

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**LĪDAKAS UN ASARA BAROŠANĀS
LATVIJAS UPĒS DAŽĀDOS VIDES APSTĀKĻOS**
MAĢISTRA DARBS

Autors: Kaspars Ivanovs

Stud. apl. nr: ki11012

Darba vadītājs: Dr. biol. Jānis Ventiņš

Zinātniskais konsultants: Dr. biol. Jānis Birzaks

RĪGA 2016

SATURS

ANOTĀCIJA.....	4
ANNOTATION.....	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	9
1.1. Latvijas upju biotopu vispārīgs raksturojums.....	9
1.2. Latvijas upju tipoloģija	11
1.3. Latvijas upju ihtiofauna	13
1.3.1. Līdakas ekoloģija	14
1.3.2. Asara ekoloģija.....	17
1.3.3. Pētījuma objektu ietekme uz saldūdens biotu	19
1.3.4. Plēsīgo zivju barošanās ekoloģija	19
1.4. Ihtiocenozi ietekmējošie faktori un to nozīme upēs	21
1.4.1. Biotiskie un abiotiskie faktori	21
1.4.2. Antropogēnie faktori	24
1.5. Metodes ihtiofaunas paraugu iegūšanai zinātniskiem mērķiem	25
2. MATERIĀLI UN METODES.....	29
2.1. Pētījuma laiks un vieta.....	29
2.2. Parauglaukumu izvēle un raksturojums	30
2.2. Mērījumi paraugu ievākšanas vietā	31
2.3. Zivju uzskaitē ar elektrozveju.....	31
2.4. Pētījuma objektu kuņģu satura analīze	33
2.5. Datu apstrāde un statistiskā analīze	35
2.6. Kartogrāfiskā materiāla analīze un citu datu izmantošana	35
3. REZULTĀTI	36
3.1. Ievāktā bioloģiskā materiāla raksturojums	36
3.2. Plēsīgo zivju barošanās	37
3.2.1. Līdakas un asara daudzums un izplatība atkarībā no ekoloģiskajiem faktoriem	44
3.2.2. Kopējā faktoru ietekme uz asara un līdakas izplatību.....	47
3.3. Vides apstākļu ietekme uz līdakām un asariem, to barošanos	49
3.3.1. Ekoloģisko faktoru ietekme	49
3.3.2. Iekšsugu un starpsugu konkurence.....	50
3.3.3. Biotopu raksturojums un ietekme	51

3.3.4. Morfoloģiskie pārveidojumi, to ietekme.....	52
3.4. Līdaku un asaru barošanās salīdzinājums dabiskos un taisnotos upju biotopos.....	53
4. DISKUSIJA	56
SECINĀJUMI	63
PIELIKUMS	72

ANOTĀCIJA

Maģistra darba “Līdakas un asara barošanās Latvijas upēs dažādos vides apstākļos” mērķis ir noskaidrot, ar ko barojas līdakas un asari Latvijas upju biotopos dažādās vidēs un kādi faktori nosaka barības sastāvu. Pagājušā gadsimta laikā ļoti liela daļa Latvijas mazo un vidējo upju tika iztaisnotas un uz tām izbūvētas HES, rezultātā mainījās to hidrauliskie apstākļi un ģeomorfoloģiskā uzbūve, kā arī izmainījās zivju fauna. Pētījumā tika novērtēta vides apstākļu ietekme uz līdaku izplatību un barošanos, raksturota plēsēju barošanās Latvijas upēs kopumā un salīdzinātas plēsēju barošanās atšķirības dabīgos un taisnotos upju posmos, kā arī ritrāla un potamāla biotopos.

Pētījums tika balstīts uz 2014. un 2015. gada mazūdens periodā veikto ihtiofaunas monitoringa datu un līdakas, asara kuņģu satura analīzi. Maģistra darba izstrādes laikā no 136 parauglaukumiem ar elektrozevas metodi tika ievākti 522 līdakas un asari.

Atslēgas vārdi: līdaka, asaris, barošanās, potamāls, vides apstākļi.

ANNOTATION

The aim of the master's thesis "Feeding of pike and perch in rivers of Latvia in different environmental conditions" is to find out what pike and perch feed on in Latvian river habitats, in different environments, and which factors determine the composition of their food.

During the last century, a large proportion of small and medium-sized Latvian rivers were straightened and hydroelectric power station were built, which resulted in changes in the hydrodynamic conditions, geomorphological structure, as well as a change in the fish fauna.

In this study, the impact of environmental conditions on the distribution and feeding habits of pike was assessed; general feeding habits of predators in Latvian rivers was characterized; the feeding differences in natural and straightened river sections of predators, as well as rhithral and potamal habitats, were compared.

The study was based on fish fauna monitoring data from 2014 and 2015. During the master's thesis 522 pike and perch were collected from 136 plots using electrofishing method.

Keywords: pike, perch, feeding, potamal, environmental conditions.

IEVADS

Zivis ir ikvienas dabiskas vai cilvēka veidotas ūdenstilpes biokopas sastāvdaļa, tās aktīvi piedalās šīs sistēmas uzturēšanā, līdzsvarošanā, enerģijas, vielu transformēšanā un biomasas producēšanā. Ar aptuveni 33 tūkstošiem sugu zivis sastāda vairāk kā pusi no visām mugurkaulnieku sugām apdzīvojot gandrīz katru ūdens biotopu pasaulē (Froese and Pauly, 2015). Saldūdens zivis veido, apmēram, 41 % no pasaules zivju sugām, bet aizņem tikai 0,0093 % no planētas ūdeņiem (Helfman *et al.*, 2009). Turklāt zivis cilvēkiem ir būtisks barības resurss, kas veido aptuveni 16 % no visas cilvēku populācijas uzņemtās olbaltumvielu devas (FAO, 2010) un zivsaimnieciski nozīmīgās sugas dod milzīgus tiešos un netiešos ienākumus, kas veido būtisku daļu no vairāku valstu ekonomikām (Mann, 1996).

Līdaka ir galvenais plēsējs daudzos ziemeļu puslodes mērenās zonas saldūdeņu biotopos un iesāļūdens ekosistēmās, un tā ir atslēgsuga ekosistēmās gan Eiropā, gan Ziemeļamerikā (Kobler *et al.*, 2008; Harvey, 2009; Winfield *et al.*, 2012) funkcionējošās zivju sabiedrībās, jo nosaka zivju sabiedrību struktūru un sugu sastāvu. Tā arī dzīvo ir nozīmīga suga gan rekreācijas, gan komerciālajā zvejniecībā (Mann, 1996). Līdaka ir ļoti elastīgs plēsējs, kas ir spējīgs uzturēt patērēt plašu upuru spektru, kā arī tā labi pielāgojas strauji mainīgiem vides apstākļiem (Winfield *et al.*, 2012). Arī asaris ir plaši izplatīts, plastisks plēsējs, kas ir spējīgs ietekmēt zivju sabiedrību struktūru (Linløkken, 2008, Hennesey, 2011).

Literatūrā dažādi autori (Wetzel, 2001; Hart, Reynolds, 2002; Svanbäck, Bolnick; 2007; Frid, Marliave, 2010; Braga *et al.*, 2012) uzsver zivju barošanās ekoloģijas nozīmi kopējā ekosistēmas funkcionēšanā. Raugoties no ekoloģijas viedokļa ir būtiski noskaidrot, kādēļ un ar kādu efektivitāti zivis izvēlas noteiktus barības objektus, tādejādi sniedzot labāku priekšstatu gan par faktoriem, kas ietekmē zivju augšanu konkrētajā biotopā, gan arī kā plēsīgo zivju barošanās ietekmē citus barības ķēdē zemāk esošus organismus (Wetzel, 2001). Zivju barošanās ekoloģija var būtiski ietekmēt ūdensobjekta trofisko struktūru un produktivitāti (Wetzel, 2001; Svanbäck, Bolnick, 2007). Plēsīgās zivis ar barošanos ietekmē ne tikai zooplanktona, bentosa organismus, to daudzveidību, biomasu un sastopamību, bet arī juvenīlo zivju un pieaugušo īpatņu sadalījumu saldūdens ekosistēmā. Plēsīgo zivju izdarītais spiediens uz upurorganismiem atšķiras sezonālajā un diennakts mērogā, kā arī atkarībā no vides apstākļiem - biotopa struktūras un veida, skābekļa koncentrācijas, temperatūras, vides reakcijas, aizaugama, straumes ātruma, grunts sastāva (Hart, Reynolds, 2002).

Sugas barošanās ekoloģija ir augstā mērā saistīta ar populācijas dinamiku. Pētījumi par barošanās ekoloģiju veicina izpratni par tādām tēmām kā resursu sadale, prioritārajiem

biotopiem, upuru atlasi, plēsonību, konkurenci, barības ķēdēm un enerģijas pānesi starp ekosistēmām. Šādai informācijai ir būtiska nozīme izstrādājot atsevišķu sugu aizsardzības plānus (piemēram, laša) un tādēļ tas ir viens no galvenajiem elementiem sugu un ekosistēmu aizsardzībā (Braga *et al.*, 2012). Līdakas un asaru, kā plēsēju ietekme, īpaši aktualizējas biotopu degradācijas, morfoloģiskas to pārveidošanas, HES izbūves, dabisko un antropogēno šķēršļu, kā arī klimata pārmaiņu kontekstā, kad ūdens temperatūras paaugstināšanās rezultātā notiek to dabiskā izplatības areāla pārvietošanās tālāk uz ziemeļiem.

Asaru un līdaku barošanās pasaulē ir plaši pētīta no bioloģiskā aspekta – gan to kā nevēlamu sugu barošanās, gan pētot starpsugu attiecības. Pētījumu, kas ir saistīti ar vides apstākļu ietekmi uz līdakas, asara izplatību tai skaitā barības izvēles paradumiem ir salīdzinoši nedaudz. Latvijas iekšējo ūdeņu ihtiofaunas pētījumu kontekstā jāpiemin Lāzes un Lablaikas pētījumi par Burtņieka ezera zivīm, M. Žagara veiktie projekti, kā arī J. Birzaka promocijas darbs par Latvijas upju zivju sabiedrībām.

Maģistra darbs tika balstīts uz 2014. gada un 2015. gada vasaras periodā ievāktā materiāla un datu analīzes. Pētījuma struktūru un datu ievākšanas laiku noteica zivju kā poikilotermu organismu metabolsima aktivitāte, tā ir augstākā vasaras periodā, un elektrozevas kā paraugošanas metodes efektivitāte, tā pieaug mazūdens periodā, kad ir augstākā ūdenī izšķīdušo sāļu koncentrācija gada griezumā.

Darba **mērķis** ir noskaidrot, ar ko barojas līdakas un asari Latvijas upju biotopos dažādās vidēs un kādi faktori ietekmē barošanos.

Lai sasniegtu mērķi ir izvirzīti šādi **uzdevumi**:

- Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta “BIOR” veiktā upju ihtiofaunas monitoringa (laša un zivju fona monitorings) ietvaros ievākt līdaku un asaru kuņģus, daļu apstrādājot uz vietas, pārējo analizējot laboratorijā;
- Veikt kuņģu satura analīzi – novērtēt kuņģu piepildījumu un analizēt to saturu;
- Analizēt faktoru ietekmi uz līdakas un asara izplatību Latvijas upēs;
- Analizēt pētījuma objektu barošanos atkarībā no biotopa, no īpatņa garuma, barības objekta – trofiskās klases, uzturēšanās biotopa un barošanās biotopa;
- Salīdzināt pētījuma objektu barošanās atšķirības dabiskos un taisnotos upju posmos.

Maģistra darba izstrādes laikā darba autors piedalījies ihtiofaunas paraugu, līdaku, asaru kuņģu ievākšanā Latvijas upēs 2014. un 2015. gada vasarā, veicis kuņģu saturu analīzi laboratorijā, apkopojis datus, veicis datu analīzi un interpretāciju.

Novitāte un praktiskais pielietojums

Latvijā nav pētīta līdaku un asaru barošanās upēs visas Latvijas mērogā, ne arī to barības sastāvs atkarībā no vides, kurā organisms uzturas – ritrāls-potamāls, dabisks-taisnots, zivju ekoloģisko grupu sadalījums barībā. Darbam ir arī praktisks pielietojums rekreācijā, makšķerēšanā – ar datiem pamatoti pētījuma objektu optimālie biotopi, biežāk sastopamie barības objekti.

Maģistra darbs sastāv no 76 lapaspusēm, 4 nodaļām un 4 pielikumiem. Darbu papildina 19 attēli un 7 tabulas.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Latvijas upju biotopu vispārīgs raksturojums

Ūdens resursi ir viena no Latvijas lielākajām dabas bagātībām. Latvijā ir ap 12,5 tūkstoši upju, strautu, lielu grāvju. Upes ir ūdenstece, kas plūst pa pašu iegrauztām gultnēm un savāc virszemes un pazemes ūdeņus no sava baseina. Tās parasti tek pa ielejām, kur gultnē ir ielejas viszemākā daļa. Kopējais upju garums, ieskaitot arī pašas mazākās upes ir apmēram 38 000 km, taču kopā ar grāvjiem hidrogrāfiskā tīkla kopgarums pārsniedz 100 tūkstošus kilometru. Latvijā ir 777 tādas upes, kas garākas par 10 km (Eipurs, Zīverts, 1998).

Upēs ļoti labi vērojams tas, ka tās ir izteikti telpiski heterogēni dabas objekti – biotopu nomaiņa tecējuma gaitā, kā arī to pārmaiņas cilvēku ietekmes rezultātā. Zivju dzīvotnes nodrošina tajās mītošo sugu ekoloģiskās prasības pēc pietiekamas ūdens kvalitātes, barošanās un vairošanās vietām, migrāciju ceļiem, paslēptuvēm u.c. Ņemot vērā, ka jebkura suga pastāv kā populācija, dzīvotnei jābūt telpiski pietiekami lielai un ar heterogēniem dzīves apstākļiem, piemēram, attekām, applūstošām palienēm (Birzaks, 2013). To, ka pieaugot biotopu daudzveidībai, pieaug zivju sugu skaits ekosistēmā (upē), pierāda daudzu pētījumu rezultāti. Zivju daudzveidība pozitīvi korelē ar dažādiem lokāliem rādītājiem – straumes ātrumu, gultnes substrāta tipu un dziļumu, aizaugumu un sanesumiem. Tas nozīmē, ka upes caurtece, dziļums un pieejamās paslēptuves raksturo upes bioloģisko ietilpību un stabilitāti, t. i., stabilākos ekoloģiskos apstākļos sastopams vairāk sugu (Birzaks, 2013).

Latvijas lielo upju vidējais kritums ir mazāks par 1 m/km, bet mazajās upēs, kas tek pa augstieņu nogāzēm, un vidējo upju ritrāla posmos vidējais kritums var sasniegt pat 10–15 m/km. Lielāko upju iztekas atrodas 170–200 m virs jūras līmeņa. Upju termiskais režīms bezledus periodā atbilst gaisa temperatūras gada gaitai. Ziemas periodā ūdens temperatūra pazeminās līdz 0 °C, bet vasarā Latvijas upēs novērojami temperatūras kontrasti. (Eipurs, Zīverts, 1998).

No ģeoloģiskā aspekta lūkojoties Latvijas upes ir jaunas, tās veidojušās pēdējā ledus laikmeta beigu posmā pirms 10–11 tūkst. gadu. Tikai dažas – Abava, Daugava, Gauja, atsevišķos posmos tek pa ielejām, kas veidojušās senāk. Latvijas upēm ir jaukta ūdens pieplūde, tās saņem ūdeni gan no gruntsūdeņiem, gan nokrišņiem. Upju ūdens režīms ir nevienmērīgs, tam raksturīgi pavasara pali un mazūdens periodi, kā arī uzplūdi ziemas atkušņu un vasaras – rudens lietavu laikā (Eipurs, Zīverts, 1998).

Latvijas upju ūdeņu ķīmisko sastāvu ietekmē ģeogrāfiskais novietojums, teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, klimats, arī klimata pārmaiņas, hidroloģiskie, ģeoķīmiskie procesi kā arī antropogēnā ietekme. Lielākajās upēs ūdeņu sastāvs veidojas arī kaimiņvalstīs: Krievijā, Baltkrievijā, Lietuvā un Igaunijā (Kokorīte, 2007). Pēc ķīmiskā sastāva Latvijas upju ūdeņi pieder pie hidrogēnkarbonātskiem ūdeņiem ar zemu mineralizācijas pakāpi. Augstākais kopējo izšķīdušo vielu saturs (virs 400 mg/l) konstatēts Lielupē un Ventā. Arī mazajās upēs, kuru sateces baseinā dominē karbonātiem bagātas augsnes, ir novērota augsta izšķīdušo vielu koncentrācija. Paaugstināta izšķīdušo vielu koncentrācija konstatēta mazūdens periodos, kad upju galvenais barošanās avots ir pazemes ūdeņi. Zemākā izšķīdušo vielu koncentrācija novērota Salacā un Irbē (Kļaviņš et al., 2002; Kokorīte, 2007).

Liela daļa Latvijas upju tikušas antropogēni pārveidotas – tā rezultātā mainījusies to ūdens kvalitāte, hidroloģiskais režīms un zivju dzīvotnes. Daudzas upes ir pārveidotas, tās iztaisnojot vai padziļinot, vai pārdalot noteci uz blakus upes baseinu. Latvijas upēs ir vairāk nekā 700 antropogēnu šķēršļi. Saskaņā ar Latvijas upju baseinu apgabalu pārvaldības plāniem 1/3 Latvijas upju ūdensobjektu neatbilst Direktīvas 2000/60/EC kvalitātes prasībām, t. i., ļoti labai un labai ekoloģiskajai kvalitātei (Birzaks, 2013).

Kā Eiropas savienības aizsargājamais biotops Latvijā ir izdalīti upju straujtecēs un dabiski upju posmi. Biotopam atbilst visi upju posmi ar akmeņainu, oļainu vai granšainu gultni, kuros vidējais straumes ātrums ir lielāks par 0,2 m/s (3260_1 variants ES biotopu klasifikācijā), kā arī visi dabiskie, nepārveidotie upju posmi neatkarīgi no straumes ātruma (3260_2 variants ES biotopu klasifikācijā) Pārveidoti (iedambēti, pārrakti, padziļināti) upju posmi, kuros vidējais straumes ātrums ir mazāks nekā 0,2 m/s, netiek uzskatīti par šo biotopu (Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā..., 2013).

Iepriekš minētie biotopi ir ļoti nozīmīga dzīvotne daudzām augu un dzīvnieku sugām, tās kalpo kā dabisks sugu migrācijas ceļš. Sevišķi vērtīgas ir upju straujtecēs ar akmeņainu vai oļainu grunti, kas ir vienīgā dzīvotne sugām, kuras pielāgojušās dzīvei strauji tekošos, ar skābekli bagātos ūdeņos. Upes ir vienīgā dzīvotne vairākām retām un aizsargājamām sugām, piemēram, sārtaļģei *Hildebrandia rivularis*, ziemeļu upes pērlenei *Margaritifera margaritifera*, upes micītei *Ancylus fluviatilis*, upes raibgliemezim *Theodoxus fluviatilis*, biežajai perlamutrenei *Unio crassus*, strauta nēģim *Lampetra planeri*, pavīķei *Alburnoides bipunctatus*, forelei *Salmo trutta fario*. Upes ir vienīgās nārsta vietas lasim *Salmo salar*, taimiņam *Salmo trutta* un upes nēģim *Lampetra fluviatilis* (Eiropas Savienības aizsargājamie biotopi Latvijā..., 2013).

Atbilstoši nevienmērīgajam relatīvajam kritumam, Latvijas upēs ir gan lēnas, gan straujas vietas. Straumes ātrums ir faktors, kas ietekmē dzīvesvietu tajā mītošajiem augiem un dzīvniekiem (Eipurs, Zīverts, 1998). Latvijas upes tiek dalītas ritrāla un potamāla tipa upēs, attiecīgi tiek nodalīti divi biotopi. Potamāla upēs straumes ātrums reti pārsniedz 0,2 m/s un ūdens temperatūra vasaras mēnešos pārsniedz 20 °C. Ritrāla tipa upēs straumes ātrums reti ir mazāks par 0,2 m/s un ūdens temperatūra vasaras mēnešos ir zemāka par 20 °C (Cimdiņš, 2001).

1.2. Latvijas upju tipoloģija

Lai veiktu virszemes ūdeņu apsaimniekošanu un labas kvalitātes sasniegšanu, ievērojot Eiropas Savienības Ūdens struktūrdirektīvas 2000/60/EC prasības, atbilstoši Latvijas Republikas Ūdens apsaimniekošanas likumam, Latvijas teritorija iedalīta 4 upju baseinu apgabalos: Daugavas, Gaujas, Lielupes un Ventas. Šajos apgabalos, ņemot vērā to ekoloģisko tipoloģiju, antropogēnās slodzes, nozīmi tautsaimniecībā un dabas aizsardzībā, kā arī citus faktorus, izdalīti 207 upju ūdensobjekti (Virszemes ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte, bez dat.). Saskaņā ar Ūdens apsaimniekošanas likumu virszemes ūdensobjekts ir “nodalīts un nozīmīgs virszemes ūdens hidrogrāfiskā tīkla elements: ūdenstece (upe, strauts, kanāls vai to daļa), ūdenstilpe (ezers, dīķis, ūdenskrātuve vai to daļa), kā arī pārejas ūdeņi vai piekrastes ūdeņu posms”. 2004. gada 19. oktobrī tika pieņemti Ministru kabineta noteikumi Nr. 858 “Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību”, kuri nosaka upju un ezeru ekoloģiskos tipus. Pavisam Latvijā izdalīti 6 upju tipi (1.1. tab.) Tie tiek noteikti izmantojot sateces baseina laukumu (km²), upes kritumu (m/km) un straumes ātrumu (m/s). Pēc augstuma virs jūras līmeņa, ģeogrāfiskā garuma un platuma visi Latvijas upju ūdensobjekti iedalīti vienā klasē, jo Latvijā nav novērotas nozīmīgas ekoloģiskas atšķirības starp upēm šo rādītāju dēļ. Latvijas upju gultnēm galvenokārt ir karbonātiska izcelsme, tādēļ arī tipoloģijā izdalīta viena klase – karbonātu. Jāpiezīmē, ka vairāk vienas upes iecirkņi var atbilst dažādiem tipiem (MK noteikumi Nr.858, 2004; Virszemes ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte, bez dat.)

Latvijas upju tipoloģija (MK noteikumi Nr.858, 2004).

Nr. p. k.	Sateces baseina laukums	Gultnes dibena garenslīpums	Tips	Tipa raksturojums
1.	Mazs (< 100 km ²)	Liels (> 1,0 m/km)	Ritrāla tipa maza upe	Upe ir sekla, straumes ātrums lielāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, grants un akmeņi
2.	Mazs (< 100 km ²)	Mazs (< 1 m/km)	Potamāla tipa maza upe	Upe ir sekla, straumes ātrums mazāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, kas ir klāta ar organiskas izcelsmes detritu un dūņām
3.	Vidēji liels (100–1000 km ²)	Liels (> 1 m/km)	Ritrāla tipa vidēja upe	Upe ir vidēji dziļa, straumes ātrums lielāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, grants un akmeņi
4.	Vidēji liels (100–1000 km ²)	Mazs (< 1 m/km)	Potamāla tipa vidēja upe	Upe ir vidēji dziļa, straumes ātrums mazāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, kas ir klāta ar organiskas izcelsmes detritu un dūņām
5.	Liels (> 1000 km ²)	Liels (> 1 m/km)	Ritrāla tipa liela upe	Upe ir dziļa, straumes ātrums lielāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, grants un akmeņi
6.	Liels (> 1000 km ²)	Mazs (< 1 m/km)	Potamāla tipa liela upe	Upe ir dziļa, straumes ātrums mazāks par 0,2 m/s. Gultnes substrātu veido smilts, kas ir klāta ar organiskas izcelsmes detritu un dūņām

Latvijas upes ir iespējams klasificēt arī pēc zivju sabiedrībām. Nesenākie Latvijas upju zivju sabiedrību pētījumi liecina, ka upēm var izdalīt 9 zivju biotopu tipus ar tiem raksturīgām zivju sabiedrībām (1.2. tab.).

Zivju biotopi Latvijas upēs (Birzaks, 2013).

Dzīvotne	Baseina grup (km ²)	T (°C)	Krituma grupa (m/km)	Gultnes heterogenitāte (%) ¹	Biotops/sugas
Mazo ritrāla upju lēnteces, I tips	78 ± 87 (51)	17,4 ± 2,1	2,0 ± 3,3 (0,5)	23,0	Līdaka, vēdzele, stagari, ausleja, pīkste
Vidējo un lielo upju lēnteces, II tips	2063 ± 2040 (3400)	20,1 ± 2,3	0,7 ± 0,8 (0,1)	53,0	Rauda, asaris, spidiļķis
Vidējo upju straujteses III tips	347 ± 395 (457)	17,8 ± 2,4	3,4 ± 3,1 (2,5)	55,0	Platgalve
Vidējo upju straujteses/lēnteces IV tips	209 ± 230 (113)	17,4 ± 2,1	1,1 ± 0,9 (1,9)	70,0	Mailīte
Vidējo un lielo upju lēnteces, V tip	1123 ± 1570	19,3 ± 2,5	0,7 ± 0,8 (0,2)	57,0	Grundulis, akmeņgrauzis
Vidējo un lielo upju straujteses VI tips	3346 ± 2545 (6652)	19,6 ± 2,5		57,0	Pavīķe
Mazās aukstūdens upes VII tips	118 ± 152	15,6 ± 2,0	6,2 ± 4,7 (4,9)	76,0	Forele
Vidējo un lielo upju straujteses VIII tips	1592 ± 1559	18,3 ± 2,4	2,7 ± 1,7 (1,0)	90,0	Bārdainais akmeņgrauzis
Lielo upju straujteses IX tips	2913 ± 854	20,0 ± 1,6	1,1 ± 1,0	91,0	Lasis
Vidējā vērtība ± std (moda);					
¹ – izteikta procentos no summas (akmeņi + oļi + grants)					

1.3. Latvijas upju ihtiofauna

Kopš pagājušā gadsimta 90. gadiem pētījumi par upju zivju izplatību un relatīvo daudzumu ir veikti visā valsts teritorijā. Kopumā Latvijas upēs noķertas 43 zivju un 3 nēģu sugas (Birzaks *et al.*, 2011). Latvijas upju baseinos sastopamās zivju un nēģu sugas apskatītas 1. pielikumā. Plašāk izplatītās sugas Latvijas upēs ir bārdainais akmeņgrauzis *Barbatula barbatula* un mailīte *Phoxinus phoxinus*, kā arī līdaka *Esox lucius*, grundulis *Gobio gobio*, asaris *Perca fluviatilis* un strauta nēģis. Atsevišķas sugas, tādas kā sams *Silurus glanis*, salate *Aspius aspius*, varavīksnes forele *Oncorhynchus mykiss*, konstatētas tikai 1–2 upēs, ziemeļu zeltainais akmeņgrauzis *Sabanejewia baltica* konstatēts 5 upēs (trīs upju baseinu apgabalos),

un rotans *Perccottus glenii* četrās upēs (Birzaks, 2013, BIOR, 2016). Latvijas upēs konstatētas 4 invazīvas zivju sugas – varavīksnes forele, sudrabkarūsa *Carassius gibelio*, karpa *Cyprinus carpio* un rotans. Pašatražojošas populācijas veido divas no tām – rotans un sudrabkarūsa, bet biežāk sastopama un plašāk izplatīta ir sudrabkarūsa (Birzaks, 2013).

Birzaka (Birzaks, 2013) pētījumā par Latvijas upju zivju sabiedrībām un to ietekmējošiem faktoriem, tika konstatēts, ka zivju sabiedrībās pēc skaita dominē sugas, kas uzturas ūdens slānī. Tās ir 61% no zivju skaita (mailīte, pavīķe, vīķe *Alburnus alburnus*, rauda *Rutilus rutilus* un lašveidīgās zivis), bet bentisko zivju (bārdainais akmeņgrauzis, grundulis, platgalve *Cottus gobio*) sugu īpatņu skaits ir par ceturtdaļu mazāks – 39 %. Upēs skaitliski dominē reofilās zivis, kas sastāda vairāk nekā 72 % no to kopējā skaita (bārdainais akmeņgrauzis, platgalve, lašveidīgās zivis), bet limnofilās sugas veido tikai 3,5 % (ausleja, deviņadatu stagers *Pungitius pungitius*, spidiļķis *Rhodeus sericeus*, rudulis *Scardinius erythrophthalmus*, līnis *Tinca tinca*). Pēc skaita lielākā daļa Latvijas upju zivju pārstāv sugas, kas nārsto uz cieta substrāta (litofilās sugas), veidojot 68 % no zivju sabiedrībā pārstāvētajām zivīm (lašveidīgās zivis, bārdainais akmeņgrauzis, platgalve, mailīte, vēdzele *Lota lota*, nēģi).

