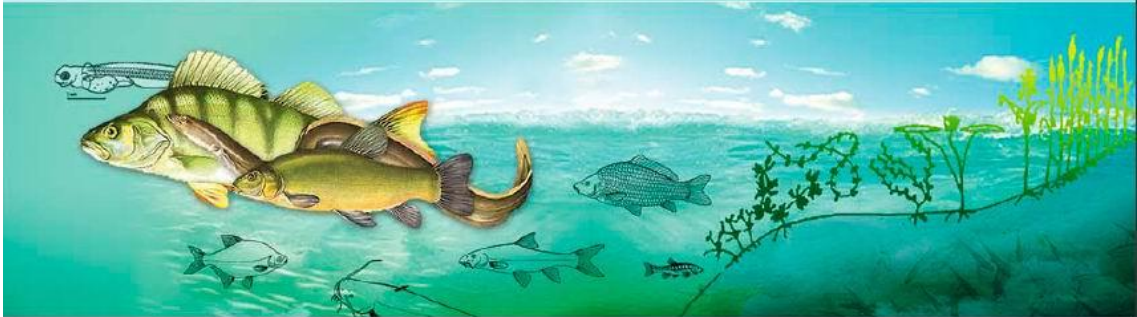


**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Fakulta rybářství a ochrany vod**



**Diplomová práce**

**Nadpočetný plůdek okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v údolní nádrži Vír a jeho vliv na další trofické úrovně**



**Bc. Lukáš Vejřík**  
**Vedoucí práce: RNDr. Martin Čech, PhD.**

**České Budějovice**

**2012**

**0**

**Vejřík, L., 2012:** Nadpočetný plůdek okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v údolní nádrži Vír a jeho vliv na další trofické úrovně. [Redundant fingerling of perch (*Perca fluviatilis* L.) in Vír Reservoir and its impact on other trophic levels] Master thesis, in Czech, Faculty of Fisheries & Protection of Waters, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic. P-49

**Anotace:**

Druhová skladba a hloubková a habitatová preference pelagického plůdku byla studována na kaňonovité nádrži Vír v průběhu let 2009 až 2011. Ve všech třech letech v plůdku silně dominoval okoun říční (*Perca fluviatilis*). V letech 2009 a 2010 dosahoval plůdek nadprůměrných koncentrací. V roce 2010 až 278 jedinců na 100m<sup>3</sup> (v průměru 52 jedinců na 100m<sup>-3</sup>). V roce 2011 byl zaznamenán jeho výrazný pokles na pouhých 1,9 jedince na 100m<sup>3</sup> v průměru pro celou nádrž. Okouní plůdek se nejvíce zdržoval jak ve dne, tak v noci v oblasti metalimnia, kde byla velmi nízká koncentrace O<sub>2</sub>. V podélném profilu byl okouní plůdek nejvíce zastoupen ve střední části nádrže. Mezi lety s vysokou a nízkou koncentrací plůdku byl průkazný rozdíl ve skladbě potravy. V období nadprůměrné abundance plůdku v nádrži byla prokázána predace kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a cejna velkého (*Abramis brama*) na okouním plůdku.

**Annotation:**

The composition and preferences of depth levels and habitats of pelagic fingerling was studied in the canyon-shaped Vír Reservoir during years 2009-2011. The perch (*Perca fluviatilis*) fingerling was dominant in all three years. The density of fingerling was above the mean in years 2009 and 2010. It was as many as 278 individuals in 100m<sup>3</sup> (mean is 52 individuals in 100m<sup>3</sup>). A marked fall on 1,9 individual in 100m<sup>3</sup> was registered in 2011. Perch fingerling was mainly observed in metalimnion during the day and also at night, where concentration of oxygen was very low. The highest density of perch fingerling was observed in the middle part within longitudinal profile. A significant difference was found in food composition among the years with high density and low density of fingerling. A predation of carp (*Cyprinus carpio*) and bream (*Abramis brama*) was proved during the years with high density of fingerling.

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 25. dubna 2012

Bc. Vejřík Lukáš

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěl poděkovat svému školiteli Martinu Čechovi za cenné rady a poznámky k této práci. Za jeho přátelský přístup a vloženou důvěru a za umožnění realizace vlastních nápadů při psaní magisterské práce.

Velké díky patří Mojmiru Vaškovi za zasvěcení do problematiky analýzy potravy rybiho plůdku, Josefu Matěnovi za určení bentických bezobratlých v potravě, Jaromíru Sedřovi za poskytnutí zooplanktonických dat a také Jaroslavě Frouzové za přípravu akustických dat k následnému zpracování v programu Surfer. Velice rád bych také poděkoval Tomášovi Jůzovi za pomoc při sběru dat a za bezesné chladné noci společně strávené na palubě lodi u tralové sítě. Poděkování samozřejmě patří také vedoucímu skupiny Fishecu Janu Kubečkovi za jeho skvělé vedení celého týmu a za výborné řízení a organizování terénních prací. Bylo mi velkou ctí moci během svého magisterského studia pracovat v tak jedinečném a kompaktním kolektivu, kterým skupina Fishecu bezesporu je. A na tomto místě bych chtěl všem členům této skupiny vyslovit veliké díky za pomoc při sběru dat, za výbornou spolupráci a za cenné rady, které jsem mnohokrát využil při psaní této práce. V neposlední řadě děkuji celé své rodině a Terce za to, že za mnou vždy stáli, věřili mi a byli mi tak citelnou oporou během mého studia.

## Obsah

Úvod .....	6
Cíle práce.....	7
Literární rešerše .....	8
Distribuce plůdku okounovitých ryb v nádržích a jezerech .....	8
Abundance plůdku okounovitých ryb v nádržích a jezerech .....	9
Pokles abundance a mortalita plůdku okounovitých ryb.....	10
Potrava plůdku okounovitých ryb .....	11
Růst plůdku okounovitých ryb .....	12
Způsoby vzorkování pelagického plůdku .....	13
Metodika .....	14
Studovaná oblast.....	14
Sběr a vyhodnocení dat.....	16
Akustické vzorkování.....	16
Vzorkování plůdkovým traťem .....	16
Vzorkování litorálu elektrickým agregátem .....	17
Vzorkování adultním traťem.....	18
Vzorkování zooplanktonu.....	19
Rozbor potravy.....	19
Měření abiotických faktorů.....	20
Výsledky .....	20
Druhové složení a hustota plůdku v pelagické oblasti nádrže .....	20
Velikostní skladba okouního plůdku v různých oblastech nádrže .....	23
Distribuce okouního plůdku ve volné vodě nádrže ve vztahu k abiotickým a biotickým faktorům.....	23
Potrava okouního plůdku v pelagiálu nádrže.....	27
Index naplnění trávicího traktu okouního plůdku v průběhu dne .....	27
Rozdíl ve skladbě potravy okouního plůdku v letech 2010 a 2011 .....	28
Druhová skladba potravy okouního plůdku v podélném a vertikálním profilu nádrže v letech 2010 a 2011 .....	29
Predace kaprovitých (primárně zooplanktonofágních) ryb na plůdku okouna a mortalita okouního plůdku .....	31
Predace kaprovitých ryb na plůdku okouna.....	31
Mortalita okouního plůdku .....	33

Druhá skladba zooplanktonu v nádrži v letech 2009, 2010 a 2011 a průhlednost vody. ...	34
Diskuze .....	36
Nadprůměrná početnost okouního plůdku v nádrži Vír a její meziroční výkyvy .....	36
Distribuce plůdku okounovitých ryb v podélném a vertikálním profilu nádrže.....	37
Potrava a index naplnění trávicího traktu okouního plůdku v nádrži Vír .....	39
Predace kaprovitých ryb na okouním plůdku a jeho mortalita.....	41
Závěr.....	42
Literatura.....	44

## Úvod

Okoun říční (*P. fluviatilis*) a candát obecný (*S. lucioperca*) patří mezi nejdůležitější a nejpočetnější rybí druhy v mnoha evropských nádržích, zvláště pak ve svých raných vývojových stádiích často tvoří naprostou dominantu v druhové skladbě ryb ve vodních tělesech (Čech *a kol.* 2005; Specziar 2005). Například Kratochvíl *a kol.* (2010) uvádějí, že plůdek okounovitých ryb v pelagiálu nádrže Lipno tvořil 99,8% celkového úlovku. Pouze zbývající 0,2% připadaly na plůdek všech kaprovitých ryb (Cyprinidae). Larvy a plůdek okounovitých ryb (Percidae) v hlubokých kaňonovitých nádržích žijí převážně pelagickým způsobem života (Čech *et al.* 2005; Jůza *et al.* 2009). Do pelagické zóny jejich larvy z litorálu migrují brzy po vykulení v průběhu druhé poloviny jara (Guma'á 1978; Post & McQueen 1988; Treasurer 1988; Wang & Eckmann 1994). Průsvitné nepigmentované larvy se v pelagiálu zdržují zřejmě z důvodu skrývání se před predátory (Faber 1967). Po metamorfóze se larvy vrací zpět do litorálu (Ward & Robinson 1974; Treasurer 1988). Nicméně velká část juvenilních okounů zůstává i nadále v pelagiálu (Perrone *a kol.* 1983) a to i přes to, že pelagické podmínky jsou pro okouní plůdek méně vhodné nežli litorální. To se odráží ve výrazně menší velikosti pelagického plůdku ve srovnání se stejně starými jedinci, kteří žijí v litorální zóně (Frankiewicz *a kol.* 1996; Čech *a kol.* 2005; Jůza *a kol.* 2009). Vysoké zastoupení plůdku v pelagiálu kaňonovitých nádrží je způsobeno hlavně velmi omezenou plochou litorálu (Frankiewicz *a kol.* 1996; Čech & Kubečka 2006). Plůdek okounovitých ryb podniká v nádržích denní migrace a to jak horizontálním, tak vertikálním směru v závislosti na světelné intenzitě a také z důvodu vyhledání potravy (Eckmann & Imbrock 1996; Goldsping 1990; Ward & Robinson 1974; Čech *a kol.* 2005; Kratochvíl *a kol.* 2010). Hlavní potravní složkou okouního plůdku jsou zooplanktonní korýši, menší podíl pak tvoří bentické larvy hmyzu (Wang & Ward 1972; Vašek *a kol.* 2006). Okouní plůdek představuje důležitou potravní složku mnoha druhů predátorů, takže je na něj vyvíjen značný predační tlak který většinou způsobí výrazný pokles jeho abundance v průběhu roku (Bogdanov 1959; Noble 1972; Hartman & Margraf 1993). Kvůli náročnosti na vybavení se kvalitní vzorkování pelagického plůdku nádrží ve Střední Evropě stalo záležitostí až posledních let. Nové studie na toto téma dokazují, že se jedná o problematiku velmi složitou, která v budoucnu přinese ještě mnoho zajímavých poznání v oblasti ekologie a biologie ryb. Názorným příkladem je i tato

studie, která se zabývá neobvyklým chováním a dalekosáhlým vlivem okouního plůdku na ekologickou stabilitu údolní nádrže Vír.

## **Cíle práce**

- Během let 2009 až 2011 odlovit vzorky pelagického plůdku v podélném a vertikálním profilu nádrže Vír.
- Stanovit rozdíl v početnosti a zastoupení jednotlivých skupin plůdku v nádrži Vír v průběhu sledovaných let.
- Vyhodnotit hloubkové a habitatové preference okouního plůdku v nádrži Vír.
- Srovnat růstové rychlosti okouního plůdku v podélném profilu nádrže Vír.
- Analyzovat potravní skladbu okouního plůdku a její rozdíl v podélném a vertikálním profilu nádrže Vír.
- Odhadnout vliv okouního plůdku na zooplankton nádrže Vír.
- Definovat kohorty rybožravých (primárně zooplanktonofágních) kaprovitých ryb v nádrži Vír.
- Vyhodnotit vliv predace za strany kaprovitých ryb na okouní plůdek nádrže Vír.



## **Literární rešerše**

### **Distribuce plůdku okounovitých ryb v nádržích a jezerech**

Kvalita vody v hlubokých kaňonovitých nádržích je charakterizována podélným chemickým a fyzikálním gradientem. Tento gradient je zapříčiněn říčním přítokem (Lind *a kol.* 1993). Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících koncentraci celkové biomasy v nádrži je dostatek živin, který se v podélném profilu směrem k hrázi nádrže snižuje. Množství živin ovlivňuje koncentraci fytoplanktonu (Hejzlar & Vyhnálek 1998) a také zooplanktonu v podélném profilu nádrže (Seďa & Devetter 2000). Zooplankton představuje hlavní potravní složku rybiho plůdku v těchto nádržích (Vašek & Kubečka 2004; Vašek *a kol.* 2008) a tím také ovlivňuje abundanci rybiho plůdku v podélném profilu pelagiálu nádrže (Vašek *a kol.* 2006). Především pak abundance plůdku kaprovitých ryb v pelagiálu nádrže pozitivně koreluje s koncentrací živin v dané nádrži (Jůza *a kol.* 2009). Abundance larev okounovitých ryb se v průběhu května směrem k přítoku nádrže rovněž zvyšuje a jejich početnost pozitivně koreluje i s jejich velikostí (Čech *a kol.* 2007a). V květnu larvy okounů ještě netvoří pravá hejna a vyskytují se v nádržích soliterně (Čech & Kubečka 2006). Početnost plůdku okounovitých ryb v období srpna však vykazuje spíše opačný trend, nejvyšší abundance dosahují v hrázové části a jejich velikost bývá v těchto oblastech nejmenší (Vašek *a kol.* 2006; Jůza *a kol.* 2009). V tomto období se plůdek okounů v pelagiálu zdržuje převážně v hejnech a jeho abundance se oproti jarnímu období řádově sníží (Čech 2006). Podstatu preference hrázové oblasti lze sledovat ve skutečnosti, že okounovité ryby preferují čistší vodu s nižší úživností kvůli skutečnosti, že okounovité ryby jsou vizuální lovci, na rozdíl od kaprovitých ryb, které se živí méně selektivním způsobem lovu (Jarvalt *a kol.* 2005; Jeppsen *a kol.* 2000; Jůza *a kol.* 2009).

Dalším důležitým faktorem, který má vliv na distribuci plůdku v nádržích, je vertikální změna biotických a abiotických podmínek ve vodním prostředí. Především pak teplotní a kyslíková stratifikace v nádržích, u kterých nedochází k promíchávání vodních mas vlivem poryvů větru (Fernando & Holčík 1991; Vašek *a kol.* 2006). Raná stádia

okounovitých ryby se většinou vyskytují v prohřáté vodě v oblasti epilimnia (Whiteside *a kol.* 1985; Post & McQueen 1988; Treasurer 1988; Wang & Eckmann 1994; Matěna 1995; Urho 1996), nicméně v některých nádržích byla zjištěna nejvyšší abundance okouního plůdku v oblasti metalimnia, kde dochází k poklesu teploty a kyslíku (Kahl & Radke 2006; Jůza *a kol.* 2009) nebo dokonce i v chladném hypolimniu (Perrone *a kol.* 1983; Čech *a kol.* 2005; Čech & Kubečka 2006; Čech *et al.* 2007a). Mnoho autorů uvádí, že raná stádia okounovitých ryb podnikají větší, či menší vertikální migrace mezi těmito jednotlivými zónami během dne v závislosti na světelné intenzitě (Ward & Robinson 1974; Eckmann & Imbrock 1996; Goldsping 1990; Čech *a kol.* 2005). Migrace a život plůdku okounovitých ryb v hlubších zónách nádrží může být řízen několika příčinami. Jednou z nich může být skrývání se plůdku před potenciálními predátory, kterých se v těchto zónách nádrží vyskytuje minimum (Levy 1990; Čech & Kubečka 2006). Dalším důvodem zdržování se v hlubších vrstvách vody může být naopak vysoká početnost potenciální potravy. Holčík (1998) pak připisuje důvod kolonizace batypelagické zóny okounovitými rybami k jejich mořskému původu.

### **Abundance plůdku okounovitých ryb v nádržích a jezerech**

Abundance rybích larev a plůdku v pelagiálu nádrží a jezer se značně různí a to jak mezi jednotlivými vodními plochami, tak v rámci jedné lokality a to nejen v průběhu let, ale také v průběhu jedné sezóny (Tischler *a kol.* 2000; Rudstam *a kol.* 2002; Čech & Kubečka 2006; Jůza & Kubečka 2007; Jůza *a kol.* 2009; Scharf *a kol.* 2009). Množství larev okouna silně ovlivňuje dostupnost vhodného třetího substrátu (Nelson & Walburg 1977; Handerson 1985). Mezi abundancí larev okouna v jarním období a abundancí okouního plůdku na konci léta byl zjištěn pozitivní vztah (Anderson *a kol.* 1998). Osídlení pelagiálu a jeho jednotlivých vrstev plůdkem se však značně liší mezi dnem a nocí, jelikož na večer dochází k migracím ryb z litorální zóny (horizontální migrace) a z hlubších vrstev vod (vertikální migrace) do epipelagiálu nádrže za potravou (Gliwicz & Jachner 1992; Wanzenbock *a kol.* 1997; Čech *a kol.* 2005; Kratochvíl *a kol.* 2010). Tyto migrace se odehrávají až ve večerních hodinách z důvodu nižší světelné intenzity, jelikož v čisté vodě pelagiálu je plůdek přes den snadno detekovatelný predátory (Abrahams & Kattenfald 1997; Kratochvíl *a kol.* 2010). Abundance rybích larev se

většinou pohybuje v desítkách, maximálně stovkách jedinců na 100 m<sup>3</sup> vody pelagiálu (Viljanen & Holopainen 1982; Wanzenbock *a kol.* 1997; Tischler *a kol.* 2000; Čech *a kol.* 2005; Scharf *a kol.* 2009). Abundance plůdku se pak v 11 českých nádržích v průběhu léta pohybovala v horních vrstvách pelagiálu (max. 12 m hloubky), v naprosté většině případů v hodnotách nižších než 1 jedinec na 100 m<sup>3</sup> vody a hodnota 10 jedinců na 100 m<sup>3</sup> byla překračována jen velmi vzácně (Jůza & Kubečka 2007; Jůza *a kol.* 2009; Kratochvíl *a kol.* 2010; Jůza nepublikovaná data).

