

Chování a role ryb v evropských nádržích a jezerech

Velké nádrže a jezera představují největší objemy kapalné povrchové sladké vody na světě. Hydrobiologický ústav Biologického centra AV ČR, v. v. i., se dlouhodobě specializuje na tyto složité a rozsáhlé ekosystémy a usiluje o pochopení základních příčinných mechanismů a toku látek a energie. Právě na tomto pracovišti byl objeven regulační mechanismus celého ekosystému, kde společenstvo ryb hraje klíčovou roli (tzv. top-down control). V minulosti bylo možné tyto zákonitosti poměrně dobře popsat a pochopit především na menších vodách (tůně, rybníky), zatímco interakce mezi rybami a ostatními složkami systému (zooplankton, řasy, bentičtí živočichové atd.) ve velkých jezerech a nádržích zdaleka tak jasné nebyly. Důvodem omezených znalostí bylo rovněž nedostatečné porozumění rozmístění ryb, jejich preference určitých typů prostředí a v neposlední řadě denní a sezonní dynamiky těchto faktorů. Preference ryb k různým stanovištím a migrace mezi nimi stále není dobře pochopena a popsána ve srovnání s ptáky nebo jinými terestrickými zvířaty, a to z prostého důvodu. Pod vodu se člověku obtížně nahlíží a výzkum ryb i dalších vodních organismů v jejich přirozeném prostředí tak vyžaduje mnoho speciálních technologií, jejichž vývoj a pochopení je samo o sobě vědeckou disciplínou. Teprve v posledních letech se podařilo rozluštit alespoň základní vzorce prostorového výskytu ryb v českých nádržích. Stalo se tak díky značnému úsilí vynaloženému na zkvalitnění technik využívaných ke vzorkování a sledování ryb, což posunulo naše znalosti na tomto poli o značný kus dopředu.

Rozmístění ryb se výrazně mění mezi jednotlivými fázemi roku, a to především kvůli změnám nároků ryb na jejich prostředí. V závislosti na vnitřních potřebách daného druhu bychom mohli zjednodušeně rozdělit roční cyklus na tři hlavní období. Prvním je čas tření, kdy se ryby věnují především plození nového potomstva. Druhým je období sběru potravy, kdy převážně vyhledávají a konzumují potravu nutnou pro růst, vytvoření energetických rezerv a přípravu pohlavních orgánů na další třecí sezonu. Třetím typickým obdobím je zima, kdy se aktivity ryb snižují. Vhodnost jednotlivých stanovišť, aby se mohly splnit požadavky jedinců pro výše zmíněné potřeby, se u mnoha druhů nepřekrývá a např. prostředí vhodné pro tření je obvykle zcela odlišné od habitatu příhodného pro sběr potravy. Tento nesoulad nutí jedince k migracím a častým změnám obývaného prostoru. V následujících odstavcích si popíšeme některé migrace ryb v našich nádržích v jednotlivých obdobích a vliv určitých faktorů prostředí, které mohou migrace a rozmístění v jednotlivých sezonách ovlivňovat.

Dynamika prostorové distribuce

V našich podmínkách se převážná většina druhů obývajících nádrže tře na jaře. Výjimku tvoří pstruh obecný (*Salmo trutta*) s podzimním třením a dále mník jednovousý (*Lota lota*) a druhy z podčeledi síhovitých (*Coregoninae*), které se třou

v zimě. V tomto čase se rozmnožující část populace přesouvá na místa vhodná pro tření; pro většinu dominantních druhů v našich nádržích jsou jimi přibřežní oblasti nebo řeky přítékající do nádrže, kde mohou nalézt vhodné substráty pro odložení jiker. Preference třecích substrátů se mezi druhy poměrně značně liší. Např. štika obecná (*Esox lucius*), perlín ostrobříchý (*Scardinius erythrophthalmus*), kapr obecný (*Cyprinus carpio*) či lín obecný (*Tinca*



