

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
Fakulta rybnářství a ochrany vod  
Ústav akvakultury/Výzkumný ústav rybnářský a hydrobiologický

## Diplomová práce

### **Sezónní změny makrozoobentosu Brněnské nádrže v průběhu manipulací s vodní hladinou**

**Autor:** Bc. Jan Opatřil

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

**Konzultant diplomové práce:** Ing. Lucie Všetická

**Studijní program a obor:** Zootechnika, Rybnářství

**Forma studia:** Prezenční

**Ročník studia:** 5.

České Budějovice

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem 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, případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU. 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 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 databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 30. 4. 2012

Podpis

.....

**Poděkování:** Rád bych tímto poděkoval panu doc. RNDr. Zdeňku Adámkovi, CSc. za pomoc při zpracování práce, cenné rady a postřehy, Ing. Lucii Všetickové, za pomoc při determinaci a kvantifikaci makrozoobentosu. Dík patří i celé řadě dalších, zde nejmenovaných lidí, kteří mne podporovali v mém úsilí.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta rybářství a ochrany vod

Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan OPATRIL**  
Osobní číslo: **V09N007P**  
Studijní program: **N4103 Zootechnika**  
Studijní obor: **Rybářství**  
Název tématu: **Sezónní změny makrozoobentosu Brněnské nádrže  
v průběhu manipulací s vodní hladinou**  
Zadávající katedra: **Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický**

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

Na Brněnské nádrži v současnosti probíhá celá řada opatření, zaměřených na celkové ozdravení prostředí s cílem především omezení výskytu sinicových vodních květů. Zásadním zásahem v tomto směru je snížení vodní hladiny v letech 2009 - 2010. Cílem práce bude vyhodnocení změn v makrozoobentosu nádrže v reakci na tyto zásahy a opatření.

Na vybraných profilech nádrže, zvolených s ohledem na stav vodní hladiny a hloubkových poměrů budou sezónně odebírány vzorky makrozoobentosu Ekmanovým drapákem. Vzorky budou odebírány v několika opakováních, která umožní i statistické zpracování. Paralelně se vzorkováním budou měřeny i vybrané parametry prostředí (teplota, koncentrace a nasycení O<sub>2</sub>, pH, vodivost) v epilimniu a hypolimniu.

Pro vyhodnocení celkového průběhu manipulace s vodní hladinou nádrže budou využity a zpracovány i vzorky makrozoobentosu odebrané již před zahájením a v průběhu vypouštění. Odebrané vzorky budou po promytí zpracovány jako čerstvé v laboratoři a konzervovány pro navazující determinaci a kvantifikaci. Výsledkem práce bude vyhodnocení kvalitativních i kvantitativních změn v makrozoobentosu vyvolaných především zvýšeným predačním tlakem ryb v prokysličeném hypolimniu, rekolonizací nově zaplavených habitatů apod. Vysledky budou diskutovány s ohledem na další biotické i abiotické faktory (rozvoj fytoplanktonu, složení ichtyofauny, kyslíkové poměry a další).

Rozsah grafických prací: podle potřeby s ohledem na výsledky 5 - 10 grafů

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Lellák J., Kubiček F., 1991: Hydrobiologie. UK Praha, 257 s.

Adámek Z. Vostradovský J., Dubský K., Nováček J., Hartvich P., 1995: Rybářství ve volných vodách. Victoria Publishing Praha, 205 s.

Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M., 2008: Aplikovaná hydrobiologie. VÚRH JU Vodňany, 256 s.

Publikované studie o Brněnské nádrži podle instrukcí vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.  
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Konzultant diplomové práce: Ing. Lucie Chaloupková

Datum zadání diplomové práce: 30. listopadu 2009


Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011



prof. Ing. Otomar Linhart, DrSc.

děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
FAKULTA RYBÁŘSTVÍ A OCHRANY VOD  
Zátiší 728/8.  
389 25 Vodňany (2)



doc. Ing. Pavel Kozák, Ph.D.

ředitel

Ve Vodňanech dne 14. ledna 2010

# OBSAH

1. Literární přehled.....	8
1.1. Brněnská přehrada .....	8
1.2. Projekt Čisté povodí Svratky.....	12
1.3. Sukcese přehrady .....	13
1.4. Makrozoobentos.....	16
1.4.1. Kmen měkkýši.....	17
1.4.2. Kmen kroužkovci.....	18
1.4.3. Kmen členovci .....	20
2. Odběrové lokality.....	29
2.1. Hráz.....	30
2.2. Střed .....	30
2.3. Rakovec.....	31
2.4. Litorál .....	31
2.5. Rokle .....	32
2.6. Zouvalka .....	33
2.7. Horní vzduť.....	33
3. Materiál a metodika.....	Chyba! Záložka není definována.
3.1. Metodika odběru vzorků.....	35
3.2. Metodika zpracování vzorků .....	36
4. Výsledky.....	Chyba! Záložka není definována.
4.1. Přehled čeledí a jejich abundance .....	38
4.1.1. Dominantní taxonomické skupiny ve vzorcích .....	39
4.1.2. Méně početné taxony .....	40
4.2. Sledované fyzikálně-chemické parametry .....	41
4.3. Abundance a biomasa dominantních taxonomických skupin .....	45
4.3.1. Denzita a biomasa v roce 2007.....	45
4.3.2. Denzita a biomasa v roce 2008.....	47
4.3.3. Denzita a biomasa v roce 2009.....	49
4.3.4. Denzita a biomasa v roce 2010.....	51
4.3.5. Denzita a biomasa v roce 2011.....	53
4.4.1. Denzita a biomasa na lokalitě Hráz.....	55
4.4.2. Denzita a biomasa na lokalitě Střed.....	56
4.4.3. Denzita a biomasa na lokalitě Litorál .....	58
4.4.4. Denzita a biomasa na lokalitě Rakovec.....	60
4.4.5. Denzita a biomasa na lokalitě Rokle .....	61
4.4.6. Denzita a biomasa na lokalitě Zouvalka.....	63
4.4.7. Denzita a biomasa na lokalitě Horní vzduť .....	64
5. Diskuze.....	66
5.1. Srovnání lokalit v letech před vypuštěním .....	66
5.2. Srovnání lokalit v roce se sníženou vodní hladinou.....	68
5.3. Srovnání lokalit v letech po opětovném napuštění .....	68
6. Závěr .....	70
7. Seznam použité literatury .....	Chyba! Záložka není definována.
8. Seznam všech použitých zkratk .....	75
9. Seznam tabulek .....	76
10. Abstrakt .....	77
11. Abstract.....	78

# Úvod

Brněnská přehrada – podobně jako řada dalších přehrad v ČR, začala být v posledních letech silně eutrofizovaná. V důsledku toho v ní dochází k velice silnému rozvoji fytoplanktonu, zejména sinic.

Negativní vliv sinic (Cyanophyt) na vodní organismy je neoddiskutovatelný. V nádrži jsou odpovědné za kyslíkové deficity nebo naopak za přesycení vody kyslíkem, taktéž za retenci živin dále nevyužitelných v potravním řetězci nebo za vylučování cyanotoxinů – látek způsobujících u lidí kožní a žaludeční problémy, alergie a záněty spojivek. Při podzimním rozkladu vylučují také látky jedovaté pro ryby - sulfan, čpavek a specifické toxiny.

V této souvislosti docházelo a stále dochází k množstvím opatření k jejich regulaci.

První projekt, který se kompletně zabývá řešením této situace, se nazývá „Čisté povodí Svatky“. Jde o projekt, který si dal za cíl, bojovat se sinicemi v Brněnské přehradě v několika úrovních. Opatření které přímo souvisí s tématem této práce se týká části ošetření sedimentů.