### **Pokles abundance a mortalita plůdku okounovitých ryb**

Pokles abundance plůdku ryb v pelagiálu nádrže v průběhu roku je částečně způsoben migrací metamorfovaných ryb s vyvinutou pigmentací a plně vyvinutými ploutvemi zpět do litorální zóny (Ward & Robinson 1974). Hlavní důvod však představuje vysoká mortalita juvenilních jedinců způsobená hlavně vyžíráním tlakem predátorů (Bogdanov 1959; Noble 1972; Hartman & Margraf 1993). Zvláště u okounovitých ryb má velmi výrazný vliv na mortalitu vnitrodruhový kanibalismus, ke kterému někdy dokonce dochází mezi 0+ rybami (Menshutkin *a kol.* 1968; Tarby 1974; Brabrant 1995). Thorpe (1974) zjistil, že potrava adultních okounů na jezeře Leven se skládala z 88,6% z okouního plůdku. Na mnoha lokalitách je naopak největším predátorem plůdku okouna plůdek candáta, pro nějž je okouní plůdek v některých případech hlavní složkou potravy (Romanova 1955; Forney 1965; Person 1971; Frankiewicz *a kol.* 1996). Dalším velmi významným faktorem, který může mít vliv na pokles početnosti plůdku okounovitých ryb, je mortalita z důvodu výrazného poklesu zooplanktonu vhodné velikosti, což je prakticky jediný zdroj potravy okouního plůdku v pelagiálu nádrže (Menshutkin *a kol.* 1968; Černý & Pivnička 1973). Schneider (1972) uvádí, že v jezeře s uniformní obsádkou okounů z oplozených jiker přežije do října téhož roku pouze 0,02-12,4% plůdku. Viljamen & Holopainen (1982) ve svých výsledcích z jezera Suomunjarvi ve Finsku popisují, že z vytřených jiker přežije do stáří jednoho týdne 8% larev a 0,05% ryb z jiker se pak dožije stáří tří let.

## **Potrava plůdku okounovitých ryb**

Potrava plůdku okouna je tvořena převážně zooplanktonem. Po přechodu na exogenní výživu se v prvních dnech okouní larvy živí převážně vírniky (Rotifera) a klanonožci (Copepoda) (Teodorescu 1943; Rogovsky & Tesch 1960; Siefert 1972). Když okouní larvy překročí délku 20 mm začínají se intenzivně živit perloočkami (*Daphnia* sp.) (Wang & Ward 1972). V polovině srpna dominovaly v potravě okouního plůdku v pelagiálu nádrže Římov převážně perloočky (*Daphnia galeata*), v hrázové a střední části nádrže byla také výrazně zastoupena průsvitka vznášivá (*Diaphanosoma brachyurum*) a ramenatka velká (*Leptodora kindtii*). V horní části pak tvořily důležitou složku potravy také vznášivky (*Eudiaptomus gracilis*). Vzhledem k tomu, že u některých jedinců byly v traktu nalezeny i larvy pakomárů (Chironomidae) je zřejmé, že tito jedinci migrovali za potravou do litorální zóny (Vašek *a kol.* 2006). Kratochvíl *a kol.* (2010) zjistili, že v potravě okounovitých ryb v nádrži Lipno na konci května dominovali přes den převážně klanonožci. Velké perloočky (*Daphnia* sp.) byly nalezeny v potravě ve zvýšené míře převážně v nočních hodinách. V rybničním prostředí se okouní plůdek často diferencuje do tří potravních skupin a to na planktonofágní, bentofágní a ichtyofágní jedince (Ilina 1973). Ke kanibalismu dochází u okounovitých ryb velmi brzy a později vykulený plůdek často slouží odrostlejšími jedincům za potravu (Brabrant 1995).

Larvy candáta obecného, stejně jako larvy okouna, se v prvních dnech života živí převážně zástupci vírniků, klanonožců (Dyk 1956; Smíšek 1962). Pro růst a přežití plůdku candáta je však naprosto zásadní přechod na piscivorii. Po tomto období se růst candátů výrazně zrychlí (Van Densen 1985; Buijse & Houthuizen 1992). Přechod na piscivorii byl sledován už u candátů ve velikosti 20 mm, ale většinou k piscivorii dochází až po překročení velikosti 30 mm (Van Densen 1985; Zalewski *a kol.* 1990). Na vodní nádrži Sulejów v Polsku bylo zjištěno, že v litorální zóně dochází k piscivorii od velikosti 30mm v období začátku června. V potravě převládaly larvy plotice obecné (*Rutilus rutilus*). Od poloviny července byl rovněž sledován nízký stupeň kanibalismu a v srpnu dominoval v potravě plůdek okouna. Pouze nejmenší jedinci se živili zooplanktonem a larvami hmyzu. V pelagiálu nádrže dominoval v potravě candátího plůdku zooplankton v průběhu celého období. Hlavními konzumovanými druhy byly

ramenatka velká, klanonožci a nosatička (*Bosmina* spp.). Ryby byly v zaživacím traktu nalezeny jen velmi zřídka, patrně z důvodu nízké abundance plůdku jiných ryb v pelagiálu nádrže (Frankiewicz *a kol.* 1996). K přechodu candátů na rybí potravu by mělo dojít nejpozději ve velikosti 50-70mm. Pokud k tomuto přechodu nedojde, růst candátího plůdku se zastaví (Van Densen 1985; Buijse & Houthuijzen 1992).

### **Růst plůdku okounovitých ryb**

Délkový růst plůdku okouna je v období od poloviny června do konce srpna přibližně lineární a plůdek vyrostе v průměru z 19mm do 60mm (Pycha & Smith 1955). Čech & Kubečka (2006) uvádějí průběh růstu okouna říčního v pelagiálu nádrže Římov v průběhu vegetačního období následující: 21. května dosahovalo největší množství larev a plůdku okouna délky 7,7 mm, 24. Června 16,7mm a na konci líta 50,5 mm. Přičemž rozdíl velikostí jednotlivých ryb v určitém období může být značný, a liší se také výrazně podle habitatu, který plůdek v dané nádrži obývá (Jůza *a kol.* 2009; Sharf *a kol.* 2009; Kratochvíl *a kol.* 2010). Například v nádrži Slapy dosahovaly batypelagické larvy okounů v červnu délky 9-21mm (průměr 14,6 mm), v epipelagiálu se pak plůdek vyskytovaly ve dvou velikostních skupinách, ve velikostech 10-22 mm (průměr 14,6 mm) a pak 25-41mm (průměr 34,4 mm). V litorálu nádrže dosahoval plůdek velikosti 20-43 mm (průměr 35 mm) (Čech *a kol.* 2005). Po prvním roce života dosahuje okoun maximálních délek 60-80mm (Kučera 1948; Dyk 1956).

Candátí plůdek je typický tím, že se v nádržích vyskytuje ve 2 velikostně výrazně odlišných skupinách v průběhu jedné sezóny (Van Densen 1985; Buijse & Houthuijzen 1992). Tento rozdíl v růstu je pravděpodobně způsoben odlišným typem přijímané potravy (Van Densen 1985). Frankiewicz *a kol.* (1996) uvádějí následující růst candátího plůdku v pelagiálu a litorálu polské nádrže Sulejów: v polovině června dosahoval plůdek velikosti 24-44 mm jak v pelagiálu, tak v litorálu nádrže, na konci června pak 32-52 mm v pelagiálu a 40-68 mm v litorálu, v polovině července byl rozdíl ještě výraznější 40-64mm v pelagiálu a 52- 95 mm v litorálu nádrže. Candát obecný v jednom roce života dosahuje velikosti 80-240 mm. (Volf 1928; Lusk 1981).

## **Způsoby vzorkování pelagického plůdku**

K vzorkování rybích larev a plůdku ryb v pelagiálu nádrží se zpravidla využívá dvou základních metod. Tou první je akustické vzorkování za pomoci vědeckých echolotů (Rudstam *a kol.* 2002; Čech *a kol.* 2005). Druhá metoda pak spočívá ve vzorkování za pomoci různých typů sítí, jako jsou tlačná síť (Miller high-speed sampler) (Tischler *a kol.* 2000; Rudstam *a kol.* 2002), kuželové ichtyoplanktonní (bongo) síť (Matěna 1995; Scharf *a kol.* 2009), či ichtyoplanktonní a plůdkové vlečné síť (traly) (Vašek *a kol.* 2006; Jůza & Kubečka 2007; Itaya *a kol.* 2007; Jůza *a kol.* 2009). Zvláštním typem vzorkovacího zařízení je sofistikovaný vysokorychlostní vzorkovač s bateriovým elektromotorem, který nasává vodu do ústí vzorkovače pod mírným podtlakem. Toto zařízení zabráňuje při tahu vzorkovače vytváření přetlakové vlny před jeho ústím, ta má jinak za následek sníženou úspěšnost odlovu a následné podhodnocení celkové abundance ryb v nádrži (Masson *a kol.* 2001). Síťovými odlovy pelagického plůdku je možné provzorkovat pouze velmi omezenou část pelagiálu a navíc nelze vyloučit podhodnocení vzorku vlivem únikových reakcí ryb. K velké únikovosti ryb dochází především v denních hodinách v čisté vodě a tak kvantitativní vzorkování sítěmi je většinou možné pouze v nočních hodinách. Z výše uvedeného vyplývá, že síťové vzorkování podléhá určité selektivitě. Nicméně hlavní výhodou této metody je získání obrazu o druhovém složení a velikostní skladbě plůdku (Jůza & Kubečka 2007; Kubečka *a kol.* 2010). Nespornou výhodou vzorkování vědeckými echoloty je provzorkování obvykle celého, nebo alespoň většiny vodního sloupce v krátkém časovém úseku. Navíc je tato metoda šetrná k rybám samotným a nijak je nepoškozuje ani neomezuje v jejich životních pochodech. Vědecké echoloty rovněž nejsou ovlivněny únikovými reakcemi ryb, tak jako síť a je tedy možné úspěšně provzorkovávat pelagické oblast nádrže i v denních hodinách. Velkou nevýhodou je samozřejmě skutečnost, že pomocí echolotů není možné určit druhové složení zaznamenaných ryb. Rovněž zjišťování velikosti jednotlivých ryb není zdaleka tak přesné jako přímé měření ulovených jedinců. Navíc je interpretace a sběr akustických dat komplikován faktory, jako jsou bubliny bahenního plynu, bubliny generované větrem a vlnami, anorganický zákal vody, teplotní rozvrstvení vodního sloupce, vodní bezobratlí živočichové, vodní

vegetace a jiné (Kubečka *a kol.* 2010). Vzhledem k tomu, že jak vzorkování vědeckými echoloty, tak síťové odlovy, mají své stinné stránky, jeví se v současné době jako zcela nezbytné využívat kombinace obou těchto vzorkovacích metod (Wanzenbock *a kol.* 1997; Tischler *a kol.* 2000; Rudstam *a kol.* 2001; Čech *a kol.* 2005; Čech *a kol.* 2007b; Kratochvíl *a kol.* 2010).

## **Metodika**

### **Studovaná oblast**

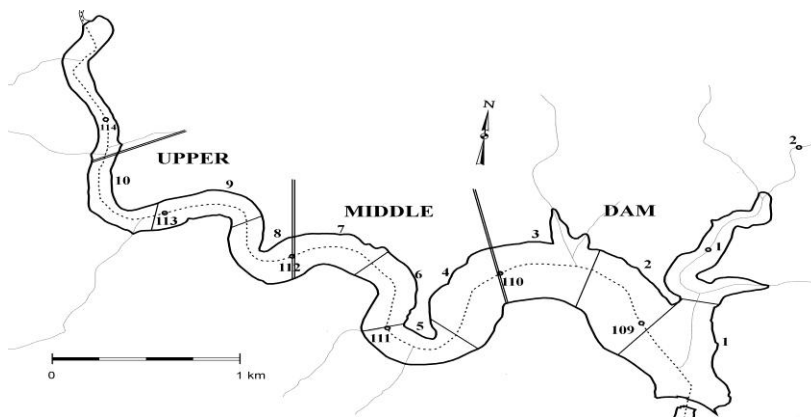
Výzkum byl prováděn na kaňonovité vodárenské nádrži Vír, která se nachází na východní hranici Českomoravské vrchoviny a je zásobní nádrž na pitnou vodu pro přibližně 45 km vzdálené město Brno a další přilehlé obce (Obr. 1). Hladina nádrže Vír se rozprostírá v nadmořské výšce 464,45 m n. m. Nádrž byla dokončena roku 1957 na řece Svratce, která tvoří prakticky jediný významný přítok do nádrže. Povodí Svratky nad Vířskou přehradou má rozlohu 410,5 km<sup>2</sup> a náleží do povodí Dunaje, tzn. do úmoří Černého moře. Dlouhodobý průměrný roční průtok ve Víru je 3,6 m<sup>3</sup>/s, minimální průtoky klesají až k hodnotě 0,4 m<sup>3</sup>/s a maximální, takzvané stoleté průtoky Q100, dosahují hodnot 155 m<sup>3</sup>/s. Při maximální hladině je hloubka u hráze nádrže 64,2 m. Plocha při maximálním vzduť hladiny činí 223,6 ha a délka zátopy je 9,3 km (Obr. 2). Maximální objem zadržované vody je 56,193 mil. m<sup>3</sup> (Čírka 2011). Nádrž Vír patří mezi eutrofní nádrže a je jednou z nejhůře hodnocených nádrží, co se kvality vody týká, v rámci působnosti Povodí Moravy. Koncentrace chlorofylu (a) ve vodě nádrže Vír I patří dlouhodobě k nejvyšším v kategorii vodárenských nádrží a jsou srovnatelné s hodnotami u přehrad, které nejsou vodárensky využívány. Na Vířské přehradě převažuje vodní květ druhu *Aphanizomenon flos-aquae*, intenzita výskytu vodního květu má od roku 1992 rostoucí tendenci. V srpnu 2009 byla naměřena vůbec nejvyšší koncentrace chlorofylu (a) od roku 1992, její hodnota 113,2 µg/l odpovídala hypertrofii (Procházková 2010). V letním období na přelomu července a srpna se koncentrace O<sub>2</sub> u hladiny nádrže pohybuje okolo 11 mg l<sup>-1</sup> a teplota vody se pohybuje okolo 21 °C. Skočná vrstva se vyskytuje v hloubce mezi 3-7 m a pod touto vrstvou je

koncentrace kyslíku velmi nízká (pod  $4 \text{ mg l}^{-1}$ ) a teplota se v hlubších vrstvách pohybuje okolo  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ .



Obrázek 1. Mapa České republiky s vyznačením oblasti údolní nádrže Víř.

*Figure 1. Map of the Czech Republic with a location of Víř Reservoir.*



Obrázek 2. Mapa údolní nádrže Víř s vyznačenými 10 tralovacími podoblastmi ve třech hlavních lokalitách: hrázová (Dam), střední (Middle) a horní (Upper).

*Figure 2. Map of the Víř Reservoir and locations of 10 trawler hauls in three areas along the longitudinal reservoir profile.*



## Sběr a vyhodnocení dat

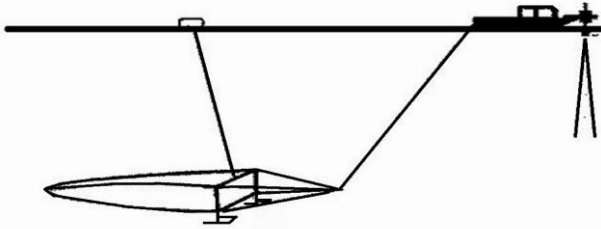
### Akustické vzorkování

Akustický průzkum v roce 2010 byl uskutečněn za pomoci vědeckého echolotu SIMRAD EK 500 pracujícího s frekvencí 120 KHz. Rychlost opakování pulsů byla 3-5 signálů  $s^{-1}$ . Chod echolotu byl kontrolován osobním počítačem (Dell Latitude D630). Jako snímač byl použit typ (SIMRAD ES120-7C) s kuželovým paprskem s úhlem  $7,1^\circ$ . Snímač vzorkující vertikálně byl upevněn na hliníkové desce na rámové konstrukci na přídi výzkumného plavidla Thor Heyerdahl (210 HP). Akustická data byla ukládána na harddisk počítače pro pozdější vyhodnocení. Celý sonarový systém byl kalibrován standardní měděnou koulí o průměru 23 mm (Foote *a kol.* 1987). Analýza akustických dat byla provedena v programu Sonar 5 metodou podle Čecha *a kol.* (2005).