tinca) jsou druhy třoucí se na ponořené rostliny (fytofilní druhy; obr. 1), hrouzek obecný (*Gobio gobio*) využívá písčité dno (psamofilní druh) a bolen dravý (*Leuciscus aspius*) kamenitý substrát (litofilní druh). Nejúspěšnějšími však bývají plastické, indiferentní druhy (zvané též fyto-litofilní), které jsou schopné využít velké spektrum substrátů – např. cejn velký (*Abramis brama*, obr. 11), plotice obecná (*Rutilus rutilus*, obr. 12) a okoun říční (*Perca fluviatilis*, viz obr. na 4. str. obálky). Rozmnožující se jedinci se tedy během tření přesouvají do oblastí, kde se tyto vhodné substráty nalézají, a zde se po dobu tření soustřeďují.

Pro značný počet druhů je takovým prostředím již zmíněná přítékající řeka nebo ústí řeky do nádrže (obr. 2). Nacházejí zde nejen proudící vodu vyžadovanou některými druhy, ale často i ponořené makrofyty. Makrofyty, jak bylo zmíněno, jsou pro řadu druhů nezbytné pro tření. V našich nádržích se však vyskytují spíše sporadicky, a to především kvůli velkému kolísání hladiny a malé průhlednosti vody. Druhy striktně vyžadující ponořené vodní rostliny pro odložení jiker se tak často mohou třít pouze v přítokové části. Chybějí-li makrofyty i tam, pak se fytofilní ryby v nádržích nemohou rozmnožovat vůbec. U druhů se striktní vazbou na přítok nádrže využívá toto místo celá rozmnožující se část populace (např. pstruzi a bolen). Na druhou stranu u ryb vázaných na vodní vegetaci může intenzita migrace do přítoku kolísat podle výskytu makrofytů i jinde v nádrži. Tento efekt byl pozorován např. u cejnků malého (*Blicca bjoerkna*), u něhož intenzita přesunu do přítoku byla vyšší v letech s malým nebo žádným výskytem ponořených rostlin ve zbylých částech nádrže. Poměrně zajímavým fenoménem, který jsme sledovali na mnoha lokalitách, je velká oblíbenost migrovat za třením do řeky i u druhů, jež se zároveň třou v nádrži samotné. Tento jev byl zaznamenán především u oukleje obecné (*Alburnus alburnus*), plotice, okouna a cejna. Přičemž u cejna a okouna migrovali většinou jedinci, kteří se po zbytek roku zdržovali v blízkosti přítoku, zatímco u oukleje a plotice šlo o jedince i ze vzdálených oblastí. Příčina těchto rozdílů mezi druhy nebyla zatím uspokojivě vysvětlena.

Po skončení tření začíná období, kdy se ryby věnují hlavně vyhledávání potravy, a tak je důležitě využít stanoviště s největší dostupností. V našich podmínkách trvá toto období od pozdního jara nebo časného léta do konce podzimu. U některých druhů je mezi třecím obdobím a obdobím sběru potravy určité přechodné stadium. Vyskytuje se především u druhů s tzv. porcionálním třením. Při tomto typu rozmnožování se ryby nevytírají najednou, ale po menších dávkách, přičemž mezi jednotlivými dávkami je několik dnů až týdnů prodleva (známé např. u cejna, oukleje a jelce tlouště – *Squalius cephalus*). V intervalu mezi jednotlivými dávkami je distribuce ryb odlišná od období sběru potravy, protože se stále zdržují v blízkosti trdlišť.

V tomto bodě se musíme zmínit o specifické morfologii našich přehradních nádrží. Většina z nich byla vytvořena zatopením úzkých hlubokých údolí, proto



2



3

1 Jikerný pás okouna říčního (*Perca fluviatilis*) odložený na ponořené rostliny. Foto J. Peterka

2 Odlovné zařízení (tzv. vězence) instalované do přítoku vodní nádrže Římov v jižních Čechách. Foto z archivu Skupiny ekologie ryb (FishEcU) Hydrobiologického ústavu BC AV ČR, v. v. i.