Hladina Brněnské přehrady byla z důvodu leteckého vápnění a vysušení sedimentů v letech 2009 a 2010 drasticky snížena až o 9 m., čímž se hladina dostala dokonce pod úroveň hladiny stálého nadržení. Hs = 224,00 (223,08 B.p.v.) m.n.m. Většina dna tak zůstala obnažena a ve zbývajícím jezeře se zcela změnila kyslíkové poměry, vzrostla abundance ryb a tím pádem i predací tlak na makrozoobentos.

Z hypolimnia, kde byl kvůli velké hloubce predací tlak ryb z důvodu nízkých hodnot koncentrace kyslíku minimální, se vlivem poklesu hladiny stalo prostředí (habitat) pro ryby z hlediska obsahu kyslíku přístupné. A tato změna měla dopad na množství a složení makrozoobentosu.

Téma této práce jsem si vybral z několika důvodů. Především proto, že ochranná opatření prováděná na Brněnské přehradě jsou unikátní, svou šíří a intenzitou ve světě nemají srovnání a jako takové s sebou přinášejí množství specifík, které ještě nebyly probádány. Jedním z významných dopadů (pomineme-li redukci biomasy sinic) jsou jistě i změny makrozoobentosu v sedimentech z různých částí nádrže ovlivněné predací rybí obsádky. V neposlední řadě mě toto téma zaujalo i jako člena MRS, jehož revírem Brněnská přehrada je.

V průběhu mého výzkumu v letech 2010-2011 byly na různých lokalitách odebírány jarní, letní, podzimní a zimní vzorky makrozoobentosu. Současně byly zaznamenávány i vybrané parametry prostředí (teplota, nasycení O<sub>2</sub>). Vzorky byly poté v laboratoři determinovány a kvantifikovány. Do vyhodnocení byly zahrnuty i podklady z let 2007-2009, které jsem obdržel od vedoucího práce ve formě protokolů (teplota, O<sub>2</sub>) nebo jako konzervované vzorky makrozoobentosu.

Cílem mojí práce je vyhodnotit kvalitativní i kvantitativní změny v makrozoobentosu vyvolané především opatřeními provedenými na Brněnské přehradě spolu se zvýšeným predačním tlakem ryb v prokysličeném hypolimniu a rekolonizací nově zaplavených habitatů.

Výsledky jsou diskutovány s ohledem na další biotické i abiotické faktory (rozvoj fytoplanktonu, složení ichtyofauny, kyslíkové poměry).

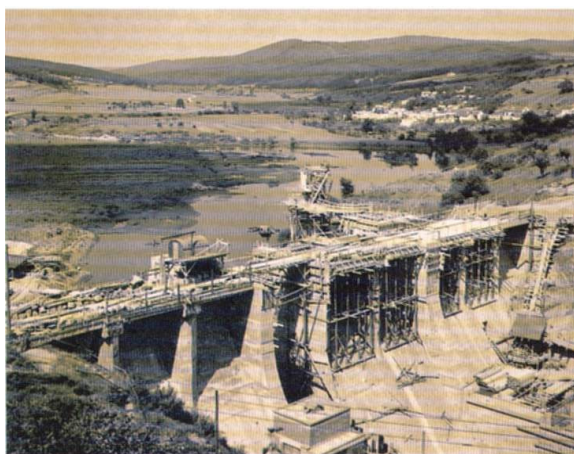


# 1. Literární přehled

## 1.1. Brněnská přehrada

Brněnská přehrada (původně Kníničská) na řece Svratce byla spolu s Březovou na řece Teplé u Karlových Varů první betonovou přehradou na území Československa. První úvahy o využití velmi vhodného údolního profilu u obce Kníničky pocházejí již z 19. století. V místě zvoleném pro budoucí hráz byla plocha povodí 1 586 km<sup>2</sup> a průměrný průtok činil přes 8 m<sup>3</sup>/s (Kratochvíli, 1961).

V roce 1911 byl zpracován program hospodaření s vodou v povodí řeky Svratky, jenž předpokládal vybudování několik nádrží pro uspokojení vzrůstajících potřeb vody v rychle se rozvíjejícím brněnském regionu. Roku 1924 vznikl generální projekt přehrady, který byl v letech 1926-27 rozpracován projekční skupinou vedenou profesorem Janem Bažantem (Broža a kol. 2005).



**Obr. 1:** Stavba přehrady; historická fotografie. Zdroj (Broža a kol. 2005).

Vodoprávní povolení stavby přehrady na 56. říčním kilometru řeky Svratky bylo vydáno bývalým okresním úřadem v Brně dne 18.3.1929. Přípravné práce se rozběhly v roce 1935. Muselo se vyřešit i přesídlení 500 obyvatel obce Kníničky, která ležela v zátopě budoucí nádrže. Projekt předmětného vodního díla byl schválen Ministerstvem veřejných prací dne 3.3.1936, které bylo i stavebníkem přehrady. Výstavba vodního díla byla zahájena 4.5.1936 a dokončena dne 4.11.1940. Dodavatelem stavby byla pražská

firma Müller a Kapsa, technologii pro VD zajistily strojírna Vítkovice a Blansko a vybavení VE firma F. Křižík. Výstavbu zpomalily dvě povodně v roce 1937 a 1938.

Přehrada byla dokončena za protektorátu v roce 1940.

Přehrada byla původně pojmenována Kníničská, až v roce 1959 byla přejmenována na současnou Brněnskou přehradu podle statutárního města Brna, které je počtem obyvatel (402 820 k 1.1.2011), druhým největším v České republice. V Brněnském dialektu (hantecu) ji také místní obyvatelé znají pod názvem „Prýgl“ (Brněnská přehrada [online]. Brněnská přehrada, 2009 [cit. 2012-02-26] na [www: http://www.brnenskaprehada.cz/](http://www.brnenskaprehada.cz/)). Stavební náklad byl stanoven na 44 mil. K. Ve skutečnosti se vyšplhal na 59 mil. K. (Manipulační řád, 2004)

Při maximální vzduté hladině 231,00 m.n.m. (230,08 B.p.v) je délce zátopy 10 km po jez u Tejkalova mlýnu. Svoji rozlohou (259 ha) se přehrada řadí mezi 30 největších vodních nádrží v České republice (Hanel a kol. 2005).



**Obr. 2:** Brněnská přehrada, současnost. Zdroj (Broža a kol. 2005).

Základní hydrologické a technické údaje Brněnské přehrady shrnuje následující tabulka:

<b>Vodní tok</b>	<b>Svratka</b>
<b>Číslo hydrologického pořadí</b>	<b>4-15-01-147</b>
<b>Říční kilometr</b>	<b>56,157</b>
<b>Celková plocha povodí (km<sup>2</sup>)</b>	<b>1586,230</b>
<b>Průměrný průtok (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>8,260</b>
<b>Minimální průtok (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>1,370</b>
<b>Neškodný průtok (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>155,000</b>
<b>Průtok Q<sub>100</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>335,000</b>
<b>Průtok Q<sub>355d</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>1,260</b>
<b>Celkový objem nádrže (m<sup>3</sup>)</b>	<b>21 000 000</b>
<b>Maximální šířka nádrže (m)</b>	<b>700</b>
<b>Plocha při maximální hladině (ha)</b>	<b>259</b>
<b>Délka nádrže (km)</b>	<b>9,300</b>
<b>Hráz</b>	<b>betonová, gravitační</b>
<b>Bezpečnostní přeliv</b>	<b>korunový, hrazený tabulemi</b>
<b>Celková kapacita přelivu (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>366,000</b>
<b>Vodohospodářská soustava</b>	<b>Dyjsko-Svratecká</b>
<b>Provozovatel</b>	<b>Povodí Moravy s. p., závod Dyje</b>

**Tab. 1:** Základní hydrologické a technické údaje Brněnské přehrady

Zpracováno podle ČVUT v Praze, Fakulty stavební, katedry hydrotechniky [online]. Na [www: <http://www.prehrady.cz/dams/index1.html>](http://www.prehrady.cz/dams/index1.html) a Portálu povodí Moravy, s. p. [online]. Na [www: http://www.pmo.cz/](http://www.pmo.cz/)

Brněnská přehrada spadá k povodí Moravy (Broža a kol. 2005). Rozděluje se na dvě odlišné části; vlastní jezero a rokli. Jezerem je označována vodní plocha od hráze po až po lokalitu Rokle, která dosahuje šíře v řádech sta metrů. Roklí je pak nazýváno kaňonovité údolí od lokality Rokle po konec vzduť u silničního mostu v blízkosti kotviště Veverská Bitýška, jehož šíře je v řádech desítek metrů.

