

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybnářství a ochrany vod

Ústav akvakultury a ochrany vod

Bakalářská práce

**Makrozoobentos zarostlého a volného bahního
litorálu kaprových rybníků**

Autor: Lenka KAJGROVÁ

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Zdeněk ADÁMEK, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Ján REGENDA, Ph.D.

Studijní program a obor: Ekologie a ochrana prostředí, Ochrana vod

Forma studia: Prezenční

Ročník: 3.

České Budějovice, 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Makrozoobentos zarostlého a volného bahnitého litorálu kaprových rybníků“ jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě. Zveřejnění probíhá 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 touto cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledcích 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 4. 5. 2018

Podpis student

Poděkování

Mé velké poděkování patří vedoucímu práce panu doc. RNDr. Zdeňku Adámkovi, CSc. za cenné rady a připomínky, metodické vedení, profesionální přístup, a především za trpělivost a ochotu při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat konzultantovi panu Ing. Jánovi Regendovi, Ph.D. za pomoc při terénním odběru vzorků a cenné rady. Další poděkování patří paní Ing. Lucii Všetickové, Ph.D. za pomoc při determinaci organismů. V neposlední řadě děkuji i Christianu Bauerovi a Ing. Davidu Hlaváčovi, Ph.D. za poskytnutí nezbytných informací ke zpracování této práce.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta rybářství a ochrany vod
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka KAJGROVÁ**
Osobní číslo: **V15B042P**
Studijní program: **B1601 Ekologie a ochrana prostředí**
Studijní obor: **Ochrana vod**
Název tématu: **Makrozoobentos zarostlého a volného bahnitého litorálu kaprových rybníků**
Zadávající katedra: **Ústav akvakultury a ochrany vod**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Monitoring makrozoobentosu jakožto významné potravní složky kapra v polointenzivním rybníčním chovu je většinou prováděn na volném dně. Jeho odběry v tvrdých litorálních porostech jsou velmi náročné a doposud byly prováděny pouze s ohledem na kvalitativní složení. Cílem bakalářské práce bude proto provést s pomocí litorální sondy kvantitativní vyhodnocení denzity a biomasy makrozoobentosu bahnitého substrátu v různých typech litorálních rostlinných společenstev. Výsledky budou prezentovány s rozdělením na tři hlavní skupiny, a to Oligochaeta, Chironomidae a Varia a bude provedeno statistické vyhodnocení rozdílu v oživení makrozoobentosem dna litorálních porostů a dna volné vody.

K tomuto účelu budou s použitím litorální sondy detailně v pěti opakováních vzorkovány 2 rybníky s organickým chovem kapra (Waldviertel region) a 2 klasické rybníky v jihočeském regionu. Cílem studie bude porovnání kolonizace obtížně přístupných tvrdých litorálních porostů a volného dna benthickými potravními organizmy kapra. Výsledky budou prezentovány především s ohledem na různou biomasu obsádky, management rybníků a druhovou specifikku litorálních porostů.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby (do 10 stran)**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 50 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. FROV JU Vodňany, 350 s.

Sychra J., Adámek Z., 2010. Sampling efficiency of Gerking sampler and sweep net in pond emergent littoral macrophyte beds - a pilot study. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, 10: 161-167.

Sychra J., Adámek Z., Petřivalská K., 2010. Distribution and diversity of littoral macroinvertebrates within extensive reed beds of a lowland pond. Ann. Limnol. - Int. J. Lim. 46 (2010) 281-289.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.**

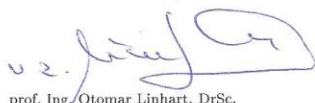
Ústav akvakultury a ochrany vod

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Ján Regenda, Ph.D.**


Ústav akvakultury a ochrany vod

Datum zadání bakalářské práce: **11. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jan Mráz, Ph.D.
ředitel

Ve Vodňanech dne 11. prosince 2016

OBSAH

1	ÚVOD.....	7
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1	Rybniční zoobentos.....	9
2.2	Oživení litorálního pásma a volné vody.....	11
2.3	Hlavní složky zoobentosu rybníků.....	13
2.4	Kořenová sonda.....	15
2.5	Organický chov kapra	16
2.6	Akvakultura v České republice	17
3	MATERIÁL A METODIKA	19
3.1	Odběry.....	19
3.2	Popis lokalit.....	20
3.2.1	Rybník Šnekl.....	20
3.2.2	Rybník Podsilniční.....	21
3.2.3	Rybník Langer Teich	22
3.2.4	Rybník Neuteich	23
3.3	Odběr a konzervace vzorků.....	24
3.4	<i>In situ</i> monitoring základních fyzikálně - chemických parametrů vodního ekosystému.....	25
3.5	Laboratorní zpracování vzorků	26
3.6	Determinace a vážení organismů	27
4	VÝSLEDKY.....	28
4.1	Rybník Šnekl.....	28
4.2	Rybník Podsilniční	30
4.3	Rybník Langer Teich.....	32
4.4	Rybník Neuteich.....	34
4.5	Porovnání zoobentosu v rybnících s tradičním a organickým chovem kapra..	36
4.6	Porovnání denzity a biomasy zoobentosu v litorálu a pelagiálu	38
5	DISKUSE	40
6	ZÁVĚR.....	45
7	LITERATURA	46
8	ABSTRAKT	50
9	ABSTRACT	51

1 ÚVOD

Rybniční makrozoobentos je neodmyslitelným článkem potravního řetězce v rybničním ekosystému a jednou z nejdůležitějších přirozených potravních složek kapra obecného (*Cyprinus carpio*) (Adámek a kol., 2010). Proto nás při monitoringu prostředí rybníků zajímají nejen abiotické faktory, ale také bentické organismy, jejichž abundance a diverzita navíc do značné míry odráží i kvalitu daného ekosystému (Dvořák a Imhof, 1998).

Monitoring makrozoobentosu nejen volné vody, ale i litorálního pásma s vegetací, je tématem této studie, protože jak uvádí Bazzanti a kol. (2009), submerzní i emerzní vegetace litorálního pásma je nedílnou součástí akvatického prostředí. Hraje významnou roli v potravním řetězci a představuje různorodé habitaty pro vodní organismy. Podle Dvořáka a Imhofa (1998) a Petra (2000) vegetace v litorálním pásmu rybníků tvoří ekotony, které často zvyšují biodiverzitu litorálního pásma v porovnání s pásmem volné vody.

Odebírání vzorků v litorálním pásmu je velmi náročné, protože je zde vysoká heterogenita. Je to zapříčiněno tím, že je dno zpevněno kořeny rostlin a jejich odumřelými částmi. Proto se odběr vzorků makrozoobentosu v polointenzivním rybničním chovu většinou provádí na volné vodě. Tato zóna je totiž více homogenní než litorál rybníků.

Z tohoto důvodu byly doposud odběry prováděny převážně jen s ohledem na kvalitativní složení organismů, nebo pouze na submerzních porostech. Studií, které se zabývají bezobratlými vázanými na emerzní vegetaci, je poměrně málo. Proto se tato práce zabývá porovnáním makrozoobentosu jak volné vody, tak zmiňovaného litorálního pásma s vegetací, které bývá opomíjeno.

Tato studie se zabývá kvantitativním složením rybničního makrozoobentosu. K odběru organismů dna litorálních porostů (dále označováno jako litorál) a bahnitého substrátu dna volné vody (dále označovaného zjednodušeně jako pelagiál) jsme použili litorální sondu. Pro monitoring, který byl prováděn ve čtyřech opakováních, byly vybrány 2 rybníky s organickým chovem kapra, které jsou situovány v Rakousku a 2 klasické kaprové rybníky nacházející se v oblasti Blatné. Proto část literárního přehledu pojednává o organickém a tradičním chovu kapra.

Monitoringem blatenských rybníků se již zabývala Kořínková (1967, 1971), jejíž studie byla orientována pouze na fytofilní bezobratlé organismy žijící na submerzní

vegetaci. Studium makrozoobentosu na rybnících v oblasti Blatné se věnoval i Lellák (1957). Bentické bezobratlé monitoroval na plochách, které vymezil pletivem, aby zabránil v přístupu rybám.

Důležité je podotknout, že blatenské rybníky v povodí Lomnice jsou dle Rosendorfa a kol. (2017) zatíženy fosforem. Je zde zvýšená úživnost vody, projevuje se zde tedy proces známý pod pojmem eutrofizace.

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení čtyř rybníků na základě odebraných vzorků. Sledované rybníky měly odlišný management, biomasu osádky i druh litorálních porostů. Porovnávala se denzita a biomasa rybníčního makrozoobentosu a také osídlení dna obtížně přístupných tvrdých litorálních porostů a volného dna bentickými živočichy.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Rybníční zoobentos a jeho význam

Společenstvo bentických živočichů je tvořeno organismy různých velikostí – od drobných protozoí až po ryby. Podle toho, kde bentické organismy hledají úkryt, je dělíme na epifaunu a infaunu. Epifauna je společenstvo žijící na povrchu sedimentů. Infauna se nachází v povrchové vrstvě sedimentů (Kalff, 2002). V současné době je zoobentos považován za společenstvo živočichů, které je asociováno k substrátu. Označení bentos si tato biocenóza získala z řeckého slova „bénthos“, které je synonymem pro dno (Wetzel, 1983).

V rybníčním ekosystému zoobentos tvoří důležitý článek potravního řetězce (Adámek a kol., 2010). Vodní bezobratlí jsou spojeni s vyššími trofickými úrovněmi (významná potravní složka kapra) a jsou také významnými sekundárními producenty a destruenty (Brönmark a Hansson, 2005).

Zoobentos můžeme také dělit podle jeho životního cyklu na permanentní a temporální. Organismy temporální jsou v ekosystému složkou dočasnou, například larvy pakomárů (Chironomidae). Organismy permanentní jsou živočišnou složkou, která v daném ekosystému přetrvává po celý život - v rybníčním ekosystému například máloštětinatí červi (Oligochaeta).

Dalším důležitým a podstatným článkem fauny rybníka je fytofilní zoobentos, který obvykle obývá litorál, kde je rozvinuta rostlinná složka rybníčního ekosystému (Dvořák a Imhof, 1998). Kalff (2002) uvádí, že dominantní složkou litorálu jsou drobné larvy pakomárů a drobní máloštětinatí červi, kterým jako habitat slouží makrofyta a jako zdroj potravy perifyton či suspendované částice.

Nejvýznamnější složkou rybníčního zoobentosu jsou larvy pakomárů (především *Chironomus plumosus*) a máloštětinatí červi (rody *Limnodrilus* a *Tubifex*) (Adámek a kol., 2010). V některých vodách jsou významní i měkkýši a koryši (Hartman a kol., 1998).

Abundance máloštětinatých červů během roku kolísá poměrně málo, avšak kolísání abundance larev pakomárů je značné. Je to do jisté míry způsobeno výletem imag na jaře a následné naklazení velkého množství vajíček. Je nutné podotknout, že nejvyšší početnost pakomárů je v zimním období (Hartman a kol., 1998).

Snižování biomasy makrozoobentosu je zapříčiněno jeho mortalitou, výletem imag, a především predací bezobratlých, ryb a ptáků (Kalff, 2002). Před predací rybami se makrozoobentos brání únikem do hlubších vrstev sedimentu dna (Hartman a kol., 1998). Proto je rozvoj vodních bezobratlých převážně ovlivňován staršími věkovými kategoriemi kapra, které jsou schopny při jeho příjmu proniknout do větší hloubky, čehož není schopen například kapří plůdek (Adámek a kol., 2010). Z toho vyplývá, že v plůdkových rybnících má hustota obsádky malý vliv na rozvoj makrozoobentosu, ale v rybnících s hustou obsádkou tržního kapra dochází koncem jara k vyžráním pakomárů, kteří jsou poté nahrazeni nitěnkami (Hartman a kol., 1998).

Substituce nitěnek za pakomáry nemusí být zapříčiněna pouze vyžráním rybami, ale také se nika pro nitěnky může uvolnit výletem pakomárů v letním období. Další z možných variant je i kompetice makrozoobentosu se zooplanktonem (Adámek a kol., 2010). Mnoho živočichů rybnického dna je totiž závislých na přísunu potravy z vodního sloupce dopadající na dno ve formě detritového deště a odumřelých těl planktonů (Schubert a Lellák, 1973). Z toho vyplývá, že při vysoké abundanci zooplanktonu, který redukuje fytoplankton, klesá potravní nabídka pro zoobentos. Ten se živí odumřelým fytoplanktonem. Je tomu i naopak – při nižší abundanci zooplanktonu se zvyšuje potravní nabídka pro zoobentos, zvláště pro larvy pakomárů. Při nedostatku planktonní potravy se pak rybí obsádka více orientuje na bentické potravní zdroje (Adámek a kol., 2010).