Pēc barošanās tipa zivju sabiedrībās dominē omnivori (18 %) – šīm sugām pieder tādas plaši izplatītas zivis kā vīķe, rauda, sapals *Squalis cephalus*, baltais sapals *Leuciscus leuciscus*, plaudis *Abramis brama*, plicis *Blicca bjoerkna*. Savukārt zivis, kas barojas ar bezmugurkaulniekiem (insektivori vai invertivori), veido 17% no zivju sabiedrībām (pavīķe, platgalve, lašveidīgās zivis), bet plēsīgo zivju (līdaka, vēdzele, sams, zandarts *Sander lucioperca*) skaits ir ap 5 % no kopējā zivju skaita. To zivju, kuru mūža ilgums nepārsniedz dažus gadus (vīķe, pavīķe, stagari, platgalve, ausleja, mailīte, spidiļķis), īpatsvars Latvijas upju zivju sabiedrībās ir 39 %, kamēr zivju ilgdzīvotāju skaits ir robežās ap 5 % (līdaka, plaudis, sams, zandarts, līnis, vēdzele). 5 zivju sugas Latvijas upēs – rauda, līdaka, forele, bārdainais akmeņgrauzis un asaris veido ap 70% no kopējās zivju biomasas (Birzaks, 2013).

1.3.1. Līdakas ekoloģija

Līdaka (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) ir viena no Latvijas ūdeņos visbiežāk sastopamajām un vieglāk atpazīstamajām zivju sugām (Birzaks, 2013). To raksturo tās garenais slaidais ķermenis, kas no sāniem ir nedaudz saplacināts un uz priekšu vērsta mute (Raats, 1988; Harvey, 2009). Mugura ir zaļganmelnā krāsā, bet sāni zaļganpelēcīgi vai brūngani ar dzeltenīgiem plankumiem, savukārt muguras, anālā un astes spura ir ar tumšiem plankumiem (Raats, 1988). Muguras un anālā spura ir novietotas relatīvi tuvāk astes spurai kā citām zivīm. Krūšu un vēdera spuras atrodas zemu uz ķermeņa. Astes spura sastāv no 19 stariem. (Zarkami,

2008; Raat, 1988) Līdaka taksonomiski pieder līdakveidīgajām zivīm (Esociformes), kas ir īsto kaulzivju (Teleostei) lašu virskārta (Protacanthopterygii) (1.3. tab.).

1.3. tabula

Līdakas taksonomiskā piederība (Integrated taxonomic information system, 2015)

Valsts	Dzīvnieku Animalia	Infraklase	Īstās kaulzivis Teleostei
Tips	Hordaiņu Chordata	Virskārta	Lašu Protacanthopterygii
Apakštips	Mugurkaulnieku Vertebrata	Kārta	Līdakveidīgās Esociformes
Virsklase	Kaulzivju Osteichthyes	Dzimta	Līdakas Esocidae
Klase	Starpspures Actinopterygii	Ģints	Līdakas <i>Esox</i>
Apakšklase	Jaunspures Neopterygii	Suga	Līdaka <i>Esox lucius</i>

Līdakai ir holarktisks izplatības areāls (ekoloģiskais reģions, kas aptver lielāko daļu Eirāzijas un Ziemeļamerikas) (Craig, 2008; Harvey, 2009). Tā ir izplatīta mērenajā klimata zonā starp 74°N-36° N, 167°W-180°E Ziemeļamerikā, Eiropā un daļā Āzijas, dziļumā no 0-30 m. (Froese, Pauly, 2015). Ziemeļamerikā sastopama: Lielo ezeru un Misisipi upes baseinā no Labradoras līdz Aļaskai un dienvidos no Pensilvānijas, Missūrī un Nebraskas, bet Eirāzijā: Kaspijas, Melnās, Baltās, Baltijas, Barenca, Arktiskās, Ziemeļu un Arāla jūrās un Atlantijas okeānā, dienvidrietumos Adūras upes baseinā Francijā, Ronas upes baseinā, Itālijas ziemeļos. Plaši izplatīta Vidusāzijā un Sibīrijā. Iroducēta daudzu upju baseinos. (Kobler *et al.*, 2008; Harvey, 2009; Froese, Pauly, 2015). Evolucionāri līdaka un tai radniecīgās sugas ir izcēlušās pirms Eirāzija un Ziemeļamerika kontinentālo plātņu diverģences rezultātā kļuva par atsevišķiem kontinentiem. Līdakas populāciju globālo pētījumu analīze liecina, ka Eiropas populācijas ir mainīgākas kā tās, kas ir Ziemeļamerikā vai Sibīrijā (Zarkami, 2008; Harvey, 2009). Līdaka ir plaši izplatīta visā Latvijas teritorijā gan upju skaita, gan biomasas ziņā (Birzaks, 2013).

Dienvidu areālu populācijas nārsto viena gada vecumā, kamēr lielākā daļā to populāciju dzimumgatavību sasniedz 2 – 7 gadu laikā (Raat, 1988; Zarkami, 2008) sasniedzot 20 – 60 cm, Latvijā 27 – 30 cm garumu (Plikšs, Aleksejevs, 1998). Nārsta periods ir no februāra līdz maija beigām, temperatūras intervālā no 6 °C līdz 14 °C, ar optimumu 8 °C līdz 12 °C. Līdakas nārstam dod priekšroku vietām ar blīvu veģetāciju, arī to kāpuru un jauno īpatņu attīstībai šādi apstākļi ir labvēlīgāki. To ikri pielīp pie augiem vai cita substrāta. Arī pieaugušie īpatņi augstā mērā ir atkarīgi no veģetācijas (Raat, 1988; Zarkami, 2008).

Veģetācija tiek izmantota kā slēpnis gan uzbrūkot upurim, gan slēpjoties no lielākām līdakām. Sasniedzot aptuveni četrus gadu vecumu īpatņi pārvietojas uz atklātākiem ūdeņiem, jo tad kanibālisma risks kļūst salīdzinoši zemāks. Īpatņa izmēri ietekmē arī tā biotopa izvēli. Ja veģetācija segums ir virs 50 % ievērojami samazinās līdaku populācija lielums. (Zarkami, 2008; Harvey, 2009).

Augšanas ātrums svārstās, mainoties platuma grādiem. Līdaka, tāpat kā citas zivis, ir neaizsargāta pret barības trūkumu, kas galvenokārt ir saistīts ar augstu populācijas blīvumu un ierobežotu ūdens pārredzamību. Ūdens temperatūras, kas augstāks par 21 C° ierobežo līdaku augšanu un izmēru sadalījumu (Zarkami, 2008). Pētījumos, kas salīdzina līdaku mirstību un augšanu ezeros un upju populācijās netika konstatētas nekādas atšķirības (Craig, 2008). Straume iespējams ir maznozīmīgs faktors, salīdzinot ar citiem abiotiskajiem faktoriem. Līdakas augšanu būtiski ietekmē gan biotiski, gan abiotiskie faktori, tādi kā – temperatūra, ūdens caurredzamība, biotopa produktivitāte, pieejamie barības objekti un līdaku blīvums un citi konkurenti (Craig, 2008; Zarkami, 2008).

Līdaka ir aukstūdens suga, kas uzturas galvenokārt barības vielām bagātos ezeros, dīķos, lēnās upēs, kā arī vāji iesāļos piekrastes ūdeņos (Baltijas jūra). Galvenokārt apdzīvo sekļus saldūdens biotopus, vai saldūdens zonas, kur ir sastopama iesakņojusies ūdens veģetācija. Dzīves vide mainās atkarībā no sezonas. Pavasara un rudens palos mitinās sekļos ūdeņos, lielākie īpatņi vasaras periodā pārvietojas uz dziļākiem ūdeņiem (Craig, 2008).

Līdakas prasības pret dzīves vidi var iedalīt 3 kategorijās: nārsta, kāpuru, un juvenilo-pieaugušo īpatņu biotopi. Optimālā dzīves vide atšķiras ar veģetācijas segumu, substrāta tipu, ūdens temperatūru, skābekļa daudzumu, caurredzamību un duļķainību. Šos faktorus ietekmē eitifikācija, kas kopumā atstāj negatīvu ietekmi uz līdaku populācijām. Sakarības dažādos gadalaikos attiecībā starp priekšroku pret biotopu un līdakas vecumu parādīja, ka lielie līdaku īpatņi apdzīvo plašu spektru biotopu gan ar veģetāciju blīvu vidi, gan atklātus ūdeņus. Bet vasaras sākumā jaunie īpatņi (līdz 15 cm) dod priekšroku mitināties blīvās nimfeīdu un izoetīdu audzēs (Kobler et al., 2008). Pētījumos par līdaku pārvietošanās aktivitāti atkarībā no ūdens temperatūras ir iegūti pretrunīgi viedokļi. Literatūrā tiek minēts, ka lielāka aktivitāte ir novērojama ziemā, citviet, ka vasarā, bet vēl citos avotos tiek minēts, ka nepastāv atšķirības starp pārvietošanās aktivitāti. Dažādi pētījumu rezultāti, iespējams, atspoguļo ne tikai variācijas līdakas uzvedībā dažādās ekosistēmās, bet arī atšķirības metodēs un pētījuma veidā (Kobler *et al.*, 2008).

Līdakas ir vientuļnieki un ļoti teritoriāli. Pieaugušie īpatņi pārsvarā barojas ar zivīm, bet ja tās nav pieejams, tad arī ar vardēm un vēžiem. Kanibālisms ir izplatīts tajos biotopos vai

ūdensobjektos, kur līdakas ir vienīgie ihtiofaunas pārstāvji. Šajā gadījumā juvenilās līdakas barojas ar bezmugurkaulniekiem, bet lielie indivīdi galvenokārt ir kanibāli (Craig, 2008; Froese, Pauly, 2015). Citas zivis izvairās no vietām ar līdaku ekskrementiem, jo tie satur feromonus, kas tām rada trauksmi (Froese, Pauly, 2015).

Līdakas attiecībā pret temperatūru ir eiritermi, tās var paciest temperatūru tuvu nullei (0,1 °C), tās augstākā letālā temperatūrā ir ap 29,4 °C. Līdakas augšanas ātrums būtiski pieaug, ja temperatūra ir virs 10 °C un ir augstākā pie 19 °C (priekš biomasas) un 21 °C (priekš garuma). Suga ir ļoti toleranta attiecībā pret skābekļa daudzumu ūdenī. Tā spēj izdzīvot skābekļa koncentrācijās, kas ir mazākas par 1 mg/l, bet ir konstatēti arī dzīvi indivīdi, pie 0,04 mg/l O₂. Kad skābekļa koncentrācija ūdenī ir zem 4 mg/l O₂ līdaka pārvietojas uz vidi, kur skābekļa koncentrācija ir augstāka. Kritiskā skābekļa koncentrācija ir atkarīga no temperatūras, letālās skābekļa koncentrācijas svārstās starp 0,5 līdz 2 mg/l. Barošanās tiek pārtraukta, kad skābekļa koncentrācija ir zem 2 mg/l. Arī attiecībā pret vides reakciju ūdeni līdaka ir toleranta (Hennessey, 2011).

1.3.2. Asara ekoloģija

Arī asaris (*Perca fluviatili* Linnaeus, 1758) ir Latvijas saldūdeņos un piekrastes iesālūdeņos plaši izplatīta suga. Ķermenis no sāniem saplacināts, bet samērā augsts. Pārklāts ar mazām zvīņām. Mute ar sīkiem zobiem, vērsta uz priekšu. Mugura zaļganbrūnā krāsā, sāni zaļgandzelteni, vēders dzeltenīgs vai balts. Uz sāniem 5-9 platas tumšas šķērsvītras. Pirmās muguras spuras galā melns plankums. Vēdera spuras, anālā spura un astes spura sarkana vai oranža (Thorpe, 1977; Kottelat and Freyhof, 2007, U.S. Fish and Wildlife Service, 2014). Asaris pieder dzelkņstarzivju (Acanthopterygii) virskārtas asarveidīgo kārtas dzelteno asaru dzimtai (1.4. tab.).

1.4. tabula

Asara taksonomiskā piederība (Integrated taxonomic information system, 2015)

Valsts	Dzīvnieku Animalia	Infraklase	Īstās kaulzivis Teleostei
Tips	Hordaiņu Chordata	Virskārta	Dzelkņstarzivis Acanthopterygii
Apakštips	Mugurkaulnieku Vertebrata	Kārta	Asarveidīgās Perciformes
Virsklase	Kaulzivis Osteichthyes	Dzimta	Īstie asari Percidae
Klase	Starpspures Actinopterygii	Ģints	Dzeltenie asari <i>Perca</i>
Apakšklase	Jaunspures Neopterygii	Suga	Asaris <i>Perca fluviatilis</i>

Asaris ir plaši izplatīts mērenā platuma grādos Eirāzijā, no Britu salām līdz Austrumsibīrijai, izņemot Ibērijas pussalu, Itālijas dienvidus, un Balkānu pussalas rietumu daļu (Thorpe, 1977; Linløkken, 2008). Latvijā saldūdeņos viena no visizplatītākajām sugām, sastopama daudzos ezeros un upēs, arī jūras piekrastē upju grīvu tuvumā (Plikšs, Aleksejevs, 1998). Izplatību daļēji limitē zemā tolerance pret sāļumu (Thorpe, 1977; Linløkken, 2008). Suga dabīgi sastopama visā Eiropā, bet ir introducēta daudzās pasaules valstīs kā zivs sporta makšķerēšanai. Introducēta Ebro deltā (Spānijā), centrālajā un Dienviditālijā, Skadaras ezerā (Albānijā), Amūrā (Sibīrijā), kā arī Austrālijā un Dienvidāfrikā. Apdzīvo plašu biotopu spektru, upes, to grīvas, ezerus (Kottelat, Freyhof, 2007; Linløkken, 2008). Asaris ir plaši izplatīts visā Latvijas teritorijā gan upju skaita, gan biomasas ziņā (Birezaks, 2013).

Dzimumgatavība asariem iestājas 1-7 gadu vecumā, sasniedzot 5-22 cm, Latvijā 6-18 cm garumu (Plikšs, Aleksejevs, 1998). Tēviņi pirmo reizi nārsto 1-2 gadu vecumā, bet mātītes 2-4 gadu vecumā. Nārsta periods no februāra līdz jūlijam, Latvijā, aprīlī-jūlijā, kad temperatūra ir robežās no 3-20 °C (Plikšs, Aleksējevs, 1998; Kottelat, Freyhof, 2007). Dzīvo līdz pat 21 gada vecumam, parasti apmēram 6 gadus. Kāpuriem ir pozitīva fototaksija, tie dzīvo atklātos ūdeņos un barojas ar planktoniskajiem organismiem. Var tikt plaši izplatīti ar strauņju palīdzību (Kottelat, Freyhof, 2007).

Barojas dienā, galvenokārt saullēkta un saulrietā, uzturā izmanto visu pieejamos upurus. Juvenīlie īpatņi un kāpuri barojas ar planktoniskiem bezmugurkaulniekiem. Kļūst par plēsēju sasniedzot 120 mm garumu (Kottelat, Freyhof, 2007; Linløkken, 2008). Ūdens temperatūra ietekmē peldēšanas un barošanās aktivitāti. Optimālā asara barošanās temperatūra ir 23 °C. Vides reakcija ietekmē populācijas atjaunošanos. Asaris ir viena no tolerantākajām zivīm attiecībā pret pH, ikri var izdzīvot, kad pH ir ap 5.0, bet pieaugušie īpatņi var izdzīvot pat pie mazākām vērtībām. pH ietekmē juvenilo un pieaugušo īpatņu mirstību, pieaugušo asaru augšanu un sastopamību, lielo īpatņu sastopamību. Temperatūra ietekmē asara aktivitāti – peldēšanas ātrumu, barošanos, tā samazinās zemās temperatūrās. Biotopos, kuros sastopami tikai asari, blīvums pieaug samazinoties lielo plēsīgo īpatņu daudzumam. Asaru populācijas biomasas pieaugumu negatīvi ietekmē kopējā zivju biomasas, un citu sugu līdzāspastāvēšana, it īpaši raudas. Tas nozīmē, ka starpsugu mijiedarbība negatīvi ietekmē augšanu un izdzīvošanu (Linløkken, 2008).

1.3.3. Pētījuma objektu ietekme uz saldūdens biotu

Plašā šo sugu izplatība un sastopamība daudzos dažādos biotopos ļauj spriest par šo sugu būtisko ietekmi uz saldūdens biotopiem. Līdakai ir holarktisks izplatības areāls (Craig, 2008), asaris ir plaši izplatīts Eirāzijā (Linløkken, 2008). Abi pētījuma objekti ir ļoti plastiski attiecībā uz biotopu izvēli un uz barības objektiem, to izmēru un etoloģiju (Thorpe, 1977; Raat, 1988), tādēļ tie spēlē ļoti nozīmīgu lomu saldūdens ekosistēmu zivju sabiedrību strukturēšanā regulējot sugu sastāvu, sastopamību, izplatību, un biomasu. Tai skaitā ietekmējot citu līdaku un asaru sastopamību (Thorpe, 1977; Craig, 2008). Līdaka, parasti, ir augstākais plēsējs tajā saldūdens biotopā, kur tā atrodas (Raat, 1988). Arī pieaugušie asari ir augstākie plēsēji atsevišķos biotopos (Thorpe, 1977), tomēr tie barības ķēdē ir zem līdakas. Tas, ka asaris un līdaka ir barības ķēdes augšgalā nosaka, ka to populācijas ir mazas salīdzinot ar citu zivju sugu populācijām, kas ir barības ķēdes zemākos posmos. Asaris un līdaka ir kā “bioloģiskie uzlabotāji”, kas samazina zivju ar mazu ekonomisko vērtību daudzumu, kā arī tie ir svarīgi organismi slimo un ievainoto zivju skaita samazināšanā, padarot konkrēto zivju sabiedrību veselāku (Thorpe, 1977; Raat, 1988; Craig, 2008). Pētījuma objekti ir ne tikai nozīmīgi zivju sabiedrību strukturēšanā, bet arī to aizsargāšanā. Tas ir, mazinot introducēto sugu ietekmi un biokopas piesārņošanu ar ģeogrāfiskajam apgabalam neraksturīgām sugām. Šīs sugas ir nozīmīgas strukturējot dažnedažādas biokopas, jo spēj apdzīvot plašu biotopu spektru, tai skaitā biotopus ar sliktu ekoloģisko kvalitāti (hipereitrofos, eitrofos ezerus, ūdenskrātuves, upes), kur barības objektu daudzveidība un/vai daudzums relatīvi niecīgs (Craig, 2008).

Pastāv arī negatīvas ietekmes aspekti. Šo divu sugu introdukcijas rezultātā (sporta zveja, akvakultūras), tās ir izplatījušās teritorijās, kur tām nav dabiskais areāls, apdraudot citu areālam raksturīgo zivju sugu daudzveidību, izplatību, un biomasu. Cilvēka ietekmes un klimata pārmaiņu kontekstā šis aspekts ir ļoti nozīmīgs, jo ūdens temperatūras paaugstināšanās rezultātā var notikt sugu izplatība ūdensobjektos, kur asara vai līdakas sastopamība ir reta (Linløkken, 2008; Hennesey, 2011). Atsevišķos biotopos, kur zivju ekoloģiskās nišas pārsedzas, piemēram, ir novērota līdakas ietekme uz lašveidīgo zivju populācijām, kā arī ir konstatēts, ka drīz pēc ielaišanas līdaka uzturā patērē ielaistās lašveidīgās zivis (Kekäläinen *et al.*, 2008; Sandlund *et al.*, 2016).

1.3.4. Plēsīgo zivju barošanās ekoloģija

Barošanās ir viens no sarežģītas uzvedības modeļiem, kas sevī ietver kompleksu uzvedības procesu kopumu, kas beigās rezultējas enerģijas uzņemšanā (Bone, Moore, 2008). Kā jau visiem dzīvajiem organismiem, arī zivij ir nepieciešams enerģijas avots, kas darbinātu

tās ķermeņi un procesus, tai skaitā augšanu, metabolismu un vairošanos. Zivīm ir izveidojušies barošanās mehānismi, kas tām ļauj barībā patērēt plašu dzīvnieku spektru un augu valsts objektus (Moyle, Cech, 2004). Tās ir pārstāvētas visos trofiskajos līmeņos – no herbivoriem līdz plēsīgajām sugām. Dažās no sugām ir specializējušās konkrētiem apstākļiem un barībai, bet citas sugas ir eiribionti attiecībā pret barošanos un izmanto plašus barības resursus. Plēsīgās zivis kopumā raksturo tas, ka to:

- galvenais barības objekts ir citi ihtiofaunas īpatņi;
- tās ir filoģenētiski un ģeogrāfiski plaši izplatītas;
- lielākajā daļā ūdens biotopu tās atrodas barības ķēžu augšgalā;
- sasniedz lielākos izmērus zivju sabiedrībās (haizivis, zobenzivis, tunzivis);
- tām ir būtiska ietekme uz citu zivju sugu sastopamību un biomasu (Hart, Reynolds, 2002).

Barības režīms un barošanās tips ir saistīts ar ķermeņa formu un gremošanas sistēmu. Zivīm evolūcijas procesā ir izveidojušies dažādi morfoloģiski pielāgojumi barības uzņemšanai. Piemēram, plēsējiem tā ir smailāka ķermeņa forma, gala mutes pozīcija, mutes forma – tvērējmute, zobi uz žokļiem un aukslējām, piloriskie piedēkļi, īss zarnu trakta garums (mazāks par 100 % no ķermeņa garuma) (Moyle, Cech, 2004; Braga *et al.*, 2012).

Plēsīgajām zivīm var izšķirt šādas medījuma metodes: pievilināšana (*luring*), pakaļdzīšanās (*chasing*), izsekošana (*stalking*) - paātrinājuma uzbrukums (*lungers*) un vajāšana (*pursuers*), uzbrukšana no slēpņa (*ambush*), iesūkšanas barošanās (*ram suspension*), manipulācijas (*manipulation*) un citas (Hart, Reynolds, 2002).

Piemēram, pievilināšanās gadījumā upuris tiek vilināts ar ēsmu, kas līdzīga upurorganisma barības objektam, parasti ēsma ir mugurkaula daļas pārveidne. Šī medījuma metode ir tipiska jūrasvelniem *Lophius piscatorius*. Pakaļdzīšanās gadījumā upuris tiek notverts vai nu to kādu brīdi vajājot vai ar paātrinājuma uzbrukumu, kad plēsējs no tuvas distances S-veida pozīcijas uzklūp virsū upurim – šāda barošanās ir raksturīga arī līdakai (Hart, Reynolds, 2002). Plēsējs var izmantot vienu vai vairākas no šo uzbrukuma metodēm, atsevišķām sugām ir izveidojušies īpaši etoloģiski pielāgojumi upuru notveršanai. Izmantojot manipulācijas – košanu, apgriešanos, satveršanu un citus, ar saviem īstajiem vai dermālajiem zobiem upuris satver barību, arī mēle var tikt izmantota barības atlasei (Moyle, Cech, 2004). Pastāv atšķirības arī barošanās efektivitātē un pieauguma ātrumā atkarībā no tā vai zivs biotopā ir barā, vai tas ir atsevišķs īpatnis (Eklöv, 1992).

Lielākā daļa zināšanu par zivju uztura prasībām nāk no eksperimentāliem pētījumiem ar kultivētām sugām, galvenokārt lašveidīgajiem. Šie pētījumi ir parādījuši olbaltumvielu, lipīdu un ogļhidrātu nozīmīgumu anabolisma un katabolisma procesos. Olbaltumvielas ir galvenais augšanas pamats zivīm, uzturā nelietojot visas tām nepieciešamas aminoskābes – histidīnu, arginīnu, izoleicīnu, leicīnu, lizīnu, metionīnu, fenilalanīnu, treonīnu, triptofānu un valīnu, samazinās to augšanas ātrums un rodas mugurkaula pataloģijas – skolioze un lordoze (Moyle, Cech, 2004).

Zivju barošanas un barības sastāvu nosaka šādi faktori:

- dažāda vecuma īpatņu atšķirīgā barošanās;
- diennakts un sezonālas izmaiņas;
- izmaiņas atkarībā no biotopa;
- konkrētā īpatņa fizioloģiskais stāvoklis.

Pastāv optimālās barības meklēšanas teorija (*optimal foraging theory*) – zivis barojoties cenšas ar minimālu piepūli iegūt lielāku uzņemtās enerģijas daudzumu. Barības uziešana zem ūdens lielākos attālumos ir grūta, jo redzamība ūdenī ir vāja, bet zivis var piesaistīt citas zivis ar barošanās skaņām – plēsīgas zivis gremojot savu upuri var piesaistīt citus populācijas īpatņus, kas kļūst par konkurentiem (Bone, Moore, 2008).

1.4. Ihtiocenozi ietekmējošie faktori un to nozīme upēs

1.4.1. Biotiskie un abiotiskie faktori

Saldūdens ihtiofaunu ietekmē biotiski un abiotiski faktori, arī antropogēnā darbība. Faktoru ietekme izpaužas gan lokālā, gan reģionālā līmenī. Biotops, ko funkcionāli raksturo upes dziļums, straumes ātrums, ūdens temperatūra, gultnes substrāts un upes lielums, nosaka zivju sabiedrību struktūru gan taksonomiskā ziņā, gan ekoloģisko grupu ziņā. (Birzaks, 2013). Sugas potenciālo klātbūtni upē (biotopā) nosaka kompleksi faktori – zooģeogrāfiskās barjeras, fizioloģiskie faktori, bioloģiskā mijiedarbība jeb ekoloģiskie apstākļi, kas nepieciešami, lai tiktu nodrošinātas konkrētas sugas īpatņiem nepieciešamā vide, tai skaitā barības pieejamība, slēptuves, nārsta vietas, kāpuru un mazuļu uzturēšanās vietas un tamlīdzīgi (Moyle, Cech, 2004). Konkrētās zivju sugas klātbūtni nosaka iepriekš minēto faktoru kopums, kā arī optimāla ūdens temperatūra un skābekļa saturs, hidroloģiskais režīms un ūdens kvalitāte (biogēni, piesārņojums) (Birzaks, 2013). Upi, kāda tā ir tagad, ir izveidojusi ģeogrāfisko, augsnes, klimata un veģetācijas faktoru mijiedarbība reģionā, kurā tā atrodas. Nogāzes slīpums un nokrišņu intensitāte, biežums, ilgums un nokrišņu veids ietekmē enerģijas apjomu kāda upes

plūsmas ar straumi. Augšnes un veģetācija nosaka to, kādas vielas un erodētais materiāls ieskalosies upē (Thompson, Larsen, 2004).

Ūdens plūsmas režīms veido hidrobiontus un ekoloģiskos procesus. Katrai upei ir raksturīgs plūsmas režīms un noteikta biokopa, kas ir saistīta ar to. Zivis un citi organismi ir pielāgojušies mēneša, sezonas, gada un ilggadīgajai mainībai ūdens plūsmā. Fizikālā vide veido raksturīgās populācijas īpašības (Thompson, Larsen, 2004). Upe mijiedarbojas trīs dimensijās: garenvirzienā (pret straumi un lejup pa straumi), laterāli ar to palienēm, vertikāli ar augsnēm un gruntsūdeņiem zem straumes. Garenvirziena savienojamība atļauj zivju brīvu kustību pa straumi, savukārt šķēršļi (dambji) kavē vai pilnīgi bloķē migrāciju. Laterālā izplešanās paliēņu biotopos plūdu vai palu laikā var radīt nārsta, mazuļu augšanas vidi un barošanās vietas daudzām zivju sugām. Pārmērīga gruntsūdeņu ieguve vai sausums var radīt tādus apstākļus, ka upe vairs nav savienota ar gruntsūdeņiem un tā izkalst (Nilson, Svedmark, 2002).

Zivis ir poikilotermi organismi, kas nozīmē, ka vide kurā tie dzīvo nosaka to ķermeņa temperatūru. Ūdens temperatūra nosaka zivju aktivitāti un fizioloģisko procesus un katrai zivju sugai optimālā un letālā temperatūra ir atšķirīga. Nevēlama temperatūra var būtiski ietekmēt zivju migrāciju, nārstu, augšanu un attīstību, kā arī sastopamību. Augsta ūdens temperatūra palielina vielmaiņas, augšanas aktivitāti un palielina īpatņa pieprasījumu pēc barības, kā arī tas var palielināt slimību risku. Turklāt ūdens temperatūras pieaugums var veicināt svešzemju sugu parādīšanos (Thompson, Larsen, 2004). Katrai zivju sugai ir savs evolucionārs pielāgojums temperatūras diapazonam, kurā tā spēj augt un attīstīties. Saldūdens zivju dzīve noris temperatūru diapazonā no 0 līdz 41 °C. Mērenajā klimata joslā izšķir divas zivju sugu grupas atkarībā no to spējas adaptēties dažādās temperatūrās:

- stenotermās sugas, kas adaptējušās šauram temperatūru diapazonam, aukstūdens sugas.
- eiritermās zivju sugas, kas pielāgojušās izdzīvot plašākā temperatūru diapazonā.

Zivju sugu skaitu upēs lielā mērā nosaka tās temperatūras režīms. Lielākā daļa Latvijas upju ihtiofaunā pārstāvēto zivju pieder pie karpu dzimtas, kas ir siltūdens sugas (Birzaks, 2013).