## Účel vodního díla je podle manipulačního řádu zejména akumulace vody pro

- 1) trvalé zajištění minimálního průtoku v toku pod nádrží ( $MQ = 1,37\text{m}^3/\text{s}$ )
- 2) vodárenský odběr pro úpravnu vody v Brně-Pisárkách
- 3) odběr vody pro závlahy v Brně a pod Brnem
- 4) výrobu elektrické energie ve špičkové vodní elektrárně (Hydročez a.s.)
- 5) snížení povodňových průtoků [mezní bezpečná hladina byla stanovena na kvótě 233,40 (232,48 B.p.v.) m. n. m., tj. v úrovni koruny hráze. Závěr VD TBD a.s.: Při stanovení mezní bezpečné hladiny 233,40 (232,48 B.p.v.) m. n. m., na úrovni koruny hráze a běžné manipulaci dle manipulačního řádu je vodní dílo za předpokladu realizace snížení vztlaků na základovou spáru zabezpečené na průchod PV 100, PV 1000 i kontrolní PV 10 000 i v případě, že by povodeň nebyla transformována nádrží Vír.]
- 6) rekreaci (pláž v Rakovci, Sokolské koupaliště a naturalistická pláž naproti Rakovci)
- 7) plavbu (jachtklub Brno, loděnice DPMB, veslování, windsurfing apod.)
- 8) rybolov Brněnská přehrada je mimopstruhovým rybářským revírem 461 141 Svratka 5 – MO Brno 2 (Moravský rybářský svaz [online] Moravský rybářský sva o.s., 2009 [cit. 2012-02-26]. na www: <http://mrsbrno.cz/>)

Do Brněnské přehrady ústí dva významnější přítoky. Levostranný přítok Kuřimka ( $Q_a = 0,08\text{m}^3/\text{s}$ ) a pravostranný přítok Bílý potok ( $Q_a = 0,29\text{m}^3/\text{s}$ ) (Zídek, 1965).

Brněnská přehrada trpí silnou eutrofií, v důsledku níž se v nádrži každoročně objevují sinice. Ty jsou velkým problémem nejen pro vodní organismy žijící v přehradě, ale i z hlediska jejího rekreačního využití. V roce 2003 vznikl program „Čisté povodí Svratky“, který se rozhodl realizovat opatření, jež mají vést k úbytku sinic a celkovému ozdravení nádrže.

## 1.2. Projekt Čisté povodí Svatky

Projekt s názvem „Čisté povodí Svatky“ zahájil Jihomoravský kraj a statutární město Brno v roce 2003. Cílem projektu je navrhnout a realizovat opatření směřující k zlepšení kvality vody v povodí řeky Svatky nad Brnem a ve vodních nádržích Brno a Vír a tím omezení masového rozvoje cyanobakterií – sinic, jež produkují toxické látky a tím ohrožují užívání vody nádrže Brno a upravitelnost vody na pitnou z nádrže Vír (Čistá Svatka, 2005).

Do Brněnské přehrady přitéká z povodí ročně 35 tun fosforu a 750 tun dusíku. Tyto živiny jsou využívány sinicemi a pomáhají jejich masivnímu rozvoji v letním období.

Prvním cílem projektu „Čisté povodí Svatky“ je pomocí širokého spektra opatření snížit přítok živin do Brněnské přehrady. Tohoto lze dosáhnout především revitalizací krajiny v povodí – protierozními opatřeními, zatravněním a zalesněním, vytvořením vsakovacích pásů a průlehů, systémů menších záchytných nádrží mokřadního typu a dalšími zásahy k omezení povrchového odtoku, dále rekonstrukcí a výstavbou ČOV, omezením používání fosfátových pracích a mycích prostředků, zavedením používání zemědělských hnojiv biologických, nikoli minerálních.

Druhým cílem je pak snížit zatížení přehradní nádrže živinami v sedimentech již obsažených (Čistá Svatka, 2006).

Právě tento druhý cíl se přímo dotýká této práce, neboť byla z tohoto důvodu v Brněnské přehradě v roce 2009 snížena hladina, aby mohlo proběhnout letecké vápnění obnažených sedimentů dolomitickým vápenným hydrátem (Zpravodaj, 2008).



**Obr. 3:** Logo projektu Čisté povodí Svatky. Zdroj [online]. Na [www: http://www.cistasvatka.cz/](http://www.cistasvatka.cz/)

### 1.3. Sukcese přehrad

Příčné stavby na vodních tocích se staví již od starověku, a tak si jejich vliv na toky příliš neuvědomujeme. Teprve ve 20. stol. s rozvojem výstavby přehrad se začal zkoumat – kvalifikovat a kvantifikovat jejich vliv na hydrologii a ekologii toků (Adámek a kol, 2010).

Vystavěním přehrad se zcela mění podmínky pro život vodních organismů. Dochází k fragmentaci ekosystému, což vede k znemožnění migrace katadromních a anadromních ryb, nebo jejich mortalitě při průchodu turbínami. Přehrada zapříčiňuje vytvoření zcela nových biotopů – v tomto případě s negativním důsledkem a mění se i fyzikálně chemické vlastnosti vody. Jde o nepřírozené zvyšování rozmanitosti prostředí, a tím rozmanitosti společenstev organismů na úkor původního stavu. Většina původně říčních organismů v tomto novém prostředí vůbec nepřežije (Adámek, 2010).

Trofie vody bývá u přehrad relativně nízká a je určována řadou vnějších faktorů (poloha, nadmořská výška, tvar dna, charakter povodí, počasí, hydrologický režim) a také vnitřními faktory (rozvoj vodní vegetace, stáří přehrad) (Hartman, 1998).

Populace reofilních druhů ryb jsou v důsledku výstavby přehrad vystřídány populacemi ryb typických pro stojaté vody. V první fázi nastupuje období salmonidů (*Salmo trutta morpha fario*, *Oncorhynchus mykiss*). Málo nádrží si však udrží pstruhový charakter po delší časové období. Po různě dlouhé době totiž dojde k tomu, že do nádrže se záměrně (vypuštění zbylých nástražních rybek, nesprávné zarybňování) nebo samovolně z přítoků dostanou jiné druhy ryb, jejichž přítomnost vede k destabilizaci obsádky salmonidů. Druhové složení těchto obsádek podléhá více nebo méně pomalým změnám, které doprovázejí proces stárnutí nádrže a které jsou ovlivněny i způsobem rybářského obhospodařování.

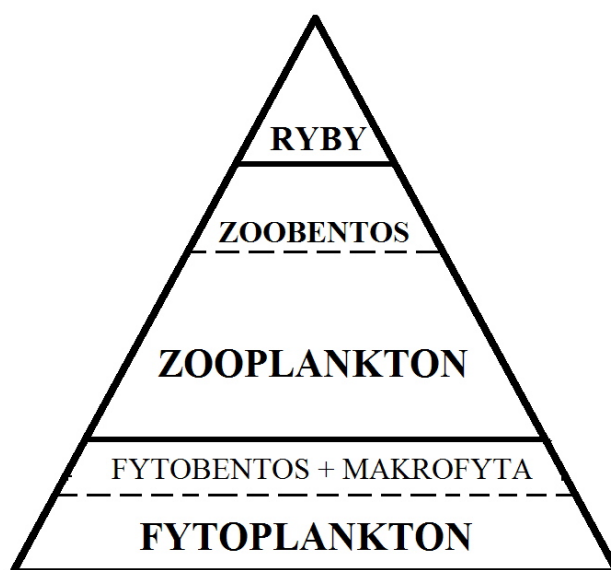
K podobným změnám jako v populacích ryb dochází v celém ekosystému, jehož součástí je i makrozoobentos.