3 Typický obrázek nádrže v České republice (zde nádrž Morávka nacházející se na severovýchodní Moravě).

Hluboký protáhlý kaňon se strmými břehy a prostorově velmi omezenou mělkou příbřežní částí, která je kvůli absenci ponořených rostlin i velmi málo strukturovaná. Přesto i takto omezená strukturovanost má pro ryby velký význam. Foto M. Říha

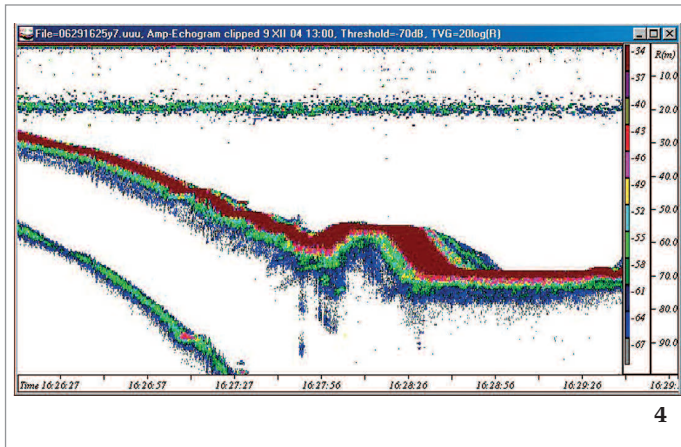
jsou dlouhé, úzké, se strmými břehy a poměrně rychle stoupající hloubkou od přítoku k hrázi, navíc často pouze s jedním či dvěma hlavními přítoky (obr. 3). Tato morfologie značně ovlivňuje řadu biologických parametrů a pro všechny složky přehradního ekosystému je tím nejzásadnějším faktorem specifická distribuce živin. Ty jsou přinášeny řekou a mají velkou tendenci usazovat se, proto se jich nejvíce vyskytuje a uplatňuje blízko přítoku nádrže a méně se jich dostane dlouhým úzkým kaňonem do hrázové části. Vzniká

tak gradient dostupnosti živin směrem od přítoku k hrázi. Koncentrace živin v jednotlivých částech závisí na mnoha faktorech, jako jsou koncentrace živin v přítékající vodě, mocnost přítoku, velikost nádrže, hloubka v různých částech nádrže, přítomnost látek schopných živiny vázat atd. Na dostupné živiny jsou velice úzce napojeni primární producenti, v tomto případě řasy, jejichž koncentrace kopíruje výskyt živin. Nejvyšší se nachází nedaleko přítoku a klesá směrem k hrázi. Na řasy jsou napojena samozřejmě i další patra potravní pyramidy jako zooplankton a bentičtí (na dně žijící) bezobratlí. Jelikož veškeré druhy ryb obývajících naše nádrže se aspoň v některé fázi svého vývojového cyklu živí především těmito organismy, výskyt a množství ryb ve výsledku následuje rozmístění těchto složek. Věrně tedy kopíruje živinový gradient, s nejvyššími koncentracemi jedinců v přítokové zóně a nejnižšími u hráze. Tento trend ale neplatí beze zbytku pro všechny druhy ryb. Zvýšená koncentrace živin totiž snižuje průhlednost vody prostřednictvím nahromadění řas. Obecně a velmi zjednodušeně bychom mohli říci, že druhy dobře adaptované na vody více zatížené živinami se nacházejí ve vyšších hustotách blízko přítoku (např. cejn, cejnek, ježdík obecný – *Gymnocephalus cernua* nebo candát obecný – *Sander lucioperca*), zatímco druhy hůře přizpůsobené na malou průhlednost najdeme častěji ve střední a hrázové oblasti (např. okoun). Navíc ve velmi čistých nádržích s dostatkem kyslíku v chladných spodních částech vodního sloupce preferují tyto hrázové části také chladnomilné druhy náročné na kyslík, jako jsou např. síhové (*Coregonus*) či pstruzi.

