeri ir tie, kuru kvalitāti negatīvi var ietekmēt arī neliela antropogēnā slodze. Pie šīs kategorijas pieder mīkstūdens ezeri, beznoteces ezeri, ezeri ar lēnu ūdens apmaiņu, dzidrūdens ezeri ar pH 5–7.

Retie eitrofie ezeri. Šīs ezera grupas retā sastopamība valstī tiek vērtēta ne tikai pēc ezera trofijas un kvalitātes, bet arī pēc ezera sastopamības attiecīgā reģionā, kā arī pēc īpaši aizsargājamo vai relikto sugu dzīvotnēm ezeros (ūdensaugi, zivis). Pie šīs kategorijas ir pieskaitāmi ezeri ar repšu (*Coregonus albula*) populāciju, cietūdens ezeri, kuros aug ezerenes (*Isoëtes lacustris*, *I. echinospora*) vai lobēlijas (*Lobelia dortmanna*), dziļie (stratificētie) ezeri ar ūdens caurredzamību virs 2,5 m, maz ietekmētie diseitrofie ezeri ar neapbūvētu pamatbaseinu u. c.

Dabiski eitrofa ezera statusam neatbilstošie Latvijas ezera biotopi.

Latvijas apstākļos pie *dabiski eitrofiem ezeriem* nebūtu jāpieskaita hipereitrofie ezeri, dažādā pakāpē antropogēni eitroficēti ezeri, kuriem kvalitāte vērtējama kā slikta vai ļoti slikta, eitrofi vidējas kvalitātes ezeri, kuri joprojām tiek piesārņoti.

Dabiski eitrofiem ezeriem nav pareizi pieskaitīt Latvijas īpaši aizsargājamo biotopu *vecupes*, jo šo ezeru attīstībā nenotiek oligoeitrofā sukcesija. Lai arī *vecupes* pašreizējais trofiskais stāvoklis var būt gan eitrofs, gan diseitrofs, tomēr atšķirībā no *dabiski eitrofa ezera* *vecupes* attīstība nesākas no oligotrofa stāvokļa. *Vecupe* jau izcelsmes brīdī ir bagāta ar biogēniem.

Prioritārie pasākumi *dabiski eitrofu ezeru* aizsardzībai Latvijā. Šobrīd svarīgākais uzdevums ir papildināt Latvijas īpaši aizsargājamo biotopu veidu sarakstu ar Latvijas dabas aizsardzības vajadzībām atbilstošiem *dabiski eitrofu ezeru* biotopiem, lai uz šiem ezeriem, kuru kvalitāte ir apdraudēta, varētu attiecināt aizsardzības prasības ne tikai ĪADT, bet visā valstī. Sarakstu vēlams papildināt ar šādiem biotopu veidiem: vāji eitrofi ezeri, ezeri ar repšu (*Coregonus albula*) populāciju, eitrofi stratificēti ezeri ar caurredzamību >2,5 m.

Mākslīgi audzēto Baltijas laša (*Salmo salar*) mazuļu asinsainas dinamika

Ruta MEDNE

Latvijas Zivju resursu aģentūra
Daugavgrīvas iela 8, Rīga, LV-1048
E-pasts: Ruta.Medne@lzra.gov.lv

Veterinārajā medicīnā siltasiņu dzīvnieku veselības stāvokļa vērtēšanā, kā arī slimību diagnozes uzstādīšanā, plaši tiek lietota ne tikai klīnisko simptomu analīze, bet arī hematoloģisko izmeklējumu interpretācija. Hematoloģisko datu izmantošana būtiski paaugstina diagnozes precizitātes pakāpi. Zivju slimību diagnosticēšanai un labturības novērtēšanai plaši netiek izmantotas hematoloģiskās metodes. Taču līdz ar jaunu tehnoloģiju attīstību hematoloģijai zivsaimniecībā varētu būt nozīmīga loma. Lai varētu novērtēt asinsainas izmaiņas, jāzina šo rādītāju normas. Salīdzinot dažādu zinātnieku pētījumus par hematoloģisko rādītāju normām lašveidīgajām zivīm, nonācu pie secinājuma, ka zivīm ir raksturīgas hematoloģisko rādītāju svārstības, kas ir atšķirīgas dažādos audzēšanas apstākļos.

Pētījumā izmantoju mākslīgi audzētos laša mazuļus no šķilšanās līdz viengadnieka smolta vecumam. Asinīs noteicām šādus rādītājus: hemoglobīns (Hgb), hematokrīts (Hct), eritrocīti (RBC), leikocīti (WBC), vidējais hemoglobīna saturs eritrocītā (MCH), vidējā hemoglobīna koncentrācija eritrocītos (MCHC), vidējais eritrocīta tilpums (MCV) un diferencēta leikocitārā formula. Hematoloģiskos rādītājus noteicām trijos gadalaikos, atbilstoši zivju audzēšanas tehnoloģijai: rudenī (ūdens temperatūra svārstījās no 5,0 līdz 15,0 °C); ziemā (ūdens temperatūra no 0,3 līdz 1,0 °C), pavasarī (ūdens temperatūra no 5,0 līdz 15,0 °C).

Leikocītu daudzums un leikocitārās formulas izmaiņas nav atkarīgas no ūdens temperatūras, turpretī vairākos literatūras avotos ir minēta RBC un Hgb saistība ar temperatūras izmaiņām ūdenī: paaugstinoties ūdens temperatūrai, palielinās abi rādītāji. Manos pētījumos asinsaina nav atkarīga no ūdens temperatūras: rudenī RBC ir $1,19 \times 10^{12}$ L, pavasarī paaugstinās līdz $1,33 \times 10^{12}$ L, hemoglobīns 8,20 g%, ziemā 8,48 g%, pavasarī paaugstinās līdz 9,74 g%.

Mākslīgi audzēto lašu mazuļu hematoloģiskā analīze ir piemērojama slimību diagnostikai tikai tādā gadījumā, ja to ir iespējams salīdzināt ar klīniski veselu zivju asinsainu, kuras dzīvo tādos pašos apstākļos.

Rīgas līča ekosistēmas modeļa kalibrēšana

Bärbel MÜLLER-KARULIS, Juris AIGARS, Ingrida PURIŅA

Latvijas Hidroekoloģijas institūts

E-pasts: baerbel@latnet.lv

Rīgas jūras līcis ir sekla Baltijas jūras apakšsistēma, kuras ūdens apmaiņu ar atklāto Baltijas jūru ierobežo Irbes un Igaunijas salu jūras šaurumi. Daugava, Lielupe, Pērnavas un Salacas upes Rīgas līcī ienes lielu daudzumu biogēno vielu. Novērojumi liecina, ka ziemas nitrātu koncentrācija Rīgas līcī ir cieši saistīta ar upju ieplūdi, bet ziemas fosfātu laika rinda to neatspoguļo. Šo fenomenu var izskaidrot ar slāpekļa un fosfora atšķirīgo biogeoķīmiju – slāpeklis Rīgas līcī efektīvi denitrificējas, turpretī fosfāti uzkrājas līča sedimentos un samazinās Rīgas līcī tikai ar lēnu eksportu uz atklāto Baltijas jūru vai arī nokļūstot dziļajos sedimentu slāņos. Uzkrātais fosfātu daudzums ilglaicīgi ietekmē līča pirmproduktivitāti un vasaras fitoplanktona koncentrāciju.

Ar savu ekosistēmas jutīgumu pret īslaicīgām biogēno vielu slodžu svārstībām, kas izpaužas ziemas nitrātu koncentrācijā, kā arī ilglaicīgām izmaiņām, kas vērojamas ziemas fosfātu un vasaras fitoplanktona dinamikā, Rīgas līcis ir ļoti piemērota ekosistēma modeļa testēšanai. Latvijas Hidroekoloģijas institūts izmanto „box” modeli, kas izveidots Stokholmas universitātē (Savchuk, 2002) un piemēro to ilglaicīgu datu rindu simulēšanai. Modeļa kalibrēšanai tiek izmantotas numeriskās metodes (Simulated Annealing), lai mazinātu atšķirības starp novērojumiem un modeļa rezultātiem. Atšķirīgu procesu kalibrēšanai tiek izmantoti arī eksperimentu rezultāti.

Kalibrēšanas process ir jutīgs pret novērojumu laika rindas garumu. Pārāk īsa kalibrēšanas datu rinda dod modeļa parametrus, kas pareizi atspoguļo līča sezonālo dinamiku, bet nespēj atspoguļot ilglaicīgus trendus.

Pētījums veikts ar Valsts pētījuma programmas KALME atbalstu.

Literatūra

Savchuk, O. P. 2002. Nutrient Biogeochemical Cycles in the Gulf of Riga: Scaling up Field Studies with a Mathematical Model. *Journal of Marine Systems*, 32, 253–280.

Makrozoobentosa organismu sabiedrības Slampes upē un ar to saistītajās ūdenstecēs pirms un pēc gultnes atjaunošanas

Dāvis OZOLIŅŠ

LU Bioloģijas institūts
Hidrobioloģijas laboratorija
E-pasts: sb40024@lu.lv

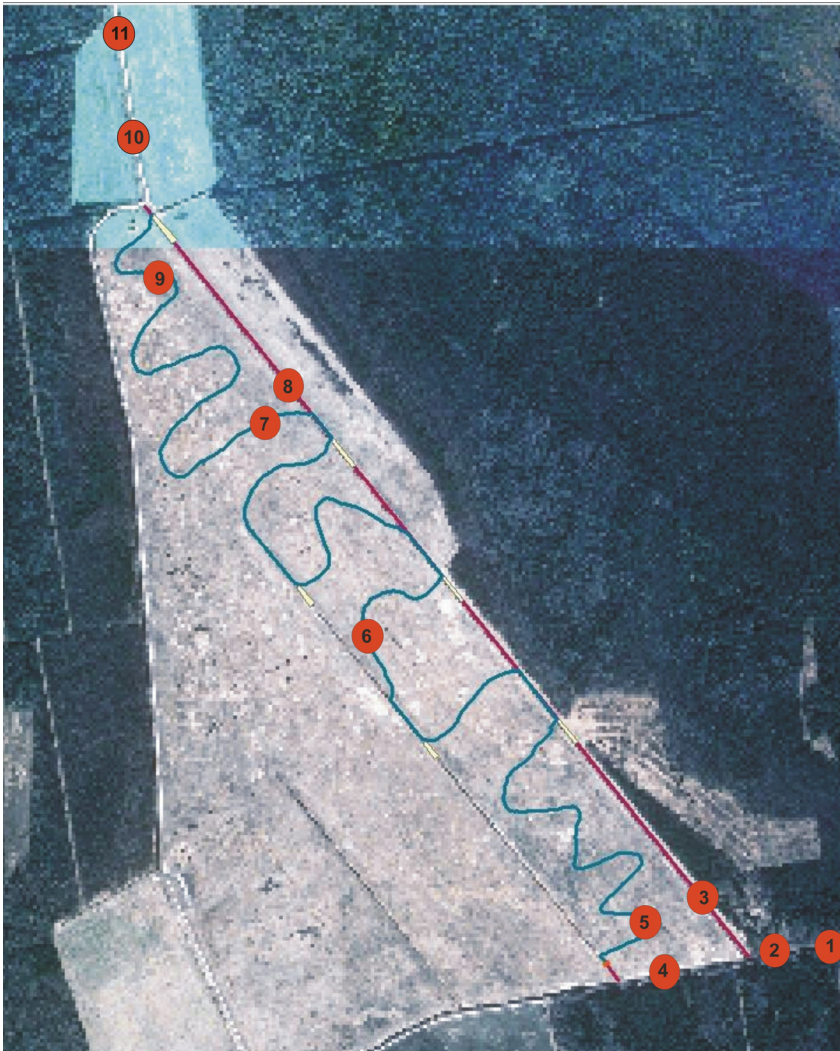
Pēdējos gadu desmitos Latvijā aktuāla kļuvusi dabas aizsardzība un izpostīto biotopu atjaunošana. Eiropas Savienībā liela uzmanība tiek pievērsta mazo upju atjaunošanai. 2005. gada pavasarī ES projekta „LIFE–Nature” ietvaros tika veikti Slampes upes atjaunošanas darbi, lai palielinātu bioloģisko daudzveidību un panāktu palieņu pļavu applūšanu.

Slampes upe atrodas Tukuma rajona dienvidu daļā, to administratīvi pārvalda Ķemeru nacionālais parks. Šīs upes garums ir 18 km, baseina laukums – 93 km², gada notece 0,017 km³, bet kritums 1,9 m/km [1].

Pēc atjaunošanas darbiem 2 km garais upes posms bija pārveidots 4,6 km garā posmā. 2006. gada pavasara palos applūda Dunduru pļavas Slampes upei līdzās, tas arī bija viens no šī projekta uzdevumiem. Šis ir pirmais gadījums Latvijā, kad tiek atjaunots meliorētas upes dabīgais tecējums un pēfīta sugu sabiedrību veidošanās jaunizveidotā gultnē. Makrozoobentosa sugu sabiedrību pētījumus pirms Slampes upes atjaunošanas taisnotajā gultnē 2003. gadā veikusi I. Zilvere [2].

Pēc Slampes upes izlīkumošanas vecās gultnes posmos ir mainījies hidroloģiskais režīms – upes ritālie posmi kļuvuši potamāli, palielinājies to dziļums. Vecās gultnes posmu oļaino un akmeņaino gultni tagad klāj detrīta slānis.

2003. gada 19. maijā ar skrāpi tika ievākti 10 makrozoobentosa paraugi: trīs – Kauguru kanālā, pieci – Slampes upē un pa vienam Džūkstē un Skudrupītē. Pēc gultnes atjaunošanas 2006. gada 20. jūnijā ar Surbera tipa paraugu ņemšanas ierīci [3] tika ievākti 11 makrozoobentosa paraugi, no kuriem divi tika ņemti Kauguru kanālā, viens – Džūkstē, četri – Slampes upes atjaunotajā posmā un četri – upes vecajā gultnē (1. att.).



1. att. Paraugu ņemšanas vietas Slampes upē un ar to saistītajās ūdenstecēs 2006. gada jūnijā (1., 2. – Kauguru kanālā, 3., 8., 10., 11. – Slampes vecajā gultnē, 5., 6., 7., 9. – Slampes jaunajā gultnē un 4. – Džūkstē; taisnā līnija ir vecā gultne, līkumainā – jaunā gultne)

Abās paraugu ievākšanas reizēs kopīgi bija 1., 3., 4., 10. un 11. parauga ņemšanas punkti (1. att.). Šenona daudzveidības indeksa aprēķināšanai tika izmantota PC-ORD programma. Salīdzinot taksonu daudzveidību

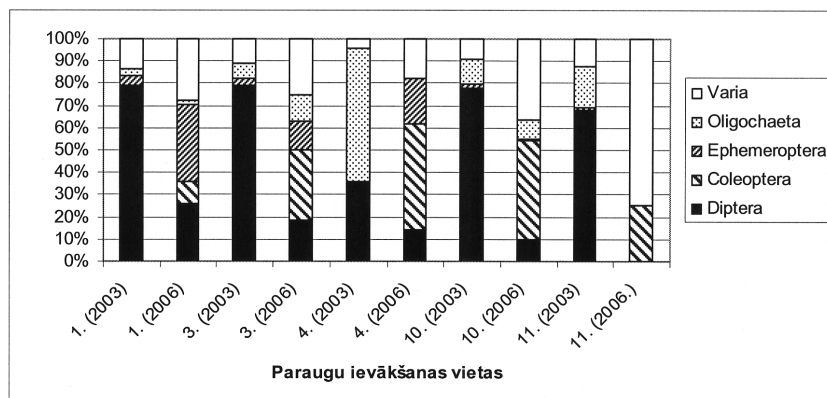
parauglaukumos pēc Šenona indeksa, var secināt, ka pēc Slampes upes gultnes atjaunošanas tā ir palielinājusies Kauguru kanālā, Džūkstē un vecās gultnes posmos (sk. tabulu). Pirms gultnes atjaunošanas kopsummā tika konstatēti 35 atšķirīgi taksoni, bet pēc atjaunošanas – 47 taksoni.

Tabula

Šenona daudzveidības indeksi Slampes upes un ar to saistīto ūdensteču posmiem 2003. un 2006. gada pavasarī

Paraugu ievākšanas vietas											
Datums	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
19.05.2003.	0,95		0,8	0,58						0,58	0,83
20.06.2006.	2,31	1,92	2,1	2,01	1,06	0,71	0,37	1,8	0,87	1,85	1,52

Izdalot dominējošos taksonus, 2. attēlā redzams, ka pirms Slampes upes atjaunošanas, Kauguru kanālā un vecās gultnes posmos eudominē divspārņi Diptera, bet Džūkstē – mazzsārpi Oligochaeta. Diptera kārtā dominē trīsuļodi Chironomidae. Pēc gultnes atjaunošanas visos punktos ir pieaudzis vaboļu Coleoptera īpatsvars, savukārt Diptera īpatsvars samazinājies. Citi makrozoobentosa organismu taksoni (makstenes Trichoptera, dēles Hirudinea u. c.) tika apvienoti grupā Varia.



2. att. Makrozoobentosa dominējošo grupu salīdzinājums Slampes upē 2003. un 2006. gada pavasarī

Taksonu daudzveidības palielināšanos var skaidrot ar pavasara palu ietekmi, apdzīvojamo substrātu maiņu un līdzīgu makrozoobentosa organismu rekolonizācijas gaitu. Vecās gultnes posmos notikusi reofilo sugu nomaiņa uz limnofilajām.

Literatūra

1. Zīverts, A. 1998. Slampe. Grām.: Kavacs G. (red.). *Latvijas daba. Enciklopēdija*. 5. sēj. Rīga : Preses nams, 116. lpp.
2. Zilvere, I. 2004. *Slampes upes un ar to saistīto ūdensteču makrozoobentosa raksturojums pirms upes gultnes atjaunošanas*. Bakalaura darbs. Latvijas Universitāte, Bioloģijas fakultāte.
3. Pieejams: <http://www.aqem.de/ftp/aqem.manual.zip>

Zooplanktons Daugavas upes – palieņu sistēmā

Jana PAIDERE

Daugavpils Universitāte
Ķīmijas un ģeogrāfijas katedra
E-pasts: jana.paidere@du.lv

Upe ietver visu palieņu ūdenstilpes, kas ar virszemes un pazemes ūdeņu starpniecību mazāk vai vairāk saistītas ar to. Hidroloģiskā savienojuma pakāpe un tās kvalitāte atkarīga no ūdens līmeņa upē, un palieņu ezeri no stāvošiem ūdeņiem var mainīties uz tekošiem (Junk, 1997; Junk *et al.*, 1989). Dabiskās neregulētās upēs ūdens līmeņa izmaiņas vai maksimālie caurplūdumi galvenokārt atkarīgi no palu vai plūdu viļņa. Hidroloģiskās savienojamības modelis maina palienes no noslēgtas un galvenokārt bioloģiski kontrolētas sistēmas izolācijas fāzes periodā līdz aizvien atvērtākai un hidroloģiski kontrolētai sistēmai infiltrācijas un virszemes savienojama periodā (Tockner *et al.*, 1999).

Limnoloģiskie faktori palienēs ir tikpat mainīgi, cik to hidroloģiskā savienojamības pakāpe ar upi. Hidroloģiskās savienojamības pastāvēšanas periods ir ļoti īss, izņemot tropu zonas lielo upju palienes, kurās hidroloģiskā saikne var saglabāties vairākus mēnešus atkarībā no lietus sezonas, savukārt izolācijas fāze ir ilgstoša. Raksturīgas ir palieņu un palieņu ezeru morfoloģisko rādītāju (virsmas laukuma, dziļuma, krasta līnijas) izmaiņas; palieņu ūdenstilpju virsmas laukums hidroloģiskās savienojamības periodā var palielināties vairākas reizes. Piemēram, Orinoko palieņu ezeri no 0,05 km² palielinās līdz vairāk nekā 5 km² plūdu periodā un dziļums var mainīties no 4 līdz 15 m plūdu periodā līdz 0,5–5 m izolācijas perioda beigās. Pie tam dziļuma un laukuma hidrauliskais uzturēšanās laiks ir īsāks seklos un mazos ezeros savienojamībā ar plašiem plūdu kanāliem un ilgāks lieliem, dziļiem ezeriem ar šauriem plūdu kanāliem. Hidroloģiskās savienojamības periodā mainās arī ūdens fizikālie rādītāji, piemēram, plūdu periodā samazinās caurredzamība un palielinās duļķainība, savukārt izolācijas periodā caurredzamība atkal palielinās. Mazūdens periodā, samazinoties hidroloģiskās savienojamības pakāpei, upes ietekme uz palieņu ezeriem samazinās un ezeri turpina paši savu sukcesionālo attīstības gaitu (Roozen, 2005; Lewis *et al.*, 2000; Junk, 1997). Šajā periodā palieņu ūdenstilpēm raksturīgs zems barības vielu saturs un primārā produktivitāte, kas norāda uz autogēnu procesu dominēšanu (autohtono vielu nogulsnešanās, barības vielu izsmelšana) un biotiskajām mijattiecībām (Roozen, 2005).

Līdz ar to upi un tās palienes var uzskatīt kā vienu nedalāmu upes–palieņu sistēmu, jo tām ir kopēja ūdens masa, nogulšņu budžets, organismu biomasas

un enerģijas apmaiņa (Junk, 1997; Bayley, 1995; Lewis *et al.*, 2000; Amoros *et al.*, 2005; Tockner *et al.*, 2002). Lai arī upes un to palienes ir ļoti atšķirīgas gan ģeomorfoloģiski, gan hidrogrāfiski, gan bioloģiski, tomēr pali/plūdi upes-palienju sistēmu padara ne tikai par vienu sistēmu, bet arī līdzīgu palu/plūdu norises laikā. Šī līdzība var būt gan starp upi un palienēm, gan arī starp pašām palienēm un pašās palienēs. Liela līdzība starp upes palienju ūdens biotopiem palu/plūdu periodā nekā mazūdens periodā ir konstatēta vairākās palienēs gan Centrālamerikas un Dienvidamerikas, gan mērenā klimata joslas palienēs. Par labiem homogenizācijas jeb līdzības parametriem tiek izdalīti tādi limnoloģiskie faktori kā nitrāti, elektrovadītspēja, temperatūra, duļķainība, barības vielas un hlorofils, kā arī bioloģiskie (Thomaz *et al.*, 2007; Lewis *et al.* 2000, Junk *et al.*, 1989; Baranyi *et al.*, 2002; Welker and Walz, 1999).