Denzita a diverzita makrozoobentosu jsou oproti tekoucí vodě poměrně chudé. Jeho biomasa závisí především na **vyžíracím tlaku ryb**, na **stratifikaci** a s ní souvisejících **kyslíkových poměrech** (Adámek a kol., 1995). Makrozoobentos je v potravní pyramidě řazen do konzumentů I. řádu, tedy k býložravým živočichům, méně početně se v makrozoobentosu vyskytují dravci (predátoři). Jeho početnost proto závisí i

na **trofii nádrže** a zejména biomase fyto bentosu (Obr. 4). Obecně lze říci, že na produkci 1 kg ryb je potřeba 10 kg zooplanktonu a 100 kg fytoplanktonu.

Podle Adámka (1995) je z biomasy fyto bentosu a fytoplanktonu zoobentosem využity 2%, zooplanktonem 4%. Ryby využívají biomasu zooplanktonu a zoobentosu jen z 0,09%.

Potravní pyramidu, vztahující se na veškeré živé složky vodního ekosystému přehledně popisuje následující obrázek.



**Obr. 4:** Potravní pyramida vodního ekosystému

V důsledku výstavby Brněnské přehrady se vodní prostředí změnilo z reofilního cejnového pásma na prostředí se stojatou vodní hladinou. Došlo k zaplavení břehů, luk a vymýcených lesů v důsledku čehož byly vytvořeny nové habitaty bohaté na živiny. Kromě vytvoření těchto zcela nových habitatů došlo též k restauraci habitatů stávajících. Tyto byly rekolonizovány složkami makrozoobentosu, typickými pro hluboké stojaté vody.

Po čerstvém napuštění je nový habitat nejrychleji obsazen hmyzími larvami, zejména pakomáry, protože samičky přiletí se snůškami z okolí. U nově vzniklých vodních těles tak často od počátku jejich existence tvoří dominantní složku společenstva vodních bezobratlých a převažují nad ostatními složkami bentosu jak denzitou tak biomasou. (Sukop a kol., 1984).

Ostatní složky makrozoobentosu odkázané na přežití v bahně, např. máloštětinatí červi čeledi Tubificidae a berušky vodní (*Asellus aquaticus*) se šíří pomaleji z přítoku nebo původního zatopeného koryta.

Podobná sukcese, jaká probíhá po vůbec prvním napuštění nádrže, nastává i při jakékoli další manipulaci s vodní hladinou. Sezónní vypuštění a opětovné napuštění nádrže, známé u rybníků jako zimování a letnění, proběhlo i na Brněnské přehradě v době mého výzkumu, v souvislosti s ošetřením sedimentů v boji proti sinicím.

Regenerace a rekolonizace je ovlivněna několika vlivy: zamokřením dna během fáze vypuštění, druhem substrátu, dobou vypuštění apod. Nejrychleji probíhá regenerace opět u čeledi Chironomidae. První měsíce rekolonizace jsou typické také vysokou diverzitou larev této čeledi. V tomto období se na dně prosazují i litorální taxony jako např. druhy rodu *Microtendipes*. To lze vysvětlit tím, že imaga těchto rodů vylétávají dříve než imaga rodu *Chironomus*, což jsou typičtí obyvatelé dnových sedimentů, a proto se mohou jejich mladé larvy usídlit na bahnitěm dně, které je po letnění neosídleno. Litorální rody se uplatňují do doby, než se zhorší kyslíkové poměry, a než je vytlačí larvy rodu *Chironomus*, které v oblasti dna již ve druhém roce po letnění převažují (Matěna 1979).

Jiná je sukcese makrozoobentosu v dlouho napuštěné nádrži. Dochází zde k procesu stárnutí, plnění dna organickou hmotou, která má zásadní vliv na změny v bentickém prostředí. Bentál se tak stává homogenní ve všech částech nádrže (u hráze, ve střední části i na přítoku), snižují se koncentrace kyslíku a prostředí se stává anoxické. V letech 1968-70 byl u dna nově vzniklé nádrže Pawnee (Alabama USA) naměřeny hodnoty kyslíku na čtyřech různých místech 2,4, 1,5, 2,3 a 2 mg.l<sup>-1</sup>, zatímco v letech 1991-92 hodnoty kyslíku na stejných místech klesly na 0,2, 0,2, 0,3 a 0,2 mg.l<sup>-1</sup>. Tuto změnu vyvolalo silné zanášení sedimenty, což mělo vliv zejména na snížení počtu taxonů v bentickém společenstvu. Pokles diverzity se zde dotkl zejména dvou signifikantních druhů rodu *Anodonta* (škeble). Naopak rapidně vrostla denzita druhů k anoxickému prostředí tolerantnějším jako *Coelotanytus sp.* a *Chironomus sp.* Spolu se zástupců řádu *Tubificida* tvořily 90% celkové hustoty a biomasy bentických organismů v přehradě Pawnee (Popp, 1995).



## 1.4. Makrozoobentos

Makrozoobentos je součástí biocenózy vázané k podkladu, žijící na dně v sedimentech. Jeho velikost je nad 2 mm (Hartman, 1998).

Makrozoobentos stojatých vod je svojí diverzitou výrazně chudší než ve vodách tekoucích. Je odkázán výhradně na přísun potravy z pelagiálu (řasy a mrtvý zooplankton sedimentující na dno). Organické látky sedimentující na dno cestou mineralizují a jsou tak pro makrozoobentos většinou nevyužitelné. Dno hlubokých přehrad je tak i méně oživené než dno mělkých vod a vodních toků.

Významným faktorem ovlivňujícím denzitu makrozoobentosu je množství kyslíku u dna: Nedostatek spojený popřípadě s přítomností sulfanu, vede k silnému ochuzení druhového spektra a poklesu biomasy zoobentosu obecně. Makrozoobentos stojatých vod je tvořen zejména larvami pakomárů (*Chironomus*) a máloštětinatci (nitěnky, žížalice, naidky). V přehradách se nejčastěji setkáme s larvami pakomárů a s nitěnkami. Ojediněle se vyskytují i jiní zástupci – beruška vodní, larvy jepic, střechatek a měkkýši (Adámek, 1995).

Abundance máloštětinatců kolísá během roku poměrně málo. Oproti tomu denzita pakomárů kolísá během roku silně v důsledku výletu imag na jaře a v létě a následného naklazení velkého množství vajíček. Největší početnost pakomárů bývá v zimních měsících.

Významným faktorem ovlivňujícím abundanci makrozoobentosu je i predace ryb. Společenstva ryb tekoucích vod jsou v zásadě menší než obsádky ryb vod stojatých, proto je ve vodách stojatých intenzivnější vyžírací tlak než ve vodách tekoucích. Bentické organismy vod tekoucích jsou před rybami také lépe chráněny, neboť oproti bentickým organismům vod stojatých využívají i úkrytů, které jim tok nabízí, např. kamenů, větví a různých překážek v korytě. Složky makrozoobentosu v hlubokých stojatých vodách většinou nemají možnost úkrytu a brání se predaci ryb pronikáním do hlubších vrstev bahna, což je ale málo účinné, protože bentofágní kapr může v bahnitěm dně proniknout až do hloubky 20 cm (Adámek, 1995).

