

# ŽUVŲ BIOLOGIJA IR SANDARA, KLASIFIKACIJOS PAGRINDAI

KONSPEKTAS

Parengė UAB „Senasis ežerėlis“



doc. dr. Egidijus Bukelskis

dr. Aušrys Balevičius

mgr. Linas Vaitonis

Parengtas įgyvendinant projektą Nr. VP1-2.2-ŠMM-04-V-03-022 „Žuvininkystės posričio modulinėms profesinio mokymo programoms skirtų mokymo priemonių rengimas ir modolinių mokymo programų išbandymas“

## Turinys

1 skyrius. Žuvų kilmė .....	3
2 skyrius. Stuburinių ( <i>Vertebrata</i> ) gyvūnų bendra apžvalga.....	4
3 skyrius. Lietuvos vandenų žuvys.....	9
4 skyrius. Išorinė žuvies kūno sandara .....	14
4.1. Žuvų plaukiojimas.....	15
4.2. Žuvų burnų tipai .....	16
4.3. Žuvų matavimai.....	16
4.4. Žuvų oda ir žvynų danga.....	17
5 skyrius. Žuvų augimas ir amžiaus nustatymas .....	18
6 skyrius. Žuvų vidinė kūno sandara .....	19
6.1. Kaulinių žuvų skeletas .....	19
6.2. Žuvų kaukolės sandara ir skirstymas .....	20
6.3. Kaulinių žuvų stuburas.....	21
6.4. Kaulinių žuvų pelekai.....	21
6.5. Žuvų raumenys.....	22
6.6. Kvėpavimas.....	22
6.7. Kraujotaka .....	23
6.8. Kraujodara.....	23
6.9. Urogenitalinė (šlapimo šalinimo ir lytinė) sistema .....	24
6.10. Nervų sistema.....	24
6.11. Žuvų jutimo organai .....	25
7 skyrius. Žuvų nerštas ir vystymasis.....	27
8 skyrius. Žuvų gyvenamoji aplinka ir ekologija .....	29
8.1. Gyvosios gamtos (biotinių) sąlygų įtaka žuvims .....	30
8.2. Aplinkos faktorių (abiotinių sąlygų) įtaka žuvims.....	30
9 skyrius. Lietuvos vidaus vandenų žuvų bendrijos .....	33

## 1 SKYRIUS. ŽUVŲ KILMĖ

Žuvų likučiai randami tik vėlyvajame silūre, nors jos kilusios, matyt, dar silūro pradžioje daugiau kaip prieš 400 milijonų metų. Žuvų divergencija (išsiskyrimas) vyko silūro viduryje, o kilmės centras buvo gėlieji vandenys ir tik vėliau per daugelį kartų žuvys pateko į jūras, dar vėliau kai kurios grįžo atgal į gėluosius vandenis. Manoma, kad žuvys kilusios iš **įvairiašarvių bežandžių** (*Pterospidomorpha – Heterostraci*).

Nuo pirmųjų, iki šiol nežinomų, žanduotųjų kilo 2 šakos: šarvuotosios (*Placodermi*) ir akantodai (*Acantodii*), atsiradę net anksčiau už šarvuotąsias žuvis. **Šarvuotosios žuvis** buvo skirtingo dydžio: nuo 6 cm iki 6 m. Jas dengė kaulinis šarvas. Dauguma buvo gėlavandenės, nors devono viduryje dalis jų persikėlė į jūras. Mito bestuburiai. Galutinai išmirė devono gale – akmens anglies periodo pradžioje. **Akantodai** gyveno srauniose upėse. Tai buvo mažos ir vidutinės žuvis. Jų galva ir kūnas buvo padengti kaulinėmis plokštelėmis bei ganoidinius dangalus primenančiais žvynais. Akantodų kaukolė buvo kremzlinė, tik dalinai sukaulėjusi. Žandų lankai priminė įprastus žiaunų lankus, tik buvo masyvesni. Šioms žuvims jau buvo būdingi žiaunadangčiai bei gerai išsivystę poriniai ir neporiniai pelekai, o juos prilaikė galingi kauliniai spygliai.

Devono viduryje akantodai apsigyveno bei paplito ir jūrose, tačiau permio viduryje išmirė. Lieka neaišku, iš ko kilo pirmieji žanduotieji gyvūnai.

Primityviosios kaulinės žuvis gyveno gėluose vandenyse, jos atsirado anksčiau net už kremzlines. Seniausios gėlavandenės kaulinės žuvis, manoma, jau turėjo plaučius. Joms persikėlus gyventi į jūras, plaučiai neteko reikšmės ir virto plaukiojamąja pūsle. Labai greitai kaulinių žuvų grupė skilo į stipinpelekių (*Actinopterygii*) ir mėsingapelekių (*Sarcopterygii*) žuvų poklasius.

## 2 SKYRIUS. STUBURINIŲ (*VERTEBRATA*) GYVŪNŲ BENDRA APŽVALGA

Įvairios žuvų grupės sudaro daugiau nei pusę stuburinių rūšių. Šiuo metu žinoma beveik 28000 išlikusių žuvų rūšių, iš kurių beveik 27000 yra kaulinės žuvys, iš jų – 970 rūšių ryklių, rajų ir chimerų, apie 100 rūšių miksinų ir nėgių. Trečdalį visų žuvų rūšių sudaro devynios didžiausios šeimos, kurios nuo didžiausių iki mažiausių yra šios: *Cyprinidae*, *Gobiidae*, *Cichlidae*, *Characidae*, *Loricariidae*, *Balitoridae*, *Serranidae*, *Labridae* ir *Scorpaenidae*. 64 šeimos yra monotipinės, kuriose yra tik po vieną rūšį. Taigi, galutinis pasaulio vandenyse gyvenančių žuvų rūšių skaičius teoriškai gali siekti daugiau kaip 32500.

Stuburiniai gyvūnai skirstomi į 3 dideles sistematines grupes – *antklasius*:

- I. Bežandžius (*Agnata*);
- II. Žuvis (*Pisces*);
- III. Keturkojus (*Tetrapoda*).

Miksininiai (*Myxiniiformes*) ir nėginiai (*Petromyzontiformes*) apskritažiomeniai – tai chordiniai gyvūnai. Tačiau jie skiriasi savo kilme ir sandara. Miksinos – primityvesnės (pvz., jų ausyje yra tik vienas ar du pusratiniai kanalai, silpniau išvystytos ir kitos juslės). Jos negali reguliuoti kūno osmozės, tad gyvena tik jūrose, o vystosi be metamorfozės. Kas kita nėgės – tai jau stuburiniai gyvūnai, turintys, nors ir primityvų, tačiau visiems stuburiniams būdingą galvos ir ašinį skeletą.

**Klasė: nėginiai apskritažiomeniai (*Cephalospidomorphi*).** Tai stuburiniai gyvūnai, turintys, nors ir primityvų, tačiau visiems stuburiniams būdingą galvos ir ašinį skeletą. Apskritažiomenių kūnas gyvatiškas, žvynų ir porinių pelekų nėra. Odoje daug vienaląsčių gleivinių liaukų. Burna piltuviška, joje daug raginių dantukų, kurių skaičius ir išsidėstymas svarbus apskritažiomenių klasifikacijai. Neporinė nėgių šnervė jungiasi su hipofizės lataku (miksinų – su ryklės užpakaline dalimi). Skeletas kremzlinis, chorda išlieka visą gyvenimą. Žiauniniai lankai jungiasi išilginėmis kremzlėmis. Galvos šonuose – po 1–15 neapdengtų žiauninių angų. Yra viršugalvio organas, jis ypač ryškus lervos stadijoje. Gonados atsiveria į kūno ertmę, kiaušinėliai išorėn patenka per specialias angas. Nėgės vystosi su metamorfoze (*Ammocoetes*). Iki šių dienų išliko tik 1 būrys nėginių stuburinių, iš viso 30 rūšių.

**Poklasis: stuburiniai, sin. kaukoliniai (*Vertebrata*, sin. *Craniata*).** **Būrys: nėginiai (*Petromyzoniformes*).** **Šeima: nėgės (*Petromyzontidae*).** Nėgių akys gerai išsivysčiusios. Yra tik

nugaros ir uodegos pelekai. Galvos šonuose atsiveria po 7 žiaunines angas. Dauguma rūšių suaugusiųjų stadijoje plėšrios, parazituoja prisisiurbdamos prie žuvų ir kitų vandens gyvūnų. Tik Kaspijos nėgės neplėšrios, minta detritu, jų dantys buki. Nėgės iš jūrų plaukia neršti į gėluosius vandenius. Dauguma po neršto žūva. Iš kiaušinėlių išsiritusios lervos vadinamos vingiliais arba graužavirbomis. Kai kurios nėgių rūšys pasižymi neotenijs (dauginasi lervos stadijoje). Yra tik 3 šeimos, 10 genčių.

**Poklasis: miksininiai (*Myxini*). Būrys: miksinos (*Myxiniformes*).** Miksinos – jūriniai gyvūnai, vengia gėlo vandens, geriausiai jaučiasi, kai druskingumas yra 32–36 ‰. Joms būdinga nuo 1–5 iki 15 žiauninių plyšių, dvi poros dantų eilių. Dantys – epitelio darinys. Chorda pakitusi, todėl vadinama notochorda. Be tikrosios dviejų kamerų širdies, dar yra 3 veninės širdys (galvoje, kepenyse, uodegoje). Miksinų epitelyje esančios vienaląstės liaukos gali išskirti nepaprastai daug gleivių. Miksinos paplitusios Atlanto ir Ramiojo vandenynų subtropiniuose vandenyse. Šnervė snukio gale, ji jungiasi su nosiarykle. Burną supa 6–8 trumpi ūseliai. Dėl parazitinio gyvenimo būdo miksinų akys degradavusios, pasidengusios oda. Pelekai sunykę. Žiauninė ertmė dažniausiai atsiveria toliau nuo galvos dviem angomis. Parazitui giliau įsisiurbus į aukos kūną, toks angų išsidėstymas naudingas kvėpuojant. Yra tik viena miksinų šeima ir apie 20 rūšių.

**Antklasis: žuvis (*Pisces*).** Tai šaltakraujai gėlame ir jūros vandenyje gyvenantys stuburiniai gyvūnai, turintys žiaunas, neporinius (nugaros, pauodegio ir uodegos) ir porinius (krūtinės ir pilvo) pelekus. Kūno forma verpstiška, odoje turi gleivių liaukas. Galvos smegenis sudaro penki skyriai (geriau išsivysčiusios smegenėlės, uodžiamosios skiltys ir skonio svogūnėliai). Žuvis turi porines šnerves, vidinę ausį ir šoninę liniją. Kraujo apytakos ratas – vienas, širdis – iš dviejų kamerų (vieno prieširdžio ir skilvelio; išimtis – dvikvėpės žuvis, kurios turi 2 kraujo apytakos ratus ir 3 kamerų širdį). Kraujotakos sistema uždara, širdyje būna tik veninis kraujas. Šalinimo sistemą sudaro inkstai, išsidėstę išilgai stuburo, kūno ertmėje. Absoliuti dauguma žuvų yra skirtalytės ir turi porinius lytinius organus. Dydis labai skirtingas – nuo kelių centimetrų iki 15 m ilgio (bangininis ryklys).

Egzistuoja dvi klasės – kremzlinių (*Chondrichthyes*) ir kaulingųjų (*Teleostei*) žuvų.

**Klasė: kremzlinės žuvis (*Chondrichthyes*).** Kremzlinių žuvų klasei priklauso *rykliai*, *rajožuvės* ir *chimeros* (mažai žinoma keistos išvaizdos kremzlinių žuvų grupė; 3 šeimos, ~30 rūšių). Vyraujanti kūno forma yra verpstiška, pritaikyta greitai plaukti. Tokie yra jūrų pelaginėje zonoje gyvenantys rykliai. Jų pagrindinis judėjimo organas yra raumeninga heterocerkinė uodega, o neporiniais ir poriniais pelekais palaikoma ir keičiama plaukimo kryptis.

Priešybę rykliams sudaro jūrų dugne gyvenančios rajožuvės. Jų kūnas suplotas iš nugaros į pilvo pusę, o uodega nusmailėjusi, todėl pagrindinis plaukimo organas – didžiuliai horizontalūs krūtininiai pelekai. Snukio gale kyšo šnipas – rostrumas. Žiotys yra snukio apačioje. Prieš žiotis yra pora šnervių. Epidermis daugiasluoksnis, po juo yra storas koriumas (tikroji oda). Epidermyje gausu vienaląsčių gleivinių liaukų. Būdingiausias kremzlinių žuvų odos darinys – plakoidiniai žvynai. Jie formuojasi koriume. Žvynas tvirtai laikosi odoje rombo formos pamatine plokštele, nuo kurios į išorę kyšo pasviręs atgal labai kietas aštrus dantukas. Kremzlinių žuvų skeletas kremzlinis, tačiau jame dažnai susidaro kietų kalcio karbonato grūdelių, todėl skeletas tampa mechaniškai atsparesnis. Stubure yra liemeninė ir uodeginė dalys. Slanksteliai amficeliniai.

**Klasė: kaulinės žuvys (*Osteichthyes*).** Klasė skirstoma į mėsingapelekes (*Sarcopterygii*) ir stipinpelekes (*Actinopterygii*) žuvis. Primityvios kaulinės žuvys – mėsingapelekės atsirado net anksčiau nei kremzlinės. Manoma, kad jos gyveno gėluose, tačiau mažai deguonies turinčiuose vandenyse, o kvėpavimui turėjo gerai išvystytus plaučius. Joms persikėlus gyventi į jūras, plaučiai sunyko ar virto plaukiojamąja pūsle. Vėliau šios žuvys skilo į 2 grupes. Tai mėsingapelekės žuvys, iš kurių iki mūsų dienų išliko tik dvikvėpės žuvys (*Dipnoi*) bei riešapelekės (dar vadinamos celakantais (*Coelacantiformes*)). Senovinės mėsingapelekės davė pradžią sausumos stuburiniams, tarp jų – ir iš jų kildinamoms senovinėms amfibijoms. Antroji žuvų grupė – stipinpelekės žuvys – labai sparčiai evoliucionavo ir šiuo metu vyrauja Žemėje, jų gyvena daugiau kaip 23 000 rūšių, jungiamų į daugiau nei 40 būrių. Šiuolaikinė sistematika išskiria primityviasias kaulines žuvis (*Neopterygii*) ir šiuolaikines kaulines žuvis (grupė: **kaulingosios žuvys (*Teleostei*)**).