2.2 Oživení litorálního pásma a volné vody

Litorální zónu (obr. č. 1) můžeme definovat jako oblast, která je situována poblíž pobřeží lentického ekosystému. Toto pásmo je v rámci eufotické zóny, kde často dominují makrofyta (Kalff, 2002). Důležitost makrovegetace pro litorální komunitu je značná – zajišťuje substrát a úkryt pro ryby a jiné organismy před predátory. Makrofyta zpomalují rychlost proudění a pohybu vody, čímž zvyšují sedimentační rychlost a ovlivňují průběh chemických změn mezi litorálem a pelagiálem (Lampert a Sommer, 1997). Je to tudíž nejvíce produktivní část rybníka, avšak její význam pro produkční procesy v rybníce není tak dobře prostudován, jako je tomu v případě volné vody. Oblast volné vody neboli pelagiál je zóna mimo litorál daného akvatického ekosystému (Kalff, 2002).

Rybníky jsou mělké systémy, které nejsou stratifikovány (zimní a letní stagnace, jarní a zimní cirkulace vodního sloupce) na rozdíl od nevypustitelných hlubokých nádrží. To je zapříčiněno především každoročním vypouštěním rybníků při výlovech, a také jejich hloubkou. Je to ovlivněno i místem, kde jsou situovány. Mělké rybníky na místech, kde nejsou chráněny před větrem, jsou snáze mícháány než systémy, které jsou v zákrytu.

Význam fauny dna jak pro oblast volné vody, tak pro zónu litorální je velký. Díky pohybové aktivitě živočichů dochází k disturbancím v sedimentu dna. Tato bioturbace, která je zapříčiněna jak samotným pohybem bezobratlých bentických živočichů či vyhledáváním potravy rybami, je nesmírně důležitá pro okysličování dnového sedimentu. Pochopitelně nezáleží pouze na aktivitě organismů, ale také na teplotě. Bioturbace dosahuje nejvyšší intenzity v létě (Brönmark a Hansson, 2005).

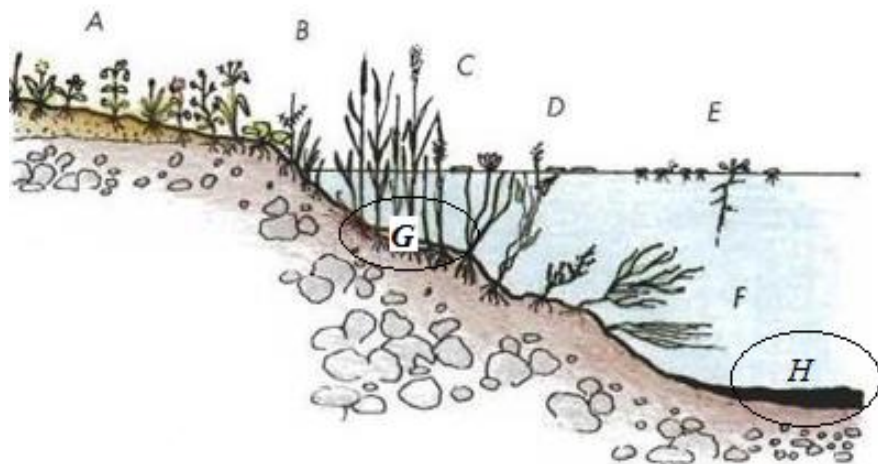
Sediment dna litorálu i pelagiálu je habitatem pro život různých organismů, které osidlují různé části dna a jejich jak horizontální, tak vertikální distribuce je velmi významná pro fungování rybníčního ekosystému. Máloštětinatí červi (Oligochaeta) se dokáží zahrabat až 10 a více cm hluboko, ale například larvy pakomárů (Chironomidae) jsou nejpočetnější v horních několika centimetrech sedimentu. Na povrchu sedimentů litorálního pásma, které je vždy nad termoklinou, jsou změny značné, a to jak fyzikální, tak chemické. Biodiverzita bentických organismů je zde vysoká, nicméně v zóně dna zvané profundál, jsou fyzické a chemické faktory více uniformní. Tato vrstva je pod pelagiálem, a v případě hlubokých nádrží pod termoklinou, tudíž početnost a biodiverzita je zde značně nižší. Faunu dna zde převážně zastupují máloštětinatí červi (Oligochaeta),

mlži (Bivalvia) nebo larvy hmyzu, jako například larvy pakomárů (Chironomidae) (Brönmark a Hansson, 2005).

Ale jak uvádí Lellák a Kubíček (1992), v mělkém systému, jako je rybník, se s pravým profundálem neseškává. Profundál a celá plocha dna rybníků je pokračováním litorálu.

Abundance a distribuce bezobratlých v litorálu často souvisí s podmínkami habitatu, jako je například typ substrátu, biomasa vegetace, množství detritu a jiné environmentální faktory (Dvořák a Imhof, 1998). Více diverzifikovaný litorál nabízí mnoho mikrohabitatů, a proto je zde vysoká biodiverzita (Gabaldón a kol., 2018; White a Irvine, 2003). Žijí zde také organismy, které dýchají vzdušný kyslík. Litorál například obývá hmyz a sladkovodní mlži, nebo organismy, jejichž část životního cyklu probíhá ve vodě (Lampert a Sommer, 1997).

Studie, které se zabývají oživením rybníčního litorálu, byly doposud orientovány spíše na fytofilní bezobratlé žijící na povrchu submerzních (ponořených) rostlin (Kořínková, 1971, 1967). Poznatky o oživení dna litorálu pod emerzními (vynořenými) porosty chybí.



Obr. č. 1: Členění litorální zóny a místa odběru vzorků (upraveno podle Adámek, 2017).

A – pobřežní rostliny, B – příbřežní rostliny, C – pevně zakořeněné vodní rostliny, D – volně zakořeněné vodní rostliny, E – volně plavoucí vodní rostliny, F – ponořené rostliny, G – místo odběru vzorků v zóně litorální, H – místo odběru vzorků v oblasti volné vody.

2.3 Hlavní složky zoobentosu rybníků

V oligotrofních jezerech žije větší počet druhů bentických živočichů než v jezerech eutrofních. Ve srovnání celkové biomasy je tomu však naopak. Nehledě na prvoky (Protozoa), žije v dnovém sedimentu oligotrofních jezer asi 100 až 200 druhů živočichů. V eutrofních jezerech (mezi ně patří i většina rybníků) s nižším množstvím kyslíku u dna a s větším množstvím organických látek v sedimentu, žije (nehledě na prvoky) jen něco málo přes 20 druhů živočichů (Schubert a Lellák, 1973).

Mezi hlavní složky zoobentosu rybníků patří především larvy dvojkřídlého hmyzu čeledí Chironomidae a Chaoboridae a máloštětinatí červi (podtřída Oligochaeta). Všechny tři skupiny jsou významnými potravními složkami bentofágních ryb v rybníční akvakultuře.

Čeď Chironomidae (pakomárovití), která patří do podkmene Hexapoda a řádu Diptera, má drobná imaga podobná komárům. Jsou ale bez šupin na těle a křídlech. Imaga nesají krev, jejich ústní ústrojí je zakrnělé. Eucefalní larvy pakomárů mají na předohrudí jeden pár panožek a na konci zadečku jeden pár pošinek (Sedlák, 2000). Larvy žijí rovněž v potocích i řekách, kde si na dně spřádají hustě propletené chodbičky (Breindl a kol., 1949). Larvy čeledi Chironomidae se živí mnoha způsoby. Rozdělují se na konzumenty detritu a mikroflóry, konzumenty vláknitých řas, dravé larvy živící se bentickými a planktonními korýši, vířníky a máloštětinatci. Dále se larvy pakomárů živí i parazitickým způsobem, například na plžích rodu *Lymnaea* (Schubert a Lellák, 1973). Larvy, které se živí detritem a rostlinami, zpravidla budují pouzdra v bahně nebo na pevném podkladu (Hartman a kol., 1998)

Další početnou čeledí fauny dna rybníků jsou koretrovití (Chaoboridae), kteří patří do stejného podmenu i řádu jako pakomárovití. Larvy jsou průhledné. Hlava je ze stran silně zploštělá s tykadly, která slouží jako lapací orgán. Larvy koretrovitých se živí dravě, především perloočkami a buchankami (Schubert a Lellák, 1973). Larvy rodu *Chaoborus* snáší i nedostatek kyslíku (Hartman a kol., 1998). Larvy *Chaoborus* jsou ve skutečnosti planktonními larvami hmyzu, vykonávají diurnální vertikální migraci – přes den jsou larvy zahrabány v bahně, zatímco v noci je nalezneme ve vodním sloupci. Zimu larvy přečkávají zahrabány hluboko v bahně, v létě se larvy *Chaoborus* zakuklují a po krátké době vylétají v červenci imaga (Schubert a Lellák, 1973).

Vedle larev pakomárů a koretrovitých jsou početnými obyvateli rybníků a jiných vodních nádrží máloštětinatí (Oligochaeta). Podtřída Oligochaeta patří do kmene Annelida (kroužkovci) a třídy Clitellata (opaskovci) (Sedlák, 2000). Na každém článku mají svazeček štětin, nemají larvální stádium a jsou hermafrodité. Dýchají celým povrchem těla (Hartman a kol., 1998) a snáší i silné kyslíkové deficity (Sedlák, 2000). Živí se detritem a bakteriemi, některé druhy jsou dravé (Hartman a kol., 1998).

2.4 Kořenová sonda

Pro odběr vzorků fauny litorálu i pelagiálu jsme zvolili kořenovou sondu (obr. č. 2 a 3). Sonda je složena z dutého kovového válce, který má průměr 15 cm a výšku 50 cm. Do válce zapadá kovový vrták o výšce 10 cm a stejném průměru jako je válec. Vrták je umístěn na tyči dlouhé 100 cm, která je v horní části zakončena držadlem, a ve výšce 55 cm opatřena kroužkem (průměr cca 15 cm). Pro spojení obou částí odběráku v místě tohoto kroužku slouží dva zaklapovací háčky, které jsou umístěny na horní hraně válce (Adámek a Sychra, 2012). Díky ostrým břitům na šroubovém vrtáku sonda umožňuje kvantitativní odběr zoobentosu i v kořenovém systému litorálních porostů, což s použitím jiných odběrných zařízení není možné.

Při odběru jsme postupovali následovně: Do vybraného místa jsme zarazili válec kořenové sondy. Do válce jsme vložili vrták a zašroubovali jej až do úrovně, kdy jsme mohli spojit obě části zaklapnutím háčků do kroužku na tyči vrtáku. Po vytáhnutí sondy z vody jsme obě části sondy opět rozpojili a z válce vytáhli vrták i s odebraným vzorkem.

Hloubka substrátu, do které lze sondou odebrat vzorek, se různí podle jeho charakteru. V písčitém substrátu proniká šroubový vrták do hloubky pouze cca 5 cm v důsledku zachycení zrněk písku mezi vrtákem a vnějším válcem, zatímco v bahnitěm substrátu nečiní problém odebrat vzorek do hloubky až 10 cm.



Obr. č. 2: Kořenová sonda složená (foto Z. Adámek).



Obr. č. 3: Kořenová sonda rozložená (foto Z. Adámek).

2.5 Organický chov kapra

Organická akvakultura je poměrně nová technologie chovu ryb a vodních organismů. Jedním z cílů organického chovu kapra je rovněž zvýšení diverzity rybníční fauny a flory a podpora rozvoje přirozené potravy chovaných ryb.

Organický chov kapra je limitován roční velikostí obsádky, respektive produkcí. Je nutný dobrý zdravotní stav a kondice ryb, dále jsou kladeny požadavky na biologickou rozmanitost daného ekosystému včetně litorální vegetace. V organické akvakultuře je vyloučena aerace. Aeraci je povoleno používat jen při transportu ryb nebo pro nutné veterinární zákroky (Gracík, 2015).

Podmínky musí splňovat i násada ryb, která musí pocházet z organických certifikovaných chovů. Nároky jsou kladeny i na substrát rybníka, ten musí být přírodního původu (Censkowsky, 2010).

Organická akvakultura dovoluje hnojení, ale pouze do výše 20 kg N/ha (Gracík, 2015). Hnojení je považováno za prostředek úpravy poměru živin v rybnících pro podporu přirozené produkce (Adámek a kol., 2010).

Organický chov ryb vyžaduje nulové či minimální externí vstupy a lze tedy říci, že se jedná o soběstačné systémy. Ryby chované v organické produkci se živí přirozenými a dostupnými zdroji potravy. Přirozenou potravou kapra, jakožto všežravce, jsou drobní vodní bezobratlí, detrit či rostliny. Pokud je potřeba přikrmování, tak je dovoleno pouze certifikovanými organickými krmivy (o nich je nutno vést dokumentaci). Dále je v organické akvakultuře zakázáno aplikovat chemické přípravky (algicidy, herbicidy aj.). Používání alopatické léčby je povoleno pouze 2x za rok, jinak nelze produkované ryby považovat za organický produkt. Pravidla organického chovu stanovují i podmínky usmrcení ryb – ryba nesmí cítit bolest a musí okamžitě ztratit vědomí (Gracík, 2015).