### 1.4.1. Kmen měkkýši

#### Řád plicnatí (Pulmonata)

Do tohoto řádu patří tři druhy, které se v odebraných vzorcích bentosu objevily. Prvním druhem je uchatka široká *Radix peregra* (Hartmann, 1821). Typickým stanovištěm tohoto druhu jsou větší pomaleji tekoucí úživné vodní toky. Ve vodních nádržích bývá nalézán výjimečně. Nejsilnější výskyt byl zaznamenán v nadmořských výškách 200 – 300 m.n.m. Nálezy v povodí řek Labe, Vltavy a Moravy vykazují mírný pokles, proto je tento druh nutné posuzovat jako ustupující (Beran, 2002).

Druhým druhem řádu Pulmonata je svinutec běloústý *Anisus leucostoma* (Millet, 1813). Tento druh obývá mokřady především periodické a to jak v nížinách, tak ve vrchovinách. Často ho lze nalézt v místech, která jsou obývána pouze několika druhy vodních plžů.

Třetím druhem řádu plicnatí je plovatka bahenní *Lymnea peregra* (Linnaeus, 1758). Tento druh obývá pomalu tekoucí vodní toky, rybníky, pískovny, odstavená ramena, tůně. Patří k druhům, které nejdříve osídlují nově vzniklé nebo zaplavené (obnovené) biotopy (BERAN, 2002).

Taxonomické zařazení řádu plicnatí (Pulmonata) přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Měkkýši (Molusca)</b>
<b>Třída</b>	<b>Plži (Gastropoda)</b>
<b>Řád</b>	<b>Plicnatí (Pulmonata)</b>

**Tab. 2:** Taxonomické zařazení řádu plicnatí

Zpracováno podle Zicha O. (ed.) (1999-2011) [online]. BioLib. www: <<http://www.biolib.cz>>

## Řád Caenogastropoda

Jediným zástupcem tohoto řádu je druh čeledi Bithyniidae (bahňivkovití) a to bahňivka rmutná *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758).

Výskyt tohoto předožábrého plže je vázán na nivy větších řek v nižších polohách a navazující oblasti, kromě povodí Odry. Stává se početný na lokalitách především v návaznosti na dostatek živin. Jeho stanovišti jsou vodní toky, kanály, odstavná ramena, rybníky a pískovny. Výskyt je nejsilnější v nadmořských výškách 150 – 200 m.n.m (Beran, 2002).

Taxonomické zařazení řádu Caenogastropoda přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Měkkýši (Molusca)</b>
<b>Třída</b>	<b>Plži (Gastropoda)</b>
<b>Řád</b>	<b>Caenogastropoda</b>

**Tab. 3:** Taxonomické zařazení řádu Caenogastropoda

Zpracováno podle Zicha O. (ed.) (1999-2011) [online]. BioLib. www: <<http://www.biolib.cz>>

### 1.4.2. Kmen kroužkovci

Kroužkovci (Annelida) mají válcovité tělo. Zaživací trubice prochází všemi články. Mají cévní soustavu s krevním oběhem uzavřeným. Nervová soustava je žebříčková. Povrch těla je pokryt slabou vrstvičkou kutikuly. Pohybují se postupným vlněním po pevném podkladu nebo plavou ve vodě podélným vlněním (Hartman, 1998).

#### Třída máloštětinatci

Tělo máloštětinatců (Oligochaeta) je tvořeno u různých druhů 7 – 200 články bez parapodií. Na každém svazečku jsou zpravidla svazečky štětin (dvě až několik desítek štětin). Jsou to obojetníci, nemají larvální stádium. Časté je nepohlavní množení

příčným dělením. Dýchají celým povrchem těla. Řada druhů dokáže žít v prostředí chudém na kyslík (Brinkhurst, 1979). Spolu s čeledí Chironomidae jsou tak dominantními taxony v anoxických podmínkách panujícími v profundálu starých nádrží.

Protože s čeledí Chironomidae obývají totožnou prostorovou niku, je také důležitá jejich vzájemná interakce. Jednoduchou situací může být vztah predátor – kořist. Např. larvy podčeledi Tanypodinae se běžně živí nitěnkami rodu *Tubifex* (Loden 1974). I u některých zástupců podčeledi Chironominae, kteří jsou obvykle považováni za detritofágy, filtrátory a spásáče, bylo laboratorně zjištěno, že se mohou rovněž živit červy (druhy rodu *Cyprochironomus*, *Endochironomus*, *Glyptotendipes*, *Polypedilum* a *Tribelos*). Jako potrava u nich byly zjištěny např. máloštětinatci *Dero digitata*, *Lymnodrilus hoffmeisteri*, *Stylaria fossularis* aj. Není vyloučeno, že se toto predační chování vyskytuje také v reálných podmínkách (Loden 1974).

Některé druhy červů a někteří zástupci pakomárovitých si v potravním chování mohou konkurovat. V případě nedostatku vhodné potravy na dně rybníků se larvy pakomárů silně namnoží, čímž mohou potlačit rozvoj máloštětinatců (Lellák 1965).

Taxonomické zařazení třídy máloštětinatců přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Kroužkovci (Annelida)</b>
<b>Třída</b>	<b>Máloštětinatci (Oligochaeta)</b>

**Tab. 4:** Taxonomické zařazení třídy máloštětinatců

Zpracováno podle Zicha O. (ed.) (1999-2011) [online]. BioLib. www: <<http://www.biolib.cz>>

### **Třída pijavice**

Tři čtvrtiny druhů pijavic (Hirudinea) jsou hematofágní parazité - živí se krví obratlovců. Menšina druhů se živí dravě a loví jiné bezobratlé. Pijavice žijí převážně ve sladkých vodách, ale i v mořích, ve vlhkých tropech se vyskytují i suchozemské pijavice. Pohybují se tzv. pídalkovitým pohybem, nebo plaváním. Pijavice mají také schopnost regenerace, ta je však ve srovnání se žížalou obecnou podstatně menší.

Dosahují rozměrů od méně než 1 cm po až 30 cm, a to samozřejmě v závislosti na druhu. Tělo pijavice se skládá z 33 segmentů. Vnější segmentace ale neodpovídá té vnitřní, na jeden pravý segment s vnitřními orgány připadá 5-7 vnějších segmentů (heteronomní segmentace). Stejně jako máloštětinatci vytvářejí opasek, u většiny druhů ale scházejí štětinky (Brinkhurst, 1979).

Taxonomické zařazení třídy pijavice přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Kroužkovci (Annelida)</b>
<b>Třída</b>	<b>Pijavice (Hirudinea)</b>

**Tab. 5:** Taxonomické zařazení třídy pijavic

Zpracováno podle Zicha O. (ed.) (1999-2011) [online]. BioLib. www: <<http://www.biolib.cz>>

### 1.4.3. Kmen členovci

Kmen členovců (Arthropoda) jehož součástí je i hmyz (Insecta) představuje velice rozsáhlou a druhově velice různorodou skupinu živočichů. Pro snadnější orientaci je celý kmen rozdělen do menších jednotek, jimiž jsou podkmeny, třídy (popřípadě nadtřídy a podtřídy), řády, čeledi a další drobnější kategorie. Při dělení kmene bylo dbáno na různá kritéria, například na uspořádání a tvar jejího ústního aparátu, na utváření křídel, na dýchací systém atd. (Zahradník, 2004).

## Řád dvoukřídlí (Diptera)

System hmyzu, do kterého patří řád dvoukřídlí přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Podříše</b>	<b>Mnohobuněční (Metazoa)</b>
<b>Řada</b>	<b>Prvouústí (Protostomia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Podkmen</b>	<b>Vzdušnicovci (Tracheata)</b>
<b>Nadtřída</b>	<b>Šestinozí (Hexapoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Podtřída</b>	<b>Křídlatí (Pterygota)</b>

**Tab. 6.** Taxonomické zařazení řádu dvoukřídlí (Diptera)

Zpracováno podle Jakub Pechlát, [online]. Na [www: <http://www. hmyz.net/entrady.html>](http://www.hmyz.net/entrady.html)

Řád dvoukřídlí obsahuje dva podřády – Nematocera (dlouhonozí) a Brachycera (krátkonozí). Počet druhů v tomto řádu dosahuje celosvětově kolem 150 000, v ČR 6 000. Do řádu patří 130 čeledí (Pechlát, 2005).