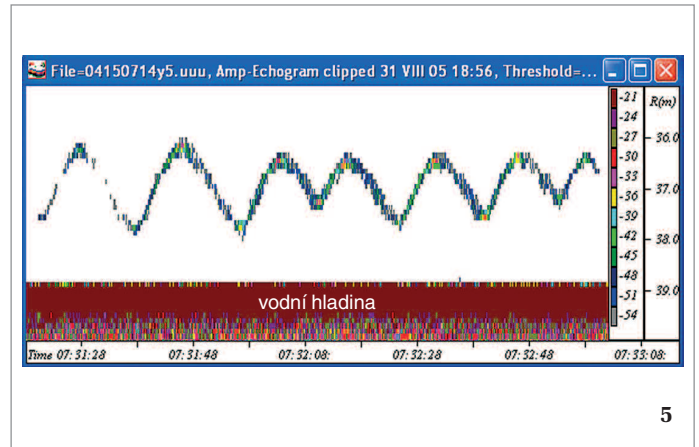
V letním období se tedy ryby soustřeďují v určitých částech nádrže v závislosti na množství potravy nebo vhodných podmínkách prostředí. Avšak i v této době se přesunují. Mnoho druhů totiž pravidelně mění své stanoviště mezi příbřežní mělkou vodou (litorálem) a volnou vodou nádrže (pelagiálem; obr. 6). Každé z těchto prostředí má určitá specifika. Příbřežní část je mělká s mnoha úkryty před dravci a s dostupnými benthickými bezobratlími, v našich nádržích se strmými břehy je však tato oblast prostorově velmi omezena. Volná voda tvoří většinu zbývajících objemu. V těchto místech úkryty chybějí a pro nedostatek kyslíku v blízkosti dna nejsou často dostupní ani bezobratlí živočichové žijící zde pod hlubšími vrstvami vody. Zato v mělkých vrstvách pelagiálu se hromadí mnoho potravy ve formě zooplanktonu.

Výhodnost výskytu v těchto dvou zónách se u ryb mění s intenzitou světla a velikostí jejich těla. Světelné podmínky mají zásadní význam pro schopnost ryb nalézt svou potravu, ale také upozorovat predátora, nebo být predátorem spatřen. Riziko ulovení se mění v závislosti na velikosti ryby a především u malých jedinců (nedospělých nebo dospělců malých druhů) je nejvyšší. Ve světelné části dne se malé ryby snaží toto riziko snížit hlavně tak, že se pohybují v blízkosti úkrytů v příbřežní části nádrže nebo velice blízko dna v mírně hlubších místech. Výhodou těchto stanovišť je poskytnutí úkrytů, v nichž se ryby mohou skrýt při účasném zjištění dravce. Nevýhodou je omezené množství těchto míst. Dochází zde ke shromáždění malých jedinců a k poměrně brzkému vyčerpání dostupné potravy. Malé ryby tak musí skryté vyčkat na přechody mezi dnem a nocí (stmívání a rozbřesk), kdy mají při nižší intenzitě světla menší pravděpodobnost ulovení predátorem, ale stále dostatek světla pro lov méně pohyblivého zooplanktonu. Malé ryby proto ve velkých počtech migrují do volné vody nebo příbřežních lokalit bez struktur, kde využívají dostupnou koncentrovanou potravu.

Jak už to v přírodě bývá, tento obecný vzorec chování neplatí pro všechny malé ryby. Některé druhy se naučily najít si útočiště před predátory i v nepříliš bezpečné volné vodě. V našich podmínkách jsme toto chování sledovali především u raného plůdku okounovitých (*Percidae*). Např. u okouna říčního dochází v některých nádržích k rozdělení na skupiny žijící jednak v povrchové vrstvě volné vody (epipelagické ryby), dále v hlubinné vrstvě volné vody (batypelagické) a nakonec v příbřežní oblasti (litorální). Asi nejzajímavější je život v hlubinné vrstvě, kde se plůdek během dne vznáší v hloubkách 8–15 m (viz obr. 4). Tyto ryby obývají tmavé vody s teplotou v rozmezí kolem 8–12 °C, která pro ně byla dříve považována za neslučitelnou