2.6 Akvakultura v České republice

Rybníkářství a rybářství v ČR má dlouholetou tradici. Rybářství je bazálně rozděleno na produkční rybářství (akvakulturu) a hospodaření v rybářských revírech. Produkční rybářství je odvětvím zemědělství, respektive živočišné výroby. Hlavní složkou produkčního rybářství je tradiční rybníkářství, které je založeno na různě intenzivním chovu hospodářsky cenných ryb v rybnících. Rybníkářství má i nezastupitelnou krajinnotvornou funkci (Čítek a kol., 1998).

Hlavním úkolem rybníkářství je využívání povrchových vod v rybnících a ve zvláštních rybochovných zařízeních pro chov a lov ryb, případně ostatních vodních organismů (Hartman a Regenda, 2014). Dle zákona č. 99/2004 Sb., o rybářství je rybníkářství definováno jako „chov a lov ryb, případně vodních organismů v rybníce nebo ve zvláštním rybochovném zařízení k produkci ryb, rybího masa, rybích násad, popřípadě vodních organismů“. Rybník je potom podle zákona č. 254/2001 Sb., § 2, odst. 9) chápán jako „vodní dílo“. Dále podle téhož zákona § 55 odst. 1, písm. a) jde o „vodní nádrž, která slouží k nakládání neboli vzdouvání povrchových vod“. Dle § 8 již zmíněného zákona slouží rybník také k chovu ryb. Další funkcí rybníků je i udržování biodiverzity ekosystémů. Rybníky mohou sloužit k hnízdění ptactva, k retenci a akumulaci vody v krajině a mnoha dalším účelům.

Rybníky v České republice zaujímají téměř 52 tisíc ha, což představuje přibližně 24 tisíc rybníků a vodních nádrží. Teoretický objem vody v rybnících představuje téměř 600 milionů m³. Skutečné množství vody v rybnících činí 400 milionů m³. Příčinou je vysoký stupeň zabahnění. Množství sedimentů představuje přibližně 200 milionů m³ (MZe, 2016).

Hlavní chovanou rybou na našem území je kapr obecný (*Cyprinus carpio*), který je chován v polykultuře s dalšími druhy ryb – například amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), lín obecný (*Tinca tinca*), štika obecná (*Esox lucius*), tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*), sumec velký (*Silurus glanis*), síh maréna (*Coregonus lavaretus*), síh peled' (*Coregonus peled*) (Hartman a Regenda, 2014; Adámek a kol., 2010). Kapr je hlavní chovanou rybou u nás, a na celkovém objemu ročního výlovku ryb se podílí z 88 – 90 % (například 88,4 % v roce 2015) (MZe, 2016).

Více než polovina celkové produkce je založena na přirozené rybníční potravě (MZe, 2016). Primární produkci představuje především fytoplankton (přínos perifytonu je

v podstatě zanedbatelný vzhledem k nízké průhlednosti a charakteru rybničního dna). Sekundární produkce je realizována jak zooplanktonem, tak zoobentosem. Oba společenstva jsou druhově poměrně chudá, což je zapříčiněno predčním tlakem obsádky (zooplankton) a charakterem (nízkou diverzitou) prostředí (zoobentos) (Adámek a kol, 2010). Zooplankton i zoobentos mají vysoký obsah živočišných bílkovin, tudíž příkrmování je realizováno neupravenými obilovinami jako doplněk energetické složky krmné dávky (MZe, 2016).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Odběry

Pro zpracování studie byly vybrány 4 rybníky s vhodnou litorální zónou s emerzní (vynořenou) vegetací, jejichž monitoring probíhal ve čtyřech opakováních. Dva rybníky, Langer Teich a Neuteich, se nachází v oblasti Waldviertel v Rakousku. Jedná se o rybníky reprezentující organickou akvakulturu, která vyžaduje minimálních externích vstupů. Další dvě monitorované oblasti se nachází v České republice, rybník Šnekl a Podsilniční. Tyto dva rybníky zastupují tradiční chov ryb, který je založený na přirozené potravě a příkrmování.

Na rybnících Langer Teich a Neuteich odběry proběhly 30. 5. 2017, 27. 6. 2017, 31. 8. 2017 a 15. 9. 2017. Na rybníce Podsilniční byly vzorky odebrány 5. 6. 2017, 26. 6. 2017, 30. 8. 2017 a 12. 9. 2017. Vzorky ze čtvrté monitorované lokality (rybník Šnekl) byly odebrány pouze ve třech termínech, a to 14. 7. 2017, 30. 8. 2017 a 12. 9. 2017, což bylo zapříčiněno problémy s výběrem rybníčního ekosystému, který měl vhodnou litorální zónu.

Vzorky byly odebírány kořenovou sondou v pelagiálu i litorálu. Ve jmenovaných termínech bylo z každé lokality odebráno celkem 10 vzorků – 5 vzorků z oblasti pelagiálu a 5 vzorků z litorální zóny. Při každém odběru byly monitorovány fyzikálně – chemické vlastnosti vody.

Při posledních odběrech byly na všech lokalitách odebrány vzorky z litorální zóny a oblasti volné vody pro stanovení granulometrie a organických látek v dnovém sedimentu v laboratoři VÚ vodohospodářského TGM, pobočka Brno.

3.2 Popis lokalit

3.2.1 Rybník Šnekl

Rybník Šnekl (obr. č. 4 a 5) je umístěn nedaleko obce Zahájí a Hluboká nad Vltavou po levé straně od silnice 104 vedoucí směrem na Prahu. Oblast spadá pod katastrální území Olešník. Vodní nádrž je napájena Munickým potokem. Z makrovegetace zde dominuje rákos obecný (*Phragmites australis*), v podstatně menším rozsahu se zde vyskytuje orobinec širokolistý (*Typha latifolia*).

Dne 9. 5. 2017 byl do nádrže vysazen K0. Pro příkrmování byla použita krmná směs s označením KP1. Rybník byl vápněn páleným vápnem a to přesně 1 tunou CaO. Přesné údaje o obsádce, které byly poskytnuty Rybářstvím Hluboká cz. s.r.o., jsou zaznamenány v tabulce č. 1.

Tab. č. 1: Obsádka rybníka Šnekl.

Název rybníka	Plocha	Obsádka		Krmení (t)
		Druhy ryb	Ks	
Šnekl	4,0	K0	700 000	12,16



Obr. č. 4: Rybník Šnekl (foto J. Regenda).



Obr. č. 5: Detail litorální makrovegetace rybníka Šnekl (foto J. Regenda).

3.2.2 Rybník Podsilniční

Podsilniční rybník (obr. č. 6 a 7) se nachází mezi obcemi Dubí Hora a Šamonice na levé straně od silnice E49 směrem na Blatnou. Vodní plocha spadá pod katastrální území obce Šamonice. Rybník Podsilniční je napájen potokem/náhonem Mísnaček. V litorální zóně z makrovegetace převažuje orobinec širokolistý (*Typha latifolia*).

Dne 7. 3. 2017 byl do rybníka vysazen K2Š a Š0 19. 4. 2017. Výlov K3Š proběhl 7. 11. 2017. Další informace o obsádce jsou uvedeny v tabulce č. 2. Veškerá data týkající se rybníka Podsilniční byla poskytnuta Ing. Davidem Hlaváčem, Ph.D.

Tab. č. 2: Obsádka rybníka Podsilniční.

Název rybníka	Plocha (ha)	Obsádka						Krmení (t)
		Nasazeno			Vyloveno			
		Druhy ryb	ks	Váha (kg)	Druhy ryb	ks	Váha (kg)	
Podsilniční	1,94	K2Š	1900	475	K3Š	1 440	1540	0
		Š0	5000					



Obr. č. 6: Rybník Podsilniční (foto J. Regenda).



Obr. č. 7: Detail litorální makrovegetace rybníka Podsilniční (foto J. Regenda).

3.2.3 Rybník Langer Teich

Rybník Langer Teich (obr. č. 8 a 9) se nalézá v blízkosti obce Haslau v regionu Waldviertel v Rakousku. Jedná se o výtažník, který se nachází nad rybníkem Haslauerteich. V litorálu dominuje rákos obecný (*Phragmites australis*). Rybník Langer Teich je součástí rybníční soustavy, která reprezentuje organickou akvakulturu. Veškerá data a informace o obsádce byla poskytnuta manažerem Biofisch GmbH Marcem Mössmerem a jsou uvedena v tabulce č. 3.

Tab. č. 3: Obsádka rybníka Langer Teich.

Název rybníka	Plocha (ha)	Obsádka						Krmení (t)
		Nasazeno			Vyloveno			
		Druhy ryb	ks	Váha (kg)	Druhy ryb	ks	Váha (kg)	
Langer Teich	2,69	K1	3400	400	K2	2553	1896	0
		Ca1	262	5,15	C2	223	52	
		Lgen	63	28,4	Lgen	1	0,65	



Obr. č. 8: Rybník Langer Teich (foto J. Regenda).



Obr. č. 9: Detail litorální makrovegetace rybníka Langer Teich (foto J. Regenda).

3.2.4 Rybník Neuteich

Poslední z monitorovaných lokalit, rybník Neuteich (obr. č. 10 a 11), je situován za rakouskou obcí Heidenreichstein vedle silnice B5. Jak rybník Langer Teich, tak i rybník Neuteich, reprezentuje organický chov kapra. Produkce rybníka za Neuteich za rok 2017 činila 1113 kg/ha. V litorální zóně je z makrovegetace nejpočetnější rákos obecný (*Phragmites australis*). Jedná se o rybník nebeský – nemá přítok. Data týkající se obsádky jsou uvedena v tab. č. 4. a byla poskytnuta hospodářským subjektem Kinsky GmbH.

Tab. č. 4: Obsádka rybníka Neuteich.

Název rybníka	Plocha (ha)	Obsádka						Krmení (t)
		Nasazeno			Vyloveno			
		Druhy ryb	ks	Váha (kg)	Druhy ryb	ks	Váha (kg)	
Neu Teich	4,1	K1	5147	350	K2	4107	4066	0
		Ma1	577	15	Ma2	281	59	
		L1	6577	45	L2	6381	669	



Obr. č. 10: Rybník Neuteich (foto J. Regenda).



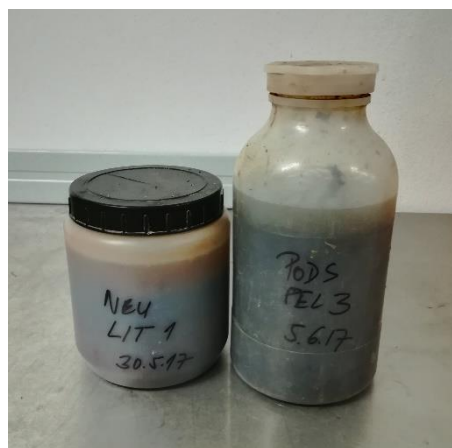
Obr. č. 11: Detail litorální makrovegetace rybníka Neuteich (foto J. Regenda).

3.3 Odběr a konzervace vzorků

Pro odběr rybníčního sedimentu byla zvolena kořenová sonda, která umožňuje kvantitativní odběr i v kořenových systémech litorálních porostů. Na vybraných monitorovaných lokalitách bylo při každém vzorkování odebráno 10 vzorků – pět vzorků odebraných v litorální zóně a pět vzorků z pelagiálu. Vzorkování čtyř vybraných lokalit proběhlo ve čtyřech opakováních v měsíčních intervalech od června do září.

Vlastní odběr vzorků probíhal tak, že vzorkovatel kořenovou sondu rozložil, do místa odběru zarazil kovový válec, a do něj zasunul vrták. Vrták, poté co se zavrtal do rybníčního sedimentu, byl zajištěn háčky k válci a kořenovou sondu i s odebraným vzorkem vytáhl. Poté dnový sediment kvalitativně a kvantitativně převedl na měděné síto (0,5 mm). Vzorek byl v sítu proprán, čímž byly odstraněny nežádoucí drobné částice, což bylo nutné pro následující přebrání organismů v laboratoři. Posléze byl vzorek převeden do uzavíratelné plastové nádoby (vzorkovnice) a konzervován 4 % formaldehydem. Vzorkovnice byly následně nesmazatelně označeny dle místa odběru, data a podle toho, zda se jednalo o litorál či pelagiál (obr. č. 12). Poté byly uloženy do plastové bedny. Tento pracovní postup byl opakován na všech lokalitách při každém vzorkování.

Po skončení terénního monitoringu byly konzervované a popsané vzorky v příslušných plastových bednách převezeny k následnému přebrání a determinaci do laboratoře aplikované hydrobiologie (FROV JČU) na Husově ulici. Zde byly vzorky uloženy v depozitáři do dalšího zpracování.