### Vzorkování plůdkovým tralem

Vzorkování pelagického plůdku bylo prováděno simultánně vlečnou sítí (tralem) a vědeckými echoloty v období posledního červencového týdne v letech 2009, 2010 a 2011 vždy v průběhu dne i noci. Celá nádrž byla rozdělena do tří lokalit na svém podélném profilu (Obr. 2), označených jako hrázová (dam), střední (middle) a horní (upper) část nádrže. Každá z těchto částí je dlouhá přibližně 2 km. Pro další zpracování byly tyto základní lokality dále rozděleny do celkem 10 menších podoblastí, jak je znázorněno na obrázku 2. V roce 2009 byly provzorkovány tři hloubkové vrstvy a to 0-3, 3-6 a 6-9 m hloubky. V letech 2010 a 2011 pak byly přidány ještě další dvě hlubší vrstvy 9-12 a 12-15 m. Celkový počet tahů byl 87. Provzorkované hloubkové vrstvy z jednotlivých lokalit a jednotlivých let jsou patrné z obrázku 4. V horní části nádrže se nejhlubší tahy neprováděly z důvodu nedostatečné hloubky. Jedním tahem bylo průměrně provzorkováno  $4\,159\text{ m}^3$  vody. Celkem pak bylo provzorkováno  $361\,818\text{ m}^3$  vody. Velikost ok síťoviny byla 6 mm v břiše tralu a 3 mm v koncové části. Tral byl rovněž vybaven trychtýřem vyrobeným ze síťoviny (ouvržkem), který zabraňuje úniku již jednou chycených ryb. (Jůza & Kubečka 2007). Vzorkovaná hloubková vrstva byla zajištěna polystyrenovým plovákem, upevněným provazem k vrchní části tralového rámu (Obr 3). Spodní část rámu byla opatřena kovovými lyžinami z důvodu vyvážení a zatížení celého tralu a omezení případného fatálního kontaktu se dnem nádrže. Tral byl vždy tažen ve vzdálenosti 100 m za lodí, obvykle po dobu 10 min., rychlostí 0,8-1,1 m

s<sup>-1</sup>. Vlečná síť byla vedena mimo přímou dráhu lodi a nedocházelo tedy k prollovování rozvířené brázdy za lodí. Jako tralovací loď bylo použito výzkumné plavidlo Ota Oliva (64 HP., s naftovým motorem) (Kubečka *a kol.* 2003). Všechny 0+ leté ryby z každého tahu byly šetrně usmrceny a fixovány 4% formaldehydem. V laboratoři byly takto připravené vzorky následně spočítány a určeny do druhů. Podvzorek 0+letých ryb z každého tahu byl proměřen s přesností na 1 mm celkové délky a zvážen s přesností na 0,05g.



Obrázek 3. Schematický náčrt vlečení plůdkového tralu za lodí s fixací dané hloubky polystyrenovým plovákem.

*Figure 3. Schematic picture of fingerling fish trawl toled by the boat with the fixation depth of polystyrene floater.*

### Vzorkování litorálu elektrickým agregátem

Litorální plůdkové společenstvo nádrže Vír bylo vzorkováno pouze v roce 2010 a 2011, bohužel data z roku 2011 zatím nejsou k dispozici. Vzorkování bylo prováděno metodou bodového vzorkování (PASE: point abundance sampling by electrofishing) (Copp & Peňáz, 1988; Copp, 2010) za pomoci EL 65 II GL DC lodním elektrickým agregátem (Hans Grassel, Schönau am Königsee, Germany, 13 kW, 300/600 V). Používaný výkon byl upraven podle vodivosti vody v den lovu a to manipulací s výstupním napětím, které bylo udržováno na vysoké úrovni z důvodu eliminace menší účinnosti elektrického proudu na malé ryby. Juvenilní ryby byly vzorkovány z 6 metrů dlouhé a 1,4 metru široké lodi s kovovým trupem sloužícím jako katoda, se kterou vždy jeden člen lovné čtyř vesloval podél břehu. Anoda měla kruhový tvar s 50 cm v průměru a byla přichycena na třímetrové laminátové tyči, která byla pokládána před loď. Anoda se rychle ponořila do hloubky 0,2-1 m a aktivovalo se elektrické pole pomocí nožního spínače po dobu 5-10 sekund. Všechny omráčené ryby byly ihned

sebrány sakem (velikost ok 2 mm). Aby se předešlo vzájemnému ovlivňování bodů, byla dodržována mezi jednotlivými body minimální vzdálenost v rozsahu cca šesti metrů. Jako hrubá míra vzdálenosti byla používána délka lodi. Na každé lokalitě bylo provedeno minimálně 25 vzorkovacích bodů. Abundance juvenilních ryb, které byly chyceny pomocí PASE se počítá jako počet ryb chycených v jednom bodu (NPUE: počet ryb chycených na jednotku úsilí).

Juvenilní ryby z každého bodu byly umístěny do plastových nádob s vodou. Po naplnění všech nádob rybami, byl elektrolov dočasně pozastaven a ryby roztříděny na juvenilní ryby a starší věkové kategorie ryb. Juvenilní ryby byly předávovány standardním anestetikem Sandoz- MS 222 a následně fixovány 10% formaldehydem k pozdějšímu zpracování v laboratoři. K popisu druhové skladby juvenilních ryb v podélném profilu nádrže byl použit Shannon-Weaverův index druhové diverzity (S-W index).

### Vzorkování adultním tralem

V roce 2010, v období vzorkování plůdkovým tralem, bylo provedeno také vzorkování pomocí adultního tralu. S využitím dvou výzkumných lodí (Thor Heyerdahl a Ota Oliva) se provádělo vlečení pelagického adultního tralu pro odlov vzorků adultních ryb (viz Kuhlmann, 1997). Ústí tralu mělo délku 12 – 13,5 m a výšku 8 m. Délka hlavní části těla tralu byla 38 m a koncové části (cod end) 11 m. Velikost ok v hlavní části mezi ústím a koncovou částí byla 80/40/20 mm (vzdálenost mezi uzly) a oka koncové části měla průměr 10 mm. Trychtýř (odvržek) zabraňující úniku ryb byl na začátku cod endu. Pro dobré rozevření ústí tralu byla horní žíně vybavena plováky a spodní žíně závažnými a navíc dvěma 80 Kg řetězy které byly připevněny na každé straně spodní žíně, aby při tahu zůstala konstantně v hloubce 8 metrů. Kromě toho byly dvě 80 l bóje připevněny na každé straně horní žíně, aby při vlečení nedocházelo k částečnému potápění horní žíně. Na obou koncích horní žíně byla navíc připevněna malá loď v blízkosti bóje, jejíž obsluha měla za úkol manipulovat se spodní žíní v závislosti na aktuální hloubce nádrže, aby nedošlo k poškození tralu při kontaktu se dnem. Přijímačem GPS (Garmin GPSMAP 60CSx, Garmin International, Inc, Olathe, Kansas, USA) byla stanovena pro každou malou loď, a tedy i pro ústí tralu, přesná pozice a

rychlost vlečení v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . GPS stopy obou pomocných malých lodí byly použity pro přesný výpočet provzorkovaného objemu nádrže. Tento parametr byl vypočten za pomoci softwaru OziExplorer (D & L Software, Brisbane, Austrálie). Doba trvání jednoho tahu se pohybovala mezi 10 a 25 minutami, vzorkování se provádělo jak ve dne, tak v noci. Celkem byly provedeny 4 tahy ve dne a 5 tahů v noci.

### Vzorkování zooplanktonu

Zooplankton byl v průběhu všech tří let vzorkován ve stejném období jako ichtyologický průzkum. Opět docházelo k vzorkování ve třech oblastech (hrázová, střední a horní) a to vždy vertikálně ode dna až k hladině. V hrázové oblasti se zooplankton navíc vzorkoval zvlášť pro epi-, meta- a hypolimnium. V roce 2011 byl navíc vzorkován i v třímetrových hloubkových profilech, až do hloubky 21 m. Ústí planktonní sítě mělo průměr 20 cm s velikostí ok 200  $\mu\text{m}$ . Početnost zooplanktonu v celém vodním sloupci byla následně přepočtena na 0,01  $\text{m}^2$  plochy vodní hladiny. Početnost v jednotlivých hloubkových vrstvách byla přepočtena na 1 l vody. Zooplanktonní vzorky byli fixovány 4% roztokem formaldehydu a v laboratoři bylo následně stanoveno druhové složení každého vzorku. V roce 2011 došlo navíc k proměření velikostní složení rodu hrotnatka (*Daphnia*) pro každou hloubkovou vrstvu v hrázové oblasti.

### Rozbor potravy

U podvzorku plůdku okouna (rok 2010- 120 kusů , rok 2011- 98 kusů) byl proveden rozbor potravy a naplnění trávicího traktu. Naplnění traktu bylo hodnoceno na stupnici od 0 do 5 (0- prázdný, 1- naplněn z  $\frac{1}{4}$  ; 2- naplněn z  $\frac{1}{2}$  ; 3- naplněn ze  $\frac{3}{4}$  ; 4- plný a 5- přeplněný trakt), zvlášť pro žaludek a zvlášť pro střevo ryby. Souhrnný index naplnění je součet obou těchto hodnot v rozsahu 0-10. Procentuální složení objemu potravy bylo prováděno vizuálně pro celý zažívací trakt ryby. Potrava ryb byla rozdělena na základní skupiny zooplanktonu (*Daphnia* sp.; *Leptodora kindtii*; Bosminidae; Diaphanosomidae; Cyclopoda; ostatní) a larvy hmyzu. Metoda potravní analýzy je pozměňená metoda Vaška *a kol.* (2008), kteří prováděli obdobné analýzy potravy pro pelagické kaprovité ryby.

U části kaprovitých ryb (163 jedinců) odlovených adultním tralem byla zjišťována přítomnost okouního plůdku v zažívacím traktu a v případě nepříliš stráveného obsahu traktu byl spočítán počet jedinců plůdku v něm obsažený.

### Měření abiotických faktorů

Teplota a rozpuštěný kyslík se měřeny kalibrovanou sondou YSI 556 MPS v období prováděného výzkumu v celém vodním sloupci na třech lokalitách (hrázová, střední, horní část nádrže). Průhlednost vody byla měřena na stejných lokalitách Secchiho deskou.

## Výsledky

### Druhové složení a hustota plůdku v pelagické oblasti nádrže

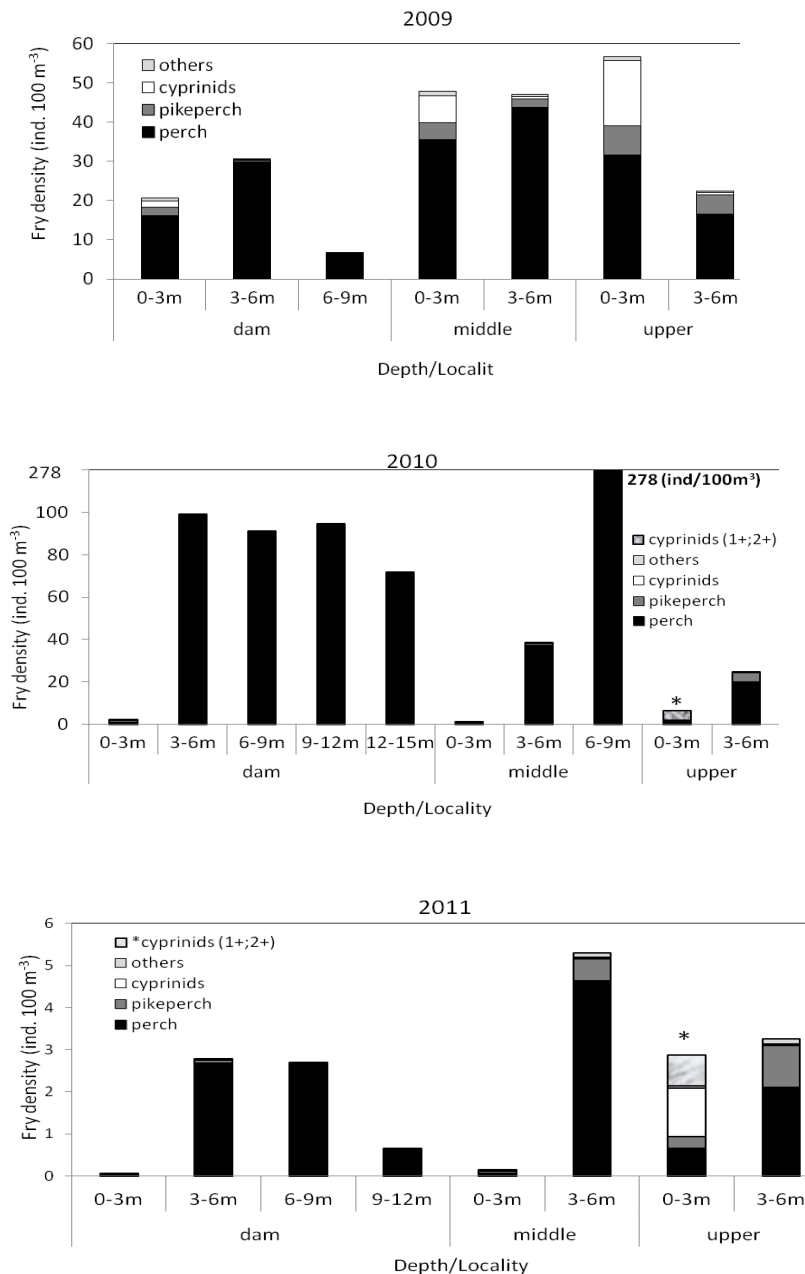
Během let 2009 až 2011 bylo odloveno 61 966 jedinců rybího plůdku spadajícího do 7 druhů. Jednalo se o ryby kaprovité (Cyprinidae) konkrétně o cejna velkého (*Abramis brama*), ouklej obecnou (*Alburnus alburnus*) a plotici obecnou (*Rutilus rutilus*). Z ryb okounovitých (Percidae) byly v úlovcích zastoupeny okoun říční (*Perca fluviatilis*), candát obecný (*Sander lucioperca*) a ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*). Posledním loveným druhem plůdku byl sumec velký (*Silurus glanis*) z čeledi sumcovitých (Siluridae). V druhové skladbě naprosto dominovaly ryby okounovité v zastoupení 83% v roce 2009 až po téměř 100% v roce 2010. Z okounovitých ryb byl nejpočetnější rybou okoun říční, který tvořil v roce 2009 72% denního a 82% nočního úlovku. V roce 2010 pak dokonce 98% úlovku ve dne a 99% úlovku v noci. V roce 2011 představoval okoun říční 84% nočního a 99% denního úlovku.

Zastoupení jednotlivých druhů plůdku ryb a především jejich početnost ve volné vodě nádrže se lišily v závislosti na oblasti nádrže (hrázová, střední a horní oblast), kde byl odlov prováděn. Okoun říční byl naprosto dominantním druhem ve všech třech lokalitách a téměř ve všech hloubkách (Obr. 4). Extrémní početnost okouna byla

zjištěna roku 2010 v hloubce 6-9m ve střední části nádrže, kde se vyskytoval v koncentracích 278 jedinců na 100 m<sup>3</sup> vody. Rovněž v letech 2009 a 2011 dosahoval okoun nejvyšších koncentrací ve střední části nádrže ve větší hloubce (3-6m). Druhou nejpočetnější rybou v úlovcích byl candát obecný. Druhovým zastoupením se nejvíce lišila horní část nádrže, kde v hladinové vrstvě byly výrazně zastoupeny ryby kaprovité. V roce 2010 a 2011 bylo rovněž v úlovku z této hloubky v horní části nádrže zastoupeno velké množství jednoletých a dvouletých kaprovitých ryb, na jejichž odlov není plůdkový tral primárně určen. V jiných hloubkách a oblastech se starší kaprovité ryby vyskytovaly jen vzácně. V roce 2010 dosáhly starší kaprovité ryby v hladinové vrstvě horní oblasti dokonce početnosti 4,5 jedince na 100 m<sup>3</sup> vody, naproti tomu okoun zde dosahoval početnosti pouze 1,4 jedince na 100 m<sup>3</sup> vody. Průměrné množství plůdku bylo v roce 2009 v pelagiálu nádrže 37 jedinců na 100m<sup>3</sup> vody (max. 66 jedinců). V roce 2010 činil průměr 56 jedinců na 100 m<sup>3</sup> vody (max. 278 jedinců na 100 m<sup>3</sup>). V roce 2011 byl zaznamenán výrazný pokles v početnosti plůdku a jeho početnost dosáhla v průměru pouze 1,89 J/100 m<sup>3</sup> (max. 5,3 jedinců na 100 m<sup>3</sup>). Tento rozdíl abundance mezi lety byl výrazně statisticky průkazný a to jak pro noční odlovy Kruskal-Wallisův test: H (2; N= 44) =16 p <0,001; tak i pro denní vzorkování Kruskal-Wallisův test: H (2; N= 43) =10,8 p =0,007. Mezi lety 2009 a 2010 byl rozdíl v abundanci statisticky neprůkazný.

Druhové složení úlovku a množství ulovených ryb v jednotlivých hloubkových vrstvách se lišily v závislosti na skutečnosti, zda byl odlov prováděn ve dne nebo v noci. Během denních odlovů se na stejný objem provzorkované vody ulovilo průkazně méně ryb, než při odlovech v nočních hodinách Wilcoxonův test: Z(N=35)= 4,78 p<0,001.