Planktoniskie organismi brīvi un pasīvi pārvietojas palienēs un upē, bet, paceļoties ūdens līmenim upē un ieplūstot palienēs, iespējama pilnīga organismu sajaukšanās, kas var būt saistīta gan ar kādu jaunu taksonu parādīšanos, kādu pazušanu, gan ar kādu taksonu parādīšanos un dominēšanu uz neilgu laiku, gan kopējo zooplanktona bioloģiskās daudzveidības pieaugumu. Piemēram, subtropu un tropu zonas upēs un to palienēs (Paranas) novēro augstu taksonu skaita un sugu daudzveidības pieaugumu tieši plūdu laikā (Aoyagui *et al.*, 2004, Bonecker *et al.*, 2005). Taču ne vienmēr organismu sajaukšanās ir saistīta ar taksonu un bioloģiskās daudzveidības pieaugumu, tieši otrādi: maksimālā caurplūduma periodā ir novērojama īslaicīga sistēmas vienkāršošanās, taksonu un bioloģiskās daudzveidības samazināšanās, kā arī zooplanktona cenožu dinamisko procesu izmaiņas. Piemēram, Rozens (Roozen, 2005) pētījumos par Reinas upes pietiekām un tās palienēm atzīmē zooplanktona organismu sastāva līdzību vai nelīdzību un vienkāršošanos plūdu laikā un tūlītēju atšķirīgu cenožu sastāva veidošanos pēc plūdu beigšanās. Barani un Keckeis (Baranyi *et al.*, 2002; Keckeis *et al.*, 2003) pētījumos par Donavas upi un tās palienēm atzīmē, ka plūdu laikā dominējošie kļūst Rotifera sugas pārstāvji, jo īpaši *Synchaeta oblonga/tremula*, pie tam tās ir sastopamas un dominējošas kā upē, tā arī palienēs, kas nosaka to augsto līdzības indeksu. *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp. un mazās Cladocera sugas, piemēram, *Bosmina longirostris*, kļūst dominējošas un sasniedz savu maksimumu tieši pēc plūdu maksimuma, ko izskaidro ar lielo barības bāzi (fitoplanktons) un izdzīvošanās iespējām šādos apstākļos (Keckeis *et al.*, 2003). Zooplanktona cenožu sastāva līdzība un plūdu homogenizācijas efekta ietekme, samazinoties β daudzveidībai, ir novērota arī Paranas upes palienju sistēmās. Tomēr labi ūdens masas apmaiņas indikatori ir sekliem makrofitu ezeriem raksturīgu bentisku vai litorālu zooplanktona sugu parādīšanās upē un savienojošos kanālos (Jose de Paggi and Paggi, 2007; Bonecker *et al.*, 2005). Pētījumos par Ziemeļamerikas palienēm un Donavas

upes palienēm (Gallo *et al.*, 2003; Keckeis *et al.*, 2003) novērots, ka plūdu maksimuma laikā palienēs zooplanktona organismu skaits samazinās, kas ātri atjaunojas tūlīt pēc tam, kā arī plūdu maksimuma laikā paaugstinās zooplanktona organismu mirstība visā upju palieņu sistēmā, ko novērojuši Velkers (1999) un citi pētījumos par Sprī (Spree) upes palieņu sistēmu. Pētījuma mērķis ir noskaidrot palu/plūdu homogenizācijas efekta nozīmi Daugavas upes–palieņu sistēmas zooplanktona dinamikā.

Daugavā augšpus un lejpus Daugavpils, kā arī trīs lielākajos Daugavas palieņu ezeros – Skuķu, Dvietes un Ļubasta – 2005. gada pavasarī tika uzsākti sezonālie hidroekoloģiskie novērojumi, kas tika turpināti 2006. un 2007. gadā. Zooplanktona paraugi tika ievākti reizi mēnesī, līdz 2–3 reizēm palu un plūdu laikā. Vienlaikus tika veikti ūdens fizikāli ķīmisko parametru mērījumi un ūdens līmeņa mērījumi Dvietes un Laucesas upēs 3 hidroloģiskajos posteņos. Ūdens un planktona paraugu ievākšana un analīze tika veikta, izmantojot standartmetodes. Lai noskaidrotu, vai zooplanktona organismu skaita izmaiņas ir atšķirīgas, starp ezeriem tika izmantota ANOVA analīze un aprēķināts Renkonena salīdzināmības indekss.

2005. gadā pētījuma gaitā Daugavā un tās pietekā Dvietē marta beigās–aprīļa pirmajā pusē tika novērots vidēji zems palu vilnis, kas bija saistīts galvenokārt ar sniega kušanu Daugavas sateces baseinā. Maija sākumā tam sekoja plūdu vilnis intensīvu lietusgāžu rezultātā un aptuveni par 1 m pārsniedza maksimālo pavasara palu līmeni. 2006. gada pavasarī aprīlī Daugavā un tās pietekā Dvietē tika novērots vidēji zems palu vilnis, un ūdens līmeņa celšanās tika novērota tikai Skuķu un Dvietes ezerā. Atkārtota ūdens līmeņa celšanās jeb plūdi Daugavas upē, Skuķu un Dvietes ezerā tika novēroti septembrī intensīvu augusta un septembra nokrišņu rezultātā, un tā sasniegtais ūdens līmenis bija tuvs pavasara palu līmenim. Ļubasta ezerā Daugavas palu un plūdu ūdeņu ieplūšana nenotika, kas skaidrojams ar augstāku relatīvo augstumu attiecībā pret upes gultni nekā Skuķu un Dvietes ezeri (Gruberts, 2006).

2007. gadā pavasara pali sniega kušanas un ledus iešanas rezultātā uzsākās jau marta pirmajā pusē un maksimumu sasniedza marta otrajā dekādē atšķirībā no iepriekšējiem gadiem. Daugavas upes ūdeņu ieplūšana notika visos trīs palieņu ezeros. Lietus uzplūdieni, kas būtu saistīti ar ievērojamām ūdens līmeņa izmaiņām Daugavā un tās palieņu ezeros, 2007. gadā netika novēroti.

Pētījumu laikā no 2005. gada līdz 2007. gadam pavasara palu vilnis sakrīt ar zooplanktona organismu sezonālās attīstību sākumu, un šajā laikā ir novērojams gan zooplanktona organismu skaita un biomasas pieaugums, gan taksonu skaita pieaugums kā Daugavā, tā arī tās palieņu ezeros – Skuķu, Dvietes un Ļubasta ezerā. Šajā laikā Renkonena salīdzināmības indekss vislielākais ir starp pašiem ezeriem, piemēram, 2005. gada aprīļa sākumā

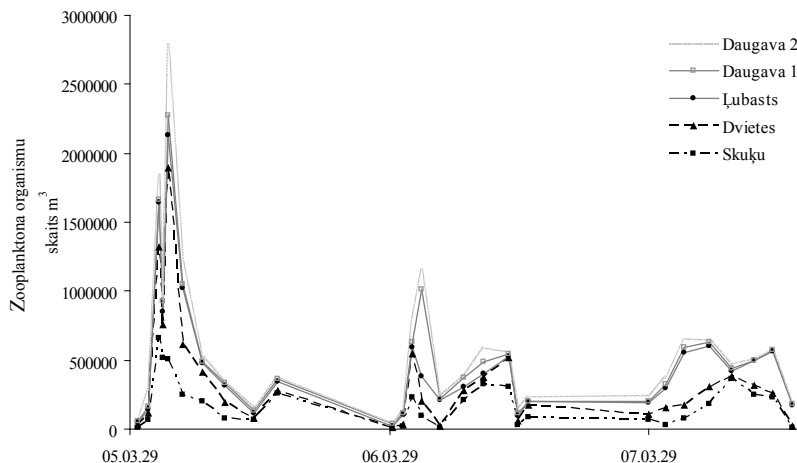
Skuķu–Dvietes 86%, Skuķu–Ļubasts 82%, Dvietes–Ļubasts 71%, ko nodrošina lielais skaits naupliju. Neliela atšķirība ir novērojama tikai 2006. gada pavasarī, palu laikā, kad Daugavā I (paraugošanas vietā pirms pilsētas (Krauļa)) bija novērojama zooplanktona skaita un biomasas samazināšanās palu maksimālā caurplūduma laikā. Savukārt 2005. un 2006. gada plūdi palieņu ezeros izraisīja ievērojamas izmaiņas, kas bija līdzīgas un galvenokārt saistītas ar zooplanktona organismu skaita samazināšanos plūdu maksimālā caurplūduma laikā, un, kaut arī kopējais skaits samazinājās, tomēr Rotifera skaits turpināja ievērojami pieaugt vai pavisam nedaudz samazināties. Tikai 2006. gada rudens plūdu maksimālā caurplūduma laikā Dvietes ezerā bija novērojams zooplanktona skaita pieaugums; galvenokārt dominējot Rotifera, savukārt Cladocera un Copepoda skaits un biomasas samazinājās (1. att.). Kaut arī šajā laikā ir notikusi ūdens sajaukšanās, tomēr Renkonena salīdzināmības indekss starp visām paraugošanas vietām bija ievērojami liels, piemēram, 2005. gada maksimālā caurplūduma laikā starp Skuķu ezeru un Dvietes – 82%, Skuķu–Daugava I – 57%, Skuķu–Daugava II (paraugošanas vieta pie Berezovkas iztekas) – 58%, Dvietes–Daugava I – 58%, Dvietes–Daugava II – 61%, Daugava I–Daugava II – 59%, ko nodrošina ievērojamā Rotifera klātbūtne (*Synchaeta oblonga*, *Synchaeta* sp., *Polyarthra* sp.), izņemot Ļubastu.

2005. gada un 2006. gada plūdu maksimālā caurplūduma laikā arī Daugavai raksturīga zooplanktona organismu skaita samazināšanās, izņemot 2005. gada pavasara plūdu maksimumu, kuru laikā Daugavā I (Krauļa) zooplanktona organismu skaits turpina pieaugt, dominējot Rotifera (1. att.).

2005. gada pavasara plūdu laikā, uzsākoties drenāžas fāzei, maija otrajā pusē palieņu ezeros un Daugavā bija novērojams zooplanktona skaita maksimums visā sezonā kopumā, izņemot Skuķu ezeru, kurā tas sasniedza savu maksimumu jau palu drenāžas fāzes laikā maijā sākumā, pēc tam visās paraugošanas vietās zooplanktona skaits strauji krītas. Savukārt rudens plūdu drenāžas fāzē 2006. gadā kopējais zooplanktona organismu skaits samazinās Skuķu, Dvietes palieņu ezeros un Daugavā I (Krauļa), kaut arī Cladocera un Copepoda skaits nedaudz pieaug, savukārt Ļubasta ezerā un Daugavā II (Berezovkas izteka) kopējais zooplanktona organismu skaits pieaug (1. att.); šajā Daugavas posmā arī zooplanktona taksonu skaits sasniedz savu lielāko rādītāju – 22 taksoni salīdzinājumā ar visu sezonu, tāpat kā 2005. gada pavasara plūdu drenāžas fāzes laikā (25 taksoni).

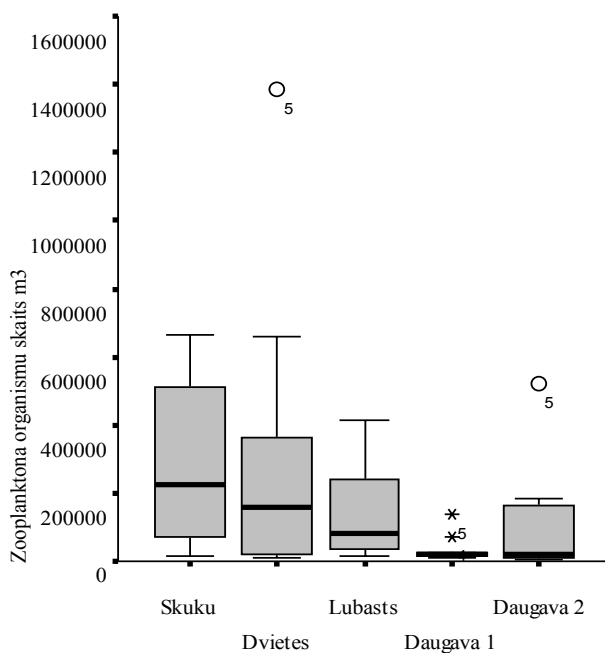
Savukārt 2007. gada agro palu laikā, kaut arī ir tikai marta beigās, zooplanktona organismu skaits salīdzinājumā ar 2005. un 2006. gada pavasari ir pat lielāks, un drenāžas fāzē aprīļa sākumā tas turpina pieaugt, izņemot Skuķu ezeru, kurā tas ir mazāks, salīdzinot ar maksimāla caurplūduma fāzi. Turpmāk Daugavā un palieņu ezerā Ļubasts maija sākumā zooplanktona organismu skaits

sasniedz savu maksimumu, pēc tam seko zooplanktona skaita samazināšanās, vasaras otrajā pusē un rudenī tas atkal nedaudz pieaug. Savukārt Skuķu un Dvietes palieņu ezerā pēc pavasara zooplanktona skaita samazināšanās vasarā seko tā uzplaukums, sasniedzot savu maksimumu Skuķu ezerā jūlijā un Dvietes ezerā jūnijā (1. att.). Vislielāko līdzību šajā gadā uzrāda Skuķu un Dvietes palieņu ezeri, to salīdzināmība ir no 82% līdz 42% un Daugavā no 77% līdz 27%, tikai septembra mēnesī salīdzināmības indekss bija 0.



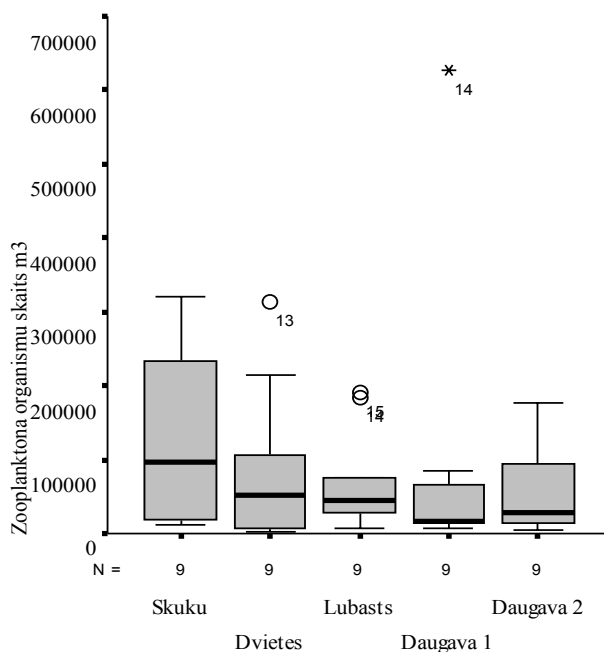
1. att. Zooplanktona organismu sezonālās izmaiņas palieņu ezeros un Daugavā, 2005.–2007. gads

ANOVA testa rezultāti arī norāda, ka zooplanktona organismu skaita dinamika būtiski neatšķiras starp palieņu ezeriem un Daugavu 2005., it īpaši 2006. gadā, jo $P=0,086 > 0,005$, $P=0,63 > 0,005$ (2., 3. att.). Savukārt 2007. gadā atšķirības starp palieņu ezeriem, ezeriem un Daugavu, pašu Daugavu ir būtiskas $P=0,0001 < 0,005$ (4. att.).



2. att. Zooplanktona organismu skaita salīdzinājums paliņu ezeros un Daugavā, 2005. gads

Zooplanktona organismu sukcesionālā attīstība sākas līdz ar paliem un visos paliņu ezeros un Daugavā noris visai līdzīgi, jo īpaši tas bija novērojams 2007. gada palu laikā, jo jau martā bija liels zooplanktona organismu skaits salīdzinājumā ar 2005. un 2006. gada palu laiku. Pali, iespējams, darbojas kā homogenizācijas efekts, bet tas saistīts ar hidroloģiskās savienojamības veidošanos starp upi un ezeriem, līdz ar to ātrāku un vienlaicīgāku ezeru atbrīvošanos no ledus, ezeru dziļuma un laukuma virsmas palielināšanos, kā arī gaismas, temperatūras un skābekļa apstākļu uzlabošanos, barības bāzes veidošanos, veicinot arī zooplanktona organismu ātrāku attīstību. Grūti spriest par ūdeņu sajaukšanās ietekmi uz zooplanktona organismu skaitu un sastāvu, jo pavasarī gan upē, gan ezeros martā, aprīlī galvenokārt starp Rotifera dominē *Bdelloida*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra* sp., vēlāk arī *Synchaeta* sp. un Copepoda (nauplii) grupas, kas raksturīgas, sākoties sezonālajai attīstībai (Gliwicz, 2004; Kalff, 2002) un rada lielu līdzību starp paraugošanas vietām.

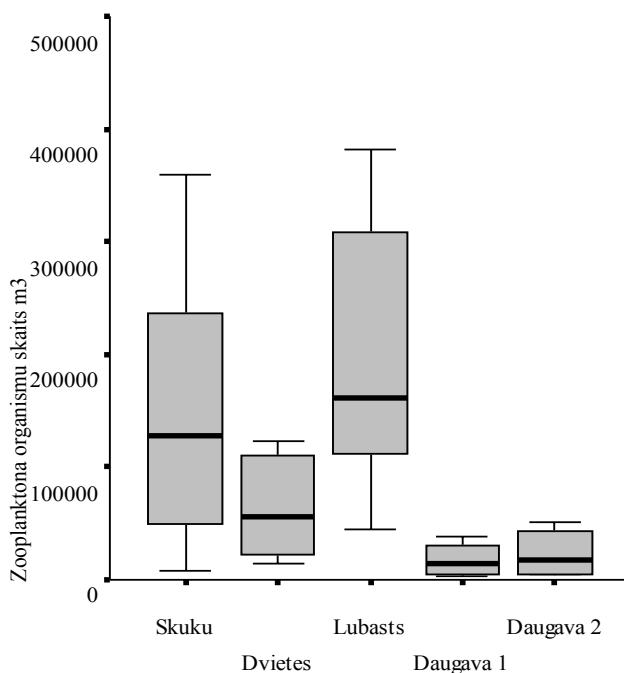


3. att. Zooplanktona organismu skaita salīdzinājums palieņu ezeros un Daugavā, 2006. gads

O – anomālie novērojumi

* – ekstremālie novērojumi

Plūdu efekts uz zooplanktona organismu sezonālo attīstību ir acīmredzamāks, jo īpaši to atspoguļo 2006. gada rudens plūdu maksimālā caurplūduma fāze, kuras laikā palieņu ezeros un Daugavā ievērojamu vietu sāk ieņemt *Synchaeta oblonga* (pat 80%–90% no kopējā zooplanktona skaita Skuku un Dvietes ezeros), Renkonena salīdzināmības indekss no 34% mazūdēns periodā (augustā) palielinājās līdz 82%, kā arī samazinās zooplanktona organismu skaits, kas var būt saistīts gan ar mirstību, gan tā atšķaidīšanās efektu (Welker and Walz, 1999; Tockner *et al.*, 1999). Par to, ka notikusi ūdeņu sajaukšanās starp ezeriem un upi, liecina taksonu skaita pieaugums Daugavā pie Berezovkas iztekas un zooplanktona bentisku formu parādīšanās plūdu drenāžas fāzē (Renkonena indekss Daugava II (Berezovkas izteka)–Dvietes 63%), līdzīga aina ir novērojama arī citās upju–palieņu sistēmās (Jose de Paggi and Paggi, 2007). Iespējams, ka gan zooplanktona sukcesionālā attīstība, gan plūdu vilnis padara Daugavu un to palienes tik līdzīgas 2005. un 2006. gadā.



4. att. Zooplanktona organismu skaita salīdzinājums palieņu ezeros un Daugavā, 2007. gads

Tā kā 2007. gadā bija novērojami tikai agri pavasara pali, kuru laikā zooplanktona skaita un sastāva izmaiņas ir līdzīgas, tomēr tālākā sukcesionālā zooplanktona organismu attīstība norit katrā ūdenstilpē atšķirīgi (4. att.), kā novērots arī Reinas upes palienēs (Roozen, 2005), izņemot Skuku un Dvietes ezeru, kuros Renkonena salīdzināmības indekss saglabājas augsts visas novērojamās sezonas garumā (82%–42%).

Pētījums tapis ar Valsts pētījuma programmas “Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi”, Daugavpils Universitātes iekšējā granta (2007. gads) un projekta VPD1/ESF/PIAA/04/NP/3.2.3.1/0003/0065 atbalstu.

Literatūra

Amoros, C. & Bornette, G. 2002. Connectivity and Biocomplexity in Waterbodies of Riverine Floodplains. *Freshwater Biology*, 47: 761–776.