Obr. č. 12: Popis vzorkovnic (foto L. Kajgrová).

3.4 *In situ* monitoring základních fyzikálně - chemických parametrů vodního ekosystému

Na již zmíněných lokalitách (v úvodu této kapitoly) byl proveden *in situ* monitoring základních parametrů vodního prostředí. Měření probíhalo v termínech odběrů vzorků makrozoobentosu. Mezi měřené parametry patřila vodivost, teplota, nasycení a koncentrace kyslíku a hodnota pH. V místě odběru litorální sondou byla měřena i hloubka vodního sloupce, a to jak v litorálu, tak v pelagiálu. Hodnoty, které byly naměřeny, jsou uvedeny v následující kapitole. Měření bylo prováděno pomocí kalibrovaných a certifikovaných měřicích přístrojů:

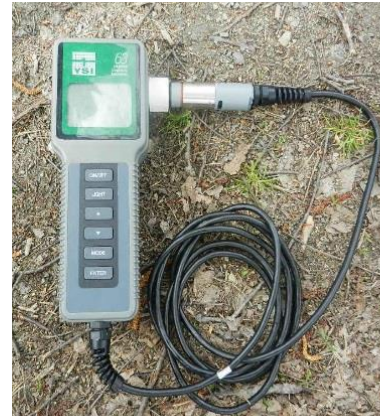
- Vodivost ($\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$) byla měřena přístrojem ECTestr 11+ (Eutech Instruments Ltd, Singapore) (obr. č. 13).
- Teplota vody ($^{\circ}\text{C}$), nasycení (%) a koncentrace kyslíku ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) byly měřeny pomocí multimetru YSI ProODO (YSI Inc./Xylem Inc, USA) (Obr. č. 14).
- Hodnota pH byla dokumentována pomocí pH metru YSI 63 meter (YSI Inc./Xylem Inc, USA) (Obr. č. 15).



Obr. č. 13: ECTestr 11+
(foto J. Gracík).



Obr. č. 14: multimetr YSI ProODO (foto J. Gracík).



Obr. č. 15: pH metr YSI 63
(foto J. Gracík).

3.5 Laboratorní zpracování vzorků

Zpracování vzorků probíhalo v Ústavu akvakultury a ochrany vod v laboratoři aplikované hydrobiologie (FROV JČU) v Husově ulici. Byla dodržena bezpečnost práce manipulace s nebezpečnými látkami. Veškeré nakládání s formaldehydem probíhalo v digestoři.

Práce se vzorky byla časově náročná, tudíž byla rozdělena do několika fází. Jako první, vždy před jakoukoli manipulací (přebírání), byly vzorky převedeny do vody (1 - 2 dny před manipulací), z důvodu eliminace nebezpečných účinků 4 % formaldehydu.

Po uplynutí uvedené doby byly vzorky přes sítko (aby neunikly organismy) slity a tím byly zbaveny případných zbytků naředěného konzervačního roztoku. Použitý konzervační roztok byl převeden do 15 l barelu, určeného na chemický odpad. Po tomto kroku byl vzorek kvalitativně a kvantitativně převeden na fotografickou misku a dle potřeby dolitý vodou. V některých případech bylo nutno vzorek rozdělit na několik částí, aby byla zabezpečena dobrá průhlednost.

Před samotným procesem přebírání vzorku bylo nutné si připravit pinzetu, stolní lupu (zvětšení 5x), stříčku se 4 % formaldehydem pro konzervaci již přebíraných organismů, stříčku s vodou, vzorkovnici se šroubovacím uzávěrem o objemu 150 ml na vytríděné organismy určené k následující determinaci a vědro o objemu 10 l na nečistoty.

Další fází bylo přebírání vzorků samotných (obr. č. 16), jehož účelem bylo najít veškeré organismy, které byly litorální sondou zachyceny. K tomu dopomohla již zmíněná stolní lupa (zvětšení 5x) a pinzeta. Přebírané organismy byly přemístěny do uzavíratelné vzorkovnice o objemu 150 ml, nesmazatelně popsány a konzervovány 4 % formaldehydem (obr. č. 17).



Obr. č. 16: Přebírání vzorků zoobentosu (foto L. Kajgrová).



Obr. č. 17: Popis vzorkovnice (foto L. Kajgrová).

3.6 Determinace a vážení organismů

Část determinace probíhala pod vedením doc. RNDr. Zdeňka Adámka, CSc. a Ing. Lucie Všetickové, Ph.D. v laboratoři Ústavu biologie obratlovců AV ČR, v.v.i. Zde byla část organismů, respektive skupina Varia, pomocí binokulární lupy (obr. č. 18 a 19) a klíčů (Rozkošný, 1980; Schenková, 2002; Straka a Sychra, 2007) určena do rodů a druhů. Další část determinace probíhala v laboratoři aplikované hydrobiologie (FROV JČU). Zde byly organismy pomocí stolní lupy (zvětšení 5x) rozříděny do tří velkých skupin, a to Oligochaeta, Chironomidae a Varia.

Po determinaci byly organismy pomocí filtračního papíru vysušeny, umístěny na plastovou misku a na analytických kalibrovaných a certifikovaných vahách zváženy jako celková biomasa vzorku. Po této etapě byly vzorky opět umístěny do uzavíratelné vzorkovnice (konzervované a nesmazatelně popsané) a uloženy zpět do depozitu. Veškerá data byla pečlivě zapsána a uvedena v následující kapitole.



Obr. č. 18: Práce s binokulární lupou (Brno) (foto L. Kajgrová).



Obr. č. 19: Detail determinovaných organismů (foto L. Kajgrová).

4 VÝSLEDKY

Veškeré výsledky, které jsou statisticky zpracovány, jsou uvedeny v grafické formě či v příslušných tabulkách. Nulový výskyt taxonů není zaznamenán v grafické podobě, ale je uveden v textu.

4.1 Rybník Šnekl

Vzorky na rybníku Šnekl byly odebrány pouze ve třech termínech, a to 14. 7. 2017, 30. 8. 2017 a 12. 9. 2017. Podmínky prostředí v litorálu a pelagiálu (tab. č. 5) se průkazně nelišily ($p > 0,05$). Granulometrické stanovení a obsah organických látek je uveden v tabulce č. 6.

Celková denzita a denzita skupin Oligochaeta a Chironomidae je prezentována na obr. č. 20. Nejvyšší početnost organismů jak v litorálu (204 ind.m^{-2}) tak v pelagiálu (170 ind.m^{-2}) byla zaznamenána v červencovém odběru, tj. 14. 7. 2017. V odebraných vzorcích makrozoobentosu chyběli v srpnovém odběru zástupci máloštětinatých červů (Oligochaeta) a v zářijovém odběru larvy pakomárů.

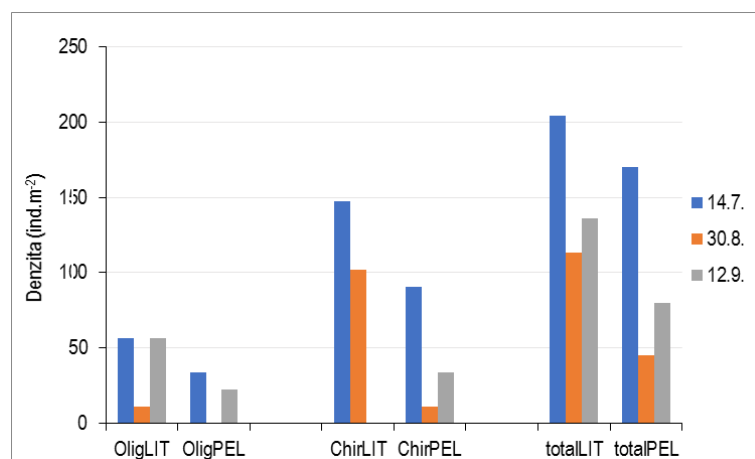
Ze zástupců skupiny Varia byly v pelagiálu v červencovém termínu (14. 7. 2017) determinovány ve vzorcích makrozoobentosu taxony Ceratopogonidae a Chaoboridae (oba patřící do řádu Diptera). Jejich průměrná denzita odpovídala 45 ind.m^{-2} . Ve vzorcích odebíraných v termínu 30. 8. 2017 (v pelagiálu) byla registrována čeleď Ceratopogonidae a jeden zástupce třídy Hirudinea – *Erpobdella octoculata*. Při poslední odběru, tj. 12. 9. 2017 se v litorálu vyskytli *Hydraellia* sp. – třída Diptera. V pelagiálu byl detekován taxon Ceratopogonidae a jeden zástupce řádu Odonata (*Somatochlora metallica*). Celková biomasa (obr č. 21) v litorálu se pohybovala v rozpětí $0,41 - 1,84 \text{ g.m}^{-2}$ a v pelagiálu bylo rozmezí $1,42 - 5,87 \text{ g.m}^{-2}$.

Tab. č. 5: Fyzikálně – chemické ukazatele vody ($\bar{x} \pm S.D.$) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Šnekl. *Poznámka: NS = rozdíl statisticky nevýznamný $p > 0,05$.*

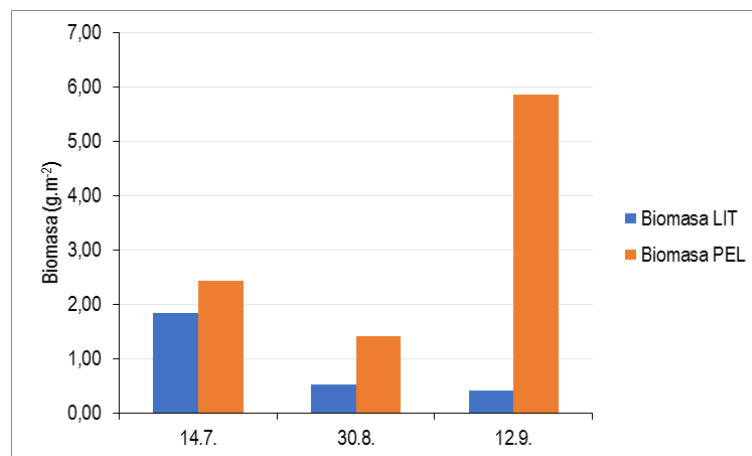
Parametr	Jednotka	LIT	PEL	Významnost rozdílu mezi LIT a PEL
Teplota	(°C)	20,0 ± 2,6	20,3 ± 2,8	NS
Koncentrace O ₂	(mg.l ⁻¹)	7,82 ± 0,23	8,37 ± 1,28	NS
Nasycení O ₂	(%)	86,7 ± 6,3	93,1 ± 18,2	NS
Konduktivita	(mS.m ⁻¹)	423 ± 9	401 ± 6	NS
pH		7,63 ± 0,15	7,66 ± 0,13	NS
Hloubka	cm	53 ± 13	62 ± 13	NS

Tab. č. 6: Granulometrické stanovení a obsah organických látek (%) v pelagiálu (PEL) a v litorálu (LIT) rybníka Šnekl.

Velikost zrn (μ)	Místo odběru (PEL/LIT)	
	PEL	LIT
3000	4,75	13,04
710 - 3000	20,45	26,96
500 - 710	18,47	14,78
250 - 500	34,56	23,48
106 - 250	18,73	16,52
53 - 106	2,37	3,48
25 - 53	0,53	0,87
< 25	0,13	0,87
Obsah org.látek (%)	1,97	5,4



Obr. č. 20: Densita (ind.m⁻²) máloštětinatých červů (Olig), larev pakomárů (Chir) a celková densita zoobentosu (total) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Šnekl.



Obr. č. 21: Celková biomasa (g.m⁻²) zoobentosu v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Šnekl.

4.2 Rybník Podsilniční

Vzorkování na rybníce Podsilniční proběhlo ve čtyřech opakováních, tj. 5. 6. 2017, 14. 7. 2017, 30. 8. 2017 a 12. 9. 2017. Podmínky prostředí v pelagiálu a litorálu (tab. č. 7) se průkazně nelišily ($p > 0,05$). Výjimkou byla pouze hloubka, kde byl zjištěn průkazný rozdíl ($p < 0,05$). Stanovení organických látek a granulometrie je uvedeno v tabulce č. 8.

Nejvyšší denzita (obr. č. 22) všech determinovaných skupin byla zaznamenaná v květnovém odběru (5. 6. 2017), a to jak v litorálu (996 ind.m⁻²) tak v pelagiálu (1902 ind.m⁻²). V červnovém odběru chyběli zástupci máloštětinatých červů. Ve všech termínech odběru vzorků makrozoobentosu byla nejpočetnější skupina Chironomidae (v litorálu i pelagiálu).