Ūdens temperatūru upēs nosaka gan dabiski, gan antropogēni faktori. Ūdens temperatūrai upēs raksturīga telpiska un sezonāla variabilitāte. Kopumā virzienā no zemākas pakāpes upēm uz augstākas pakāpes upēm sateces baseinā ūdens temperatūra pieaug. Ūdens temperatūrai upēs raksturīgs diennakts cikls ar minimumu agri no rīta un gada cikls ar temperatūras minimumu ziemā. No antropogēnajiem faktoriem upju termālo režīmu būtiski

ietekmē termālais piesārņojums, izmaiņas zemes lietošanā upes sateces baseinā (mežu izciršana), upes hidroloģiskā režīma regulēšana un globālās klimata izmaiņas (Birzaks, 2013).

Izšķīdušā skābekļa režīmam ir izšķiroša nozīme zivju izdzīvošanā. Skābekļa piesātinājumu nosaka ūdens temperatūra, atmosfēras spiediens, un izšķīdušo sāļu daudzums. Skābekļa koncentrācijas dinamiku upēs nosaka tas, ka tie ir lotiski ūdeņi. Skābekļa avoti ir intensīva aerācija straujteču posmos, ūdenskritumos, krācēs, turbulentā ūdens darbība un augu fotosintēze, bet tā patērēšana notiek caur biokopu elpošanas procesiem, organisko vielu sadalīšanos un tiešu ķīmisko oksidēšanos. Pietiekama izšķīdušā skābekļa koncentrācija zivīm ir svarīga visos dzīves posmos, bet it īpaši embrionālajās un juveniālajās stadijās (Thompson, Larsen, 2004). Skābekļa koncentrācijas ietekmē zivju sabiedrību struktūru, to metaboliskos procesus, biomasu, sastopamās sugas un arī zivju etoloģiju. Konkrētā īpatņa skābekļa patēriņš ir atkarīgs no tā lieluma, barošanās aktivitātes, pārvietošanās aktivitātes un sugas. Optimāls skābekļa režīms nodrošina biomasas pieaugumu, bet novirzes no tā izsauc nevajadzīgu stresu (Boyd, 1990; Loyd, 1992).

Vairumam saldūdens sugu optimālais pH diapazons ir robežās no 6,5 līdz 9,0. Ja pH ir zemāks par 6,5 samazinās zivju augšana, spēja saglabāt sāļu līdzsvaru organismā un tiek pārtraukta reproducēšanās spēja. Lielākā daļa zivju iet bojā ja pH vērtības ir zem 4,0 un virs 11 (Loyd, 1992). Zemas pH vērtības palielina metālu migrētspēju, bet augstas vērtības nosaka amonija jonu pārvēršanos amonjakā (Boyd, 1990).

Pētījumos par saldūdens zivju izplatības un daudzuma atšķirībām konstatēts, ka tādi faktori kā upes kritums, platums un baseina platība augšpus zivju ķeršanas vietas ietekmē zivju sabiedrību struktūru konkrētajā vietā, kamēr tādi faktori kā vidējā gaisa temperatūra un upes novietojums upju tīklā nosaka zivju sabiedrību struktūru reģionālā līmenī. Zivju sabiedrības upju augštecē ir sugām nabadzīgas, to struktūru nosaka galvenokārt abiotiskie faktori, savukārt zivju sabiedrības lejtecē ir sugām bagātākas, tās dzīvo stabilākā vidē, un biotiskajiem faktoriem ir noteicoša loma to struktūras veidošanā. Sugu skaits upes sateces baseinā pozitīvi korelē ar upes lielumu un baseina izmēru. Zivju skaits un biomasu upēs ar dažādu baseina platību mainās līdzīgi kā sugu skaits un daudzveidība. Mazākais zivju sugu skaits un daudzveidība Latvijā novērojama mazajās ritrāla tipa aukstūdens upēs ar baseina platību zem 100 km², bet lielākais – siltūdens potamāla upēs ar sateces baseinu, lielāku par 1000 km². Globāla mēroga datu analīze liecina, ka divi faktori – upes sateces baseina platība un vidējais caurplūdums – nosaka tādu zivju sabiedrību parametru kā sugu skaits un daudzveidība variabilitāti (Birzaks, 2013).

Upju ekosistēmām ir raksturīga telpiska heterogenitāte. Zivju dzīvotnes nodrošina tajās mītošo sugu ekoloģiskās prasības pēc pietiekamas ūdens kvalitātes, migrāciju ceļiem, barošanās

un vairošanās vietām, paslēptuvēm un citām vajadzībām. Zivis izmanto dažādus biotopus, dažādas sugas dod priekšroku atšķirīgām uzturēšanās, nārsta un barošanās vietām. Ņemot vērā, ka jebkura suga pastāv kā populācija, dzīvotnei jābūt telpiski pietiekami lielai. Sugas eksistencei upē var būt tūkstošiem ha piemērotu dzīvotņu platību, bet, ja tās nav pieejamas, sugas populācijas eksistence konkrētajā upē tiek apdraudēta (Birzaks, 2013).

1.4.2. Antropogēnie faktori

Vienas no visvairāk antropogēni ietekmētajām ekosistēmām ir upes, tās tiek izmantotas transportam, ūdensapgādei, elektroenerģijas ražošanai, pārtikas ieguvei un notekūdeņu novadīšanai. Izplatītākie antropogēnās iedarbības veidi upēs ir upju hidromorfoloģiskā pārveidošana, fragmentēšana, ķīmiskais piesārņojums un pieaugoša biogēnu slodze. Šīs ietekmes kopumā izraisa upju ekosistēmu degradāciju, pazeminot ūdens kvalitāti un ietekmējot biokopu. Pārveidošanas intensitātes palielināšanos nosaka cilvēka saimniecisko vajadzību pieaugums. Upju iztaisnošana, pieaugošs upju ūdens patēriņš vai upju noteces pārvešana uz irigācijas sistēmām vai citu upju baseiniem maina sezonālo un gada ūdens noteci upēs. Upju iztaisnošana maina to dziļumu, straumes ātrumu un noteci. Mainot šos parametrus, mainās nozīmīgi procesi upēs – erozija un nosēdumu veidošanās un ūdens plūsmas turbulences. Mainot vienu upes parametru tiek ietekmēti vairāki hidromorfoloģiskie procesi (Birzaks, 2013).

Upju iztaisnošana degradē normālo mozaikveida lēnteču un straujteču struktūru, izmainot pieaugušo zivju un mazuļu normālo izvietojanos pa dažādiem biotopiem. Antropogēni pārveidotās upēs upju iztaisnošana būtiski samazina sugu skaitu un zivju biomasu. Daudzveidības samazinās pat par 60%, savukārt zivju biomasu – pat vairākas reizes (Birzaks, 2013). Tiek lēsts, ka no 139 lielākajām upju sistēmām pasaulē 77 % ir vidēji vai stipri pārveidotas ar aizsprostiem, ūdenskrātuvēm, novirzēm un apūdeņošanas sistēmām (Thompson, Larsen, 2004). Šī upju sadrumstalotība rada šķēršļus zivju migrācijā un izmaiņas plūsmas režīmā un ūdens temperatūrā. Sadrumstalotības rezultātā samazinās biotopu daudzveidība, piemēram, samazinās straujteču posmu daudzums. Mazākas struktūras, piemēram, tilti, caurtekas var ietekmēt zivju pārvietošanos mazūdens periodā (NMFS, 2001). Pēc LVĢMC datiem 27,1% Latvijas upju ūdensobjektu ir būtiski morfoloģiski pārveidoti (LVĢMC, bez dat.). Mākslīgie šķēršļi ietekmē upju ekosistēmas dažādos veidos, piemēram, mainot dabisko ūdens plūsmas ciklu, pārveidojot upes bioloģiskos, fizikālos un ķīmiskos parametrus, mainot vielu un enerģijas apriti upes ekosistēmā (Birzaks, 2013). Antropogēno šķēršļu būvniecības rezultātā mainījies arī vietējo zivju sugu īpatņu daudzums un biomasu upēs. Tās ūdenstecēs, kas

atrodas augšpus mākslīgiem uzpludinājumiem, būtiski pieaug plēsīgo zivju sugu – līdakas un vēdzeles – daudzums (Birzaks, 2007).

Pētījumos, kas attiecas uz upes sateces baseina vai tā daļas izmantošanu lauksaimniecībā, ir iegūti rezultāti, kas liecina par ūdens kvalitātes pazemināšanos, biotopu degradāciju un zivju sabiedrību struktūras izmaiņām, sevišķi daudzveidības samazināšanos. Zemes izmantošana lauksaimniecībā palielina izkliedēto piesārņojumu un eitrofikāciju, ietekmē upes piekrastes joslas un upes biotopus un izmaina noteci. Antropogēnā darbība, mainot zemes lietošanas veidu upes sateces baseinā, daudzus gadījumos apdraud upju ekosistēmu integritāti, ietekmējot biotopus, biotu un ūdens kvalitāti (Birzaks, 2013).

Upes integritāti ietekmē arī piesārņojums un eitrofikācija. Ir daudzi piesārņojošo vielu veidi un avoti, kas var ietekmēt zivis, tai skaitā notekūdeņi, pesticīdi, toksiskās ķīmikālijas, skābais lietus un nogulumu (Thompson, Larsen, 2004). Eitrofikācijas ietekme izpaužas vairākās fāzēs. Sākotnējā fāzē, pieaugot biogēno elementu daudzumam ūdenī, pieaug zivju un augstāko ūdensaugu biomasa. Nākamajā fāzē novērojamas izmaiņas zivju sabiedrību struktūrā – maza izmēra, īslaicīgi dzīvojošas zivju sugas aizstāj sugas ilgdzīvotājas, kas sasniedz lielus izmērus. Kopējā zivju biomasa turpina pieaugt, taču samazinās zivju daudzveidība. Trešajā fāzē sāk samazināties arī masveida zivju sugu īpatņu skaits. Tā iemesls ir augstāko ūdensaugu biomasas samazināšanās, ko izraisa zilaļģu ziedēšana un ūdens caurredzamības samazināšanās (Birzaks, 2013).

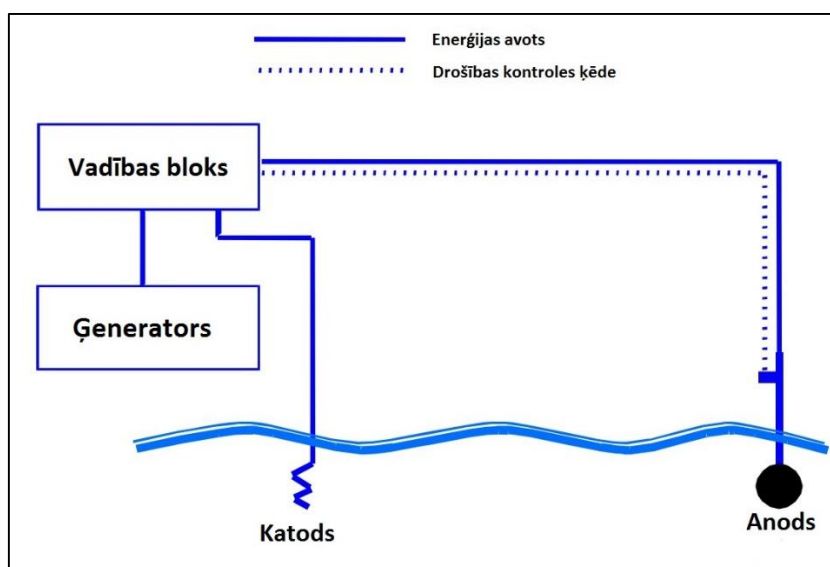
1.5. Metodes ihtiofaunas paraugu iegūšanai zinātniskiem mērķiem

Zivju resursu pārvaldībā elektrozeveja ir biežāk izmantotā paraugošanas metode. Šī metode ir īpaši noderīga situācijās, kad tādas metode kā tīklu izlikšana ir neefektīva mērķsugas etoloģijas vai biotopa struktūras dēļ. Piemēram, zutis ir grūti noķeramas biotopos ar lielu straumes ātrumu, blīvu makrofitu audzi, akmeņainiem stāviem krastiem. Elektrozeveja var tikt izmantota, lai noķertu zivis tieši, vai palielinātu to noķeršanas varbūtību ar citām metodēm, tā var tikt izmantota zivju novērošanai un priekštata gūšanai par konkrētām sugām (Beaumont *et al.*, 2002; SFCC, 2007). Elektrozeves mērķis ir kvalitatīvas un kvantitatīvas ihtiofaunu raksturojošas informācijas iegūšana. Bez datu ievākšanas, elektrozeveju var arī izmantot, lai aizvāktu nevēlamas zivju sugas no biotopa, slimus vai ievainotus indivīdus, vēlamus pieaugušos indivīdus no akvakultūrām, īpatņus no piesārņotas vides, plēsējus no noslēgtām blīvām populācijām (Anonymous. 2003; SFCC, 2007).

Elektrozeveja balstās uz elektriskā lauka radīšanu ūdenī. Uz elektrisko lauku zivis reaģē ar piespiedu peldēšanu anoda virzienā vai imobilizāciju, tādējādi padarot tās viegli uztveramas.

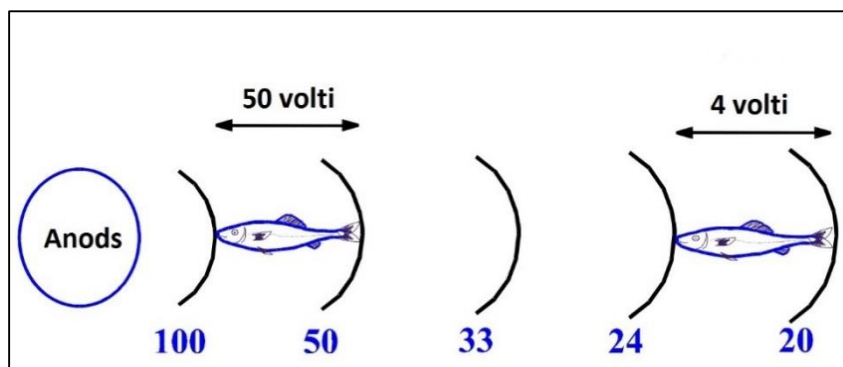
Elektrisko lauku ūdenī ietekmē tā elektrovadītspēja (EVS) ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Ūdens elektrovadītspēju nosaka izšķīdušo vielu daudzums ūdenī, ko galvenokārt nosaka tas, uz kādiem iežiem atrodas upes gultne. Elektrozevējā var izmantot gan līdzstrāvu, gan maiņstrāvu. Maiņstrāva ir vieglāk ģenerējama kā līdzstrāva. To modificējot var iegūt pulsējošo līdzstrāvu, kas tad lielākoties arī tiek izmantota elektrozevējā. Eiropas un Lielbritānijas standarti elektrozevējā aizliedz izmantot maiņstrāvu, jo tā izraisa augstu zivju mirstību un tā rada lielāku veselības un drošības apdraudējumu (Anonymous, 2003: SFCC, 2007).

Elektrozevējā enerģijas avots ir pārnēsājams ģenerators (baterijas vai dzinējs) un vadības bloks. Lai ūdens ar tajā izšķīdušajiem sāļiem vadītu elektrību ir nepieciešama noslēgta virkne un tā tiek radīta izmantojot vadītspējīgus elektrodus. Ir nepieciešami divi elektrodi, lai noslēgtu virkni. Pozitīvais elektrods (anods) tiek turēts rokās, bet negatīvais elektrods (katods) ir vizuāli atšķirīgs un atrodas upes gultnē (Beaumont *et al.*, 2002).



1.1.attēls. Elektrozevējas iekārtas sastāvdaļas (pēc Beaumont *et al.*, 2002)

Elektriskā strāva ūdenī uzvedas analogi kā magnētiskā lauka līnijas ieskaujot magnētu. Elektriskajai strāvai plūstot caur zivi (no galvas uz astes spuru) pastāv nosakāma potenciālu starpība un jo lielāks spriegums, jo lielāka strāvas plūsma caur zivi. Ap anodu pastāv nemainīgas sprieguma līnijas un palielinoties attālumam no anoda spriegums samazinās (1.2.att.) Tas nozīmē, ka lielākā attālumā no anoda ir mazāka potenciālu starpība un tātad arī mazāka ietekme uz zivi (SFCC, 2007).



1.2. attēls. Potenciālu starpības izmaiņa zivī atkarībā no attāluma no anoda (Beaumont *et al.*, 2002)

Uz elektrisko lauku ūdenī, ko rada elektrozevas aparāts, zivis reaģē atkarībā no to novietojuma pret anodu, attālumu no tā. Uzvedības formas ietver: vienaldzību, nomāktu peldēšanu, piespiedu peldēšanu, spazmatisko peldēšanu, pagriešanos, narkozi, tetānusu (Snyder, 2004; SFCC, 2007). Ja elektrozeva tiek veikta efektīvā veidā tā, ka zivis netiek pakļautas krampjiem uz ilgu laiku, tad tās netiek nogalinātas vai ievainotas. Tomēr, ja elektriskais lauks ir pārāk stiprs vai zivis strāvai tiek pakļautas pārāk ilgu laiku krampjiem var sekot paralīze. To nosaka nervu savienojumi un ceļu degradācija, no šādas elektrozevas prakses ir jāizvairās. Strāva var arī citādi ietekmēt zivis, piemēram, ar ilglaicīgām krāsas izmaiņām, kas izskatās pēc apdeguma. Tas var būt saistīts ar tiešu saskari ar elektrodu vai melanofora (pigmenta šūnas) dilatāciju kā atbildes reakciju uz nervu bojājumiem. Bieži vien šādi bojājumi ietver arī zemādas asiņošanu un smagākos gadījumos mugurkaula traumas. Ar strāvu nesaistīta elektrozevas darbība, kas var negatīvi ietekmēt zivis ir to noslāpšana uzglabāšanas traukos pārblīvētības vai augstas temperatūras dēļ (skābekļa deficīts) (Snyder, 2003; SFCC, 2007).

Būtiskākais elektrozevas efektivitāti ietekmējošais faktors ir ūdens elektrovadītspēja. No elektrovadītspējas ir atkarīgs tas kāds būs strāvas stiprums pie patstāvīga sprieguma. Elektrovadītspējai ūdenī palielinoties pastāv lielāks pieprasījums pēc enerģijas, lai uzturētu konkrētu spriegumu, nekā tam pašam spriegumam ūdeņos ar zemu elektrovadītspēju (Beaumont *et al.*, 2002).

Kā jau iepriekš tika minēts, EVS nosaka izšķīdušo vielu daudzums ūdenī, piemēram kalcija. Jo mazāk izšķīdušo vielu, jo mazāka vadītspēja un ūdens sliktāk vada elektrību. Taču zināmā mērā zemā elektrovadītspēja ļauj vieglāk “elektrizēt” zivis, jo zivju spēja vadīt elektrību ir augstāka nekā ūdenim un tādejādi ir vieglāk piesaistīt strāvu. Lai palielinātu strāvas stiprumu ūdenī, ir nepieciešams palielināt spriegumu vai samazināt pretestību palielinot elektroda izmēru. Pie augstas elektrovadītspējas ūdenī, zivīs ir zemāka EVS kā ūdenī un strāvas plūst tām apkārt nevis caur tām. Šī iemesla dēļ ir nepieciešams palielināt strāvas stiprumu, bet ne

spriegumu. Ūdeņos ar augstu vadītspēju elektrozevas efektivitāti noteicošais faktors ir ģeneratora jauda. Lai samazinātu enerģijas patēriņu veicot elektrozevu ūdeņos ar augstu EVS var samazināt elektroda izmēru. (SFCC, 2007). Ūdens temperatūra elektrisko lauku ūdenī ietekmē daudz mazākā mērā kā izšķīdušo sāļu daudzums. Temperatūrai pieaugot par vienu grādu, EVS palielinās par aptuveni par 2 %. (Beaumont *et al.*, 2002). Temperatūra nosaka arī zivju metabolisma intensitāti, kustības ātrumu un līdz ar to zivju atbildes reakciju. Zivju ietekmējamība jeb kairināmība, tātad arī elektrozevas efektivitāte palielinās siltos ūdeņos, bet samazinās aukstos ūdeņos. Praksē šis atspoguļojas ar to, ka ļoti aukstos ūdeņos un ļoti siltos ūdeņos zivs ir grūti noķeramas. Optimālais temperatūras intervāls lašveidīgo zivju elektrozevai ir 10-15 °C, bet karpveidīgajām zivīm 10-20 °C. Juvenīlo zivju elektrozeva kļūst neefektīva, ja temperatūra nokrīt zem 8 °C. (Beaumont *et al.*, 2002; SFCC, 2007).

Palielinoties zivs izmēram pieaug iespējamība to noķert ar elektrozevu, jo vienlaicīgi zivi aptver vairākas sprieguma līnijas un starp zivs galvas un astes galu ir lielāka potenciālu starpība. Šī paša iemesla dēļ mazās zivis ir grūtāk notveramas, taču to var labot palielinot strāvas stiprumu. Sugu kontekstā grūtāk notveramas ir lašveidīgās zivis, nekā karprveidīgās, jo tās ir fiziski spēcīgākas. Arī bentosa zivju sugas ir grūtāk notveramas sava biotopa dēļ. (Beaumont *et al.*, 2002; SFCC, 2007).

Bez augstāk minētajiem faktoriem elektrozevas efektivitāti ietekmē arī:

- Gultnes morfoloģija, tai skaitā laukakmeņi, nogulumi, makrofīti;
- Diennakts laiks;
- Ūdens dzidrība, dziļums;
- Ihtiofaunas blīvums;
- Mēness fāze u.c. (Beaumont *et al.*, 2002)

2. MATERIĀLI UN METODES

2.1. Pētījuma laiks un vieta

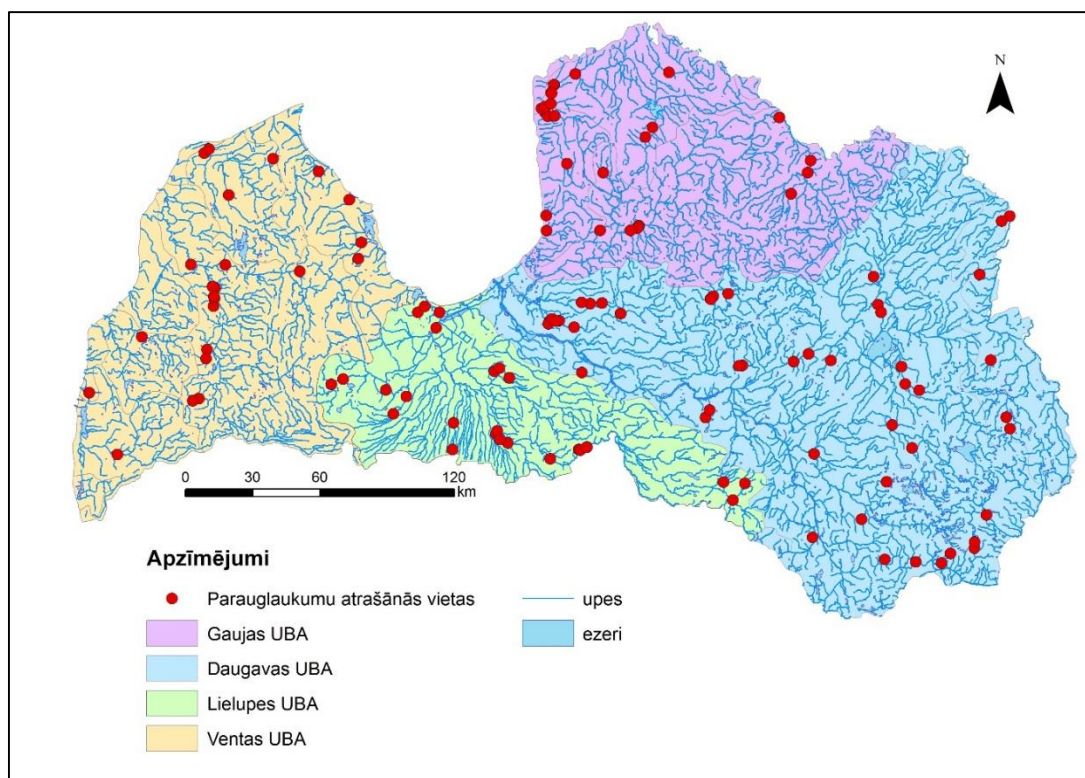
Lauka pētījums tika veikts visā Latvijas teritorijā 2014. gada un 2015. gada vasaras sezonā (jūnijs – augusts) Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta “BIOR” veiktās Latvijas upju ihtiofaunas monitoringa ietveros – laša, zivju fona monitorings un NATURA 2000 teritoriju apsekošana. Kopā pētījuma periodā līdaku un asaru kuņģi tika ievākti 136 parauglaukumos 64 upēs. No apsekotajām upēm 28 atradās Daugavas upju baseinu apgabalā, 16 Ventas, 11 Lielupes un 11 Gaujas (2.1. tab.). Līdaku kuņģi tika ievākti 64 upēs, bet asaru kuņģi 37 upēs.

2.1. tabula

Upju baseinu apgabalos apsekotās upes

Daugavas UBA (26)		Lielupes UBA (11)	Ventas UBA (16)	Gaujas UBA (11)
Lielā Jugla	Abaine	Arālīte	Abava	Aģe
Liska	Aiviekste	Audruve	Alakste	Brasla
Liužanka	Asūnica	Ālave	Alekšupīte	Briede
Malta	Audīle	Bērze	Bārta	Gauja
Mazā Jugla	Daugava	Ežupīte	Dursupe	Jaunupe
Medupe	Dubna	Jāņupīte	Dzelda	Pēterupe
Meltne	Ežupe	Lielupe	Ēnava	Rūja
Ogre	Ežupes p.	Mēmele	Grīva	Salaca
Pikstere	Ilūkste	Radžupe	Grīzupīte	Svētupe
Rēzekne	Ilža	Vēršupīte	Irbe	Vitrupe
Rika	Indrica	Zemdegu strauts	Klankšupīte	Vizla
Skaista	Isliena		Roja	
	Jāša		Tebra	
	Kira		Upatu valgs	
			Venta	
			Virbupe	

Daugavas UBA attiecīgi bija lielākais parauglaukumu skaits – 47, Gaujas UBA 34 parauglaukumi, Lielupes – 31, bet Ventas 24 (2.1 att.). NATURA 2000 teritorijās dažos no upju baseiniem atradās relatīvi liels parauglaukumu skaits. Ventas baseinā tie bija 38 % parauglaukumi, Gaujas – 33 %, Daugavas 12 %, taču Lielupes upes baseinā neviens no parauglaukumiem neatradās NATURA 2000 teritorijās. Parauglaukumu skaits upēs svārstījās no 1 līdz 13. Lielākajā daļā upju bija 1-2 parauglaukumi, 3 parauglaukumi – Bērzē, Ogrē, Lielajā Juglā, 5 – Ventā, 6 – Mazajā Juglā, 7 – Lielupē, 8 – Mēmelē, 11 – Gaujā, 13 – Salacā.



2.1.attēls. Līdaka un asaru kuņģu ievākšanas vietas (autora veidots, izmantojot ArcMap)

2.2. Parauglaukumu izvēle un raksturojums

Ihtiofaunas monitorings Latvijas upēs norit vasaras mēnešos tad, kad ir zemākais ūdens līmenis un relatīvi augsta ūdens temperatūra, kas pozitīvi ietekmē elektrozejas efektivitāti (to palielinot) (Стернин и др., 1972). Parauglaukumi upēs tika izvēlēti tā, lai iegūstamie dati pilnīgāk reprezentētu katras apsekotās upes ihtiocenozi, ietverot lielāku mikrobiotopu daudzveidību. Upēs, kurās notiek ilggadīga ihtiofaunas uzskaitē parauglaukumi ir nemainīgi un iepriekš zināmi, bet upēm, kas tiek apsektas pirmo reizi, eksperts noteica vēlamo parauglaukumu atrašanās vietu. Katrā upē tika izvēlēti vismaz divi parauglaukumi. Paraugi tika ievākti gan ritrāla, gan potomāla upes biotopos. Potamāla parauglaukums Ālaves upē parādīts 2.2. attēlā. Parauglaukumu izvēlē limitējošs apstāklis bija upes dziļums, jo tas ietekmē elektrozejas efektivitāti. Vislielākā efektivitāte ir seklos ūdeņos, jo notiek mazāka elektriskā impulsa izkliede un strāvas ģenerators tiek mazāk noslogots, lai saglabātu konstantu spriegumu. Pamatā elektrozeja tika veikta līdz 0,7 m dziļos ūdeņos (Bajinskis, 2013). Parauglaukumu atrašanās vietas tika fiksētas ar *GPS Oregon 300*. Koordinātas tika ierakstītas elektrozejas protokolā. Kopumā visā pētījumu periodā 136 parauglaukumos tika ievākts 522 asaru un līdaku kuņģis.



2.2. attēls. Zivju uzskaites parauglaukums Ālaves lēntecē (autora foto, 2015)

2.2. Mērījumi paraugu ievākšanas vietā

Zivju uzskaites vietās veikti vairāki vides parametru mērījumi un novērtējumi, kas tika fiksēti lauka darbiem paredzētā oriģinālā anketā (EPA, 2012). Tur tiek fiksēti dati par zvejas vietu un laiku, zvejas vietas koordinātas, tiek noteikti ūdens parametri ar HANNA HI9828 multiparametru zondi, straumes ātrums ar FP 201 *Global Flow Probe meter*, tiek veikts zvejas vietas (parauglaukuma) apraksts, upes gultnes substrāta raksturojums u.c. (4. pielikums).