- Aoyagui, A. S. M. & Bonecker, C. C. 2004. Rotifers in Different Environments of the Upper Parana´ River Floodplain (Brazil): Richness, Abundance and the Relationship with Connectivity. *Hydrobiologia*, 522: 281–290.
- Baranyi, C. H. T., Holarek, Keckeis, C. S. & Schiemer, F. 2002. Zooplankton Biomass and Community Structure in a Danube River Floodplain System: Effects of Hydrology. *Freshwater Biology*, 47: 473–482.
- Bayley, P. B. 1995. Understanding Large River-Floodplain Ecosystems. *BioScience*, vol. 45, 3: 153–158.
- Bonecker, C. C., da Costa, C. L., Velho, L. F. M., Lansac, F. A. To´ ha, 2005. Diversity and Abundance of the Planktonic Rotifers in Different Environments of the Upper Parana´ River Floodplain (Parana´ State – Mato Grosso do Sul State, Brazil). *Hydrobiologia*, 546: 405–414.
- Gallo, E. L., Ahearn, D., Dahlgren, R. A. & Grosholz, E. 2003. River-Floodplain Hydrologic Connectivity: Impact on Temporal and Spatial Floodplain Water Quality and Productivity Patterns. Poster. American Geophysical Union, Fall Meeting 2003.
- Gliwicz, M. Z. 2004. *Zooplankton. The Lakes Handbooks*. Limnology and Limnetic Ecology. P. E. O’Sullivan and C. S. Reynolds (eds.). UK, Blackwell Publishing, 461–513.
- Gruberts, D. 2006. *Palu pulsa koncepcija Daugavas vidusteces palienu ezeru ekoloģija*. DU.
- Jose de Paggi, S. & Paggi, J. C. 2007. *Zooplankton. The Middle Parana River*. Limnology of a Subtropical Wetland. M. H. Iriondo, J. C. Paggi and M. J. Parma (eds). Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 229–249.
- W. J. Junk (eds). 1997. *The Central Amazon Floodplain*. New York : Springer-Verlag.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. 1989. The Flood-Pulse Concept in River–Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110–127.
- Kalff, J. 2002. *Limnology. Inland Water Ecosystems*. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall, 376–407.
- Keckeis, S., Baranyi, C., Hein, T., Holarek, C., Riedler, P. & Schiemer, F. 2003. The Significance of Zooplankton Grazing in a Floodplain System of the River Danube. *Journal of Plankton Research*, vol. 25, 3: 243–253.
- Lewis, M. W. Jr., Hamilton, S. K., Lasi, M. A., Rodríguez, M. & Saunders, J. F. III, 2000. *Ecological Determinism on the Orinoco Floodplain*. *BioScience*, vol. 50, 8: 68–692.
- Roopen, F. C. J. M. 2005. *Transparency of Floodplain Lakes; a Study of Plankton and Suspended Mater along the Lower Rhine*. Doctoral thesis. Wageningen Universiteit. Available: (<http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis3839.pdf>)
- Thomaz, M. S., Bini, L. M. & Bozelli, R. L. 2007. Floods Increase Similarity among Aquatic Habitats in River-Floodplain Systems. *Hydrobiologia*, 579: 1–13.
- Tockner, K., Malard, F. & Ward, J. V. 2000. An Extension of the Flood Pulse Concept. *Hydrological Processes*, 14: 2861–2883.
- Tockner, K., Reiner, N. P. D., Schiemer, F. & Ward, J. V. 1999. Hydrological Connectivity and the Exchange of Organic Matter and Nutrients in a Dynamic River Floodplain System (Danube, Austria). *Freshwater Biology*, 41: 521–535.
- Welker, M. & Walz, N. 1990. Plankton Dynamics in River–Lake System – on Continuity and Discontinuity. *Hydrobiologia*, 408/409: 233–239.

Ventas upes makrozoobentosa biocenotiskā struktūra un tās faunistiskais sastāvs no 1963. līdz 1999. gadam

Elga PARELE

Latvijas Universitātes aģentūra
Bioloģijas institūts
E-pasts: eparele@email.lubi.edu.lv

Dabas daudzveidības saglabāšanai Eiropas Savienībā (ES) tiek pievērsta liela uzmanība. Tādēļ liela nozīme ir daudzgadīgo zinātnisko pētījumu materiālu apkopošanai un inventarizācijai, lai, veicot pētnieciskos darbus nākotnē, būtu vieglāk izsekot vai atklāt ilglaicīgu izmaiņu pozitīvās vai negatīvās tendences.

Ventas zoobentosa organismu pētījumu vēsture sākas 20. gs. sākumā ar Lakševica Latvijas maksteņu faunas pētījumiem (Lackschewitz P., 1929). Ventā viņš konstatējis 9 maksteņu sugas. Viņa darbu analīzi par maksteņu faunas pētījumiem Latvijā sniedz O. Kačalova savā monogrāfijā “Ручейники рек Латвии» (Kačalova, 1972). O. Kačalova Ventas zoobentosā konstatējusi 58, vēlākos pētījumos – 65 maksteņu sugas, kas apkopotas minētajā monogrāfijā. Pēc viņas datiem, makstenes Ventā veido 1,6–24,5% no kopējās bentosa biomasas un 0,1–16,6% no kopējā bentosa organismu skaita.

20. gs. vidū H. Šlešs pirmais pētījis Ventas upes gliemjus un konstatējis 17 sugas (Schlesch, 1942).

Pirmos plašākos kompleksos hidrobioloģiskos pētījumus Ventā veica 1955–1956. gadā PSRS ZA Zooloģijas institūta un Latvijas PSR ZA Bioloģijas institūta Hidrobioloģijas laboratorijas darbinieki profesora V. Žadina vadībā. Šo pētījumu rezultātā parādījās darbi par atsevišķām dzīvnieku grupām. V. Žadins Ventai Latvijas teritorijā min 24 gliemju sugas. Gliemju faunas galveno kodolu veido tipiskas upju sugas – *Ancylus fluviatilis*, *Viviparus viviparus*, *Theodoxus fluviatilis*, *Unio crassus*. Vienlaikus šīm sugām pievienojas liels skaits formu, kas mīl arī stāvošus ūdeņus – *Lymnaea stagnalis*, *Radix auricularia*, *R. lagotis*, *Physa fontinalis*, *Gyraulus albus*, *Viviparus connectus*, *Valvata piscinalis*, *Bithynia tentaculata*, *B. leachi* (Žadins, 1959).

Pankratova Ventā un tās pietekās konstatējusi 82 trīsuļodu kāpuru sugas un formas. No tām 41 suga Latvijai jauna. Dažas no šīm sugām (4) ir jaunas zinātnei, un tām ir liela līdzība ar Tadžikijas kalnu upēs atrastajām (Pankratova V., 1959).

Lukins Ventā konstatējis 8 dēļu sugas (Lukins, 1958), bet Jankovska pētīt Skrundas un Saldus rajonu dīķu un Ventas upes ūdens ērces, konstatējusi Ventā 29 sugas (Jankovska, 1959).

No pārējām grupām O. Kačalova Ventā vēl konstatējusi 2 blakšu sugas, 3 vēžveidīgo sugas, 5 dēļu sugas, 19 mazsaru tārpu un pēc kāpuru fāzēm, 11 viendienīšu un 7 spāru sugas.

Pētot Ventas zoobentosu, Žadins un Kačalova atzīmē, ka upes reoifilo faunu precīzi atspoguļo trīsuļodu un maksteņu kāpuri. Par Ventas zoobentosa sugu sastāvu ir ziņas I. Eipura diplomdarbā.

Agrāko gadu faunistiskie pētījumi jau publicēti daudzos rakstu krājumos un monogrāfijās, tādēļ atsevišķu grupu (*Chironomidae*, *Trichoptera*, *Hydrachnidia*) sugu pilnie saraksti šā darba sugu sarakstā nav minēti.

Darbā apkopots Ventas zoobentosa organismu faunistiskas sastāvs visā upes garumā Latvijas teritorijā no Vadakstes ietekas līdz Ventspilij (grīvai). Zoobentosa faunistiskā sastāva raksturošanai izmantoti LU Bioloģijas fakultātes un ZA Bioloģijas institūta ievāktais materiāls (1962–1965), ZA Bioloģijas institūta 1978., 1987., 1990. un 1991. gadā ievāktie materiāli, kā arī izmantoti Hidrometeoroloģiskās pārvaldes materiāli (1997–1999).

Kopumā Ventā konstatētas 314 zoobentosa taksonomiski atšķirīgas vienības (1. tab.): gliemji Mollusca – 52, mazsaru tārpi Oligochaeta – 50, dēles Hirudinea – 11, vēžveidīgie Crustacea – 9, makstenes Trichoptera – 77, viendienītes Ephemeroptera – 20, spāres Odonata – 10, vaboles Coleoptera – 7, strautenes Plecoptera – 4, blaktis Heteroptera – 8, trīsuļodi Chironomidae – 34, pārējie divspārņi *Diptera* – 15, dūņenes Megaloptera – 1, ērces Hydrachnidia – 4, skropstiņtārpi Turbellaria – 4 un pārējās Varia – 8.

Jāatzīmē, ka par dominējošām var uzskatīt tās sugas, kas atrastas visā pētījumu periodā (1962–1999) un gandrīz visās paraugu ņemšanas vietās; no kopējā sugu skaita sastāda tikai 7%.

Tabula

Zoobentosa organismu kvalitatīvais sastāvs Ventas upē (1963–1999)

Organismi – suga/taksons	Augšpus Vadakstes	Lejpus Vadakstes, lejpus Vārdavas	Nigrande-Šķervele	Venta pie Lēņiem	Augšpus Skrundas	Lejpus Skrundas	Venta pie Raņķiem	Augšpus Kuldīgas	Lejpus Kuldīgas	Lejpus Abavas	Venta pie Zlākām	Venta pie Vendzavas	Venta pie Piltenes	Augšpus Ventspils–Vārve	Venta Ventspilī
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Spongilla</i> sp.			++					++		++					
Hydrozoa Gen. sp.															+
<i>Hydra</i> sp.	+		+		+			+		+	+		+		

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Turbellaria Gen. sp.								++				++	+		
<i>Planaria torva</i> O. F. MÜLLER			++			+		+							
<i>Polycelis nigra</i> O. F. MÜLLER									+						
Dendrocoelum lacteum O. F. MÜLLER			++								+				
Nematoda Gen. sp.	+		+			+		+	+	+			+	+	+
<i>Gordius aquaticus</i> (LINNAEUS)			+	++				+		++					
<i>Cyanophthalma obscura</i> (SCHLTZE)															+
<i>Aeroloxus lacustris</i> (LINNAEUS)			++	++			++	++					+		
<i>Bithynia leachii</i> (SHEPPARD)					++	++		++		+++				+++	+++
<i>Bithynia tentaculata</i> (LINNAEUS)	+	++	+++	++	++	+	++	+++	+	+++	+		+++	+++	+++
<i>Hydrobia ulvae</i> (PENNANT, 1777)															+
<i>Hydrobia ventrosa</i> MONTAGU															+
<i>Lymnaea stagnalis</i> (LINNAEUS)			+++					++				++	+	++	
<i>Myxas glutinosa</i> (O. F. MÜLLER)	+		+++			+		+							
<i>Omphiscola glabra</i> (O. F. MÜLLER)										++					
<i>Radix auricularia</i> (LINNAEUS)			+++	++				++		+++	++		+	++	+++
* <i>Radix auricularia</i> (L.) var. <i>ampla</i> (HARTM.)								++							
* <i>Radix lagotis</i> SCHRANK					++			++						++	
<i>Radix ovata</i> (DRAPARNAUD)	+		+					++		+		++	+	+++	+
<i>Radix pereger</i> (O. F. MÜLLER)	+		+		++	+							++	++	++
* <i>Stagnicola palustris</i> (O. F. MÜLLER)														++	
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (LINNAEUS)	+	++	+++	++	+++	+	++	+++	+	+++				++	
<i>Physa fontinalis</i> (LINNAEUS)			+	++		+								+	+++
<i>Ancylus fluviatilis</i> O. F. MÜLLER		+	+		++			++					++		
<i>Anisus vortex</i> (LINNAEUS)													++		
<i>Bathymphalus contortus</i> (LINNAEUS)													++		
<i>Gyraulus albus</i> (O. F. MÜLLER)	+	++	+	++		+		++	+	+		++	+		
* <i>Planorbis planorbis</i> (LINNAEUS)														++	
<i>Valvata cristata</i> O. F. MÜLLER		++													
<i>Valvata naticina</i> (MENKE)						+									
<i>Valvata piscinalis</i> (O. F. MÜLLER)	+	++	+++		++	+	++	+++	+	+++	++	++	+++	+++	+++
<i>Valvata pulchella</i> STUDER	+					+				+					+

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Viviparus coactectus</i> (MILLET)					++									++	
<i>Viviparus viviparus</i> (LINNAEUS)			+			+		++	+++	+++	+++	++	+	+++	+++
<i>Dreissena polymorpha</i> (PALLAS)													+	+++	+
<i>Pisidium amnicum</i> (O. F. MÜLLER)	+		+++		+++	+	++	+++		+++		++	++	+++	++
<i>Amesoda solida</i> (NORMAND)	+		+			+				+					
<i>Pisidium henslowanum</i> (SHEPPAR)	+	+++	+++	++	+	+	++	+	+++	+++	++	++	+++	+++	+
<i>Pisidium inflatum</i> (MUHLFELD in PORRO)			+					+					+		
<i>Pisidium nitidum</i> JENYNS		++	+++	++	++			+++		++				++	+++
<i>Pisidium nitidum</i> v. <i>crassum</i> STELFOX			+			+									
<i>Pisidium</i> sp.		++	+++	++	++		++	+++	+	++	++		++	+++	+++
<i>Pisidium supinum</i> A. SCHMIDT	+		+	++	+		++	+	+				+		
<i>Pisidium subtruncatum</i> MALM			+					+	++	++	++		+++	+++	+
<i>Sphaerium corneum</i> (LINNAEUS)					++								+	++	+++
<i>Sphaerium radiatum</i> (WESTERLUND)	+		+	++		+	++	+		++			+		+
<i>Sphaerium rivicola</i> (LAMARCK)			+									++			
<i>Sphaerium scaldianum</i> (NORMAND)												++	+	++	
<i>Sphaerium</i> sp.	+	+++	++	++	++		++	++		+++	++	++	++	+++	+
<i>Anodonta anatina</i> (LINNAEUS)			++												
<i>Anodonta complanata</i> ROSSMAESSLER								++		++	++			++	++
<i>Anodonta cygnea</i> (LINNAEUS)								+					+		+
<i>Anodonta piscinalis</i> NILSSON										++		++		++	
<i>Anodonta</i> sp.	+									+			+		
<i>Anodonta</i> sp. juv.		+	+			+			+						+
<i>Unio crassus</i> PHILIPSSON			++		++			++		++	++	++			
<i>Unio pictorum</i> (LINNAEUS)	+		+							+			+		+
<i>Unio tumidus</i> PHILIPSSON	+					+		+++		+		++	+++	++	
<i>Unio</i> sp. juv.					++		++					++	++		
Polychaeta Gen. sp.															+
<i>Nereis diversicolor</i> MÜLLER															+++
<i>Enchytraeus</i> sp.	+		+											+	+
<i>Fridericia</i> sp.			+												
<i>Criodrilus lacum</i> HOFFMEISTER			+												
<i>Eiseniella tetraedra</i> (SAVIGNY)			+				++			++					

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Lumbricidae Gen. sp.			+												
<i>Lumbriculus variegatus</i> (MÜLLER)								++	+						
<i>Rhynchelmis limosella</i> HOFMEISTER								+							
<i>Styodrilus heringianus</i> CLAPAREDE					++			+	+						+
<i>Amphichaeta leydigii</i> TAUBER														+	
<i>Chaetogaster diaphanus</i> (GRUITHUISEN)	+		+			+									+
<i>Chaetogaster diastrophus</i> (GRUITHUISEN)	+		+					+	+	+			+		+
<i>Chaetogaster cristallinus</i> VEJDOVSKÝ															+
<i>Chaetogaster limnaei</i> VON BAER															+
<i>Dero obtusa</i> D'UDEKEM									+	+			+		+
<i>Nais barbata</i> MÜLLER	+		+					+++	+					+	+
<i>Nais bretscheri</i> MICHAELSEN									+				+		
<i>Nais communis</i> PIGUET	+		+							+					+
<i>Nais elinguis</i> MÜLLER	+							+						+	
<i>Nais pardalis</i> PIGUET	+												+		
<i>Nais simplex</i> PIGUET														+	
<i>Nais variabilis</i> PIGUET										+					
<i>Ophidonais serpentine</i> MÜLLER	+		+			+				+			+		
<i>Paranais friči</i> HRABE															+
<i>Paranais litoralis</i> (MÜLLER)															+
<i>Piguetiella blanci</i> (PIGUET)							+								+
<i>Slavina appendiculata</i> (D'UDEKEM)			+					++	+	+					
<i>Specaria josinae</i> (VEJDOVSKÝ)						+		+	+				+	+	+
<i>Stylaria lacustris</i> (LINNAEUS)	+		+		+	+		+++	+	+		++	+		+
<i>Uncinaiis uncinata</i> (ORSTED)	+		+			+		+++	+	+			+	+	+
<i>Vejdovskiiella comata</i> (VEJDOVSKÝ)										+					
<i>Propappus volki</i> MICHAELSEN														+	
<i>Aulodrilus limnobius</i> BRETSCHER										+				+	
<i>Aulodrilus plurisetia</i> (PIGUET)						+			+					+	
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> RATZEL						+	++			++		+	+++	++	++
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> CLAPAREDE	+		+++			+	++	+	+	+++	++	+++	+++	+++	+++

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Limnodrilus profundicola</i> (VERRILL)						+									
<i>Limnodrilus udekemianus</i> CLAPAREDE	+	++	+			+	++	+	+	+++	++		++	++	+++
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (MICHAELSEN)	+	++	+++			+	++	+++	+	+	++	+++	+	++	+++
<i>Potamothrix moldaviensis</i> VEJDOVSKÝ & MRAZEK			+			+			+	+			+	+	+++
<i>Psammoryctides albicola</i> (MICHAELSEN)			+				++	+	+	+		++			++
<i>Psammoryctides barbatus</i> (GRUBE)	+	++	+++	++	++	+	++	+++	+		++	++	++	++	+++
<i>Psammoryctides moravicus</i> (HRABE)			+										+		
<i>Rhyacodrilus coccineus</i> (HRABE)	+			++	++										
<i>Spirosperma ferox</i> EISEN	+	+	+++					++	+	+		++	+		++
<i>Tubifex newaensis</i> (MICHAELSEN)									+						+
<i>Tubifex ignotus</i> (STOLC)	+		+			+			+	+			+		
<i>Tubifex tubifex</i> MÜLLER			+			+	++					++	+	++	
<i>Heterochaeta costata</i> CLAPARÈDE															+++
<i>Tubificoides</i> sp.															+
Tubificidae Gen. sp.				++		+									
Hirudinea Gen. sp.	+														
<i>Erpobdella nigricollis</i> (BRANDES)	+	+++	+			+	++	+	+	+++			+	++	+
<i>Erpobdella octoculata</i> (LINNAEUS)	+	+	+		++	+	++	++	+	+		+	+	+++	+
<i>Erpobdella testacea</i> (SAVIGNY)		++		++			++	++		++	++		++	++	++
<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> (LINNAEUS)	+	++	+			+				+			+		
<i>Glossiphonia complanata</i> (LINNAEUS)	+	++	+++	++	+	+		+++	+	+++		++	+	+++	+
<i>Hemicleipsis marginata</i> (O. F. MÜLLER)			+		++				+	+					+
<i>Helobdella stagnalis</i> (LINNAEUS)	+	++	+++	++	++	+	++	+++	+	+++		+++	+++	+++	+
<i>Placobdella costata</i> (MÜLLER)									+						
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (LINNAEUS)	+		+												
<i>Piscicola geometra</i> (LINNAEUS)	+		+++	++	+			++	+	+			+		
Hydrachnidia Gen. sp.	+	+	+					+	+	+			+	++	+
<i>Limnochares aquatica</i> (LINNAEUS)	+	++	+++	++	+++	+	++		+	++	++			++	
Pionidae Gen. sp.			+												
<i>Forelia liliacea</i> (MÜLLER)			+												

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ostracoda Gen. sp.	+		+												+
<i>Asellus aquaticus</i> (LINNAEUS)	+	+++	+++	++	++	+	++	+++	+	+++			+++	++	+
<i>Balanus improvisus</i> (DARWIN)															+++
<i>Corophium curvispinum</i> SARS													++	++	+
Corophium sp.														++	+
<i>Gammarus lacustris</i> SARS															+
<i>Gammarus pulex</i> (LINNAEUS)			+						+				+	+	
<i>Saduria entomon</i> (LINNAEUS)															+
<i>Pontoporeia</i> sp.															+
Ephemeroptera Gen. sp.	+		+			+		+	+	+		++	+		
Baetidae Gen. sp.	+		+												
Baetis sp.		+	+++		++			++	+						
<i>Centroptilum luteolum</i> (MÜLLER)	+	++					++	++		++					
<i>Cloeon dipterum</i> (LINNAEUS)			+												
<i>Procloeon pennulatum</i> (EATON)		++													
<i>Nigrobaetis niger</i> (LINNAEUS)					++		++	++							
<i>Caenis macrura</i> STEPHENS	+		+										+		
<i>Caenis horaria</i> (LINNAEUS)		++	+++	++	++			++	+	++	++				
<i>Caenis luctuosa</i> (BURMEISTER)			+++					++		++					
<i>Caenis rivulorum</i> EATON		++			++					++					
<i>Caenis robusta</i> EATON			++												
<i>Caenis</i> sp.	+		+		++										
<i>Serratella ignita</i> (PODA)	+							++							
<i>Ephemera danica</i> MÜLLER	+		+							++					
<i>Ephemera lineata</i> EATON		++	+					++				++			
<i>Ephemera vulgata</i> LINNAEUS	+	++	+++	++	++		++	++		++	++	++	+++	++	
<i>Leptophlebia marginata</i> (LINNAEUS)			+												
<i>Leptophlebia vespertina</i> (LINNAEUS)		++													
<i>Potamanthus luteus</i> (LINNAEUS)	+		+		++			++		++					
Odonata Gen. sp.	+		+			+			+	+		++	+		
Aeshnidae Gen. sp.			+												
<i>Calopteryx splendens</i> (HARRIS)			++					++		+					
<i>Calopteryx virgo</i> (LINNAEUS)			+					++	+						
<i>Erythromma najas</i> (HANSEMANN)		++								++					
Coenagrion Gen.sp			+												
Gomphidae Gen.sp	+		+						+				+		
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (LINNAEUS)		++	+++		++				+	++			+		
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (LINNAEUS)	+		++		++				+			++			
<i>Platycnemis pennipes</i> (PALLAS)	+	++	+			+			+	+					