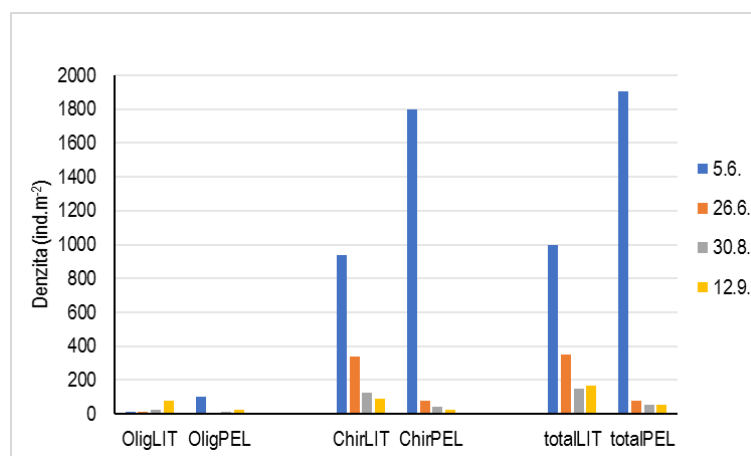
Ze skupiny Varia, v červnovém odběru (5. 6. 2017), byl v litorálu zaznamenán jeden zástupce řádu Coleoptera – *Hyphydrus ovatus*, dále řád Hemiptera – *Sigara sp.*, řád Odonata – *Somatochlora metallica* a čeleď Chaoboridae, patřící do řádu Diptera. Při posledním odběru, tj. 12. 9. 2017, byl v pelagiálu zjištěn jeden zástupce čeledi Chaoboridae. Celková biomasa (obr. č. 23) všech sledovaných skupin se pohybovala v rozpětí 0,10 – 16,57 g.m⁻².

Tab. č. 7: Fyzikálně – chemické ukazatele vody ($\bar{x} \pm S.D.$) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Podsilniční. *Poznámka: NS = rozdíl statisticky nevýznamný $p > 0,05$.*

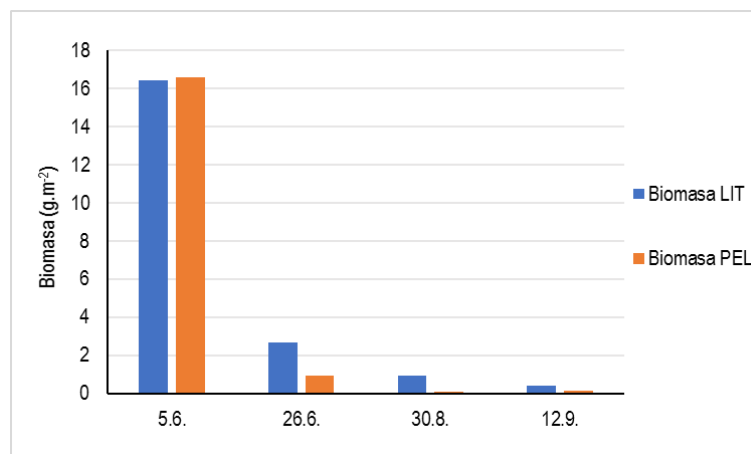
Parametr	Jednotka	LIT	PEL	Významnost rozdílu mezi LIT a PEL
Teplota	(°C)	21,73 ± 4,0	21,87 ± 4,1	NS
Koncentrace O ₂	(mg.l ⁻¹)	7,80 ± 3,33	9,17 ± 3,53	NS
Nasycení O ₂	(%)	89,82 ± 40,30	106,85 ± 45,0	NS
Konduktivita	(mS.m ⁻¹)	575,67 ± 6	575,33 ± 9	NS
pH		7,28 ± 0,48	7,47 ± 0,32	NS
Hloubka	cm	43 ± 10	66 ± 2	p<0,05

Tab. č. 8: Granulometrické stanovení a obsah organických látek (%) v pelagiálu (PEL) a v litorálu (LIT) rybníka Podsilniční.

Velikost zrn (μ)	Místo odběru (PEL/LIT)	
	PEL	LIT
3000	2,77	18,50
710 - 3000	16,92	31,21
500 - 710	11,09	12,72
250 - 500	37,57	21,39
106 - 250	23,80	12,72
53 - 106	3,82	1,73
25 - 53	1,15	0,58
< 25	2,87	1,16
Obsah org.látek (%)	5,28	11,2



Obr. č. 22: Denzita (ind.m⁻²) máloštětinatých červů (Olig), larev pakomárů (Chir) a celková denzita zoobentosu (total) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Podsilniční.



Obr. č. 23: Celková biomasa (g.m⁻²) zoobentosu v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Podsilniční.

4.3 Rybník Langer Teich

Podmínky prostředí (tab. č. 9) se ani v jedné monitorované oblasti (litorál a pelagiál) rybníka Langer Teich průkazně nelišily ($p > 0,05$). Monitoring proběhl ve čtyřech termínech, tj. 30. 5. 2017, 27. 6. 2017, 31. 8. 2017 a 15. 9. 2017. Granulometrické stanovení a obsah organických látek je uveden v tabulce č. 10.

Při odběru v květnu a září (v litorálu) nebyl registrován výskyt máloštětinatých červů. Nejvyšší denzita (obr. č. 24) skupiny Oligochaeta, Chironomidae a Varia byla zaznamenána uprostřed vegetační sezony, tj. 27. 6. 2017, v oblasti litorálu (578 ind.m⁻²) i pelagiálu (782 ind.m⁻²). Tento případ nastal u celkové biomasy, kdy nejvyšších hodnot (4,02 g.m⁻²) dosahovala v červnovém odběru, a to v oblasti litorální zóny. Celková biomasa je znázorněna na obr. č. 25.

Ze skupiny Varia, při květnovém odběru v litorálu, byla nejpočetnější čeleď Chaoboridae (zjištěno 10 jedinců), dále byl registrován jeden zástupce řádu Isopoda – *Asellus aquaticus*. V květnu, v oblasti pelagiálu, se vyskytovalo osm jedinců řádu Chaoboridae a jeden zástupce řádu Megaloptera – *Sialis juv.* V termínu 27. 6. 2017, ve vzorcích makrozoobentosu odebraných v litorálu, bylo zaznamenáno 13 jedinců čeledi Chaoboridae a jeden živočich reprezentující třídu Hirudinea – *Erpobdella octoculata*. V pelagiálu (v červnu) byl registrován jeden zástupce čeledi Chaoboridae a jeden jedinec řádu Ephemeroptera – *Baetis rhodani*. V srpnovém odběru, ze skupiny Varia, byli zaznamenáni dva jedinci čeledi Chaoboridae. Při posledním odběru vzorků makrozoobentosu (15. 9. 2017) bylo v litorálu zaznamenáno šest zástupců čeledi

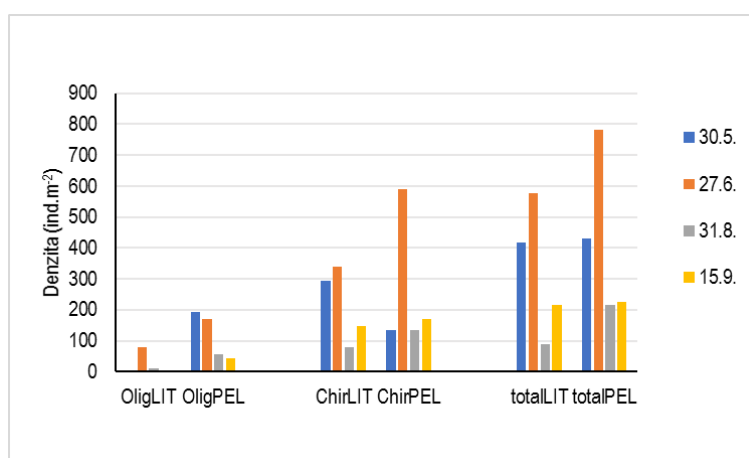
Chaoboridae a jeden zástupce třídy Diptera - *Hydraellia* sp. V pelagiálu (v září) byl determinován jeden jedinec třídy Hirudinea, a to *Erpobdella octoculata*.

Tab. č. 9: Fyzikálně – chemické ukazatele vody ($\bar{X} \pm S.D.$) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Langer Teich. *Poznámka: NS = rozdíl statisticky nevýznamný $p > 0,05$.*

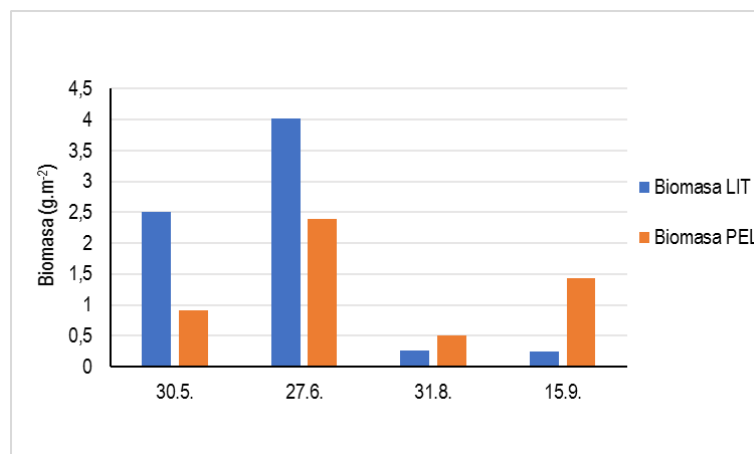
Parametr	Jednotka	LIT	PEL	Významnost rozdílu mezi LIT a PEL
Teplota	(°C)	21,8 ± 3,4	21,8 ± 4,0	NS
Koncentrace O ₂	(mg.l ⁻¹)	8,50 ± 0,86	8,61 ± 1,21	NS
Nasycení O ₂	(%)	97,0 ± 7,9	96,9 ± 10,9	NS
Konduktivita	(mS/m)	108 ± 15	109 ± 16	NS
pH		7,62 ± 1,19	7,64 ± 1,36	NS
Hloubka	cm	49 ± 14	56 ± 12	NS

Tab. č. 10: Granulometrické stanovení a obsah organických látek (%) v pelagiálu (PEL) a v litorálu (LIT) rybníka Langer Teich.

Velikost zrn (μ)	Místo odběru (PEL/LIT)	
	PEL	LIT
3000	2,91	2,20
710 - 3000	23,75	19,17
500 - 710	15,67	19,54
250 - 500	44,75	46,64
106 - 250	11,79	11,23
53 - 106	0,81	0,49
25 - 53	0,16	0,61
< 25	0,16	0,12
Obsah org.látek (%)	1,58	5,23



Obr. č. 24: Densita (ind.m⁻²) máloštětinatých červů (Olig), larev pakomárů (Chir) a celková densita zoobentosu (total) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Langer Teich.



Obr. č. 25: Celková biomasa (g.m⁻²) zoobentosu v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Langer Teich.

4.4 Rybník Neuteich

Odběry vzorků makrozoobentosu, na rybníce Neuteich, proběhly ve stejném termínu jako na lokalitě Langer Teich, tj. 30. 5. 2017, 27. 6. 2017, 31. 8. 2017 a 15. 9. 2017. Podmínky prostředí (tab. č. 11), v litorální zóně a v pelagiálu rybníka Neuteich, se průkazně nelišily ($p > 0,05$). Obsah organických látek a granulometrie jsou znázorněny v tab. č. 12.

Ve vzorcích makrozoobentosu odebraných 15. 9. 2017 nebyl zaznamenán výskyt larev pakomárů (Chironomidae). Nejvyšší denzita (obr. č. 26) všech sledovaných skupin byla v litorálu (2955 ind.m⁻²) i pelagiálu (2202 ind.m⁻²) zaznamenána 30. 5. 2017. I celková biomasa (obr. č. 27) v květnovém odběru dosahovala nejvyšších hodnot – v litorálu biomasa činila 9,19 g.m⁻² a v pelagiálu 3,38 g.m⁻².

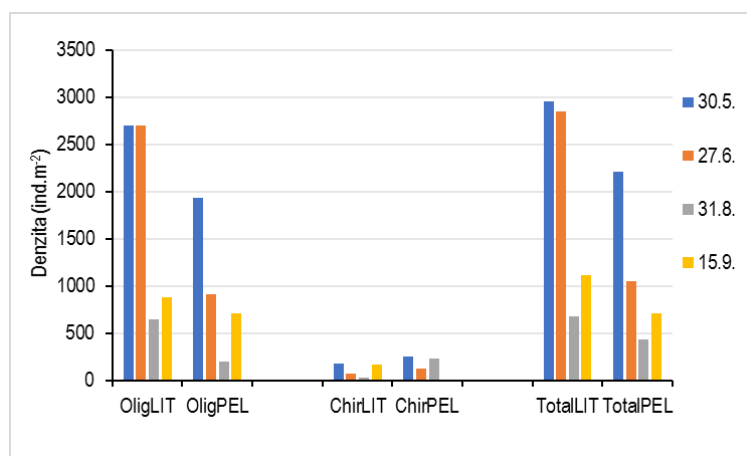
V květnovém odběru, ze skupiny Varia, byli ve vzorcích determinováni zástupci čeledi Chaoboridae (4 jedinci) a Tabanidae (3 jedinci) – obě čeledi patří do řádu Diptera. V pelagiálu (30. 5. 2017) byl determinován jeden jedinec čeledi Ceratopogonidae a Chaoboridae. V termínu 27. 6. 2017 v litorální zóně byla identifikována čeleď Chaoboridae (5 jedinců), Tabanidae (1 jedinec) a řád Coleoptera – *Haliplus* sp. larva. Dále v pelagiálu byl registrován jeden zástupce čeledi Ceratopogonidae. Ve vzorcích makrozoobentosu odebraných 15. 9. 2017 byli zaznamenáni dva jedinci třídy Hirudinea – *Erpobdella octoculata* a dva zástupci třídy Diptera - *Hydraellia* sp.