4



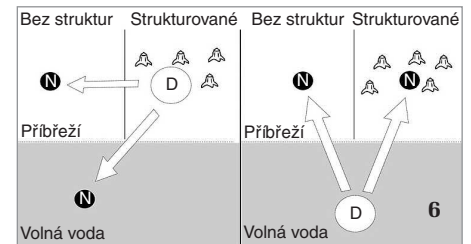
5

se životem, a téměř nepřijímají potravu. Stejně jako ryby v příbřežních úkrytech vystupují k hladině pouze během stmívání a snaží se dohnat, co přes den zanedbaly. Na to však nemají dost času, protože později v noci je příliš velká tma na efektivní lov a rovněž krátké rozednívání neposkytuje potřebný časový interval k dostatečnému příjmu potravy. Proto tyto hlubinné plůdky v rychlosti růstu obvykle zaostávají za plůdkem žijícím po celý den v povrchových vrstvách vody nebo blízko břehu. Ten přijímá potravu během celé světelné části dne, je však také dlouhodobě vystaven predaci. Pozoruhodné je, že k rozlišení na uvedené tři skupiny (epipelagické, batypelagické a litorální) dochází už v rané fázi vývoje a že poměry jednotlivých společenstev se zatím nepředvídatelně mění. O mechanismech, jak se ryby pro určitou strategii rozhodují, víme zatím velmi málo.

Mezi příbřežními stanovišti a volnou vodou však nebyly pozorovány migrace pouze u rozměrově malých ryb, ale i u dospělých velkých druhů. U velkých jedinců jsou však přesuny zaznamenávány především v obráceném směru, kdy dospělci zůstávají během dne ve volné vodě a na noc připlouvají ke břehu. Tento typ chování byl v mnoha našich nádržích sledován např. u nejběžnějších druhů, jako jsou plotice a cejna, u nichž je výskyt ve volné vodě v průběhu světelné části dne vcelku dobře pochopitelný. Na rozdíl od nedospělých malých jedinců, dospělci cejna a plotice díky své velikosti nejsou ohroženi rybími predátory a mohou tedy ve dne pro příjem potravy využívat volnou vodu, kde je vyhledávání zooplanktonu snadnější. Na mnoha nádržích tak byly ve dne pozorovány jedinci těchto druhů jen pomalu proplouvající a lovcí zooplankton. Bylo zjištěno, že využívají k odhale- ní průhledné zooplanktonní potravy tzv. sinusového plavání. Při tomto způsobu ryby plavou zdola nahoru a poté se otočí a plavou shora dolů, s velikostí amplitudy asi 1 m (obr. 5). Sinusové plavání v obou směrech (dolů i nahoru) usnadňuje nalezení zooplanktonu, protože je lépe viditelný proti kontrastnímu pozadí světlé hladiny nebo naopak temného dna. Pohled zdola či shora je tak mnohem účinnější, než kdyby ryby plavaly přímo a vyhledávaly potravu proti splývajícímu pozadí vodní masy. Velice zajímavé je, že přesun dospělců na noc do příbřežních zón byl pozorován pouze u části populace, poměr-

ně velký počet jedinců zůstává i přes noc ve volné vodě. Způsob chování tak závisí na individuálním přístupu určitých jedinců a zatím není příliš známo, co ho vyvolává. Bylo navrženo několik hypotéz, jako změna potravního stanoviště, únik před pelagickými predátory nebo pouhé šetření energie odpočinkem na dně nádrže. Jejich testování proběhlo na nádrži Římov na řece Malší u cejna velkého. Ani jedna hypotéza ale neposkytla přesvědčivé vysvětlení pro uvedený typ chování. Zřejmě nešlo o změnu potravního habitatu, protože jedinci migrující do příbřežního prostředí v noci potravu nepřijímali. Dále ani únik před pelagickými predátory není dobrým vysvětlením – velcí jedinci cejna jsou již příliš vzrostlí a nejsou predátory vyskytujícími se v nádrži ohroženi, navíc počet predátorů byl v noci v příbřežních částech vyšší než ve volné vodě. A nakonec teorie přesunu do příbřežních oblastí za účelem odpočinku je poněkud zvláštní tím, že by tento přesun vykonávala pouze určitá část populace, zatímco druhá by v klidu odpočívala v pelagiálu.