V denních hodinách se v tralových úlovcích vůbec nevyskytovaly ryby kaprovité, naopak v nočních hodinách byly poměrně výrazně zastoupeny v hladinové vrstvě. V hlubších vrstvách vody se ryby kaprovité prakticky nevyskytovaly. Ve všech třech letech byly výrazné vertikální migrace candáta obecného, který se v nočních hodinách vyskytoval ve vrchních vrstvách vodního sloupce od hladiny do hloubky 6 metrů, zatímco v denních hodinách byly jeho úlovky nejpočetnější v nejhlubších vzorkovaných vrstvách (Obr. 5). Okoun říční byl, jak ve dne, tak v noci, nejméně zastoupen v hloubkové vrstvě 0-3m a nejvyšších koncentrací dosahoval v hloubkách od 3 do 9 metrů. V roce 2010 byly jeho úlovky početné dokonce až do hloubky 15 metrů (Obr. 4).



Obrázek 4. Početnost jednotlivých druhů a skupin ryb (Cyprinids- kaprovité; others- sumec a ježdík; pikeperch- candát; perch- okoun) v průběhu tří let ve třech lokalitách (dam- hrázová, middle- střední, upper- horní) pro různé hloubkové vrstvy odlovu v průběhu noci.

Figure 4. Abundance of individualspeciesand grups of fish (others- catfish and ruffe) within three years in three localities for different depth levels of trawl sampling during night.

V roce 2010 byl okoun říční nejpočetnějším druhem plůdku nejen v pelagické oblasti nádrže, ale výrazně dominoval také v litorální zóně a to jak ve dne, tak v noci. Candát obecný se v pelagiálu nádrže vůbec nevyskytoval a pouze v řádu procent zde byly

zastoupeny ryby kaprovité (Obr. 5). Pro rok 2009 a 2011 nejsou data o litorálním plůdku k dispozici.

### **Velikostní skladba okouního plůdku v různých oblastech nádrže**

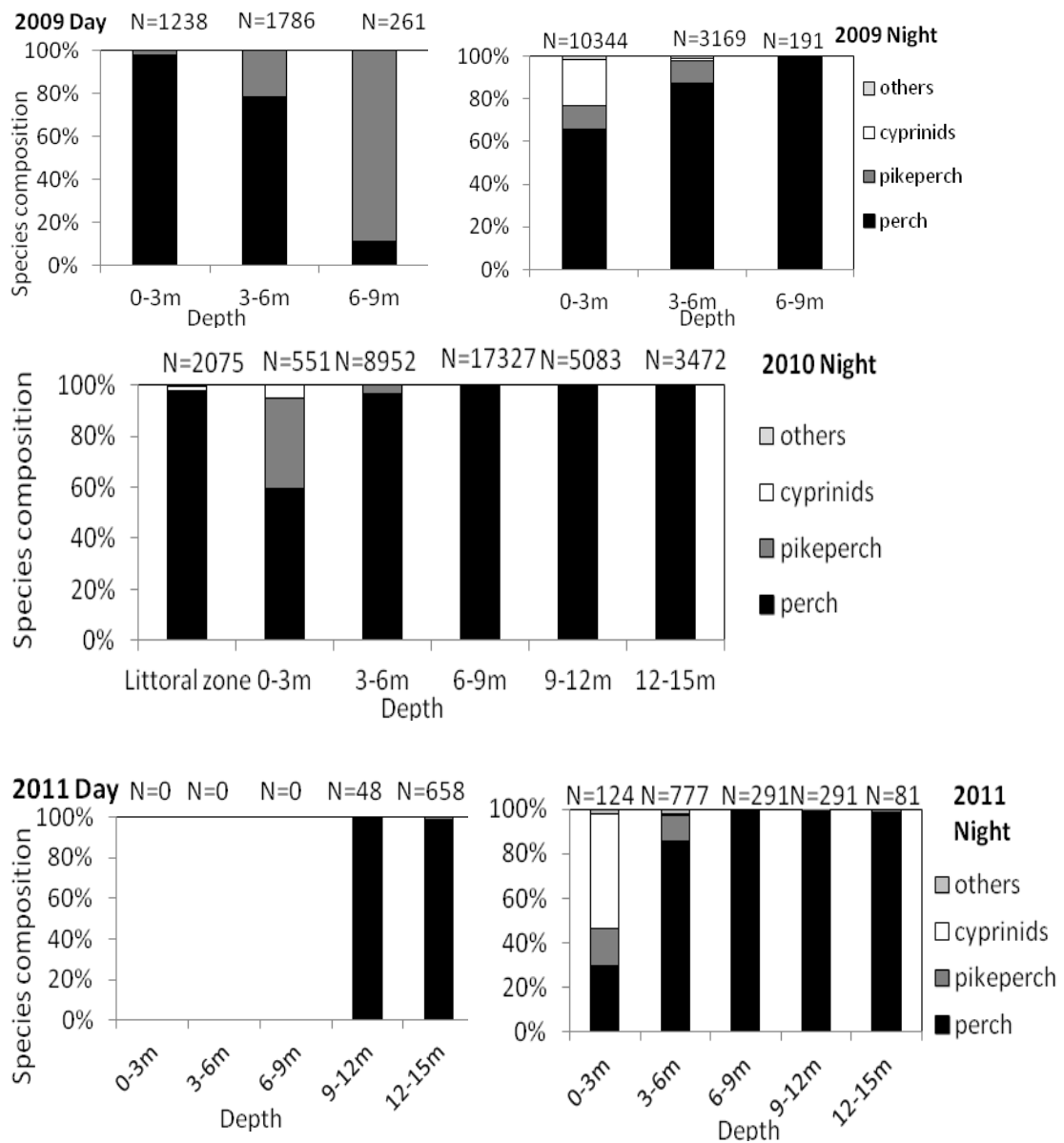
Velikost okouního plůdku se prokazatelně zvyšovala v podélném profilu nádrže směrem od hráze k horní části a největších velikostí v litorální zóně nádrže a to jak v roce 2010 Kruskal-Wallis H (3, N= 3421) =1070 p <0,001, kdy abundance okouního plůdku dosahovaly extrémních hodnot, tak i v roce 2011 Kruskal-Wallis H (2, N= 601) =96 p < 0,001, kdy byla abundance plůdku prokazatelně nižší (Obr. 6). V roce 2011 byly ryby v hrázové oblasti v průměru o 3,8 mm menší než ryby v horní části nádrže. V roce 2010 byl tento rozdíl dokonce 4,1 mm a v litorální oblasti byl okouní plůdek dokonce v průměru o 6,2 mm větší než v pelagiálu hrázové oblasti.

### **Distribuce okouního plůdku ve volné vodě nádrže ve vztahu k abiotickým a biotickým faktorům**

Okouní plůdek se jak ve dne, tak i v noci vyskytoval v nejvyšších koncentracích v oblasti metalimnia, tedy ve vrstvě kde dochází k poklesu teploty a hlavně pak k rapidnímu poklesu kyslíku rozpuštěného ve vodě (Obr. 7). V roce 2010 v hrázové oblasti v hloubce 9-12 m, kde byla zjištěna nejvyšší početnost okouna, byla koncentrace rozpuštěného kyslíku pouze 1,6-2,2 mg l<sup>-1</sup>. Podle akustického vzorkování bylo zjištěno, že plůdek v podélném profilu nádrže svými nejvyššími hustotami kopíroval v průběhu dne přechodné vrstvy mezi epi- a metalimniem a mezi meta a hypolimniem. V průběhu noci byl plůdek nakoncentrován hlavně v oblasti metalimnia a v přechodné vrstvě mezi meta a hypolimniem. Nejvyšších hustot dosahoval plůdek ve střední až hrázové oblasti. Naopak nejnižších hodnot dosahoval v oblasti horní (Obr. 8). V hrázové oblasti v hloubce 9-12 m, kde byly nejnižší koncentrace rozpuštěného O<sub>2</sub> a zároveň nejvyšší abundance okouního plůdku se vyskytovalo poměrně velké množství hrotnatek (*Daphnia* sp.) oproti jiným vrstvám pod hranicí 6 metrů hloubky (Obr. 9). Rovněž index naplnění trávicího traktu okouního plůdku odloveného v hrázové oblasti při denních

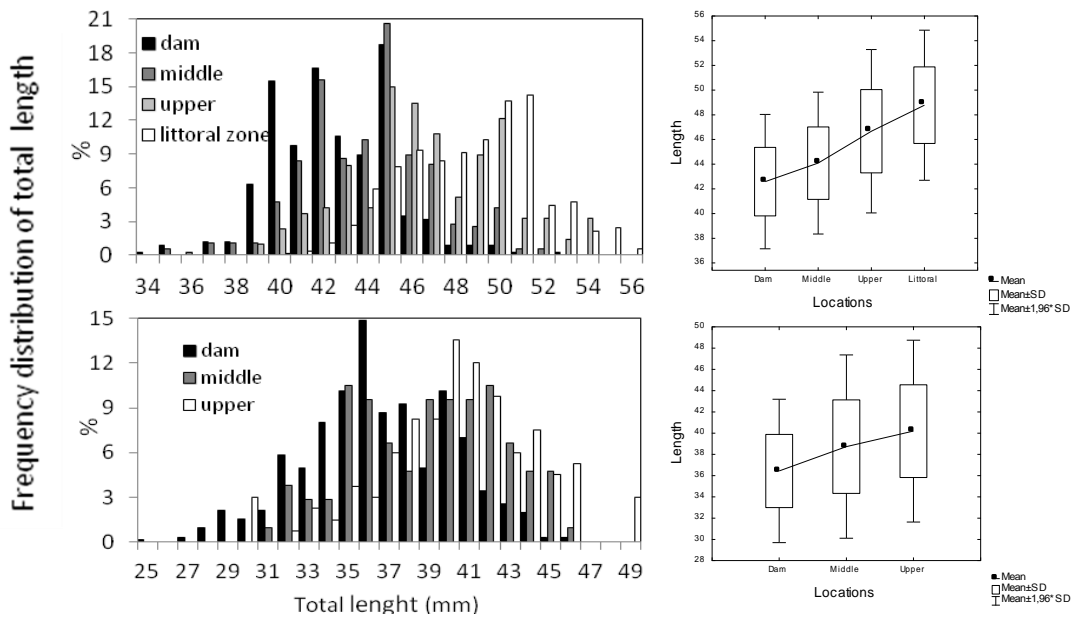


odlovech byl v této hloubkové vrstvě prokazatelně nejvyšší Kruskal-Wallis test:  $H(3, N=47) = 9, p = 0,03$  (Tab. 1).



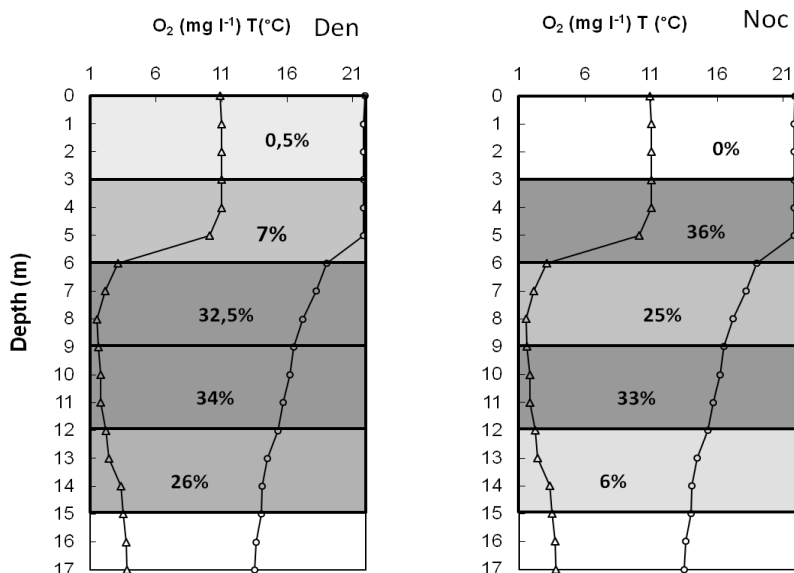
Obrázek 5. Procentuální zastoupení jednotlivých druhů skupin rybiho plůdku v průběhu tří let v různých hloubkových vrstvách pelagiálu (a v litorálu v roce 2010) ve dne a v noci. Písmeno N udává celkový počet jedinců odlovený v dané hloubce. Depth- hloubka, others- ostatní druhy ryb (ježdík a sumec), *cyprinids*- ryby kaprovité, pikeperch- candát, perch- okoun.

Figure 5. Percentage of individual species and groups of fish within three years in different pelagic depth levels (for 2010 littoral) during day and night. The letter N means the overall number of fingerling in given depth level.



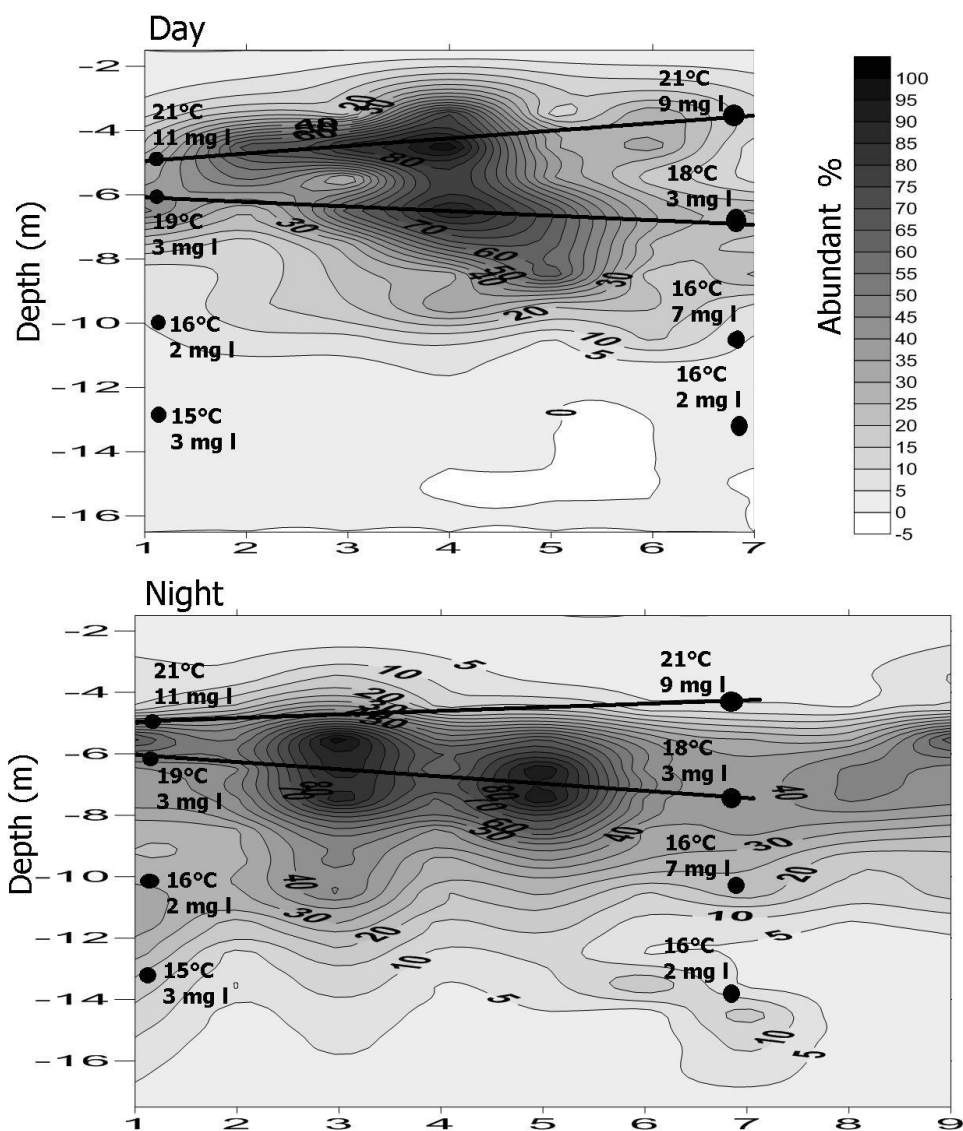
Obrázek 6. Velikostní skladba (celková délka) okouního plůdku v podélném profilu nádrže v letech 2010 a 2011 (a v litorální oblasti- rok 2010). Dam- hrázová, middle-střední, upper-horní část nádrže.

Figure 6. Frequency distribution of total length of perch fingerlinge in longitudinal profile of Vír Reservoir in years 2010 and 2011 (and in littoral for 2010).



Obrázek 7. Procentuální zastoupení okouního plůdku v hrázové oblasti nádrže Vír v různých hloubkových vrstvách ve vztahu ke koncentraci rozpuštěného O<sub>2</sub> a k teplotě vody.