2.3. Zivju uzskaitē ar elektrozeveju

Zivju resursu pārvaldībā elektrozeveja ir plašāk izmantotā paraugošanas metode. Termins “elektrozeveja” tiek lietots runājot par vairākām ļoti atšķirīgām metodēm, kuru pamatā ir elektriskā lauka ūdenī izmantošana zivju vieglākai notveršanai. Zivju uzskaitē ar elektrozeveju tiek uzskatīta par ļoti efektīvu metodi zivju sabiedrību paraugošanai, jo metodei ir divas būtiskas priekšrocības – tā nodrošina līdz 30 reizēm augstāku noķeršanas īpatsvaru salīdzinot ar citām metodēm, piemēram, žaunu tīkliem, un tiek noķerts divreiz vairāk sugu (Beaumont *et al.*, 2002; SFCC, 2007; Specziár *et al.*, 2012).

Elektrozevejas mērķis ir kvalitatīvas un kvantitatīvas ihtiofaunu raksturojošas informācijas iegūšana. Kvalitatīvā informācija – parauga ievākšana, lai konstatētu konkrētu zivju sugu

esamību vai neesamību. Tipiski uz kvalitatīvo informāciju balstīti pētījumi ir par zivju izplatību un pārvietošanos, sugu sastāvu, morfoloģiju, augšanas un barošanās biotopiem. Savukārt kvantitatīvā informācija ir konkrēti dati par precīziem populāciju raksturojošiem skaitļiem – biomasu; vecuma struktūru; pētāmo sugu produkciju. Galvenais mērķis veicot kvantitatīvu datu iegūšanu ir novērtēt populācijas blīvumu un vecuma struktūru. Elektrozvejas metode, kas balstās uz noteikta laukuma paraugošanu atspoguļo zivju blīvumu vai populācijas daļu gultnes platības vienībā. Tas dod iespēju salīdzināt parauglaukumus ar dažādiem izmēriem un biotopiem (Beaumont *et al.*, 2002; SFCC, 2007)

Metodes efektivitātē ir atkarīga no parauglaukuma struktūras un to ietekmē vairāki faktori, tai skaitā: strāvas veids un frekvence, elektroda konstrukcija, ūdens un zivju elektrovadītspēja; upes gultnes elektrovadītspēja un substrāta veids; ūdens temperatūra, dziļums, ūdens dzidrums; zivju suga un izmērs, diennakts laiks un operatora spējas u.c. (Beaumont *et al.*, 2002).

Elektrozveja tiek veikta saskaņā ar standartu LVS EN 140011:2003 (Ūdens kvalitāte – zivju paraugu ievākšana, lietojot elektrozveju), kur aprakstīti vispārīgi zivju uzskaites principi, zivju analīžu metodika un protokolu aizpildīšanas kārtība ar galvenajiem parametriem, kas tajos jāreģistrē.



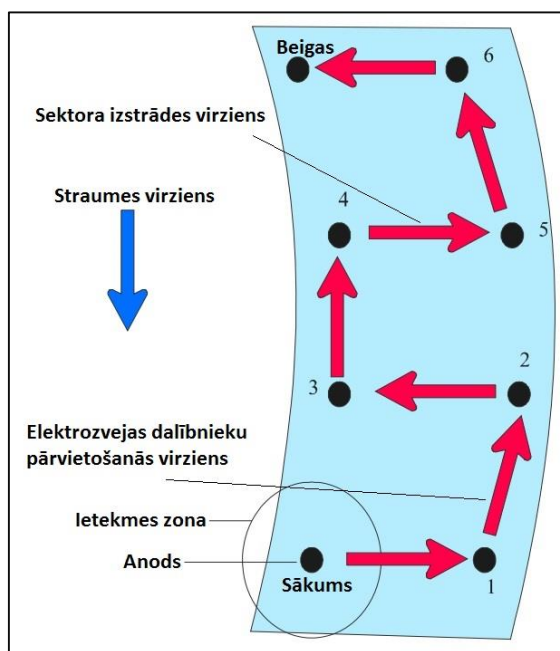
2.3. attēls. Elektrozvejas iekārtas sastāvdaļas (J. Bajinska foto, 2016)

Elektrozvejā tika izmantoti līdzstrāvas elektrozvejas aparāti ar 3 kW stacionāru ģeneratoru un izejošo spriegumu līdz 500 V (2.3. att.). Zivis vienā parauglaukumā tika ķertas

vienu reizi, Salacas upes baseinā trīs reizes. Elektrozveja tika veikta virzienā pret straumi, norobežojošie tīkli parauglaukumā netika lietoti. Zveja parauglaukumos veikta – virzoties pret straumi S (zigzaga) veidā, izstrādājot sektorus no vienas parauglaukuma malas līdz otrai (2.4. att.).

Potamāla posmos elektrozveja veikta vienu reizi 100 m gar upes litorāla augu joslu, straujtecēs 500 m² parauglaukums vienu reizi vai atkārtojumu metode – trīs zvejas atkārtojumi ~ 250 m² platībā (tikai Salacā). Katram parauglaukumam tiek mērīts garums un platums.

Elektrozveju efektivitātes un drošības apsvērumu dēļ veic trīs cilvēki. Viens zivju uzskaites dalībnieks veic zivju apdullināšanu ar elektrisko impulsu, otrs dalībnieks uztver apdullinātās zivis ar zivju uztveramo tīkliņu un ievieto tās plastmasas traukā ar ūdeni, lai zvejas piegājiena beigās krastā veiktu to bioloģiskās analīzes. Trešais cilvēks uzrauga elektroģeneratoru, veic tā ieslēgšanu/izslēgšanu, izdod un uztin elektrokabeli, kā arī fiksē elektrozvejas protokolā parauglaukumu raksturojošos parametrus (Beaumont *et al.*, 2002; Bajinskis, 2013).



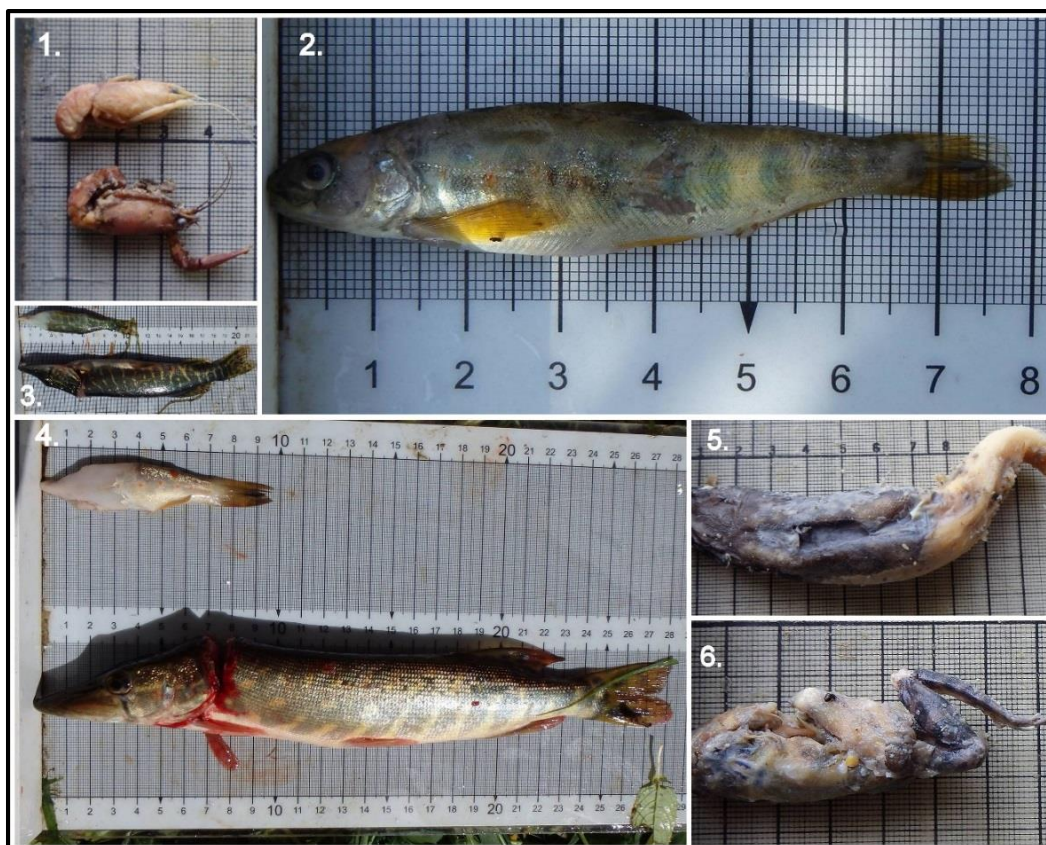
2.4. attēls. Zivju uzskaites ar elektrozvejas metodi darbības shēma (pēc Beaumont *et al.*, 2002)

2.4. Pētījuma objektu kuņģu satura analīze

Pētījumi par barošanas un barības izvēles paradumiem galvenokārt tiek veikti, secējot zivis un izmeklējot to kuņģu saturu. Mūsdienās pastāv arī šādas alternatīvas metodes – zivis nenonāvējošas kuņģu analīzes, stabilo izotopu analīze, tieši novērtējumi un taukskābju analīze (Braga *et al.*, 2012). No pieejamajām metodēm pārsvarā tiek izvēlēta tā metode, kas atbilst

konkrētā pētījuma mērķiem un ierobežojumiem. Zivju bioloģiskās analīzes tika veiktas gan lauka apstākļos, gan laboratorijā. Noķertie pētījuma objekti tika nomērīti līdz milimetra precizitātei un ierakstīti protokolā. Atsevišķs protokols tika izveidots kuņģu satura sastāva reģistrēšanai. Kuņģu saturs tika noteikts visām līdakām neatkarīgi no izmēra, bet asariem tikai no 150 mm, jo sasniedzot šo izmēru notiek daudz intensīvāka barošanās ar citām zivīm. Zivis tika nogalinātas saudzīgā veidā un tad parauglaukuma malā veikta zivju sekcija un kuņģu izņemšana. Kuņģī pēc izņemšanas tika ievietoti plastikāta maisiņā un fiksēti 70 % spirta šķīdumā.

Zivju barības objekti – zivis un zoobentosa pārstāvji, tika noteikti Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta „BIOR” Zivju resursu pētniecības departamenta Iekšējo ūdeņu nodaļas laboratorijā, izmantojot stereoskopisko mikroskopu *Leica S6E* ar palielinājumu 40 reizes. Barības objektu taksonomiskā piederība tika noteikta līdz zemākajam iespējamam taksonam, izmantojot sekojošu literatūru: zivīm – Kottelat and Freyhof, 2007; ūdens kukaiņiem – Nilsson, 2005.



2.5.attēls. Līdakas kuņģos konstatētie barības objekti dažādās sadalīšanās pakāpēs (1. Platspīļu vēži – Kira; 2. Lasis – Salaca 3. Līdaka – Gauja. 4. Forele – Jaunupe; 5. Vēdzele – Kira. 6. Varde – Kira) (autora foto, 2015)

Laboratorijā visiem ievāktajiem kuņģiem tika veikta to piepildījuma kvalitatīva noteikšana, izdalot 4 klases – tukšs, maz piepildīts, vidēji piepildīts, piepildīts, un to satura analīze. Analīzē tika noteikts kuņģī esošo barības objektu taksonomiskais sastāvs un skaits. Daļēji sagremotajiem organismiem sugu identificēšanai tikai izmantoti organismu fragmenti, nosakot to piederību līdz zemākajam iespējamajam taksonomiskajam līmenim. Barības objektus noteica darba autors konsultējoties ar ZI “BIOR” pētnieku Jāni Bajinski.

Līdaku un asaru kuņģos tika noteikts barības objektu sastopamības biežums procentos – $\% Fi = (Ni/N) \times 100$, kur $\% Fi$ barības objektu procentuālais sastopamības biežums; Ni - sugas īpatņu skaits ar konkrētu barības objektu taksonu; N - sugas (piem., līdaka) īpatņu skaits ar pilniem kuņģiem (Hyslop, 1980).

2.5. Datu apstrāde un statistiskā analīze

Datu apstrādei tika izmantota MS Excel datorprogramma. Datu statistiskajai apstrādei un attēlošanai tika izmantota MS Excel ar XLSTAT paplašinājumu (Addinsoft, 2016) un IBM SPSS Statistics 22.

Dabisko un taisnoto parauglūkumu datu salīdzināšanai un atšķirību būtiskumu novērtēšanai izmantots Kruskalla-Vallisa H tests, izmantots 99 % ticamības līmenis.

Korelāciju analīzē izmantota Pīrsona korelācijas koeficienti parametriskiem datiem un Spīrmena rangu korelācijas koeficienti ranžētiem datiem, izmantoti 99 % un 95 % ticamības līmeņi.

Daudzfaktoru analīzē izmantota galveno komponentu analīze, kas vienlaicīgi izvērtē vairāku pazīmju un objektu dispersiju un izdala nelielu skaitu hipotētisko faktoru (komponenšu) (Harman, 1976).

2.6. Kartogrāfiskā materiāla analīze un citu datu izmantošana

Pētījuma ietvaros tika veikta kartogrāfiskā materiāla analīze taisnoto posmu un hidroelektrostaciju ietekmes novērtēšanai, izmantojot LU ĢZZF WMS piedāvātās kartes – ORTOFOTO 5 un Upju baseini 1970-tie.

Dati par morfoloģiskajiem pārveidojumiem un HES atrašanās vietām upēs ņemti no Zemkopības ministrijas valsts SIA “Zemkopības ministrijas nekustamie īpašumi” meliorācijas kadastra (ZMNI, bez dat.; Meliorācijas digitālais kadastrs, 2015).

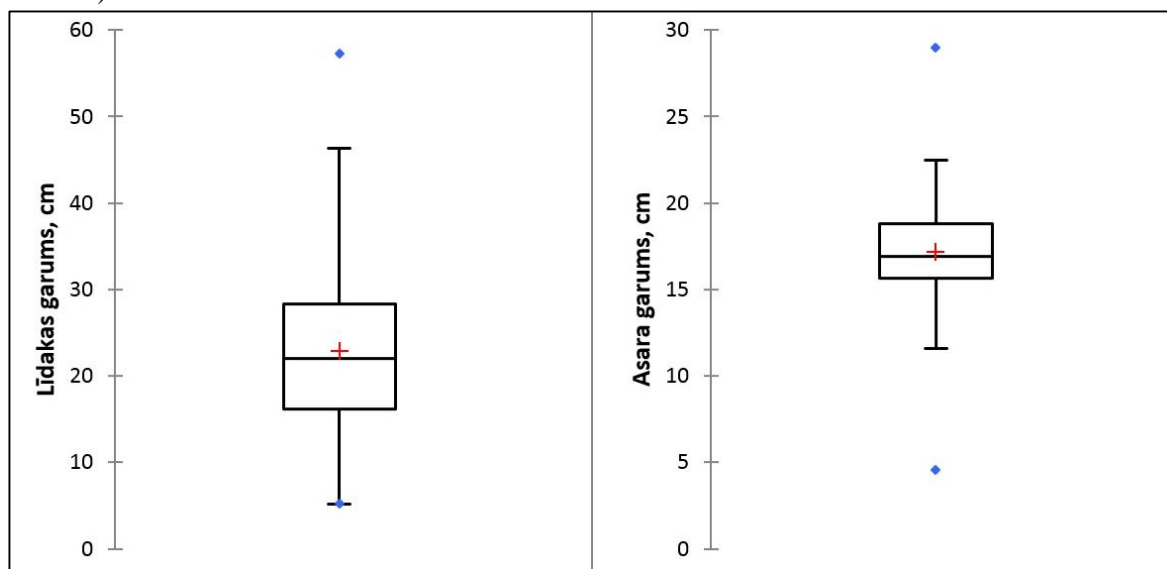
Parauglūkumu apraksti un dati par parauglūkumos konstatēto zivju un sugu skaitu ņemti no Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta “BIOR” datubāzes (BIOR, 2016).

3. REZULTĀTI

3.1. Ievāktā bioloģiskā materiāla raksturojums

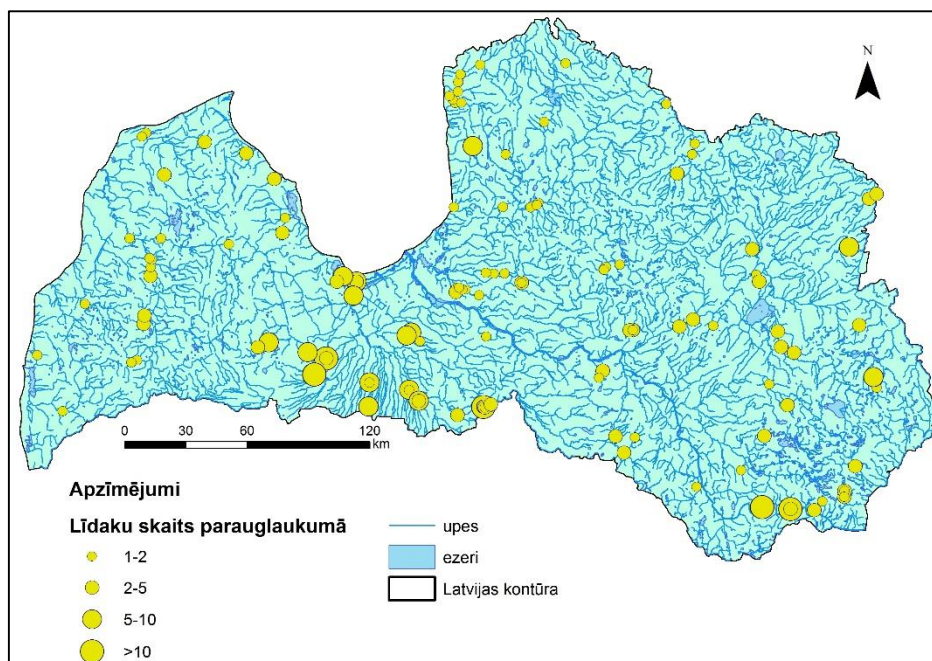
Kopā pētījuma periodā Latvijas teritorijā 64 upēs 136 parauglaukumos apsekotajā 42 321 m² platībā tika ievāktas 522 līdakas un asari. 2014. gadā tie bija 109 eksemplāri, bet 2015. gadā 413 eksemplāri. No tiem 175 bija asari garuma robežās no 4,6 – 29 cm (galvenokārt 15– 29 cm), vidējais garums 17,1 cm ± 3,4 cm un 347 līdakas robežās no 5,2 – 57,2 cm, vidējais garums 22,8 cm ± 9 cm (3.1.att). Zivju garuma modālā vērtība abām sugām bija 155 mm.

3.1. attēls. Līdakas un asara garums ar min-vid-max vērtībām un standartnovirzi (autora veidots)

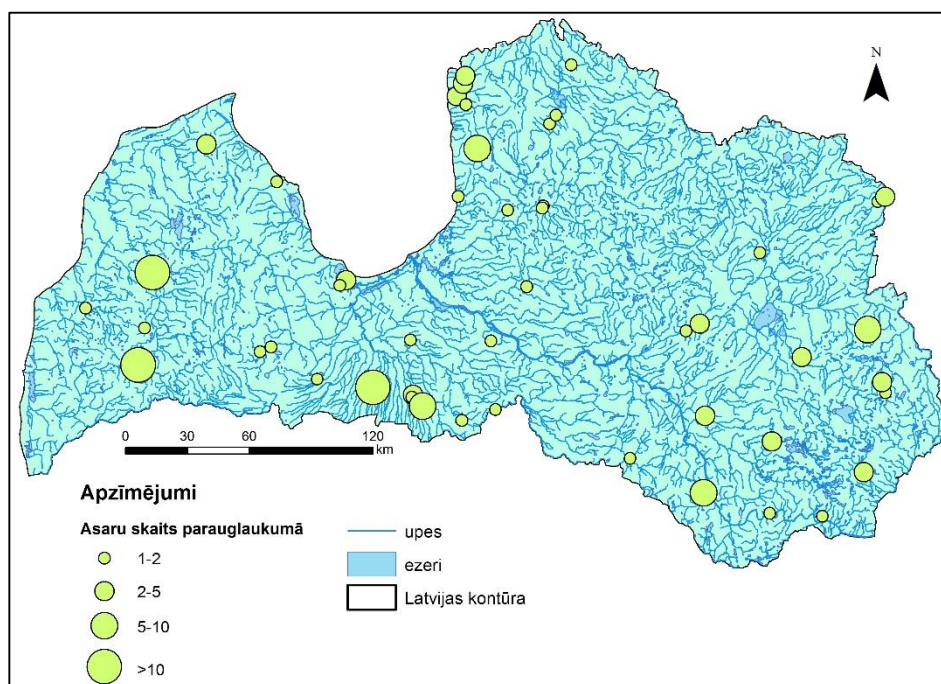


Līdakas un to kuņģi tika ievākti 64 upēs, bet asari un to kuņģi 37 upēs. Augstākais līdaku blīvums tika konstatēts Daugavas upju baseina apgabalā, vidēji 2,91 līd./100 m² parauglaukumā, Lielupes UBA šis rādītājs bija 1,8 līd./100m², Ventas UBA 0,84 līd./100m², bet Gaujas UBA tās bija 0,6 līd./100m². Augstākais līdaku blīvums tika konstatēts Audruvē – 6,7 līd./100m² un Daugavā – 6,5 līd./100m². Lielākais noķertais līdaku skaits bija vienā no lēnteces parauglaukumiem Ālavē – 18 līdakas un Daugavā – 13 līdakas (3.2. att.).

Savukārt augstākais asaru blīvums tika konstatēts Ventas upju baseinu apgabalā, vidēji 2,2 asa./100m², Daugavas UBA – 1,1 asa./100m², Lielupes UBA 1 asa./100m², un Gaujas UBA 0,7 asa./100m². Augstākais asaru blīvums un skaits bija vienā no Ventas parauglaukumiem – 7,5 asa./100m², augsts asaru blīvums konstatēts arī Audruvē – 6,5 asa./100m². Lielākais noķerto asaru skaits bija arī parauglaukumā Dzeldā – 13 asari un Lielupē – 10 asari (3.3. att.).



3.2. attēls. Līdaku skaits upju parauglaukumos (autora veidots, izmantojot ArcMap un GIS Latvia 10.0)



3.3. attēls. Asaru skaits upju parauglaukumos (autora veidots, izmantojot ArcMap un GIS Latvia 10.0)

3.2. Plēsīgo zivju barošanās

Bioloģiskā materiāla analīzē konstatēts, ka piepildījums vienā biotopā ievāktajiem kuņģiem var būt atšķirīgs. Kopumā no asaru kuņģiem piepildīti bija 14 %, vidēji piepildīti – 16 %, maz – 31 %, bet tukši – 39 %, savukārt no līdaku kuņģiem piepildīti bija 27 %, vidēji – 16

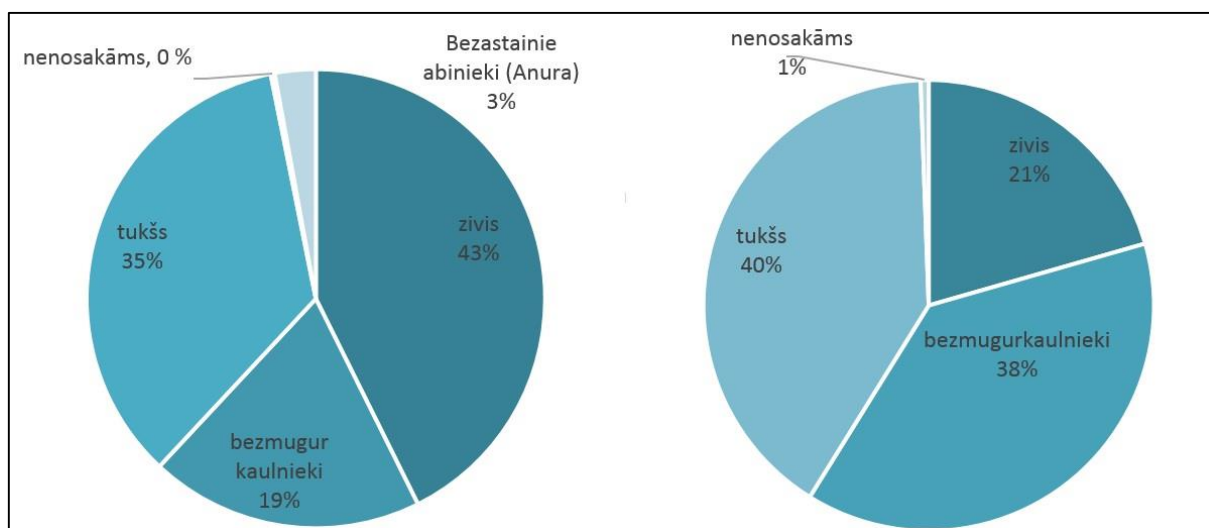
%, maz – 22 % un tukši 35 % kuņģu. No kopējo kuņģu skaita tukšo daudzums sastādīja 36 % (3.1. tab.).

3.1. tabula

Līdaku un asaru kuņģu piepildījums 2014. gada un 2015. gada vasaras sezonās

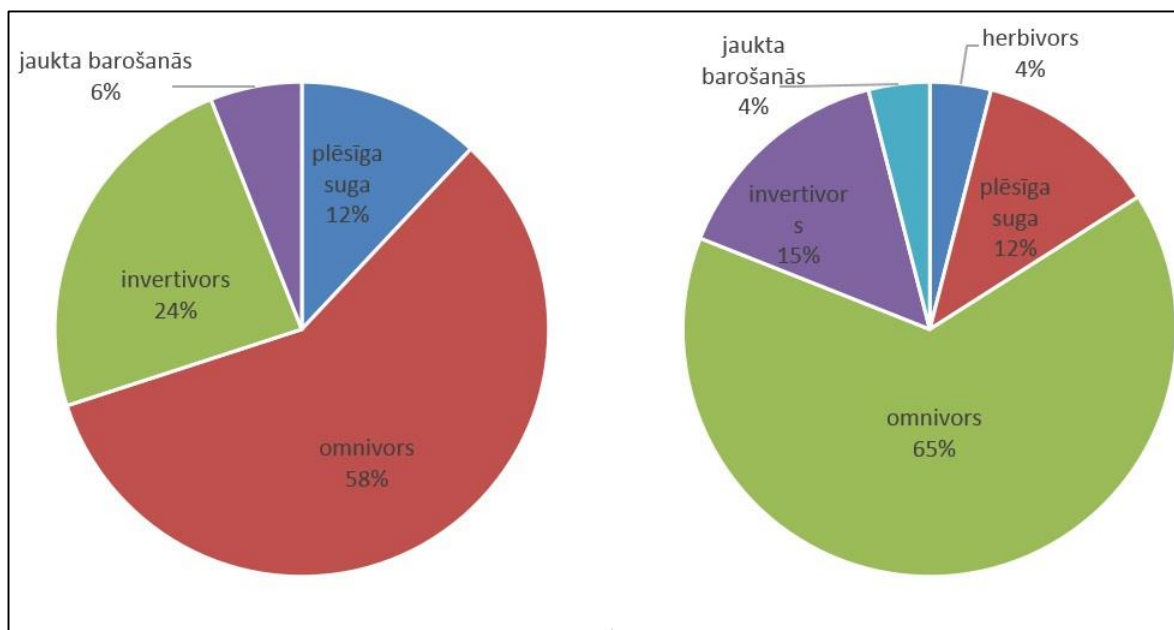
2014. gads	PIEPILDĪJUMS				
	piepildīts	vidēji	maz	tukšs	kopā
Asari	11	11	15	10	47
Līdakas	13	12	14	23	62
Kopā	24	23	29	33	109
2015. gads	PIEPILDĪJUMS				
	piepildīts	vidēji	maz	tukšs	kopā
Asari	14	17	41	60	133
Līdakas	79	43	62	97	280
Kopā	93	60	103	157	413
Pētījuma periodā	PIEPILDĪJUMS				
	piepildīts	vidēji	maz	tukšs	kopā
Asari	25	28	56	70	175
Līdakas	92	55	76	120	347
Kopā	117	83	132	190	522

Kuņģu satura analīze parādīja, ka asaru kuņģos, kuros konstatēti barības objekti, dominējošais taksons bija bezmugurkaulnieki 65 % no analizētajiem kuņģiem, zivis sastādīja tikai 35 %. Savukārt līdakām ir vērojama izteiktāka barošānās ar ihtiofaunu, jo 66 % no barības bija zivis. Bez mugurkaulnieki sastādīja 29,5 % no barības objektiem un abinieki (Amphibia) 4,5 % (3.4. att.). Šis liecina par to, ka līdaka, tai skaitā arī to jaunie īpatņi, ir izteiktāki plēsēji kā asari un to, ka zivīm ir mazāka nozīme asaru barības bāzē.