Nejbohatší čeledí řádu dvoukřídlí jsou pakomárovití (Chironomidae) (Hartman, 1998). Čeď Chironomidae je rozdělena do 11 podčeledí: Telmatogetoninae, Chilenomyiinae, Buchonomiinae, Diamesinae, Prodiamesinae, Orthoclaadiinae, Chironominae, Usumbaromyiinae, Tanypodinae, Aphroteniinae a Podonominae (Seatler 2000).

Pro Chironomidae je charakteristická vysoká druhová diverzita. Celkem je popsáno více než 5000 druhů. V naší fauně se odhaduje počet vyskytujících se druhů pakomárovitých kolem jednoho tisíce a vědecky popsáno je přes 188 druhů (Rozkošný 2007).

Společně se zástupci třídy Oligochaeta jsou zástupci čeledi Chironominae často jedinými obyvateli vodních prostředí s nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku. Vztah mezi množstvím rozpuštěného kyslíku a taxonomickým složením společenstva pakomárů v různých hloubkách byl zkoumán v zatopených sirných dolech. Voda byla na

sledovaných lokalitách okysličena do hloubky 10 metrů, zatímco hlouběji panovaly anoxické podmínky. Larvy rodu *Procladius* sp., *Chironomus* sp. a juvenilní jedinci *Tanytarsini* dominovali v hloubkách 1–5 metrů. V hloubce 10 metrů byly nalezeny pouze larvy taxonů *Cricotopus gr. reversus*, *Chironomus* sp. a rodu *Procladius* (Dumnick a kol, 2006).

Vysoká tolerance některých skupin Chironomidae k nízkým hodnotám rozpuštěného kyslíku je způsobena jak biochemickými adaptacemi (krevní barvivo tvoří hemoglobin), tak morfologickými adaptacemi (břišní výběžky *tubulae ventrales*, zvětšující povrch těla pro vstřebávání kyslíku u zástupců rodu *Chironomus*), (Armitage et al. 2005)

Hemoglobin dokáže vázat kyslík i v prostředí s jeho nízkým obsahem. Byl zjištěn vztah mezi kyslíkovými poměry v různých hloubkách sedimentu a obsahem hemoglobinu v těle různých druhů larev pakomárů (Panis et al. 1996).

### **Životní cyklus Chironomidae**

Chironomidae jsou nejrozšířenější volně žijící skupinou hmyzu s proměnou dokonalou (*Holometabola*) na světě. Prodělávají 4 životní stádia: vajíčko, larva, kukla a imago. Počet generací za rok se liší podle ekologických faktorů. U některých druhů probíhá více generací za rok, u dalších, které mají pomalejší generační dynamiku trvá vývoj dva roky (Pinder, 1986).

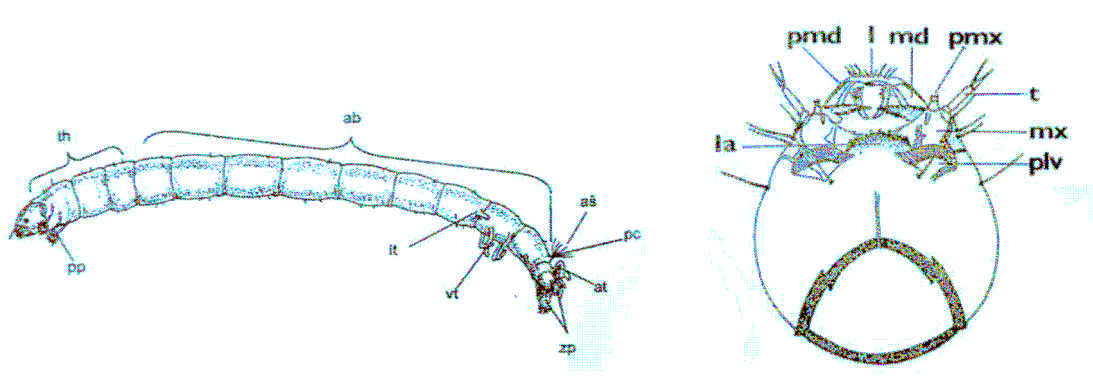
### **Larva**

Z vajíčka se vylíhne nejdříve larva 1. instaru tzv. larvula. Ta však žije planktonně, ne benticky. Za celý vývoj prodělá larva čtyři instary. Tělo larvy je válcovité, podlouhlé a skládá se ze tří částí: hlavy, hrudi (3 články) a zadečku (10 článků). Štětiny a obrvení na těle larvy jsou druhově specifické (Rozkošný, 1980).

Hlavní determinační znaky charakterizující jednotlivé druhy se nacházejí na hlavě. Jsou jimi hlavně oči po stranách hlavy a různě členitá tykadla v přední části hlavy. Ústní ústrojí je velmi komplikované a skládá se z horního pysku (*labrum*), které nese smyslové brvy (*setae*), *epipharyngu*, který je ohraničen skleritem ve tvaru U (*ungula*) a na jehož bocích se nachází skupinka postranních brv a spodních brv (*chateluae laterales et basales*). Dohromady tvoří tzv. *pecten epipharyngis*. Na hlavě jsou potom výrazná kusadla (*mandibulae*) s různým počtem zubů a brv. Do ústní dutiny vyčívají

premandibuly. Zdola uzavírá ústní otvor spodní pysk (*labium*). Velikost spodního pysku, počet a tvar je druhově specifický. Pod spodním pyskem leží *hypopharynx* (Obr. 5). Všechny tyto útvary slouží k přesné determinaci a zařazení do podčeledí, rodů a druh (Borror, 1954).

Detailní popis těla je uveden na následujícím obrázku.



**Obr. 5.** Tělo larvy druhu *Chironomus plumosus*: th-hruď, pp-přední panožky, ab adečkové články, aš-anální štětiny, pc-procerii, at-anální výběžky, zp-zadní panožky, vt-břišní výběžky, lt-laterální tubuly; Detail hlavy larvy *Chironomus plumosus*: la-labium, pmd-premandibula, l-labrum, md-mandibula, pmx-palpus maxilaris, t-tykadlo, mx-maxila, plv-paralabiální vějíř. (Bitušík, 2000)

Larvy Chironomidae (lidově patentky) mohou tvořit až 72 % abundance všech vyskytujících se druhů bentosu (Linhart, 1999).

Dokáží obývat všechny druhy vod, jak stojatých, tak tekoucích. Například: prameniště, termální prameny, saliniště, všechny typy řek, hyporeál, jezera, rybníky, kaluže, tůně, periodické vody, úžlabí listů, brakickou vodu (Epler 2001).

### Řád jepice (*Ephemeroptera*)

Jepice jsou středně velicí, protáhlí, velmi štíhlí zástupci hmyzu se dvěma velmi dlouhými štěty, které se velmi často vyskytují u rybníků nebo toků. Jejich délka se u našich druhů pohybuje mezi 5 až 24 mm. Jepice se vyvíjejí proměnnou nedokonalou (heterometabolie). Samice kladou velký počet vajíček, kolísající podle druhů od 300 – 9 000. Larvy jepic se líhnou po 10 – 30 dnech a po celý svůj život žijí ve vodě. Některé plují mezi vodními rostlinami, jiné si ve dně vyhrabávají chodbičky (Zahradník, 2004)

Larvy jepic mohou být nalezeny ve velmi široké paletě vodních ekosystémů. Jejich hlavní důležitost v potravní využitelnosti rybami. Obě stádia, jak dospělci tak larvy se stávají důležitou a častou potravou ryb. Popsány jsou tři čeledi jepic, ale v současnosti



se nacházejí nové. V Severní Americe jsou druhy jepic zařazeny do 15 čeledí založených na rozdílných vlastnostech dospělců a larev (Borror, 1954).