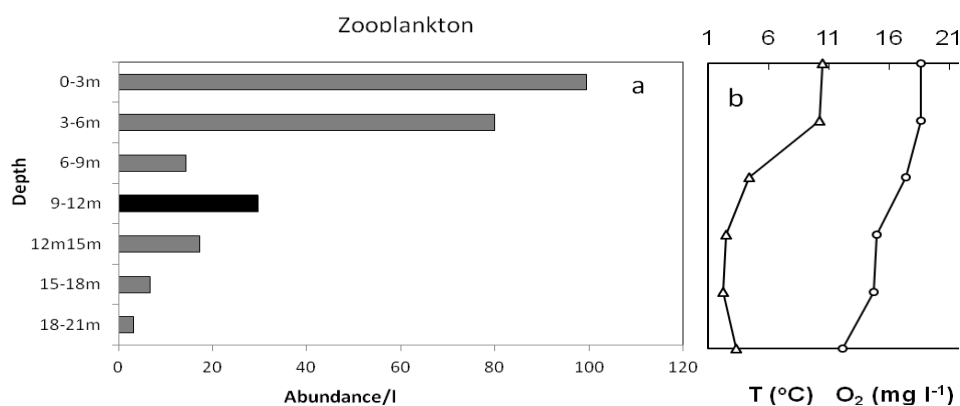
Figure 7. Percentage of representation of fingerling of perch in different depth levels of the dam part of Vír reservoir in relation to concentration of dissolved oxygen and temperature of water.



## Localities along the longitudinal profile

Obrázek 8. Obecný model distribuce okouního plůdku ve volné vodě nádrže Víř v roce 2010 podle akustického vzorkování. Čísla izochar surfer modelu znamenají procentuální hustotu v příslušných lokalitách a hloubkových vrstvách. 100% představuje vždy nejvyšší hustotu. Černé čáry vytyčují oblast metalimnia v nádrži. Hodnoty u kruhových bodů udávají teplotu a koncentraci O<sub>2</sub> v daném bodu. Hodnoty 1-7 pro den a 1-9 pro noc na horizontální ose udávají podélný profil nádrže podle (obr. 2). Hodnoty 1-3 reprezentují hrázovou část, 4-7 střední část a 8 a 9 jsou oblast horní (Surfer software, verze 9).

Figure 8. General model of distribution of perch fingerlinge in the open water of Víř Reservoir in year 2010 according to the acoustic sampling. The isoline numbers in the Surfer's model correspond to mean percentage density in given localities and depth levels. 100% means the highest density. Black lines show the area of metalimnia in the reservoir. The values in circle points show temperature and concentration of O<sub>2</sub> in given point. Values 1-7 for day and 1-9 for night on horizontal axis show longitudinal profile of reservoir according to (fig. 2). Localities 1-3 represent dam part, 4-7 middle part and 8-9 upper part of the Víř Reservoir (Surfer software, vision 9).



Obrázek 9. Početnost zooplanktonu rodu *Daphnia* v roce 2011 v hrázové oblasti nádrže Vír v různých hloubkových vrstvách v 1 litru vody (a) a průběh teplotní a kyslíkové stratifikace v daném hloubkovém profilu (b).

Figure 9. Abundance of zooplankton of genus *Daphnia* in year 2011 in dam part of Vír Reservoir in different depth levels in 1 l of water (a) and temperature and oxygen vertical profile in given depth levels (b).

Tabulka 1 Index naplnění trávicího traktu okouního plůdku z denních odlovů v roce 2010 v hrázové části nádrže v různých hloubkových vrstvách. Depth- hloubky; Fullness- naplnění

Table 1 Index of fulness of digestive tract of perch fingerlinge from day catches in 2010 in dam part Vír Reservoir in different depth levels.

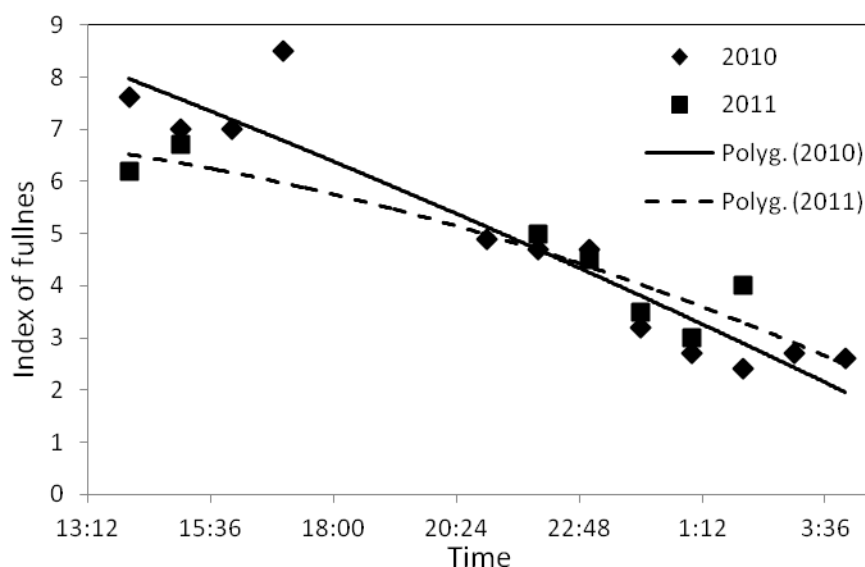
Depth	3-6m	6-9m	9-12m	12-15m
Fullness	7,5	7	8,6	8,4

## Potrava okouního plůdku v pelagiálu nádrže

### Index naplnění trávicího traktu okouního plůdku v průběhu dne

Index naplnění trávicího traktu okouna říčního byl nejvyšší v denních hodinách, kdy se pohyboval v průměrném rozmezí od hodnoty 6,2 (rok 2011) ve 14:00 hodin až po 8,51 (rok 2010) v 17:00 hodin. Je tedy patrné, že v průběhu světelné fáze dne se naplnění traktu okouního plůdku postupně zvyšuje. Naopak v nočních hodinách byl index naplnění trávicího traktu výrazně nižší a pohyboval se v rozmezí hodnot od 5 (rok 2011)

ve 22:00 hodin do hodnoty 2,4 (rok 2010) ve 2:00 hodiny (Obr. 10). Z čehož vyplývá, že přes noc okouní plůdek potravu nepřijímá a dochází k jeho postupnému vyhladovění.



Obrázek 10. Index naplnění trávicího traktu plůdku okouna říčního v průběhu dne v letech 2010 a 2011. Fill- index naplnění trávicího traktu, Time- denní doba pro kterou byl index naplnění stanoven.

Figure 10. Index of fullness of digestive tract of perch fingerling during day in 2010 and 2011.

### Rozdíl ve skladbě potravy okouního plůdku v letech 2010 a 2011

Zastoupení jednotlivých složek potravy v trávicím traktu okouna se prokazatelně lišilo ( $X^2$  test,  $p > 0,001$ ) mezi rokem 2010, kdy množství plůdku v nádrži dosahovalo extrémních hodnot a rokem 2011, kdy byla početnost plůdku výrazně nižší. V roce 2010 byly oproti roku 2011 v potravě okouního plůdku výrazněji zastoupeny skupiny menších druhů zooplanktonu (*Bosminidae*; *Cyclopoda*; *Diaphanosomidae*). Naopak v roce 2011 byly výrazněji zastoupeny větší druhy zooplanktonu (*Daphnia* sp. a *Leptodora kindtii*) a také bentické larvy pakomárů rodu *Dicrotendipes* (Tab. 2; Obr. 11).

Tabulka 2. Procentuální skladba potravy okouního plůdku v letech 2010 a 2011

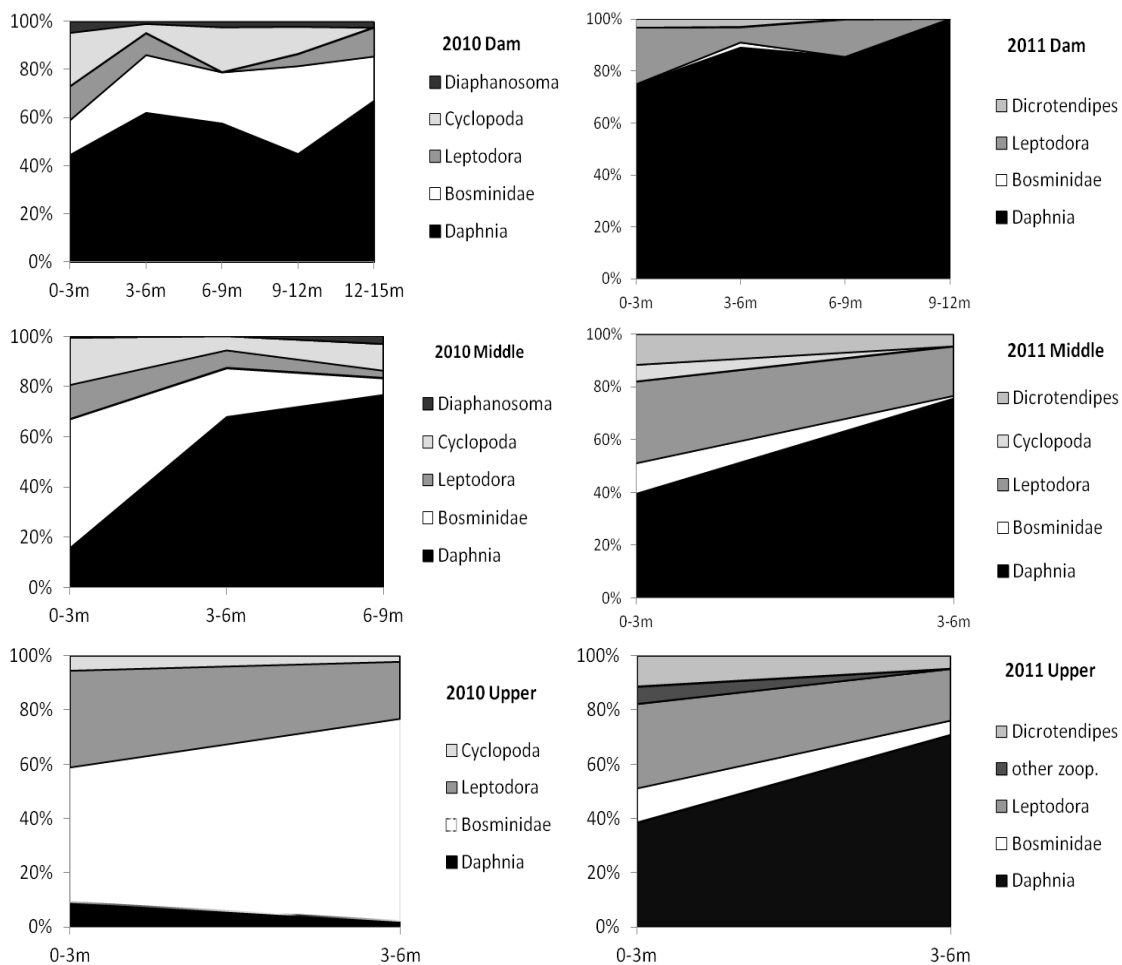
Table 2. Percentual composition of perch fingerlinge in 2010 and 2011

Species:	<i>Daphnia</i>	Bosminidae	<i>Leptodora</i>	Cyclopoda	<i>Diaphanosoma</i>	Other zoop.*	<i>Dicrotendipes</i>
2010 (%)	39	24	16	9	9	1	2
2011 (%)	43	6	22	5	0	6	18

Other zoop.\*- ostatní druhy zooplanktonu.; *Dicrotendipes*\*- bentické larvy pakomárů rodu *Dicrotendipes*

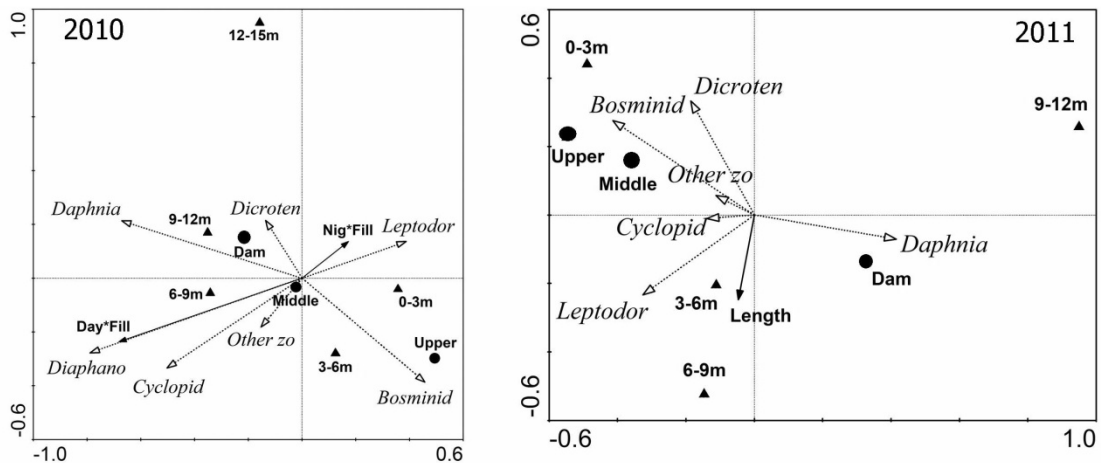
### Druhá skladba potravy okouního plůdku v podélném a vertikálním profilu nádrže v letech 2010 a 2011

Nejpočetnější potravou okouního plůdku byla v obou letech hrotnatka (*Daphnia* sp.), jejíž zastoupení v potravě se zvyšovalo se stoupající hloubkou. Nejméně početná byla hrotnatka v horní části nádrže, kde se naopak zvýšilo zastoupení ramenatky velké (*Leptodora kindtii*) a čeledi (Bosminidae) (Obr. 11). Hrotnatka byla naopak nejvíce zastoupená v hrázové oblasti. Naopak čeď (Bosminidae) byla nejpočetnější v horní části nádrže. Zvláštní bylo zastoupení bentických larev pakomárů rodu *Dicrotendipes* které byly v roce 2011 v potravě zastoupeny ve výrazně větším množství (Tab. 2) a vyskytovaly se v potravě ve všech třech oblastech, nicméně nejvyšší zastoupení těchto larev bylo v horní části nádrže. Naopak v roce 2010 bylo zastoupení komářích larev velmi nízké (Tab. 2) a jejich výskyt v potravě byl zjištěn pouze v hrázové oblasti (Obr. 12). V roce 2010 bylo vyšší zastoupení ramenatky velké v zaživacím traktu okounů ulovených v nočních hodinách, což nasvědčuje zvýšenému lovu této kořisti v průběhu stmívání. Naopak v denních hodinách byl v potravě výrazně zastoupen drobný zooplankton ze skupin Cyclopoda a *Diaphanosoma*. V horní části nádrže vykazovalo druhové složení potravy vyrovnanější skladbu, než ve středové a hrázové části, kde byla výrazně zastoupena hlavně hrotnatka (*Daphnia* sp.) (Obr. 11; Obr. 12).



Obrázek 11. Složení potravy okouního plůdku v letech 2010 a 2011 ve třech oblastech nádrže Víř: dam- hrázová, middle- střední, upper-horní ve všech vzorkovaných hloubkách. Vertikální osa znázorňuje procentuální zastoupení jednotlivých druhů potravy v obsahu zažívacího traktu ryb. Horizontální osa znázorňuje zastoupení jednotlivých druhů potravy v různých hloubkách.

Figure 11. Diet composition of perch fingerling in 2010 and 2011 in three part sof Víř reservoir: dam, middle, upper in all sampled depths. Vertical axis shows percentual composition of individual food types in the capacity of digestive tract. Horizontal axis shows percentual composition of food kinds in diffferent depths.



Obrázek 12. Diagramy druhového složení potravy okouního plůdku v podélném a vertikálním profilu nádrže Vír podle RDA analýzy (Canoco for Windows 4.5 software; Lep šand Šmilauer 2003) pro roky 2010 a 2011. Černé trojúhelníky znázorňují hloubkové vrstvy. Černá kolečka jednotlivé oblasti nádrže (Dam- hrázová, middle- střední, upper- horní). Směr šipek jednotlivých skupin zooplanktonu v potravě plůdku znázorňuje pozitivní korelaci s hloubkou či lokalitou ke které směřuje. Body odkloněné od směru šipek znázorňují negativní korelaci. Stejný vztah platí pro šipky Day\* Fill (naplnění traktu ve dne) a Night\*Fill (naplnění traktu v noci) pro rok 2010 a také šipka Length (vztah se zvyšující se délkou ryby) pro rok 2011. 2010:(F=11,82; p=0.002); 2011:(F= 3.5 p= 0.002).

Figure 12. Plots of diet composition of perch fingerling in longitudinal and vertical profile of Vír Reservoir according to RDA analysis (Canoco for Windows 4.5 software; Lep šand Šmilauer 2003) for 2010 and 2011. Black triangles shows depth layers, black circles parts of reservoir. Direction of arrows for zooplankton genus in fingerling diet show positive correlation with depth or locality. Points diverted from the arrow direction show negative correlation. The same relation goes for Day\* Fill and Night\*Fill for 2010 and also the arrow Length for 2010. 2010:(F=11,82; p=0.002); 2011:(F= 3.5 p= 0.002).