3.4. attēls. Līdaku (pa kreisi) un asaru (pa labi) kuņģos konstatēto barības objektu tipu daudzums procentos, kopā 2014. un 2015. gada vasaras sezonās (izstrādājis autors)

Analizējot ihtiofaunas barības objektu trofisko klašu sadalījumu, tika noskaidrots, ka gan līdakām, gan asariem barībā dominē omnivori, attiecīgi 58 % no kuņģos sastopamo īpatņu skaita līdakai, 65 % asariem. Otrā lielākā trofiskā grupa bija invertivori – 24 % līdakai un 15 % asariem. Plēsīgās zivju sugas līdaku un asaru kuņģos konstatētas vienādā apjomā – 12 %. Līdakām 6 % analizēto papildīto kuņģu un asariem 4 % barībā ir zivis, kas pieder dažādām trofiskajām klasēm – jaukta barošanās. Starp asaru barības objektiem vienam īpatnim ir raksturīga herbivora barošanās (3.5. att.).



3.5. attēls. Līdaku (pa kreisi) un asaru (pa labi) kuņģos konstatēto ihtiofaunas objektu trofiskās klases (autora veidots)

Pavisam kopā 64 upju parauglaukumos no Latvijā 38 iekšējos ūdeņos sastopamajām zivju sugām un divām nēģu sugām līdakas kuņģos tika konstatētas 24 zivju sugas no un viena nēģu suga: upes nēģis, akmeņgrauzis *Cobitis taenia*, asaris, ausleja, baltais sapals, bārdainais akmeņgrauzis, deviņdatu stagers, pīkste *Misgurnus fossilis*, forele (taimiņš), grundulis, lasis, līdaka, līnis, mailīte, pavīķe, platgalve, plicis, rauda, rudulis, sams, sapals, sudrabkarūsa, trīsdatu stagers *Gasterosteus aculeatus*, vēdzele, vīķe. Savukārt 37 upju parauglaukumos, kuros tika ievākti asaru kuņģi, analizētajā materiālā konstatētas 11 zivju sugas, no kurām 10 pārklājas ar līdakas kuņģos konstatētajām sugām: akmeņgrauzis, asaris, ausleja, bārdainais akmeņgrauzis, deviņdatu stagers, mailīte, pavīķe, platgalve, vīķe, sapals, grundulis un viena līdakas kuņģos nekonstatēta suga – spidiļķis. Lielākais līdaku daudzums tika noķerts Mēmelē divu sezonu laikā (seši parauglaukumi) – 29 līdakas, bet vienā parauglaukumā lielākais noķertais līdaku daudzums ir Ālavē, kur tika noķertas 18 līdakas. Liels līdaku skaits tika konstatēts arī Audrūvē – 12, Kirā – 10, Bērzē – 15, Ežupītē – 13, Vēršupītē – 9, kā arī lielajās

upēs Lielupē –17 un Daugavā – 17. Lielākais asaru daudzums vienā parauglaukumā tika konstatēts Audruvē – 13 un Dzeldā – 12. Kopumā vairāk asaru tika noķerti upēs kurās ir vairāki parauglaukumi – Venta – 21, Lielupe – 16, Salaca – 16 asari.

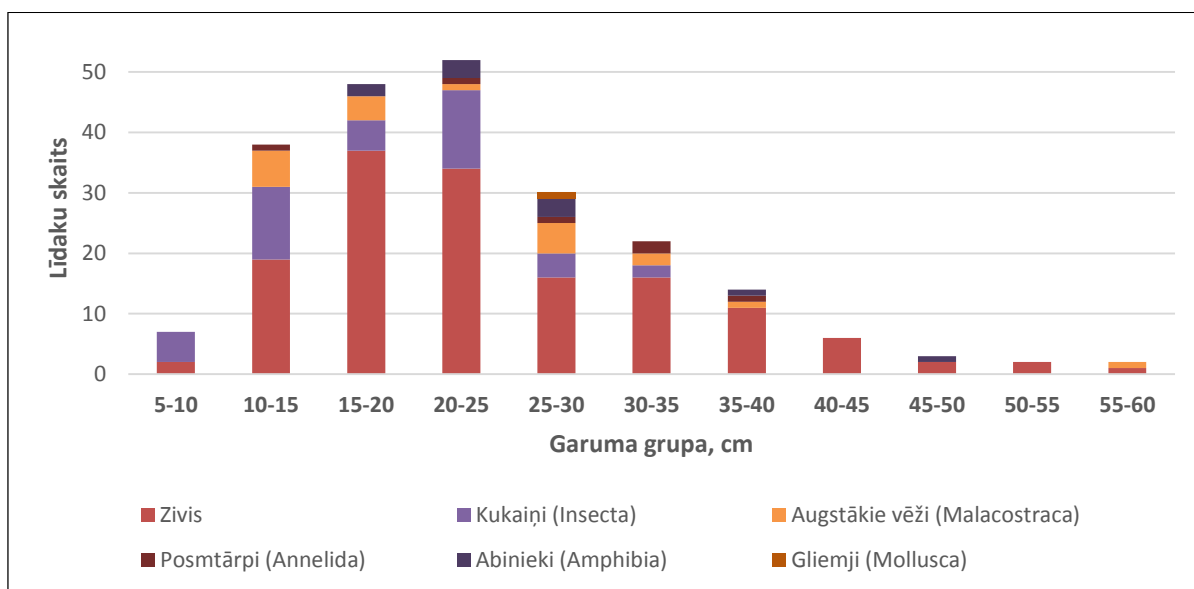
Līdaku kuņģos biežāk konstatētās sugas bija mailīte (19 %), vīķe 13 %, rauda (11 %) grundulis (10 %), bārdainais akmeņgrauzis (8 %), asaris (6 %), ausleja (5 %) un vēdzele (5 %). Barībā tika konstatēta arī viena invazīva suga – sudrabkarūsa. Asaru kuņģos biežāk sastopamās zivju sugas ir vīķe (38 %), mailīte (14 %), asaris (10 %), un bārdainais akmeņgrauzis (7%) pavīķe (7 %), ausleja (7%).

Pēc sugu daudzuma un skaita līdaku kuņģos dominē tās sugas, kas uzturas ūdens slāni un tās ir 71 % no zivju skaita (mailīte, rauda, vīķe, asaris, ausleja) (kopā 14 sugas), bet bentisko zivju sugu (grundulis, bārdainais akmeņgrauzis, vēdzele) īpatņu skaits ir 29 % (kopā 11 sugas). Arī asaru kuņģos dominē pelaģiskās zivis (kopā astoņas sugas), tās sastāda 86 % no īpatņu skaita (mailīte, vīķe, asaris, ausleja, pavīķe), taču bentisko zivju sugu (bārdainais akmeņgrauzis, grundulis, platgalve) skaits ir 14 % (trīs sugas).

Līdaku kuņģos plaši pārstāvētas gan zivju sugas, kas pielāgojušās uzturēties dažādos apstākļos – eiritopās sugas (vīķe, rauda, asaris, vēdzele), attiecīgi 44,5 % (kopā astoņas sugas) no īpatņu skaita, gan reofilās sugas (mailīte, grundulis, bārdainais akmeņgrauzis) 44 % (kopā 10 sugas). Limnofilo sugu (ausleja, deviņadatu stagars, pīkste) īpatņu skaits sastāda tikai 11 % (kopā 6 sugas). Līdzīga situācija ir vērojama arī asaru barībā, dominē – eiritopās sugas (vīķe, asaris) ar 48 % (2 sugas), tad reofilās sugas (mailīte, pavīķe, bārdainais akmeņgrauzis) 37 % (6 sugas), un limnofilās sugas (ausleja, deviņadatu stagars, spidiļķis) 14 % no īpatņu skaita (3 sugas).

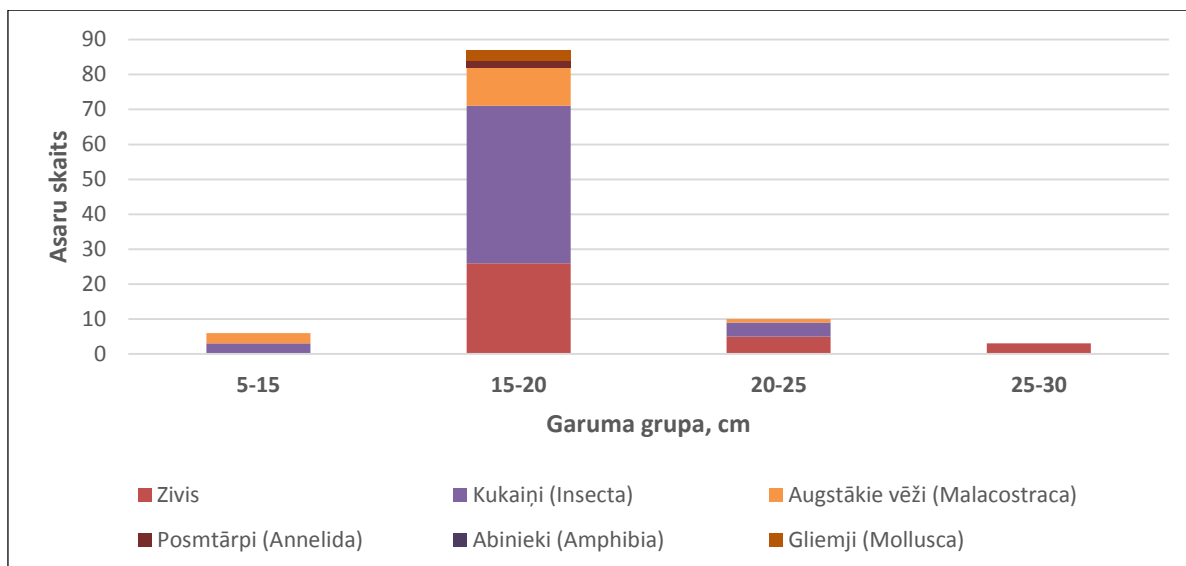
Lai uzskatāmāk raksturotu līdakas barošanas atkarībā no garuma tās sadalītas garuma grupās no 5 cm līdz 60 cm, intervāls 5 cm. Analīze parādīja, ka mazākais izmērs pie kura barībā konstatēta ihtiofauna ir 6,8 cm, taču kā dominējošais barības objekts zivis līdaku barībā parādās sākot ar 10 – 15 cm garumā (faktiski pirmajā dzīves gadā), kad dominē izmēros mazās zivis – mailīte, vīķe, pavīķe, deviņadatu stagars. Juvenīlo īpatņu barībā dominējošais taksons ir kukaiņi, sastādot 72 % no analizēto kuņģu barības objektiem, zivis – 28 %. Līdakai pieaugot arvien mazāka kļūst kukaiņu nozīmība barībā, 10 – 15 cm gariem īpatņiem zivis jau sastāda pusi no barības bāzes. Šajā garuma klasē barībā parādās augstākie vēži un posmtārpi. 15 – 20 cm garām līdakām ihtiofauna ir dominējošais barības objekts, jo zivju daudzums barībā sasniedz 77 % un vēl vairāk barībā samazinās kukaiņu nozīmība, taču parādās abinieki. Līdakām virs 20 cm ihtiofauna ir dominējošais barības objekts un to daudzums ir robežās no 50 % līdz 100 % no analizēto līdaku kuņģu satura, līdaku kuņģos no 20 – 35 cm garuma grupas

vēl joprojām konstatēts relatīvi nozīmīgs daudzums bezmugurkaulnieku. Īpatņiem virs 35 cm kuņģos vairs netiek konstatēti kukaiņi, posmtārpi, maza izmēra vēžveidīgie, taču barībā ir sastopami desmitkājvēžu kārtas (Decapoda) vēži un abinieki. 15 – 30 cm gariem īpatņiem dominējošās zivju sugas barībā ir – mailīte, vīķe grundulis, rauda, bārdainais akmeņgrauzis, virs 30 cm vēl arvien biežāk sastopamās sugas ir mailīte, vīķe, rauda. Lielākais noķertais līdaku daudzums ir konstatēts 15 – 20 cm un no 20 – 25 cm garuma klasēs, katrā attiecīgi 82 īpatņi (3.6. att.).



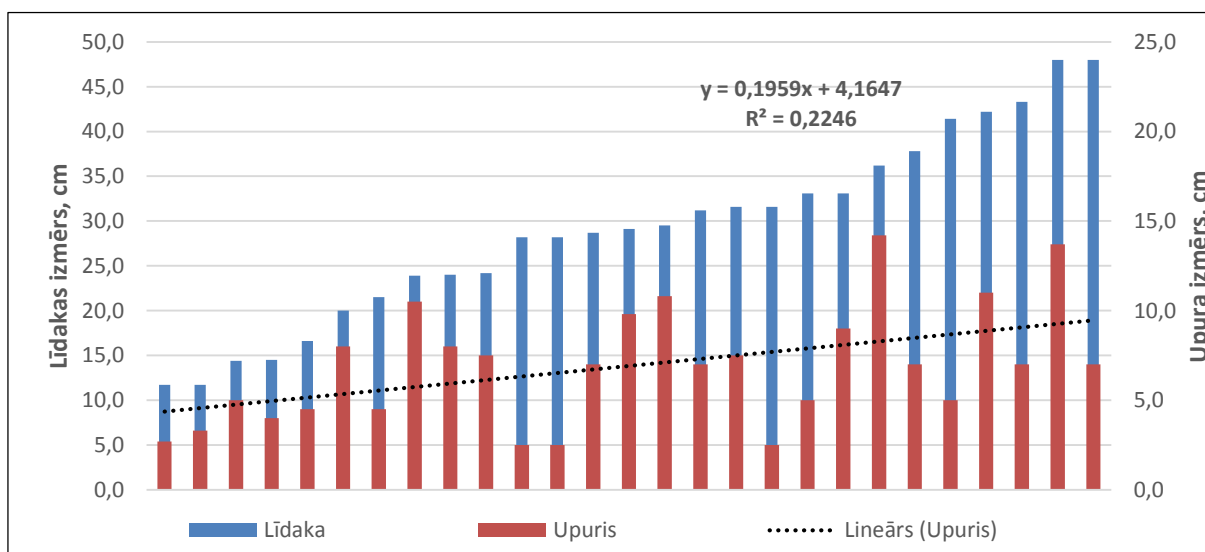
3.6. attēls. Līdakas barības sastāvs atkarībā no garuma (autora veidots)

Arī asari tika sadalīti 5 cm garuma klasēs, taču pirmās divas klases attēlā tika apvienotas kopā. Asara garumu un kuņģu saturu analīze parādīja, ka mazākais garums pie kāda barībā konstatēta ihtiofauna ir 15,7 cm. 15 – 20 cm gariem asariem kuņģos dominē kukaiņi (52 %), barībā sāk parādīties zivis un tās sastāda 30 % no barības objektu daudzuma, pārējo daļu sastāda augstākie vēži un posmtārpi un gliemji. 20 – 25 cm garuma grupā dominējošais barības objektu taksons ir zivis (50 %), kukaiņi konstatēti 40 % kuņģu, bet augstākie vēži 10 %. Dažu noķerto asaru, kas lielāki par 25 cm, barībā sastopamas tikai zivis (3.7. att.). Lielākais noķertais asaru daudzums ir 15 – 20 cm garuma klasē, kur kopā konstatēti 136 asari no kuriem barības objekti kuņģī tika konstatēti 87 asariem. No asara kuņģu analīzes var secināt, ka asari Latvijas upēs ar zivīm sāk baroties sasniedzot 15 cm garumu - faktiski ceturtajā/piektajā dzīves gadā. Līdzīgi ka līdakām, asariem barībā dominē vīķes, mailītes, auslejas, pavīķe, mazākos daudzumos konstatēts arī asaris, grundulis un sapals.



3.7. attēls. Asara barības sastāvs atkarībā no garuma (autora veidots)

Pētījuma objektu kuņģos nonākušajiem ihtiofaunas barības objektiem, kuriem bija iespējams noteikt garumu, tika analizēta šo upuru un plēsēju izmēru attiecība. Tā parādīja, ka pieaugot līdakas izmēriem nav novērojama izteikts upura izmēra pieaugums (3.8. att.). Līdakas un upuru izmēru attiecība bija robežās no 0,08 līdz 0,44, vidēji 0,25. Asaru kuņģiem šī analīze netika veikta, jo bija pārāk mazs datu apjoms.



3.8. attēls. Līdakas un upura izmēru attiecība (autora veidots)

Kopumā analizējot līdaku barošanos ar citiem barības objektiem, tika konstatēts, ka līdaka patērē plašu organismu spektru. Lielākā daļa no tiem bija bezmugurkaulnieki – posmtāri (dēles), kukaiņi – blaktis (Heteroptera), spāres kāpuri, makstenes kāpuri, arī citi izmēros mazāki un bez eksperta sprieduma grūti nosakāmi kukaiņi, to kāpuri, augstākie vēži (Malacostraca), to skaitā sānpeldvēži (Amphipoda) arī desmitkājvēžu

kārtas (Decapoda) vēži, gliemji (Mollusca) un arī bezastainie abinieki (Anura). Līdzīgu situāciju parādīja arī asaru barības novērtējums, taču asaru kuņģos nebija sastopams bezastainie abinieki un lielākā daudzumā konstatēti izmēros mazākie kukaiņi un vēžveidīgie (sānpeldes).

Datu analīze liecina, ka kanibālisma iespējamību un esamību nosaka tas, ka vienā vietā ir dažādu izmēru līdakas, piemēram, Lielupē vienā no četriem litorāla parauglaukumā, 51,1 cm garas līdakas kuņģī tika konstatēta līdaka, turklāt parauglaukumā tika noķertas vēl divas mazāka izmēra līdakas. Tāda pat analogija ir vērojama asariem, piemēra, Rūjas upes parauglaukumā 18,9 cm asarim kuņģī tika konstatēts 7 cm garš asaris.

Lai reprezentētu barības sastāvu atkarībā no uzturēšanas vietas dati tika ranžēti pēc biotopa. Tas parādīja, ka 81 % no līdaku tika noķertas lēntecēs, bet 19 % straujtecēs. 34 % no straujtecēs noķerto līdaku kuņģiem bija tukši, maz piepildīti – 20 %, vidēji – 23 % un piepildīti – 23 %. Straujtecēs ir vērojama izteikta līdakas barošana ar ihtiofaunu, kuņģos tika konstatēts 92 % zivju un 8 % bezmugurkaulnieku. Straujtecēs līdaku kuņģos tika konstatētas 13 zivju sugas – vīķe, rauda, sapals, asaris, bārdainais akmeņgrauzis, deviņadatu stagars, baltais sapals, lasis, forele, mailīte, pavīķe, platgalve, grundulis. Lielākā daļa no barības objektiem bija mailītes (27 %), vēl relatīvi bieži konstatēta vīķe (15%), grundulis (12 %), rauda (10 %). No bezmugurkaulniekiem konstatētas ūdenī mītošās vēžveidīgo sugas, makstenes kāpuri un citi kukaiņu klases objekti. Lēntecēs mazliet vairāk kā trešdaļa (35 %) līdaku kuņģu bija tukši, maz piepildīti 22 %, vidēji piepildīti 16 % un piepildīti 27 %. Ihtiofaunas pārstāvji bija sastopami 57 %, bet citi barības objekti 43 % līdaku kuņģu. Lēntecēs līdaku kuņģos konstatētas 20 zivju sugas un viena nēģu suga: akmeņgrauzis, asaris, ausleja, bārdainais akmeņgrauzis, deviņadatu stagars, forele, grundulis, līdaka, līnis, mailīte, pavīķe, pīkste, plicis, rauda, sams, sudrabkarūsa, trīsadatu stagars, upes nēģis, vēdzele, vīķe. Biežāk sastopamā zivju suga bija mailīte (15 %), tad vīķe (14 %), rauda (12 %), grundulis (9 %), bārdainais akmeņgrauzis un ausleja 8 %. No citiem barības objektiem biežāk konstatēti spāres kāpuri (24 %), sānpeldes (16 %), bezastainie abinieki 15 %, retāk desmitkājvēžu klases pārstāvji (6 %), dēles (4 %). Savukārt 78 % no asariem tika noķerti lēntecēs un 22 % straujtecēs. Straujtecēs 50 % no kuņģiem bija tukši, maz piepildīti 21 %, vidēji piepildīti 8 %, piepildīti – 21 %. Ihtiofaunas pārstāvji asaru kuņģos konstatēti 57 % straujteču, bet citi barības objekti 43 %. Straujtecēs asaru kuņģos piefiksētas četras sugas – asaris (43 %), mailīte (29 %), kā arī platgalve (14 %) un vīķe (14 %), bet no citiem barības objektiem – sānpeldes, blaktis, makstenes kāpuri un citi kukaiņi.

Kuņģu satura analīzē lēntecēs ievāktajām līdakām un asariem ihtiofaunas pārstāvji konstatēti 28 % kuņģu, bet citi barības objekti 72 % kuņģu. 38 % no lēntecēs ievāktajiem līdaku un asaru kuņģiem bija tukši, 36 % maz piepildīti, 14 % vidēji piepildīti, 12 % piepildīti.

Lēntecēs asaru kuņģos tika noteiktas astoņas zivju sugas, dominējošā suga – vīķe (53 %), pārējās sugas – pavīķe, mailīte, ausleja, bārdainais akmengrauzis, grundulis, deviņadatu stagers, sapals bija sastopamas nelielā skaitā. No bezmugurkaulniekiem biežāk sastopamais barības objekts bija spāres kāpuri un sānpeldes, attiecīgi 21 % un 20 % no bezmugurkaulnieku skaita, vēl kuņģos tika noteiktas blaktis, gliemji, vēzīši un desmitkājvēži, dēles.

Zivju paraugi tika ievākti dažādās vietas ar dažādiem apstākļiem – optimāliem, suboptimāliem un nepiemērotiem pētāmajām sugām. Tāpēc tika izvirzīta un pārbaudīta hipotēze par vides faktoru ietekmi uz līdakas un asara sastopamību un skaitu apsekotajās vietās

3.2.1. Līdakas un asara daudzums un izplatība atkarībā no ekoloģiskajiem faktoriem

Ūdens temperatūra, skābekļa koncentrācija, vides reakcija, elektrovadītspēja.

Paraugi tika ievākti dažādos mēnešos un atšķirīgos diennakts laikos, tādēļ upju ūdens temperatūras dati ir ar visai plašu izkliedi. Bet kopumā augstākās ūdens temperatūras tika konstatētas atklātos parauglaukumos, kur apkārtējā teritorijā bija lauksaimniecībā izmantojamās zemes, pļavas t.i. bez noēnojuma. Augstākā temperatūra konstatēta Salacā – 26,4 °C, arī upju griezumā Salacā ir augstākās ūdens temperatūras. Zemākās temperatūras konstatētas upēs tajos parauglaukumos, kurus ietver meži. Zemākā ūdens temperatūra konstatēta Upatu valgā – 8,4 °C. Analizējot ūdens temperatūras ietekmi uz līdakas izplatību tika konstatēts, ka pie augstām ūdens temperatūrām samazinās līdaku skaits – temperatūrai bija vāja negatīva korelācija ar līdaku skaitu parauglaukumā ($R_p = -0,28$; $p < 0,01$). Lielākais līdaku skaits kopumā tika noķerts parauglaukumos, kur temperatūra bija robežās no 10 līdz 20° C. Asaru daudzumā un izplatībā saistība ar ūdens temperatūru netika konstatēta.

Pētījumā apsekoto upju parauglaukumos skābekļa koncentrācija ūdenī bija robežās no 1,56 – 13,11 mg/l. Gan augstākā, gan zemākā koncentrācija, kā arī lielākais izmaiņu diapazons konstatēts Daugavas UBA, attiecīgi zemākā – Arālītēs lēntecē, augstākā – Mazās Juglas straujtecē. Lielupes UBA skābekļa koncentrācija bija robežās no 6 līdz 12,3 mg/l, Ventā no 5,56 līdz 10,98 mg/l, Gaujā no 4 līdz 10,4 mg/l. Augstākā skābekļa kopumā koncentrācija tika konstatēta Lielupes UBA, vidēji – 8,73 mg/l, Ventas un Gaujas UBA vidēji 7,8 mg/l, Daugavas UBA 7 mg/l. Līdaku un asaru izplatībai statistiski pamatota saistība ar skābekļa koncentrāciju ūdenī netika konstatēta.

pH vērtības apsekotajās upēs bija robežās no 7,38 līdz 9,29. Zemākā vērtība konstatēta Salacā, bet augstākā Mazajā Juglā. Līdzīgi kā ar skābekļa koncentrācijām, arī pH vērtībām izmaiņu diapazons ir novērots Daugavas upju baseinu apgabalā. Visos četros upju baseinu apgabalos kopumā pH vērtība vidēji ir 8,2. Vides reakcijai netika novērota saistība ar asaru vai

līdaku izplatību. Ūdens elektrovadītspēja upes svārstās diezgan plašās robežās. No $252 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ līdz $1064 \mu\text{S}/\text{cm}^2$. Augstākā EVS tika bija Lielupes un tās baseina upju parauglaukumos, arī vidēji Lielupes UBA ir augstākā elektrovadītspēja starp baseiniem. Zemākā EVS konstatēta Upatu valgā, kā arī Mazajā Juglā, Jāšā, Abainē un Salacā. Kopumā zemākā EVS konstatētas Gaujas UBA, vidēji – $412 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ un Daugavas UBA, vidēji $447 \mu\text{S}/\text{cm}^2$. Līdaku blīvumam tika konstatēta vāja pozitīva korelācija ar elektrovadītspēju $R_p=0,22$ $p < 0,05$. Korelāciju analīze liecina, ka asari vienlīdz lielā daudzumā sastopami upēs ar atšķirīgu temperatūru, skābekļa koncentrāciju, EVS un straumes ātrumu, bet teorētiski līdaku izplatību ierobežo upes temperatūras dinamika un izšķīdušo sāļu daudzums.

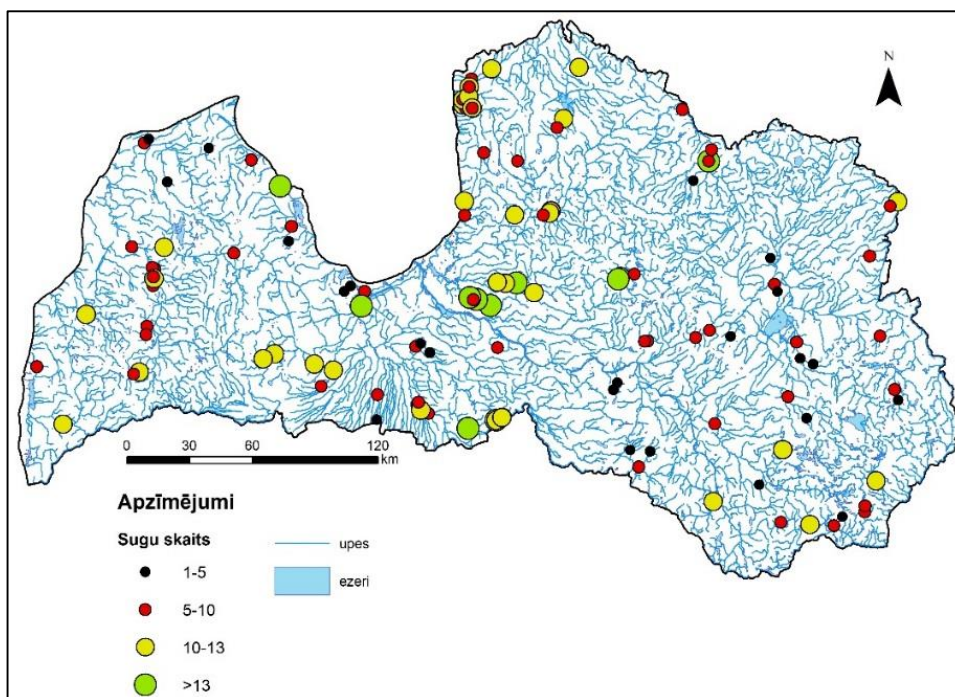
Upes parametri zvejas vietā. Parauglaukumi tika izvēlēti tādās vietās, kur tos dziļuma un piekļuves ziņā bija iespējams apzvejot. Ūdens staba augstums parauglaukumos bija robežās no 0,1 m līdz 1,4 metriem. Parauglaukumu analīze liecina, ka lielākā daļa parauglaukumu atradās dziļumā, kas bija $0,5 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$. Upes platums parauglaukumos bija robežās no 0,5 m līdz 300 m. Lielākais upes platums – Lielupē – , bet mazākais Daugavas UBA Medupē. Kopumā lielākais upes platums bija Gaujas UBA upēs, vidēji 23 m, mazākais Daugavas 9,8 m, Lielupes un Ventas UBA attiecīgi, 16 m un 13 m. Savukārt lielākais straumes ātrums tika konstatēts Salacā (0,94 m/s), kopumā lielākais straumes ātrums bija Gaujas UBA straujteču parauglaukumos – Salacā, Svētupē, Jaunupē, vidēji 0,33 m/s. Mazākais straumes ātrums (0,01 m/s) bija Daugavas un Lielupes UBA lēntecēs – Medupē, Skaistā, Meltnē, Liskā un Ālavē, Bērzē, Lielupē. Arī vidēji mazākais straumes ātrums konstatēts Daugavas (0,18 m/s) un Lielupes (0,19 m/s) UBA. Dziļuma un platuma parametriem parauglaukumos netika konstatēta statistiski nozīmīga korelācija ar līdakas un asara izplatību – vienādi lielā daudzumā pētījuma objekti sastopami upēs ar dažādu morfoloģiju. Savukārt straumes ātrumam bija negatīva ietekme uz līdaku izplatību, tam pieaugot līdaku skaits samazinās $R_p=0,29$ $p < 0,05$. Asaru izplatībai un straumes ātrumam netika konstatēta sakarība.