Tab. č. 11: Fyzikálně – chemické ukazatele vody ($\bar{x} \pm S.D.$) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Neuteich. *Poznámka: NS = rozdíl statisticky nevýznamný $p > 0,05$.*

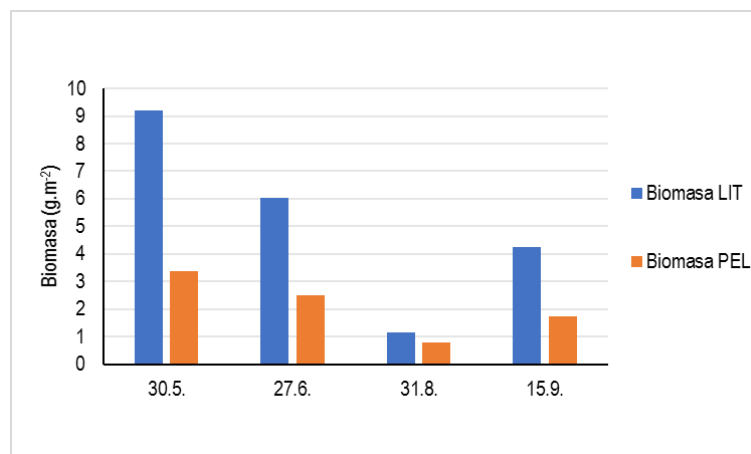
Parametr	Jednotka	LIT	PEL	Významnost rozdílu mezi LIT a PEL
Teplota	(°C)	20,7 ± 3,9	21,1 ± 2,6	NS
Koncentrace O ₂	(mg.l ⁻¹)	10,77 ± 2,10	11,29 ± 1,22	NS
Nasycení O ₂	(%)	122,7 ± 29,9	126,0 ± 20,1	NS
Konduktivita	(mS.m ⁻¹)	416 ± 12	408 ± 18	NS
pH		8,43 ± 0,94	8,59 ± 0,67	NS
Hloubka	cm	41 ± 8	56 ± 6	NS

Tab. č. 12: Granulometrické stanovení a obsah organických látek (%) v pelagiálu (PEL) a v litorálu (LIT) rybníka Neuteich.

Velikost zrn (μ)	Místo odběru (PEL/LIT)	
	PEL	LIT
3000	10,30	5,78
710 - 3000	31,28	18,69
500 - 710	9,79	8,66
250 - 500	25,24	28,88
106 - 250	17,61	30,09
53 - 106	4,13	6,23
25 - 53	1,27	1,52
< 25	0,38	0,15
Obsah org.látek (%)	2,56	3,72



Obr. č. 26: Densita (ind.m⁻²) máloštětinatých červů (Olig), larev pakomárů (Chir) a celková densita zoobentosu (total) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Neuteich.

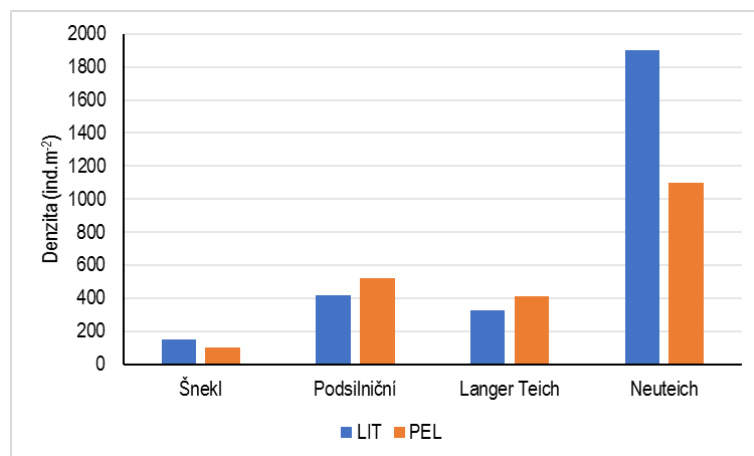


Obr. č. 27: Celková biomasa (g.m⁻²) zoobentosu v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) rybníka Neuteich.

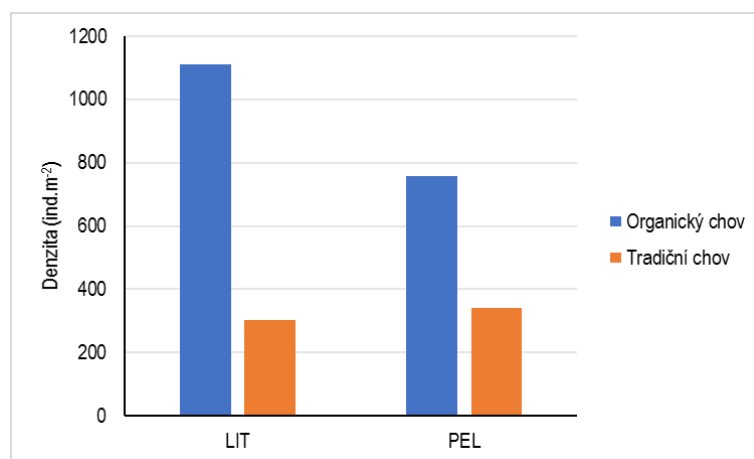
4.5 Porovnání zoobentosu v rybnících s tradičním a organickým chovem kapra

Celková denzita (obr. č. 28) byla nejvyšší na lokalitě Neuteich, která reprezentuje organickou akvakulturu, a to jak v litorální zóně (1899 ind.m⁻²), tak i v oblasti volné vody (1101 ind.m⁻²). Nejnižších hodnot dosahovala denzita na rybníce Šnekl (tradiční chov kapra). Dle uvedených výsledků byla vyšší početnost zaznamenána na organických rybnících (obr. č. 29)

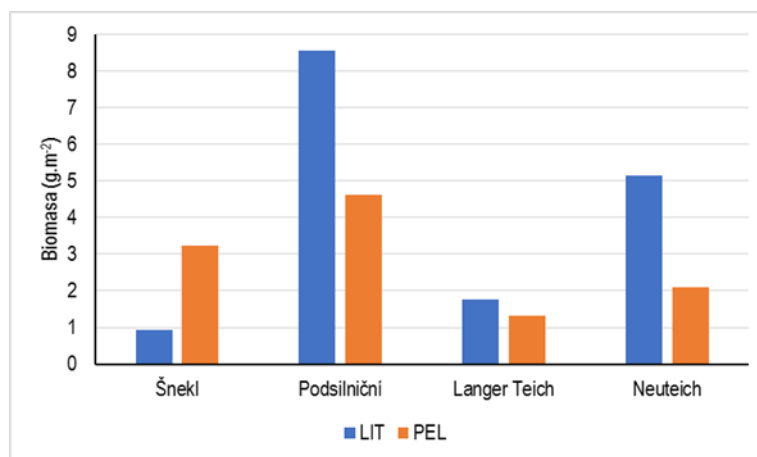
Nejvyšší biomasa (obr. č. 30) byla zjištěna na rybníce Podsilniční (tradiční chov kapra), kde v litorálu její hodnota v průměru dosahovala 8,56 g.m⁻² a v pelagiálu hodnota celkové biomasy čila 4,64 g.m⁻². V porovnání s organickým chovem kapra byla biomasa na rybnících s tradičním chovem ryb vyšší (obr. č. 31).



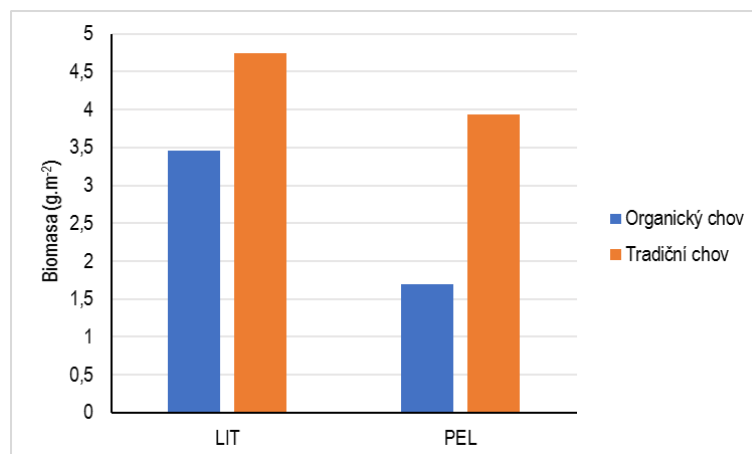
Obr. č. 28: Porovnání density (ind.m⁻²) v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) jednotlivých monitorovaných lokalit.



Obr. č. 29: Porovnání průměrné density (ind.m⁻²) organického a tradičního chovu kapra v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL).



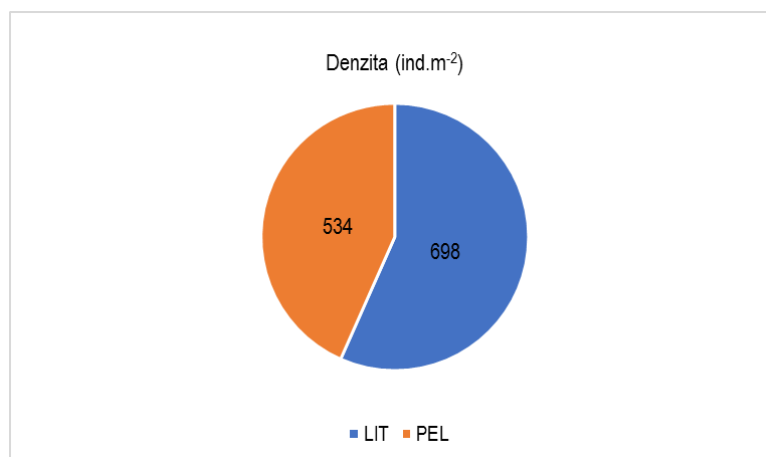
Obr. č. 30: Porovnání celkové biomasy (g.m⁻²) zoobentosu v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL) jednotlivých lokalit.



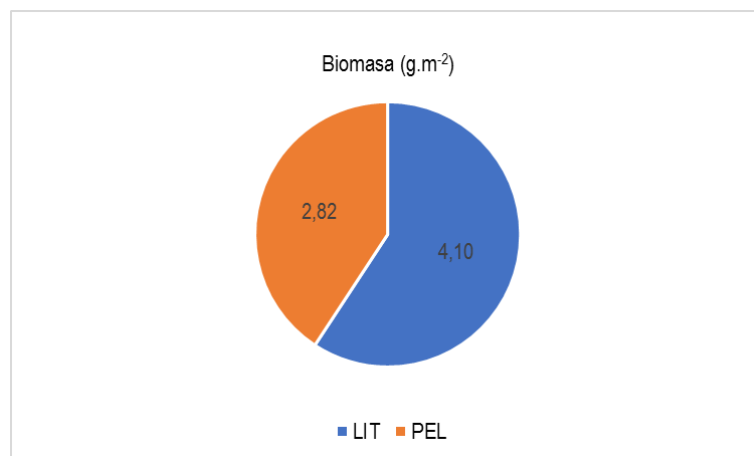
Obr. č. 31: Porovnání celkové biomasy (g.m⁻²) organického a tradičního chovu kapra v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL).

4.6 Porovnání denzity a biomasy zoobentosu v litorálu a pelagiálu

Dle stanovených výsledků denzita rybníčního makrozoobentosu (obr. č. 32) dosahovala vyšších hodnot v litorálu (698 ind.m⁻²) než v pelagiálu (534 ind.m⁻²), stejně jako biomasa (obr. č. 33), jejíž odpovídající průměrné hodnoty byly v litorálu 4,10 g.m⁻² a v pelagiálu 2,82 g.m⁻².



Obr. č. 32: Porovnání denzity (ind.m⁻²) bentických organismů v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL).



Obr. č. 33: Porovnání biomasy (g.m⁻²) bentických organismů v litorálu (LIT) a pelagiálu (PEL).

5 DISKUSE

Kvantitativní hodnocení makrozoobentosu v litorálních porostech je metodicky velmi náročné a vyžaduje zvláštní postupy. To je zapříčiněno pracnou manipulací s odběrným zařízením. Z tohoto důvodu je většina prací orientována především na fytofilní organismy (Sychra a kol., 2010; Kořínková 1970, 1967), které žijí na rostlinách mimo kořenové systémy.