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Plecoptera Gen. sp.	+					+		++							
<i>Capnia</i> sp.		++	++		++										
<i>Leuctra</i> sp.			++		++					++					
Perlidae Gen. sp.			+												
Heteroptera Gen. sp.	+												+		
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (FABRICIUS)	+		++	++	++	+	++	+++	+	++		++			
Corixidae Gen. sp.			+												
<i>Corixa dentipes</i> THOMSON					++										
<i>Corixa</i> sp.			+									+			
<i>Micronecta minutissima</i> (LINNAEUS)		++													
<i>Gerris</i> sp.			+												
<i>Osmylus</i> sp.									+						
<i>Sialis</i> sp.		++	+++	++	++	+	++	+++		+++		+++	+++	++	
Coleoptera Gen. sp. Ad.	+		+			+		+	+	+					
Coleoptera Gen.sp. Lv.	+	+	+			+		+++	+	+			+		+
<i>Donacia</i> sp. Lv.		++												++	
Dytiscidae Gen. sp. Lv.			+												
<i>Haliplus</i> sp. Lv.			+									+			
<i>Gyrinus natator</i> (LINNAEUS) Ad.		++													
<i>Orectochilus villosus</i> (MÜLLER) Lv., Ad.		++						++							
Trichoptera Gen. sp.	+		+			+		+	+	+			+		
<i>Brachycentrus subnubilus</i> CURTIS		+++	++	++	++			++	+++	++	++	++			
<i>Micrasema setiferum</i> (PICTET)	+							++							
<i>Goera pilosa</i> FABRICIUS		+++	++		++			+++							
<i>Silo pallipes</i> (FABRICIUS)		+													
<i>Cheumatopsyche lepida</i> (PICTET)			++	++	++			++	++		++				
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (CURTIS)		++	+		++			++	++		++				
<i>Hydropsyche ornata</i> McLACHLAN	+	+++			++			++	+++		++	++			
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (CURTIS)		++						++	+						
<i>Hydropsyche</i> sp.	+					+		+	+						
<i>Agraylea multipunctata</i> CURTIS								++						++	+
** <i>Agraylea sexmaculata</i> CURTIS					++			++							
** <i>Allotrichia vilnensis</i> RADECKA			++					++							
** <i>Hydroptila cornuta</i> MOSELY					++			++							
** <i>Hydroptila forcipata</i> EATON					++										
** <i>Hydroptila pulchricornis</i> PICTET														++	
** <i>Hydroptila simulans</i> MOSELY					++										

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
** <i>Hydroptila sparsa</i> CURTIS					++										
** <i>Hydroptila tineoides</i> DALMAN					++			++							
<i>Hydroptila</i> sp.	+														
<i>Ithytrichia lamellaris</i> EATON		++			++			+							
** <i>Orthotrichia costalis</i> CURTIS								++							
<i>Orthotrichia</i> sp.								++							
<i>Oxyethira flavicornis</i> (PICTET)				++	++							++		++	
** <i>Oxyethira tristella</i> KLAPALEK					++			++							
** <i>Lasiocephala basalis</i> KOLENATI		++													
<i>Lepidostoma hirtum</i> (FABRICIUS)	+	++	++	++	++			++	++		++	++			
** <i>Athripsodes albifrons</i> LINNAEUS		++			++			++		++					
** <i>Athripsodes aterrimus</i> STEPHENS														++	++
<i>Athripsodes cinereus</i> (CURTIS)		++	+++	++	++		++	++		++			++		
** <i>Athripsodes commutatus</i> ROSTOCK			++					++		++					
<i>Athripsodes</i> sp.	+		++					+	+					++	
<i>Ceraclea annulicornis</i> (STEPHENS)		+++	++		++		++	++	++			++			
** <i>Ceraclea fulva</i> RAMBUR								++							
** <i>Ceraclea senilis</i> BURMEISTER								++							
<i>Ceraclea</i> sp.	+						+	+							
<i>Mystacides azurea</i> (LINNAEUS)		+	++		++			++							
** <i>Mystacides longicornis</i> LINNAEUS			++											++	
** <i>Mystacides nigra</i> LINNAEUS		++	++	++	++			++							
** <i>Oecetis lacustris</i> PICTET														++	
** <i>Setodes punctatus</i> FABRICIUS										++					
** <i>Triaenodes bicolor</i> CURTIS														++	
<i>Anabolia laevis</i> (ZETTERSTEDT)		++	+++	++	++			++		++		+++			
** <i>Chaetopteryx villosa</i> FABRICIUS		++						++							
** <i>Glyphotaelius pellucidus</i> RETZIUS												++			
** <i>Halesia radiatus</i> CURTIS		++						++							
** <i>Limnephilus auricular</i> CURTIS		++										++			
** <i>Limnephilus decipiens</i> KOLENATI								++						++	
** <i>Limnephilus extricatus</i> Mac LACHLAN		++		++				++							
<i>Limnephilus flavicornis</i> (FABRICIUS)			+												

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
** <i>Limnephilus fuscicornis</i> RAMBUR			++					++							
** <i>Limnephilus ignavus</i> Mac LACHLAN													++		
** <i>Limnephilus lunatus</i> CURTIS		++						++							
** <i>Limnephilus nigriceps</i> ZETTERSTEDT		++	++		++			++				++	++	++	++
** <i>Limnephilus politus</i> Mac LACHLAN								++							
<i>Limnephilus rhombicus</i> (LINNAEUS)		++	++	++				+++		++		+++		++	
<i>Limnephilus stigma</i> CURTIS					+										
** <i>Limnephilus subcentralis</i> BRAUER			++												
** <i>Limnephilus vittatus</i> FABRICIUS														++	
<i>Limnephilus</i> sp.	+	++				+		+							
Limnephilidae Gen. sp.			+												
<i>Molanna angustata</i> CURTIS		++	+++	++	++	+	++	+++		+++	++	+++	++	+++	
** <i>Chimarra marginata</i> LINNAEUS					++			++	++						
** <i>Wormaldia subnigra</i> Mac LACHLAN								++							
** <i>Agrypnia pagetana</i> CURTIS														++	
<i>Phryganea bipunctata</i> RETZIUS					++			+				++		++	+
<i>Phryganea grandis</i> LINNAEUS				++											
<i>Phryganea</i> sp.								+							
<i>Cyrnus flavidus</i> Mac LACHLAN					++		++	++				++		++	+
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (CURTIS)			++	++	++			++		++		++			++
<i>Neureclipsis bimaculata</i> (LINNAEUS)									++			++			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (PICTET)	+	++						++							
** <i>Lype phaeopa</i> STEPHENS		++			++			++						++	
<i>Psychomyia pusilla</i> (FABRICIUS)		++	++					++	++						
** <i>Tinodes wenwri</i> Mac LACHLAN								++	++						
<i>Rhyacophila nubila</i> (ZETTERSTEDT)			++					++							
** <i>Notidobia ciliaris</i> LINNAEUS			++					++				++			
Diptera Gen. sp.								+							
<i>Atherix</i> sp.	+								+						
<i>Bezzia</i> sp.	+		+			+			+	+++			+		+
<i>Culicoides</i> sp	+	+	+++	++	++	+	++	+++	+	+++	++		+++	++	+
Chironomidae Gen. sp.	+	+++	+++		+++	+		+++	+	+	++	+++	+++	+++	+
<i>Beckidia zabolotzskyi</i> (GOETHEBUER)					++										

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Chironomus plumosus</i> (LINNAEUS)		++											++		
<i>Chironomus reductus</i> LIPINA														++	
<i>Cryptochironomus defectus</i> (KIEFFER)														++	++
<i>Dicrotendipes nervosus</i> (STAEGER)											++				
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (ZETTERSTEDT)								++					++	++	
<i>Endochironomus dispar</i> (MEIGEN)														++	
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> (KIEFFER)														++	
<i>Harnischia fuscimana</i> KIEFFER							++						++	++	
<i>Micropsectra curvicornis</i> TSHERNOVSKIJ															
<i>Micropsectra junci</i> (MEIGEN)										++				++	
<i>Microtendipes chloris</i> (MEIGEN)			++	++	++			++		++					
<i>Paracladopelma camptolabis</i> (KIEFFER)							++								
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (KIEFFER)			++	++											
<i>Polypedilum exsectum</i> (KIEFFER in THIENEMANN)		++								++			++	++	
<i>Polypedilum nubeculosum</i> (MEIGEN, 1804)					++					++					
<i>Polypedilum scalaenum</i> (Schrank, 1803)			++				++						++	++	
<i>Pseudochironomus prasinatus</i> (STAEGER, 1839)										++				++	++
<i>Rheotanytarsus exiguus</i> JOHANNEN, 1937											++				
<i>Stictochironomus psammophilus</i> Tshernovskij				++			++				++		++	++	
<i>Stictochironomus sticticus</i> (FABRICIUS)						+	++								
<i>Cladotanytarsus mancus</i> (Walker)				++		++									
<i>Tanytarsus gregarius</i> KIEFFER			++												
Orthoclaadiinae Gen. sp.														++	
<i>Cricotopus algarum</i> (KIEFFER)							++	++							
<i>Cricotopus latidentatus</i> TSCHERNOVSKIJ											++			++	
<i>Cricotopus sylvestris</i> (FABRICIUS, 1794)								++						++	
<i>Psectrocladius dilatatus</i> van der WULP		++	++												
<i>Psectrocladius medius</i> TSHERNOVSKIJ		++						++							

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Psectrocladius psilopterus</i> (KIEFFER in KIEFFER &THIENEMANN)					++		++								
<i>Prodiamesa bathyphila</i> (KIEFFER)														++	
<i>Ablabesmyia lentiginosa</i> (FRIES)		++	++	++	++		++	++		++	++		++	++	++
<i>Procladius</i> spp.		++	++	++	++		++			++	++		++	++	++
<i>Culex</i> sp.								+							
<i>Dixa</i> sp.							+								
<i>Ephydra</i> sp.									+						
<i>Hexatoma</i> sp.	+														
Limoniidae Gen. sp.	+														
<i>Dicranota</i> sp.	+								+						
<i>Psychoda</i> sp.			+												
<i>Pericoma</i> sp.			+												
Simuliidae Gen. sp.	+					+		++	+						
<i>Tabanus</i> sp.	+	++	+					+	+		++				
<i>Tipula</i> sp.			+												

- + – konstatētās sugas no 1978. līdz 1999. gadam
 ++ – konstatētās sugas no 1963. līdz 1965. gadam
 +++ – konstatētās sugas no 1963. līdz 1999. gadam
 * sugas, kas konstatētas V. Žadina publikācijā 1959. g.
 ** sugas, kas konstatētas O. Kačalovas monogrāfijā 1972. g.

Literatūra

- Eipurs, I. 1966. *Ventas makroskopiskais zoobentoss 1963–1965. g. veģētācijas periodos*. Diplomdarbs. Rīga.
- Kačalova, O. J. 1972. *Ручейники рек Латвии*. Рига : Зинатне, 215 с.
- Lackschewitz, P., 1929. Nachtrag zu den Neuropteren und Trichopteren des Ostbaltischen Gebietes. *Archiv Naturk. Estlands*, II. Ser., 14, 4.
- Schlesch, H. 1942. Die Land- und Süßwassermollusken Lettlands mit Berücksichtigung der in den Nachbargebieten vorkommenden Arten. Sonderabdruck aus dem Korr. Bl. Naturf. Riga, LXIV, 245–360.
- Жадин, В. И. 1959. Моллюски реки Венты и некоторых других водоемов Латвийской и Литовской ССР. *Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР*, 111. Труды VIII. Рига : изд. АН Латв. ССР.
- Лукин, Е. К *характеристике фауны Латвии. Фауна Латвийской ССР и солредельных территорий*, 1. Рига : изд. АН Латв. ССР, 1958.
- Янковская, А. 1959. Фауна гидракаринов рыбных прудов и некоторых других пресноводных водоемов Латвии. *Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латв. ССР*, 111, Рига.
- Панкратова, В. 1959. Фауна личинок семейства тендипедид бассейна реки Венты. *Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латв. ССР*, 111. Рига.

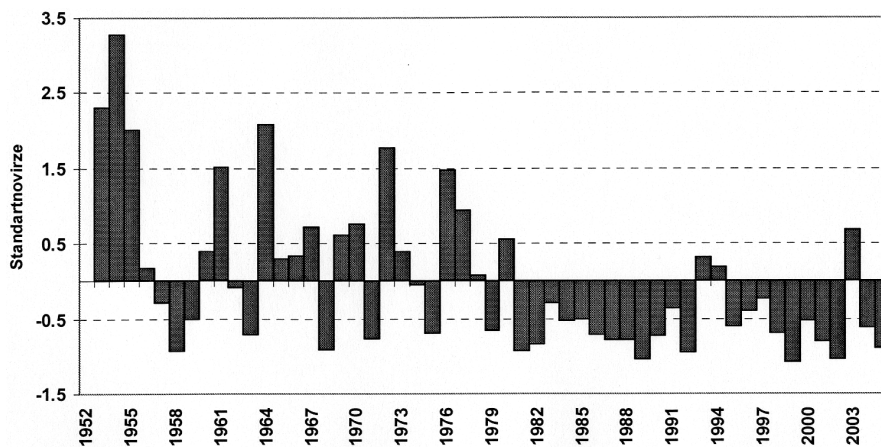
Nārsta tilpums – mencas paaudzes ražības galvenais rādītājs

Māris PLIKŠS, Barbel MÜLLER-KARULIS

Latvijas Zivju resursu aģentūra
Daugavgrīvas 8, Rīga, LV-2015
E-pasts: maris.plikss@lzra.gov.lv

Menca (*Gadus morhua*) evolūcijas procesā ir pielāgojusies Baltijas jūras apstākļiem, jo nārstojusti jūras dziļūdens ieplakās zem haloklīna, no kurām galvenās ir Bornholma, Gdaņska un Gotlande. Ņemot vērā Baltijas jūrai raksturīgo ūdeņu vertikālo stratifikāciju, kā arī mencu ikru un kāpuru izdzīvošanu limitējošos hidroloģiskos parametrus, ūdens masas, kuru skābekļa koncentrācija ir lielāka par 2ml/l, temperatūra – lielāka par 2 °C un sāļums – lielāks par 11 PSU, tiek definētas kā mencas „vairošanās jeb nārsta tilpums (RV)”. Tiek uzskatīts, ka nārsta tilpums ir arī primārais nosacījums sekmīgam mencas nārstam (Plikšs *et al.*, 1993; MacKenzie *et al.*, 2000).

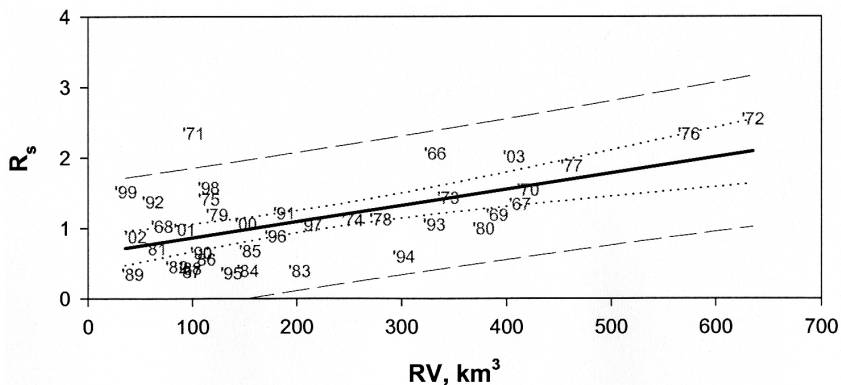
Kā zināms, mencu paaudžu ražību nosaka vairāki “kritiskie” periodi: ikru izdzīvošana atkarībā no T, S un O₂ (1) un nodrošinājums ar barību (zooplanktonu), kāpuriem pārejot uz ārējo barošanos (Hinrichsen *et al.*, 2002) (2). Papildus tam pierādīts, ka paaudžu ražību būtiski var ietekmēt kanibālisms (Uzars & Plikšs, 2000), Clupeidae zivju barošanās ar mencas iekriem (Köster & Möllmann, 2000) un nārsta bara struktūra (Kraus *et al.*, 2002).



1. att. Mencas nārsta tilpuma anomālijas

Pēdējo 40 gadu laikā mencas krājuma dinamika uzrāda ievērojamas svārstības. Biomasas strauja palielināšanas parasti notika pēc lielajiem Ziemeļjūras/Kategata ūdeņu ieplūdumiem, kas sekmēja nārsta tilpuma un arī paaudžu ražības būtisku palielināšanos. Mencu paaudžu ražības samazināšanās pēdējos gados galvenokārt tieši saistīta ar jūras hidroloģiskā režīma maiņu kopš 1981. gada, kad sakarā ar Ziemeļjūras ūdeņu ieplūduma samazināšanos sāka dominēt stagnācijas procesi dziļūdens ieplakās (1. att.).

Apkopotie RV novērtējumi visās trīs principiālajās Baltijas mencas nārsta vietās, neņemot vērā pārējās ietekmes, būtiski ļauj izskaidrot paaudžu ražības daudzgadīgo dinamiku ($R^2=0,36$, $p<0,0001$) (2. att.).



2. att. Mencas vairošanās sekmība (R_s = rekrūši/nārsta bara biomasa) atkarībā no nārsta tilpuma (RV)

Ņemot vērā šīs principiālās likumsakarības, šajā darbā tiek novērtēts, ar kādu ticamību ir iespējama ilgtermiņa mencu paaudzes ražības prognoze, balstoties tikai uz ikru izdzīvošanu nosakošajiem parametriem galvenajos mencas nārsta areālos.

Literatūra

- Hinrichsen, H.-H., Möllmann, C., Voss, R., Köster, F. W. & Kornilovs, G., 2002. Biophysical Modeling of Larval Baltic Cod (*Gadus morhua*) Growth and Survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1858–1873.
- Köster, F. W. & Möllmann, C. 2000. Trophodynamic Control by Clupeid Predators on Recruitment Success in Baltic Cod? *ICES J. Mar. Sci.* 57: 310–323.
- Kraus, G., Tomkiewicz, J. & Köster, F. W. 2002. Egg Production of Baltic Cod (*Gadus morhua*) in Relation to Variable Sex Ratio, Maturity, and Fecundity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1908–1920.

- MacKenzie, B. R., Hinrichsen, H-H., M. A., Plikshs, M., Wieland, K. & Zazera, A. S. 2000. Quantifying Environmental Heterogeneity: Estimating the Size of Habitat for Successful Cod Egg Development in the Baltic Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 193: 143–156.
- Plikshs, M., Kalejs, M. & Grauman, G. 1993. The Influence of Environmental Conditions and Spawning Stock Size on the Year-Class Strength of the Eastern Baltic Cod. *ICES-CM.* 1993/J:22.
- Uzars, D. & Plikshs M. 2000. Cod (*Gadus morhua callarias* L.) Cannibalism in the Central Baltic: Interannual Variability and Influence of Recruitment Abundance and Distribution. *ICES Jour. Mar. Sci.* 57: 324–329.

Viendienīšu – Ephemeroptera sugu izplatības areāla izmaiņas Latvijas teritorijā

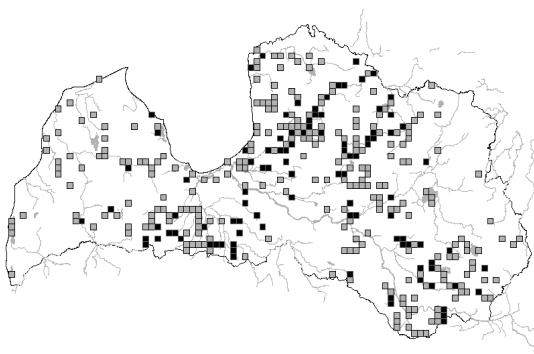
Arkādijs POPPELS

Latvijas Zivju resursu aģentūra

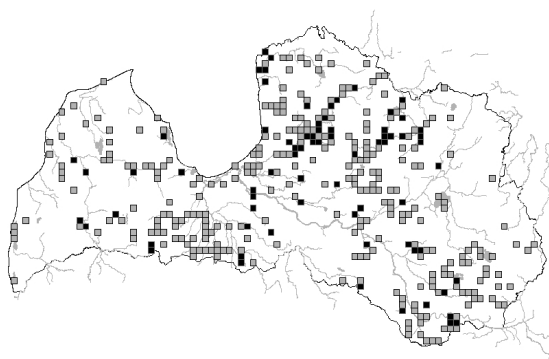
Iekšējo ūdeņu laboratorija

E-pasts: apoppels@hotmail.com

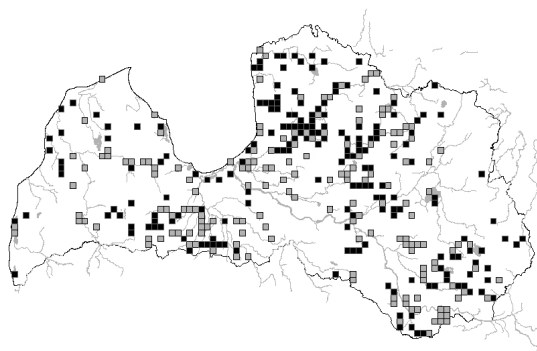
Patlaban Latvijā ir konstatētas 59 Ephemeroptera sugas. Īpaši pēdējos gados ir mainījies priekšstats par Ephemeroptera sugu izplatību Latvijā [1, 2, 3, 4]. Ir apzināta agrāk bieži sastopamo sugu klātbūtne visā Latvijas teritorijā [1], kā arī palielinājies jauno atradņu skaits. Veikta Latvijā konstatēto Ephemeroptera sugu kartēšana, kā rezultātā patlaban par Latvijas teritorijā bieži sastopamām sugām uzskatāmas *Baetis fuscatus* (Linnaeus, 1761), *Baetis rhodani* (Pictet, 1843), *Baetis vernus* Curtis, 1864, *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761), *Caenis horaria* (Linnaeus, 1758), *Caenis robusta* Eaton, 1884., *Ephemerella ignita* (Poda, 1761), *Ephemerella vulgata* Linnaeus, 1758. Zemāk atrodošajos attēlos ar pelēkiem kvadrātiem atzīmētas apsekotās vietas, savukārt ar melniem – konkrēto sugu atradnes – 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8. att.