Upes gultnes sastāvs. Upes gultnes sastāvs apsekotajās vietās visai būtiski atšķiras. Atsevišķos parauglaukumos upes grunti klāja tikai oļi, citās smiltis. Kopumā biežāk gruntī sastopamais materiāls bija smiltis 56 %, oļi 25 % un grants, 13 %. Atšķirības grunts sastāvā bija novērojamas arī upju baseinu apgabalā kontekstā. Daugavas un Ventas baseinā upēs bija smilšainākas grūntis, Gaujas baseinā bija lielāks oļu daudzums, bet Lielupes UBA salīdzinoši augsts nogulumu daudzums gruntī. Analizējot līdaku sastopamību atkarībā no grūntis sastāva tika konstatēts, ka nogulumu daudzums gruntī pozitīvi, vidēji cieši korelē ar līdaku skaitu parauglaukumā ($R_p=0,49$) un vāji, pozitīvi ar smilšu daudzumu ($R_p=0,36$), bet oļu daudzums

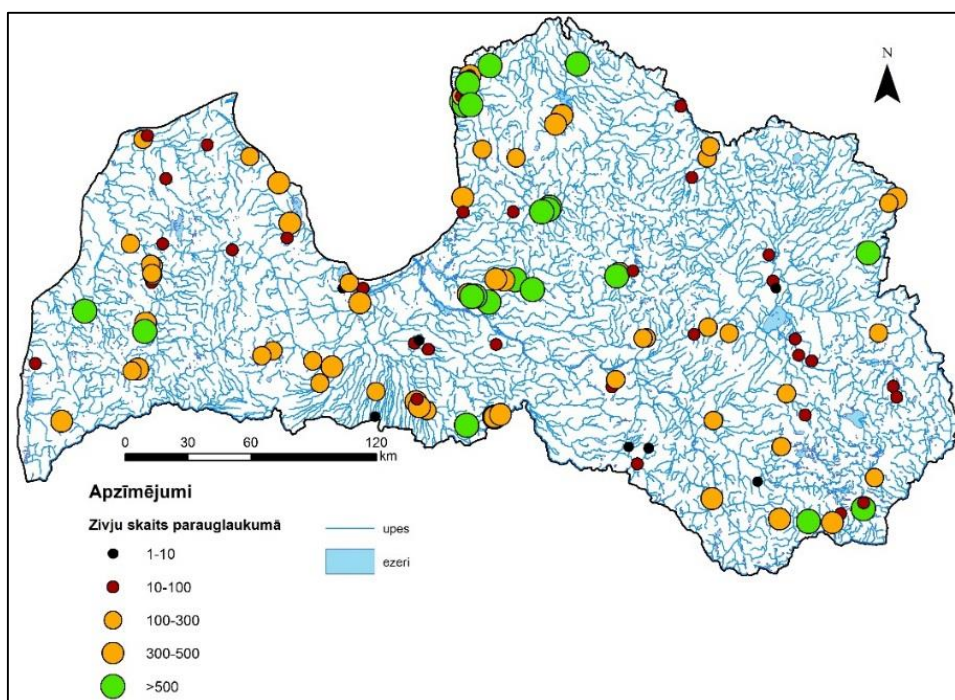
negatīvi, vāji korelē ar līdaku blīvumu ($R_p=0,18$) ($p < 0,05$). Tas nozīmē, ka lēni tekošās upēs, kurās notiek upes sanesu materiāla akumulācijā, teorētiski ir sastopams lielāks līdaku daudzums. Savukārt asara blīvums uzrādīja būtisku vidēji ciešu, pozitīvu korelāciju ar pamatiezi ($R_p=0,50$, $p < 0,05$).

Aizaugums, noēnojums Apsekotajos parauglaukumos atšķīrās gan aizauguma tips – sūnas, aļģes, makrofīti, gan tā intensitāte – bez aizauguma, vidēji un daudz. Straujteču posmos dominēja aizaugums ar sūnām un aļģēm, bet lēntecēs izteikti dominēja aizaugums ar makrofītiem. Noēnojumu ietekmēja apkārt parauglaukumam esošo koku daudzums. Lielāks līdaku skaits tika konstatēts upju parauglaukumos, kas bija daļēji vai pilnībā noēnoti, Spīrmena rangi korelācijas koeficients liecina, ka šī sakarība ir vāja ($R_s=0,28$, $p < 0,05$). Asariem šāda sakarība netika novērota. Savukārt aizaugumam ar sūnām ($R_s= -0,36$) un aļģēm ($R_s= -0,22$) konstatēta negatīva ietekme uz līdaku sastopamību ($p < 0,05$). Asaru daudzums parauglaukumā uzrādīja vāju, pozitīvu korelāciju ar aizaugumu ar aļģēm $R_s=0,18$ ($p < 0,05$).

Zivju sugu skaits apsekotajās upēs svārstījās no 1 līdz 17 sugām. Mazākais sugu skaits tika konstatēts parauglaukumos Medupē (2), Arālītē (2), Audruvē (1L) un šī vienīgā suga bija līdaka. Lielākais sugu skaits tika konstatēts Mēmeles (3) straujtecē (17 sugas), 16 sugas konstatētas Mazajā Juglā, 15 sugas – Lielajā Juglā, Ogrē. Kopumā lielākais sugu skaits bija Gaujas UBA parauglaukumos, vidēji 9,8 sugas, pārējos UBA parauglaukumā sugu skaits bija vidēji 8,5 sugas. Viena līdz piecas sugas tika konstatētas 28 parauglaukumos, piecas līdz desmit sugas 59 parauglaukumos, 10 – 13 sugas 38 parauglaukumos, bet 13 – 17 sugas 22 parauglaukumos (3.9. att.). Savukārt zivju skaits parauglaukumos bija robežās no 1 līdz 530 zivis/100m² (1 līdz 1522 zivis parauglaukumā). Lielākais ihtiofaunas blīvums tika konstatēts Daugavā, bet mazākais Audruvē, Arālītē, Medupē 1 – 2 z./100m². Gaujā Jaunupē, Mēmelē, Salacā, Svētupes straujtecēs arī konstatēts liels ihtiofaunas blīvums, tas bija robežās no 250-500 zivīm/100m². Mazs zivju blīvums (2-5 z./100m²) konstatēts biotopos Radžupē, Abainē, Vēršupītē, Liužankā. UBA griezumā lielākais zivju blīvums tika konstatēts Gaujas UBA, vidēji 130 z./100m², savukārt mazākais Lielupes UBA, vidēji 75 z./100m² (3.10.). Līdaku daudzumam tika konstatēta negatīva korelācija ar sugu skaitu biotopā. Sugu skaitam pieaugot samazinās līdaku skaits ($R_p= -0,35$; $p < 0,01$). Asarim šādā sakarība netika novērota.



3.9. attēls. Zivju sugas apsekoto upju parauglaukumos (autora veidots)

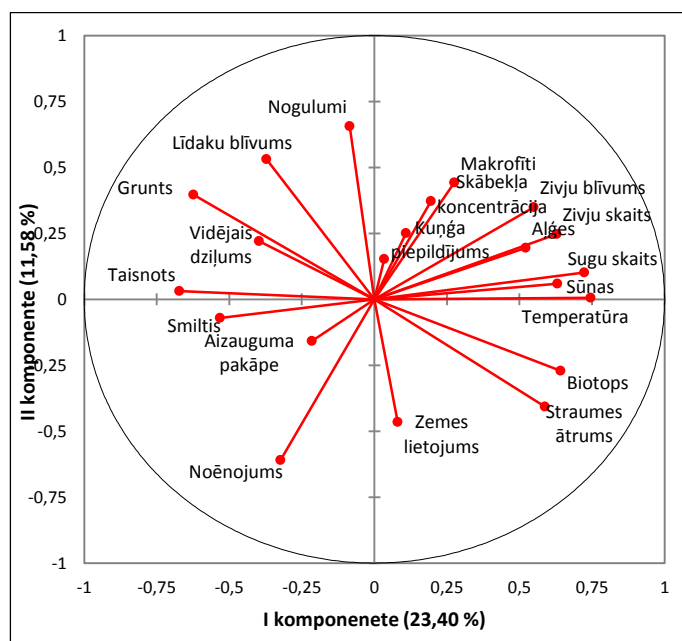


3.10. attēls. Zivju skaits apsekoto upju parauglaukumos (autora veidots)

3.2.2. Kopējā faktoru ietekme uz asaru un līdakas izplatību

Individuālu faktoru ietekme uz asaru un līdakas izplatību un barošanos var izpausties dažādi. Faktori, kas uzrāda pozitīvas korelācijas ar līdaku blīvumu, ne vienmēr ir pozitīvi ar asaru izplatību, piemēram, šāds faktors ir hidromorfoloģiski pārveidota upes gultne (taisnota). Sakarā ar to, ir nepieciešams pētījuma objektu izplatību skatīt faktoru kopsakarību kontekstā.

Tamdēļ tika veiktas divas atsevišķas galveno komponentu analīzes (PCA) ietverot visus pētījuma objektus. Pirmā galveno komponentu analīze tika veikta līdakai. Analīzē tika veikta 21 faktoru ietekmes novērtēšana. Šeit apskatītas būtiskākās trīs komponentes, kas izskaidro 44,4 % no šo faktoru dispersijas. Pirmā komponente izskaidro 23,4 %, otrā 11,5 %, bet trešā 9,5 %. Pēc PCA analīzes redzams, ka I komponente saistīta ar faktoriem, kas nosaka straujteču biotopu struktūru, jo ar I komponenti, būtiski, pozitīvi vidēji cieši līdz cieši korelē zivju un sugu skaits, straumes ātrums, temperatūra, aizaugums ar sūnām un aļģēm, bet negatīvi hidromorfoloģiskie pārveidojumi, līdaku blīvums, un smilts dominance grunts sastāvā. Savukārt ar II komponenti pozitīvi, vidēji stipri korelē līdaku blīvums biotopā un nogulumu daudzums, aizaugums ar ziedaugiem, bet negatīvi aizēnojums, straumes ātrums. Otrā komponente principā tipizē līdaku biotopus – lēnteces, kurās notiek sedimentu akumulācija un relatīvi blīvs aizaugums ar makrofitiem. Ar III komponenti pozitīvi korelē skābekļa koncentrācija, arī nogulumu daudzums biotopā, straumes ātrums, bet negatīvi zivju skaits un blīvums, ūdens temperatūra. Šis iezīmē pagaidu uzturēšanās biotopus, kur līdaka ir sastopama maz vai reti. Būtiskākās korelācijas ar PCA asīm parādītas 5. pielikumā.



3.11. attēls. Konstatēto faktoru korelācija ar I un II, I un III PCA asi ietekmes īpatsvara novērtēšanai līdakai (autora veidots, izmantojot Excel un Xlstat 2016)

Otrā galveno komponentu analīze tika veikta asarim. Pirmās trīs komponentes izskaidro 42,5 % no šo faktoru dispersijas. Pirmā komponente izskaidro 20 %, otrā 12,3 %, bet trešā 10,2 %. Ar pirmo komponenti pozitīvi korelē, zivju un sugu skaits, upes platums, straumes ātrums, temperatūra, aizaugums ar sūnām, aļģēm, oļu daudzums biotopā un temperatūra, bet negatīvi – līdaku blīvums, aizēnojums, smilšu daudzums biotopā. Līdzīgi kā līdakām šī komponente ir

Barošanās un faktoru korelācijas analīze daudzviet uzrāda ļoti vājas un vājas korelācijas, bet tās pie konkrētā paraugkopas apjoma ir statistiski ļoti būtiskas. Tika novērota tendence, ka izmēros lielās līdakas neizvēlas uzturēties biotopos, kur ir salīdzinoši liels straumes ātrums – konstatēta ļoti vāja, negatīva korelācija ar straumes ātrumu ($R_P = -0,18$; $p < 0,01$). Asaru garumam savukārt novērota vāja pozitīva korelācija ar biotopa dziļuma rādītājiem, vidējo dziļumu ($R_P = 0,25$) un maksimālo dziļumu ($R_P = 0,32$) ($p < 0,01$), un vēl asaru piepildītajiem kuņģiem tika konstatēta negatīva, vāja korelācija ar straumes ātrumu ($R_S = -0,23$) ($p < 0,01$). Tukšajiem asaru kuņģiem tika konstatēta korelācija ar grunti raksturojošiem parametriem – vājas negatīvas korelācija ar pamatiezi ($R_S = -0,22$) un dūņām ($R_S = -0,19$) ($p < 0,01$).

3.3.2. Iekšsugu un starpsugu konkurence

Analizējot kuņģu piepildījumu atkarībā no līdakas vai asara skaita parauglukumā tika konstatēts, ka nepastāv statistiski konstatējama sakarība starp līdaku skaitu un kuņģu piepildījumu. Tas nozīmē, ka upju biotopos ar lielu līdaka blīvumu kuņģu piepildījumu noteicošais faktors nav citi sugas īpatņi. Tomēr ir novērots, ka pieaugot līdaku blīvumam parauglukumā, samazinās citu līdaku kuņģos konstatēto ihtiofaunas barības objektu skaits ($R_P = -0,30$). Veicot analīzi asaru paraugkopai tika konstatēts, ka asaru blīvumam ir negatīva ietekme uz citu sugas īpatņu kuņģu piepildījumu ($R_S = -0,18$; $p < 0,05$) un piepildīto kuņģu daudzumu ($R_S = -0,27$, $p < 0,01$). Asaru zivju barības objektu daudzums samazinājās pieaugot citu asaru daudzumam ($R_S = -0,31$, $p < 0,01$).

Pieaugot zivju sugu un zivju skaitam parauglukumā, palielinās līdaku kuņģos konstatētie ihtiofaunas barības objekti, korelācijas koeficienti attiecīgi ir $R_S = 0,31$ un $R_S = 0,35$ ($p < 0,01$). Tas, ka līdaku kuņģos konstatēti vairāk par vienu zivju barības objektu, pozitīvi vāji korelē, bet būtiski korelē ar sugu skaitu $R_S = 0,40$, ar zivju skaitu $R_S = 0,32$ biotopā un līdaku kuņģos konstatētais ihtiofaunas barības objektu skaits vāji pozitīvi korelē ar ar zivju ($R_S = 0,33$) un sugu skaitu ($R_S = 0,39$) parauglukumā ($p < 0,01$). Bezmugurkaulnieku nozīme barībā samazinās, ja palielinās zivju sugu daudzveidība un daudzums biotopā un ar šiem parametriem saistītie faktori (temperatūra, upes platums) – kuņģos konstatētajiem bezmugurkaulniekiem ir vāja, negatīva korelācija ar sugu skaitu ($R_S = -0,42$), zivju blīvumu ($R_S = -0,37$), kā arī temperatūru ($R_S = -0,26$) un upes platumu ($R_S = -0,32$) ($p < 0,01$). Asaru tukšo kuņģu daudzums korelē ar līdaku skaitu parauglukumā, pieaugot līdaku skaitam biotopā samazinās asarim pieejamais barības objektu daudzums un rezultātā arī piepildījums ($R_S = -0,24$), ($p < 0,01$).

Līdaku skaits parauglukumā pozitīvi, vāji korelē ar kuņģos konstatētiem bezmugurkaulniekiem ($R_S = 0,31$) ($p < 0,01$). Līdakas un asara garumam novērota vāja negatīva

korelācija ar to, ka barībā konstatēti bezmugurkaulnieki ($R_s = -0,15$ līdakai un $R_s = -0,30$ asarim ($p < 0,01$)). Asaru kuņģu satura un barības objektu taksonu analīze liecina, ka kuņģos konstatētie bezmugurkaulnieki vidēji cieši korelē ar maz piepildītajiem kuņģiem. Šis nozīmē, ka bezmugurkaulnieki kā barības objekts nenodrošina asaru prasības pēc barības objektiem. Asaru kuņģos konstatētie bezmugurkaulnieki ļoti vāji, negatīvi korelē ar zivju skaitu parauglaukumā ($R_s = -0,18$, $p < 0,05$) un vidēji cieši, pozitīvi ar maz piepildīto kuņģu skaitu ($R_s = 0,64$; $p < 0,01$).

Analizējot pētījuma objektu izmēru un kuņģu piepildījuma tika konstatēts, ka pieaugot līdaka garumam, samazinās maz piepildīto kuņģu daudzums, bet palielinās kuņģī konstatēto zivju daudzums un kopējais barības objektu skaits kuņģī. Līdaku garums ļoti vāji, negatīvi korelē ar maz piepildītiem kuņģiem ($R_s = -0,17$), taču pozitīvi piepildītiem kuņģiem ($R_s = 0,18$), vairākiem barības objektiem kuņģī ($R_s = 0,23$) ($p < 0,01$) un kuņģī konstatētu ihtiofaunu ($R_s = 0,11$) ($p < 0,05$). Arī asaru korelācija uzrāda analogu faktoru ietekmi – pieaugot asara garumam samazinās maz piepildīto kuņģu daudzums, bet palielinās konstatēto zivju un barības objektu daudzums – asaru garums ļoti vāji, negatīvi korelē ar maz piepildītiem kuņģiem ($R_s = -0,24$), pozitīva vājas korelācijas ar kuņģī konstatētam zivīm ($R_s = 0,21$) un to skaitu ($R_p = 0,21$) ($p < 0,01$). Līdaka un asara piepildīto kuņģu daudzums pozitīvi, vidēji stipri, korelē ar to, ka barībā konstatētas zivis ($R_s = 0,52$ līdakām un $R_s = 0,47$ asariem).

3.3.3. Biotopu raksturojums un ietekme

No pētījumā ietvertajiem 136 parauglaukumiem 37 bija ritrāla biotopi, bet 99 potamāla biotopi. Šie biotopi Latvijas upēs atšķiras pēc vairākiem parametriem. Parauglaukumu analīzē pētījuma periodā, atkarībā no biotopa – ritrāls vai potamāls, tika konstatēts, ka augstākas ūdens temperatūras pētījuma periodā novērotas ritrāla upes posmos, attiecīgi zemākas potamāla. Potamāla posmos kopumā ir novērota par vidēji $100 \mu\text{S}/\text{cm}^2$ augstāka elektrovadītspēja kā ritrāla posmos. Vēl potamāla posmos ir mazāks vidējais un maksimālais dziļums. Turklāt parauglaukumos potamāla posmos ir daudz mazāks upes platums, kā posmos, kas ir ritrāla tipa, to apliecina arī potamāla biotopu negatīva, cieša korelācija ar upes platumu ($R_s = -0,71$; $p < 0,01$). Pašsaprotami, ka ritrāla posmos tika novērots lielāks straumes ātrums, vidēji tas ir $0,53 \text{ m/s}$, bet potamāla posmos $0,1 \text{ m/s}$, arī straumes ātrumam bija cieša, negatīva korelācija ar potamāla biotopiem ($R_s = -0,76$; $p < 0,01$). Potamāla posmos konstatēts divreiz lielāks līdaku blīvums kā ritrāla posmos, potamāla – $1,3 \text{ līd.}/100 \text{ m}^2$, ritrāla $0,6 \text{ līd.}/100 \text{ m}^2$, to apstiprina arī ritrāla biotopu negatīva korelācija ar līdaku blīvumu ($R_s = 0,44$, $p < 0,01$). Asaru izplatības analīze atkarībā no biotopa parādīja, ka potamāla posmos asari sastopami vairāk kā divas reizes lielākā blīvumā, attiecīgi $0,6 \text{ asa.}/100 \text{ m}^2$ un $1,4 \text{ asa.}/100 \text{ m}^2$. Kopumā lielāka zivju sugu

daudzveidība un blīvums tika konstatēta ritrāla biotopos, vidēji 11 sugas un ~ 120 z./100m², potamāla posmos tās bija 8 sugas un 84 z./100m². Lēnteču biotopiem tika konstatēta vāja korelācija ar līdaku garumu ($R_s=0,21$, $p < 0,01$) Arī tas, ka līdaku kuņģos konstatēti vairāk par vienu barības objektu korelē ar lēnteču biotopiem ($R_s=0,22$; $p < 0,01$) un šo biotopu raksturojošajiem parametriem. Asaru barošanās faktoriem korelācijas ar biotopiem netika konstatētas.

3.3.4. Morfoloģiskie pārveidojumi, to ietekme

Kartogrāfiskā (ortofoto) materiāla analīzē tika konstatēts, ka 15 % no apsekotajiem ritrāla biotopiem bija hidromorfoloģiski pārveidoti (taisnoti), bet 85 % dabiski. Taču potamāla biotopos dominējošais bija hidromorfoloģiski pārveidotie posmi – 52,5 % no lēnteču biotopiem bija pārveidoti, 47,5 % bija dabiski upju posmi. Kopumā no visiem parauglaukumiem 58 % bija dabiski, bet 42 % taisnoti. Meliorācijas kadastra datu un kartogrāfiskā materiāla analīze parādīja, ka (14 %) no pētījumā iekļautajiem parauglaukumiem bija augšpus hidroelektrostacijas, turklāt 74 % no šiem parauglaukumiem ir taisnoti, tāpēc HES ietekme atsevišķi apskatīta netiek.

Parauglaukumu datu analīze parādīja, ka upes posmos, kas ir hidromorfoloģiski pārveidoti kopumā ir zemāka ūdens temperatūra ($15 \pm 2,5$ °C) kā upes posmos, kas nav pārveidoti ($19,2 \pm 3$ °C). Šim ekoloģiskajam faktoram konstatēta vidēji cieša korelācija ar taisnotajiem upju posmiem ($R_s = -0,61$; $p < 0,01$). Skābekļa koncentrācijas analīze parādīja, ka taisnotos upes posmos ir novērojama nedaudz zemāka skābekļa koncentrācija ($7,2 \pm 2,7$ mg/l), kā upes posmos, kas nav taisnoti ($8 \pm 1,7$ mg/l), skābekļa koncentrācija uzrādīja vāju, negatīvu korelāciju ar upes posma kanalizētību ($R_s = -0,24$; $p < 0,01$). Dabiskajos upju posmos ir konstatēta augstāka pH vērtība ($8,3 \pm 0,4$), taisnotajos posmos tā ir $8,1 \pm 0,4$. Datu analīze parādīja, ka nav būtiskas EVS un vidējā dziļuma atšķirības parauglaukumos starp taisnotiem upes posmiem un dabiskiem posmiem, bet pastāv atšķirības starp maksimālo dziļumu, taisnotajos posmos ir lielāks maksimālais dziļums, šīs saistība ir vāja ($R_s = 0,24$) ($p < 0,01$). Tomēr parauglaukumos, kas atrodas taisnotos posmos ir daudz mazāks upes platums ($4,6 \pm 4,4$ m) kā posmos, kas ir dabiski ($22,8 \pm 16,4$ m). Dabiskajos posmos ir arī lielāks straumes ātrums ($0,28$ m/s), taisnotajos posmos tas ir $0,13$ m/s. Upes platums un straumes ātrumam ir vāja negatīva korelācija ar taisnotajiem upes posmiem ($R_s = -0,25$, $R_s = -0,24$; $p < 0,01$).

Līdaku izplatības analīze atkarībā no upes posma veida parādīja, ka taisnotos upes biotopos sastopams augstāks līdaku blīvums $1,4$ līd./100 m², dabīgos upes posmos vidēji tās ir $0,9$ līd./100 m². Līdaku blīvums vāji, pozitīvi korelē ar taisnotajiem upes posmiem ($R_s = 0,36$,

$p < 0,01$). Savukārt asaru blīvums kanalizētos upes posmos ir 1 asa./100m², bet dabiskos upes posmos to blīvums ir nedaudz lielāks 1,2 asa./100m². Dabiskajos upes posmos bija lielāka zivju sugu daudzveidība nekā taisnotos upes posmos, attiecīgi dabiskos posmos vidēji 10 sugas, bet taisnotos 7 sugas. Taisnotie upes posmi korelē ar vāji negatīvi korelē ar sugu daudzumu ($R_s = -0,40$) un zivju blīvumu ($R_s = 0,37$) ($p < 0,01$).

Upju taisnošana uzrāda pāris sakarības ar līdaku barošanas. Taisnotajos posmos samazinās līdaku kuņģos konstatēto barības objekti un to skaits, to parāda negatīva korelācija starp posma taisnošanu un barības objektu skaitu ($R_s = -0,34$), un arī zivju barības objektu skaitu kuņģos ($R_s = -0,27$). Hidromorfoloģiski pārveidotajos posmos pieaug līdaku kuņģos konstatēto bezmugurkaulnieku daudzums, korelācija ir vāja ($R_s = 0,31$, $p < 0,01$).

3.4. Līdaku un asaru barošanās salīdzinājums dabiskos un taisnotos upju biotopos

Kartogrāfiskā materiāla analīzes rezultāti liecina, ka no 136 apsekotajiem biotopiem 42 % ir hidromorfoloģiski pārveidoti (taisnoti) upju posmi. Taisnotajos upju posmos kopā tika ievāktas 191 līdakas (55 %), garumā no 7,2 cm līdz 52 cm un 52 asari (30 %) garumā no 7,6 cm līdz 24 cm. Līdaku un asaru vietu grupu salīdzināšanai taisnotajos un dabiskajos upju biotopos tika izmantots neparametriskais Kruskal-Wallis tests. Šis tests parādīja, ka līdaku kontekstā 23 no 28 aprakstītajiem parametriem šajās vietu grupās ir būtiski statistiski atšķirīgi ($p < 0,05$), savukārt asariem tests būtiskus uzrāda 16 parametrus. Analīze uzrāda, ka taisnotos un dabiskos biotopos nepastāv statistiski būtiskas atšķirības līdaku, asaru garumā, skābekļa koncentrācijā, elektrovadītspējā (4. pielikums).

Taisnotajos posmos līdaku vidējais garums bija 23,1 cm bet asaru 16,7 cm. No līdaku kuņģiem piepildīti bija 28 %, vidēji – 15 %, maz – 24, tukši – 32 %, bet no asaru kuņģiem piepildīti bija 10 %, vidēji 13 %, maz piepildīti 38 % un tukši 38 %. Dabīgajos upju posmos līdakas bija garumā no 5,2 cm līdz 57,2 cm, vidēji 22,4 cm, bet asari no 4,6 cm līdz 29 cm, vidēji 17,3 cm. Pētāmo objektu kuņģu piepildījums bija ļoti līdzīgs taisnotiem upju posmiem, ar tādu pat tukšo kuņģu īpatsvaru ~40 %.

Līdaku kuņģu satura taksonomiskā analīze parādīja, dabīgos upju posmos būtiski pieaug ihtiofaunas nozīme barībā, zivis barībā tika konstatēts 81 % īpatnim. Ietekmētos posmos līdaku kuņģos dominējošais taksons joprojām bija zivis, bet to daudzums kuņģos samazinājās līdz 49 % no barības objektiem. Pārveidotajos biotopos būtiski palielinājās bezmugurkaulnieku nozīme barībā, dabīgajos posmos bezmugurkaulnieki tika konstatēti 13 % līdaku, bet taisnotos posmos tie sastādīja 47 % no barības objektiem. Abinieku sastopamība būtiski nemainījās – 4 % taisnotos upju biotopos un 6 % dabīgos. Asaru kuņģos arī palielinājās bezmugurkaulnieku

nozīme barībā, taču izmaiņas nebija būtiskas. Dabīgos posmos zivis sastādīja 31 % no asaru barības objektu daudzuma, bet taisnotos 28 %. Bezmugrukaulnieki tika konstatēti attiecīgi 69 % kuņģu dabīgos posmos un 72 % taisnotos. Salīdzinot dabīgos un taisnotos upju posmos ievāktu līdaku garumu, kuņģu piepildījumu sadalījumu, tika konstatēts, ka nepastāv statistiski būtiskas atšķirības starp šiem rādītājiem. Arī asariem netika konstatētas būtiskas atšķirības kuņģu piepildījuma.

Dabīgos upju posmos līdakas kuņģos tika konstatēta lielāka ihtiofaunas daudzveidība – 19 zivju sugas. Taisnotajos posmos tās bija 15 sugas un viena nēģu suga. Asariem dabīgos posmos konstatētas 7 sugas, bet taisnotos 6 sugas (3.2. tab.). Līdaku kuņģos biežāk sastopamā zivju suga dabiskos posmos bija mailīte (21 %), vīķe (16 %), grundulis (12 %), rauda (11 %), bet morfoloģiski pārveidotos mailīte (14 %), trīsdatu stagars (11 %), vīķe (11 %), deviņdatu stagars (9 %). Asaru kuņģos tika konstatēts mazs ihtiofaunas īpatņu daudzums, taču biežāk sastopamās sugas dabīgos posmos bija vīķe (44 %) un mailīte (17 %) un asaris (17 %), taisnotos – vīķe (33 %) un ausleja (22%).