Sychra a kol. (2010) pro monitoring fytofilních bezobratlých rybníka Nesyt (jižní Morava) použil bentosovou síťku. Porovnával organismy žijící v litorálu blíže ke břehům a oblast litorální zóny blíže k pelagiálu (podobně jako my jsme monitorovali litorál a pelagiál). V oblasti litorálu blíže k volné vodě převažovali klešťankovití, larvy hmyzu, pijavice a máloštětinatí červi - tedy organismy představující především sběrače a taxony preferující volnou vodu. Spásáči, kouskovači, drtiči a bezobratlí preferující partikulární organický substrát (POM) převažovali blíže k břehům. Jednalo se především o máloštětinaté červy, brouky a larvy dvoukřídlého hmyzu (podrobnější rozdělení organismů je znázorněno na obr. č. 34). Výsledky zjištěné Sychrou a kol. (2010) jsou taxonomicky bohatší v porovnání se zjištěními prezentovanými v této studii. To dokladuje, že vodní rostliny představují pro vodní bezobratlé vhodnější substrát v porovnání s dnovými sedimenty a kořeny rostlin.

Porovnáním a účinností odběrných zařízení v litorálu s emerzním porostem se zabýval Sychra a Adámek (2009) na třech rybnících v regionu Jižní Morava. Pro pilotní studii byl vybrán rámový odběrák a bentosová síťka. Rámový odběrák byl schopen zachytit pomalu se pohybující a sedentární organismy (jako litorální sonda použita v této studii), například larvy pakomárů, pijavice a máloštětinaté červy. Rychle se pohybující organismy byla schopna efektivněji zachytit bentosová síťka. Rámový odběrák byl schopen zachytit všechny vyšší hlavní taxony zastoupené v litorálu rybníku a je vhodný pro kvantitativní hodnocení. Bentosová síťka je podle autorů vhodná spíše pro semikvantitativní hodnocení stojatých vod.

Kořenová sonda (použita v té to studii) v porovnání s rámovým odběrákem nemá tak destruktivní vliv na litorál rybníků. Při vzorkování s rámovým odběrákem musíme nejprve, kvůli správnému usazení odběráku, odštíhnout nadvodní část rostlin a posléze i rostlinu u dna, u sondy nikoli. Sonda je schopna odebrat organismy žijící až 10 cm hluboko v bahnitém substrátu, tudíž zachytí více sedentárních organismů a bezobratlých

žijících v substrátu rybníků než zmiňovaná zařízení, ale zachytí minimum organismů žijících na makrofytech a méně rychle se pohybujících bezobratlých.

Bentická společenstva v oblasti Blatné (rybník Smyslov) studovala Kořínková (1967). Sledovala rozvoj společenstev dnového sedimentu vázaných na submerzní vegetaci (a rozvoj submerzní vegetace samotné) na ohraničených plochách bez ryb. Zjistila, že v chráněné oblasti byla submerzní vegetace 4x více rozvinuta a žilo zde i 2x více bezobratlých než v nechráněné oblasti. Rozdíly byly zapříčiněny silným predačním tlakem kapra a vyšším podílem detritu, který poskytoval bohatou potravu pro bezobratlé a rozvoj vegetace v chráněné ohraničené oblasti.

Zoobentos příbřežních partií blatenských rybníků studoval také Lellák (1957) na ohraničených plochách bez ryb. Podle jeho zjištění konzumují ryby více než polovinu bentických živočichů (50,6 a 56,6 %) žijících na písčitém podkladu v příbřežních partiích. Uprostřed rybníka (srovnatelně s oblastí volné vody označované také jako pelagiál) obsádka zkonsumuje necelou polovinu (41,7 a 47,2 %) zoobentosu bahnitého substrátu. Uvedených 50 % zoobentosu považuje Lellák (1957) za hranici, kterou dokáže obsádka kaprového rybníka (výtažníku) efektivně využít. Využitelných je podle něj v průměru 200 – 250 kg zoobentosu z jednoho hektaru, z čehož tvoří larvy pakomárů 85% a nitěnky zhruba 15 %. V naší studii tvořily larvy pakomárů, na rybnících reprezentujících tradiční chov ryb, zhruba 70 % a máloštětinatí červi 13 % z celkové denzity. Larvy pakomárů, v rybnících představující organickou akvakulturu, činily 41 % a máloštětinatí červi zhruba 59 %. Tyto hodnoty (jak u tradičního, tak organického chovu kapra) indikují, že larvy pakomárů byly vyžírány více.

V absolutních hodnotách bylo v pelagiálu konvenčních rybníků v průměru 298 larev pakomárů a 27 nitěnek na m², zatímco na organických činily tyto hodnoty 204, resp. 529 kusů. Podle systému ECOFRAME pro implementaci Rámcové evropské směrnice pro vodu (Moss a kol. 2003) by odpovídaly hodnoty poměru mezi denzitou nitěnek a pakomárů (Oligo/Chiro ratio) vysokému ("high") ekologickému statusu na rybníce Podsilniční (0,09 v litorálu, resp. 0,07 v pelagiálu), dobrému ("good") až vysokému na Langer Teich (0,20, resp. 0,45), nízkému ("poor") až průměrnému ("moderate") na Šneklu (0,51, resp. 0,42) a špatnému ("bad") statusu na rybníce Neuteich (15,35, resp. 6,29). Je tedy zřejmé, že způsob managementu (tradiční či organický) nemá na ekologický status rybníka podle tohoto hodnocení zásadní vliv, tudíž charakter povodí a substrátu dna je významnější.

Abundance bentických organismů zjištěná Lellákem (1957) činila 5955 – 12400 ind.m⁻². Kořínková (1971) při studii bezobratlých žijících na subemerzní vegetaci zjistila průměrnou roční denzitu 6240 ind.m⁻², což je výrazně více než bylo zjištěno v našich pozorováních ve dně litorálních porostů a volné vody. Nejvyšší abundance v pelagiálu byla zjištěna na lokalitě Neuteich a činila v průměru 1101 ind.m⁻² při průměrné biomase 2,10 g.m⁻². To může být zapříčiněno vyšší biomasou rybníční obsádky nebo nedostatkem zooplanktonu, který spolu se zoobentosem tvoří přirozenou potravu kapra (Adámek a kol., 2010). Nedostatek planktonní potravy mohl zapříčinit orientaci ryb především na bentické společenstvo a jejich predční tlak pak vedl ke snížení abundance i biomasy bentických bezobratlých. Ale Adámek a kol. (2010) tvrdí, že kapří plůdek není schopen proniknout do hlubších vrstev sedimentu a tím výrazně ovlivnit rozvoj zoobentosu.

Dvouletý kapr (K2Š spolu se štikou) byl nasazen pouze na rybníce Podsilniční. Na lokalitě Neuteich a Langer Teich, kde byla obsádka polykulturní, byl vysazen plůdek kapra (K1). Rybník Šnekl byl nasazen jako plůdkový výtažník s vysazením váčkového plůdku kapra. Jednoletý kapr však ovlivňuje denzitu a biomasu zoobentosu jen velmi málo.

Množství a složení zoobentosu mohlo být do jisté míry ovlivněno vypouštěním a zejména zimováním nebo letněním rybníků. Populace organismů, odkázaných pouze na dnový sediment a těch, které se do rybníka dostanou z přítoku, se obnovují pomaleji. Naopak je tomu u larev hmyzu, protože samičky žijící v okolí nakladou vajíčka do vody a společenstvo je schopno se obnovit rychleji (Hartman a kol., 1998).

Podmínky prostředí litorálu a pelagiálu studovaných rybníků se průkazně nelišily. Jedinou výjimkou, kde byl zaznamenán průkazný rozdíl, byla hloubka na rybníce Šnekl, jehož litorální zóna je významně mělčí ($P < 0,05$). Přesto jsou v hodnotách, které se průkazně nelišily, patrné jisté rozdíly. Teplota vody byla v litorálu obvykle nižší v důsledku zastínění tvrdou litorální vegetací či přítomností stromových porostů na březích.

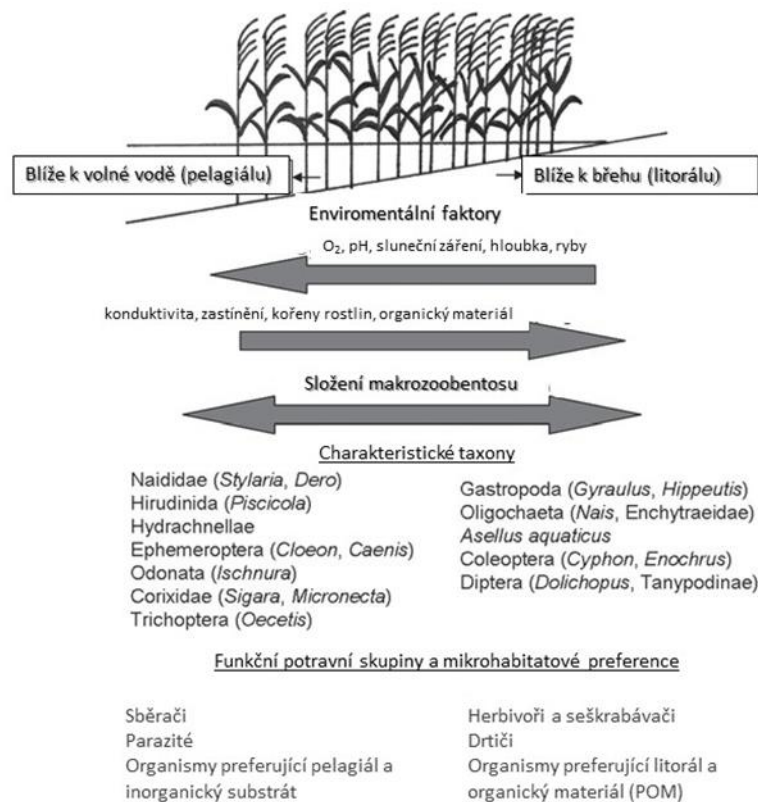
V litorální oblasti byla zjištěna i nižší koncentrace a nasycení O₂ než v oblasti volné vody. To může být zapříčiněno zastíněním litorálu tvrdou litorální vegetací (rákos, orobince), což mohlo vést ke snížení intenzity fotosyntézy fytoplanktonu. Další faktorem, který mohl ovlivnit koncentraci a nasycení O₂, je intenzivnější rozklad organických látek, jejichž podíl na složení dnových sedimentů byl vždy vyšší v litorálu (tab. č. 6, 8, 10 a 12), a to z důvodu většího množství odumřelých částí rostlin.

Úlehlová a Přibil (1978), při studii rybníka Nesyt (jižní Morava), zjistili, že při dekompozici organických látek v litorálu došlo ke zvýšení množství CO_2 a tím pádem, v souvislosti s uhlíčitanovou rovnováhou, došlo k poklesu pH. Pokles pH ovlivnil i vodivost (konduktivitu), která vzrostla. Obdobný trend, spočívající v nevýznamných ($p > 0,005$) rozdílech mezi litorálem a pelagiálem, byl zaznamenán i v této studii (tab. č. 5, 7, 9 a 11) a je znázorněn na obr. č. 34.

Z výsledků lze vyčíst jistý trend v abundanci a biomase bezobratlých bentických organismů. Nejvyšší abundance a biomasa organismů byla zjištěna většinou na začátku vegetační sezóny, tj. při první a druhém odběru na všech lokalitách. Biomasa se zvyšovala především v souvislosti s růstem larev vodního hmyzu.

Ke konci vegetační sezóny, tj. při odběru 30. 8. 2017 na rybních reprezentujících organickou akvakulturu a 31. 8. 2017 na tradičních rybnících, se abundance a biomasa zoobentosu výrazně snížila. Pokles mohl být zapříčiněn zvýšeným predančním tlakem ryb spolu s výletem imag pakomárů.

Na konci vegetační sezóny, tj. v zářijových odběrech, se abundance a biomasa ve většině případů začala zvyšovat z důvodu líhnutí larev bezobratlých z vajíček. Jedinou výjimkou byl rybník Podsilniční, kde biomasa ani abundance bentických živočichů nevzrostla jako na ostatních lokalitách. To mohlo být zapříčiněno silnějším predančním tlakem ryb při vyšší biomase obsádky, protože pouze na této lokalitě byl vysazen dvouletý kapr, který podle Adámka a kol. (2010) proniká při hledání potravy do sedimentu hlouběji než plůdek kapra, který byl vysazen na zbylých lokalitách. Biomasa a hustota obsádky hrála v kvantitě (denzité i biomase) zoobentosu rovněž významnější roli než složení litorálních porostů. Průměrné hodnoty biomasy zjištěné ve dně porostů orobince (Podsilniční) byly sice vyšší než v porostech rákosu (ostatní 3 rybníky), avšak denzita zoobentosu zde byla s nimi (s výjimkou rybníka Neuteich) srovnatelná.