**Poklasis: kremzliniai ganoidai (*Chondrostei*).** Manoma, kad kremzlinių ganoidų protėviai buvo kaulinės žuvys. Šį faktą patvirtina tyrimai, įrodantys kremzlinių žuvų skeleto kaulėjimą joms senstant. Pradžioje šios žuvys buvo klasifikuojamos kartu su rykliais, kadangi panašumai yra akivaizdūs ne tik pagal kremzlinį skeletą, bet ir dėl žandikaulio struktūros bei panašios kvėpavimo ir uodegos peleko formos (heterocerkinis uodeginis). Kremzliniai ganoidai – tai daugiapelekių (*Polypteriformes*), eršketžuvių (*Acipenseriformes*) būrių atstovai. Žinoma apie 50 jų rūšių.

**Būrys: daugiapelekės (*Polypteriformes*).** Kūnas cilindro formos, lieknas ir ilgas, 40–120 cm ilgio. Plaukiojamoji pūsle veikia kaip kvėpavimo organas. Ant nugaros turi eilę, devynis ar dešimt, mažų spygliuotų nugarinių pelekėlių. Daugiapelekės turi porą vamzdiškos formos

šnervių, burną su daug smulkių aštrių dantų. Oda padengta blizgiais rombo formos ganoidiniais žvynais, išdėstytais įstrižai kūno. Kūno spalva ruda, tamsiai ruda viršuje, šonuose ir virš galvos, kreminės baltos spalvos pilvas. Apie šio būrio žuvis žinoma nedaug, manoma, kad jos gali šliaužti, „vaikščioti“ žeme ir maitintis vabzdžiais, nes gali įsisavinti deguonį tiesiogiai iš oro ir taip išbūti kelias valandas. Išliko 2 gentys ir 12 rūšių.

**Būrys: eršketžuvės (*Acipenseriformes*).** Recentinė (sunykusi) kremzlinių ganoidų (*Chondrostei*) poklasio žuvų grupė. Nors tai kaulinių žuvų (*Osteichthyes*) būrys, tačiau jos daug kuo skiriasi nuo šiuolaikinių žuvų grupių. Visų pirma, jų stuburas kremzlinis. Daug kremzlių yra ir galvos, pečių juostos skelete. Kaulinės tik galvą dengiančios plokštelės. Jų yra ir ant kūno. Būryje žinomos 25–27 rūšys. Labai svarbus būrys tiek verslui, tiek biologine prasme, daugelis šio būrio atstovų yra domestikuoti ir auginami akvakultūroje.

**Šeima: erškėtiniai (*Acipenseridae*).** Turi kremzlinį stuburą, dalis kūno padengta kaulinių plokštelių ir skydelių (turi 5 eiles kaulinių skydelių ir plokštelių), burna bedantė, snukio apačioje turi keturis ūselius. Tai jutimo ir skonio organai, kurie padeda žuvims orientuotis gyvenant vandens telkinio priedugnyje mažo matomumo sąlygomis. Erškėtai turi vieną nugaros, heterocerkinę uodegos, analinį, porinius pilvinius ir krūtinės pelekus. Erškėto kūnas verpstės formos su pailga galva, kuri baigiasi suplotu rostrumu („snapu“). Šios žuvys užauga iki 8,5 m ir 1300 kg, tai didžiausios gėlavandenės žuvys.

**Šeima: irklanosiniai (*Polyodontidae*).** Šeimą sudaro 2 rūšys: amerikinis irklanosis (*Polydon spathula*) ir kininis irklanosis (*Ploydon gladius*). Turi kremzlinį stuburą, uodega heterocerkinė. Irklanosiui susiformavo ilgas it irklas šnipas. Manoma, kad šios grupės erškėtai susiformavo labai seniai, dar triaso periode. Žuvis ilga, irklo formos snukis sudaro apie trečdalį viso jos kūno ilgio. Toks snukis padeda stabilizuoti žuvies judėjimą, jame yra specializuotų elektrosensorinių ląstelių, kurios padeda aptikti zooplanktoną. Oda lygi, be plokštelių. Akys, palyginti su galva ir kūnu, labai mažos, snukio apačioje priešais didelę burną yra du ūseliai. Ant žiauninių lankų esantys spaigeliai atlieka planktoninio filtro funkciją irklanosiams maitinantis. Užauga iki 2,3 (1,2–1,8) m ilgio ir iki 80 kg. Gyvena 20–30 metų.

**Būrys: kaimanžuvės (*Lepisosteiformes*).** Dabartinės kaimanžuvės ir gausios iškastinės jų fosilijos yra labai panašios išvaizdos. Visos jos turi labai ilgą snukį, kūnas padengtas ganoidiniais žvynais. Jų uodegos pelekas heterocerkinis, nugaros pelekas yra lygiai virš pauodeginio peleko. Kaimanžuvių ikrai nuodingi. Neršia balandžio mėnesį upėse, kuriose ir



gyvena, renkasi greitas tėkmes ir užlietas vietas. Subręsta 1–3 gyvenimo metais, auga greitai, pirmaisiais metais jaunikliai pasiekia 25–50 cm ilgį, o patelės ir patinai vidutiniškai subręsta jau antraisiais gyvenimo metais. Gyvena iki 18–20 metų. Suaugėlių ilgis siekia 1 m ir daugiau.

**Būrys: dumblažuvės (*Amiiformes*).** Iki mūsų dienų išliko tik viena dumblažuvių rūšis – *Amia cava*. Neverslinė, mažai reikšminga ir mėgėjų žvejyboje. Nesaugoma.

**Infraklasė: kaulingosios žuvys (*Teleostei*).** Šiam poklasiui priklauso didžioji dauguma dabar gyvenančių žuvų rūšių. Tai dominuojantys stuburiniai vandens gyvūnai šiuolaikiniame pasaulyje, sudarantys daugiau nei pusę visų žinomų stuburinių rūšių. Iš viso žinoma apie 23000–27000 rūšių, gyvenančių gėlame bei jūros vandenyje.

**Kaulinės žuvys (*Osteichthyes*)** šiandien sudaro daugiau kaip 90 % visų pasaulyje gyvenančių žuvų rūšių. Evoliucijos požiūriu, tai labiau išsivysčiusios žuvys. Didžioji kaulinių žuvų dalis priskiriama šiuolaikinėms kaulingosioms žuvims (grupė *Teleostei*).

Kaulinėms žuvims būdinga:

- tipiški kauliniai žandikauliai;
- žiauniniai plyšiai su žiaunadangčiais;
- kaulinis skeletas ir iš abiejų galų įdubę (amficeliniai) slanksteliai;
- plaukiojamoji pūslė (*vesica notatoria*).

Kaulingosios žuvys skirstomos į dvi dideles grupes, kurios tarpusavyje skiriasi kilme, paplitimu, daugeliu sandaros bruožų:

- poklasis **stipinpelekės** žuvys (*Actinoptergii*);
- poklasis **mėsingapelekės** žuvys (*Scaroptyrgii*). Pastarosios dar skirstomos į **riešapelekes** (*Crossopterygii*) ir **dvikvėpes** (*Dipnoi*).

Kaulingosios žuvys gyvena balose, šlapynėse, upėse, ežeruose, jūrose ir jų priekrantėse. Šių žuvų gyvenamoji aplinka gali būti labai skirtinga: vienos gyvena žemesnėje nei 0°C temperatūroje priepoliariniuose jūriniuose vandenyse, o kai kurios gali išverti iki +45°C ar net aukštesnę temperatūrą. Tropikuose ir subtropikuose sekliuose vandenyse būna labai mažas ištirpusio deguonies kiekis, todėl ten gyvenančios žuvys prisitaikė išverti deguonies stygių kvėpuodamos plaučiais, specialiais papildomais organais virš žiaunų ar sausringąjį laikotarpį praleisdamos savotiško įmygio būsenos.

Kai kurių kaulinių žuvų – kurios kaip savarankiškos grupės susiformavo labai seniai (prieš šimtus mln. metų), vystėsi, kito, tačiau išliko iki mūsų dienų, – plaukiojamoji pūslė – hidrostatinis organas, kuris jungiasi su žarnynu specialiu oro vamzdeliu (*ductus pneumaticus*).

Šis oro latakas įgalina žuvis keisti oro sudėtį plaukiojamojoje pūslėje joms įkvėpus oro arba orą išleidžiant iš pūslės. Tokios žuvys vadinamos atvirapūslėmis (*Physostomi*).

Kitos, pagal savo išsivystymą jaunesnių grupių žuvys, šį vamzdelį praranda jau pirmosiomis laisvojo embriono gyvenimo dienomis, todėl jos vadinamos uždarpūslėmis (*Physoclysti*). Jų plaukiojamojoje pūslėje esančio oro sudėtį keičia vadinamasis „raudonasis kūnelis“ (t.y. reguliuoja kraujotakos sistema).

### 3 SKYRIUS. LIETUVOS VANDENŲ ŽUVYS

Paleontologinių tyrimų duomenimis, dabartinėje Lietuvos teritorijoje žuvys gyveno jau devone. Dėl devono kloduose aptinkamų šarvuotųjų žuvų fosilijų, Pelyšos upelis, kuris įteka į Šventąją netoli Lašinių rėvos, paskelbtas geologiniu draustiniu. Vidaus vandenyse gyvenančių žuvų gentys susiformavo oligocene arba miocene. Tų laikų nuogulų kloduose jau randama ir šiuolaikinių žuvų rūšių (pvz., lyno) fosilijų. Tačiau daugelis dabartinių žuvų rūšių atsirado kvartere, pleistocene. Kvartero periode, kuris tęsiasi ir dabar, žuvų fauna kito mažai, tačiau kintant praeivių žuvų arealams, keitėsi šių žuvų rūšinė sudėtis Lietuvos vandens telkiniuose. Kvartero nuogulose randamų žuvų rūšių sudėtis nesiskiria nuo dabartinių.

Stipinpelekės žuvys Lietuvos ichtiofaunoje vyrauja jau nuo karbono laikų. Šiuo metu jos sudaro daugiau kaip 95% visų žinomų žuvų rūšių. Kremzlinių ganoidų poklasiui Lietuvos faunoje atstovauja eršketžuvių būrio eršketinių šeimos 2 rūšys.

**Būrys: dygliažuvės (*Gasterosteiformes*).** Tai kaulinių žuvų būrys, kurio žuvis yra smulkios, šarvuotais šonais bei su uždara plaukimo pūslė. Snukis vamzdelio formos, o pilviniai pelekai yra arti krūtininių. Patinai saugo ikrus arba nešioja juos sterblėje.

Gyvena sekluose, dažniausiai tarp žolių. Aptinkamos jūrose, nors kai kurios rūšys nevengia ir gėlo vandens. Būryje yra 5 šeimos ir apie 25 rūšis. Lietuvoje sutinkamos jūrinės dyglės (*Spinachia spinachia*), devynspyglės dyglės (*Pungitius pungitius*), trispyglės dyglės (*Gasterosteus aculeatus*), jūrų adatos (*Syngnathus typhle*) bei jūrų ylos (*Nerophis ophidion*).

**Būrys: ešeržuvės (*Perciformes*).** Ešeržuvių būrys yra itin gausus rūšių skaičiumi (žinoma apie 7000 rūšių). Lietuvoje gyvena 9 šeimos, 12 rūšių. Toliau aptarsime kelias Lietuvos vandenyse dažnesnes rūšis.

**Ešerys (*Perca fluviatilis*).** Kūnas aukštas, kiek kuprotas, apaugęs kietais žvynais. Žuvų nugara tamsiai žalsva, šonai žalsvai gelsvi, su 5–9 skersinėmis tamsiomis juostomis. Nereiklūs gyvenimo sąlygoms. Gyvena nedideliais tuntais. Neršia gegužės mėnesį, esant vandens

temperatūrai apie 7–8°C, ant augalų ar kitokio substrato. Labai dažni. Auga lėtai. Jaunikliai minta bestuburiais, suaugėliai – plėšrūs. Mėgėjiškos žūklės objektas.

**Sterkas (*Stizostedion lucioperca*).** Šie plėšrūnai yra verpstės formos, galva smaili. Nugara žalsvai pilka, šonai gelsvi su 8–12 pailgų skersinių dėmių. Pilvas baltas. Sterkų žiotys nėra didelės, bet jose yra daug smulkių dantų ir 2 poros didesnių ilčių formos dantų. Neršia gegužės mėnesį ant augalų ar žvirgždėto grunto, kai vandens temperatūra yra apie 12°C. Auga sparčiai. Dažnoki. Mailius minta planktoniniais organizmais, o paaugę – smulkiomis žuvimis. Verslinės ir mėgėjiškos žūklės objektas.

**Būrys: eršketžuvės (*Acipenseriformes*).** Iki XIX a. pab. eršketai buvo sutinkami Lietuvos upėse (Nemune, Neryje, Merkyje, Šventojoje) ir Baltijos jūroje. Vis didėjantis užterštumas, upių tvenkimas bei melioracijos vėjus nuskurdino buveines, o drastiška šių žuvų žvejyba XX a. vid. lėmė šios rūšies išnykimą natūraliuose vandens telkiniuose.

Anksčiau buvo manyta, kad Lietuvos vidaus vandens telkiniuose gyveno atlantiniai eršketai, arba sturiai (*Acipenser sturio*), tačiau atlikus genetinius tyrimus nustatyta, kad Baltijos jūroje prieš 800–1200 metų gyveno ir aštriašnipiai eršketai (*Acipenser oxyrhynchus*). Šis faktas atvėrė naujas eršketų išteklių atkūrimo galimybes. Šios abi eršketų rūšys įrašytos į Lietuvos raudonąją knygą.

1885 m. ichtiologas M. K. Girdvainis į Nemuną introdukavo sterles (*Acipenser ruthenus*). Nors sterlės ir po pakartotinių introdukcijų 1953–1957 m. Nemune taip ir nesiaklimatizavo, dabar jos sėkmingai auginamos kai kuriuose tvenkiniuose ir recirkuliacinėse sistemose.

**Būrys: karpžuvės (*Cypriniformes*).** Kaulinių žuvų būrys, pasižymintis didele formų įvairove ir prisitaikymu gyventi įvairiomis sąlygomis. Tipiški būrio požymiai: gerai išvystyti pelekai, riebalinio peleko neturi, plaukiojamoji pūslė susideda iš dviejų ar trijų kamerų, tačiau be vidinių pertvarų.

**Karpiai (*Cyprinus carpio*)** gali būti laukinės ir domestifikuotos (tvenkiniuose auginamos) žuvys. Jų kūnas storas, mėsingas. Turi dvi poras ūsų – ant viršutinės lūpos ir žiočių kampuose. Laukiniai karpiai vadinami sazanais. Karpiai natūraliai neršia labai retai. Akvakultūroje veisiami specialiuose neršto tvenkiniuose, kur imituojant pietinių platumų potvynį užliejama pievų žolė. Visi karpiai sparčiai auga. Auginami visame pasaulyje ir yra svarbiausios verslinės žuvys tvenkiniuose. Lietuvos tvenkinių ūkiuose karpių išauginama dešimtys tūkstančių tonų, o išleisti (ar pabėgę) į ežerus jie tapo mėgstamu mėgėjiškos žvejybos objektu.