3.2. tabula

Pētījuma objektu kuņģos konstatēto sugu atšķirība dabiskos un taisnotos posmos

<p>Dabiskos posmos līdaku kuņģos konstatētās zivju sugas: akmeņgrauzis, asaris, ausleja, bārdainais akmeņgrauzis, deviņdatu stagars, forele, grundulis, lasis, līdaka, mailīte, pavīķe, plicis, rauda, sams, sapals, sudrabkarūsa, vēdzele, vīķe.</p>	<p>Taisnotos posmos līdaku kuņģos konstatētās zivju sugas: akmeņgrauzis, asaris, ausleja, bārdainais akmeņgrauzis, deviņdatu stagars, forele, grundulis, līnis, mailīte, pīkste, platgalve, rauda, trīsdatu stagars, upes nēģis, vēdzele, vīķe.</p>
<p>Dabiskos posmos asaru kuņģos konstatētās zivju sugas: asaris, bārdainais akmeņgrauzis, grundulis, mailīte, pavīķe, spidiļķis.</p>	<p>Taisnotos posmos asaru kuņģos konstatētās zivju sugas: ausleja, deviņdatu stagars, mailīte, platgalve, pavīķe, vīķe</p>

Līdaku barībā dominē pelaģiskās zivju sugas gan dabīgos (71 %), gan taisnotos (65 %) posmos. Bentisko zivju sugu daudzums sastāda 29 % un 35 %. Asaru kuņģos gan taisnotos, gan dabīgos upju posmos absolūti dominēja pelaģiskās zivju sugas ar 89 % no īpatņu skaita, 11 % bija bentiskās sugas. Līdaku barības racionā plašāk pārstāvētas eiritopās sugas – 45 % dabīgos posmos un 47 % pārveidotos. Reofilo zivju sugu skaitā taisnotajos posmos vērojams samazinājums no 50 % dabīgos līdz 35 % taisnotos posmos. Taisnotos posmos palielinās limnofilo zivju sugu nozīmība, dabīgos posmos tie ir 5 % no barības objektiem, taisnotos 18 %. Asaru racionā taisnotos posmos barības objekti vienlīdzīgi pārstāvēti visās augstāk minētajās

klasēs, bet dabīgos posmos ir būtiski samazināts limnofilo sugu daudzums (5,5 %) un pieaug eiritopo zivju sugu daudzums līdz 61 %.

Barības objektu trofisko klašu sastāvā netika novērotas būtiskas izmaiņas. Līdakas ihtiofaunas barības objektiem gan taisnotos, gan dabīgos posmos dominējošā trofiskā klase ir omnivori (63 % un 58 %) no barības objektu skaita, tad seko invertivori – 23 % un 27 % un plēsīgas sugas – 14 % un 15 %. Asariem barībā dabīgos arī tika konstatēts visai līdzīgs trofisko klašu sadalījums kā līdakām, bet taisnotos posmos pieauga omnivoru daudzums līdz 78 %.

Analizējot līdakas un asara barošanas ar bezmugurkaulniekiem taisnotos posmos, tika novērots, ka taksonomisko klašu īpatsvars barībā ir ļoti līdzīgs. Līdakai un asarim barībā dominē kukaiņi, attiecīgi 61 % un 62 %, vēžveidīgo daudzums sastāda 26 % līdakai un 24 % asarim. Līdakai 11 % no barības objektiem sastāda posmtārpi un 2 % gliemji, asarim tie savukārt ir 5 % posmtārpu un 10 % gliemju. Līdakai un asarim dabīgos posmos trīs ceturtdaļas no bezmugurkaulnieku barības objektiem sastāda kukaiņi, bet līdakai atlikušo daļu augstākie vēži, asarim augstākie vēži (18 %), gliemji (2 %) un posmtārpi (2 %).

4. DISKUSIJA

No literatūrā minētajām Latvijas iekšējos ūdeņos sastopamajām 38 zivju un 2 nēģu sugām (Birzaks, 2013) kuņģu satura analīzē līdakas barībā konstatētas 24 zivju un viena nēģu suga – upes nēģis, bet asara barībā konstatētas 11 zivju sugas. Jāpiemin, ka daļa no tām sugām, kas netika konstatētas pētījuma objektu barības traktos, Latvijas upēs pētījuma periodā neuzturas – salaka, sīga, bet daļa Latvijas upēs sastopamas reti – palade, kaze (Birzaks, 2013). Latvijā par zivju barošanas pagājušā gadsimta vidū veiktajos pētījumos Burtnieku ezerā (Lāže, 1951; Lablaika, 1961) parādās līdzība šī pētījuma rezultātiem – lai arī līdakas tika ievāktas visos garumos, bet asari no 15 cm, gandrīz divreiz vairāk ihtiofaunas pārstāvju tika noteikti līdakas kuņģos, tas apstiprina literatūrā minēto (Raat, 1988; Craig, 2008) un norāda uz to, ka līdaka ir izteikts plēsējs, jo barībā tai ir plašāks ihtiofaunas spektrs, gan sugu, gan izmēru ziņā, un arī uz to, ka pieaugušo asaru barības lielāko daļu veido bezmugurkaulnieku barības objekti. Bez mugurkaulnieku barības analīze parādīja, ka līdakas racionā, salīdzinot ar asari, sastopams vairāk augstāko vēžu un abinieku.

Domājams, ka palielinot apsekoto upju un biotopu daudzveidību un skaitu, barībā konstatēto sugu skaits pieaugtu, jo pētījumā par Latvijas upju zivju sabiedrībām tiek minēts, ka līdaka un asaris ir vienas no plašāk izplatītajām sugām Latvijas upēs – skaita ziņā šīs plēsīgās zivis sastāda aptuveni 5 % no zivju skaita, bet biomasas ziņā tas veido būtisku daļu no kopējās zivju biomasas. Kā arī līdaka un asaris ir dominējošās sugas potamāla tipa upēs, kas ir vairāk kā 90 % no to skaita (Birzaks, 2013). Asaru un līdaku barībā konstatēto zivju sugu procentuālais daudzums un sastāvs nedaudz atšķiras, bet abām sugām biežāk barībā konstatētās sugas – mailīte, vīķe un bārdainais akmeņgrauzis, ir arī Latvijas upēs plaši izplatītas sugas (Birzaks, 2013). Pētījumā atklājās, ka līdakas barībā pelaģisko un bentisko zivju daudzums ir gandrīz identisks literatūrā minētajam (Birzaks, 2013), bet asaru barībā ir konstatēts uz pusi mazāks bentisko zivju daudzums kā līdakai, tas nozīmē, ka asarim ir pozitīvā selektivitāte attiecībā pret tām zivju sugām, kas uzturas ūdens slānī. Latvijas upēs pēc barības tipa vienlīdz daudz ir pārstāvētas tās zivju sugas, kas ir visēdāji un tās, kas pārtiek no bezmugurkaulniekiem (Birzaks, 2013), taču barībā gan līdakai, gan asarim divas trešdaļas sastādīja omnivori un tikai ceturtdaļu invertivori. Šis būtu skaidrojams ar to, ka daļa invertivoru barības dzīves vide ir upes grunts un pētījuma objekti tomēr vairāk barojas ar pelaģiskajām sugām.

Ņemot vērā, ka šis pētījums veikts visā Latvijas teritorijā, dažādas upēs un biotopos pētījuma objektu detāla barošanās salīdzināšana ar atsevišķiem reģionālajiem pētījumiem nebūtu korekta, jo atšķiras pētījumu ģeogrāfiskais reģions un teritoriālais mērogs, paraugu

ievākšanas metodika, vides apstākļi, ievāktā bioloģiskā materiāla izmēri, vidē sastopamo organismu taksonomiskais sastāvs. Tomēr tāpat kā šajā pētījumā, arī citos (Dominguez, Pena, 2000; Alp *et al.*, 2008) parādās līdakas elastība attiecībā pret barības objektu izvēli – līdaku populācijās konstatēts plašs bezmugurkaulnieku racionis un liela zivju sugu daudzveidība. Citās savukārt konstatēts relatīvi mazs barības spektrs un būtiska invertivoru nozīme barībā (Soupir *et al.*, 2000; Lorenzoni *et al.*, 2002). Eiropā veiktajos pētījumos par līdakas barošanu tika apskatīti konkrēti ūdensobjekti vai to grupas, neskatoties uz to, līdakas barībā kopumā tika konstatētas šādas, citos pētījumos konstatētas sugas – grundulis, rudulis, lasis, forele, platgalve, līnis, deviņdatu stagers, mailīte, rauda, asaris, līdaka, sudrabkarūsa, upes nēģis, bet netika – alata, plaudis, zandarts, ķīsis, zutis (Mann, 1982; Adams 1991; Elvira *et al.*, 1996; Dominguez, Pena, 2002; Lorenzoni *et al.*, 2002; Kekäläinen *et al.*, 2008, Alp *et al.* 2008; Mérő, 2014; Sandlund *et al.*, 2016). Pieaugušajiem asariem zivis sastāda būtisku daļu barības (Thrope, 1977), bet salīdzinot ar līdaku, asaris ir mazāk izteikts plēsējs – šajā un citos pētījumos zivju sastopamība pieaugušo asaru kuņģos ir zem 50 % no barības objektu daudzuma, bet tas mainās atkarībā no pētījuma vietas. Asara barībā konstatētas sugas, kas pārklājas ar citiem pētījumiem Eiropā – rauda, asaris, rudulis, sapals, vīķe, taču šajā pētījumā asaru barībā netika konstatēti – ķīsis un zandarts (Dorner *et al.*, 2003; Lorenzoni *et al.*, 2007; Pavlović *et al.*, 2013).

Pētījumā tika konstatēts relatīvi liels tukšo kuņģu daudzums – 35 % līdakām, un 39 % asariem. Tukšo kuņģu īpatsvars nesenākajos pētījumos par līdakas barošanu svārstās no 28 % līdz 78 % vidēji gada griezumā (28 % Elvira *et al.*, 1996; 50 % Soupir *et al.*, 2000; 50 % Dominguez, Pema, 2000; 33 % Lorenzoni *et al.*, 2002; 54 % Alp *et al.*, 2008; 78 % Mérő, 2014; 58 % Sandlund, 2016). Savukārt pētījumos par asara barošanu tukšo kuņģu īpatsvars bija 19 % - 54 % (29 % Griffiths, 1976; 4 % un 54 % Dorner *et al.*, 2003; 19 % Pavlović *et al.*, 2013). Pētījumā, kurā tika konstatēts maz tukšo kuņģu (Dorner *et al.*, 2003), par iemeslu bija barības resursu pietiekamība konkrētu izmēru asariem. Tādēļ viens no skaidrojumiem relatīvi lielajam tukšo kuņģu daudzumam varētu būt mijiedarbība starp plēsēju izmēru, vidē esošo barības objektu daudzumu, izmēru, pieejamību, un konkurenci starp atsevišķām zivīm, sugām par barības resursiem, ja to nišas pārklājas (Eklöv, Hamrin, 1989; Eklöv, 1997). Barošanās aktivitāte var samazināties, ja vides temperatūra pārsniedz vai ir zem temperatūras optimuma konkrētajai sugai (Hart, Reynolds, 2002), kas dažos biotopos varētu būt par iemeslu, ka pētījuma objektu kuņģos netika konstatēta barība. Atsevišķi autori tukšo kuņģu daudzumu skaidro ar tā saucamo “pulsveida barošanu”, kad pēc barības uzsūkšanās organisms kādu brīdi barību neuzņem (Arrington, *et al.*, 2002). Jāņem vērā, ka upurorganisma etoloģija var ietekmēt plēsēja medību veiksmīgumu un barības sastāvu (Hart, Reynolds, 2002). Arī diennakts laikam

ir ietekme uz barošanas. Asari meklē barību tikai diennakts gaišajā laikā (Thorpe, 1977), bet līdaka arī krēslā un tumsā (Raas, 1988). Šajā sakarā ļoti būtiska ir arī ūdens caurredzamība, tai samazinoties kritās asara un līdakas medību efektivitāte (Thorpe, 1977; Raas, 1988). Bez augstāk minētā, literatūrā tiek minēts, ka zivju barošanās aktivitāte var samazināties pirmsnārsta periodā (Bone, Moore, 2008), bet ņemot vērā, ka asaris un līdaka Latvijā nārsto pavasara sākumā (Plikšs, Aleksejevs, 1998) un lielākā daļa pētījuma materiāla ir ievākta vasaras periodā, šāds izskaidrojums neatbilst konkrētajai situācijai.

Vides apstākļu ietekme uz pētījuma objektu izplatību izpaužas dažādi. Tādi faktori kā vides reakcija un elektrovadītspēja pētījumā konstatētajā vērtību diapazonā neietekmē izplatību, bet citiem faktoriem – straumes ātrumam, skābekļa koncentrācijai temperatūrai, grunts sastāvam, aizaugumam, noēnojumam ir ietekme. Galveno komponentu un korelāciju analīze apstiprināja literatūrā minēto informāciju par asara un līdakas biotopu paradumiem. Asaris upēs dod priekšroku substrātam, kur sastopami oļi, laukakmeņi, vidēji blīvam aizaugumam, relatīvi lielam dziļumam, nelielai straumei (Thorpe, 1977; Linlökken; 2008), bet pētījumā vēl tika konstatēts, ka upes platums var pozitīvi ietekmēt asara daudzumu. Salīdzinājumā ar asari, līdaka vides apstākļu ziņā ir tolerantāka (Inskip, 1982, Raas, 1988), jo tā spēj apdzīvot degradētus biotopus ar ļoti zemām skābekļa koncentrāciju, vides reakciju. Līdaku izplatībai tika konstatētas vairāk sakarību ar vides apstākļiem. Līdaku daudzumam bija tendence samazināties pieaugot temperatūrai, straumes ātrumam un sugu daudzumam, oļu daudzumam substrātā, taču līdaku daudzums pieauga, ja upē bija nogulumi, smiltis, aizaugums ar ziedaugiem (makrofītiem), un tas bija pilnībā vai daļēji noēnots. Arī literatūrā tiek uzsvērts, ka galvenie līdaku izplatību ietekmējošie faktori ir temperatūra un straumes ātrums un veģetācijas blīvums – metabolisma procesiem optimālā temperatūra ir robežās no 4 – 23 °C, un straumes ātrums virs 1,5 m/s ierobežo līdaku migrāciju, vidēji blīvas makrofītu audzes nodrošina paslēptuves un barības objektu dzīvotnes (Inskip, 1982; Raas; 1988; Harvey, 2009). Šajā pētījumā tika konstatēts, ka asaru garums pieaug upes dziļuma rādītājiem palielinoties, savukārt līdakas garums samazinās pieaugot straumes ātrumam. Pieaugot līdaku skaitam sugu skaits upē samazinājās, tādejādi (Hart, Reynolds, 2002) aprakstītā situācija, ka līdaka var uzlabot ūdensobjekta sugu stāvokli kopumā Latvijas upēs neapstiprinās. Pētījumā zemieņu upēs Zviedrijā par zivju sugu izplatību ietekmējošiem faktoriem upēs tika atklāts, ka trīs būtiskākie asaru izplatību ietekmējošie faktori ir ūdens temperatūra, vidējais dziļums, mazākais attālums līdz ezeram vai jūrai, savukārt līdaku – substrāts, barjeras (ūdenskritumi, HES) un ūdens temperatūra kā arī upes platums un zvejas piepūle (Trigal, Degerman, 2015).

Toties apstiprinās rezultātu daļā izvirzītā hipotēze par vides apstākļu ietekmi uz līdakas un asara barošanas. Faktoru un to kompleksa ietekme uz pētījuma objektiem ir atšķirīga un dažādi no tiem neuzrāda saistību ar barošanas. Ekoloģisko faktoru kontekstā straumes ātrums uzrādīja negatīvu korelāciju ar asaru kuņģu piepildījumu. Tas varētu būt skaidrojams ar to, ka straumes ātrumam pieaugot tiek apgrūtināta barības uzņemšana, jo tā prasa lielāku piepūli no organisma (Bone, Moore, 2008). Arī ja biotopa substrātā dominēja dūņas un pamatiezis tika konstatēta negatīva korelācija kuņģu piepildījumu, iespējams šādos galējos apstākļos samazinās barības objektu pieejamība un daudzums (Hart, Reynolds, 2002). Korelāciju analīzē biotiskie apstākļi – starpsugu un iekšsugu konkurence skaidro lielāko skaitu sakarību kuņģu piepildījumā. Pētījumā netika konstatēts literatūrā minētais fakts, ka pie liela līdaku skaita biotopā samazinās kuņģu piepildījums (Eklöv; 1992), tomēr tika konstatēts, ka samazinās barības objektu skaits. Arī asaru blīvumam pieaugot samazinājās citu sugas īpatņu kuņģu piepildījums un to daudzums kā arī ihtiofaunas barības objektu sastopamība barībā. Tas tiek skaidrots ar etoloģiski atšķirīgu šo sugu barošanas – asaris ir aktīvs barības meklētājs, kas uzturas un barojas grupā, bet līdakas ir vientuļnieki (Inskip 1982; Eklöv; 1992; Eklöv 1997). Pētījuma tika konstatētas dažas loģiskas sakarības – palielinoties zivju blīvumam biotopā samazinās līdaku skaits, bet palielinās līdaku kuņģu piepildījums un zivju daudzums kuņģos. Taču līdaku skaitam pieaugot samazinās citu līdaku kuņģu piepildījums un pieaug bezmugurkaulnieku daudzums barībā. Pētījumā tika atklāts, ka palielinoties līdakas un asara garumam, samazinās maz piepildīto kuņģu daudzums, bet palielinās kuņģī konstatēto zivju daudzums un kopējais barības objektu skaits kuņģī. Acīmredzot bezmugurkaulnieki nespēj nodrošināt pieaugušo asaru un līdaku barības prasības, kas rezultējas nepiepildītos kuņģos, savukārt zivju barības objekti spēj.

Pētījuma dati apstiprina literatūrā minēto – kanibālisms ir raksturīgs asaru un līdaku vidū, neatkarīgi no tā kāda ir citu barības objektu pieejamība. Kanibālisms darbojas kā sugas populāciju regulējošs līdzeklis (Thorpe, 1997; Craig, 2008) un galvenie faktori, kas to ietekmē ir citu sugas īpatņu blīvums un izmēru sadalījums (Cohen *et al.*, 1993; Persson *et al.*, 2004). Ņemot vērā, ka pētījuma objekti ir ļoti plastiski attiecībā uz biotopa un barības izvēles paradumiem (Thorpe, 1977; Craig, 2008) un starp tiem pastāv mijiedarbība – līdaku barībā konstatēti asari un otrādi (Eklöv; 1992; Eklöv; 1997), šāda teritoriālajā mēroga pētījumā vajadzētu to konstatēt, tomēr atklāta tikai vienpusēja ietekme – līdakas barībā asaris ir sastopams, asara barībā līdakas nav.

Lielu zivju un sugu skaitu biotopā galvenokārt nodrošina tā strukturālā heterogenitāte, jo pieaugot apstākļu dažādībai palielinās zivīm pieejamie barības resursi, slēptuves, nārsta vietas. Upju un to ūdensguves pārveidošana – mākslīgu uzpludinājumu, šķēršļu, dambju

veidošana, upju taisnošana, meliorācija homogenizē hidrauliskos un ģeomorfoloģiskos procesus upē, tādēļ būtiski ir saglabāt dabisko upju plūdumu. Atjaunot izmainītos upju posmus palielinot upju sugu daudzveidību (Simaika *et al.*, 2015). Augstāk minētās antropogēnās ietekmes rezultātā samazinoties vides apstākļu, sugu daudzveidībai, palielinoties zivju biomasai (Birzaks, 2013) aktualizējas plēsēju ietekme uz upuru populācijām (Eklöv 1997; Birzaks, 2013). Šī aspekta kontekstā pētījumā parādās ļoti zīmīgas atšķirības pētījuma objektu barošanās ekoloģijā starp straujtecēm un lēntecēm, kā arī dabiskiem un taisnotiem upju posmiem. Minētās vietas ir atšķirīgas arī pēc vides apstākļiem.

Asaris un līdaka ir izteiktas lentisko ūdeņu sugas (Inskip, 1982; Thorpe, 1977), to pamato arī fakts, ka apmēram 80 % no asariem un līdakām tika noķerti lēntecēs, kur pētījumu objektu barībā, salīdzinot ar straujtecēm, bija lielāks sugu skaits, taču ritrāla biotopos tika konstatēta izteiktāka pētījumu objektu barošanās ar zivīm. Līdakām straujtecēs vairāk kā 90 % un asariem ~60 %, no kuņģiem ar barības objektiem, tika konstatēta ihtiofauna. Šis fakts liecina par to, ka straujtecēs ieguvums no bezmugurkaulnieku enerģētiskās vērtības attiecībā pret piepūli ir mazāks, vai to, ka par barību izmēra dēļ tiek selektīvi izvēlētas zivis (Cohen *et al.*, 1993), kā arī pierādās tā saucamā optimālās barošanās teorija (*optimal foraging theory*) – zivis barojoties cenšas ar minimālu piepūli iegūt lielāku uzņemtās enerģijas daudzumu (Bone, Moore, 2008). Straume iespējams ir maznozīmīgs faktors līdaku augšanai, salīdzinot ar citiem abiotiskajiem faktoriem (Craig, 2008), to apliecina arī tas, ka tukšo kuņģu daudzums ir līdzīgs ar lēntecēs ievāktajiem, taču asariem straujtecēs tukšo kuņģu daudzums pieaug, iespējams barības objekta izmērs limitē iespēju ar to baroties (Cohen *et al.*, 1993), vai morfoloģiski asaris nav pielāgojies baroties straujtecēs (Thorpe, 1977). Par līdaku ietekmi uz juvenilo lašveidīgo zivju populācijām Latvijas upēs ir grūti spriest, jo pētījumā līdaku barībā bija tikai 3 lašveidīgās zivis, asaru barībā tās konstatētas netika. Detālāku pētījumu veikšana nozīmīgākajās lašupēs ļautu precīzāk novērtēt ietekmi. Kā pētījumi Somijā un Norvēģijā liecina, ietekme uz lašveidīgo populācijām pastāv un tā var būt ļoti būtiska – līdaka ir spējīga ilgstoši uzturēties un baroties upju biotopos ar lielu straumes ātrumu (Sandlund *et al.*, 2016), turklāt tā var būtiski samazināt ielaisto lašveidīgo zivju skaitu īsā laika posmā (Kekäläinen *et al.*, 2008). Šī, no cilvēka viedokļa nevēlamā, situācija vērstos plašumā, ja palielinātos antropogēnā ietekme uz lašveidīgo zivju upēm – pieaugtu šķēršļu un mākslīgu uzgludinājumu daudzums, biotopi tiktu degradēti.

Kartogrāfiskā materiāla analīzē tika konstatēts, ka nav iespējams nodalīt atsevišķo komplekso antropogēno faktoru ietekmi – taisnotos upju biotopus un augšpus HES atrodošos, jo divas trešdaļas no hidroelektrostacijām atradās taisnotos upju posmos. Literatūrā tiek minēts, ka antropogēno šķēršļu būvniecības rezultātā ir mainījies arī Latvijas zivju sugu īpatņu

daudzums un biomasa upēs – ūdenstecēs, kas atrodas augšpus mākslīgiem uzpludinājumiem, būtiski pieaug plēsīgo zivju sugu daudzums (Birzaks, 2013), tas daļēji izskaidro taisnoto upju posmu korelāciju ar līdaku blīvumu. Lēns straumes ātrums un antropogēno šķēršļu esamība noved pie garenvirziena savienojamības pārraušanas, kas atstāj negatīvu ietekmi uz populāciju dinamiku un samazina daudzu lotisko sugu izplatību, lentisko sugu izplatība upē šajā gadījumā palielinās (Trigal, Degerman, 2015).

Kā jau iepriekš tika minēts, upju taisnošana samazina to strukturālo heterogenitāti un noved pie tiešām ilgtermiņa fizikālām un biotiskām izmaiņām – tiek likvidēta alūvija depoziācija upju krastos un laterālā erozija, palielinās straumes ātrums, tiek izmainīta upes sanesu materiāla sedimentācija, kā arī izmainās hidrobiontu sugu sastāvs (Lewczuk, Burandt, 2011). Šajā pētījumā tika atklāts, ka viens no būtiskākajiem faktoriem, kas ietekmē asara un līdaka barošanu ir upes gultnes uzbūve, precīzāk, vēsturiskā upju taisnošana. Hidromorfoloģiski pārveidotos posmos tika konstatēta vidēji par 4 °C zemāka temperatūra kā dabiskos posmos un zemākas pH vērtības, to daļēji noteica fakts, ka liela daļa no parauglaukumiem, upēs, kas taisnotas, atradās mežos, kur ūdens nesasilst tik ļoti cik atklātās vietās un tur notiek organisko vielu (koku nobiru) sadalīšanās, kas samazina pH. Vēl taisnotajos posmos ir daudz mazāks upes platums un lielāks vidējais dziļums kā dabiskos posmos, kas ir skaidrojams ar to, ka lielās upes netika taisnotas. Kruskal-Wallis testa rezultāti liecina, par to, ka dabiskie un taisnotie posmi pēc parametriem ir statistiski būtiski atšķirīgi. Taisnotajos posmos, salīdzinot ar dabiskajiem posmiem, netika konstatētas atšķirības pētījuma objektu izmērā, kuņģu piepildījumā, tukšo kuņģu daudzumā, toties tika barības objektu taksonomiskajā un ekoloģisko klašu sastāvā. Līdaku kuņģos taisnotajos posmos par vairāk kā 30 % samazinājās ihtiofaunas konstatācija barībā – no 81 % dabīgos līdz 49 % taisnotos, un attiecīgi, pieauga kukaiņu nozīmība no 13 % dabīgos līdz 47 % taisnotos. Arī asariem tika novērota līdzīga situācija, bet izmaiņas nebija tik būtiskas. Kuņģos konstatētā sugu daudzveidība bija lielāka dabiskos posmos – 19 sugas līdakai un 7 asarim, savukārt taisnotos – 15 sugas līdakai un 6 asarim. Bez tam taisnotajos upju posmos pieauga trīsdatu un deviņdatu stagara daudzums līdaka barībā – kopā tie sastādīja 20 % no zivju barības objektiem, asarim samazinājās mailīšu daudzums barībā. Literatūrā tiek minēts, ka deviņdatu, gan trīsdatu stagaru klātbūtne zivju sabiedrībā lielā skaitā tiek uzskatīta par upes degradācijas pazīmi (Fieseler, Wolter, 2006; Birzaks 2013). No šiem diviem faktiem izriet, ka taisnotajos posmos palielinās stagaru daudzums biotopā un, ka līdaka ir spējīgā tos uzņemt barībā, samazinot to kā iekšējos ūdeņos nevēlamu sugu daudzumu – apstiprinās līdaku kā “bioloģisko uzlabotāju” loma (Hart, Reynolds, 2002; Craig, 2008) hidromorfoloģiski pārveidotos upju posmos. Taisnotajos posmos līdaku barībā nedaudz palielinās bentisko zivju

daudzums, taču asariem izmaiņas netika konstatētas, kas var liecināt, ka asarim ir pozitīva selektivitāte uz pelaģiskajām sugām. Analizējot zivju barības objektu sugu uzturēšanās vietu tika konstatēts, ka taisnotajos posmos līdaku barībā samazinās reofilo sugu daudzums no 50% līdz 35 % un pieaug limnofilo zivju sugu nozīmībā no 5 % līdz 18 %, savukārt asaru barībā samazinās eiritopo sugu daudzums no 61 % līdz 33 % un pieaug limnofilo – no 5 līdz 33 %, reofilo sugu daudzums nemainās. Līdakas barības objektu trofisko klašu sastāvā netika novērotas zīmīgas izmaiņas, taču asaru barībā palielinājās omnivoru daudzums.

SECINĀJUMI

- Latvijas upju biotopos līdakas barībā konstatētas 24 zivju sugas un viena nēģu suga, asara barībā 11 zivju sugas. Abiem plēsējiem barībā dominējošu ekoloģisko klašu procentuālais sadalījums kopumā ir līdzīgs.
- Kuņģu satura analīzes liecina, ka asari Latvijas upēs ar zivīm sāk baroties sasniedzot 15 cm garumu – 4–5 dzīves gadā, bet līdaka pirmajā dzīves gadā sasniedzot 10-15 cm garumu.
- Lielākais skaits līdaku un asaru tika noķerti upju lēntecēs. Potamāla posmos pētījuma objektu barībā ir lielāka zivju sugu daudzveidība nekā ritrāla posmos, bet ritrāla posmos pieaug ihtiofaunas sastopamība kuņģos. Šis fakts apstiprina arī tā saucamo optimālās barošanās teoriju (*optimal foraging theory*) – zivis barojoties cenšas ar minimālu piepūli iegūt lielāku uzņemtas enerģijas daudzumu.
- Galveno komponentu un korelāciju analīze norāda, ka Latvijas upēs līdakas izplatību un skaitu negatīvi ietekmējošie faktori ir ūdens temperatūra, straumes ātrums, zivju un sugu skaits. Pozitīvi līdakas izplatību ietekmē hidromorfoloģiskie pārveidojumi (upes taisnošana), relatīvi blīvs aizaugums ar makrofītiem, vidējs vai pilnīgs noēnojums un smilšaina grunts, kurā notiek nogulumu akumulācija. Savukārt asaru izplatību pozitīvi ietekmē aizaugums ar sūnām un aļģēm, liels vidējais dziļums un heterogēna dzīves vide (upes platums), negatīvi līdaku blīvums un noēnojums.
- Vides faktoru un barošanās korelāciju analīze daudzviet uzrāda vājas korelācijas, bet pie konkrētā paraugkopas apjoma ($N_{\text{līdakai}}=347$; $N_{\text{asariem}}=175$) tās ir statistiski būtiskas. Ar iekšsugu un starpsugu konkurenci var skaidrot lielāko skaitu sakarību starp kuņģu piepildījumu un barības sastāvu.
- Pieaugot līdakas un asara garumam, samazinās maz piepildīto kuņģu daudzums, kā arī palielinās kuņģī konstatēto zivju daudzums un kopējais barības objektu skaits. Bezmugurkaulnieku nozīme barībā samazinās, ja palielinās zivju sugu daudzveidība un daudzums biotopā un ar šiem parametriem saistītie faktori (temperatūra, upes platums, straumes ātrums).
- Salīdzinot pārveidotos un dabiskos upju posmus konstatēts, ka pārveidotajos ir būtiski zemāka ūdens temperatūra (par 4 °C), par gandrīz 1 mg/l zemāka skābekļa koncentrācija un par 0,2 vienībām zemāka pH vērtība. Taisnotos posmos pieauga līdaku un samazinājās asaru blīvums biotopā, kā arī abiem pētījuma objektiem samazinājās zivju, bet pieauga bezmugurkaulnieku nozīme barībā.