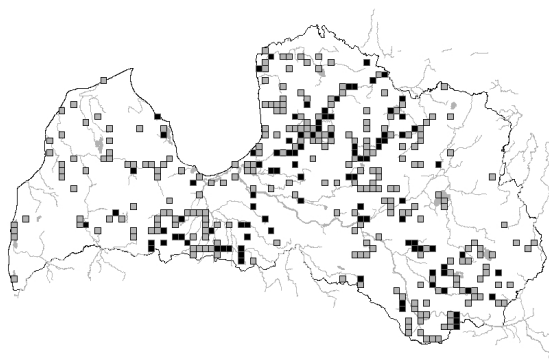
1. att. *Baetis rhodani* izplatība Latvijā



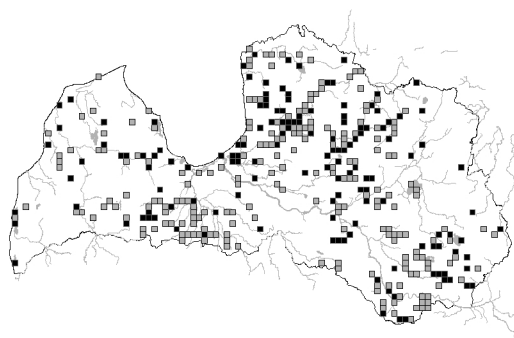
2. att. *Baetis fuscatus* izplatība Latvijā



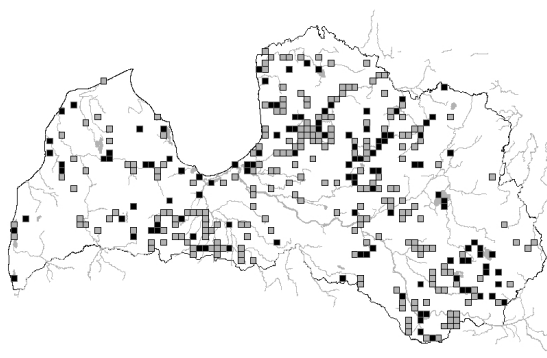
3. att. *Cloeon dipterum* izplatība Latvijā



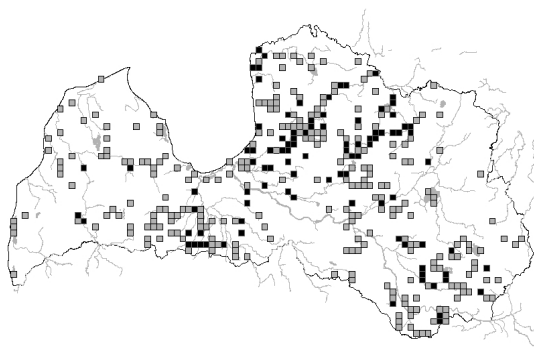
4. att. *Baetis vernus* izplatība Latvijā



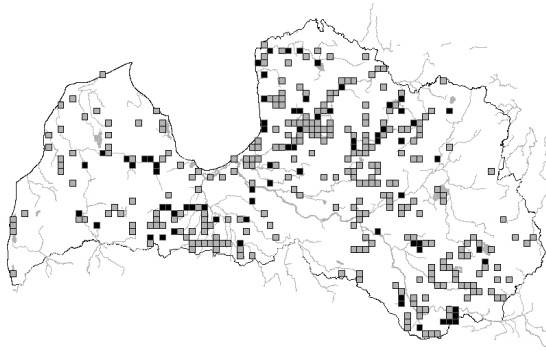
5. att. *Caenis horaria* izplatība Latvijā



6. att. *Caenis robusta* izplatība Latvijā



7. att. *Ephemerella ignita* izplatība Latvijā



8. att. *Ephemera vulgata* izplatība Latvijā

Visā Latvijas teritorijā par retām uzskatāmas *Ephemera notata* Eaton, 1887, *Ephemera karelica* Tiensuu, 1935, *Polymitarcus virgo* Olivier, 1791, *Heptagenia coeruleans* Rostock, 1877 un *Ecdyonurus fluminum* Pictet, 1843 (1–3 atradnes). Līdz šim ļoti reti sastopamā *Ephemera mucronata* Bengtsson, 1909, kuras vienīgā atradne ilgus gadus bija tikai Gaujā Strenču krācēs, patlaban ir bieži sastopama un konstatēta ne tikai Vidzemes upēs, bet arī Kurzemē. Jaunas sugas Latvijai ir *Siphonurus ornatus* Eaton, 1870, *Siphonurus lacustris* Eaton, 1870, *Heptagenia affinis* Eaton, 1885 un *Arthroplea congener* Bengtsson, 1908. To parādīšanās Latvijā izskaidrojama ar šo sugu areāla iespējamām izmaiņām. Savukārt ļoti retā viairogiendienīte *Prosopistoma foliaceum* (Fourcroy, 1785), kuras atradne bija Daugavā – posmā Pļaviņas-Koknese –, un kuru pirms vairāk nekā 30. gadiem mēģināja pārnest uz Ventas rumbas apkārtni, pēdējo 20 gadu pētījumu laikā netika konstatēta. Tas varētu liecināt par dzīves ekoloģisko apstākļu izmaiņām, kas nelabvēlīgi ietekmējušās sugas eksistenci vai arī par potenciālām klimata maiņu radītām areāla izmaiņām.

Literatūra

1. Poppels, A. 2005. Distribution of Mayflies *Ephemeroptera* in Latvia's Inland Waters. Proceedings of the Internat. Assoc. of Theoretical and Applied Limnology; Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, vol. 29, 821–822.
2. Poppels, A. 2005. Ecology and Distribution of Mayflies (Ephemeroptera) in Latvia's Running Waters. *Book of Abstracts. River Bottom, VI*. Brno, Czech Republic, p. 50.
3. Poppels, A. 2007. The Study of Mayflies (Ephem-Eroptera) Ecology in Latvia's Running Waters (1986–2006). „SEFSS” *Symposium for European Freshwater Sciences*. Palermo. Italy. Abstracts. Palermo, 243.
4. Poppels, A. 2002. New Species of Mayflies *Ephemera notata* Eaton, 1887 (*Ephemeroptera, Ephemerellidae*) in fauna of Latvia. *Latv. Entomol.* 39. Rīga.

Organisko un neorganisko biogēnu ietekme uz Rīgas līča fitoplanktona struktūru un potenciāli toksisko aļģu attīstību

Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE, Santa PURVIŅA

Latvijas Hidroekoloģijas institūts
Eksperimentālās hidrobioloģijas nodaļa
E-pasts: ingrida@hydro.edu.lv

Christian BECHEMIN, Serge MAESTRINI

CREMA-L'Houmeau, Ifremer

Pēdējos gados piekrastes ūdeņu eitrofikācija kļuvusi par lielāko ekoloģisko un ekonomisko problēmu Baltijas jūrā un Rīgas līcī, izraisot pastiprinātu planktona aļģu augšanu, ūdens dzidrības samazināšanos un būtiskas izmaiņas barības ķēdēs. 20. gs. 90. gadu sākumā lauksaimniecības un rūpniecības sabrukums izraisīja biogēnu koncentrāciju samazināšanos Rīgas līcī, kam sekoja straujš toksisko zilaļģu īpatsvara pieaugums vasaras fitoplanktonā.

Eksperimentālie pētījumi liecina, ka Rīgas līcī notikusi limitējošo elementu maiņa: galvenais limitējošais elements vasaras mēnešos ir slāpekļis, bet fosfors limitē fitoplanktona attīstību upju grīvu rajonos. Turpmākie eksperimenti par dažādu slāpekļa–fosfora (N:P) attiecību ietekmi uz fitoplanktona sugu sastāva izmaiņām liecina, ka kriptofīti un kramaļģes spēj attīstīties pie augstākām neorganisko biogēnu koncentrācijām, kā arī pie augstākas N:P attiecības, bet zilaļģes un zaļaļģes straujāk attīstās pie zemām N:P attiecībām un, iespējams, izmantojot organiskās vielas kā slāpekļa avotu. Lai pārbaudītu hipotēzi par organisko slāpekļa avotu izmantošanu, dabiskām fitoplanktona populācijām tika pievienotas dažādas aminoskābes (glutamīnskābe, glicīns, spermīns un putrescīns), kā arī guanīns, hipoksantīns un urīnviela. Kontrolei tika izmantoti amonija joni, kas no reducētajiem slāpekļa savienojumiem tiek visātrāk uzņemti aļģu šūnās. Urīnviela bija labākais slāpekļa avots vasaras fitoplanktonam, par 20% pārsniedzot kontroles biomasu. Glicīns, hipoksantīns un putrescīns bija nākamie vieglāk izmantojamie slāpekļa savienojumi, kuru klātbūtnē fitoplanktona biomasas sasniedza vismaz 50% no kontroles. Citu organiskā slāpekļa savienojumu klātbūtnē aļģu augšanas intensitāte bija atšķirīga – glutamīnskābe un spermīns deva ievērojamu biomasas pieaugumu tikai dažos gadījumos, savukārt guanīns neveicināja fitoplanktona biomasas pieaugumu.

Paralēli tika veikti eksperimenti ar zilaļģu kultūru *Microcystis aeruginosa*. *M. aeruginosa* kultūrai labākais slāpekļa avots bija nitrāti, bet biomasas, kas iegūta ar urīnvielu, glicīnu, hipoksantīnu, putrescīnu un spermīnu kā vienīgajiem

slāpekļa avotiem, sastādīja 62–72% no tās, kas iegūta ar nitrātiem kā slāpekļa avotu. Dažās eksperimentu sērijās tika pievienotas dabiskās organiskās vielas, kas ekstrahētas no Daugavas ar tangenciālās ultrafiltrēšanas metodi (DOM). Dabiskās organiskās vielas veicināja biomasas pieaugumu 38% apmērā salīdzinājumā ar nitrātiem.

Pamatojoties uz šiem rezultātiem, tika veikti eksperimenti, kuros salīdzināta neorganisko un organisko slāpekļa savienojumu ietekme uz vasaras fitoplanktona attīstību. Eksperimenta gaitā lielākā fitoplanktona biomasa un augstākā hlorofila *a* koncentrācija novērota eksperimentu sērijā ar neorganiskajiem biogēniem. Biomasas pieaugumu izraisīja zaļalģu un kolonijveida zilaļģu masveida attīstība. Eksperimentu sērijās ar izšķīdusajām organiskajām vielām novērots ievērojams dinoflagelātu pieaugums, eksperimenta beigās veidojot 27–60% no kopējās fitoplanktona biomasas, no kuriem ~50% bija toksiskie dinoflagelāti *Dinophysis acuminata*. Rezultāti liecina, ka sauszemes izcelsmes organiskās vielas stimulē Rīgas līča vasaras fitoplanktona augšanu, īpaši veicinot dinoflagelātu attīstību, un uzskatāmas par ievērojamu slāpekļa rezervi vasaras mēnešos.

Lai novērstu turpmāku piekrastes ūdeņu eitrofikāciju, kam seko masveida fitoplanktona attīstība, uzmanība jāvelta ne tikai neorganisko, bet arī organisko barības vielu iekļūdes samazināšanai, optimizējot piekrastes apsaimniekošanu, kontrolējot sadzīves notekūdeņu ieplūdi, sateces baseina mežu izciršanu un augšņu eroziju.

Darbs izstrādāts ar ES projekta DOMTOX un ESF finansiālu atbalstu.

Alohtonās izšķīdušās organiskās vielas ietekme uz Rīgas līča bakterioplanktonu un fitoplanktonu

Santa PURVIŅA, Ingrīda PURIŅA, Maija BALODE

Latvijas Hidroekoloģijas institūts
Eksperimentālās hidrobioloģijas nodaļa
E-pasts: santa@hydro.edu.lv

Christian BECHEMIN, Serge MAESTRINI

CREMA-L'Houmeau, Ifremer

Aļģu masveida savairošanās gadījumu palielināšanās visā pasaulē ir izraisījusi pastiprinātu interesi par faktoriem, kas nosaka fitoplanktona populācijas dinamiku. Ir izvirzīta hipotēze, ka viens no veicinošiem faktoriem ir pastiprināta izšķīdušās organiskās vielas (DOM) pieplūde iesāļajos piekrastes ūdeņos.

Mūsu pētījumu mērķis bija noskaidrot heterotrofo baktēriju lomu upju pienestā DOM biodegradācijā, noteikt, kā baktēriju DOM biodegradācijas metaprodukti ietekmē zilaļģi *Microcystis aeruginosa*, kā arī visa fitoplanktona attīstību Rīgas līcī un atklātajā Baltijas jūrā.

Izšķīdušās organiskās vielas ietekme uz fitoplanktonu un bakterioplanktonu tika pētīta eksperimentālos darbos. DOM pievienojumi labvēlīgi ietekmē jūras fitoplanktona attīstību, veicinot dinoflagelātu (jūnijs) un cianobaktēriju (augusts) attīstību, tomēr Rīgas līča centrālās daļas bakterioplanktons ir labāk piemērots autohtonās organiskās vielas izmantošanai, ko producē fitoplanktons vai kas veidojas šūnu lizēšanās procesā, nekā alohtonās upju DOM izmantošanai. Tajā pašā laikā Rīgas līča piekrastes bakterioplanktons ir piemērojis upju pienestās izšķīdušās organiskās vielas patērēšanai. Pērnavas upes izšķīdušā organiskā slāpekļa saturs tika samazināts par 53%. Piekrastes baktērijas, kas asociētas ar *Microcystis aeruginosa*, piedalījās vienkāršu un viegli izmantojamu slāpekļa savienojumu reģenerācijā no upes DOM, tādējādi nodrošinot *M. aeruginosa* šūnas ar šīm barības vielām, t. i., nitrātiem, nitrītiem un amoniju. DOM pievienojumi un mikrobiālā darbība labvēlīgi ietekmēja *M. aeruginosa* šūnu sastāvu, mainot to ķīmisko saturu no fosfora limitētām uz slāpekļa un fosfora līdzsvarotām šūnām.

Pētījumu rezultāti liecina, ka izšķīdusī organiskā viela un mikrobiālās darbības produkti pastiprināti ietekmē fitoplanktona attīstību piekrastes rajonos, savukārt līča centrālajā daļā un Baltijas jūrā palielinās autohtonās organiskās vielas loma planktona vielu apritē.

Pētījumus atbalstīja ES projekts DOMTOX un ESF.

Galvenie noteicošie faktori ziemeļu upespērlenes *Margaritifera margaritifera* L. populāciju izdzīvošanā Eiropā un Latvijā

Mudīte RUDZĪTE

Latvijas Universitāte
Zooloģijas muzejs
E-pasts: Mudite.Rudzite@lu.lv

Aiva ONKELE

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra
E-pasts: oaiva25@inbox.lv

Jānis BIRZAKS, Arkādijs POPPELS

Latvijas zivju resursu aģentūra
E-pasts: janis.birzaks@lzra.gov.lv; apoppels@hotmail.com

Ziemeļu upespērlene iekļauta **Bernes konvencijas III** pielikumā un **ES direktīvas 92/43/EEK II** un **V** pielikumā. Tā ir suga, kurai draud iznīkšana ne tikai Latvijā, bet arī visā sugas areālā kopumā.

Ziemeļu upespērlene ir evolūcijas gaitā šauri specializējusies suga, kas pielāgojusies dzīvei oligotrofās upēs. Eiropas valstu zinātnieki izsaka divas prognozes: 1) globālās sasilšanas un vispārējās vides eitrofikācijas dēļ visvairāk apdraudētas ir sugas, kas specializējušās dzīvei oligotrofā vidē. Ziemeļu upespērlenes nākotnē saglabāsies tikai tīrākajās kalnu upēs. Viduseiropas valstu zinātnieku prognoze: 2) izolētajām upespērlēņu populācijām ir dažāds genofonds, tāpēc izdzīvos ne tikai tās populācijas, kurām ir optimālākie dzīves apstākļi, bet gan tās, kurām ir lielāks izdzīvošanas potenciāls.

2006. un 2007. gadā pēfīta upespērlēņu populācija Rauzas upes baseinā. Te atrodas apmēram 95% no visām Latvijas upespērlēnēm, to aizsardzībai izveidoti trīs dabas liegumi, kuriem ir NATURA2000 vietas statuss. Citās Gaujas pietekās pērlēņu populācijas ir bijušas un iznīkušas dažādu iemeslu dēļ. Tāpēc vērtēti galvenie faktori, kas nodrošināja šīs populācijas saglabāšanos: 1) ūdens kvalitāte; 2) barības bāzes nodrošinājums; 3) stabila saimniekzivju populācija; 4) mikrobiotopu kvalitāte; 5) meža zemju platības upes baseina teritorijā. Upespērlēņu populācijas vecumstruktūra atspoguļo populācijas stāvokļa izmaiņas apmēram simts gadu ilgā laika periodā. 2007. gadā pirmo reizi atrastas septiņus un astoņus gadus vecas gliemenes, līdz tam jaunākās atrastās bija vecumā no piecpadsmit līdz divdesmit gadiem.

Kopš 1999. gada “Ziemeļu upespērlenes aizsardzības programmu” atbalstījuši Latvijas Dabas fonds, Latvijas Vides aizsardzības fonds un Zivju fonds.

Smago metālu ilgtermiņa raksturs Rīgas līča brūnaļģē *Fucus vesiculosus*

Zinta SEISUMA, Irīna KUĻIKOVA

Latvijas Universitāte
Bioloģijas institūts
Jūras Ekoloģijas laboratorija
E-pasts: zinta@inbox.lv

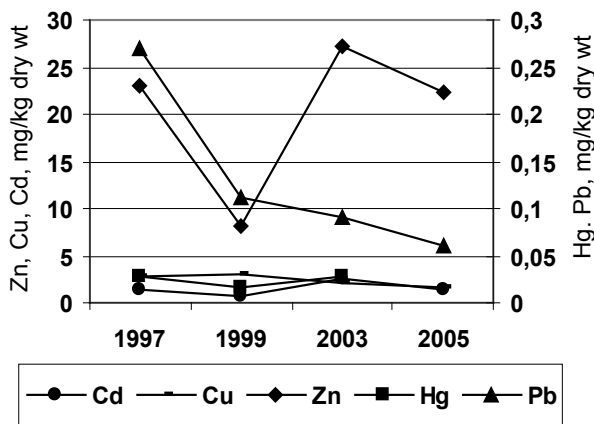
Daudzgadīgā brūnaļģē *Fucus vesiculosus* ir viena no izplatītākajām makrofitu sugām Rīgas līcī, tāpat kā citur Baltijas jūras piekrastes biocenozēs. *F. vesiculosus* audzes kā dzīvošanas pamatu izmanto ļoti daudz bentosa sugu, kas sekmē bioloģiskās daudzveidības nodrošinājumu Rīgas līča ekosistēmā. Šī brūnaļģe tiek uzskatīta arī par labu bioindikatoru, kas raksturo piesārņojumu ar smagiem metāliem. Tā kā *F. vesiculosus* ir nekustīgs dzīves veids, varam salīdzināt piesārņojuma līmeni dažādās paraugu ņemšanas vietās.

Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Mn un Fe koncentrācijas analizētas brūnaļģē *F. vesiculosus* Ainažos 1997.–2005. gadā, Saulkrastos 1999.–2005. gadā un Mērsragā 1999.–2006. gadā. Brūnaļģes paraugi 3 m dziļumā ievākti ar ūdenslīdzēja palīdzību. Metālu koncentrācijas noteiktas ar liesmas atomabsorbcijas spektrometru VARIAN Spektra AA 880, Hg – ar FIMS (*Perkin Elmer*).

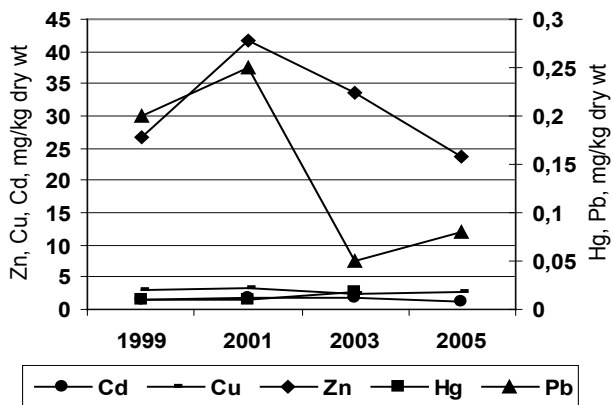
Salīdzinot Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Mn un Fe koncentrācijas brūnaļģē *F. vesiculosus* laika posmā no 1999. līdz 2005. gadam trijās stacijās (Mērsrags, 3 m; Saulkrasti, 3 m, un Ainaži, 3 m), varam konstatēt, ka Cd un Ni koncentrācijas ir tuvas visās trijās stacijās (1. un 2. att.). Šajā laikā Pb un Cu koncentrācijām *F. vesiculosus* ir vērojama samazināšanās tendence visās trijās stacijās, bet Hg, Zn, Mn un Fe koncentrācijas gan samazinās, gan palielinās.

1999. gadā starp Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Mn un Fe koncentrācijām brūnaļģē dažādās stacijās konstatēta daudz lielāka atšķirība nekā 2005. gadā. Šajā laikā arī metālu koncentrācijas ūdenī un gruntīs ir izlīdzinājušās pa visu Rīgas līča piekrasti.

1999. gadā augstākas Hg, Pb, Cu, Zn koncentrācijas *F. vesiculosus* konstatētas Saulkrastos, 3 m, salīdzinot ar Mērsragu, 3 m, un Ainažiem, 3 m, arī šo metālu koncentrācijas ūdenī un gruntīs Saulkrastos ir augstākas nekā pārējās stacijās. 2001. gadā Mērsragā, 3 m dziļumā noteikta augstākā Zn koncentrācija *F. vesiculosus*, šai laikā šeit arī bija augstākā Zn koncentrācija ūdenī. Ūdens augiem raksturīgi, ka tie savai augšanai un attīstībai nepieciešamos metālus absorbē no ūdens un grunts.