**Lynų (*Tinca tinca*)** kūnas kresnas, labai gleivėtas, uodegos stiebelis trumpas. Nugara tamsiai žalsva, šonai žalsvai auksinės spalvos, papildvė gelsvai balta. Lynai auginami tvenkiniuose. Labai dažni. Gyvena nedideliais tuntais. Neršia ant vandens augalų porcijomis, birželio – liepos mėnesiais, vandens temperatūrai esant 19–20°C. Būdami euribiontai (prisitaikę prie įvairių gyvenimo sąlygų), lengviau negu kitos žuvis pakelia deguonies stygių. Eutrofikuojantis Lietuvos ežerams, lynų ištekčiai juose nuolat didėja.

**Margieji plačiakakčiai (*Aristichthys nobilis*).** Turi didelę storą galvą. Nugara tamsi, žalsvai pilka. Šonai neryškiai pamarginti retomis dėmėmis. Neršia vasarą, kai vandens temperatūra būna aukštesnė nei 25–27°C. Nuo 1978–1980 m. auginami Lietuvos tvenkiniuose. Natūraliai nesidaugina, galima veisti tik dirbtiniu būdu šiltuose energetikos įmonių vandenyse. Suintensyvėjus eutrofikacijai, daugėja fitoplanktonu mintantiems plačiakakčiams augti tinkamų vandenų. Lietuvoje kartu su margaisiais plačiakakčiais daugiausia gyvena margųjų ir baltųjų plačiakakčių (*Hypophthalmichthys molitrix*) hibridai.

**Būrys: kefalžuvės (*Mugiliformes*).** Daugiausia jūrose gyvenančių kaulinių žuvų būrys. Jų plaukimo pūslė yra uždara. Turi du nugarinius pelekus. Pilviniai pelekai arti krūtininių. Žvynai cikloidiniai arba ktenoidiniai, šoninės linijos neturi. Gyvena vidutinio klimato ir tropiniuose pakrančių vandenyse. Šių kefalžuvių gausu Atlante, ypač Biskajos įlankoje, ties Prancūzija. Tik kelios rūšys gyvena gėlame vandenyje.

**Būrys: lašišažuvės (*Salmoniformes*).** Lašišažuvės artimos silkinėms, tačiau šoninė linija visada gerai išsivysčiusi, tęsiasi išilgai viso žuvies šono. Tarp nugarinio ir uodeginio pelekų daugelis lašišažuvių turi nedidelį riebalinį peleką, kuris, skirtingai nuo kitų pelekų, neturi spindulių. Gyvena ir jūrose, ir gėluose vandenyse. Dauguma šių žuvų Lietuvos vandenyse yra praeivės.

**Atlantinė lašiša (*Salmo salar*)** įrašyta į Lietuvos raudonąją knygą. Siekiant pagausinti lašišų išteklius, nuo 1999 m. jos Lietuvoje dirbtinai veisiamos specialioje žuvivaisos įmonėje ir išleidžiamos į upes. Baltijos jūroje 90% sugautų lašišų yra išveistos žuvivaisos įmonėse. Kūnas verpstės formos, iš šonų kiek suplotas. Galva nedidelė. Nugara melsva, šonai sidabriški, pilvas baltas. Kūno šonai su pūsmėnulių formos dėmelėmis. Lašišos neršia spalio – lapkričio mėnesiais gimtųjų upių rėvose, sraunumose, po neršto grįžta į jūrą. Per savo gyvenimą neršia 2–4 kartus. Neršdamos nesimaitina. 10–15 cm lašišaitės migruoja į jūrą, kur maitinasi bestuburiais, vėžiagyviais, o vėliau ir žuvimis.

**Lydekų (*Esox lucius*)** kūnas ilgas, žemas, plokščiais šonais. Nugara žalsvai pilka. Šonai pilkšvai žalsvi, žalsvi ar pilkai gelsvi. Pilvas šviesus. Dėmės ant lydekų kūno dažnai

sudaro skersines juostas. Galva ir snukis ilgi ir plokšti iš viršaus. Žiotys gilios, su daugeliu smailių aštrių dantų, palinkusių į ryklės pusę. Apatinio žiomens dantys didesni. Smulkūs ir aštrūs dantukai auga ant gomurio, liežuvio, žiauninių lankų. Gyvena pavieniui. Auga greitai. Neršia anksti pavasarį, balandžio – gegužės mėn. potvynių apsemtose vietose, ant augalų, kai vandens temperatūra pasiekia apie 3–6 °C. Mailius iš pradžių minta zooplanktonu. Plėšriosios lydekos beveik visuomet alkanos. Dažniausiai minta karpinėmis žuvimis. Nemėgsta medžioti atvirose vietovėse, mieliau nejudėdamos tūno sąžalynuose, iš kur žaibiškai puola pro šalį praplaukiančią žuvį. Lydekos yra tipinės mitybinės piramidės viršūnės plėšrūnės ir pačios priešų praktiškai neturi (neskaitant dažnų lydekų kanibalizmo atvejų). Nereiklios gyvenimo sąlygoms. Labai dažnos.

**Būrys: mnkiažuvės (*Gadiformes*).** Verslinės žuvys, daugiausiai paplitusios šiauriniame pusrutulyje. Menkiažuvių pelekai minkšti, kūną dengia smulkūs cikloidiniai žvynai. Plaukimo pūslė uždara. Pilviniai pelekai yra prie galvos, prieš krūtininius pelekus. Apie žiotis yra bent vienas ūselis.

Lietuvos priekrantėse retai sutinkamos ledjūrio menkės (*Pollachius virens*), juodadėmės menkės (*Melanogrammus aeglefinus*) ir keturūsės vėgėlės (*Eneheleypus cimbrius*). Vėgėlių (*Lota lota*) versliniai laimikiai didžiausi Kuršių mariose, kur sugaunama po 30–150 t per metus, o Baltijos menkių (*Gadus morhua callarias*) Lietuvos žvejų versliniai laimikiai sudaro po 200–800 t per metus.

**Būrys: plekšniažuvės (*Pleuronectiformes*).** Tai nesimetriškos jūrų žuvys plokščiais šonais. Plekšniažuvės dugne guli ant šono, o abi jų akys yra į viršų atgręžtoje kūno pusėje. Nugarinis ir analinis pelekai labai ilgi. Jaunikliai iš pradžių būna simetriški. Daugelio plekšniažuvių spalva atitinka jūros dugno spalvą, dėl to jas sunku pastebėti. Būryje yra daugiau nei 400 rūšių. Lietuvoje gyvena 2 šeimos ir 4 rūšys: otas (*Psetta maxima*), limanda (*Limanda limanda*), upinė plekšnė (*Plastichthys flesus trachurus*) ir jūrinė plekšnė (*Pleuronectes platessa baltica*).

**Būrys: silkiažuvės (*Clupeiformes*).** Tai primityviausios dabartinės kaulinės žuvys. Jų kūnas aptakus, suplotas iš šonų. Dauguma silkiažuvių sidabriškos spalvos, o nugara žalio ar mėlyno atspalvio. Žvynai cikloidiniai, lengvai iškrentantys. Pelekai be kietų spindulių, pilviniai toli nuo krūtininių. Šoninė linija trumpa (per 2–5 žvynus). Vidinėje kaukolėje daug kremzlės, ji ne visiškai sukaulėjusi. Plaukimo pūslė jungiasi su žarnynu. Šios žuvys minta planktoniniais organizmais.

Gausios jūrose, kai kurios plaukia neršti į upes. Dažniausiai gyvena didžiuliais būriais. Silkiažuvės yra svarbi jūrų mitybinės grandinės grandis ir turi didelę reikšmę kai kurių pajūrio šalių ekonomikai. Būryje yra 6 šeimos, apie 300 rūšių. Lietuvoje aptinkamos alsės (*Alosa alosa*), ančiuviai (*Engraulis encrasicolus*), brėtlingiai (*Sprattus sprattus balticus*), perpelės (*Alosa fallax*) ir strimėlės (*Clupea harengus membras*).

**Būrys: šamažuvės (*Siluriformes*).** Kaulinių žuvų būrys, kurių oda plika arba šarvuota kaulinėmis plokštelėmis. Apie žiotis turi kelias poras ilgų ūsų. Krūtinės pelekas prasideda labai kietu kauliniu spygliu.

Tai šiltavandenės gėlų vandenų žuvis, daugiausia paplitusios Pietų Amerikoje, Afrikoje ir Pietų Azijoje. Būriui priklauso 34 šeimos, 410 genčių ir daugiau kaip 2400 rūšių. Maždaug viena iš keturių gėlųjų vandenų žuvų rūšių, viena iš dešimties visų žuvų rūšių priklauso šamažuvių būriui. Natūraliuose Lietuvos vandenyse gyvena ir neršia tik europiniai šamai (*Silurus glanis*). Akvakultūroje auginamos dar 2 šeimų 2 rūšys: afrikiniai šamai (*Clarias gariepinus*) ir amerikiniai šamukai (*Ictalurus punctatus*). Pastaruosius buvo bandyta introdukuoti ir į natūralius vandens telkinius.

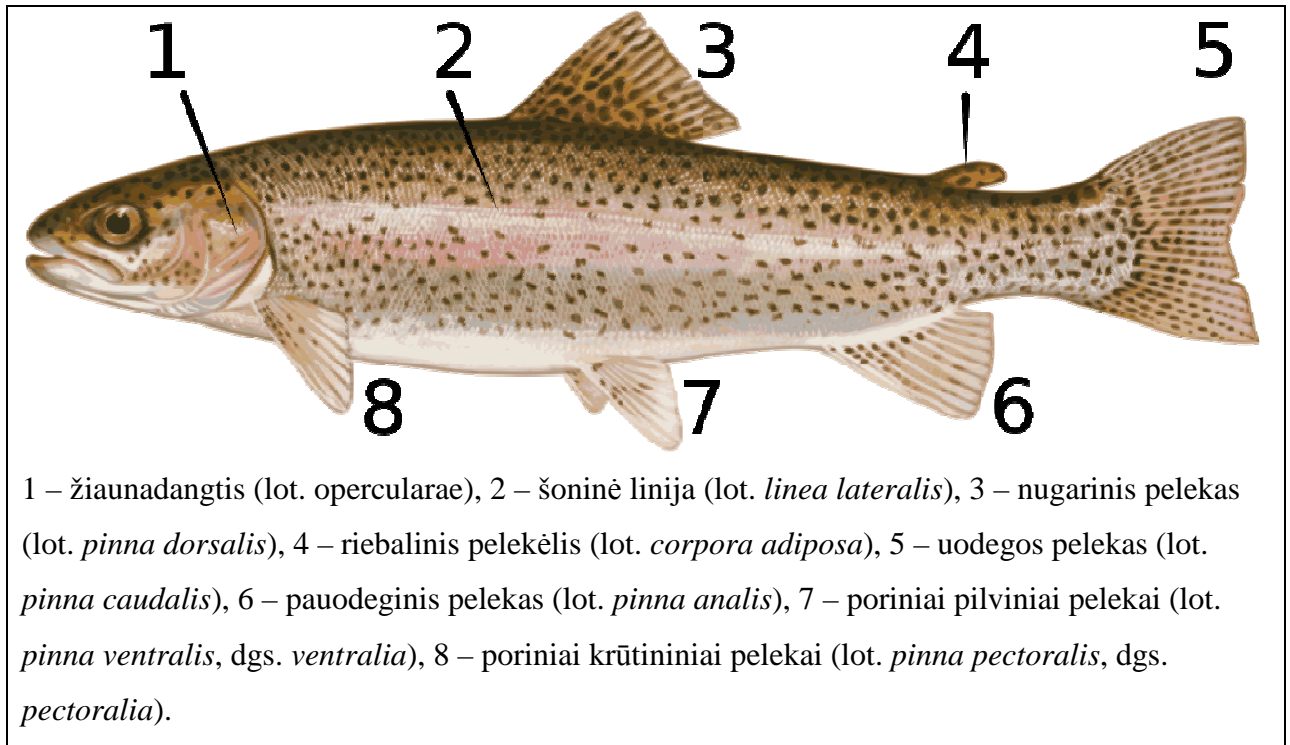
**Būrys: ungueriažuvės (*Anguilliformes*).** Unguriažuvių kūnas gyvatiškas, labai lankstus (stubure yra daugiau kaip 100 slankstelių). Pelekai minkšti, nugarinis ir analinis pelekai susilieję su uodeginiu. Pilvinių pelekų neturi. Dauguma unguerių neturi ir žvynų, o kai kurių rūšių maži žvynai slypi odoje. Vystosi su metamorfoze. Lervos vadinamos leptocefalais. Jos yra gluosnio lapo formos, iš šonų smarkiai suplotos bei skaidrios.

Gyvena ir veisiasi jūrose. Tik gėlavandenių unguerių jaunikliai plaukia maitintis iš jūrų į upes ir ten užaugę vėl grįžta į jūras. Būryje yra 19 šeimų, apie 400 rūšių. Lietuvoje aptinkamas upinis unguorys (*Anguilla anguilla*).

**Būrys: vėjažuvės (*Beloniformes*).** Tai šiltų jūrų žuvis. Kūnas pailgas, krūtininiai pelekai aukštai prisitvirtinę prie liemens, pilviniai pelekai pilvo srityje. Nugarinis ir analinis pelekai pasistūmėję atgal. Plaukimo pūslė uždara. Šoninė linija gana žemai. Kaulai žalios spalvos. Vėjažuvės plaukioja arti vandens paviršiaus.

## 4. IŠORINĖ ŽUVIES KŪNO SANDARA

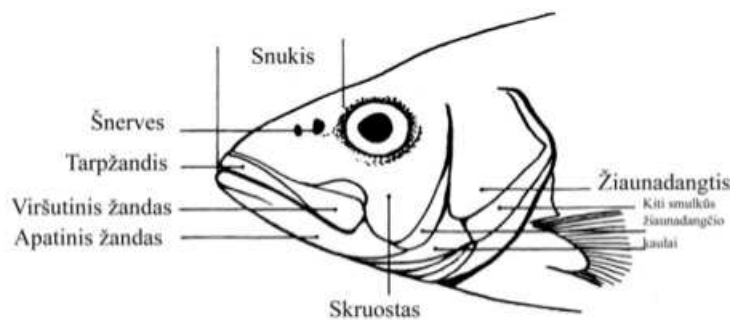
Svarbiausieji žuvies išorėje matomi anatomiciniai bruožai pateikti 1 paveiksle.