## **Predace kaprovitých (primárně zooplanktonofágních) ryb na plůdku okouna a mortalita okouního plůdku**

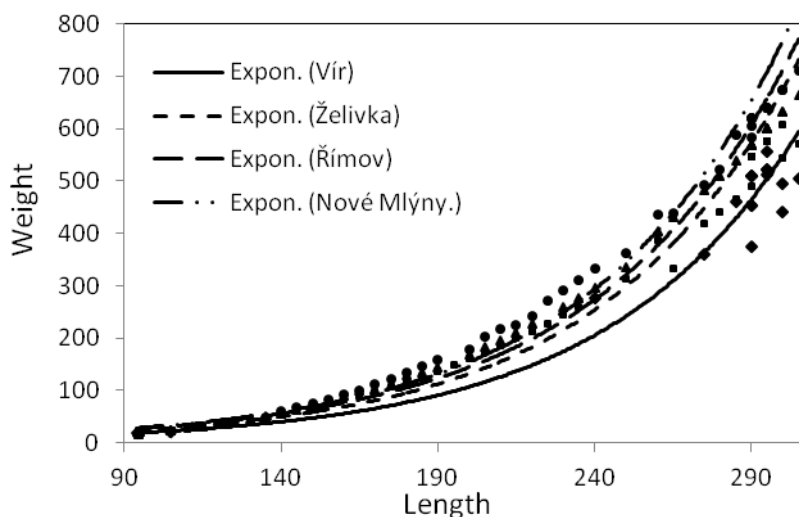
### **Predace kaprovitých ryb na plůdku okouna**

V roce 2010 se u adultních kaprovitých ryb, konkrétně u cejna velkého (*Abramis brama*) a kapra obecného (*Cyprinus carpio*), odlovených adultním traťem prokázala predace na okouním plůdku. Celkem bylo analyzováno 91 kusů cejnů, z nichž se predace prokázala u 44 kusů, což představuje 48% analyzovaných ryb. Nejvyšší počet kusů okouního plůdku v zažívacím traktu představoval 7 kusů. Kaprů bylo celkem analyzováno 37 a predace se prokázala u 22 kusů (60% analyzovaných ryb). Nejvyšší



počet plůdku okouna v zaživacím traktu kapra byl 3 kusy. Vysoký stupeň predace na okouním plůdku byl také ze strany adultních okounů, v jejichž zaživacím traktu bylo nalezeno až 16 kusů okouního plůdku.

Vysoká početnost okouního plůdku pravděpodobně způsobila výrazný pokles v početnosti hrubého zooplanktonu, kterého kaprovité ryby musí denně spotřebovat veliké množství, aby uspokojily své fyziologické požadavky. Nedostatek přirozené potravy cejna velkého a jeho přechod na lov plůdku, který je pro něj zřejmě energeticky dost náročný se odrážely ve špatném výživovém stavu těchto ryb, jelikož jejich hmotnost byla nižší než hmotnost stejně dlouhých ryb z jiných nádrží v České republice (Želivka, Římov, Nové Mlýny) (Obr. 13).



Obrázek 13. Délko-hmotnostní vztah pro cejna velkého odloveného ve čtyřech různých nádržích v České republice podle Prchalové a Kubečky (nepublikovaná data) a pro nádrž Vír. Body pro jednotlivé nádrže jsou proloženy exponenciální křivkou. Length- standardní délka ryby, Weight- hmotnost jednotlivých ryb.

*Figure 13. Length-weight relationship for bream captured in four different reservoirs in the Czech Republic according Prchalová and Kubečka (unpublished data) and for Vír Reservoir. The points for individual reservoirs are smoothed with exponential curve.*

Podle odlovů prováděných adultním talem v roce 2010 byla odhadnuta početnost cejna velkého, kapra obecného a okouna říčního v pelagiálu nádrže v jednotlivých lokalitách (srovnej s Obr. 2). Celkové množství těchto ryb v jednotlivých lokalitách a také počet piscivorních ryb těchto druhů vypočtený podle zjištěné predace (48% cejnů velkých;

60% kaprů obecných; 100% okounů říčních) a celkové množství pelagického plůdku je uvedeno v tabulce 3. V případě, že by každý adultní okoun, 60% kaprů a 48% cejnů spotřebovaly denně 5 až 10 usů plůdku okouna, došlo by k absolutnímu vyžrání plůdku z nádrže za 82 až 163 dní.

Tabulka 3. Zastoupení potenciálních predátorů v jednotlivých oblastech nádrže a počet pelagického plůdku v těchto lokalitách na 1 ha

*Table 3. The composition of potential predators in individual part of Vir Reservoir and number of pelagial fingerling in these localities per the area of 1 ha*

Species (number/ ha)	Locality							mean
	1	2	3	4	5	6	7	
Bream	131,8	193	217,8	217,8	233,6	261,8	290	221
Carp	2,1	4,7	3,2	3,2	17,1	18,6	20,1	10
Perch	6,4	8,3	2,1	2,1	6,6	11,3	16,1	8
Total	140	206	223	223	257	292	326	238
Bream piscivorous	63,2	92,7	104,5	104,5	112,1	125,6	139,2	106
Carp piscivorous	1,3	2,8	1,9	1,9	10,2	11,2	12,1	6
Perch	6,4	8,3	2,1	2,1	6,6	11,3	16,1	8
Total piscivorous	71	103,7	108,6	108,6	128,9	148,1	167,4	119
fingerling	105775	75434	162327	82859	119570	65733	68547	97178

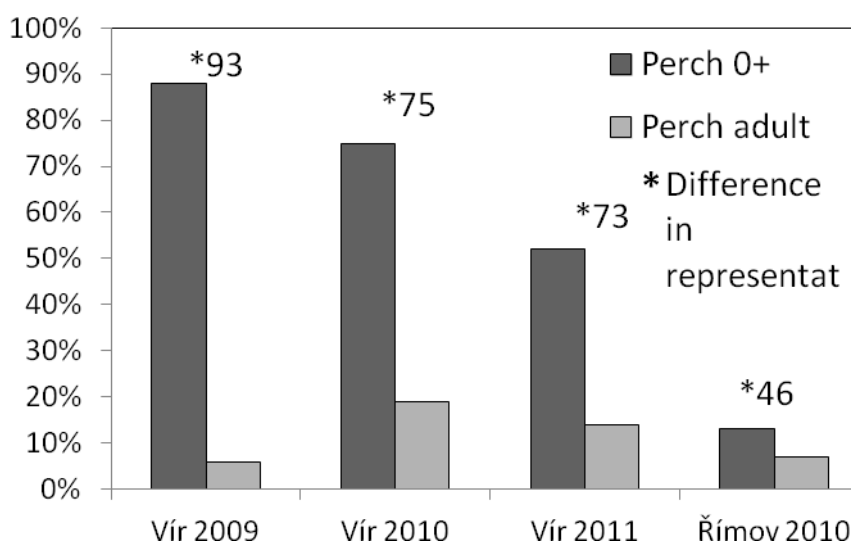
Bream-cejn velký, Carp- kapr obecný, Perch- okoun říční, Total- celkové množství potenciálních predátorů, Fingerling- počet plůdku, mean- průměrné množství dané ryby na 1 ha vodní plochy přepočítaný pro celou nádrž.

### Mortalita okouního plůdku

Početnost okouního plůdku v nádrži dosahovala jak v roce 2009, tak v roce 2010, extrémních hodnot. V roce 2011 byl v početnosti plůdku zaznamenán výrazný pokles, nicméně i přesto byla početnost plůdku v nádrži oproti ostatním českým nádržím stále nadprůměrná. Podle dat z tenatních odlovů (Sed'a a kol. 2009; 2010; 2011) bylo zjištěno, že i přes velkou početnost okouního plůdku v nádrži, je početnost adultních okounů poměrně nízká a svou početností nikterak výrazně početnost adultních okounů v ostatních českých nádržích. V tenatních úlovcích představoval okouní plůdek z celkového množství odloveného plůdku 88% v roce 2009, 75% v roce 2010 a 52% v roce 2011. Zatímco adultní okouni byli zastoupeni v tenatních úlovcích adultních ryb pouze 6% v roce 2009, 19% v roce 2010 a 14% v roce 2011. Rozdíl

v zastoupení plůdku a adultních jedinců okouna tedy činil 93% v roce 2009, 75% v roce 2010 a 73% v roce 2011.

Pro srovnání, v nádrži Římov v roce 2010 byl v tenatních úlovcích zastoupen okouní plůdek pouze 13% a adultní okouni 7% z celkového množství odlovených ryb podle Kubečky *a kol.* (2011). Rozdíl mezi zastoupením plůdku a adultních jedinců okouna byl pouze 46% (Obr. 14).



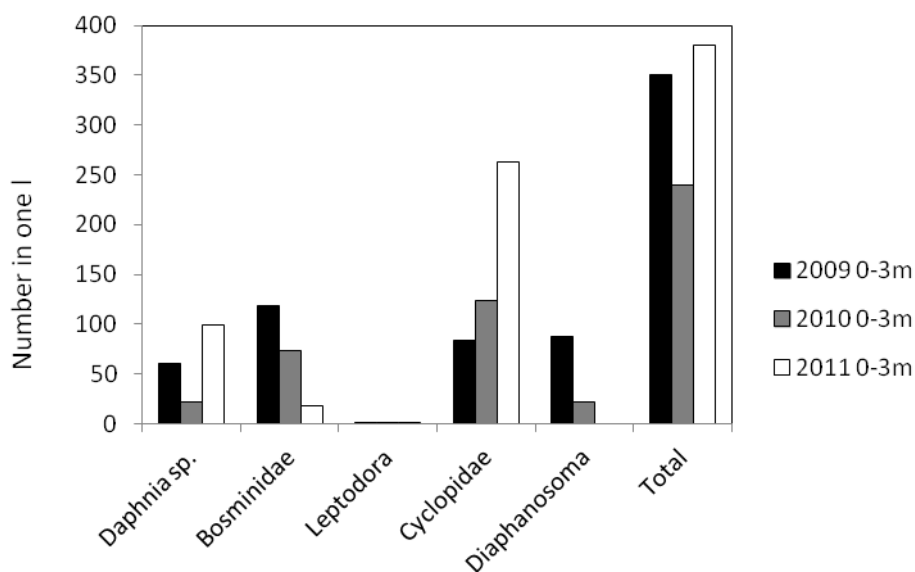
Obrázek 14. Procentuální zastoupení okouního plůdku a adultních okounů v tenatních úlovcích v nádrži Vír v tříleté řadě a v nádrži Římov v roce 2010. \*Procentuální rozdíl v zastoupení plůdku a adultních ryb v úlovcích.

*Figure 14. Percentual composition of perch fingerling and adult perch in gillnet catches in Vír Reservoir in three-year-period and in Římov Reservoir in 2010. \* Percentual difference of fingerling and adults.*

### **Druhová skladba zooplanktonu v nádrži v letech 2009, 2010 a 2011 a průhlednost vody.**

Vysoká početnost okouního plůdku v jednotlivých letech měla pravděpodobně také dopad na množství a druhovou skladbu zooplanktonu v nádrži. V letech 2009 a 2010 byla zjištěna v hrázové části nádrže pro hloubku 0-3m nižší početnost hrotnatek *Daphnie* sp. a rovněž skupiny Cyclopoda v 1 l vody oproti roku 2011 kdy bylo množství plůdku mnohem nižší. Naopak početnost skupin drobného zooplanktonu Bosminidae a Diapahosomidae byli v letech 2009 a 2010 oproti roku 2011 vyšší.

Rovněž celková početnost zooplanktonu na 1 l vody byla v letech 2009 a 2010 poněkud nižší než v roce 2011 (Obr. 15). Rovněž průhlednost vody vykazovala v roce 2011 vyšší hodnoty než v letech 2009 a 2011 (Tab. 4).



Obrázek 16. Početnost jednotlivých skupin zooplanktonu v 1 litru vody v letech 2009,2010 a 2011 v hrázové oblasti nádrže Vír v hloubkovém profilu 0-3m.

*Figure 16. Abundance of zooplankton taxa in 1 l of water in 2009, 2010 and 2011 in dam part of Vír Reservoir in depth level 0-3m.*

Tabulka 4. Průhlednost vody v letech 2009, 2010 a 2011 v podélném profilu nádrže Vír

*Table 4. Transparency of water in years 2009, 2010, 2011 in longitudinal profile of Vír Reservoir*

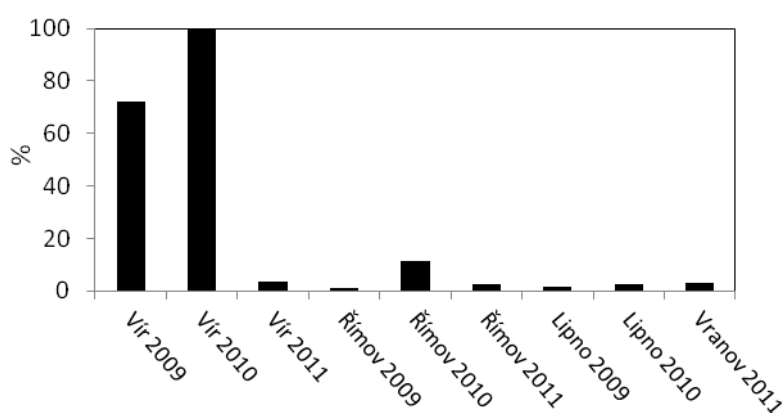
Transparency in (cm)	Locality		
	Dam	Middle	Upper
2009	90	75	65
2010	160	150	95
2011	195	150	150

Transparency - průhlednost Oblasti: Dam-hrázová, Middle- Střední, Upper- horní část nádrže Vír

## Diskuze

### Nadprůměrná početnost okouního plůdku v nádrži Vír a její meziroční výkyvy

Početnost pelagického plůdku (zejména okouna) v nádrži Vír v letech 2009 a 2010 výrazně převyšovaly početnost plůdku v ostatních údolních nádržích v České republice. Srovnání početnosti pelagického plůdku (všech druhů ryb) se třemi odlišnými nádržemi je patrné z obrázku 17.



Obrázek 17. Srovnání početnosti pelagického plůdku (všechny druhy) v nádrži Vír a ve třech dalších ú.n. v různých letech podle Jůza *a kol.* 2009 a Jůza (nepublikovaná data). Početnost plůdku v nádrži Vír v roce 2010 představuje 100%. Ostatní hodnoty jsou procentuální podíl z tohoto celku.

*Figure 17. Comparison of pelagial fingerling (all species) abundance in Vír Reservoir and in three other reservoirs in different years according Jůza a kol. (2009) and Jůza (unpublished data). Concentration of fingerling in 2010 represents 100% in other values are percentual parts from this value.*

Takto vysoké početnosti okouního plůdku v průběhu léta budou způsobeny z neznámých důvodů nízkou mortalitou plůdku v jarním období a na počátku léta, která je v jiných údolních nádržích mnohem vyšší. Vzhledem k tomu že abundance dospělých jedinců okouna není v nádrži Vír nikterak vysoká (Obr. 14) lze jen stěží připisovat vysokou abundanci plůdku nadprůměrně vysoké reprodukci. Vzhledem k poměrně malému množství adultních jedinců v tenatních úlovcích, je zřejmé, že k vysokému stupni mortality dochází až v druhé polovině roku díky vyžírání potravní základny a značnou roli zde pravděpodobně sehrává i predace ze strany kaprovitých ryb.

Značný pokles v početnosti plůdku v roce 2011 může být způsobený managementem nádrže. Nádrž Vír trpí přes suchá období roku nedostatkem vody a dochází tedy ke značnému kolísání hladiny (Čírka 2011). V létě roku 2011 byla úroveň hladiny výrazně pod průměrem, je tedy pravděpodobné že vlivem poklesu hladiny v povýtěrovém období došlo k odhalení a následnému vyschnutí většiny nakladených jikrných pásů okouna. Dalším důvodem poklesu abundance plůdku okouna může být přirozená cykličnost početnosti okounovitých ryb. O značných výkyvech v meziroční početnosti plůdku okounovitých ryb se zmiňují například Jůza *a kol.* (2009), nicméně dodávají že k pochopení cykličnosti abundance okouního plůdku je za potřebí dlouhá datová řada pozorování.

### **Distribuce plůdku okounovitých ryb v podélném a vertikálním profilu nádrže**

Ačkoliv nejvíce úživnou oblastí údolních nádrží je horní zóna (Hejzlar & Vyhnálek 1998), okouní plůdek se vyskytoval ve všech třech letech v nejvyšších početnostech ve střední části nádrže. Tento jev, lze stěží připsat požadavkům okounovitých ryb na vyšší průhlednost vody, která jim má jakožto vizuálním lovcům usnadňovat lov kořisti (Jarvalt *a kol.* 2005), jelikož okouni z horní oblasti nádrže Vír byly prokazatelně větší velikosti nežli jedinci ze střední a hrázové části nádrže (obr. 6). Nižší početnost okouního plůdku v horní zóně bude pravděpodobně způsobena vysokým konkurenčním tlakem ze strany nejen plůdku ale i starších kaprovitých ryb, které se v horní části nádrže vyskytují ve velikém množství (Obr. 4) a také postupným splavováním plůdku z horní oblasti nádrže, což uvádí také Čech *a kol.* (2007b). Významný vliv na nižší koncentraci okouního plůdku v horní zóně nádrže může mít také zvyšující se počet potenciálních predátorů směrem od hráze k přítoku nádrže (Tab. 3).