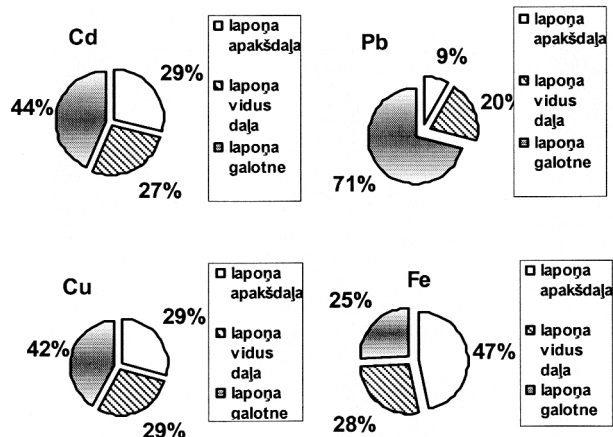


1.att. Smago metālu koncentrācijas *Fucus vesiculosus*, Ainaži



2. att. Smago metālu koncentrācijas *Fucus vesiculosus*, Mērsrags

2006. gadā augustā pētīta Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Mn un Fe koncentrācijas brūnaļģē *F. vesiculosus* lapoņa 3 dažādās daļās: lapoņa galotnēs, vidus daļā un apakšdaļā (3. att.), ar ko augs piestiprināts pie substrāta. Brūnaļģes *F. vesiculosus* lapoņa galotnēs visvairāk uzkrājas Cd, Pb un Cu, bet maksimālās Zn, Ni, Mn un Fe koncentrācijas noteiktas lapoņa apakšdaļā. Lapoņa vidus daļā konstatējām visu pētīto metālu vidējās koncentrācijas.



3. att. Smago metālu koncentrācijas *Fucus vesiculosus* lapoņa 3 dažādās daļās

Mērsragā, pētot metālu koncentrāciju atšķirības dažāda vecuma *F. vesiculosus*, noteicām, ka Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Mn koncentrācijas ir būtiski augstākas 3–4 gad. aļģēs salīdzinājumā ar 1–2 gad., bet Ainažos – tikai Hg, Ni, Zn un Mn koncentrācijas bija būtiski augstākas 3–4 gad. aļģēs.

Dažas nākotnes klimata iezīmes

Juris SENNIKOVS, Uldis BETHERS, Andrejs TIMUHINS

Latvijas Universitāte

Fizikas un matemātikas fakultāte

Vides un tehnoloģisko procesu matemātiskās modelēšanas laboratorija

E-pasts: jsenniko@latnet.lv

Dažādu laika periodu klimata raksturojumam un salīdzinājumam plaši tiek lietota meteoroloģisko parametru novērojumu datu rindu analīze. Šajā darbā novērojumu vietā izmantoti Latvijas teritorijai adaptēti reģionālo klimata modeļu aprēķinu rezultāti. Autori, nepretendējot uz aptverošu klimata izmaiņu analīzi, aplūko temperatūras un nokrišņu daudzuma laika rindas un to telpisko sadalījumu Latvijas teritorijā (a) mūsdienu klimatam, – laika periodam no 1961.–1990. gadam, (b) diviem nākotnes klimata scenārijiem – B2 un A2 (atbilstoši ANO un WMO IPCC klasifikācijai) – laika periodam no 2071. līdz 2100. gadam.

Darba mērķis ir noteikt zinātniski pamatotas prognozes par iespējamo temperatūras un nokrišņu režīma izmaiņu nākotnē Latvijas teritorijā. Darbs parāda modeļaprēķinu rezultātu analīzes (*data mining*) potenciālu nākotnes klimata raksturlielumu objektīvās nenoteiktības samazināšanā un ļauj kvantificēt kvalitatīvos spriedumus par sagaidāmo klimatu. Tādējādi autoru mērķis ir rosināt citas pētnieku grupas savā darbā izmantot modeļaprēķinu rezultātu analīzi.

Aplūkotās temperatūras un nokrišņu režīma izmaiņas ietver:

- sezonālā cikla sagaidāmās izmaiņas;
- ekstrēmu notikumu atkārtotamības maiņu;
- ģeogrāfiskā sadalījuma atšķirību attīstību;
- standartnoviržu izmaiņas;
- starpgadu atšķirību izmaiņas.

Pētījums veikts Valsts pētījumu programmas „Klimata mainības ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi” ietvaros.

Vides faktoru ietekme uz upju makrozoobentosa drifta sezonālo dinamiku

Agnija SKUJA

Latvijas Universitāte
Bioloģijas fakultāte
E-pasts: agnija@lanet.lv

Dāvis OZOLIŅŠ

Latvijas Universitātes aģentūra
Bioloģijas institūts

Ūdens kukaiņu sugu sabiedrību struktūras veidošanā galvenā loma ir temporālajām un telpiskajām ūdens līmeņa, straumes ātruma un caurteces izmaiņām.

Drifts ir ar strauji nestu, tekošos ūdeņos suspendētu dzīvu un beigtu, organisku un neorganisku daļiņu kopums, tā apjomu nosaka kā daudzumu laika vai tilpuma vienībā. Driftam ir funkcionāla nozīme upju ekosistēmās, piemēram, tas veido lašveidīgo zivju barības bāzi.

Līdz šim lielākā daļa pētījumu veltīta drifta diennakts dinamikai, mazāk – sezonālajai dinamikai.

Makrozoobentosa drifta paraugi ar drifta paraugu ievākšanas ierīcēm ($0,25 \times 0,25 \text{ m}^2 \times 3$) tika ievākti divās vidēja izmēra upēs – Strīķupē un Korģē, leļpus diviem reprezentatīviem posmiem trīs reizes gadā (pavasara, vasaras un rudens sezonā) diennakts tumšajā laikā (plkst. 0.00–0.30 un 0.30–1.00). Strīķupē paraugus ievācām leļpus posmiem, kuros dominēja smilts–detrīta biotopi un smilts–augu biotopi (g. k. elodeju audzes); Korģē – leļpus straujtecei (g. k. akmeņu biotopi) un lēnāk tekošam posmam ar heterogēnāku biotopu sastāvu.

Pētītās upes ir strauji tekošas ritrāla tipa upes ar atšķirīgu grunts sastāvu, Strīķupē dominē smilšu substrāti, bet Korģē – akmeņu substrāti, kas ietekmē gan makrozoobentosa sugu sabiedrību struktūru, gan funkcijas.

Lielākas ūdens līmeņa izmaiņas tika konstatētas Korģē, kur vasaras periodā ūdens līmenis būtiski samazinājās; arī temperatūras režīms bija mainīgāks kā Strīķupē.

Strīķupes drifta paraugos konstatēta daudz augstāka taksonu daudzveidība un lielāks īpatņu blīvums nekā Korģes paraugos, ko galvenokārt varētu izskaidrot ar smilšu substrāta nestabilitāti.

Paraugos galvenokārt dominēja kukaiņu kāpuri. Pavasara un vasaras sezonā Korģes drifta paraugos raksturīga viena skaitliski dominējošā grupa – viendienīšu Baetidae kāpuri, bet Strīķupē pēc indivīdu skaita dominē knišļu Simuliidae un viendienīšu Baetidae kāpuri.

Salīdzinot makrozoobentosa drifta paraugus trīs sezonās, redzams, ka rudens sezonā drifta intensitāte ir būtiski zemāka, ko daļēji varētu izskaidrot ar “lielūdens” periodu, zemāku ūdens temperatūru un kukaiņu attīstības cikla īpatnībām.

Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu.

Klimata mainība un augsnes erozijas procesu aktivizācija ziemas periodā

Juris SOMS

Daugavpils Universitāte
Parādes 1, Daugavpils, LV-5401
E-pasts: Juris.Soms@du.lv

Klimata izmaiņas var būtiski ietekmēt augsnes erozijas apjomus un ar to saistīto sedimentu un biogēnu pārnesei uz uztverošajiem virszemes ūdens objektiem Baltijas reģionā, kur izstrādātie klimata mainības modeļi prognozē temperatūras un nokrišņu sezonālā sadalījuma izmaiņas, kā arī ekstrēmu lietusgāžu biežāku atkārtošanos. Tieši klimata izmaiņu ietekmē arī Latvijā pēdējos gados novērojama netipiska augsnes erozijas procesu aktivizācija ziemas periodā, kas saistīta ar bezsala perioda pagarināšanos, noteces veidošanas atkušņu laikā ziemā un augsnes sasaluma režīma izmaiņām. Hidrogrāfiskā tīkla augšējo posmu izpēte sniega kušanas veidotās noteces apstākļos nodrošina iespēju noskaidrot plakniskās noskalošanās un strūklveida erozijas procesus ietekmējošos faktorus un apjomus, kā arī novērtēt iespējamo klimata izmaiņu ietekmi uz šiem procesiem.

Pētījumi, kas veikti nelielu, periodisku ūdensteču sateces baseinos Latgales un Augšzemes augstienēs, rāda, ka augsnes erozijas procesu aktivizācijas dēļ ziemā aramzemes platībās veidojas izskalojumvagas, bet atsevišķos gadījumos arī efemērās gravas. Līdz ar caurteces atjaunošanos lielākās gravās un ievalkos atkušņu laikā strūklveida erozijas produkti tiek transportēti uz upēm vai ezeriem. Pārnestā sanešu materiāla apjoms sasniedz līdz $4300 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$, biogēnu apjoms – līdz $48 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ N-kop un līdz $2,7 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$ P-kop, kopējais no sateces baseina pārnestā erodētā materiāla daudzums sasniedz līdz $102 \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$. Iegūtie dati liecina par klimata izmaiņu izraisīto augšminēto procesu norises negatīvo ietekmi uz ūdeņu vidi.

Atslēgvārdi: klimata izmaiņas, augsnes erozija, Latgales augstiene, Augšzemes augstiene.

Ievads

Mūsdienās notiekošo globālo klimata izmaiņu fakts ir vispāratzīts, un kopumā tas tiek raksturots kā viena no nopietnākajām problēmām, ar kuru saskaras cilvēce (Gregory *et al.*, 2006). Taču, lai gan klimata izmaiņu fakts tiek atzīts, daudz mazāk vienprātības ir jautājumos par šo izmaiņu izraisītajiem procesiem un to norises sekām. Tas lielā mērā attiecas arī uz klimata mainības

ietekmi uz ūdens objektu ekosistēmām (Springe *et al.*, 2007), to skaitā tām izmaiņām, kas saistītas ar augsnes erozijas procesu pastiprināšanos sateces baseinos un erozijas produktu nonākšanu uztverošajos ūdens objektos. Šajā gadījumā jāņem vērā, ka ūdeņu vides kvalitāti būtiski ietekmē sanešu materiāla, kā arī difūzā biogēnu un ķīmiskā piesārņojuma pieplūde no sateces baseiniem, kura veidošanās saistīta galvenokārt ar augsnes eroziju. Ūdens izraisītā augsnes erozija ir dabisks process, kuru nosaka klimatiskie faktori, galvenokārt lietus nokrišņu daudzums, intensitāte un kinētiskā enerģija. Taču šis process sevišķi intensīvi norisinās teritorijās, kur veģetācijas segas un augsnes augšējo horizontu mitruma uzkrāšanas un regulēšanas funkcijas ir mazinājušās vai būtiski traucētas cilvēka darbības rezultātā (Van-Camp *et al.*, 2004).

Latvijā līdz šim sateces baseinos notiekošo erozijas/akumulācijas procesu apjoma un dinamikas pētījumi veikti salīdzinoši maz (Soms, 2006a; Soms, 2006b; Soms, 2007), lai gan erozijas un bīstamo ģeomorfoloģisko procesu aktivizēšanās klimatisko faktoru ietekmē un šo procesu norises negatīvo iespējamo seku izpēte pēdējā laikā ir daudzu nacionālo un starptautisko pētījumu mērķis (piemēram, Favis-Mortlock, Boardman, 1995; Poesen *et al.*, 1996; Collison *et al.*, 2000; Dehn *et al.*, 2000; Nearing, 2001; Poesen *et al.*, 2003; Sidle *et al.*, 2004). Daudzi pētījumi veltīti lietus nokrišņu daudzuma un intensitātes izmaiņu izraisītajiem augsnes erozijas procesiem, mazāk vērības līdz šim veltīts augsnes erozijas procesu aktivizācijai ziemas periodā, kas saistīts ar gaisa temperatūras un augsnes sasaluma režīma izmaiņām (Øygarden, 2003).

Globālo vides izmaiņu kontekstā, Z puslodes mērenās joslas klimatam kļūstot siltākam un mitrākam, mainās arī temperatūras gada gaita, nokrišņu sezonālais sadalījums un intensitāte Latvijā. Izstrādātie Eiropas klimata izmaiņu modeļi rāda, ka dažos reģionos, jo īpaši Eiropas centrālajā, ziemeļu un ziemeļaustrumu daļā, ikgadējais nokrišņu daudzums pieaugs par 1–2% katru desmitgadi (Impacts of Europe's changing climate 2004), virszemes noteces apjoms pieaugs par 10–50% laika posmā līdz 2070. gadam (Lehner *et al.*, 2001), turklāt tiek prognozēts, ka ekstremāli nokrišņi būs biežāka parādība. Arī Latvijā hidrometeoroloģisko datu rindu analīze rāda pozitīvus noteces apjoma un nokrišņu daudzuma pieauguma trendus (Lizuma, 2000; Lizuma *et al.*, 2007; Kļaviņš un Radionovs, 2007; Briede un Lizuma, 2007).

Šādas klimatisko faktoru un hidroloģiskā režīma izmaiņas iespaidos visus fluviālo sistēmu elementus – no nelielām gravu un strautu ūdensgūtnēm līdz reģionāliem upju baseiniem. Tas neizbēgami radīs upju hidroloģiskā režīma izmaiņas, noteces apjoma un rakstura diferenciācijas, kā arī erozijas un akumulācijas procesu aktivizēšanos klimatisko faktoru ietekmē.

Klimatisko faktoru izraisītā augsnes erozijas procesu pastiprināšanās sateces baseinos izjauc jau izveidojušos dabisko erozijas/akumulācijas līdzsvaru visos hidrogrāfiskā tīkla posmos un pastiprina sedimentu un biogēnu plūsmu. Līdz ar to paātrināta augšņu noskalošana un gravu attīstība veicina drupu materiāla lielu apjomu nokļūšanu uztverošajās ūdenstilpēs un ūdenstecēs. Jau 1897. gadā krievu zinātnieks V. Lohtins atzīmēja (Lohtin, 1897), ka viens no galvenajiem upes transportētās cietās noteces avotiem ir nevis krastu un gultnes izskalošana, bet augšņu erozijas produkti, kuri no ūdensguves baseina virsmas tiek attransportēti ar bezgultnes plūsmu un gravu starpniecību.

Taču pēdējos gados – vienlaikus ar lietus nokrišņu izraisīto augsnes erozijas procesu intensifikāciju (Soms, 2006a) – jāatzīmē arī gaisa temperatūras paaugstināšanās ietekmē uz cietās noteces apjoma palielināšanos ziemā. No vienas puses, tas ir saistīts ar bezsala perioda pagarināšanos, nokrišņu daudzuma pieaugumu aukstajā periodā (Sprinģe *et al.*, 2007) un Latvijas klimatiskajiem apstākļiem neadekvāti ilga noteces perioda veidošanos sateces baseinos, kad, funkcionējot bezgultnes un gultnes ūdensplūsmām, uz uztverošajiem ūdens objektiem tiek transportēti sedimenti un izšķīdušās vielas. No otras puses, bieži un intensīvi atkušņi ziemā, kad jau izveidojies augsnes sasaluma slānis, rada labvēlīgus apstākļus augsnes erozijas norisei, ko nosaka paaugstināts mitruma režīms, atkusušā augsnes virsējā slāņa piesātināšanās ar ūdeni virs sasaluma slāņa un piesātinājuma determinētas noteces veidošanās.

Rakstā izklāstītie rezultāti iegūti, veicot pētījumus Latvijas DA daļā, Latgales un Augšzemes augstienēs. Pētījumu mērķi: 1) noskaidrot apstākļus un determinējošos faktorus, kuru ietekmē notiek augsnes erozijas procesu aktivizācija ziemas periodā; 2) noteikt sedimentu un biogēnu apjomu, kas no nelieliem sateces baseiniem nonāk uztverošajos ūdensobjektos intensīvas sniega kušanas vai lietus nokrišņu laikā ziemā; 3) lietojot empīrisko modeli (Morehead *et al.*, 2003), novērtēt klimata izmaiņu iespējamo ietekmi uz augsnes erozijas izraisītajām cietās noteces apjoma izmaiņām.

Materiāli un metodes

Pētījumi veikti vairākos periodisku ūdensteču sateces baseinos Latgales un Augšzemes augstienēs, kā izpētes teritorijas izvēloties gravu drenētas ūdensgūtnes ar atšķirīgu zemes lietojuma raksturu.

Augsnes erozijas aktivizēšanās dēļ ziemas periodā veidojušos izskalojumvagu un efemēro gravu rekogniscija un lineārās erozijas seku novērtējums veikts *in situ* saskaņā ar esošu metodiku (Casali *et al.*, 2006).

Lai novērtētu no sateces baseiniem transportēto augsnes erozijas produktu – sanešu materiāla un biogēnu apjomu, tika noteikta cietā notece periodisko

ūdensteču funkcionēšanas laikā, t. i., atjaunojoties caurtecei lielākās gravās un ievalkos atkušņu laikā ziemas periodā. Tā kā cieta noteci veido izšķīdušās vielas, suspendētais un pa gultni pārvietotais materiāls, bet cietā notece Q_s ir funkcija no caurplūduma jeb $Q_s=f(Q)$ (Knighton, 1998; Methods in Stream Ecology, 1996), respektīvi, tas ir sedimentu koncentrācijas un caurplūduma reizinājums. Līdz ar to šo raksturlielumu, dabā nosakot caurplūdumu, var aprēķināt kopējo izšķīdušo vielu daudzumu un sanešu apjomu.

Šī uzdevuma veikšanai pirmām kārtām tika veikti sniega kušanas ūdeņu caurplūduma mērījumi gravu strautos. Ņemot vērā, ka gravu gultnes pētījumu teritorijā ir klātas ar laukakmeņiem un oļakmeņiem un līdz ar to tajās ir augsts gultnes raupjuma koeficients, caurplūduma aprēķinos tika izmantots Manninga vienādojums (Manning, 1889 cit. in Knighton, 1998), nepieciešamos straumes ātruma mērījumus gultnes šķērsprofila laukumos veicot ar digitālo šķidrumu plūsmas ātruma mērītāju SWOFFER 3000. Kopējais izšķīdušo vielu daudzums tika noteikts dabā, izmantojot HATCH™ Surveyor 4a datu apstrādes aparāturu un MiniSonde zondi, kura ir aprīkota ar atbilstošo sensoru. Suspendētā un pa gultni pārvietotā materiāla apjomi tika noteikti ar fluviālajā ģeomorfoloģijā pieņemtajām metodēm (Tools in fluvial geomorphology, 2003; Methods in Stream Ecology, 1996), ievācot noteikta tilpuma paraugus un pēc tam iegūstot gaissausā sanešu materiāla masu. Paralēli tika ievākti ūdens paraugi to tālākai laboratoriskai apstrādei un N-kop un P-kop koncentrāciju noteikšanai ar standartmetodēm (atbilstoši metodes N-kop – LVS 340:2001; P-kop – LVS EN ISO 6878:2005/7.n).

Lai novērtētu klimatisko faktoru ietekmi uz augsnes erozijas procesu aktivizāciju ziemas periodā, tika veikta meteoroloģisko datu analīze. Šī uzdevuma veikšanai tika izmantoti DU automātiskās meteoroloģiskās stacijas „Puntusala” (Vantage Pro 2, modelis 6162, 28 parametru ikstundas mērījumi) un LVGMA meteoroloģiskās stacijas „Daugavpils” reģistrētie gaisa faktiskās, maksimālās, minimālās temperatūras, nokrišņu daudzuma u. c. mērījumi.

Rezultāti un diskusija

Augsnes erozijas un tās veidoto formu pētījumi, ko raksta autors veicis Latgales un Augšzemes augstienēs, rāda, ka klimata mainības kontekstā šie ūdeņu vidi negatīvi ietekmējošie procesi pēdējos trīs gados aizvien biežāk norisinās arī ziemas periodā, laikposmā, kad normālos apstākļos augsnes un cilmiežu virsējā kārtā ir sasalusi un neveidojas virszemes notece.

Augsnes erozijas procesu aktivizācija ziemas periodā izraisa lineārās erozijas formu – izskalojumvagu un efemēro vagu (*ephemeral gullies* angl.) veidošanos (1. un 2. att.). Kopumā šīs reljefa formas Latvijā lauksaimnieciski

apstrādājamās zemes platībās veidojas salīdzinoši bieži, taču, ņemot vērā to pastāvēšanas īslaicīgo raksturu, fiksēt pašas reljefa formas un novērot to attīstību *in situ* izdodas diezgan reti. Tas attiecas arī uz ziemā plakniskās noskalošanās un strūklveida erozijas gaitā veidotajām formām, kuras pavasarī tiek nolīdzinātas zemes apstrādes procesā.



1. att. Izskalojumvagu izveidošanās sniega kušanas ūdeņu erozīvās darbības rezultātā tūrūmā pie Lazdukalniem (Daugavpils rajons), Augšzemes augstiene (2005. gada decembris, J. Soma foto)

Izskalojumvagas pārvieto erodēto materiālu no augstāka līmeņa uz zemāku nogāzes ietvaros, bet efemērās gravas – ārpus nogāzes profila, bieži vien uz kādu uztverošo pastāvīgo vai nepastāvīgo ūdensteci. Līdz ar to minētajām erozijas formām ir dažāda nozīme cietās noteces apjoma veidošanā. Izskalojumvagas nodrošina galvenokārt izšķīdušā un koloīdā materiāla pānesi no erozijas skartajiem baseina apgabaliem, bet efemērās gravas – suspendētā un gultnē pārvēltā materiāla pānesi.