1 pav. Vaivorykštinio upėtakio (lot. *Oncorhynchus mykiss*) kūno dalys

(Šaltinis: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fish\\_fin\\_anatomy\\_Salmonidae.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fish_fin_anatomy_Salmonidae.svg))

Žuvies galvoje yra žymiai daugiau detalių ir darinių (2 pav.). Prieš akis gerai matomos šnervės, tarp snukio pradžios ir vertikalios linijos prieš akį matomas snukis, akies skersmuo, po akimi – skruostas, kuris po oda dažnai būna raumeningas, o raumuo pritaikytas judinti akis. Taip pat gerai matomi viršutinis bei apatinis žandas bei tarpžandis. Sudėtingiausia yra žiaunadangčių struktūra (bendras lot. pavadinimas – *opercularae*), tarp atskirų kaulų dalių ribos neryškios, todėl per nepašalintą odą bei raumenis aiškiai matomas tik didžiausias kaulas, žiaunadangtis (lot. *operculum*), kiti, smulkesni, kaulai įeina į žiaunadangčių sudėtį.



2 pav. Žuvies galvos dalys

(Šaltinis: H. Müller, 1983)

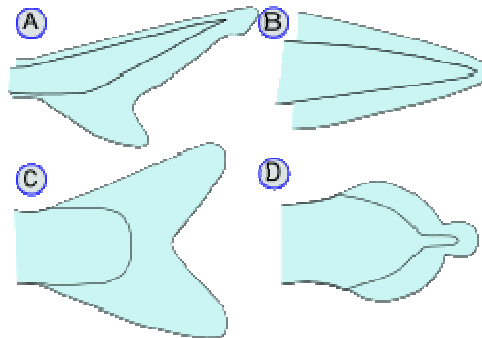
#### 4.1. Žuvų plaukiojimas

Žuvų pasaulyje skiriamos greitos, tačiau didelių atstumų neplaukiančios žuvys, vadinamieji „sprinteriai“, ir ilgų nuotolių plaukikai – „stajeriai“. Skiriasi ir šių žuvų grupių raumenys: „sprinterėms“ (pvz., lydekoms, ešeriams ar sterkams) būdingi vadinamieji „baltieji“ raumenys, kuriuose mažai riebalų, o „stajerėms“ būdingi „raudonieji“ raumenys, kuriuose kaupiasi riebalai kaip atsarginė medžiaga, reikalinga įveikti didelius atstumus iki nerštaviečių ar maitinimosi vietų (pvz., skumbrinės, lašišinės žuvys). Žuvys plaukia gana greitai, pvz., unguriai 10–12 km/h greičiu įveikia kelis šimtus kilometrų nuo nerštaviečių iki jūrų. Žuvys turi storą raumeninių skaidulų sluoksnį, dėl to jos gali nenuilsdamos plaukti ilgą laiką, priešintis upių tėkmei ar bangų mūšai. Kai kurių žuvų, kurioms būdingi baltieji raumenys, jie sudaro maždaug pusę, o lašišinių žuvų – net du trečdalius kūno masės.

Žuvys plaukia susitraukinėjant abiejų šonų raumenims paeiliui. Raumenys traukia žuvies stuburą, taip sukurdami banguojantį judesį, keliaujantį per kūną ir stumiantį žuvį šonu ir tiesiai prieš vandens srovę. Šoniniai judesiai niveliuoja vieni kitus, neleisdami judėti į šonus. Jėga, sukurta vandens pasipriešinimo šoniniams judesiams, ir jėga, sukurta raumenų susitraukimų, stumia žuvies kūną į priekį.

Daugelio kaulinių žuvų, nors jos ir turi plaukiojamąją pūslę, kūnai yra sunkesni už vandenį, todėl jos turi nepaliaujamai plaukti, kitaip imtų grimzti. Lėtosios žuvys pripildo plaukiamąją pūslę dujų ir todėl jos laikosi vandenyje plūduriuodamos. Jūrinių žuvų plaukiamoji pūslė sudaro 5 % jų kūno, o gėlųjų vandenų žuvų – 7 % jų kūno tūrio, todėl joms išsilaikyti vandenyje reikia žymiai mažiau energijos.

Ichtiologijoje yra išskiriami keli pagrindiniai žuvų uodegų tipai (3 pav.). Viena seniausiai susiformavusių yra heterocerkinė uodega, taip vadinama dėl skirtingų uodeginio peleko skiaučių (viršutinė yra žymiai didesnė nei apatinė). Toks uodegos tipas būdingas kremzlinėms žuvims, taip pat primityvesnėms kaulinėms (pvz., eršketams).



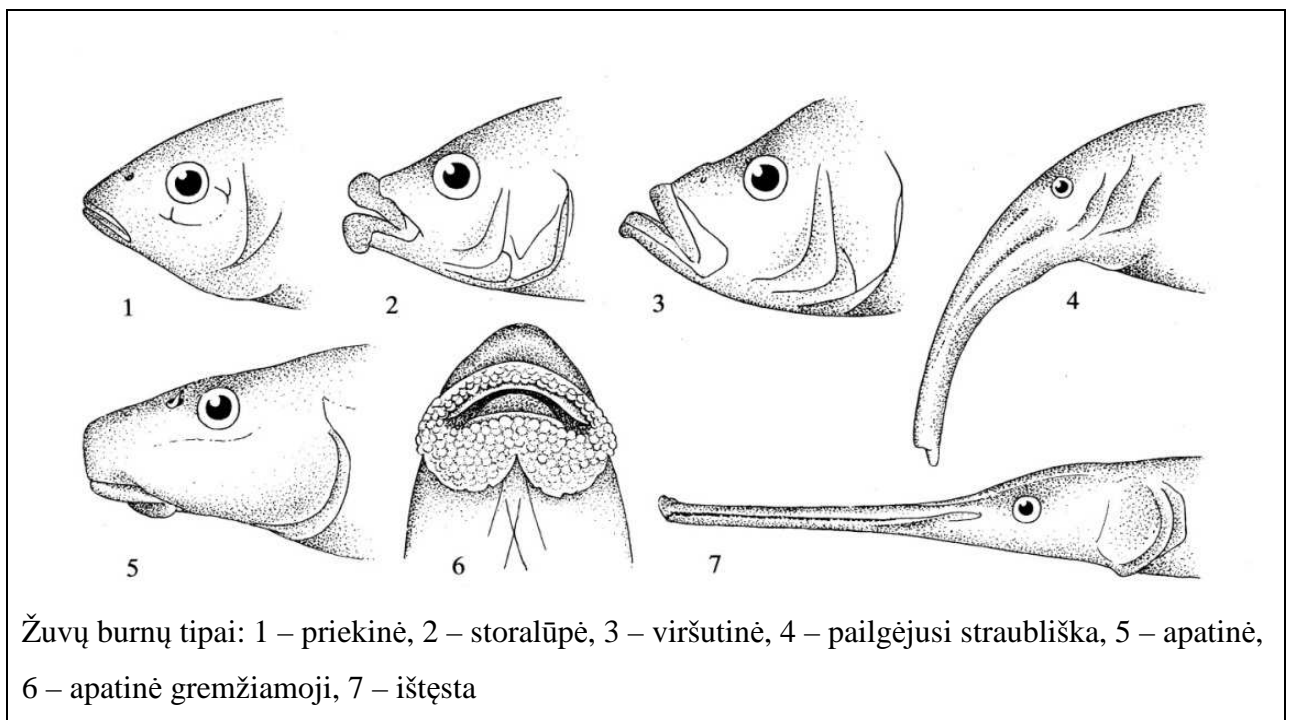
3 pav. Uodegų tipai: A – heterocerkinė, B – protocerkinė, C – homocerkinė, D – dificerkinė



(Šaltinis: <http://www.cssforum.com.pk/css-optional-subjects/group-d/zoology>)

#### 4.2. Žuvų burnų tipai

Žuvų burnos evoliucijos eigoje vystėsi prisitaikydamos prie mitybos pobūdžio. Priekinė burna (4 pav.) būdinga plėšrūnėms. Žuvims prisitaikant maitintis koraliniais polipais, lūpos sustorėjo, susiformavo storalūpė burna. Viršutinė, užriesta į viršų burna būdinga planktofagėms ar stambesniu, į vandenį nukrintančiu maistu mintančioms žuvims. Pailgėjusi straubliška (pvz., drambliasnukių) burna – prisitaikymas rinkti maistą iš plyšių uolose. Apatinė burna būdinga daugeliui mūsų šalies vandens telkiniuose gyvenančių žuvų, rausiančių dugną ir ten randančių bentosinių organizmų. Apatinė gremžiamoji burna pritaikyta nugremžti siūlinius dumblius, koralinių polipų minkštąsias dalis. Ištęsta burna skirta ieškoti gyvūnų siauruose giliuose urveliuose ar plyšiuose (pvz., jūrų ylių, fleitų).



4 pav. Žuvų burnų tipai

(Šaltinis: pagal G. Sterba, 1987)

#### 4.3. Žuvų matavimai

Biometrinis metodas – žuvų kūno matavimai – naudojamas norint nustatyti kiekybinius (meristinius) ir kokybinius (plastinius) požymius. Šis metodas plačiausiai naudojamas nagrinėjant vidurūšinius skirtumus, t.y. žemiausius taksonus (populiacijas, rases, morfas), kada požymiai nustatomi naudojant variacinę statistiką.

Matematinis metodas leidžia išaiškinti daugelio žuvų rūšių sistemine padėtį. Nors dabar šis metodas kritikuojamas ir pirmenybė teikiama biologinių parametrų nustatymui, bet morfologiniai požymiai yra aukštesnė, palyginti su biologiniais požymiais, skirtingumo

atsiradimo stadija, t.y. biologiniai požymiai – porūšių atsiradimo, o morfologiniai požymiai – porūšių susiformavimo stadija.

Tiriant vidurūšinius skirtumus visų pirma reikia nagrinėti santykinai mažai pastovius požymius. Pvz., kuojų visų porūšių krūtinės, pilvo pelekų spindulių skaičius mažai kinta, o uodegos peleke spindulių skaičius pastovus visos karpinių žuvų šeimos. Todėl tyrimams šie požymiai netinka. Kuojų porūšiai skirsis žvynų skaičiumi šoninėje linijoje, kūno didžiausiu ir mažiausiu aukščiu, uodegos stiebelio ilgiu bei kitais požymiais.

Žuvų morfometriniai požymiai priklauso nuo amžiaus ir lyties. Subrendusių žuvų kūno aukštis ir ilgis toliau didėja, su amžiumi keičiasi galvos, kūno bei pelekų matmenys. Todėl absoliutūs kūno dalių dydžiai nėra patikimi vidurūšinių skirtumų nustatymo kriterijai. Dažnai naudojami išvestiniai dydžiai – atskirų kūno dalių santykiai su kūno, galvos ilgiu. Siekiant išvengti subjektyvaus faktoriaus įtakos tyrimų rezultatams, naudojamos standartinės lyties, sezono ir amžiaus požymių matavimo schemas.

Švedų ichtiologas F. Smitas sukūrė lašišinių žuvų matavimo schemą. N. Zografas – erškėtinių žuvų, F. Heinkė – silkių matavimo schemą. Dabar plačiausiai naudojamos I. Pravidino žuvų matavimo schemas.

#### 4.4. Žuvies oda ir žvynų danga

Iš išorės žuvis dengia daugiasluoksnis epidermis, giliau po juo yra tikroji oda, dar vadinama koriumu (lot. *corium*), toliau yra jungiamasis audinys (lot. *textus connectivus*) – audinių grupė, kuri remia, palaiko arba atskiria skirtingus organizmo audinius ir organus. Jis sudarytas iš ląstelių ir tarpląstelinės medžiagos. Po jungiamuoju audiniu prasideda skeleto raumenys.

Į odą įauga žuvų žvynai. Kremzlinių žuvų (ryklių, rajožuvių) tokie žvynai vadinami plakoidiniais, o jų sandara iš esmės yra analogiška žinduolių danties sandarai. Šiuolaikinių kaulinių žuvų žvynai paprastesni, nors senovinių jie buvo sluoksniuoti, sudaryti iš kelių skirtingų audinių – emalės, kosmino, kempinėtojo audinio (tokius žvynus teturi riešapelekės), ar ganoidino (tokie žvynai būdingi dvikvapėms žuvims, kaimanžuvėms; šių grupių žvynai rombiški, o juos dengia storas ganoidino sluoksnis). Visų kitų kaulinių žuvų žvynas – plona kaulinė plokštelė, šis audinys vadinamas izopedinu.

## 5. ŽUVŲ AUGIMAS IR AMŽIAUS NUSTATYMAS

Žuvys auga beveik visą gyvenimą, tačiau senstant augimas lėtėja, kol pasiekiamas tam tikras maksimalus dydis. Toks augimas vadinamas permanentiniu. Įvairių žuvų rūšių didžiausias dydis labai nevienodas, kaip ir pačių žuvų gyvenimo trukmė. Per metus, taip pat ir per visą gyvenimą, žuvis auga nevienodai. Metinė ir daugiametė augimo kaita labai priklauso nuo žuvies rūšies, biologinių ir ypač fiziologinių procesų cikliškumo bei kitų biotinių ir abiotinių faktorių.

Įvairių žuvų augimo sparta, o tuo pačiu ir visos populiacijos produktyvumas turi reikšmę verslinės žvejybos laimikių prognozavimui ir racionaliam naudojimui, taip pat mėgėjų žvejybai. Tiksliai apibūdinus amžių, galima išsiaiškinti žuvų populiacijų amžiaus struktūrą, t. y. verslinių arba neršto grupių įvairių generacijų santykį. Įvairių žuvų rūšių populiacijos gali turėti vos 2–3 amžiaus grupes (stintos, seliavos), o kai kurios net 15–20 generacijų (karšiai, lydekos, eršketai). Be to, ir generacijų skaičius būna nevienodas. Pavyzdžiui, kai kuriuose vandens telkiniuose yra žuvų populiacijų, kuriose dominuoja jaunesnio amžiaus grupės. Tai rodo, kad vyresnio amžiaus grupių žuvys yra išžvejotos.