Distribuce ryb v nádrži během zimního období je zatím velkou neznámou hned z několika důvodů. Možnosti výzkumu značně ztěžuje ledový příkrov, stejně jako použití přístrojů a podmínky pro vzorkování. Také se snižuje aktivita ryb a jejich sledování vyžaduje více času, což znamená i větší finanční náklady. I přes tato ome-



6

zení byly zjištěny některé zajímavé distribuční vzorce. Např. v severských mělkých jezerech, kde může nastat nedostatek kyslíku, řada druhů (okoun, plotice, perlín) v pozdním podzimu odplouvá do přítokajících řek, kde se sdržuje přes zimu a v brzkém jare se vrací zpět do jezera. U nás takové migrace nejsou běžné, pravděpodobně především proto, že v hlubokých nádržích k deficitu kyslíku v zimě nedochází a tyto vody se naopak jeví jako vhodné pro klidné přezimování. Např. u dospělých jedinců jelce tlouště byla zaznamenána opačná migrace, kdy jedinci žijící přes jaro a léto v řece blízko vtoku do nádrže se na zimu přesouvali do tělesa nádrže. Dále se obecně traduje, že ryby v zimě leží neaktivně na dně, což není u mnoha druhů pravda. Ryby vykazují i zimní aktivitu (viz také např. Živa 1998, 3: 129–130). Např. okoun, který je po celý rok aktivní převážně ve dne, vykazoval ve světelné části dne podobnou aktivitu v zimním období jako v letním (pouze po kratší část dne kvůli kratší světelné periodě). Doufejme, že v budoucnosti se budeme moci více zaměřit na výzkum života ryb v tomto období, protože se s velkou pravděpodobností pod ledem skrývá ještě mnoho neznámého ze života ryb i dalších vodních organismů.

Metodika vzorkování ryb

Jak již bylo řečeno v úvodu, množství poznatků o ekologii ryb ve velkých vodních tělesech bylo objeveno teprve nedávno. Značnou měrou k tomu přispěl rozvoj metodiky vzorkování ryb a úsilí vědeckých pracovníků, jak z České republiky, tak z mnoha jiných evropských i zámořských států. Metodický rozvoj se týkal hlavně zavedení přístupů osvědčených především při výzkumech mořských ekosystémů, ale mnoho inovací různých metod vzešlo i z hlav našich vědců. Asi nejzásadnějším průlomem v této oblasti bylo uplatnění vědeckých sonarů (obr. 7), dále tralových (obr. 8 a 9), košelkových a tenatních sítí nebo různých typů značení ryb



7



4 Výskyt plůdku okouna říčního ve volné vodě zjištěný vědeckým sonarem. Na vodorovné ose čas (vzdálenost), na vertikální ose hloubka. Je zde jasně patrná silná koncentrace juvenilních okounů v hloubce kolem 20 m. Foto M. Čech

5 Dráha sinusového plavání ryby při hledání zooplanktonu zachycená vědeckým sonarem umístěným na dně nádrže – vodní hladina je tak ve spodní části obrázku. Ryba se pohybovala ve velmi pravidelných sinusoidách asi 2–3 m pod hladinou. Foto M. Čech

6 Schéma migrace mezi volnou vodou a příbřežím. Na obr. vlevo migrují především malé ryby – den (D) strukturované příbřeží, noc (N) příbřeží bez struktur a volná voda. Vpravo migrace dospělců – během dne volná voda, v noci u části z nich přesun do příbřeží. Orig. M. Říha