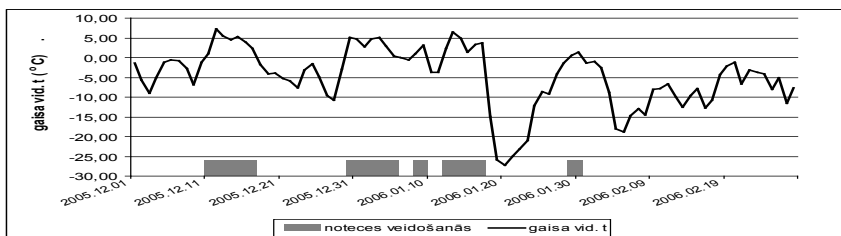
Faktori, kas klimata mainības kontekstā ziemā nosaka izskalojumvagu un efemēro gravu veidošanos ūdens izraisītas augsnes erozijas procesā, ir šādi: 1) bezsala perioda pagarināšanās, 2) noteces veidošanās ziemas periodam neraksturīgu nokrišņu, respektīvi, lietus ietekmē, 3) noteces veidošanās ilgstošu un intensīvu atkušņu laikā sniega kušanas ūdeņu ietekmē, 4) augsnes sasaluma dziļuma un režīma (atkuššanas/sasalšanas cikli) izmaiņas. Ziemas

sezonā strūklveida eroziju veicina arī tas, ka apstrādātajos tīrumos vēl nav izveidojusies augu sakņu sistēma un kultūraugu sega, kas parasti aizkavē virsmas noteci un paaugstina augsnes noturību pret eroziju.

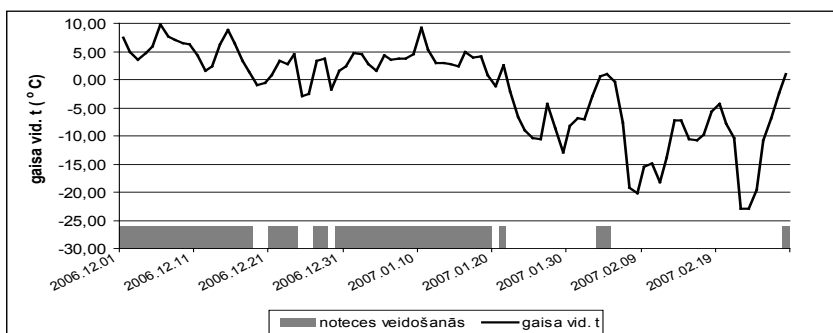


2. att. Lietus ūdeņu koncentrētas noteces izraisīta efemēras gravas attīstība tīrumā pie Līksnas, Daugavpils rajons (2007. gada janvāris, J. Soma foto)

Saskaņā ar daudzgadīgo vidējo klimatisko raksturlielumu krājumos (Справочник по климату, 1965) apkopotajiem datiem, Daugavpils rajonā bezsala periods ilgst no 28. marta līdz 20. novembrim, respektīvi, 236 dienas. Meteoroloģisko datu analīze (3. un 4. att.) rāda, ka pēdējo gadu ziemas sākumā periods ar pozitīvu vidējo diennakts temperatūru ilgst līdz decembra pirmajai dekādei. Tas saskan ar publicētajiem datiem (Lizuma, 2000; Springe *et al.*, 2007) par vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanos Latvijā ziemas sākumā. Līdz ar to bezsala perioda pagarināšanās rada labvēlīgus apstākļus, lai lietus vai jauktu nokrišņu izkrišanas gadījumā veidotos virsmas notece un norisinātos augsnes erozija.



3. att. Gaisa vidējās temperatūras izmaiņas un virszemes noteces veidošanās Augšzemes augstienē 2005.–2006. gada ziemā (DU meteoroloģiskās stacijas „Putnusala” dati)

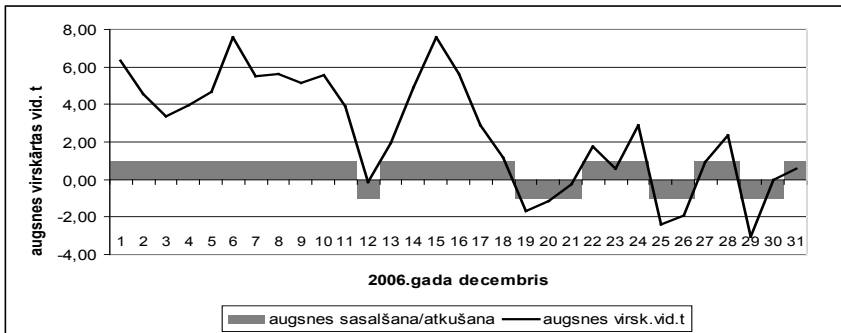


4. att. Gaisa vidējās temperatūras izmaiņas un virszemes noteces veidošanās Augšzemes augstienē 2006.–2007. gada ziemā (DU meteoroloģiskās stacijas „Putnusala” dati)

Augsnes erozijas pastiprināšanās ziemas sākumā, bet atsevišķos gadījumos arī janvārī, saistīta arī ar lielāku lietus īpatsvaru kopējā izkritušo nokrišņu apjomā. Saskaņā ar daudzgadīgo vidējo klimatisko raksturlielumu krājumus apkopotajiem datiem nokrišņi šķidrā veidā janvārī Daugavpils rajonā vid. veido 5% no kopējā nokrišņu daudzuma (Справочник по климату, 1968). Taču 2006. gada decembrī lietus veidā izkrita 34,4 mm nokrišņu jeb 68% no mēneša normas (DU meteoroloģiskās stacijas „Putnusala” dati). Lietum izkrītot zemas gaisa t° un augsta gaisa rel. mitruma apstākļos, kad augsnes virskārta un cilmieži pilnīgi piesātinājušies ar ūdeni, pat pie salīdzinoši neliela nokrišņu daudzuma veidojas piesātinājuma determinēta notece, respektīvi, augsnes plakniskā erozija sākas apstākļos, kad netiek sasniegti Hortona noteces formēšanās nokrišņu daudzuma un intensitātes kritiskie sliekšņi. Ja lietus izkrīt uz sasalušas augsnes, kā tas notika 2007. gada janvārī, augsnes erozija norisinās ūdens mikroplūsmu izraisīto termoabrazijas procesu dēļ. Saskaņā ar

līdzīgiem mehānismiem norisinās arī augsnes erozijas procesi atkušņu laikā, kad sniega kušanas ūdeņi piesātina atkusušo augsnes virsējo slāni un veidojas piesātinājuma determinēta notece.

Vienlaikus ar augšminēto klimatisko apstākļu ietekmi uz augsnes erozijas procesu aktivizēšanos ziemas periodā kā eroziju veicinošs faktors jāmin arī augsnes virskārtas atkuššanas/sasalšanas cikliskuma izmaiņas. Norvēģu zinātnieki (Kværnø and Øygarden, 2006) noskaidrojuši, ka daudzkārtējas atkuššanas/sasalšanas apstākļos samazinās mālainu augsnes agregātu noturība pret ūdens eroziju. Latvijā ziemā līdzīga rakstura pētījumi nav veikti. Tomēr, ņemot vērā to, ka Latvijas DA daļā augstieņi rajonos, tāpat kā Norvēģijas D, augsnes veidojušās uz mālainiem morēnas cilmiežiem un augsnēm raksturīgo ievērojamu puteklainās frakcijas īpatsvaru, varam pieņemt, ka zemes virskārtas atkuššanas/sasalšanas procesi veicina izskalošanu un augsnes eroziju kopumā. Šādā kontekstā veicot augsnes virskārtas t° mērījumu (Meteoroloģisko un hidroloģisko novērojumu dati, 2007) datu analīzi, var konstatēt, ka tikai viena mēneša ietvaros, piemēram, 2006. gada decembrī, ir norisinājušies 5 atkuššanas/sasalšanas cikli (5. att.), turklāt bieži vien vienas diennakts ietvaros norisinās 2–3 īslaicīgi cikli. Tas nozīmē, ka klimata izmaiņu ietekmē, mainoties t° sezonālajam sadalījumam un tās gaitai ziemas periodā, veidojas labvēlīgi apstākļi augsnes erozijai, ko nosaka augsnes agregātu erozijas noturības samazināšanās.



5. att. Augsnes virskārtas vidējās temperatūras izmaiņas un sasalšanas/atkuššanas cikli Latgales augstienē 2006. gada decembrī (LVGMA meteoroloģiskās stacijas „Daugavpils” dati)

Veiktie mērījumi un aprēķini rāda, ka cietās noteces caurplūdums gravu strautos vidēji ir robežās no $73 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$ līdz $108 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{s}^{-1}$, bet cietās noteces apjoms diennaktī, ņemot vērā aprēķinātās caurplūduma vērtības, līdz $4,3 \text{ t}\cdot\text{d}^{-1}$ (salīdzinājumam cietās noteces apjoms šī reģiona mazajās upēs ir 13,6 līdz 15,6

t·d⁻¹ jeb 5100 līdz 5700 t·g⁻¹). Pārreķinot uz gravu ūdensguves baseinu, redzam, ka kopējais no sateces baseina pārnestā erodētā materiāla daudzums sasniedz vērtību līdz 102 kg·d⁻¹·ha⁻¹. Jāatzīmē, ka ekstrēmās ziemas noteces apstākļos Skandināvijā konstatētie augsnes zudumi ir līdz 30-35 t·d⁻¹·ha⁻¹. Konstatētās biogēnu vērtības ir robežās no līdz 48 kg·d⁻¹ N-kop un līdz 2,7 kg·d⁻¹ P-kop.

Lietojot empīrisko modeli (Morehead *et al.*, 2003), tika novērtēta klimata izmaiņu iespējamā ietekme uz augsnes erozijas izraisītajām cietās noteces apjoma izmaiņām. Šis modelis iekļauj gan klimatiskos, gan sateces baseina morfoloģiskos raksturlielumus. Ilgtermiņa cietās noteces apjoms Q_s (kg·s⁻¹) tika aprēķināts pēc formulas:

$$Q_s = 2 * 10^{-5} * R^{3/2} * \sqrt{A} * 0.2 * 10^{0.578 * T}$$

kur R ir baseina reljefa amplitūda (m),
 A ir baseina sateces baseins (km²)
 T ir vidējā gada t (°C).

Aprēķini rāda, ka iespējams 30% cietās noteces apjoma pieaugums uz katrēm 2 °C t° pieaugumu Augšdaugavā. Atkarībā no uztverošās upes hidrometriskajiem parametriem (gultnes slīpums, straumes ātrums, min. un max. caurtece u. c.) noteikta daļa drupu materiāla tiks akumulēta gultnēs, tādējādi samazināsies gultnes garenkritums, upes dziļums un šķērsriezuma laukums. Tas savukārt samazinās uztverošās ūdensteces, respektīvi, Daugavas spēju uzņemt ūdeni palu un plūdu laikā, paaugstinot teritorijas applūšanu risku.

Secinājumi

Ņemot vērā klimata modeļu paredzēto meteoroloģisko un hidroloģisko raksturlielumu izmaiņas, var prognozēt ievērojamu sedimentu un biogēnu pieplūduma apjoma pieaugumu zemākos hidrogrāfiskā tīkla posmos, to skaitā arī ziemas periodā.

Galvenie klimata izmaiņu noteiktie faktori, kuru ietekmē ziemas periodā aktivizējas augsnes erozijas procesi, ir bezsala perioda pagarināšanās, noteces veidošanās lietus ietekmē un intensīvu atkušņu laikā sniega kušanas ūdeņu ietekmē, kā arī augsnes sasaluma dziļuma un režīma izmaiņas.

Sedimentu un biogēnu plūsmas ir cieši saistītas ar īslaicīgiem virszemes noteces veidošanās periodiem ziemā, ko nosaka lietus un/vai sniega kušana.

Klimata izmaiņu izraisītā erozijas procesu intensifikācija upju sateces baseinos neizbēgami veicinās šo upju aizsērēšanu un tekošo ūdeņu ekosistēmu degradāciju, kā arī paaugstinās plūdu risku.

Periodisko ūdensteču tīkls, to skaitā gravas, paaugstina sateces baseina savienojamību ar uztverošajām ūdenstecēm un ūdenstilpēm un nosaka erodētā materiāla pāātrinātu nonākšanu upēs un ezeros. Tas savukārt negatīvā nozīmē palielina augsnes erozijas ārpūbaseina ietekmi.

Pateicības

Pētījums veikts ar Valsts pētījuma programmas “Klimata maiņas ietekme uz Latvijas ūdeņu vidi” un ESF projekta 004/0003/VPD1/ESF/PIAA/04/NP/3.2.3.1/0001/ 0003/0065 „Atbalsts doktorantūras studijām un pēcdoktorantūras pētījumiem dabaszinātnēs un informācijas tehnoloģijās” atbalstu.

Summary

Climate change may have significant impact on soil erosion rates and associated sediment and nutrient delivery to recipient streams and basins in Baltic region, where projected climate models predict increasing in annual precipitation, runoff and more often recurring of high magnitude rainfall events. Study of sediment and nutrients load transported by temporary streams from gully catchments in the Latgale Upland and Augšzeme Upland, south-eastern Latvia, provides an opportunity to study the dynamic and dimensions of erosion and accumulation processes during snowmelt runoff in winter, as well as model impacts of climate change on these processes. Studies conducted in the small gully catchments of this region indicate that suspended sediment yield is up to 4300 kg day⁻¹ and the total mass of eroded material exported from a gully catchment can reach values up to 102 kg day⁻¹ ha⁻¹, nutrient load yields the delivery up to 48 kg day⁻¹ of N-total and up to 2,7 kg day⁻¹ of P-total. Obtained data indicate the negative impact of soil erosion processes on aquatic environment and ecosystems.

Key words: climate change, soil erosion, Latgale Upland, Augšzeme Upland.

Literatūra

- Briede, A., Lizuma L. 2007. Long-Term Variability of Precipitation in the Territory of Latvia. In: M. Kļaviņš (ed.), *Climate change in Latvia*. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 35–44.
- Casali, J., Loizu, J., Campo, M. A., De Santisteban, L. M., Alvarez-Mozos, J. 2006. Accuracy of Methods for Field Assessment of Rill and Ephemeral Gully Erosion. *Catena*, 67, 128–138.

- Collison, A., Wade, S., Griffiths, J., Dehn, M. 2000. Modelling the Impact of Predicted Climate Change on Landslide Frequency and Magnitude in SE England. *Engineering Geology*, 55, 205–218.
- Dehn, M., Bürger, G., Buma, J., Gasparetto, P. 2000. Impact of Climate Change on Slope Stability. *Engineering Geology*, 55, 193–204.
- Favis-Mortlock, D., Boardman, J. 1995. Nonlinear Responses of Soil-Erosion to Climate Change – a Modelling Study on the UK South–Downs. *Catena*, 25 (1–4), 365–387.
- Gregory, K. J., Benito, G., Dikau, R., Golosov, V., Jones, J. A. A., Macklin, M. G., Parsons, A. J., Passmore, D. G., Poesen, J. R., Starkel, L., Walling, D. E. 2006. Past Hydrological Events Related to Understanding Global Change: an ICSU Research Project. *Catena*, 66, 2–13.
- Impacts of Europe's Changing Climate*. 2004. European Environmental Agency briefing № 2/2004, Copenhagen : European Environmental Agency, 27–33.
- Kļaviņš, M., Radionovs, V. 2007. Long-Term Changes of River Discharge Regime in Latvia. In: M. Kļaviņš (ed.) *Climate Change in Latvia*. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 21–34.
- Knighton, D. 1998. *Fluvial Forms and Processes*. London : Arnold, 120.
- Kværnø, S. H., Øygarden, L. 2006 The Influence of Freeze–Thaw Cycles and Soil Moisture on Aggregate Stability of Three Soils in Norway. *Catena*, 67 (3), 175–182.
- Lehner, B., Henrichs, T., Döll, P., Alcamo, J. 2001. EuroWasser: Model-Based Assessment of European Water Resources and Hydrology in the Face of Global Change. Centre for Environmental Systems Research, University of Kassel, Kassel World Water Series № 5. [Online, 12 October 2007]. Available: <http://www.usf.uni-kassel.djurnise/usf/archiv/dokumente/kwvs/kwvs.5.en.htm>
- Lizuma, L. 2007. An Analysis of a Long-Term Meteorological Data Series in Riga. Geographical Articles. *Folia Geographica* VIII. Living with diversity in Latvia. Riga : Societas Geographica Latviensis, 53–60.
- Lizuma, L., Kļaviņš, M., Briede, A., Radionovs, V. 2007. Long-Term Changes of Air Temperature in Latvia. In: M. Kļaviņš (ed.) *Climate change in Latvia*. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 11–20.
- Лохтин, В. М. 1897. *О механизме речного русла*. Санкт-Петербург. 348 с.
- Meteoroloģisko un hidroloģisko novērojumu dati: Daugavpils (2007)LVĢMA [Online, 12 Decembris 2007]. Pieejams: http://www.meteo.lv/public/hidrometeo_dati.html
- Methods in Stream Ecology*. 1996. Edit. F. Richard Hauer, Gary A. Lamberti. London : Academic Press, 123–134.
- Morehead, M. D., Syvitski, J. P., Hutton, E. W., Peckham, S. D. 2003. Modeling the Temporal Variability in the Flux of Sediment from Ungauged River Basins. *Global and Planetary Change*, 39, 95–110.
- Nearing, M. A. 2001. Potential Changes in Rainfall Erosivity in the US with Climate Change During the 21st Century. *Journal of Soil and Water Conservation*, 56 (3), 220–232.
- Øygarden, L. 2003. Rill and Gully Development During an Extreme Winter Runoff Event in Norway. *Catena*, 50, 217–242.
- Poesen, J., Boardman, J., Wilcox, B., Valentin, C. 1996. Water Erosion Monitoring and Experimentation for Global Change Studies. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51(5), 386–390.
- Poesen, J., Nachtergale, J., Vertstraeten, G., Valentin, C. 2003. Gully Erosion and Environmental Change. Importance and Research Needs. *Catena*, 50 (2–4), 91–134.

- Sidle, R. C., Taylor, D., Lu, X. X., Adger, W. N., Lowe, D. J., deLange, W. P., Newnham, R. N., Dodson, J. R. 2004. Interactions of Natural Hazards and Society in Austral-Asia: Evidence in Past and Recent Records. *Quaternary International*, 118/119, 181–203.
- Springe, G., Kļaviņš, M., Birzaks, J., Briede, A., Druvietis, I. 2007. Climate Change and Its Impacts in Inland Surface Waters. In: M. Kļaviņš (ed.) *Climate Change in Latvia*. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 123–143.
- Soms, J. 2006a. Lēcienveida izmaiņas nogulumu erozijas – transporta – akumulācijas ķēdē gravās ekstrēmu nokrišņu ietekmē. Latvijas Universitātes 64. zinātniskās konferences tēzes. Sējums “*Ģeogrāfija. Ģeoloģija. Vides zinātne*”. Rīga : LU Akadēmiskais apgāds, 204–207.
- Soms, J. 2006b. Regularities of Gully Erosion Network Development and Spatial Distribution in South-Eastern Latvia. *Baltica*, 19 (2), 72–79.
- Soms, J. 2007. Evaluation of the Impact of Climate Change on Bed and Bank Erosion in Stream Channels and the Resulting Sediment Delivery to the River Daugava. In: *The 3rd International Conference “Climate Change and Waters”*. *Book of Abstracts*, 14–15.
- Tools in Fluvial Geomorphology*. 2003. Edit. G. Mathias Kondolf, Herve Piegay. Chichester, John Wiley & Sons, 425–453.
- Van-Camp, L., Bujarraba, B., Gentile, A. R., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S.-K. 2004. *Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection*. EUR 21319 EN/2, 872 p. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.
- Справочник по климату СССР*. 1965. Вып. 5. Латвийская ССР. Часть II: Температура воздуха и почвы. Ленинград : Гидрометиздат.
- Справочник по климату СССР*. 1968. Выпуск 5. Латвийская ССР. Часть IV: Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Ленинград : Гидрометиздат.

Iekšējo ūdeņu ekosistēmu izmaiņas klimata maiņas apstākļos modeļobjektos

Gunta SPRINĢE, Agrita BRIEDE

Latvijas Universitāte

Bioloģijas institūts

Hidrobioloģijas laboratorija

E-pasts: gspringe@email.lubi.edu.lv

Mūsdienās Zemes klimata izmaiņu temps un mērogs atšķiras no dabiskās klimata mainības, un tas ietekmē visu biosfēru. Vienas no visjutīgākajām ekosistēmām, kas ar kvalitatīvām un kvantitatīvām izmaiņām reaģē uz klimata maiņu, ir iekšzemes virszemes ūdeņi.

Lai konstatētu, kādas ir minētās izmaiņas, svarīgi apzināt objektus, kuru izpētē iegūtas pietiekami garas datu rindas, kā arī veikt galveno klimatu raksturojošo lielumu analīzi. Lai varētu prognozēt klimata maiņas ietekmi dažādos Latvijas ūdeņos, par modeļobjektiem izvēlēta Salaca Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā un Engures ezers Engures dabas parkā.

Analizējot klimata mainību, viens no būtiskākajiem klimata raksturotājiem ir gaisa temperatūra un nokrišņi. Latvijas teritorijā tiem var būt atšķirīgs mainības raksturs, ko nosaka ne tikai atmosfēras cirkulācija, radiācijas režīms, bet arī ģeogrāfiskā novietojuma īpatnības, kas veido vietas mikroklimatu.

Temperatūras ilgtermiņa raksturs analizēts, izmantojot trīs meteoroloģisko staciju ilglaicīgās datu rindas no 1928. līdz 2003. gadam. Datu analīze apstiprināja nokrišņu summas pieaugumu gada vērtībām un aukstajā periodā Engures baseina teritorijā esošajā Mērsraga meteoroloģiskajā stacijā. Turpretim Salacas baseina stacijās (Rūjiena, Ainaži) pieauguma tendence ir konstatēta tikai aukstajam periodam.

Nokrišņu summas izteikts pieaugums pēdējo 50 gadu laikā ir raksturīgs janvāra, februāra, marta un jūnija mēnešiem, bet nav statistiski nozīmīgu nokrišņu izmaiņu siltajā gada laikā.