Populiacijos amžiaus struktūra dažnai kinta dėl palankių ar mažiau palankių sąlygų („derlingų ir nederlingų“ metų – fluktuacijų), t. y. dėl palankių arba nepalankių neršto ir kitų sąlygų. Populiacijos amžiaus struktūrą veikia ir selektyvi verslinė žūklė, kai žvejojamos tik tam tikro amžiaus grupės. Visa tai rodo gausumo kaitą, kurią galima paaiškinti tik žinant atskirų individų augimo spartą. Be to, analizuojant metinius bei neršto žiedus, žuvies žvynų ir kaulų struktūras, galima nustatyti, kiek kartų žuvis neršė, kuriais metais subrendo lytiškai ir kt. Lyginant skirtingų vandens telkinių žuvų augimo spartą, galima nustatyti tų baseinų produktyvumą.

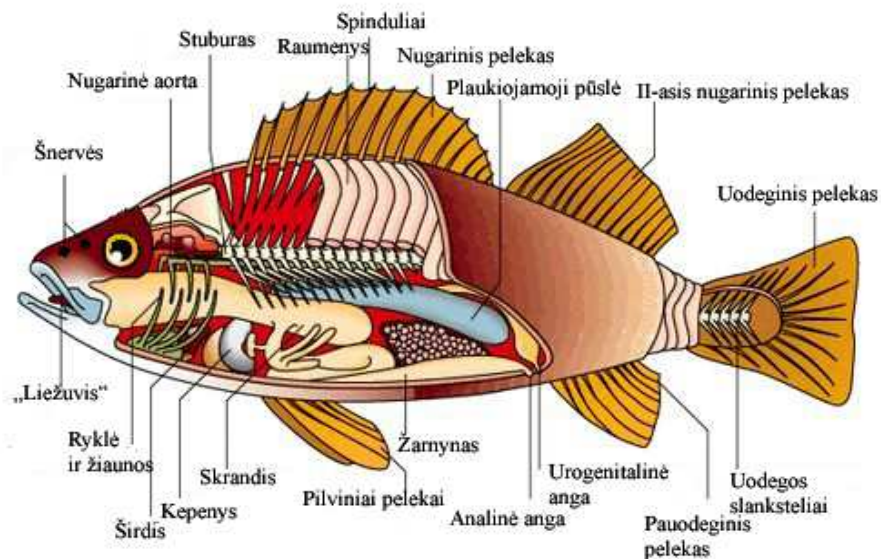
Žvynai yra plonos, apskritos, pailgos arba nežymiai kampotos, dažnai vingiuotu priekiniu kraštu kaulinės plokštelės, išsidėsčiusios eilėmis (čerpiškai). Ešerinių šeimos žuvų (sterkų, ešerių, pūgžlių) žvyno užpakalinės dalies išorinis paviršius dantytas, primenantis šukas. Tokie žvynai vadinami *k t e n o i d i n i a i s*. Kitų mūsų gėlavandenių žuvų žvynų kraštai yra lygūs, vadinami *c i k l o i d i n i a i s*. Filogenetiniu požiūriu cikloidiniai žvynai senesni negu ktenoidiniai. Kai kurios žuvys (šamai) žvynų neturi arba jie labai maži ir slypi odoje (ungurio, vėgėlės).

Paprasčiausiai žuvų amžius nustatomas pagal žvynuose matomus metinius žiedus. Vasarą ir rudenį žuvis intensyviai maitinasi, greitai auga, todėl tarpai tarp jų skleritų nuolatos didėja. Žiemą, kai žuvis nesimaitina, arba anksti pavasarį, per nerštą, jų augimas sulėtėja ir skleritai formuojasi tankiau. Taip kartojasi kasmet. Retesni ir tankesni skleritų sluoksniai,

susiformavę per vienerius metus, vadinami žvyno metiniais ruožais. Stebint žvyną per lupą arba per binokuliarą iš viršaus, tankesnių skleritų zona atrodo tamsesnė, o retesnių zona – šviesesnė. Riba tarp tankių ir retų skleritų ruožų vadinama žvyno metiniu žiedu. Metinis žiedas žvyne susiformuoja dažniausiai pavasarį arba vasaros pradžioje, kai žuvis pradeda intensyviai maitintis. Metinių žiedų skaičius ir rodo žuvies amžių.

## 6. VIDINĖ ŽUVIES KŪNO SANDARA

Skrodžiant žuvį (5 pav.) matomi jos vidinės sandaros ypatumai – kūno ertmėje daugiausiai vietos užimantys organai: didelis skrandis (kai kurioms plėšriosioms žuvims būdingos skrandžio gale esančios piliorinės ataugos), plaukiojamoji pūslė, santykinai didelės gonados (paveiksle nenurodytos). Uodeginėje dalyje gerai išvystytas raumenynas, kurio funkcija – irtis judinant uodeginį peleką.



5 pav. Žuvies vidaus sandara

(Šaltinis: <http://www.talktalk.co.uk/reference/encyclopaedia/hutchinson/m0007420.html>)

### 6.1. Kaulinės žuvies skeletas

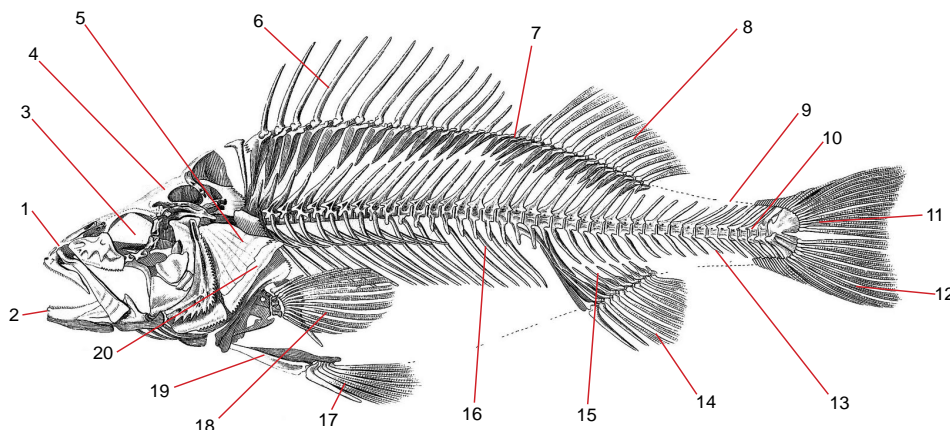
Kaulinis audinys formuojasi iš pradinių ląstelių osteocitų dviem būdais.

1. Kaulėjant kremzliniam skeletui, taip susidaro pakaitiniai kaulai (*ossa substituentia*).
2. Iš jungiamojo audinio ar koriumo, taip susidaro dengiamieji odos klimės kaulai, taip pat ir žvynai (visi šie kauliniai dariniai lot. vadinami *ossa investientia*).

Taip kaulinėse žuvyse susidaro:

a) vidinis skeletas, dar vadinamas endoskeletu: stuburas, galūnių skeletas, smegeninė kaukolė ir visceralinis skeletas;

b) išorinis skeletas, dar vadinamas egzoskeletu: kaukolės bei pečių juostos dengiamieji kaulai, žvynai.



6 pav. Žuvies skeletas

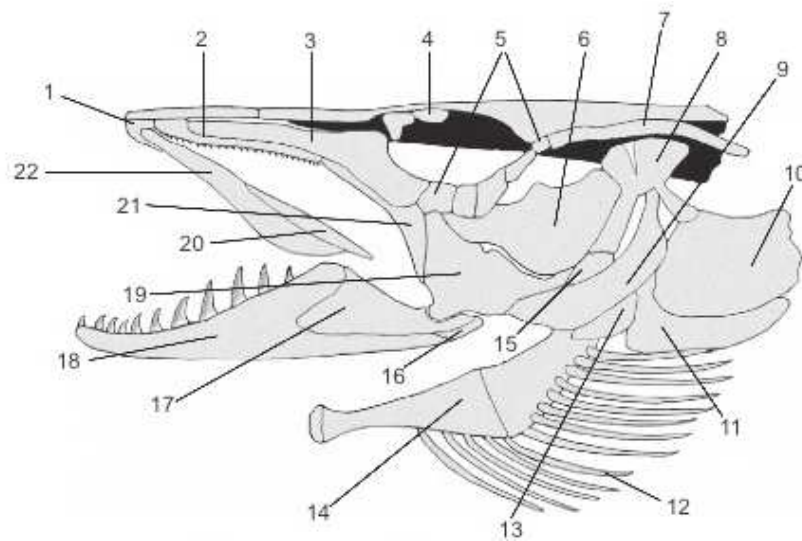
(Šaltinis: <http://arashkhosravikohi.blogfa.com/post/6>)

1–2 – žandai, 3 – akies orbita, 4 – kaukolė, 5 – žiaunadangtis, 6 – nugarinio peleko spinduliai, 7 – kremzliniai dariniai, 8 – II nugarinio peleko skeletas, 9 – uodeginės dalies stuburas, 10 – nugaros smegenų (neuralinis) lankas, 11 – hipuralijos (uodegos skeletas), 12 – uodeginis peleko skeletas, 13 – kraujo indų (hemalinis) lankas, 14 – pauodeginis pelekas, 15 – kremzliniai spinduliai, 16 – šonkauliai, 17 – pilvinis pelekas, 18 – krūtininis pelekas, 19 – peleko spinduliai, 20 – peties juostos skeletas.

## 6.2. Žuvų kaukolės sandara ir skirstymas

Žuvų kaukolė (lot. *cranium*) skirstoma į smegeninę (lot. *neurocranium*), visceralinę (lot. *viscerocranium*, sin. *splanchnocranium*) ir į dengiamąją (lot. *dermatocranium*) (7 pav.).

Smegeninė kaukolė formuojasi iš parachordalijų, trabekulių ir 3 jutiminių kremzlinių kapsulių. Riešapelekių žuvų smegeninė kaukolė sudaryta iš dviejų judamai sunertų blokų. Už smegeninės kaukolės ir po ja prisišlieja visceralinė kaukolė. Ją sudaro žandai, poliežuvinis lankas ir žiauniniai lankai. Abi šios kaukolės dalys kaulinių žuvų padengtos dengiamaisiais kaulais. Jie ir sudaro dengiamąją kaukolę.



7 pav. Lydekos galvos skeletas iš šono

(Šaltinis: A. Kaupinio autorinis darbas)

1 – priešžandinis kaulas, 2 – gomurikaulis, 3 – ašarikaulis, 4 – viršakiduobiniai kaulai, 5 – poakiduobiniai kaulai, 6 – užpakalinis sparnakaulis, 7 – sparninis ausikaulis, 8 – pakabinis žandinis kaulas, 9 – priekinis žiaunadangtis, 10 – žiaunadangtis, 11 – apatinis žiaunadangtis, 12 – žiauniniai spinduliai, 13 – tarpinis žiaunadangtis, 14 – apatinis pakabinis kaulas, 15 – pakabinis kaulas, 16 – kampakaulis, 17 – sąnarikaulis, 18 – dantikaulis, 19 – kvadratas, 20 – viršžandinis kaulas, 21 – išorinis sparnakaulis, 22 – viršutinis žandikaulis.

### 6.3. Kaulinių žuvų stuburas

Išsivysčiusią chordą turi tik kremzliniai ganoidai (eršketai) ir dvikvėpės žuvys.

Chordą gaubiantis skeletogeninis audinys sukaulėja ir jam toliau vystantis susiformuoja kaulinis stuburas.

Susiformavus stuburui išsivysto slanksteliai. Primityvesniųjų žuvų stubure nėra slankstelių kūnų – tai *aspondilinė* stadija (būdinga eršketams, dvikvapėms). Šiuolaikinių žuvų stubure susiformuoja slankstelių kūnai, išsiplečiant apatinių ir viršutinių lankų pamatams, tokie slanksteliai vadinami *amficeliniais*.

Senovinių žuvų slanksteliai buvo *hemispondiliniai* (susidarė iš kelių dalių ir nebuvo slankstelių kūno) arba *diplospondiliniai* – dvigubi, vienas su lankais, kitas – be (pvz., kaulinių ganoidų).

### 6.4. Kaulinių žuvų pelekai

Šiuolaikinių žuvų krūtininis pelekas, kaip ir visų kitų pelekų išorinės dalys yra minkštos lanksčios, išskyrus kietuosius spindulius, ir vadinamos lepidotrichijomis, tačiau jos sutrumpėjusios, jų mažai. Pelekai būna labai skirtingi: vieni – trumpučiai, permatomi, kiti –

platūs, sudarantys iki pusės kūno aukščio, dar kiti – su stambiais spygliais. Įprastai kaulinės žuvys turi po vieną nugarinį ir pauodeginį pelekus. Tačiau atskirais atvejais pelekų gali būti daugiau: ešeržuvės, skorpenžuvės turi po 2, o menkinės žuvys net po 3 nugarinius pelekus. Lašišinės žuvys (retais atvejais ir kitos), turi papildomą riebalinį pelekėlį.

### 6.5. Žuvų raumenys

Žuvų raumenys mažai diferencijuoti, tačiau jie kartu su skeletu sudaro judėjimui labai svarbų vientisą mechanizmą. Jis ne tik labai tvirtas dėl kaulinio audinio savybių, tačiau ir lankstus: senovinių žuvų – lankstus dėl chordos, o kaulinių – dėl tarpusavyje judamai sunertų slankstelių. Embriono stadijoje gemalui vystantis susidaro trečiasis gemalinis lapelis – mezoderma. Jos centre esantys voleliai – mezodermos dariniai – labai sparčiai vystosi, didėja ir taip apgaubia vidinę kūno ertmę – celomą, kuriame vėliau formuojasi žuvies vidaus organai – širdis, žarnynas, lytinės liaukos ir inkstai.

Didžiąją dalį žuvies raumenų sudaro vadinamieji kūno (somatiniai) raumenys. Tai skersaruožiai raumenys, sudaryti iš skaidulų (miomerų), kurias atskiria pertvarėlės – mioseptos. Kiekvienas miomeras savo ruožtu horizontaliai padalintas į dvi dalis – nugarinę (epaksoninę) dalį ir pilvinę (hipaksoninę) dalį. Tai tik žuvims būdinga raumenų sistema, kuri, vystantis galūnėms, sausumos stuburiniuose žymiai pakinta.

Be kūno raumenų, žuvims išsivysto ir kiti, mažiau pastebimi, tačiau svarbūs žarnyno veiklai, žiaunų – kraujotakos sistemai. Jie vadinami visceraliniais raumenimis ir yra nesegmentuoti, todėl priskiriami lygiųjų raumenų grupei. Žandų srityje šie raumenys pakitę, nes atlikdami panašias funkcijas kaip ir kūno raumenys, jie tapo skersaruožiais.

Žuvų galvoje yra didžiausia raumenų įvairovė: čia yra žandus sutraukinėjantys, akių judesiams skirti raumenys ir, svarbiausia, žiaunadangčių veiklą (žuvies kvėpavimą) palaikantys raumenys.