7 Připevňování vědeckého sonaru na výzkumnou loď pojmenovanou Ota Oliva na památku našeho významného ichtyologa (viz článek na str. CXX–CXXI tohoto čísla Živa). Foto z archivu FishEcU
8 a 9 Síť – tral – používaná k odlovu plůdku ve volné vodě nádrží (obr. 8). Tral je v podstatě pytel ze síťoviny tažený za lodí. Dospělé ryby se loví mnohem větším tračem (jeho vydávání viz obr. 9). Snímky: M. Říha (obr. 8) a J. Frouzová (9)
10 K označení ryb slouží celá řada metod, např. značení elastomerovými barvami, které se implantují pod kůži. Foto z archivu FishEcU

11 Cejn velký (*Abramis brama*) upřednostňuje pomalý proud či stojatou vodu.
12 Plotice obecná (*Rutilus rutilus*) – jeden z našich nejběžnějších a nejhojnějších druhů, takže patří i mezi vhodné objekty výzkumu vodních nádrží. Obr. 11 a 12 ukázky druhů ryb v kresbách ze seriálu článků A. Friče České ryby (Živa 1859)



(obr. 10). Uvedené síťové prostředky využívají rozdílného principu lovu a slouží ke vzorkování odlišných typů prostředí – tralové a košelkové sítě pro volné vody, tenatní sítě pro téměř všechny oblasti nádrže. Všechny tyto metody při správném použití a při vzájemné kombinaci dokáží s velkou mírou spolehlivosti určit obsádku a distribuční vzorec ryb v daném vodním tělese (viz též Živa 2002, 1: 41–42 a 2003, 6: 269–270). Jsou využitelné na různých lokalitách a v odlišných typech prostředí a začínáme také rozumět jejich selektivnosti a efektivnosti vzorkování (do jaké míry se náš vzorek odlišuje od skutečného složení společenstva na daném stanovišti). Zavedení málo selektivních robustních vzorkovacích prostředků, jako jsou právě výše zmíněné sonary, traly a košelkové nevdry, a korekce chyb pak umožní říci kolik, jaké druhy nebo velikostní a věkové kategorie se v dané oblasti nádrže nacházejí. A při použitím značení ryb lze

zjistit přesuny jedinců mezi částmi nádrže a změny jejich individuální kondice mezi jednotlivými odlovy. I v této oblasti je však stále mnoho aspektů, které čekají na vyjasnění a pochopení. Cílem je vývoj takových metod a jejich kombinací, abychom mohli získat kompletní a pravdivý obrázek o rybí komunitě v daném vodním tělese nezávisle na denním nebo ročním období.

Tento článek pouze v hrubých obrysech nastínil rozvoj znalostí o prostorové distribuci a chování ryb v nádržích v České republice. Zájemce o hlubší poznání odkazujeme na stránky naší skupiny FishEcU (www.fishecu.cz), kde najdou dosud publikované studie o této a dalších problematikách rybního života. Komplexní pochopení role ryb ve velkých vodách stále zůstává výzvou pro odborné týmy a v budoucnosti můžeme očekávat mnoho zajímavých objevů v této oblasti.

Studium chování a role ryb v nádržích je v současné době podporováno Centrem pro ekologický potenciál rybních obsádek nádrží a jezer, projektem CZ.1.07/2.3.00/20.0204 (CEKOPOT) financovaným Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR. Tento projekt si klade za cíl nejen pochopit strukturu, výskyt a chování rybních obsádek, ale i zamýšlení, jak by měla vyvážená a ekologicky hodnotná rybní společenstva vypadat.

Kolektiv spoluautorů: Petr Blabolil, Martin Čech, Vladislav Drašík, Jaroslava Frouzová, Tomáš Jůza, Michal Kratochvíl, Milan Muška, Jiří Peterka, Marie Prchalová, Michal Tušer, Mojmír Vašek a Jan Kubečka