Upju noteces mainības raksturs labi saskan ar temperatūras, atmosfēras nokrišņu un ledus segas mainības sezonālo raksturu; proti, rudens-ziemas-pavasara sezonās palielinās gaisa temperatūra, pieaug nokrišņu daudzums. Ziemas caurplūdumi īpaši būtiski ir palielinājušies pēdējo gadu desmitu laikā. Ledus iešanas uzsākšanās datumiem upēs ir tendence kļūt agrākiem, tāpēc ātrāk notiek arī palu sākšanās, kas izskaidro ziemas sezonas ūdens noteces palielināšanos Latvijas upēs.

Klimatu raksturojošie parametri izraisa ūdeņu ķīmiskā sastāva izmaiņas, piemēram, palielinās ūdens krāsainība.

Izmaiņas skar arī hidrobiocenožu struktūru un biomasu, piemēram, Salacas fitoplanktonā palielinās zilaļģu daudzums, mainās upes aizaugums ar makrofītiem, kā arī mainās lašveidīgo zivju migrācijas laiki. Savukārt bentiskās cenozes ir stabilas, upes vērtējums pēc zoobentosa organismu struktūras ir mazmainīgs un raksturo upi kā vāji piesārņotu jeb β -mezosaprobū.

Cita situācija veidojas Engures ezerā. Tas pieskaitāms lagūnas ezeriem, kas Eiropas Komisijas Kopējo pētījumu centra (ECJRC) ziņojumā par klimata maiņu un Eiropas ūdens dimensiju atzīti par visjutīgākajām saldūdens sistēmām. Ezera fitoplanktona biomasu un struktūru nav būtiski mainījusies kopš 1995. gada, bet bentisko bezmugurkaulnieku sugu sastāvs un biomasas redzami mainījušās, ko hipotētiski varētu saistīt ar temperatūras pieaugumu.

Šīs īpatnības jāņem vērā, izstrādājot priekšlikumus monitoringa programmai, kas ir viens no svarīgākajiem vides kontroles instrumentiem.

Ihtiocenozes daudzveidības dinamikas analīze

Rāznas ezerā

Artūrs ŠKUTE

DU Ekoloģijas institūts
E-pasts: Arturs.Skute@du.lv

Traucējošas ietekmes uz ūdenstilpi var izraisīt ihtiocenozes sugu skaita un dominējošā kompleksa izmaiņas, ko parasti atspoguļo cenozes struktūras integrālie indeksi. Daudzi pētījumi ir veltīti ihtiocenozes struktūras analīzei, lai, pamatojoties uz to, novērtētu ūdeņu ekosistēmas statusu (Wang *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2006). Ihtioloģiskā literatūrā ir sastopami darbi, kas analizē dažādu vides faktoru (arī antropogēno) ietekmi uz ihtiocenozes daudzveidību un struktūru (Barbour & Brown, 1974; Жаков, 1984; Irz *et al.*, 2002). Parasti šajos darbos netiek analizēta daudzveidības dinamika. Tomēr dinamiskie procesi, kas norit ihtiocenozes struktūrā, labi atspoguļo šīs sistēmas iekšējās īpašības (Терещенко и др., 2004). Ihtiocenozes daudzveidības dinamikas likumsakarību noskaidrošana ūdenstilpēs, kas pakļautas intensīvai antropogēnai ietekmei, paplašina mūsu zināšanas par saldūdeņu ihtiocenožu funkcionēšanu un to spēju pretoties negatīvām izmaiņām.

Rāznas ezers ir to nedaudzo ezeru skaitā, kas tika pētīts vēl pagājušā gadsimta 50. un 60. gados. Pēc hidroķīmiskajiem rādītājiem (Пэр, Школьникова, 1955), ezers tika ieskaitīts augstieņu ezeru grupā. Tiem raksturīgs neliels organisko vielu daudzums ūdenī, maza mineralizācijas pakāpe, neliela krāsainība un liela caurredzamība.

Rāznas ezera hidroķīmiskie pētījumi atsākās pēc gandrīz 40 gadiem – 90. gadu sākumā. Šo pētījuma autori (Промысловые запасы ..., 1989; Zinātniskais pamatojums ..., 1991) atzīmē Rāznas ezera mineralizācijas paaugstināšanos 1,5 reizes, kā arī slāpekļa (īpaši NH_4) un fosfora koncentrācijas pieaugumu. Kā nepārprotami piesārņojuma avoti tiek norādītas Dukstīgala un Rošču fermas. Kūtsmēslos saturošie virszemes noteces ūdeņi regulāri ieplūst ezerā. Par ezera stāvokļa pasliktināšanos liecina arī ūdens caurredzamības samazināšanās.

1997.–1999. gadā Rāznas ezera pētījumus veica Daugavpils Pedagoģiskās universitātes Ekoloģijas laboratorija (Working out Recommendations ..., 1997; Rāznas dabas ..., 1999). Salīdzinājumā ar deviņdesmito gadu sākuma datiem (Zinātniskais pamatojums ..., 1991) tika konstatēta organiskā piesārņojuma samazināšanās, kas visdrīzāk ir saistīta ar liellopu un cūku fermu likvidāciju ezera sateces baseinā un strauju lauksaimnieciskās intensitātes kritumu. Par ūdens kvalitātes uzlabošanos liecina ķīmiskā skābekļa patēriņa (KSP_{Mn})

samazināšanās ūdens paraugos. 1989.–1990. gada vasarā KSP_{Mn} svāstījās atsevišķās ezera vietās no 11 līdz pat 46 mg/l, kas neapšaubāmi liecināja par ļoti augstu piesārņotības līmeni. Pēc mūsu datiem (Rāznas dabas ..., 1999), deviņdesmito gadu beigās šis rādītājs samazinājās un parasti nepārsniedza 7–9 mg/l, kaut arī Dukstigala līcī tas joprojām vēl bija ļoti augsts – 14 mg/l. Konstatēta ievērojama (8 reizes) nitrītu samazināšanās ūdenī praktiski visās paraugu ņemšanas vietās salīdzinājumā ar 90. gadu sākuma datiem.

Lai gan iepriekšējo gadu pētījumi ir diezgan fragmentāri un to rezultāti dažreiz grūti salīdzināmi atšķirīgo metodiku un paraugošanas vietu un laika izvēles dēļ, tie tomēr dod zināmu priekšstatu par Rāznas ezera attīstības tendencēm. Līdzšinējie Rāznas ezera pētījumu dati rāda, ka ezera ūdens kvalitāte jūtami pasliktinājās pagājušā gadsimta 70.–80. gados. Lielā mērā tas saistīts ar cūku un liellopu fermu ierīkošanu ezera pamatbaseinā. Deviņdesmito gadu beigās ezera hidroķīmiskie rādītāji sāka uzlaboties.

Minētās ezera ūdens ķīmiskā sastava izmaiņas nevarēja neietekmēt ezera ihtiofaunu. Par materiālu analīzei tika izmantoti rūpnieciskās nozvejas dati no 1950. līdz 2005. gadam. Jāatzīmē, ka nozvejas dati atspoguļo izmaiņas ihtiocenozes struktūrā ar 3–5 gadu novēlošanos – atkarībā no zivju vecuma, kad tās pirmo reizi parādās nozvejā. Sugu skaits nozvejā svārstījās no 6 līdz 16 un vidēji bija 13. Kaut arī kopējais zivju sugu skaits ezerā sasniedz 27 (Промысловые запасы ..., 1989) un retās sugas nekad neparādās rūpnieciskās nozvejas datos, tomēr mazskaitlisko zivju sugu ieguldījuma analīze rāda, ka šīs informācijas zaudēšana spēj izraisīt daudzveidības indeksa kļūdu, ne lielāku par 15% (Терещенко, 2005).

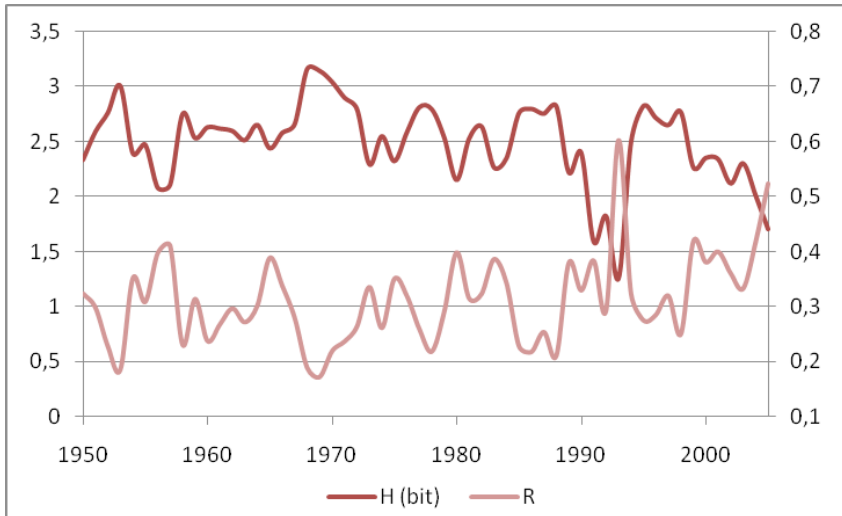
Sugu daudzuma un īpatņu skaita aprakstīšanai izmantots K. Šenona daudzveidības indekss (H) (Shannon, 1948): $H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$, kur p_i ir i-tās sugas daļa nozvejā, bet N – kopējais sugu skaits nozvejā. Dotais indekss tiek plaši lietots ekoloģijā un uzskatāms par optimālu dažādu hierarhisku līmeņu daudzveidības informācijas additivitātes dēļ (Pielou, 1977). Tika izmantots arī relatīvās organizācijas indekss (R), kas būtībā ir dominēšanas indekss (Clark & Evans, 1954): $R=1-H/(\log_2 N)$, jo vienmērīga sugu sadalījuma gadījumā tas ir vienāds ar nulli, bet superdominantās sugas klātbūtnē tuvojas vienam.

Apskatītajā periodā daudzveidības indekss (H) svārstījās no 1,3 1993. gadā līdz 3,2 1968. gadā un vidēji bija 2,5 (1. att.).

Sistēmas stacionāro (līdzsvara) stāvokļu noskaidrošanai un to analīzei matemātiskajā ekoloģijā izmanto dinamiskā fāzu portreta (*phase portrait*) metodi (Strogatz, 2001; Edelstein-Keshet, 2005; Murray, 2007). Ar stacionāro stāvokli domā stāvokli, kad pētāmā parametra izmaiņas ātrums ir nulle. Ihtiocenozes sugu struktūras fāzu portreta vizualizācijai izmantojām tās dinamiku koordinātās H un dH/dt , kur H ir daudzveidības indekss, bet

dH/dt – tā izmaiņas ātrums. Daudzveidības dati tika interpolēti ar kubiskā splaina metodi (*cubic spline interpolation*).

No teorijas zināms, ka vienkāršai nelineārai sistēmai stacionārie stāvokļi ir punkti, kuros parabola šķērso nulles ātruma asi (Strogatz, 2001). Attālinoties no līdzsvara punkta, fāzu portretam ir izliektas vai ieleiktas līnijas forma. Svārstībā esošām sistēmām cikliskas izmaiņas fāzu portretā izpaužas spirālveida līnijās, kas var būt vērstas uz iekšu (stabilizācija) vai uz āru (destabilizācija).

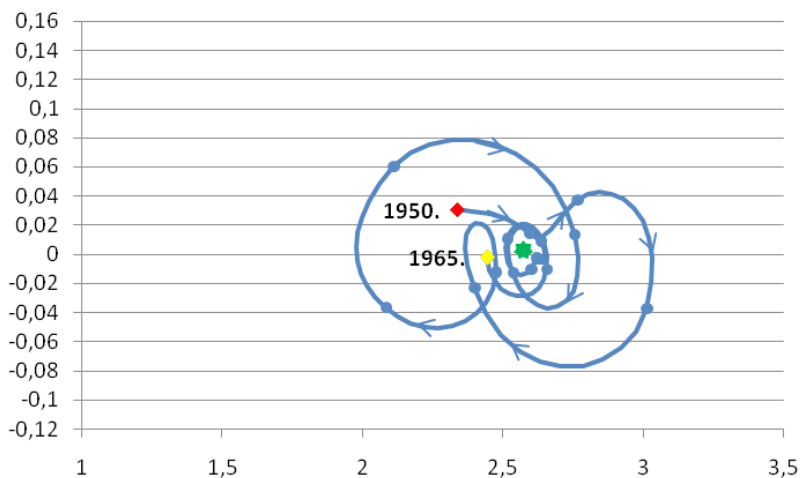


1. att. Daudzveidības indeksa (H) un dominēšanas indeksa (R) dinamika Rāznas ezerā pēc rūpnieciskās nozvejas datiem (1950–2005)

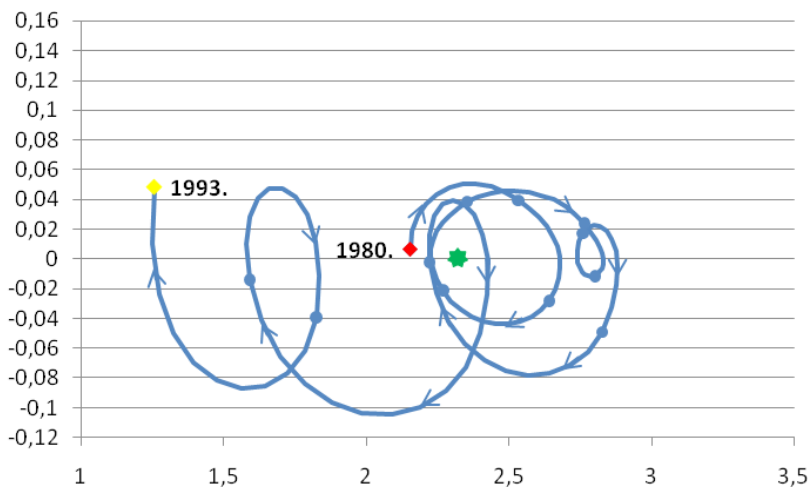
Ihtiocenozes struktūras izmaiņu fāzu portreta analīze pēc 1950.–1965. gada nozvejas datiem uzrāda samērā augstu sistēmas stabilitāti ar bioloģiskās daudzveidības indeksa vērtību virs vidējās (2. att.).

Arī no 1965. līdz 1980. gadam sistēmas fāzu portrets ir līdzīgs iepriekšējā perioda portretam un atgādina uz iekšu vērstu spirāli, kas liecina par sistēmas stabilizāciju.

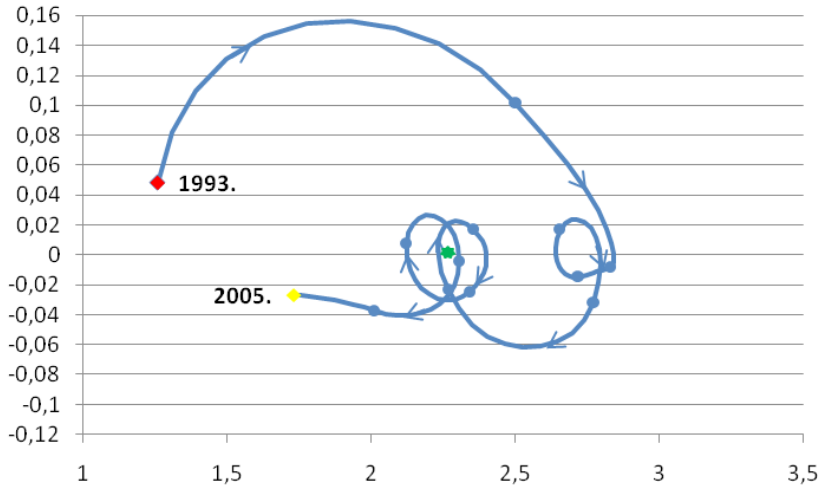
Pavisam citādi izskatās sistēmas dinamiskais fāzu portrets no 1989. līdz 1993. gadam (3. att.). Ieliekta līnija virzienā no līdzsvara punkta ar augstāku daudzveidību uz zemāku daudzveidību liecina par nelabvēlīgu ārējo faktoru ietekmi uz ihtiocenozi. Ņemot vērā 3–5 gadu novēlošanos, kas pāriet no ietekmes brīža līdz brīdim, kad pieaugušās zivis „parādās” nozvejas datos, kritiskais periods varēja būt saistīts ar ūdens ekoloģiskā stāvokļa pasliktināšanos 80. gadu sākumā.



2. att. Nozvejas struktūras dinamiskais fāzu portrets Rāznas ezerā. Uz x ass parādītas daudzveidības indeksa (H) vērtības, bet uz y ass – to izmaiņas ātrums (dH/dt) (1950– 1965)



3. att. Nozvejas struktūras dinamiskais fāzu portrets Rāznas ezerā. Uz x ass ir parādītas daudzveidības indeksa (H) vērtības, bet uz y ass – to izmaiņas ātrums (dH/dt) (1980– 1993)



4. att. Nozvejas struktūras dinamiskais fāzu portrets Rāznas ezerā. Uz x ass ir parādīts daudzveidības indeksa (H) vērtības, bet uz y ass – to izmaiņas ātrums (dH/dt) (1993– 2005)

Kā jau iepriekš minēts, 90. gadu beigās Rāznas ezera hidroķīmiskie rādītāji sāka uzlaboties. Arī nozvejas struktūras dinamiskais fāzu portrets Rāznas ezerā mainās (4. attēls). Izliemta līnija virzienā no punkta ar zemāku daudzveidību uz līdzsvara punktu ar augstāku daudzveidību liecina par situācijas uzlabošanu. No 1999. līdz 2004. gadam iestājas dinamisks līdzsvars ar daudzveidību nedaudz zem vidējā līmeņa. Tomēr jāatzīmē, ka sistēma vēl nav stabilizējusies, ir ļoti jutīga pret ārējo faktoru ietekmi.

Biogēno elementu (N, P) koncentrācijas pieaugums ūdenstilpēs izraisa eitrofikāciju un likumsakarīgas izmaiņas visos ekosistēmas trofiskos līmeņos. Ihtiocenozē lielas gara cikla formas nomaina īsas cikla formas, palielinās planktofāgu skaits, lašveidīgās zivis nomaina sīgas, pēc tam salakas, vēlāk asari un karpveidīgās zivis (Colby *et al.*, 1972). Gadījumā, ja biogēno elementu pieplūde samazinās, ihtiocenozes bioloģiskā daudzveidība palielinās (Gerdeaux *et al.*, 2006). Nozvejas struktūras dinamiskais fāzu portrets ir labs instruments, lai veiktu ihtiocenozes daudzveidības izmaiņu analīzi un prognozēšanu.

Literatūra

1. Barbour, C. D. & Brown, J. H. 1974. Fish Species Diversity in Lakes. *American Naturalist*, 108: 473–489.
2. Clark, P., Evans, F. 1954. Distance to Nearest Neighbour as a Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology*, 35, 445–453.
3. Colby, P. J., Spangler, G. R., Hurley, D. A. and McCombie, A. M. 1972. Effects of Eutrophication on Salmid Communities in Oligotrophic Lakes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 29, p. 975–983.
4. Edelstein-Keshet, L. 2005. *Mathematical Models in Biology* (Classics in Applied Mathematics). Society for Industrial and Applied Mathematics. 586 p.
5. Gerdeuxa, D., Annevillea, O., Heftib, D. 2006. Fishery Changes During Re-oligotrophication in 11 Peri-Alpine Swiss and French Lakes Over the Past 30 Years. *Acta Oecologica*. Vol. 30, Issue 2, p. 161–167.
6. Irz, P., Laurent, A., Messad, S., Pronier, O., Argillier, C. 2002. Influence of Site Characteristics on Fish Community Patterns in French Reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, 11 (2), 123–136.
7. Murray, J. 2007. *Mathematical Biology: I. An Introduction* (Interdisciplinary Applied Mathematics). Springer. 551 p.
8. Pielou, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley, New York, 385.
9. Rāznas dabas parka izveidošana. 1999. LVAF 1998.17.08. Nr. 144. Atskaite. Daugavpils.
10. Shannon, C. E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, vol. 27, p. 379–423, 623–656, July, October.
11. Strogatz, S. 2001. *Non-linear Dynamics and Chaos: With applications to Physics, Biology, Chemistry and Engineering*, Perseus Books. 498 p.
12. Wang, L., Lyons, J., Kanehi, P. 2006. Habitat and Fish Responses to Multiple Agricultural Best Management Practices in a Warm Water Stream. *Journal of the American Water Resources Association*, 42 (4), 1047–1062.
13. Wang, L., Lyons, J., Kanehi, P., Bannerman, R., Emmons, E. 2000. Watershed Urbanization and Changes in Fish Communities in Southeastern Wisconsin Streams. *Journal of the American Water Resources Association*, 36 (5), 1173–1189.
14. Working out Recommendations for Functional Zoning of Lake Razna Water Drainage Basin, RSS Report 599/1997, Daugavpils, 1997.
15. Zinātniskais pamatojums un priekšlikumi Rāznas ezera un apkārtnes aizsardzībai. LR Vides aizsardzības komitejas pētījumu centrs. Rīga, 1991.
16. Жаков, Л. А. 1984. *Формирование и структура рыбного населения озёр Северо-Запада СССР*. М. : Наука. 144 с.
17. *Промысловые запасы и допустимый вылов в оз. Разнас на 1990 и 1991 годы*. БалтНИИРХ. Рига, 1989.
18. Пэр, Ф. Л., Школьникова, К. Л. 1955. Гидрохимическая характеристика промысловых озер Латвийской ССР. В кн.: *Рыбное хозяйство внутренних водоемов Латвийской ССР*, I.
19. Терещенко, В. Г., Трифонова, О. В., Терещенко, Л. И. 2004. Формирование структуры рыбного населения водохранилища при интродукции новых видов рыб с первых лет его существования. *Вопр. Ихтиол.*, № 5, с. 619–634.
20. Терещенко, В. Г. 2005. *Динамика рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран*. Автореферат. Санкт-Петербург, 49 с.