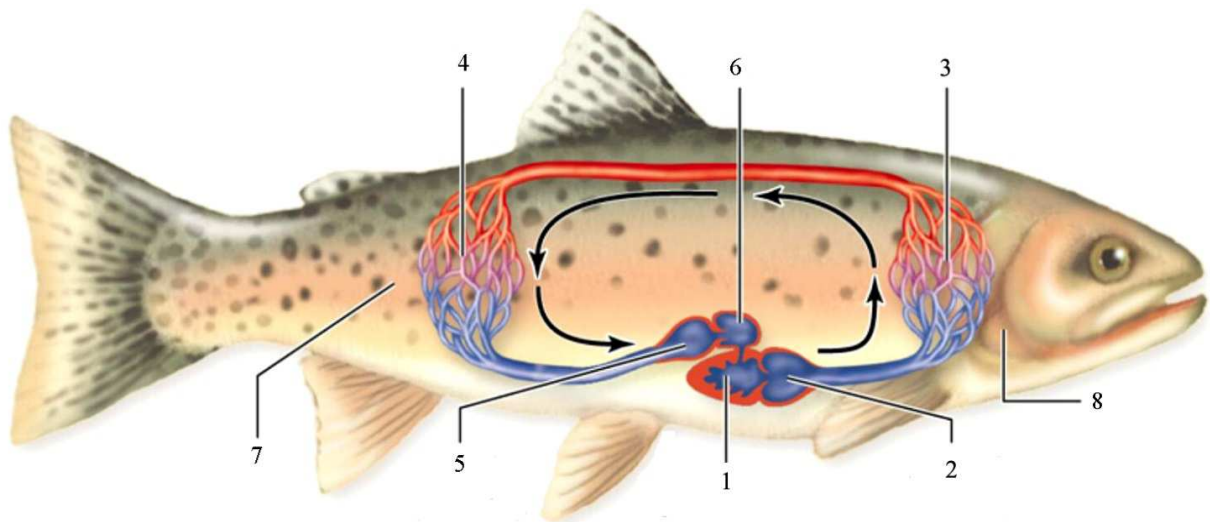
### 6.6. Kvėpavimas

Kaulinės žuvys kvėpuoja ventiliuodamos žiauninius lapelius, kurie prisitvirtinę prie kiekvieno iš 4 žiauninių lankų dviem eilėmis. Skirtingai nei rykliai, kurie gali kvėpuoti tik nuolatos plaukiodami, kaulinės žuvys savo burnos ertmėje sukuria vandens tėkmę. Net ir neplaukdamos, žuvys įsiurbia per burną gurkšni vandens, tada galvos šonuose esantys žiaunadangčiai prasiveria ir vanduo teka skalaudamas žiauninius lapelius, kol išteka pro atsivėrusį bendrą plyšį tarp žiaunadangčių ir skruostų. Vandeniui tekant pro žiauninius lapelius, jis kontaktuoja su labai tankiu žiauninius lapelius išraizgiusių plonyčių kapiliarų tinklu. Kadangi jų sienelės labai plonos, tai per jas nuolat vyksta įvairių vandenyje ištirpusių medžiagų (anijonų

ir katijonų), tarp jų – ir deguonies bei anglies dvideginio pernaša (transportas). Taip iš deguonimi prisotinto vandens deguonis patenka į žiauninių lapelių kraujo kapiliarus, o iš atitekančio kraujo anglies dvideginis difunduoja į ištekantį vandenį, kuris po žiaunadangčių plyšį išteka lauk.

### 6.7. Kraujotaka

Žuvų kvėpavimo sistema glaudžiai susieta su kraujotaka. Net anatomiškai širdis glūdi iškart po žiaunomis. Nors žuvų širdis sudaryta iš 4 dalių, ji turi tik dvi kameras. Kraujas iš pagrindinės kraują varinėjančios širdies dalies – skilvelio teka į arterinį gumbą, kuriame yra vožtuvai, neleidžiantys kraujui grįžti atgal. Žiauniniuose lankuose esantys žiauniniai lapeliai gausiai išraizgyti kapiliarų, kuriuose, juos skalaujant vandens tėkmei, vyksta medžiagų pernaša ir deguonies difundavimas į kraują. Šis procesas išsamiai pavaizduotas 8 paveiksle.



8 pav. Kraujotakos schema žuvies organizme. 1 – skilvelis (lot. *ventriculum*), 2 – arterinis gumbas (*bulbus aortae*), 3 – kapiliarų sistema žiaunose, 4 – kapiliarų sistema audiniuose ir inkstuose, 5 – veninis sinusas (*sinus venosus*), 6 – priešširdis (*atrium*), 7 – kūno audiniai.

Rodykle pažymėta kraujo tekėjimo kryptis

(pagal <http://baileybio.com>)

### 6.8. Kraujodara

Žuvų kraujo gamybos (kraujodaros, hemopoezės) organai yra priekinė inkstų dalis bei blužnis. Iš pirminių kraujodaros ląstelių – hemocitoblastų susiformuoja kelių rūšių pradinės ląstelės (kraujo kūnelių pradininkės): proericitai, myeloblastai, limfoblastai, monoblastai, trombocitai. Jos auga, keičiasi ir susidaro pagrindinės kraujo kūnelių grupės – eritrocitai, granulocitai, limfocitai, monocitai ir trombocitai. Šių skirtingų ląstelių funkcijos yra analogiškos kaip ir žinduolių, tap pat ir žmogaus. Skiriasi tik ląstelių kiekis kraujyje, be to, jis labai skiriasi ir atskirų žuvų grupių ar rūšių.



### 6.9. Urogenitalinė (šlapimo šalinimo ir lytinė) sistema

Kaulinių žuvų šlapimas susidaro inkstuose. Inkstai mezonefridiniai. Jie išsidėstę tiesiai po stuburu ir primena sukrešėjusį kraują. Priekinė inkstų dalis atlieka kraujo gamybos (hemopoezės) organo vaidmenį, vidurinioji ir galinė, kuri tęsiasi net už analinės angos esančioje liemens dalyje, skirta vien tik šlapimo sistemos funkcionavimui.

Šlapimo susidarymo sistema neatsiejama nuo kitos funkcijos – osmoreguliacijos (pastovaus druskų balanso) organizme palaikymo. Taigi inkstai yra dvi tamsiai raudonos spalvos juostelės krūtinės ir liemens srityje, šonuose po stuburu. Į inkstus kraujas atiteka kapiliarais. Jų skersmuo yra žymiai didesnis nei ištekamųjų kapiliarų.

Šlapimo pūslė geriausiai išvystyta jūrinių žuvų (dėl galimybės geriau sureguliuoti osmotinį slėgį). Iš šlapimo pūslės šlapimas išteka per šlapimkanalį ir pasišalina per atskirą angelę, esančią šlapimo – lytinio spenelio gale.

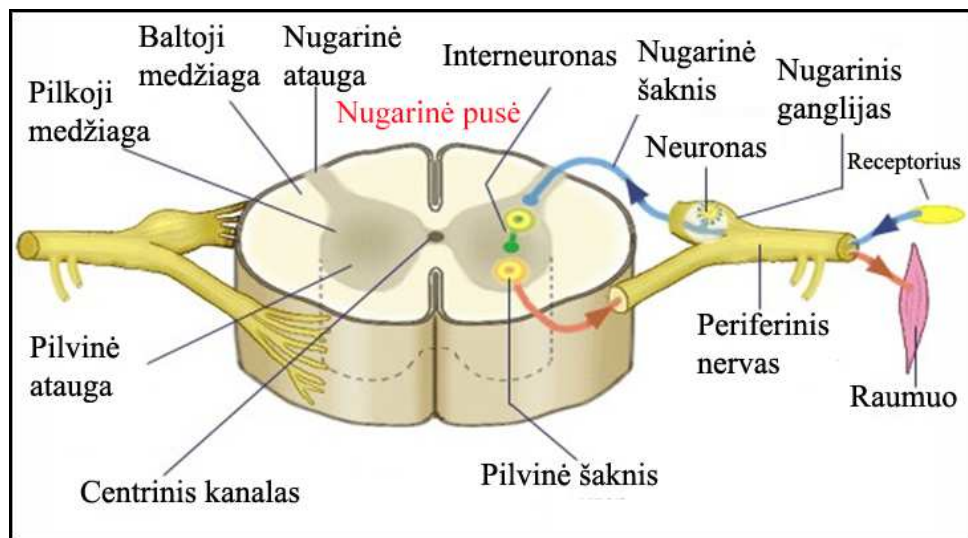
Absoliuti dauguma žuvų yra skirtalytės. Tačiau hermafroditizmas nėra retas, pvz., tarp skorpenžuvių. Dalis šių žuvų pirmus kelerius metus funkcionuoja kaip patinai, vėliau – kaip patelės. Kitos keičia lytį kasmet. Patinų lytinės liaukos – sėklidės (*testes*), kaip ir daugumos patelių, porinės. Tačiau kai kurių išsivysčiusi tik viena, pvz., upinio ešerio – tik dešinioji. Patelių kiaušidėse iš pirminių lytinių ląstelių – oocitų, bręsta kiaušinėliai, vadinami ikrais. Jiems subrendus prasideda ovuliacija (nerštas). Prieš nerštą lytinės liaukos smarkiai padidėja. Žuvis gali neršti vieną kartą gyvenime (pvz., rytinės lašišos), kelis kartus (lašišos, šlakiai) ar daug kartų per gyvenimą (eršketai).

### 6.10. Nervų sistema

Galvos smegenys – labai sudėtingas centrinės nervų sistemos nervinio audinio darinys. Vystantis žuvis, pirmiausia susiformuoja patys svarbiausi smegenų mazgai – priekinių, tarpinių ir viduriniųjų smegenų užuomazgos, koordinuojančios svarbiausius jutiminius organus – uoslę, regą ir klausą. Vėliau susidaro dar dvi dalys – smegenėlės ir pailgosios smegenys. Nuo pailgųjų smegenų tęsiasi nugaros smegenys.

Žuvų priekinės smegenys (lot. *telencephalon*) skirtos vien tik uoslės sistemos koordinavimui. Pusrutulių nėra, tačiau nuo šios dalies į priekį ištįsusios uodžiamosios skiltys, susijusios su uoslės nervais (tai I nervų pora). Nuo tarpinių smegenų (lot. *diencephalon*) atsišakoja II nervų pora – regos nervai, nuo viduriniųjų smegenų (lot. *metencephalon*) atsišakoja akies judinamasis, skridininis ir trišakis nervai. Nuo pailgųjų smegenų (lot. *myelencephalon*, sin. *medulla oblongata*) atsišakoja likusios nervų poros.

Nugaros smegenys sudarytos iš baltosios ir pilkosios smegenų medžiagos (9 pav.). Pilkojoje smegenų dalyje (audinyje) yra interneuronai, nuo jų atsišakoja nugarinė (juntamoji arba sensorinė) ir pilvinė (judinamoji arba motorinė) nervų šaknų dalys, kurios netrukus susijungia. Toje vietoje yra nervinis ganglijas (mazgas) ir jo viduje – juntamasis neuronas. Toliau tęsiasi periferinis nervas. Netrukus nervas atsišakoja į tris šakas: nugarinę, pilvinę ir visceralinę, įnervuojančią vidaus organus. Šiuo bendru nervu į nugaros smegenų kamieną atsklinda nerviniai impulsai iš įvairių receptorių, tada pilkojoje medžiagoje per tarpinį neuroną (interneuroną) impulsas grįžta periferiniais nervais į raumenis, taip užtikrinamas greitas atsakas į menkiausius dirgiklius.



9 pav. Žuvies nugaros smegenų schema

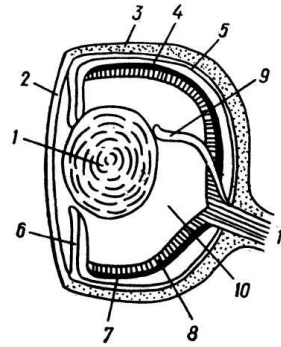
(Šaltinis: <http://people.eku.edu/ritchison/g/342notes11.html>)

### 6.11. Žuvies jutimo organai

Žuvyse yra išlikusių primityvių, tik bestuburiams būdingų pirminių juntamųjų ląstelių. Jos aptinkamos uodžiamajame epitelyje, šnervių vidiniame paviršiuje, akies tinklainėje, t. y. šios ląstelių sancaupos yra labai arti smegenų ir joms informaciją, kurią gauna per protoplazminį plaukelį, perduoda neuritu. Visos kitos juntamosios ląstelės yra antrinės, jos susitelkusios į sancaupas ir formuoja jutiminius organus.

**Šoninė linija.** Vienas paprasčiausių žuvies jutimo organų yra šoninė linija (lot. *linea lateralis*). Šoninė linija – tai smulkių skylių išilgai šonų žvynuose ir odoje bei kanalėlių galvos kauluose sistema. Šis darinys skirtas jausti žemo dažnio virpesius (vadinamoji seismosensorinė sistema). Paprastai žuvis jaučia nuo kelių iki 1,5 tūkst. decibelų vandenyje sklindančius garsus.

**Rega.** Akies sandara yra universali visiems stuburiniams (10 pav.), tik šiek tiek primityvesnės sandaros akis turi apskritažiomeniai (nėgės). Žuvys trumparegės, tačiau kai kurie rykliai akies lęšiuką gali akomoduoti (pritaikyti) ir žvelgti toli.



10 pav. Žuvies akies schema. 1 – lęšiukas, 2 – ragena, 3 – odena, 4 – gyslainė, 5 – sidabrinė plėvė, 6 – rainelė, 7 – pigmentuotas epitelis, 8 – tinklainė, 9 – pjautuvinė atauga, 10 – stiklakūnis, 11 – regos nervas

(pagal A. Mačionį, 1989)

**Klausa.** Žuvų klausos organą sudaro vidinė ausis. Tai kartu ir pusiausvyros organas. Vidinę ausį sudaro ausies plėvinis labirintas, užpildytas endolimfa (specifiniu skysčiu). Vystantis ausies labirintui susidaro pailgasis ir ovalusis maišeliai, vėliau iš pailgojo susidaro trys statmenai vienas į kitą plokštumomis susijungę pusratiniai kanalai (lot. *canales semicirculares*).

Žuvų pusiausvyros reguliavimo organas neatsiejamas nuo vidinės ausies. Pusiausvyrą registruoja vidinės ausies labirinte esantys klausos kauliukai – otolitai.