- *Kruskall-Wallis* testa rezultāti liecina, ka lielākā daļa noteikto un aprakstīto parametru dabiskos un taisnotos posmos ir atšķirīgi, nepastāv statistiski būtiskas atšķirības līdaku, asaru garumā, skābekļa koncentrācijā, elektrovadītspējā.
- Upēs, kas ir taisnotas, tika konstatēta mazāka ihtiofaunas daudzveidība pētījuma objektu kuņģos kā dabiskos biotopos. Kuņģu satura taksonomiskā analīze parādīja, ka taisnotos upju biotopos būtiski pieaug bezmugurkaulnieku nozīme barībā.
- Pētījuma rezultāti liecina, ka augstākais plēsēju blīvums sastopams lielās potamāla tipa upēs un mazās, taisnotās potamāla tipa upēs.
- Pastāv manāmas barošanās atšķirības vēsturiski taisnotajos upju posmos un dabiskajos–taisnotajos posmos līdaku barībā samazinās reofilo un pieaug limnofilo zivju sugu nozīmība. Savukārt asaru barībā samazinās eiritopo un pieaug limnofilo sugu daudzums, reofilo sugu daudzums paliek nemainīgs. Līdakas barības objektu trofisko klašu sastāvā netika novērotas izmaiņas, taču asaru barībā palielinājās omnivoru daudzums.
- Upēs atsevišķu vides faktoru ietekme uz asaru un līdaku barošanos un izplatību grūti nosakāma. Kompleksās ietekmes faktori, tādi kā biotops un dabisks vai pārveidots upes posms, labāk izskaidro barošanās atšķirības un pētījuma objektu izplatību.

PATEICĪBAS

Izsaku vislielāko pateicību darba zinātniskajam konsultantam Dr. biol. Jānim Birzakam par konsultācijām, ieteikumiem darba rakstīšanā un iespēju izstrādāt maģistra darbu. MSc. Jānim Bajinskim par noderīgajiem komentāriem un palīdzību lauka darbos. Dr. geogr. Iveta Šteinbergai par konsultācijām datu analīzē un Dr. biol., asoc. prof. Guntai Sprinģei par priekšlikumu veikt pētījumu šajā jomā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētie avoti

- Alp, A., Yeğen, V., Apaydin Yağci, M., Uysal, R., Biçen, E. & Yağci, A., 2008: Diet composition and prey selection of the pike, *Esox lucius*, in Çivril Lake, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology* 24, 670-677
- Arrington, A., Winemiller, K., Loftus, W. Akin, S. 2002. How often do fishes “run on empty”? *Ecology*. 83, 2145–2151.
- Anonymous. 2003. *Water Quality – Sampling of fish with electricity*. British Standards Institute, London. 16.
- Bajinskis, J. 2013. *Salacas upes baseina ihtiofauna*. Maģistra darbs. Latvijas Universitāte, Rīga. 27 – 31
- Beaumont, W. R.C., Taylor, A.A.L., Lee, M.J., Welton, J.S. 2002. *Guidelines for Electric Fishing Best Practice*. Environment Agency R&D Technical Report. 206.
- Birzaks J. 2007. The river fish communities structure – results of biodiversity monitoring. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*. 7 (2), 73-85
- Birzaks J., Aleksejevs Ē., Strūģis M. 2011. Occurrence and distribution of fish in rivers of Latvia. *Proc. Latvian Acad. Sci., section B*, 65 (3/4) (674/675), 20-30
- Birzaks, J. 2013. *Latvijas upju zivju sabiedrības un to noteicošie faktori*. Promocijas darbs. LU Akadēmiskais apgāds. 150.
- Braga, R. R., Bornatowski, H., Vitule J. R. S. 2012. Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 22, 915–929.
- Bone, Q., Moore R. H. 2008. *Biology of fishes*. Third Edition. Taylor & Francis Group. 478.
- Boyd, Claude E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham, Ala.: Auburn University Press. 482.
- Cimdiņš P. 2001. *Limnoekoloģija*. Latvijas Universitāte. Rīga, 158 lpp.
- Cohen, J. E., Pimm, S. L., Yodzis, P., Saldaña, J. 1993. Body Sizes of Animal Predators and Animal Prey in Food Webs. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 62, No. 1, 67 –78.
- Craig, J., F. 2008. A short review of pike ecology. *Hydrobiologia*. 601, 5 – 16.
- Dominguez, J. Pena, J. C., 2000: Spatio-temporal variation in the diet of Northern Pike (*Esox lucius*) in a colonized area (Esla Basin, NW Spain). *Limnetica*. 19, 1 – 20.
- Dörner, H., Berg, S., Jacobsen, L. Hülsmann, S., Brojerg, M., Wagner, A. 2003. The feeding behaviour of large perch *Perca fluviatilis* (L.) in relation to food availability: a comparative study. *Hydrobiologia*. 506–509, 427–434.

- Eipurs, I., Zīverts, A., 1998. *Upes*. Latvijas daba: 6. Latvijas Enciklopēdija, Rīga, 7–9.
- Eklöv, P. 1992. Group foraging versus solitary foraging efficiency in piscivorous predators: the perch, *Perca fluviatilis*, and pike, *Esox lucius*, patterns. *Animal Behaviour*. 44, 13–26.
- Eklöv, P. 1997. Effects of habitat complexity and prey abundance on the spatial and temporal distributions of perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54, 1520–1531.
- Eklöv P., Hamrin S. 1989. Predatory efficiency and prey selection: interactions between pike *Esox lucius*, perch *Perca fluviatilis* and rudd *Scardinius erythrophthalmus*. *Oikos*. 56(2), 149–156.
- Elvira, B., Nicola, G. G., Almodovar, A. 1996. Pike and red swamp crayfish: a new case on predator – prey relationship between aliens in central Spain. *J. Fish Biol.* 48, 437–446
- Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums. 2013. A. Auniņa red., Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. 320.
- FAO. 2010. The state of world fisheries and aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome. 218.
- Fieseler C., Wolter C. 2006. A fish-based typology of small temperate rivers in the north-eastern lowlands of Germany. *Limnologia*. 36, 2–16.
- Frid, A., Marliave, J. 2010. Predatory fishes affect trophic cascades and apparent competition in temperate reefs. *Biology Letters*. 6, 533–536.
- Griffiths, W. E. 1976. Food and feeding habits of european perch in the selwyn river, canterbury, New Zealand, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 10:3, 417–428.
- Harman, H., H. 1976. *Modern factor analysis. 3rd edition*. University of Chicago Press. 487.
- Hart, P. J. B., Reynolds, J. D. 2002. *Handbook of Fish Biology and Fisheries. Volume 1: Fish biology*. Blackwell Publishing. 413.
- Harvey, B. 2009. A biological synopsis of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Manuscript Reports of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2885: 31
- Helfman, G. S, Collette, B. B., Facey, E. D., Bowen, B. W. 2009. *The diversity of fishes: biology, evolution and ecology*. Backwell Science, Oxford. 720.
- Hennessey, S. 2011. *Esox lucius: Northern pike. Esox lucius report*. University of Washington. *Freshwater Ecology & Conservation Lab*. 17.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis—A review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411–429

- Ibañez C., Belliard J., Hughes R. M., Irz P., Kamdem-Toham A., Lamouroux N., Tedesco P. A., Oberdorff T. 2009. Convergence of temperate and tropical stream fish assemblages. *Ecography*. Vol. 32, 4, 658–670.
- Inskip, P. D. 1982. Habitat suitability index models: northern pike. *U.S. Fish and Wildlife Service*. 40.
- Kekalainen, J., Niva, T.; Huuskonen, H., 2008: Pike predation on hatchery-reared Atlantic salmon smolts in a northern Baltic river. *Ecol. Freshw. Fish.* 17, 100–109.
- Kimmel, W. G., Argent, D. G. 2006. Efficacy of two-pass electrofishing employing multiple units to assess stream fish species richness. *Fisheries Research*. 82, 14–18.
- Kokorīte, I., 2007. *Latvijas virszemes ūdeņu ķīmiskais sastāvs un to ietekmējošie faktori*. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds. 27.
- Kottelat, M., Freyhof, J. 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646.
- Lablaika I. 1961. *Burtnieku ezera zivis, to bioloģija un nozvejas*. Rīga, Pēteru Stučkas Latvijas Valsts Universitāte, Zinātniskie raksti, 39. Sējums. 47-104.
- Lāže, M., 1956. *Zivju barošanās Burtnieku ezerā*. Diplomdarbs. Rīga, Latvijas Universitāte. 97.
- Lewczuk, K. G., Burandt, P. 2011. Effect of river straightening on the hydrochemical properties of floodplain lakes: Observations from the Łyna and Drweca Rivers, N Poland. *Ecological Engineering*. 37, 786–795.
- Linlökken, A. 2008. *Population ecology of perch (Perca fluviatilis) in boreal lakes*. Doctoral thesis, comprehensive summary. Karlstad University. Karlstad. 38 p.
- Lloyd, R. 1992. *Pollution and Freshwater Fish*. West Byfleet: Fishing News Books. 192.
- Lorenzoni, M., Corboli, M., Dorr, A. J. M., Giovinazzo, G., Selvi, S., Mearelli, M., 2002: Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. *Bull. Francais Peche Piscicult.* 365/366, 537–547
- Lorenzoni, M., Carosi, A., Pedicillo G., Trusso A. 2007. A comparative study on the feeding competition of the European Perch *Perca fluviatilis* L. and the ruffe *Gymnocephalus cernuus* (l.) in Lake Piediluco (Umbria, Italy). *BFPP/Bull. Bull. Francais Peche Piscicult.* 387: 35-57
- Mann, R. K. H., 1982: The annual food consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the River Frome, Dorset. *J. Anim. Ecol.* 51, 220–226.
- Mann, R. H. K. 1996. Fisheries and economics. In: *Pike: Biology and Exploitation*. *Fish and Fisheries Series* 19. Chapman & Hall, London. 219–241.

- Mérő, T. O. 2014. Diet in pike (*Esox lucius*) in northwestern Vojvodina (Serbia). *Nat. Croat.*, Vol. 23, No. 1, 27–34.
- Moyle, P. B., Cech, J. J. 2004. *Fishes: An Introduction to Ichthyology / Edition 5*. Pearson Prentice Hall. 726.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. 4th ed. Hoboken (New Jersey, USA): John Wiley & Sons. 601.
- Nilsson, C., Svedmark, M. 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. *Environmental Management*. 30 (4):468–480.
- NMFS (National Marine Fisheries Service). 2001. *Guidelines for salmonid passage at stream crossings*. Santa Rosa, CA: National Marine Fisheries Service, Southwest Region. 14.
- Olden J., D., Kennard M., J., Leprieur F., Tedesco P., A., Winemiller K., O., Garcí'a-Berthou E. 2010. Conservation biogeography of freshwater fishes: recent progress and future challenges. *Diversity and Distributions*. 16, 496–513.
- Pavlović, M., Paunović, M., Simić, V. 2013. Feeding of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) in three reservoirs in Serbia. *Water Research and Management*, Vol. 3, No. 4. 41-46.
- Persson, L., Claessen, D., Roos, A.M.D., Byström, P., Sjögren, S., Svanbäck, R., Wahlström, E. Westman, E. 2004. Cannibalism in a size structured population: energy extraction and control. *Ecol. Monogr.* 74, 135-157.
- Plikšs, M., Aleksejevs, Ē. 1998. Latvijas daba. *Zivis*. Rīga, Gandrs. 304.
- Raat, A. J. P., 1988. Synopsis of biological data on northern pike (*Esox lucius*). *FAO fish Synopsis* (145), 178.
- Sandlund, O. T., Museth, J., Øistad, S. 2016. Migration, growth patterns, and diet of pike (*Esox lucius*) in a river reservoir and its inflowing river. *Fisheries Research*. 173, 53-60.
- Simaika, J. P. Stoll, S. Lorenz A. W. Thomas, G. Sundermann, A. Haaseb, B. 2015. Bundles of stream restoration measures and their effects on fish communities. *Limnologica*. 55, 1–8
- Soupir, C. A., Brown, M. L., Kallemeyn, L. W., 2000: Trophic ecology of largemouth bass and northern pike in allopatric and sympatric assemblages in northern boreal lakes. *Can. J. Zool.* 78, 1759–1766.
- Scottish Fisheries Co-ordination Centre, 2007. *Fisheries management svq level 2: catch fish using electrofishing techniques*. Inverness / Barony College. 44.
Atsauce tekstā (SFCC, 2007)
- Snyder, D. E. 2003. *Electrofishing and its harmful effects on fish*. USGS Information and Technology Report. 149.

- Snyder, 2004. Invited overview: conclusions from a review of electrofishing and its harmful effects on fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 13, 445 – 453.
- Specziár, A., Takács, P., Czégledi, I., Eros, T. 2012. The role of the electrofishing equipment type and the operator in assessing fishassemblages in a non-wadeable lowland river. *Fisheries Research*. Volume 125–126, 99-107.
- Svanbäck, R., Bolnick, D. I. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 274. 39-44.
- Trigal, C. Degerman, E. 2015. Multiple factors and thresholds explaining fish species distributions in lowland streams. *Global Ecology and Conservation* 4. 589–601.
- Thompson, L., Larsen, R. 2004. Fish Habitat in Freshwater Streams. *Division of Agriculture and Natural Resources*. University of Calofornia. 12.
- Thorpe, J. 1977. Synopsis of biological data on the perch *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) and *Perca flavescens* (Mitchill, 1814). *FAO Fisheries Synopsis*. 113.
- Wetzel, G., R., 2001. *Limnology. Lake and Rivers ecosystems. Third edition*. London, Academic press, 1006.
- Winfield, I. J., Fletcher J. M., James J. B. 2012. Long-term changes in the diet of pike (*Esox lucius*), the top aquatic predator in a changing Windermere. *Freshwater Biology*. Volume 57, Issue 2, 373–383.
- Zarkami, R. 2008. *Habitat suitability modelling of pike (Esox lucius) in rivers*. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium, 235.
- Стернин В. Г., Никонов И. В., Бумейстер Ю. К. 1972. Электролов рыбы. Moscow, 360.

Interneta resursi

- Addinsoft, 2016. XLSTAT, Data and statistical analysis with MS Excel. Addinsoft, NY USA. Skatīts: 05.04.2016. Pieejams: <https://www.xlstat.com/en/>
Atsauce tekstā: (Addinsoft, 2016)
- U.S. Environmental Protection Agency, 2012. Rapid Bioassessment Protocols For Use in Streams and Rivers: Periphyton, Benthic, Macroinvertebrates, and Fish. Appendix A-1:Habitat Assessment and Physicochemical Characterization Field Data Sheets. Skatīts: 03.03.2016. Pieejams:
https://owpubauthor.epa.gov/scitech/monitoring/rsl/bioassessment/upload/2001_03_08_monitoring_rbp_app_a.pdf
Atsauce tekstā: (EPA, 2012)
- Froese, R., Pauly, D. 2015. Fish Base. Pieejams: <http://www.fishbase.org> Skatīts: 15. 03. 2015.
Atsauce tekstā: (Froese, Pauly, 2015)
- ITIS (Integrated taxonomic information system), 2015. Skatīts: 12.05.2015. Pieejams:

http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=1684

Atsauce tekstā: (Integrated taxonomic information system, 2015)

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Upju baseinu apgabalu apsaimniekošanas plāni un plūdu riska pārvaldības plāni Skatīts: 10.04.2016. Pieejams:

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

Atsauce tekstā: (LVĢMC, bez. dat.)

Virszemes ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte, bez. dat. Skatīts: 22.04.2015. Pieejams:

http://www2.meteo.lv/produkti/sowq_lv/2004/udensobjektu_ekologiska_kvalitate.pdf

Atsauce tekstā: (Virszemes ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte, bez. dat.)

U.S. Fish and Wildlife Service. 2014. European Perch (*Perca fluviatilis*) Ecological Risk Screening Summary. Skatīts: 12.05.2014

Pieejams: http://www.fws.gov/injuriouswildlife/pdf_files/Perca_fluviatilis_WEB_9-15-14.pdf

Atsauce tekstā: (U.S. Fish and Wildlife Service, 2014)

Kartogrāfiskais materiāls

GIS Latvija 10.2. *GIS Latvija 1:500000*. LU ĢZZF WMS. Sk. 06.10.2015. Pieejams:

<http://kartes.geo.lu.lv>

Atsauce tekstā: (GIS Latvija 10.0)

ORTOFOTO 5. *LGIA Latvijas 5. etapa ortofoto karšu mozaīka mērogā 1:10 000*.

LU ĢZZF WMS. Sk. 12.04.2016. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv>

Atsauce tekstā: (ORTOFOTO 5)

Upju baseini 1970tie. *LPSR Upju baseinu karšu mozaīka mērogā 1:100 000*. LU ĢZZF

WMS. Sk. 12.03.2016. Pieejams: <http://kartes.geo.lu.lv>

Atsauce tekstā (Upju baseini 1970tie)

VSIA "Zemkopības ministrijas nekustamie īpašumi". *Meliorācijas digitālais kadastrs*. Sk:

15.04.2016. Pieejams: <http://www.melioracija.lv/>

Atsauce tekstā: (Meliorācijas digitālais kadastrs, 2015)

Nepublicētie avoti

VSIA "Zemkopības ministrijas nekustamie īpašumi" nepublicētie dati par HES atrašanās vietām.

Atsauce tekstā: (ZMNI, bez dat.)

Pārtikas drošības, dzīvnieku veselības un vides zinātniskā institūta "BIOR" nepublicētie dati.

Atsauce tekstā: (BIOR, 2016)

PIELIKUMS

Zivju ekoloģiskās grupas (Birzaks, 2013)

Zinātniskais nosaukums	Latviskais nosaukums	Akronīms*	Barošanās biotops	Uzturēšanās biotops	Vairošanās substrāts
<i>Abramis brama</i>	Plaudis	ABB	B	EURY	
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Pavīķe	ALB	WC	RH	LITH
<i>Alburnus alburnus</i>	Vīķe	ALA	WC	EURY	
<i>Anguilla anguilla</i>	Zutis	ANA	B	EURY	
<i>Aspius aspius</i>	Salate	ASA	WC	EURY	LITH
<i>Barbatula barbatula</i>	Bārdainais akmeņgrauzis	NOB	B	RH	LITH
<i>Blicca bjoerkna</i>	Plicis	BLB	B	EURY	
<i>Carassius carassius</i>	Karūsā	CAC	B	LI	PHYT
<i>Carassius gibelio</i>	Sudrabkarūsā	CAG	B	EURY	PHYT
<i>Cobitis taenia</i>	Akmeņgrauzis	COT	B	EURY	PHYT
<i>Cottus gobio</i>	Platgalve	COG	B	RH	LITH
<i>Cyprinus carpio</i>	Karpa	CYC	B	EURY	PHYT
<i>Esox lucius</i>	Līdaka	ESL	WC	EURY	PHYT
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Trīsadatu stagers	GAA	WC	EURY	
<i>Gobio gobio</i>	Grundulis	GOG	B	RH	
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Ķīsis	GYC	B	EURY	
<i>Lampetra luviatilis</i>	Upes nēģis	LAF	B	RH	LITH
<i>Lampetra planeri</i>	Strauta nēģis	LAP	B	RH	LITH
<i>Leucaspis delineatus</i>	Ausleja	LED	WC	LI	PHYT
<i>Squalis cephalus</i>	Sapals	SQC	WC	RH	LITH
<i>Leuciscus idus</i>	Ālants	LEI	WC	RH	
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Baltais sapals	LEL	WC	RH	LITH
<i>Lota lota</i>	Vēdzele	LOL	B	EURY	LITH
<i>Misgurnus fossilis</i>	Pīkste	MIF	B	LI	PHYT
<i>Perca luviatilis</i>	Asaris	PEF	WC	EURY	
<i>Percottus glenii</i>	Rotans	PEG		LI	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Mailīte	PHP	WC	RH	LITH
<i>Pungitius pungitius</i>	Deviņadatu stagers	PUP	WC	LI	
<i>Rhodeus sericeus</i>	Spidiļķis	RHS	WC	LI	
<i>Rutilus rutilus</i>	Rauda	RUT	WC	EURY	
<i>Sabanejewia baltica</i>	Zeltainais akmeņgrauzis	SAB	B	LI	PHYT
<i>Salmo salar</i>	Lasis	SAS	WC	RH	LITH
<i>Salmo trutta</i>	Taimiņš	SAT	WC	RH	LITH
<i>Sander lucioperca</i>	Zandarts	SAL	WC	EURY	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Rudulis	SCE	WC	LI	PHYT
<i>Silurus glanis</i>	Sams	SIG	B	EURY	PHYT
<i>Thymallus thymallus</i>	Alata	THT	WC	RH	LITH
<i>Tinca tinca</i>	Līnis	TIT	B	LI	PHYT
<i>Vimba vimba</i>	Vimba	VIV	B	RH	LITH

B – bentiskas sugas, WC – ūdens slāņa sugas, EURY – eirītopas sugas, RH – reofilas sugas, LI – limnofilas sugas, LITH – sugas, kas nārsto uz cieta substrāta, PHYT – sugas, kas nārsto uz augiem.

Zivju sugu dalījums trofiskajās grupās (Ibañez et al., 2009)

Suga	Latviskais nosaukums	Trofiskā grupa
<i>Perca fluviatilis</i>	Asaris	Plēsīga suga
<i>Leucaspis delineatus</i>	Ausleja	Omnivors
<i>Leuciscus idus</i>	Ālants	Omnivors
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Baltais sapals	Omnivors
<i>Barbatula barbatulua</i>	Bārdainais akmeņgrauzis	Invertivors
<i>Pungitius pungitius</i>	Deviņdatu stagars	Omnivors
<i>Misgurnus fossilis</i>	Dūņu pīkste	Invertivors
<i>Gobio gobio</i>	Grundulis	Invertivors
<i>Carassius carassius</i>	Karūsa	Omnivors
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Ķīsis	Invertivors
<i>Salmo salar</i>	Lasis	Invertivors
<i>Esox lucius</i>	Līdaka	Plēsīga suga
<i>Tinca tinca</i>	Līnis	Omnivors
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Mailīte	Omnivors
<i>Cobitis taenia</i>	Parastais akmeņgrauzis	Invertivors
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Pavīķe	Invertivors
<i>Cottus gobio</i>	Platgalve	Invertivors
<i>Abramis brama</i>	Plaudis	Omnivors
<i>Blicca bjoerkna</i>	Plicis	Omnivors
<i>Rutilus rutilus</i>	Rauda	Omnivors
<i>Squalius cephalus</i>	Sapals	Omnivors
<i>Rhodeus sericeus</i>	Spidiļķis	Herbivors
<i>Lampetra planeri</i>	Strauta nēģis	Filtrētājs
<i>Carassius gibelio</i>	Sudrabkarūsa	Omnivors
<i>Salmo trutta</i>	Taimiņš	Invertivors
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Trīsdatu stagars	Omnivors
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Upes nēģis	Filtrētājs
<i>Lota lota</i>	Vēdzele	Plēsīga suga
<i>Vimba vimba</i>	Vimba	Omnivors
<i>Alburnus alburnus</i>	Vīķe	Omnivors
<i>Sander lucioperca</i>	Zandarts	Plēsīga suga
<i>Anguilla anguilla</i>	Zutis	Plēsīga suga

Konstatēto faktoru korelācijas ar PCA asīm

Līdaka-fakotrs	I komponente	II komponente	III komponente
Līdaku blīvums	-0.37	0.53	
Zivju skaits	0.63		-0.35
Sugu skaits	0.72		
Zivju blīvums	0.55	0.35	-0.46
Biotops	0.64		0.36
Aizēnojums	-0.32	-0.61	
Aizauguma pakāpe	-0.21	-0.16	
Ziedaugi	0.28	0.44	
Sūnas	0.75	0.01	
Aļģes	0.52		-0.28
Smilts	-0.53		
Nogulumi		0.66	0.3
Vidējais dziļums	-0.4		
Ūdens temperatūra	0.63		-0.31
Skābekļa koncentrācija		0.37	0.65
Straumes ātrums	0.59	-0.41	0.45
Zemes lietojums		-0.47	-0.34
Taisnots	-0.67		
Asaris-faktors	I komponente	II komponente	III komponente
Līdaku blīvums	-0.45	-0.40	-0.23
Asaru blīvums		0.64	
Zivju skaits	0.36		0.69
Sugu skaits	0.42		0.40
Zivju blīvums			0.61
Biotops	0.75	-0.34	
Aizēnojums	-0.57	-0.38	-0.32
Ziedaugi	0.30	0.33	
Sūnas	0.65	0.31	-0.36
Aļģes	0.51	0.42	
Laukakmeņi	0.07	-0.38	
Oļi	0.69		
Smilts	-0.61		0.36
Straumes ātrums	0.68	-0.42	
Upes platums	0.62	0.53	
Vidējais dziļums		0.64	
Temperatūra	0.73		
Taisnots	-0.52		
Zemes lietojums			-0.69
Treknrakstā – korelācijas koeficientu vērtības virs 0,5, $p < 0,01$			

Zvejas vietas parauglaukuma apraksta forma

Ūpes nosaukums	AUDRŪVE 1L		Datums	20.08.2014.				
Vietas apraksts	LEŅTECE, LEŅPUS LUŽĀM							
Koordinātes	56.38018		23.73137					
Zvejas dalībnieki	KASPARS IVANOVŠ JANIS BAŅINSKIS							
Zvejas laiks	sākums	beigas	Zvejas atkārtojumi					
	15:00	15:30	1					
Zvejas iekārta	ģenerators	mugursoma	anods	katods				
	X							
Parauglaukuma apraksts	Plat	Gar	Vid dziļums	Max dziļums	Parauglaukuma veids	Straumes ātrums m/s	Kanalizēts	Aizēnojums
	1,5	100	0,45	0,6	visā ūpes platumā- daļēji	0,06	ir	nav dažviet
					gar krastu		nav	pārsvarā
								pilnīgs
Biotops (% no platības)	krāce	straujtece	lēntece		Aizauguma intensitāte	nav	vidēja	daudz
			X					X
Krustu erozija	nav	mērena	spēcīga		Aizaugums	ziedaugi	sūnas	aļģes
	X						X	
Apkārtējās zemes izmantošana	mežs	plavas	tīrumi	apdzīvota vieta	rūpniecība			
			100					
Piesārņojums (aprakstī)	nav pazīmju	iespējami piesārņojuma avoti			acīmredzami piesārņojuma avoti			
	X							
Substrāta neorganiskie komponenti			Substrāta organiskie komponenti					
Substrāta tips	Diametrs	% no apsekojamās platības		Substrāta tips	Raksturojums	% no apsekojamās platības		
Pamatiezis	- - -			Detrits	Žagari, koku atliekas, augu atliekas	1		
Laukameņi	> 256 mm							
Oļi	64 - 256 mm	30		Dūņas	Melnas, smalkas			
Grants	2 - 64 mm	70						
Smilts	0.06 - 2 mm			Mergelis	Pelēks, gliemežu čaulu fragmenti			
Nogulumi	0.004 - 0.06 mm							
Māls	< 0.004 mm							
Ūdens kvalitāte	T °C	O ₂ mg/l	pH	EC μS/cm	Duļķainība		Ūdens krāsa	
	16,22	8,68	8,33	832	dzidrs duļķains	BEZKRĀSAS		

Maģistra darbs „Līdakas un asara barošanās Latvijas upēs dažādos vides apstākļos” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Kaspars Ivanovs _____ .05.2016.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: Dr.biol. Jānis Ventiņš

Recenzents: Dr. biol., asoc. prof. Gunta Sprinģe

Darbs iesniegts Vides zinātnes nodaļas lietvedībā 23.05.2016.

Nodaļas lietvede Inese Silamiķele

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Maģistra darbs aizstāvēts
komisijas sēdē

akadēmisko studiju gala pārbaudījumu

..... prot. nr.

vērtējums

Sekretārs: