

MODELOVÁNÍ STRUKTURY SPOLEČENSTEV RYB POD VLIVEM VARIABILITY PRŮTOKU A GEOMORFOLOGIE TOKU

Historický vývoj výzkumu ekologie ryb v říčním prostředí byl po celé 19. a většinu 20. století prováděn s důrazem na hodnocení populací a společenstev. Údaje o jedincích měly význam především v souvislosti s dostatečně početným vzorkem, jinými slovy – kvalita analýz byla podmíněna kvantitou použitého materiálu. I když tento vztah platí obecně stále ve všech vědeckých přístupech, současný technický pokrok umožnil i podrobnější studium jednotlivců. Pokud je detailně studován nižší počet jedinců, musí být použity vyspělé statistické metody, které vliv méně početného vzorku odstraní. Po splnění těchto předpokladů začaly být ekologické modely pro populace a společenstva konfrontovány s modely individuálními. Jako základní metodický přístup pro sledování jedinců jsou používány různé typy značek pracujících na základě přenosu rádiového signálu.

Obecným cílem projektu je přispět ke zpřesnění prostorových a energetických nároků ryb v říčních systémech. Prostorové potřeby obratlovců na obsazení určitého prostředí jsou většinou popisované velikostí domácího okrsku, který je obecně definován jako plocha, již zvířata využívají k běžným aktivitám během 24 hodin (Mace et al., 1983). Přesná velikost plochy domácího okrsku odpovídá energetickým nárokům jedince, kdy základní predikce předpokládá existenci pozitivní korelace mezi velikostí těla a energetickými nároky (McNab, 1963). Jak je v přírodě běžné, s velikostí těla vzrůstá potřeba zvířat přesouvat se za potravními zdroji (Swihart et al., 1988) a vzrůstající pohyblivost pozitivně koruluje s velikostí domácího okrsku (Gehring and Swihart, 2004). Teoreticky je možné předpokládat, že velikost těla, energetické nároky a velikost domácího okrsku budou lineárně závislé. Je však dobré známo, že velikost domácího okrsku je obvykle větší, než by bylo možné odhadnout z velikosti spotřebované energie (Kelt and Van Vuren, 2001). Jedním z hlavních důvodů je např. fakt, že zvířata na základě genetické preadaptace intuitivně vytvářejí větší domácí okrsky pro vyrovnaní vlivu konkurentů. Jinými slovy držitelé domácích okrsků zohledňují energetické nároky sousedů, které jim odčerpávají potravní zdroje (Jetz et al., 2004). Velikost domácích okrsků je také zvyšována, když je nízká potravní nabídka (Schoener, 1968) nebo jsou potravní zdroje nerovnoměrně rozptýleny (Harestad and Bunnel, 1979).

Jak bylo velmi zjednodušeně naznačeno, prostorové a energetické nároky zvířat jsou dosud nevyřešenou biologickou kapitolou (Buskirk, 2004). Většina modelů byla také zpracována pouze na suchozemských druzích obratlovců, jejichž zástupci jsou velcí a snadno pozorovatelní (sloni, velké šelmy, ptáci), nebo jsou sice menších rozměrů, ale v prostředí se méně pohybují (suchozemské želvy a leguáni, hlodavci). Vodní prostředí je tradiční překážkou výzkumu, a tak nepřekvapuje, že údaje o prostorové distribuci jedinců jsou vzácnější. Přesné údaje o velikosti domácích okrsků jsou dostupné především z mořského prostředí, a to na základě přímého pozorování potápěčů. Navíc predikční modely energetických nároků v závislosti na dostupnosti potravy a životního prostoru byly navrhovány



Obr. 1. Vysílačka typu EMG, která informuje jak o pozici ryby, tak o její svalové aktivitě a energetické spotřebě

v naprosté většině případů pouze teoreticky. Významným mezníkem ve výzkumu prostorové distribuce ryb byla již zmínovaná metoda radiotelemetrie, která za pomoci vysílaček umožňuje relativně přesně určit aktuální pozici ryb. V posledních několika letech byly na komerční trh uvedeny verze s různým typem senzorů, které umožňují určit nejen pozici, ale také hloubku a teplotu, ve které se jedinec nachází. Vysílačky jsou také vybaveny senzory, které na základě svalového napětí umožňují měřit i energetickou spotřebu aktuálně sledovaného jedince (*obr. 1*). Výstavba prostorově-energetických modelů je tedy nyní pouze otázkou získávání údajů v říčním prostředí a testování zjištěných závislostí v laboratoři.

Význam sledování prostorové distribuce a energetických nároků ryb není pouze otázkou principu vědeckého poznání, ale i běžné praxe při ochraně ekosystémů tekoucích vod. Pokud jsme totiž schopni prostorové požadavky jedinců přesně charakterizovat, lze tytéž nároky předvídat i pro populace a později i celá společenstva. Praktický výsledek je zřejmý – opravdu účinná ochrana druhů na základě vyčíslitelných údajů v linii jedinec–populace–společenstvo. Cesta k finálním modelům je však velmi pracná, zdlouhavá a ekonomicky náročná. Energetická spotřeba jedince totiž nezohledňuje pouze potravní do-

stupnost v určitém prostoru, ale je také ovlivněna strukturou prostředí jako např. spádem toku, rychlosmi proudění a dostupností úkrytů (kvalitou substrátu). Tyto parametry se v podélném profilu toků mění, a je proto nezbytné jejich variabilitu v predikčních modelech chování ryb zohlednit. V neposlední řadě energetickou bilanci ryb ovlivňuje jejich vlastní sociální prostředí. Například ryby spotřebovávají odlišné množství energie, pokud žijí v hejnech, nebo osamoceně. Pokud jedinec obhahuje svůj životní prostor před ostatními příslušníky populace, vysoká početnost populace omezuje i velikost teritoria jedince. Podobně je známo, že jedinci zaujímající nejvyšší stupně v hierarchii dominance hospodaří s energií efektivněji než subdominantní jedinci. Přes všechnu složitost naznačených vztahů se lze domnívat, že výstavba energeticko-prostorových modelů je ve své podstatě pouze mechanickým procesem.