Vienas įdomiausių žuvies jutimo organų yra tik karpinėms ir šamažuvėms būdingas vadinamasis Vėberio aparatas. Tai papildomas klausos organas, kuris sklindančią garso bangą sustiprina plaukiojamojoje pūslėje. Sustiprintas garsas per pakitusius 4 stuburo slankstelius ir kelis tarpinius kauliukus perduodamas vidinės ausies labirintiniam organui, t. y. veikia endolimfą. Taip registruojamos infragarsinės bangos, vandenyje sklindančios labai toli. Manoma, kad neatsitiktinai šis organas būdingas tik sausumos vandenyse gyvenančioms žuvims, ir tokia juslė yra sausumos stuburinių ausies prototipas.

**Elektros lauko jutimas.** Elektros lauko jutimas – unikali žuvų galimybė orientacijai drumstame vandenyje naudotis elektrinio lauko, kurį sukuria pačios žuvys, pojūčiu. Vienos žuvys (pvz., elektrinis ungurys) elektrinį potencialą, kuris gali siekti 300 ar net 600 V, naudoja aukoms apsvaiginti, kitos (pvz., *Gymnarchus*) – orientacijai.

## 7. ŽUVŲ NERŠTAS IR VYSTYMASIS

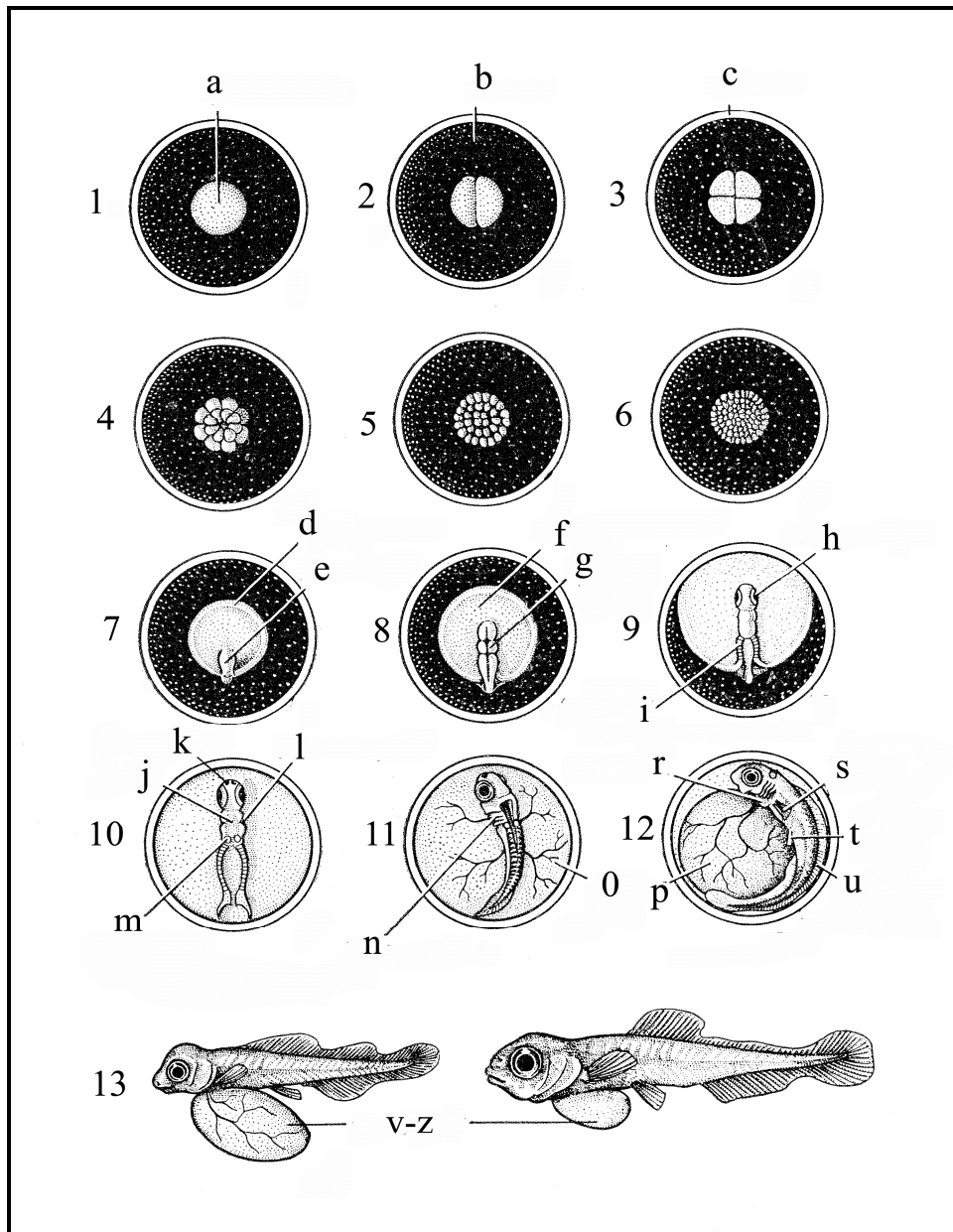
Absoliučios daugumos kaulinių žuvų apvaisinimas yra išorinis. Jos, išskyrus gyvavedes karpiadantes (lot. *Cyprinodontiformes*) ir dar kelias retas išimtis, neturi ir išorinių vyriškų apvaisinimo organų. Patelės paprastai turi išsivysčiusias abi kiaušides (lot. *ovaria*) (retai būna tik viena kiaušidė, pvz., upinio ešerio), patinai turi porinius vyriškus lytinius organus – sėklides (lot. *testes*). Retai žuvys gali subrandinti ir vyriškus, ir moteriškus lytinius produktus. Hermafroditizmas dažniau pasitaiko tarp skorpenžuvių, ešeržuvių.

Kiaušinėliai iš kiaušidės per pailgėjusią jos dalį patenka į vandenį per lytinį spenelį, vadinasi, jos neturi tikrųjų kiaušintakių (anatomijoje vadinamų Miulerio lataku). Tokia supaprastėjusi sandara yra susijusi su labai dideliu produkuojamų kiaušinėlių (vadinamų ikrais), kiekiu. Pvz., sterko patelė gali išneršti iki 1 mln., stambi menkė – iki 3 mln., o mėnulžuvė – net iki 300 mln. ikrelių. Ikrų dėtis saugančios žuvų rūšys (ikrus slepiančios ir/ar inkubuojančios kituose gyvūnuose (kartuolė – moliuskuose) ar net savo burnoje (kai kurie cichlidai) vienu metu išneršia tik keliolika ar keliasdešimt ikrų.

Kai kurios žuvų rūšys gali neršti tik 1 kartą gyvenime, po to žūva (totalinis nerštas), tačiau kitos gali neršti ir kelis ar net keliolika kartų. Pastarųjų rūšių atstovai gyvena žymiai ilgiau, pvz., didysis eršketas – iki 100 metų. Išneršti ikrai gali prilipti prie dugno ar augalų, tačiau gali ir laisvai plūduriuoti. Tada srovės juos nuneša labai toli nuo nerštaviečių ir taip užtikrinamas žuvų plitimas.

Žuvys gali neršti tiesiog vandens storumėje (pelaginis nerštas), ant akmenų ar žvyro (litofilinės), ant augalų (fitofilinės). Netinkamame substrate išneršti ikreliai nesivysto ir žūva.

Žuvies ikras, patekęs į vandenį, neapvaisintas gali išbūti sąlyginai trumpą laiką (priklausomai nuo žuvų grupės ir temperatūros – nuo kelių minučių iki kelių valandų). Tik laišinėms žuvims būdingas neapvaisintos kiaušialąstės vystymasis iki gastrulės stadijos. Vėliau, apvaisinus kiaušialąstę, susidaro zigota, kuri nuosekliai vystosi iki jaunos žuvytės – laisvojo embriono. Nors ši stadija vadinama lervine, tačiau iš tikrųjų lervos stadija būdinga tik tarpūnžuvėms ir unguariažuvėms. Visų kitų žuvų vystymasis vyksta tiesiogiai, o embriono stadija, kai praplyšta ikro dangalas, tačiau dar lieka trynio maišas, iš kurio atsargų ir maitinasi žuvytė, vadinama lervute. Vystymosi stadijų schema pateikiama 11 paveiksle. Po laisvojo embriono stadijos žuvytė pradeda maitintis išoriškai, nuo tada ji jau vadinama mailiumi.



11 pav. Žuvies embriono vystymosi schema. 1–6 – blastulės stadija, 7 – gastrulės stadija, 8–10 – mezodermos (vidinio gemalinio lapelio) formavimasis, 10–12 – uždarojo embriono (“akutės”) stadija, 13 – laisvojo embriono stadija. Raidėmis pažymėta: **a** – gemalinis diskas, **b** – trynys, **c** – ikro dangalas, **d** – trynio dangalas, **e** – embriono užuomazga, **f** – trynys, **g** – embrionas, **h** – akies užuomazga, **i** – kūno segmentai, **j** – smegenys, **k** – šnervės, **l** – žiaunų plokštelės, **m** – pusiausvyros kauliukai, **n** – žiaunų plyšiai, **o**, **p**, **v** ir **z** – skirtingos trynio maišų stadijos, **r** – širdis, **s**, **t** ir **u** – pelekų užuomazgos

(pagal G. Mau, 1968)

## 8. ŽUVŲ GYVENAMOJI APLINKA IR EKOLOGIJA

Atskiroms žuvų rūšims ar bendrijoms didelę reikšmę turi aplinkos sąlygos. Daugumai žuvų rūšių labai svarbios būna neršto (reprodukcijos) sąlygos, kurios turi poveikį sėkmingai inkubacijai ikrių brendimo ir ankstyvose embriono vystymosi stadijose (Nikolskij, 1965). Todėl net nežymūs temperatūros, druskingumo, rūgštingumo (pH) pokyčiai gali neigiamai paveikti visą vienų ar kitų metų žuvų populiacijos generaciją. Tokias netektis gali kompensuoti labai didelis individualus vislumas, kai kurių rūšių žuvų siekiantis po 3–30 ar net 300 mln. ikrelių. Toks didelis vislumas, rūšies areale siekiantis milijardus kiaušialąsčių, yra biologinis prisitaikymas, kompensuojantis mirtingumą ir užtikrinantis populiaciją bei visos rūšies išlikimą kartais šimtus tūkstančių ar net milijonus metų.

Mirtingumo sumažėjimas (nors keliais procentais ar dar mažiau), esant stabilioms ar artimoms optimalioms aplinkos sąlygoms, dažniausiai sukelia masišką rūšies individų pagausėjimą. Tokie faktai žinomi 1938–1939 metais bei 1975–1976 metais, kai Tolimuosiuose Rytuose silkiažuvės *Sardinops sagax* (mums žinomos kaip silkės ivasi) tiek pagausėjo, kad laimikiai siekė po 2,5–2,8 mln. tonų per metus. Po tų derlingų metų žuvų gausa vėl labai sumažėdavo. Toks reiškinys vadinamas populiacijos bangomis.

Žuvys būna trumpo ir ilgo gyvenimo ciklo. Ilgaamžiškiausios yra eršketinės, kai kurios gelmių žuvys. Jos gali veistis per gyvenimą po 20–30 ar net daugiau kartų. Todėl ilgaamžių žuvų neršto populiacijos amžinė sudėtis labai skiriasi, nors yra žinomos ir tokios neršto sankaupos, kai vienu metu neršia mažai besiskiriančios amžiumi grupuotės.

Kas kita trumpaamžės masiškos žuvys – pavyzdžiui, smulkios silkių rūšys, stintos. Dažniausiai jų neršte dalyvauja tik vieno amžiaus žuvys, kurios po to paprastai ir žūva. Kuo rūšis gausesnė individų, tuo žūtis tiek neršto metu, tiek jaunos amžiaus grupėse yra didesnė. Tai iliustruoja ančiuvių, sardinių, atlantinių silkių pavyzdžiai.

Visi jauni individai, kurie išgyvena iki brandos (t. y. iki neršto), yra vadinami populiacijos papildymu. Tie individai, kurie išgyveno nuo praėjusio neršto, – populiacijos liekana.

Atskirų metų generacijų gausumo svyravimai vadinami fliktuacijomis. Yra žinomi neperiodiniai, nuo atsitiktinių gamtos veiksnių priklausantys svyravimai, tačiau atliekant daugiamečius silkių, lašišų ir kitų žuvų tyrimus buvo nustatyti ir periodiniai pokyčiai. Manoma, kad labai didelę reikšmę tam turi saulės aktyvumas skirtingais periodais. Paprastai tai 10–11 metų ciklai, nuo kurių priklauso masiškų, verslinių žuvų ištekliai, o tuo pačiu ir laimikiai. Verslinės žvejybos poveikis žuvų populiacijų būklei nepaprastai didelis, paprastai jis sulygina

dėl gamtinių sąlygų susidarančius gausos svyravimus. Tačiau retosioms žuvų rūšims žvejyba gali būti lemiamas veiksnys (pvz., jeigu intensyvi žvejyba sutampa su „nederlingais“ vienas po kito sekančiais sezonais). Tuomet iškyla pergaudymo pavojus, kai kada galintis tapti ir rūšies išnaikinimo priežastimi. Todėl pastaraisiais dešimtmečiais verslinių žuvų išteklių naudojimas yra neatsiejamas nuo griežtos kontrolės ir naudojimo reguliavimo, nustatant kvotas, limituojant žvejybos intensyvumą.

Neverslinių žuvų rūšių gausos padidėjimas susijęs su populiacijų savireguliacija. Dažniausiai tai atlieka plėšrūnai (jūrų žinduoliai, stambios plėšriosios žuvys ar paukščiai), rečiau – ligos. Žuvų populiacijų racionaliam naudojimui įkuriamos specialios atskirų šalių ar tarptautinės komisijos (pvz., „Helcom“), kurios regioniniu ar pasauliniu mastu sprendžia žuvų išteklių valdymo problemas.

### 8.1. Gyvosios gamtos (biotinių) sąlygų įtaka žuvims

Nepaprastai didelė ir biotinės aplinkos (gyvųjų vandens telkinio ekosistemos komponentų) reikšmė žuvų gyvenimui. Visų pirma, itin svarbūs augalai, kurie gamina deguonį, be to, yra daugybės žuvų maistas. Ant augalų žuvys neršia ikrus, jų sąžalynuose slepiasi jos pačios ar jų jaunikliai. Ne mažiau svarbūs ir koraliniai polipai, kurių sankaupos (koraliniai rifai) leidžia egzistuoti labai turtingoms rūšimis žuvų bendrijoms. Žuvų ir įvairių bestuburių gyvūnų tarpusavio saitai – dar sudėtingesni nei žuvų ir augalų. Nors ir augalų pasaulyje yra „mėsėdžių“ (žuvų kaip auką pagaunančių augalų), tačiau nepalyginamai įvairiapusiškesnis bakterijų, virusų, grybų, kaip ligų sukėlėjų, poveikis. Žuvų ligas nagrinėja ichtiopatologijos mokslas, todėl čia ligos neaptiriamos.