Obr. č. 34: Změny podmínek prostředí a složení společenstva fytofilních bezobratlých (charakteristické taxony a skupiny) v litorálních porostech rákosu nížinného rybníka ve směru k volné vodě (pelagiál) a břehu (litorál) (upraveno podle Sychra a kol. 2010).

6 ZÁVĚR

Cílem práce bylo zhodnotit kvantitativní složení rybníčního makrozoobentosu v litorální zóně s emerzní vegetací v porovnání s oblastí pelagiálu. Oživení kaprových výtažníků bylo studováno na dvou rybnících v České republice, kde byl provozován tradiční chov ryb. Další dva kaprové výtažníky, situované v Rakousku, reprezentovaly organickou akvakulturu.

Prostředí litorálu a pelagiálu studovaných kaprových výtažníků se lišilo jen nevýznamně, přičemž v litorálu ve srovnání s volnou vodou byly obvykle registrovány nižší hodnoty teploty, pH, nasycení a koncentrace O_2 a naopak vyšší hodnoty konduktivity. V sedimentech litorálu byl zjištěn vyšší obsah organických látek, které byly tvořeny hlavně odumřelými makrofyty.

V průběhu vzorkování hodnoty denzity a biomasy bentických bezobratlých kolísaly jak v rámci jednotlivých měsíčních odběrů, tak v průběhu vegetační sezóny, a to v důsledku predačního tlaku ryb a výletu imag (hlavně pakomárů). V litorálu se průměrná denzita pohybovala mezi 151 (Šnekl) až 1899 ind.m⁻² (Neuteich) a biomasa mezi 0,92 (Šnekl) až 8,56 g.m⁻² (Podsilniční), zatímco v oblasti volné vody činily odpovídající hodnoty 98 (Šnekl) až 1101 ind.m⁻² (Neuteich), resp. 1,31 (Langer Teich) až 4,64 g.m⁻² (Podsilniční).

Z výsledků je zřejmé, že v denzitě a biomase bentických bezobratlých (bez ohledu na formu chovu) jsou patrné jisté rozdíly mezi litorálem a pelagiálem. V litorálu odpovídala průměrná denzita hodnotě 698 ind.m⁻² a v pelagiálu 534 ind.m⁻². Hodnoty biomasy byly v průměru taktéž vyšší v litorálu (4,1 g.m⁻²) než v pelagiálu (2,82 g.m⁻²), což dokladuje, že zoobentos dna volné vody je vystaven vyššímu vyžíracímu tlaku obsádky než hůře přístupný litorál s emerzními porosty.

Na rybnících s organickým chovem kapra byla průměrná denzita zoobentosu vyšší než v rybnících s tradičním chovem, přičemž rozdíl mezi litorálem a pelagiálem byl zvláště patrný na organických rybnících. Biomasa zoobentosu v litorálu rybníků s organickým chovem a rybníka Podsilniční s tradičním chovem byla vyšší než v pelagiálu. Naopak na rybníce Šnekl byla biomasa zoobentosu vyšší v pelagiálu v důsledku nízkého predačního tlaku plůdku.

7 LITERATURA

- Adámek, Z., Helešic, J., Maršálek, B., Rulík, M., 2010. Aplikovaná hydrobiologie. FROV JU Vodňany, 350 s.
- Adámek, Z., Sychra, J., 2012. Litorální sonda. Úřad průmyslového vlastnictví ČR. Užitý vzor č. 24190.
- Bazzanti, M., Della Bella, V., Grezzi, F., 2009. Functional characteristics of macroinvertebrate communities in Mediterranean ponds (Central Italy). Influence of water permanence and mesohabitat type. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology* 45, 29-39.
- Breindl, V., Jírovec, O., Komárek, J., 1949. Ilustrovaný život zvířat, díl šestý. Bezobratlí, díl druhý. Nakladatelství Sfinx, Praha, 312 s.
- Brönmark, Ch., Hansson L., 2005. *The Biology of Lakes and Ponds*. 2nd ed., Oxford University Press, New York, 285 p.
- Censkowsky, U., 2010. Global Organic Aquaculture Regulatory System-Production-Markets. Organic Marketing Forum Warsaw, Poland, May 6, 2010.
- Čítek, J., Krupauer, V., Kubů, F., 1998. Rybníkářství. Informatorium, Praha, 306 s.
- Dvořák, J., Imhof, G., 1998. The role of animals and animal communities in wetlands. In: D.F. Westlake, J. Květ and A. Szczepański (Eds), *The Production Ecology of Wetlands*. The IBP Synthesis. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 211-318.
- Gabaldón, C., Buseva, Z., Illyová, M., Seda, J., 2018. Littoral vegetation improves the productivity of drainable fish ponds: Interactive effects of refuge for *Daphnia* individuals and resting eggs. *Aquaculture* 485, 111-118.
- Gracík, J., 2015. Organický chov kapra a jeho perspektivy v ČR. České Budějovice, Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Fakulta rybářství a ochrany vod. Vedoucí práce Zdeněk Adámek.

- Hartman, P., Příkryl, I., Štědranský, E., 1998. Hydrobiologie. 2. přeprac. vyd. Informatorium, Praha, 335 s.
- Hartman, P., Regenda, J., 2014. Praktika v rybníkářství. FROV JU Vodňany, 375 s.
- Kalff, J., 2002. Limnology: Inland Water Ecosystems. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 592 p.
- Kořínková, J., 1967. Relations between predation pressure of carp, submerged plant development and littoral bottom-fauna of pond Smyslov. Rozpravy Československé Akademie věd 77, 35–62.
- Kořínková, J., 1971. Sampling and distribution of animals in submerged vegetation. Věstník Československé Společnosti Zoologické 35, 209-221.
- Lampert, W., Sommer U., 1997. Limnoecology: The Ecology of Lakes and Streams. Oxford University Press, New York, 382 p.
- Lellák, J., 1957. Der Einfluß der Freßtätigkeit des Fischbestandes auf die Bodenfauna der Fischeiche. Z. Fisch., N. F. 6, 621-633.
- Lellák, J., Kubiček, F., 1992. Hydrobiologie. Univerzita Karlova, Praha, 257 s.
- Moss, B., Stephen, D., Alvarez, C., Becares, E., van de Bund, W., Collings, S.E., van Donk, E., de Eyto, E., Feldman, T., Fernandez-Alaez, C., Fernandez-Alaez, M., Franken, R.J.M., Garcia-Criado, F., Gross, E.M., Gyllstrom, M., Hansson, L.-A., Irvine, K., Jarvalt, A., Jensen, J.P., Jeppesen, E., Kairesalo, T., Kornijow, R., Krause, T., Kunnap, H., Laas, A., Lill, E., Lorens, B., Luup, H., Miracle, M.R., Noges, P., Noges, T., Nykanen, M., Ott, I., Peczula, W., Peeters, E.T.H.M., Phillips, G., Romo, S., Russell, V., Salujoe, J., Schefer, M., Siewertsen, K., Smal, H., Tesch, C., Timm, H., Tuvikene, L., Tonno, I., Virro, T., Vicente, E., Wilson, D., 2003. The determination of ecological status in shallow lakes – a tested system (ECOFRAME) for implementation of the European Water Framework Directive. Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems 13, pp. 507–547.
- MZe ČR, 2016. Situační a výhledová zpráva. Ryby. Ministerstvo zemědělství, Praha, 44 s.

- Petr, T., 2000. Interactions between fish and aquatic macrophytes in inland waters. A review. FAO Fisheries Technical Paper 396, FAO, Rome, 185 p.
- Rosendorf, P., Fiala, D., Beneš, J., Duras, J., Potužák, J, Liška, M., 2017. Komplexní analýza emisí fosforu ze všech obcí v povodích Lomnice, Skalice, Loděnice a Želivky a jejich vliv na stav vodních útvarů. Vodohospodářská konference Vodní nádrže 2017, Brno, 3.-4. října 2017, pp. 52–59.
- Rozkošný, R., 1980. Klíč vodních larev hmyzu. Academia, Praha, 524 s.
- Sedlák, E., 2000. Zoologie bezobratlých. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, Brno, 336 s.
- Schenkova, J., 2002. Aphanoneura a Oligochaeta. Materiál k determinačnímu kurzu na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, Brno, 25.-26. června 2002, pp 30.
- Schubert, A., Lellák, J., 1973. Život ve sladkých vodách. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 285 s.
- Straka, M., Sychra, J., 2007. Coleoptera. Materiál k determinačnímu kurzu na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity, Brno, 10.-12. září 2007, pp. 96.
- Sychra, J., Adámek, Z., 2010. Sampling efficiency of Gerking sampler and sweep net in pond emergent littoral macrophyte beds – a pilot study. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science 10, 161-167.
- Sychra, J., Adámek, Z., Petřivalská, K., 2010. Distribution and diversity of littoral macroinvertebrates within extensive reed beds of lowland pond. Annales de Limnologie-International Journal of Limnology 46, pp. 281-289.
- Úlehlová, B., Přibil, S., 1978. Water Chemistry in the Fishpond Littorals. In: Dykyjová D. and Květ J. (eds.), Pond Littoral Ecosystems, Structure and Functioning, Ecological Studies, 28, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, pp. 126-140.
- Wetzel, R. G., 1983. Limnology. 2nd ed. Saunders college publishing, Philadelphia, 860 p.

White, J., Irvine, K., 2003. The use of littoral mesohabitats and their macroinvertebrate assemblages in the ecological assesment of lakes. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems* 13, pp. 331-351.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráží, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství).

8 ABSTRAKT

Makrozoobentos zarostlého a volného bahnitého litorálu kaprových rybníků

Cílem práce bylo zhodnotit kvantitativní složení bentických bezobratlých v litorálu s emerzními (vynořenými) porosty a mimo ně. Pro jejich monitoring byly vybrány dva kaprové výtažníky v České republice (Blatensko) s tradičním chovem kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a další dva výtažníky s organickou technologií chovu ryb v Rakousku (Waldviertel). Odběr vzorků probíhal v měsíčních intervalech (květen – září 2018). Vzorky byly odebrány z oblasti volné vody (pelagiál) a z litorální zóny. Hodnocení makrozoobentosu bylo doplněno o *in situ* monitoring základních parametrů vodního prostředí, granulometrické stanovení a stanovení organických látek v dnovém sedimentu rybníků, a to jak v litorálu, tak v pelagiálu. Pro odběr vzorků rybníčního makrozoobentosu vázaného na kořenový systém emerzní vegetace byla zvolena kořenová sonda, která proniká mezi kořeny tvrdé litorální vegetace. Po zpracování vzorků (přebrání a zvážení) v laboratoři byly organismy rozřazeny do tří skupin – Chironomidae, Oligochaeta a Varia. Výsledky byly prezentovány v grafické podobě. Z výsledků je zřejmé, že podmínky prostředí sledovaných rybníků se průkazně nelišily. Dle provedené analýzy dat byla denzita zoobentosu na rybnících s organickou technologií chovu ryb vyšší než na rybnících s tradičním chovem ryb. V litorální zóně byla průměrná denzita bentických bezobratlých vyšší než v pelagiálu. Biomasa zoobentosu rybníků v průměru také dosahovala vyšších hodnot v litorálu.

Klíčová slova: makrozoobentos, denzita, biomasa, kaprové výtažníky, emerzní makrofyta

9 ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates of littoral plant beds and free muddy substrate of carp ponds

The aim of the study was to evaluate the quantitative composition of benthic invertebrates in the littoral zone with emergent plants and outside the macrophyte beds. For these purposes, two carp on-growing ponds were selected in the Czech Republic (Blatná region) with traditional carp (*Cyprinus carpio*) farming and two organic ponds in Austria (Waldviertel). Samplings were performed in monthly intervals (May – September 2018). Samples were taken from the area of open water (pelagial) and from the littoral zone. The evaluation of benthic macroinvertebrates was supplemented by *in-situ* monitoring of basic parameters of the aquatic environment, granulometric score and rating of organic substances in the bottom sediment of ponds, both in the pelagic and littoral zone. For the sampling of pond macroinvertebrates associated with the root system of the hard emergent vegetation, a core sampler was chosen that penetrates the roots of hard littoral vegetation. After the samples were processed (collection and weighing) in the laboratory, the organisms were divided into three groups - Chironomidae, Oligochaeta and Varia. The results were presented in graphical form. Regarding results of environmental conditions of the studied ponds, they did not differ significantly. According to the analysis of the data, macroinvertebrates density was higher in organic fish farming ponds than in traditional fish farming ponds. In the littoral zone, the average density of benthic invertebrates was higher than in the pelagic zone. The biomass of aquatic macroinvertebrates on average was also higher in the littoral zone.

Keywords: macroinvertebrates, density, biomass, carp on-growing ponds emergent macrophytes