Vzorky odebraného bentosu obsahovaly 3 druhy řádu jepic – *caenis moesta* (Burmeister, 1839), *Caenis robusta* (Eaton, 1885) a *Ephemera danica* (Müller, 1764).

Taxonomické zařazení řádu jepice přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Jepice (Ephemeroptera)</b>

**Tab. 7: Taxonomické zařazení řádu jepice**

### **Řád vážky (Odonata)**

Tělo vážek je zpravidla tenké, protáhlé, někdy i zavalité a široké. Průměrná délka u nás žijících druhů je 30 - 85 cm, rozpětí křídel může dosáhnout až 110 cm. Létají a loví hlavně kolem pomalu tekoucích potoků a řek.

Vývoj vážek probíhá proměnou nedokonalou (heterometabolie). Z vajíčka se líhne drobná larva, která je protáhlá a její končetiny jsou nefunkční. Larva dýchá vzdušnicovými žábry (Zahradník, 2004).

Rozdělení vážek do čeledí je založeno výhradně na charakteru křídel. Mnoho druhů vážek může být rozpoznáno podle charakteristické velikosti nebo prostředí, v němž žije (Borror, 1954).

Systematicky rozlišujeme dva velké podřády, motýlice (Zygoptera) a šidla (Anisoptera). Celosvětově patří k řádu Odonata asi 5 000 druhů, v Evropě asi 80 - 100 druhů (Zahradník, 2004).

Vzorky bentosu obsahovaly pouze jeden druh čeledi Calopterygidae (motýlicovití) a to *Calopteryx splendens* (Hartus, 1782)

Taxonomické zařazení řádu vážky přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Vážky (Odonata)</b>

**Tab. 8: Taxonomické zařazení řádu vážky**

### **Řád různonožci (Amphipoda)**

I přes to, že různonožci patří do třídy rakovců, nemají krunýř. Mají bočně zploštělé tělo, bohatě diferencované hrudní a zadečkové končetiny. Hrudních končetin mají sedm (vzácněji šest) párů a jsou zřetelně segmentované. Tento řád obsahuje jak mořské tak sladkovodní druhy. Většina zástupců řádu různonožců jsou mrchožrouti (Schmitt, 1965)

Vzorky bentosu obsahovaly jeden druh čeledi blešivcovití (Gammaridae) a to *Gammarus roeseli* (Gervais, 1835).

Taxonomické zařazení řádu různonožci přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Rakovci (Malostrata)</b>
<b>Řád</b>	<b>Různonožci (Amphipoda)</b>

**Tab. 9: Taxonomické zařazení řádu různonožci**

### **Řád chrostíci (Trichoptera)**

Chrostíci jsou středně velicí zástupci hmyzu, kteří se zdržují v blízkosti pomalu tekoucích i stojatých vod. Chrostíci patří ke hmyzu s proměnou dokonalou, po stádiu larvy tedy následuje i stádium kukly (Zahradník, 2004).

Chrostíci jsou význační svým vývojem, přesněji stavitelským uměním svých larev. Kampodeiformní larvy, které se pohybují po dně a ve vegetaci si vytvářejí na

kamenech na dně chodbičky, zatímco eruciformní larvy si budují protáhlou trubkovitou schránku, v níž se po celý život ukrývají, vyčnívá z ní jen hlava a končetiny. Některé druhy (např. *Polycentropus*) si staví schránky podobné síti, které se rozpadnou, jakmile opustí vodní prostředí, další druhy si staví schránky z kamenů a stěrku, které mají velmi tuhou strukturu a zůstávají neměnné i dlouho poté, co je larva opustí.

Schránky mohou být tvořené z nejrůznějšího materiálu, v němž se larva pohybuje; úlomky listů, jehličí, písku a štěrku. Podle použitého materiálu se dají některé druhy larev spolehlivě určit (Borror, 1954).

Vzorky bentosu obsahovaly dva druhy čeledi Leptoceridae a to juvenilní stádium Leptoceridae juv. (Leach in Brewster, 1815) a druh *Mystacides sp.* (Berthold, 1827).

Taxonomické zařazení řádu chrostíci přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Chrostíci (Trichoptera)</b>

**Tab. 10: Taxonomické zařazení řádu chrostíci**

### **Řád polokřídílí (Hemiptera)**

Polokřídílí jsou řádem hmyzu sloučeným z dříve samostatných řádů stejnokřídílích (Homoptera) a ploštic (Heteroptera). Společným znakem je bodavě sací ústrojí přizpůsobené k sání rostlinných a živočišných šťáv a tekutin. Velikost tohoto hmyzu se pohybuje od 1 do 150 mm.

Jedním z nejdůležitějších rozlišovacím znakem polokřídílích, podle kterého dostali své jméno, je struktura vnějších křídel. Jejich bazální část je ztlustěná a kožená a jejich apikální (hrotová) část je tvořena membránou. Tento typ křídel se nazývá „hemelitron“ (Borror, 1954).

Vzorky bentosu obsahovaly jeden druh čeledi klešťankovití (Corixidae) a to klešťanku rodu *Micronecta scholtzi* (Fieber, 1860).

Taxonomické zařazení řádu polokřídílí přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Polokřídílí (Hemiptera)</b>

**Tab. :11 Taxonomické zařazení řádu polokřídílí**

### **Řád střechatky (Megaloptera)**

Střechatky jsou středně velcí zástupci hmyzu nevýrazné barvy s velice podobnými křídly. Biotopem střechatek jsou prosluněné břehy vod, pobřežní vegetace.

Střechatky procházejí proměnou dokonalou. Larva je polypoidní. Několikrát se svléká, naposledy poté, co vyleze z vody, a poté se přemění v kuklu. Ta se zavrtává do půdy, kde přečká několik dnů. Pak vyleze na povrch a přemění se v imago. Ty nepřijímají potravu, larvy jsou ale dravé (Buchar, 1991).

Celosvětově je známo asi 200 druhů. U nás byly popsány tři druhy v jedné čeledi Sialidae (Zahradník, 2004).

Vzorky bentosu obsahovaly jeden druh čeledi střechatkovití (Sialidae) a to střechatku obecnou *Sialis lutaria* (Linnaeus, 1758).

Taxonomické zařazení řádu střechatky přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Střechatky (Megaloptera)</b>

**Tab. 12: Taxonomické zařazení řádu střechatky**

## **Řád roztoči (Acari)**

Roztoči jsou nejrozmanitějším a druhově nejbohatším řádem pavoukovců. Obecně jsou velmi malí (80  $\mu\text{m}$  – 1 mm), některé druhy však dosahují délky až 2 cm. Mezi pavoukovi jsou výjimeční také způsobem obživy – zatímco všechny ostatní řády se živí dravě, roztoči jsou především saprofágové a parazité (Borror, 1954).

Vzorky bentosu obsahovaly jeden taxon podřádu Trombidiformes, a to taxon *Hydrachnellae* (Latreille, 1802).

Taxonomické zařazení řádu roztoči přehledně zobrazuje následující tabulka.