Skutečnost že se okouní plůdek vyskytuje v nejvyšších početnostech v oblasti metalimnia (Obr. 8), kde jsou zdánlivě nehostinné podmínky a kde dochází k poklesu teploty a hlavně pak kyslíku až na kritické hodnoty pod  $2 \text{ mg O}_2 \text{ l}^{-1}$  má pravděpodobně několik důsledků. Velký vliv na tuto skutečnost bude mít jistě schopnost okouna lovit zooplankton s nejvyšší účinností při teplotách vody pod  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  (Person 1986). O této skutečnosti se rovněž zmiňují ve své práci Jůza *a kol.* (2009). Další příčinou může být

reakce na vysokou světelnou intenzitu v horních vrstvách vodního sloupce, které se raná vývojová stadia okounů vyhýbají (Ward & Robinson 1974; Čech *a kol.* 2005). Vysoká reakce na změnu světelných podmínek je patrná také u plůdku candáta, který podnikal výrazné vertikální migrace v průběhu dne (Obr. 5). Candátí plůdek se v nočních hodinách vyskytoval v hladinových vrstvách, zatímco v denních hodinách se vyskytoval v nejvyšším množství v nejhlubších vzorkovaných zónách. Vzhledem k poměrně vysokému naplnění trávicího okouního plůdku ve větších hloubkách nádrže (Tab. 1), zdá, že v těchto podmínkách s nižší teplotou a světelnou intenzitou dokáže lovit s vyšší úspěšností. I přes skutečnost že je množství potravy v těchto hloubkách nižší nežli v hladinových vrstvách (Obr. 9). Významný vliv na vysokou koncentraci okouního plůdku v těchto zdánlivě nehostinných podmínkách může mít samozřejmě opět nízká početnost predátorů (Levy 1990; Čech & Kubečka 2006) a vlastně i potravních konkurentů ze strany kaprovitých ryb, které preferují prohřáté vrstvy vody (Van Dijk *a kol.* 2002; Jůza *a kol.* 2009).

Jones (1964) uvádí, že koncentrace kyslíku nezbytná pro přežití okouna je 1,1-1,3 mg l<sup>-1</sup> při 16 °C. V metalimniu nádrže Vír, kde byly zjištěny nejvyšší početnosti okouního plůdku, klesalo množství rozpuštěného kyslíku až na hodnotu 1,6 mg l<sup>-1</sup>, která se již blíží kritické hodnotě nezbytné pro přežití. Fry (1957) dále uvádí, že při koncentracích pod 7 mg l<sup>-1</sup> při 20°C se silně omezuje aktivita okouna. Tyto informace se poněkud neshodují se zjištěním, že okouní plůdek se v nejvyšších početnostech vyskytoval právě v zónách s tak nízkým obsahem kyslíku (Obr. 6, Obr. 7) a dokonce se značně zaplněnými zažívacími trakty (Tab. 1). Zřejmě je tedy okouní plůdek z nádrže Vír adaptovaný na nižší koncentrace kyslíku, nežli byli jedinci z výše uváděných studií a jistě by bylo zajímavé provést obdobné laboratorní pokusy schopnosti snášet kyslíkové deficity i na plůdku právě z této nádrže.

Nejvyšší naplnění trávicího traktu okouního plůdku, bylo zjištěno v hloubce 9-12m, kde i přes velmi nízký obsah kyslíku bylo poměrně vysoké množství hrotnatek (Obr. 9), což je hlavní potrava okouního plůdku v nádrži Vír (Obr. 11). Tento stav, kdy se po určitém poklesu početnosti zooplanktonu v menších hloubkách jeho početnost v hlubší vrstvě opět zvýší, je pro údolní nádrže velmi neobvyklý a lze se s ním setkat spíše ve vodních tělesech jezerního typu (Sed'a ústní sdělení). Je tedy vidět že i po stránce distribuce zooplanktonu se údolní nádrž Vír chová dost neobvykle.

## **Potrava a index naplnění trávicího traktu okouního plůdku v nádrži**

### **Vír**

Nejvyšší naplnění trávicího traktu okouního plůdku bylo zjištěno v 17 hodin odpoledne, kdy byl trakt plůdku výrazně naplněn po celodenním lovu (index naplnění 8,5) (Obr. 10). Vašek *a kol.* (2006) uvádějí, že k nejvyššímu naplnění trávicího traktu okouna dochází v období západu slunce. K západu slunce na přelomu července a srpna, kdy byl tento průzkum prováděn, docházelo okolo 20:30. Nicméně index naplnění traktu mezi 21 a 22 hodinou dosahoval pouze hodnot okolo 4,7 až 5. Je pravděpodobné že mezi 17 a 22 hodinou se naplnění traktu ještě částečně zvýšilo. Bohužel pro tuto denní periodu nejsou data o potravě okouního plůdku k dispozici, jelikož se v tuto dobu odlov neprováděl. Stejně jak uvádějí Vašek *a kol.* (2010) tak i v této studii bylo zjištěno, že v průběhu noci dochází k postupnému poklesu naplnění trávicího traktu okouního plůdku a nad ránem dojde téměř k úplnému vyláčení (Obr. 10). Z toho vyplývá, že k úspěšnému lovu potřebuje okouní plůdek určité množství slunečního světla a v průběhu noci není schopný lovit.

Potrava okouního plůdku v nádrži Vír obsahovala hlavně zooplanktonní korýše, což se shoduje i s potravou okouního plůdku v nádrži Římov (Vašek *a kol.* 2006). Kromě zooplanktonu byly v potravě pelagického okouního plůdku nalezeny také bentické larvy pakomárů rodu *Dicrotendipes*. Ty se v roce 2011 vyskytovaly v potravě ve všech částech nádrže. Nicméně výrazně více byly tyto larvy zastoupeny v potravě v horní části nádrže, kde je poměr ploch litorálu k objemu pelagiálu výrazně větší oproti zbývajícím dvěma oblastem a zároveň je zde poměrně malá hloubka. Je tedy zřejmé, že zde plůdek podniká krátké horizontální migrace mezi pelagiálem a litorálem či vertikální migrace mezi pelagiálem a dnem nádrže. Zajímavé je, že v roce 2010 byly larvy pakomárů zastoupeny v potravě pelagického okouního plůdku pouze v hrázové oblasti, která je široká okolo 500 m a hloubka vody je zde okolo 50 m. Vzhledem k tomu že odlovy plůdku byly prováděny přibližně podél podélné středové osy nádrže, musel tento plůdek podnikat výrazné horizontální migrace v průběhu dne, přinejmenším na vzdálenost 200m za dobu než došlo ke strávení této potravy. Velmi zvláštní je také zjištění, že tyto pakomáří larvy byly přítomny v potravě roku 2010 pouze u plůdku odloveného v nejhlubší vzorkované vrstvě (12-15 m hloubky) a i v roce 2011 byly v hrázové oblasti tyto larvy nejpočetnější v nejhlubší vzorkované hloubce (9-12 m). Nelze tedy vyloučit,



že tento plůdek podnikal vertikální migrace ke dnu za potravou až do nejhlubších oblastí nádrže. Jelikož od hloubky 13 m se koncentrace kyslíku ve vertikálním profilu nádrže začala postupně zvyšovat (Obr. 8) a nade dnem dosahovala hodnot okolo 8 mg O<sub>2</sub> l<sup>-1</sup> je zřejmé, že koncentrace kyslíku výrazné vertikální migrace nevylučuje. Nicméně pokud okouní plůdek opravdu takovéto migrace podnikal, musel migrovat mezi oblastmi s teplotním rozdílem 10°C, jelikož u dna nádrže se teplota vody pohybovala pouze okolo 6 °C. Ačkoliv výskyt okounů pod hloubku 20 metů není příliš obvyklý, přesto se o této skutečnosti někteří autoři zmiňují, jako například Herman (1964) či Ferguson (1958) kteří popisují výskyt okouna v hloubkách pod 40 metrů.

Stejně jako v nádrži Římov (Vašek *a kol.* 2006) bylo zjištěno i v nádrži Vír, že nejpočetnější složkou potravy byla hrotnatka (*Daphnia sp.*) s nejvyšším zastoupením v hrázové oblasti (Obr. 11). I přes to, že zastoupení ramenatky velké bylo v pelagiálu nádrže poměrně nízké (Obr. 16), byla v potravě plůdku poměrně výrazně zastoupena (Obr. 11). Je tedy zřejmé, že okouní plůdek tento druh potravy výrazně preferuje, pravděpodobně kvůli její velikosti. Výrazně vyšší zastoupení ramenatky bylo také zjištěno v traktu plůdku odloveného v nočních hodinách (Obr. 12). Je tedy pravděpodobné, že je tento druh zooplanktonu nejúčinněji loven okouním plůdkem v průběhu stmívání. Naopak u ryb odlovených v denních hodinách, bylo zjištěno výrazně vyšší zastoupení drobných skupin zooplanktonu (Diaphanosomidae a Cyclopoda). Pravděpodobně kvůli vyšší schopnosti úniku větších skupin zooplanktonu v denních hodinách. Pozitivní vztah byl také zjištěn mezi horní oblastí a zastoupením nosatičky (*Bosmina sp.*) v trávicím traktu okouna. Nejvyrovnanější druhová skladba potravy okouního plůdku byla zjištěna ve střední části nádrže, což může být způsobeno velkou vnitrodruhovou konkurencí, jelikož v této oblasti je zastoupení okouního plůdku nejvyšší a plůdek zde musí lovit veškerý dostupný zooplankton.

Průkazný rozdíl byl zjištěn ve skladbě potravy mezi roky 2010 a 2011. V roce 2010 byly v potravě okouního plůdku výrazněji zastoupeny drobnější druhy zooplanktonu, naopak větší zooplankton byl oproti roku 2011 zastoupen v menším množství (Tab. 2). Toto zjištění se pravděpodobně odráží v průkazně vyšší početnosti okouního plůdku v roce 2010, kdy jeho početnosti dosahovaly extrémních hodnot a je tedy zřejmé, že došlo k výraznému vyžrání větších druhů zooplanktonu okouním plůdkem.

## **Predace kaprovitých ryb na okouním plůdku a jeho mortalita**

Predace kaprovitých ryb na plůdku, která byla v nádrži Vír zjištěna v roce 2010 v poměrně velkém rozsahu, je jevem extrémně neobvyklým. Tomu nasvědčuje i skutečnost, že doposud neexistuje žádná vědecká literatura, která by se tímto problémem zabývala. Adultní kaprovité ryby se v údolních nádržích primárně živí zooplanktonem a bentickou složkou potravy (Vašek & Kubečka 2004; Vašek *a kol.* 2008). Predace na okouním plůdku je tedy fenomén této konkrétní nádrže, kde došlo zřejmě z důvodu vysokého tlaku prostředí na tyto kaprovité ryby (konkrétně na kapra obecného a cajna velkého) k částečnému přechodu na piscivorii. K přechodu na tak neobvyklou potravu jakou je okouní plůdek, došlo možná z důvodu obrovského množství plůdku v pelagiálu nádrže, který se tak stal nejsnadněji dostupnou složkou potravy v daném období. Nicméně podle špatného výživového stavu piscivorních cejnů v nádrži Vír (Obr. 13) je zřejmé, že tyto ryby trpěli nedostatkem potravy a ani okouní plůdek, pro ně nebyl potravou snadno získatelnou. Lze tedy předpokládat, že na piscivorii kaprovité ryby začali přecházet z důvodu jiného vnějšího tlaku. Hlavní důvod přechodu na piscivorii zřejmě bude takový, že obrovské množství okouního plůdku působí silným predačním tlakem na hrubý zooplankton a na larvy hmyzu žijící na dně nádrže. Tyto dvě skupiny živočichů jsou hlavní potravní složkou kaprovitých ryb (Vašek & Kubečka 2004) a z důvodu jejího nedostatku následně přecházejí na jiný zdroj potravy, kterým se stal výše zmíněný nadpočetný plůdek okouna. Změny v početnosti a v druhovém zastoupení jednotlivých druhů zooplanktonu v hladinové vrstvě v hrázové oblasti nádrže jsou patrné z obrázku 13. Na tomto obrázku je vidět celkový pokles množství zooplanktonu ve volné vodě nádrže a také pokles hrotnatky (*Daphnia* sp.), která je důležitou potravní složkou ryb. Velmi zajímavý by byl rovněž rozdíl ve velikostní skladbě zooplanktonu mezi jednotlivými lety, bohužel data o velikostní skladbě zooplanktonu v jednotlivých letech nejsou k dispozici.

Predační tlak za strany kaprovitých ryb může mít na početnost okouního plůdku poměrně velký dopad a v případě kontinuálního pokračování této predace ve stejném rozsahu může dojít k absolutnímu vyžrání okouního plůdku z nádrže Vír za 82 až 163 dní. Tento jev může mít rovněž vliv na vysokou mortalitu okouního plůdku v nádrži, která je patrná z velkého rozdílu mezi početností plůdku a početností adultních okounů

v nádrži Vír (Obr. 14). Velká početnost okouního plůdku v nádrži má jistě také větší či menší dopad na špatnou kvalitu vody v nádrži, která je plůdkem ovlivňována přes pokles množství zooplanktonu a následně zvýšený nárůst řas a sinic v nádrži. Průhlednost vody ve třech sledovaných letech je uvedena v tabulce 4. V roce 2011, kdy byla početnost plůdku v nádrži prokazatelně nižší, byla průhlednost vody nejvyšší, nicméně v roce 2010, kdy byla početnost plůdku nejvyšší, byla průhlednost vody jen o málo horší. V roce 2009, kdy byla početnost plůdku rovněž velmi vysoká, však dosahovala průhlednost vody nejnižších hodnot. Z výše uvedeného vyplývá, že okouní plůdek v nádrži Vír tvoří nejdůležitější složku celého ekologického systému a dokáže značně ovlivňovat jak zastoupení tak chování ostatních druhů organismů v nádrži. Krom toho může dále ovlivňovat i jiné vlastnosti prostředí jakými je například průhlednost vody v nádrži.

## **Závěr**

V druhové skladbě plůdku v nádrži Vír absolutně dominují okounovité druhy ryb, především okoun říční. Okouní plůdek zde má z neznámých důvodů neobvykle vysokou schopnost přežití v první polovině vegetační sezóny. K velmi výrazné mortalitě dochází pravděpodobně až v druhé polovině roku, jelikož množství adultních okounů je v nádrži poměrně nízké. Významný vliv na mortalitu okouního plůdku má jistě i fenomén predace ze strany cejnů a kaprů.

Okouní plůdek má v horní části nádrže a hlavně v litorální zóně průkazně rychlejší růst oproti střední a hrázové části nádrže. Nejvyšších početností dosahuje okouní plůdek v nádrži v oblasti metalimnia, kde je minimální koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodě. I přes tuto skutečnost dokáže okouní plůdek v těchto zdánlivě nehostinných podmínkách úspěšně lovit zooplankton a index jeho naplnění trávicího traktu dokonce dosahuje v těchto vodních vrstvách nejvyšších hodnot. To částečně souvisí se zvyšující se koncentrací zooplanktonu v těchto hloubkových vrstvách, což je pro údolní nádrže jev neobvyklý a je typický spíše pro nádrže jezerního typu.

Potrava okouního plůdku se skládala hlavně ze zooplanktoních korýšů a mezi jednotlivými lety se prokazatelně liší. V roce, kdy množství okouního plůdku dosahovalo extrémních hodnot, byly v potravě výrazně zastoupeny drobnější druhy zooplanktonu. To bylo pravděpodobně způsobeno částečným vyžráním větších druhů zooplanktonu nadpočetným plůdkem. Potrava plůdku v nádrži se také lišila podle lokalit, kde byl plůdek odloven. V hrázové oblasti byla v potravě nejvíce zastoupena hrotnatka (*Daphnia* sp.) a ve všech částech nádrže se její zastoupení zvyšovalo se zvyšující se hloubkou. Směrem k přítoku nádrže se naopak výrazně zvyšovalo zastoupení nosatičky (*Bosmina* sp.) v potravě plůdku.

Okouní plůdek je v údolní nádrži Vír naprosto zásadní složkou ekosystému, která výrazně ovlivňuje ostatní organismy i jednotlivé trofické úrovně v nádrži. Má vliv na druhovou skladbu zooplanktonu a dokonce také způsobuje tak neobvyklý fenomén jakým je přechod kapra obecného a cejna velkého na piscivorii. V neposlední řadě má také okouní plůdek pravděpodobně částečný dopad na kvalitu vody v celé nádrži.