Žuvų mitybinė specializacija nepaprastai plati. Žuvys gali maitintis pačiu įvairiausiu maistu, pradėdant bakterioplanktonu ir baigiant detritu (apmirusia organika) ar net atsitiktinai į vandenį patekusiais paukščiais bei žinduoliais. Tačiau stuburiniai gyvūnai – paukščiai ir žvėrys – dažniausiai būna žuvų vartotojai. Todėl per žuvis vandens ekosistemose fitoplanktono ir makrofitų fotosintezės metu sukurta organinė medžiaga pernešama į sausumą, o vėliau vanduo kartu su organinėmis bei biogeninėmis medžiagomis grįžta atgal į vandenų pasaulį. Taip egzistuoja sudėtingi medžiagų ir energijos pernašos srantai, tuo pačiu funkcionuoja ir vandens bei sausumos ekosistemos.

### 8.2. Aplinkos faktorių (abiotinių sąlygų) įtaka žuvims

**Temperatūra.** Šaltakraujų vandens gyvūnų, tarp jų – ir žuvų, metabolizmui (visiems gyvybiniais procesams) nepaprastai didelę reikšmę turi temperatūra. Retas kuris žuvų pasaulio atstovas, išskyrus marlinus, tunus, durklažuves, gali turėti žymiai aukštesnę nei aplinkos

temperatūrą. Toks reiškinys, kai organizmas negali aktyviai reguliuoti savo kūno temperatūros, vadinamas poikilotermiškumu. Iš kitos pusės, tai yra tobulas prisitaikymas gyventi tiek stabiliose sąlygose gelmėse, po ledu, ar net ekstremaliose sąlygose esant palyginti labai aukštai vandens temperatūrai. Todėl pagal temperatūros toleravimą žuvis skirstomos į euritermines (galinčios gyventi labai plačioje temperatūros amplitudėje, kartais siekiančioje 30 ir daugiau laipsnių) ir į stenotermines (prisitaikiusios gyventi tik labai stabilioje temperatūroje, pvz., koralinės žuvis). Taip susidaro įvairūs žuvų biologiniai ciklai, prisitaikymai prie neršto, migracijos galimybių.

**Vandenyje ištirpusio deguonies kiekis ir dujų balansas.** Vandenyje ištirpusių dujų, tarp jų – ir deguonies kiekis, tiesiogiai priklauso nuo vandens temperatūros: kuo ji aukštesnė, tuo dujų tirpumas mažesnis. Žymiai mažiau dujų tirpumas priklauso nuo atmosferos slėgio ir kitų veiksnių. Žuvų žiaunų aparato sandara ir kvėpavimo mechanizmas aptariamas anatomijos skyriuje, tačiau reikia pasakyti, kad žinomi labai skirtingi prisitaikymo kvėpuoti deguonies deficito sąlygomis būdai (galimybė kvėpuoti per papildomą organą virš žiaunų (labirintinės žuvis), pasinaudojant specialiu maišu virš skrandžio (kai kurie šamai), pervarant orą per žarnyną (vijūnai), per odą (daugelis tropinių plikų žuvų) ir pan.). Suaugusių ir jaunų žuvų prisitaikymo kvėpuoti deguonies deficito sąlygomis būdai fiziologiškai yra labai sudėtingi.

**Gelmės ir srovės.** Žuvis tobulai prisitaikiusios gyventi skirtingame gylyje ir tėkmėse. Giliavandenės žuvis iširtos mažai, tačiau šiandien jau žinoma, kad jos gali gyventi iki 8 km gylyje ar dar giliau. Gelmių žuvis ilgaamžiškesnės, tačiau, skirtingai nei kai kurių bestuburių (pvz., barzdakirmiai), gigantiškųjų žuvų formų neaptikta. Priešingai, gelmėse gyvena daug smulkių rūšių.

**Vandens skaidrumas.** Vandenyje pakibusios (skendinčios) dalelės riboja ar atima žuvies galimybę naudotis rega. Todėl susiformavo specifiniai kai kurių žuvų rūšių gebėjimai orientuotis drumstame vandenyje (elektrinis laukas ir jo jutimas, geriau išvystyta šoninė linija). Tokių žuvų akys sumažėjo, o jos pačios prarado žvynų dangą (pvz., europiniai šamai).

**Druskingumas.** Vandens druskingumas – tai vandenyje ištirpusių druskų kiekis, paprastai matuojamas miligramais ar gramais (jūros vandenyje) litre vandens. Jūros vandenyje randama maždaug 60 iš 92 pagrindinių cheminių elementų. Ištirpusių druskų kiekis, kuris dar vadinamas bendrąja mineralizacija, kinta nuo kelių dešimtųjų mg/l iki 100 g/l ar net daugiau (vadinamieji hiperhalininiai vandenys).

Vandens druskingumas gali būti išreiškiamas promilėmis (‰), psu (angl. *practical salinity unit*) ar ppt (angl. *parts per thousand*). Visi šie matavimo vienetai yra lygiaverčiai ir reiškia tūkstantąsias skaičiaus dalis. Pagal mineralizaciją gamtiniai vandenys skirstomi į gėluosius (iki 0,5 ‰), druskėtus (0,5–30 ‰), jūrinius (sūriuosius, 30–50 ‰) ir sūrymus (hiperhalininis, juose druskingumas viršija 50 ‰) (Mokrik, Mažeika, 2006). Anot šių autorių,



bendroji mineralizacija ir cheminė vandens sudėtis priklauso nuo gamtinių aplinkos sąlygų: tirpimo procesų, išgaravimo, jonų mainų su uoliena procesų, ištirpusių dujų sudėties, gyvųjų organizmų veiklos, fizikinių – cheminių procesų, klimato, geografinės padėties ir daugelio kitų faktorių.

Žuvų augimą ir vystymąsi kontroliuoja centrinė nervų sistema, humoralinis reguliavimas, iš dalies – išoriniai aplinkos veiksniai: maisto kiekis ir kokybė, temperatūra ir kt.

Žuvų augimas yra specifinė fiziologinė funkcija, kuri skiriasi nuo paukščių ar žinduolių, nes žuvų augimas nedeterminuotas, t.y. jos auga visą gyvenimą. Tuo pačiu jos labiau priklausomos nuo aplinkos sąlygų, t.y. fizikocheminių vandens savybių, tarp jų – ir vandens druskingumo. Vandens druskingumas daro įtaką daugumos žuvų rūšių ikrų apvaisinimui ir inkubacijai, trynio maišelio rezorbcijai, ankstyvajai embriogenezei, plaukiojamosios pūslės išsivystymui, lervos augimui vėlesnėse stadijose druskingumas yra vienas iš veiksnių, lemiančių augimo greitį. Tarp ekologinių veiksnių druskingumas yra specifinis vandens aplinkos parametras. Dauguma žuvų susiduria su vandens druskingumo koncentracijų kaita. Žuvų jaunikliai, turėdami galimybę, dažnai renkasi druskėtą vandenį, pavyzdžiui, estuarijas, pakrantės lagūnas.

Gėlavandenės žuvis, patekusios į druskėtą vandenį, o jūrinės – į mažesnio druskingumo, nei natūrali jų gyvenamoji aplinka, pradeda maitintis intensyviau. Tai siejama su tuo, jog druskėtame vandenyje suintensyvėja kai kurių hormonų bei fermentų, susijusių su virškinimu ir osmoreguliacija, veikla. Gėlavandenės žuvis druskėtame vandenyje įsisavina didesnę maisto medžiagų kiekį, negu būdamos gėlame, o tai lemia spartesnę jų augimą.

**Amoniakas.** Vykstant gyvybiniams procesams, žuvies organizme susidaro azoto junginiai. Svarbiausiais jų yra amoniakas ( $\text{NH}_3$ ) – tai vandenyje lengvai tirpstančios dujos, kurios jonizuojamos iki amonio jonų ( $\text{NH}_4^+$ ):  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ . Vandenyje nejonizuotas amoniakas yra pusiausvyroje su amonio jonais. Jonizacijos laipsnis priklauso nuo vandens temperatūros, pH, ištirpusių druskų koncentracijos. Vandenyje apie 90 g  $\text{NH}_3$  ištirpsta 100 ml 0°C temperatūros distiliuoto vandens. Jo tirpumas vandenyje didėja mažėjant pH. 10°C vandenyje padidinus pH nuo 7 iki 8,  $\text{NH}_3$  koncentracija padidėja maždaug 10 kartų, tuo tarpu vandens temperatūrą pakėlus 10°C (nuo 10°C iki 20°C),  $\text{NH}_3$  koncentracija vandenyje padvigubėja. Padidinus vandens druskingumą nuo 0,5 ‰ iki 32 ‰ dešimties laipsnių temperatūroje,  $\text{NH}_3$  koncentracija sumažėja apie 15 %.

Amoniaką kaip metabolitą į aplinką išskiria visi vandens gyvūnai ir mikroorganizmai. Vandens ekosistemose amoniakas yra toksiškesnis, palyginti su sausumos ekosistemomis, nes patekęs į vandenį yra nuodingas žuvims ir kitiems vandens gyvūnams. Dauguma žuvų amoniaką per žiaunas į aplinką išskiria kaip šalutinį baltymų metabolizmo produktą.

## 9. LIETUVOS VIDAUS VANDENŲ ŽUVŲ BENDRIJOS

Atsižvelgdami į Lietuvos ežerų žuvų bendrijų dabartinę būklę, jų panaudojimo žvejybai galimybes bei į numatomą įžuvinimo strategiją, žuvininkystės vystymosi tendencijas bei mokslinių tyrimų, atliktų 1991–2013 metais, duomenis, nustatėme, kad Lietuvoje vystoma ekstensyvi mėgėjiška – rekreacinė ir tik labai nedaugelyje telkinių – verslinė žuvininkystė. Daugeliu atvejų vystomos žuvininkystės kryptys neatitinka biologinės ežerų charakteristikos: ežerai žuvinami ir juose formuojamos tokios žuvų bendrijos, kurioms gyventi nėra sąlygų, arba žuvinama nepagrįstai dideliais kiekiais. Taip sumažėja maisto resursai, todėl galutinis rezultatas – labai mažas bendras ežerų produktyvumas.

Ežerus skirstant į atskiras žuvininkystės vystymo kategorijas, vandens telkinius sugrupavome pagal jų hidrologinę, hidrocheminę charakteristiką ir pagal juose gyvenančių žuvų bendrijų vyraujančias plėšriąsias ir dominuojančiąsias rūšis. Todėl svarbius žuvininkystei Lietuvos ežerus ir tvenkinius sugrupavome į 7 kategorijas: **seliavinius, karšinius, lydekinius, ešerinius, karpinius, natūralios žuvininkystės ir dūstančius**. Tokia vandens telkinių klasifikacija yra pagrįsta žuvų bendrijų branduolio formavimo principu „plėšrūnas ir dominantas“.

Vandens telkiniai pagal žuvų bendrijoje dominuojančias rūšis skirstomi nepriklausomai nuo to, ar tai plėšri, ar taiki žuvis. Todėl, be seliavinių, lydekinių, karšinių ar ešerinių vandens telkinių kategorijų, dar yra ir tų kategorijų variantai: seliaviniai, seliaviniai – stintiniai, seliaviniai – sykiniai, karšiniai ir karšiniai – sterkiniai, lydekiniai ir lydekiniai – karosiniai vandens telkiniai.

Atskirai kategorijai priklauso karpiniai vandens telkiniai. Analogiškai tokie vandens telkiniai jau anksčiau buvo išskirti kitų autorių upių žuvų bendrijų klasifikacijoje. Tai tokie vandens telkiniai, kuriuose, nesukeliant pavojaus bendrijoms ar vietinėms rūšims, aplinkos sąlygos leidžia įžuvinti ir auginti visą kompleksą svetimžemių rūšių, jau anksčiau introdukuotų ar aklimatizuotų šalyje – sidabrinių karosų, karpių, baltųjų amūrų, plačiakakčių ar jų hibridų. Išskirti šią vandens telkinių kategoriją svarbu įgyvendinant Lietuvos Respublikos mėgėjų žvejybos įstatymą. Karpinės žuvininkystės vystymo kryptis pirmiausiai gali būti vystoma tvenkiniuose. Šiuo metu karpių įveista daugelyje ežerų ir tvenkinių, šios žuvys ypač populiarius mėgėjiškos rekreacinės žvejybos objektas, tačiau, kadangi tai nėra vietinė rūšis, prioritetas karpinės žuvininkystės kryptčiai gali būti tik tuose ežeruose, kuriuose šios žuvys esant reikalui nesunkiai gali būti išgaudytos verslinės žūklės priemonėmis, t.y. negiluose, užimančiuose keliolika ar keliasdešimt hektarų plotą.

Kaip atskirą kategoriją numatoma išskirti vandens telkinius, kuriuose žuvinimas netikslingas dėl gamtinių sąlygų, arba tie vandens telkiniai gali būti labai jautrūs naujų rūšių invazijai. Visų pirma, tai rezervatuose ar rezervacinėse zonose, telmologiniuose ar kituose draustiniuose esantys ežerai, taip pat esantys saugomose teritorijose ir upėmis ar protakomis vieni su kitais besijungiantys vandenys, iš kurių žuvys gali nesunkiai išplaukti ir tuo paveikti viso saugomo komplekso buveines ar atskiras rūšis. Šios kategorijos ežerai gali būti priskiriami ir ešerinių ežerų kategorijai.

Žuvų rūšių skaičius upėse nuo ištakų link žemupio didėja nuo 1–4 iki 40–50 rūšių. Upokšniuose, upių ištakose gyvena 1–5 rūšys, o kai kuriuose – tik dyglės arba tik upėtakiai.

Mažose upėse (upeliuose), upių aukštupiuose gyvena vos kelios ar 10–15 rūšių žuvys. Į jų bendrijų branduolius, be minėtų upokšniams būdingų rūšių, įeina strepečiai, gružliai, kiršliai, kuojos, lydekos, ešeriai, vėgėlės. Vidutinio dydžio upėse, kurių ilgis – iki 100 km, gyvena iki 20–25 rūšių žuvys, iki 200 km ilgio upėse ir didžiųjų upių vidurupiuose – 25–30 rūšių žuvys. Be upokšniams ir upeliams būdingų rūšių, vidutinio dydžio upių žuvų bendrijų branduolius sudaro šapalai, paprastosios ir srovinės aukšlės, kirtikliai, meknės, praeivės lašišinės žuvys. Tose upėse yra mažiau upokšniams ir upeliams būdingų rūšių. Bendrijų branduolius sudaro ūsorai, skersnukiai, salačiai, karšiai, žiobriai, šamai.