Cíl a metoda projektu

Projekt je zaměřen na určení závislosti mezi energetickou spotřebou jedince a prostředím (geomorfologie, potravní zdroje, sociální prostředí). Praktickým cílem je zlepšení managementu ochrany rybích společenstev. Například v rámci říční sítě ČR je běžnou praxí umělé vysazování ryb nejen v tocích, kde je realizován sportovní rybolov, ale také v ná-



Obr. 2. Vypouštění sumce vybaveného vysílačkou



Obr. 3. Po označení vysílačkou a před opětovným vypuštěním do říčního prostředí jsou sumci krátce drženi v experimentálních nádržích

rodních parcích, kde jsou ryby celoročně chráněny. Vysazování probíhá nejen bez historických a aktuálních znalostí o početnosti populací a společenstev, ale také bez informací, co vysazení uměle odchovaných jedinců způsobuje ve vztahu k již přítomné obsadce ryb. Je např. známo, že uměle odchované ryby jsou agresivnější a vyhánějí divoké jedince nebo naopak hůře plavou a nedokáží se bránit přirozeným predátorům (ptáci, savci, člověk). Podobně není při vysazování zohled-

něna skutečnost, že životní prostředí ryb se mění v podélném profilu toku. Pro výpočet teoretických modelů jsou získávána data o chování různých druhů ryb v odlišných typech povodí. Dílčími cíli jsou také konzultace výsledků se správci a uživateli toků a podíl na přípravě lokálních plánů managementu. Předpokládá se, že při analyzování dostatečně variabilního materiálu bude možné navrhnout matematický model, který bude předpovídat velikost domácího okrsku ryb v závislosti na



Obr. 4. Hmotnost některých sumců se blížila 70 kg, což umožňuje odlišit velikostně podmíněné rozdíly v chování

gradientu prostředí nebo početnosti populací.

Chování je sledováno u několika modelových druhů (pstruh, jelec tloušť, sumec – obr. 2–4, candát, mník, piskoř, jelec, jesen, štika). Ryby jsou sledovány ve 2–3 hodinových intervalech během 24 hodin. Sledování probíhá minimálně jednou týdně v rámci ucelených období intenzivního příjmu potravy, nebo přímo během celého ročního cyklu (popř. dvou). Pro sledování ryb jsou používány většinou konvenční vysílačky zaměřující pouze pozici ryby, ale v několika případech i vysílačky s fyziologickým senzorem (EMG, Lotek wireless Inc. Kanada). Kromě spotřeby energie a prostorové distribuce jednotlivců je dále sledována početnost populace, rychlosť jejího růstu atp. Mezi hlavní abiotické para-

metry prostředí naleží spád toku, průtoková variabilita, teplota, stupeň eutrofizace, kvalita substrátu dna, jsou ale sledovány i méně obvyklé parametry, jako je např. fáze měsíce nebo atmosférický tlak, jejichž vliv na chování ryb byl prokázán. Parametry prostředí jsou měřeny buď v průběhu sledování ryb vybavených vysílačkou, nebo v rámci dílčích projektů (např. spád toku a kvalita substrátu). Aby bylo dosaženo potřebné variabilty abiotických parametrů, jsou ryby sledovány v několika tocích – Vydra, Křemelná, Otava, Labe, Lužnice, Berounka a Litavka. Tímto způsobem je sestavována centrální databáze, která bude podkladem pro finální analýzy teoretických modelů. Pro ověření správnosti metodických postupů jsou dílčí výsledky průběžně publikovány v mezinárodních časopisech.

Vybrané nejvýznamější publikace, které byly zpracovány s podporou výzkumného záměru

Slavík, O., Bartoš, L., and Mattas, D. (2005) Does stream morphology predict the home range size in burbot? *Environmental Biology of Fishes*, 73, 89–98.

Horký, P., Slavík, O., Bartoš, L., Kolářová, J., and Randák, T. (2006) The effect of the moon phase and seasonality on the behaviour of pikeperch in the Elbe River. *Folia Zoologica*, 55, 411–417.

Horký, P., Slavík, O., Bartoš, L., Kolářová, J., and Randák, T. (2007) Docksides as winter habitats of chub and pikeperch in the channelised Elbe River. *Fundamental and Applied Limnology – Archiv für Hydrobiologie*, 168, 281–287.

Horký, P., Slavík, O., Bartoš, L., Kolářová, J., and Randák, T. (2007) Behavioural pattern in cyprinid fish below the weir as detected by radiotelemetry. *Journal of Applied Ichthyology*, 74, 1–5.

Slavík, O., Horký, P., Bartoš, L., Kolářová, J., and Randák, T. (2007) Diurnal and seasonal behaviour of adult and juvenile European catfish as determined by radiotelemetry in the River Berounka, Czech Republic. *Journal of Fish Biology*, 71, 101–114.

Slavík, O., Bartoš, L., and Horký, P. (2009) Effect of river fragmentation and flow regulation on occurrence of landlocked brown trout in a fish ladder. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 67–72.

Kontakt:

Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,
Podbabská 30, 160 00 Praha 6, tel.: 220 197 224, e-mail: ondrej_slavik@vuv.cz
Ing. Pavel Horký, Ph.D., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.,
Podbabská 30, 160 00 Praha 6, tel.: 220 197 252, e-mail: pavel_horky@vuv.cz