## **Literatura**

- ABRAHAM, M. & KATTANFELD, M. (1997): The role of turbidity as a constraint on predator-prey interaction on aquatic environments. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 40: 169-174
- ANDERSON, M. R. FISHER, S. J. & WILLIS D. W. (1998): Relationship between Larval and Juvenile Yellow Perch Abundance in Eastern South Dakota Glacial Lakes. *N. A. J. Fish. Manag.* 18: 989-991
- BOGDANOV, G. A. (1959): Pitanije nekotorych vidov ryb Ustkamenskogo vodokhranilishcha. *Sb. Rab. Ichthio. Hidrobiol. AN Kaz SSR* 2: 234-244
- BRABRANT, A. (1995): Intra-cohort cannibalism among larval stages of perch (*Perca fluviatilis*). *Ecol. Freshw. Fish* 2: 70-76
- BUIJSE, A. D. & HOJTHUJZEN, R. P. (1992): Piscivory, growth, and size-selective mortality of age 0 pikeperch (*Stizostedion lucioperca*). – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 894-902
- ČECH, M. KRATOCHVÍL, M. KUBEČKA, J. DRAŠTÍK, V. & MATĚNA, J. (2005): Diel vertical migrations of bathypelagic perch fry. *J. Fish Biol.* 66: 685-702
- ČECH, M. & KUBEČKA, J. (2006): Ontogenetic changes in the bathypelagic distribution of European perch fry *Perca fluviatilis* monitored by hydroacoustic methods. *Biologie Bratislava* 61/2: 211-219
- ČECH, M. KUBEČKA, J. FROUZOVÁ, J. DRAŠTÍK, V. KRATOCHVÍL, M. MATĚNA, J. & HEJZLAR, J. (2007 a): Distribution of bathypelagic perch fry layer along the longitudinal profile of two large canon-shaped reservoirs. *J. Fish Biol.* 70: 141-154
- ČECH, M. KUBEČKA, J. FROUZOVÁ, J. DRAŠTÍK, V. KRATOCHVÍL, M. & JAROŠÍK, J. (2007 b): Impact of flood on distribution of bathypelagic perch fry layer along the longitudinal profile of large canon-shaped reservoir. *J. Fish Biol.* 70: 1109-1119
- ČERNÝ, K. & PIVNIČKA K. (1973): Abundance and mortality of the perch fry (*Perca fluviatilis*, L 1758) in the Kličava Reservoir. *Věst. Česk. Spol. Zool.* 37: 1-13
- ČIRKA, V. (2011): VÍRSKÁ PŘEHRADA – ZDROJ PITNÉ VODY, diplomová práce MASARYKOVA UNIVERZITA, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav.
- DYK, V. (1956) Naše ryby. *Nakl. Promberger, Olomouc.* 4. Vyd. 339
- ECKMANN, R. & IMBROCK, F. (1996): Distribution and diel vertical migration of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) during winter. *Ann. Zool. Fennici* 33: 169-178.
- FABER, D. J. (1967): Limnetic larval fish in northern Wisconsin Lakes. *J. Fish. Res. Board Can.* 24: 927-937
- FERGUSON, R. G. The preferred temperature of fish and their midsummer distribution in temperate lakes and stress. *J. Fish. Res. Board Can.* 15:607-624

- FERNANDO, C. H. & HOLČÍK, J. (1991): Fish in reservoirs *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 76: 149-167
- FORNEY, J. L. (1965): Factors affecting growth and maturity in a Halleye population. *N.Y. Fish Game J.* 12: 217-232
- FOOTE, K., G., KNUTSEN, H., VESTNES, G., MacLENAN, D., N. & SIMMONDS, E., J. (1987): Calibration acoustic instruments for fish density estimation. *Cooperative Research Report, International Council for the Exploration of the Sea* 144: 1-70
- FRANKIEWICZ, P. DABROWSKI, K. & ZALEWSKI, M. (1996): Mechanism of establishing bimodality in a size distribution of age- 0 pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in the Sulejów Reservoir, Central Poland. *Ann. Zool. Fennici* 33: 321-327
- FRY, F. E. J. (1947): Effects of environmental factors on animal activity. – *Univ. Toronto Stud. Biol. Res.* 55. *Publ. Ont. Fish. Res. Lab.* 68, 64:46
- GLIWICZ, M. Z. & JACHNER, A. J. (1992): Diel migrations of juvenile fish: a ghost of predation past or present? *Arch. Hydrobiol.* 124 (4): 385-410
- HANDERSON, B. A. (1985): Factors affecting growth and recruitment of yellow perch, *Perca flavescens*, Mitchill, in South Bay, Lake Huron. *J. Fish Biol.* 26: 449-458
- HARTMAN, K. J. & MARGRAF, F., J (1993): Evidence of predatory control of yellow perch *Perca flavescens* recruitment in Lake Erie, U.S.A. *J. Fish Biol.* 26: 43:109-119
- HEJZLAR, J. & VYHNÁLEK, V. (1998): Longitudinal heterogeneity of phosphorus and phytoplankton concentrations in deep-valley reservoirs. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 83: 139-146.
- HERMAN, E. The yellow perch, its life-history, ecology and management. *Publ. Wisc. Conserv. Dep.* 228:1-14
- HOLČÍK, J. (1998): Lacustrine fishes and the trophic efficiency of lakes: prelude to the problem *Ital. J. Zool.* 65: 411-414
- GOLDSPINK, C. R. (1990): The distribution and abundance of young (I+ & II+) perch, *Perca fluviatilis* L., in a deep eutrophic lake, England. *J. Fish Biol.* 36: 439-447.
- ILINA, L. K. (1973): Povedenie segolektov okunya, *Perca fluviatilis* L., raznykh ekologicheskikh grupp v potomstve odnoi pary proizvoditelei. *Vopr. Ikhtiol.* 13 (2): 350-361
- ITAYA, K. FUJIMORI, Y. SHIMIZU, S. KOMATSU, T. & MIURA, T. (2007): Effect of swimming speed and net mouth size on catch efficiency in framed midwater trawls. *J. Fish. Sci.* 73: 1007-1016
- JARVALT, A. KRAUSE, T. & PALM, A. (2005): Diel migration and spatial distribution of fish in a small stratified lake. *Hydrobiologia*, 547: 197-203
- JEPPESEN, E. JENSEN, J. P. SUNDERGAARD, M. S. LAURIDENS, T. & LANDKILDEHUS, F. (2000): Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshw. Biol.*, 45: 201-218.

- JONES, J.R.E. (1964): Fish and river pollution. Butterworths. London 203:133
- JŮZA, T. & KUBEČKA, J. (2007): The efficiency of three fry trawls for sampling the freshwater pelagic fry community. *Fish. Res.* 85: 285-290
- JŮZA, T. VAŠEK, M. KUBEČKA, J. SEĎA, J. MAŘENA, J. PRCHALOVÁ, M. PETERKA, J. ŘÍHA, M. JAROLÍM, O. TUŠER, M. KRATOCHVÍL, M. ČECH, M. DRAŠTÍK, V. FROUZOVÁ, J. HOHAUSOVÁ, E. & ŽALOUĐÍK, J. (2009): Pelagic underling communities in a Canyon-shaped reservoir in late summer. *J. Limnol.* 68 (2): 304-314
- KAHL, U. & RADKE, J. (2006): Habitat and food resource use of perch and roach in a deep mesotrophic reservoir: enough space to avoid competition? *Ecol. Freshw. Fish.* 15: 48-56.
- KRATOCHVÍL, M. ČECH, M. VAŠEK, M. KUBEČKA, J. HEJZLAR, J. MATĚNA, J. PETERKA, J. MACHÁČEK, J. & SEĎA, J. (2010): Diel vertical migrations of age 0+ percids in shallow, well-mixed reservoir. *J. Limnol.* 69 (2): 305-310
- KUBEČKA, J. (1991): A case of an extremely low share of the 0-perch (*Perca fluviatilis*) population. *Acta. Soc. Zool. Bohemoslov.* 55: 114-119
- KUBEČKA, J., MATĚNA, J. & PETERKA, J. (2003): Vzorkování rybích obsádek volné vody údolních nádrží. *Vodní hospodářství*, 10: 273-275.
- KUBEČKA, J. FROUZOVÁ, J. JŮZA, T. KRATOCHVÍL, M. PRCHALOVÁ, M. ŘÍHA, M. (2010): Metodika monitorování rybích společenstev nádrží a jezer. *Biologické centrum AV ČR, v.v.i. HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV pracovní skupina FishEcU*
- KUČERA, J. (1948) Vzdělání okouna říčního v českých vodách. Časové spisky ministerstva zemědělství. VLASTIMIL BARUŠ, OTA OLIVA a kol (1995): *Fauna ČR a SR Mihulovci a ryby. Academia.* 376
- KUHLMANN, M. (1997). Einsatz eines Zwei-Schiff-Schwimmschleppnetzes zum Maränenfang auf den Talsperren des Ruhrverbandes. *Fischer und Teichwirt* 5, 220-222.
- LEVY, D. A. (1990): Sensory mechanism and selective advantage for diel vertical migration in juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1796-1802
- LIND, O. T. TERRELL, T. T. & KIMMEL, B. L. (1993): Problems in reservoir trophic –state classification and implications for reservoir management. In: STRAŠKRABA, M., TUNDISI, J., G. & DUNCAN, A. (Eds). *Comparative reservoir limnology and water quality management.* Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: 55-67
- LUSK, S. (1981): Development of the fish population in the Mušov reservoir in the first year after filling. *Folia Zool.* 30 (3): 249-261.
- MASSON, S. ANGELI, N. GUILLARD, J. & PINEL-ALLOUL, B. (2001): Diel vertical and horizontal distribution of crustacean zooplankton and young of the year fish in a sub-alpine lake: an approach based on high frequency sampling. *J. Plankton Res.* 23 (10): 1041-1060
- MATĚNA, J. (1995): Ichtioplankton and 0+ pelagic fish in the Římov reservoir (Southern Bohemia). *Folia Zool.* 44 (1):31-43

- MENSHUTKIN, V. V. ZHAKOV, L. A. & UMNOV, A. A. (1968): Issledovanie trichin smertnosti molodi okunya metodom modelirovaniya. *Vopr. Ikhtiol.* 8:881-91
- NELSON, W. R. & WALBURG, C. H. (1977): Population dynamics of yellow perch (*Perca flavescens*), sauger (*Stizostedion canadense*), and walleye (*S. vitreum*) in four mainstream Missouri River reservoirs. *J. Fis. Res. Board of Canada.* 34: 1748-1763.
- NOBLE, R. L. (1972): Mortality rates of walleye fry in a bay of Oneida Lake, New York. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101: 759-3
- PARSONS, J. W. (1971): Selective food preference of walleyes of the 1959 year-class in Lake Erie. *Trans. Am. Fish. Soc.* 100: 474-485
- PERRONE, M. Jr. SCHNEEPERGER, P. J. & JUDE, D. J. (1983): Distribution of larval yellow perch (*Perca flavescens*) in near shore waters of southeaster Lake Michigan. *J. Great Lakes Res.* 9: 517-522
- PERSSON, L. (1986): Temperature- induced shift in foraging ability in two fish species, roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fluviatilis*): implications for koexistence between poikilotherms. *J. Anim. Ecol.*, 55:829-839
- POST, J., R. & McQUEEN, D., J (1988): Ontogenetic changes in the distribution of larval and juvenile yellow perch (*Perca flavescens*): a response to prey or predator? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1820-1826
- PROCHÁZKOVÁ, L. (2010): *Souhrnná zpráva o vývoji jakosti povrchových vod v povodí Moravy ve dvouletí 2008 – 2009.* [online]. Povodi Moravy, s.p., 2010.
- PYCHA, R. L. & SMITH, L. L. Jr (1955): Early life history of the yellow perch, *Perca flavescens* (Mitchill) in the Red Lakes, Minnesota. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 84:249-260
- ROGOVSKY, U. & TESCH, F. W. (1960): Erste Nahrung fressfahing gewordener Fishbrut. *Z. Fish* 9: 735-747
- ROMANOVA, G. P. (1955): Pitanie sudaka Rybinskogo vodokhrenilishcha. *Tr. Biol. Stn. Borok.* 2:306-326
- RUDSTAM, L. G., VanDe VALK, A. J. SCHEUERELL, M. D. (2002): Comparison of acoustic and Miller high-speed sampler estimates of larval fish abundance in Oneida Lake, New York. *Fish. Res.* 57: 145-154
- SCHARF, W. R. HERMAN, L. KONIG, J. & BORCHERDING, J. (2009): Development of abundance and size structure of young-of-the-year perch populations using three methods. *Fish. Res.* 96: 77-87
- SCHNEIDER, J. C. (1972): Dynamics of Yellow Perch in single-species lakes. *Res. Dev. Rep. Mich. Dep. Nat. Resour.* 184: 47 p.
- SEĎA, J. VAŠEK, M. PRCHALOVÁ, M. (2009) Průzkum rybí obsádky údolní nádrže Vír v roce 2009 Výsledky průzkumu tenaty. *Biologické centrum AV ČR, v.v.i. HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV*



- SEĎA, J. VAŠEK, M. PRCHALOVÁ, M. (2010) Průzkum rybí obsádky údolní nádrže Víř v roce 2010 *Biologické centrum AV ČR, v.v.i. HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV*
- SEĎA, J. VAŠEK, M. SOUKALOVÁ, K. PRCHALOVÁ, M. KUBEČKA, J. (2011) Průzkum rybí obsádky údolní nádrže Víř v roce 2011 *Biologické centrum AV ČR, v.v.i. HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV*
- SIEFERT, R. E. (1972): First food of larval yellow perch, white sucker, bluegill, Esmerald diner and rainbow smelt. *Trans. Am. Fish. Soc.* 101: 219-225
- SMÍŠEK, J. (1962): Výzkum přirozené potravy a růst candáta obecného v prvním roce jeho vývoje. *Živoč. Výroba*, 26(1-2): 79-82.
- SPECIAR, A. (2005): First year ontogenetic diet patterns in two coexisting *Sander* species, *S. lucioperca* and *S. volgensis* in Lake Balaton. *Hydrobiologia* 549: 115-130
- TARBY, M. J. (1974): Characteristics of yellow perch cannibalism in Oneida Lake and the relation to first year survival. *Trans. Am. Fish. Soc.* 103: 462-471
- TEODORESCU, R. (1943): Die Entwicklung der Larven des Flussbarsches (*Perca fluviatilis* L.) im Vergleiche mit derjenigen des Zanders (*Lucioperca sandra* C.). *Am. Inst. Cercet. Piscic. Buchar.* 2:305-335
- THORPE, J. E. (1974): Trout and perch populations at Loch Leven, Kinross. *Proc. R. Soc. Edinb.* 74: 295-313
- THORPE J. (1977): Synopsis of biological data on the perch *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 and *Perca flavescens* Mitchill, 1814. *FAO Fisheries Synopsis No.* 113, Rome: 138 pp.
- TISCHLER, G. GASSNER, H. & WANZENBOCK, J. (2000): Sampling characteristics of two methods for capturing age-0 fish in pelagic lake habitats. *J. Fish Biol.* 57: 1474-1487
- TREASURER, J. W. (1988). The distribution and growth of lacustrine 0+ perch, *Perca fluviatilis*. *Environ. Biol. Fish.* 21 (1): 37-44
- VAN DENSEN, W. L. T. (1985): Piscivory and the development of bimodality in the size distribution of 0+ pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). – *Z. Angew. Ichtyol.* 3: 119-131
- VAN DIJK, P.L.M., STAAKS, G. & HARDEVIG, I. (2002): The effect of fasting and refeeding on temperature preference, activity and growth of roach, *Rutilus rutilus*. *Oecologia*, 130: 496-504
- VAŠEK, M., & KUBEČKA, A. (2004): *In situ* diel patterns of zooplankton consumption by subadult/ adult roach *Rutilus rutilus*, bream *Abramis brama*, and bleak *Alburnus alburnus*. *Folia Zool.* 53 (2): 203-2147
- VAŠEK, M. KUBEČKA, J. PETERKA, J. ČECH, M. DRAŠTÍK, V. HLADÍK, M. PRCHALOVÁ, M. & FROUZOVÁ, J. (2004): Longitudinal and vertical spatial gradients in the

- distributions of fish within a Canon-shaped European reservoir . *Int. Rev. Hydrobiol.*, 89: 352-362
- VAŠEK, M. KUBEČKA, J. MATĚNA, J. & SEĎA, J. (2006): Distribution and Diet of 0+ Fish within a Canyon- Shaped European Reservoir in Late Summer. *Inter. Rev. HYdrobiol.* 91 (2). 178-194
- VAŠEK, M. JAROLÍM, O. ČECH, M. KUBEČKA, J. PETERKA, J. & PRCHALOVÁ, M. (2008): The use of pelagic habitat by cyprinids in a deep riverine impoundment: Římov Reservoir, Czech Republic. *Folia Zool.* 57 (3): 324-336 (2008)
- VILJANEN, M. & HOLOPAINEN, I. J. (1982): Population density of perch (*Perca fluviatilis* L.) at egg, larval and adult stages in the dys-oligotrophic Lake Suomunjarvi, Finland. *Ann. Zool. Fennici* 19: 39-46
- VOLF, F. (1928): Biologie a hospodářský význam candáta obecného. Zprávy výuk. Ústavů zemědělských, Praha, 35, 68 pp. VLASTIMIL BARUŠ, OTA OLIVA a kol (1995): *Fauna ČR a SR Mihulovci a ryby. Academia.* 399
- WANG, B. & WARD F. J. (1972): Size selection of *Daphnia pulicaria* by yellow perch (*Perca flavescens*) fry in West Blue Lake, Manitoba. *J. Fish. Res. Board Can.* 29 (12): 1761-1764
- WANG, N. & ECKMANN, R. (1994): Distribution of perch (*Perca fluviatilis* L.) during their first year of life in Lake Constance. *Hydrobiologia* 277: 135-143
- WANZENBOCK, J. MATĚNA, J. & KUBEČKA, J. (1997): Comparison of two methods to quantify pelagic early life stages of fish. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 49: 117-124
- WARD, F. J. & ROBINSON, G., G., G. (1974): A review of research on the limnology of West Blue Lake, Manitoba. *J. Fis. Res. Board Canada.* 31: 977-1005
- WHITESIDE, M., C., SWINDOLL, C., M. & DOOLITTLE, W., L. (1985): Factors affecting the early life history of yellow perch, *Perca flavescens*. *Environ. Biol. Fish.* 12: 47-56.
- ZALEWSKI, M. BREVINSKA-ZARAS, B. FRANKIEWICZ, P. & KALINOWSKI, S. (1990): The potential for biomanipulation using fry communities in a lowland reservoir: concordance between water quantity and optimal recruitment. *Hydrobiologia* 200/201: 549-556.