<b>Říše</b>	<b>Živočichové (Animalia)</b>
<b>Kmen</b>	<b>Členovci (Arthropoda)</b>
<b>Třída</b>	<b>Hmyz (Insecta)</b>
<b>Řád</b>	<b>Roztoči (Acari)</b>

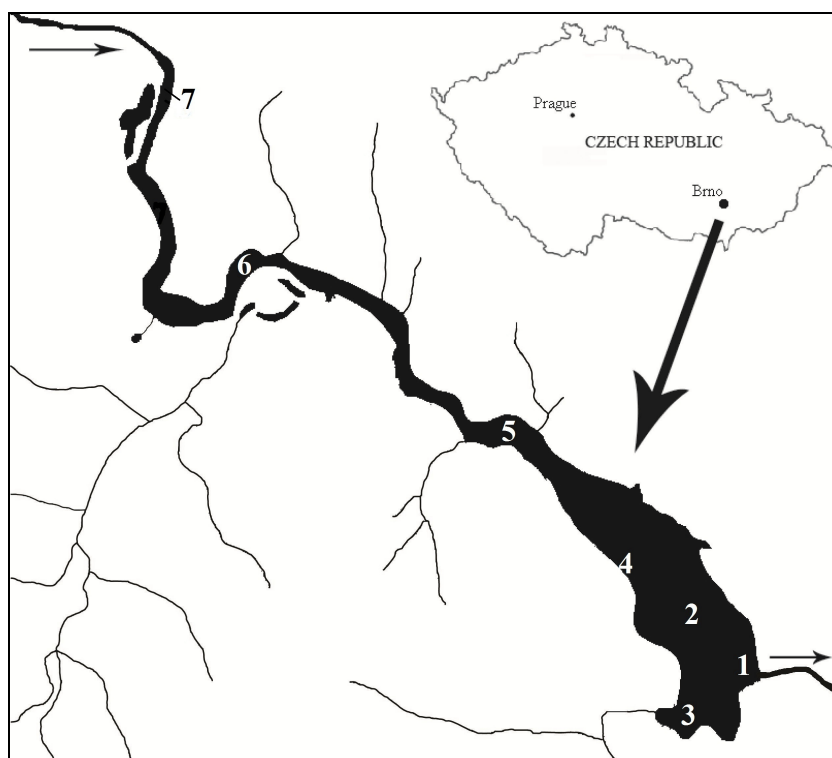
**Tab. 13: Taxonomické zařazení řádu roztoči**

## 2. Odběrové lokality

Bentos není ani zdaleka tak rovnoměrně rozmístěn jako plankton. V nádržích jsou rozdíly v závislosti na hloubce, charakteru dna nebo podkladu (Hartman, 1998).

Odběry zoobentosu byly proto prováděny na celkem sedmi lokalitách. Lokality byly voleny s přihlédnutím k jejich rozdílným habitatům a hloubce tak, aby pokryly co největší plochu přehrady, neboť v letech, kdy byla hladina přehrady snížena, se odběry na některých lokalitách neprováděly, neboť většina z nich se octla na souši. Do výsledků práce je zahrnuto i vyhodnocení vzorkování makrozoobentosu v letech 2007-2009, tedy před zadáním práce. Vzorky, odebrané v tomto období, byly pro potřeby předložené studie zpracovány (vybrány, determinovány, zváženy), tak aby bylo hodnocení makrozoobentosu v letech souvisejících s opatřeními na Brněnské přehradě co nejkomplexnější.

Odběrové lokality jsou přehledně zobrazeny na Obr. 6.



*Legenda:* 1 – Hráz, 2 – Střed, 3 – Rakovec, 4 – Litorál, 5 – Rokle, 6 – Zouvalka, 7 – Horní vzdutí

**Obr. 6.** Lokalizace odběrných míst na Brněnské přehradě v letech 2007-2011

## 2.1. Hráz

Lokalita s největší hloubkou (cca 16 m). Odběry byly prováděny v linii žlutých bójek cca 50 m od hráze.



**Obr. 7:** Hráz

## 2.2. Střed

Tato lokalita představuje volnou hladinu nádrže přibližně v úrovni tzv. „Sokoláku“. Hloubka se zde pohybuje v závislosti na naplnění nádrže od cca 10 m až po cca 15 m. Chemicko-fyzikálními vlastnostmi v hypolimniu se velmi podobá lokalitě Hráz. V období se sníženou hladinou (říjen 2008 – březen 2010), byly vzorky ze Středu a z Hráze jedinými, které se daly odebrat.



**Obr. 8:** Střed

## 2.3. Rakovec

Zátoka nacházející se na pravém břehu dolního konce nádrže v oblasti přítoku potoka Rakovec. Hloubka se zde pohybuje v rozmezí 4 – 6,5 m.



**Obr. 9:** Rakovec

## 2.4. Litorál

Litorál je příbřežní, mělké prosvětlené pásmo, které bývá bohatě osídleno a může být hustě porostlé makrofyty nebo může být tzv. „otevřené“ (bez vegetace). Tvoří přechod mezi volnou vodou a souší. Rostliny, obývající tuto oblast, kořenují v bahně a jejich stébla vyčnívají nad hladinu.

Odběr z litorálu byl prováděn pouze při plném stavu přehrady na pláži blízko restaurace „U Sinice“. Způsob odběru vzorků z této lokality se zcela lišil od odběru vzorků z lokalit ostatních a bude podrobně popsán v metodice. Hloubka pro odběr začínala v cca 1,5 m a končila u břehu. Vlastní odběr zahrnoval 4 – 15 m dlouhý úsek kolmý na břeh.





**Obr. 10: Litorál**

## **2.5. Rokle**

Zátoka na pravém břehu koryta, ležící na pomezí horní kaňonovitou a dolní jezerní částí nádrže. Její hloubka je 5 – 10 m.



**Obr. 11: Rokle**

## 2.6. Zouvalka

Velmi mělká lokalita o hloubce 1,5 – 2,5 m ležící mimo původní koryto řeky se silnými vrstvami organických sedimentů.



Obr. 12: Zouvalka

## 2.7. Horní vzdutí

Lokalita leží v horní mělké části nádrže, hloubka zde dosahuje maximálně 2,5 m. Svým charakterem připomíná spíš pomalu tekoucí řeku.



Obr. 13: Horní vzdutí

### 3. Materiál a metodika

Odběry vzorků vod a ostatních složek vodního prostředí (sedimentů, organizmů) se řídí souborem částí normy ISO 5667 Jakost vod – Odběr vzorků (Hvízda a kol., 2001).

Odběry byly prováděny od podzimu 2007 do podzimu 2011. V roce 2007 odběry probíhaly ve dvou podzimních termínech (10.9. a 12.11.), v roce 2008 ve třech termínech (30.4., 3.7. a 1.10), v roce 2009 taktéž ve třech termínech (3.6., 14.9. a 27.10.) a odběry z let 2010 a 2011 proběhly ve čtyřech termínech (zimním, jarním, letním a podzimním).

Odběry vzorků makrozoobentosu na přehradách je třeba provádět minimálně z 5 míst, tzn. že počet sedmi lokalit na Brněnské přehradě byl pro potřeby monitoringu dostačující. Je na zkušenostech odebrajícího, aby na konkrétní lokalitě zvolil místa odběru charakterizující vodní útvar (Adámek, 2006).

Odběry z lokalit Hráz, Rakovec, Střed, Rokle, Zouvalka a Horní vzduť byly prováděny z lodě Ekmanovým drapákem (Ekman-Birge) o ploše 225 cm<sup>2</sup>. Jedná se o speciální odběrné zařízení se dvěma čelistmi, které se na závěsu spouští ke dnu. Jeho čelisti jsou otevřené až do chvíle, než se po závěsu dolů spustí závaží, které způsobí sevření čelistí a odebrání vzorku sedimentu. Po vytažení drapáku k hladině byl vzorek propláchnut v jemném fosfobronzovém sítu o velikosti ok 250 μm, aby došlo k separaci detritu. Zachycený substrát spolu s bentickými bezobratlými byl konzervován do uzavíratelné lahve a označené popiskem místa a času (Obr. 14). Konzervačním činidlem byl 4% formaldehyd (Adámek, 2006).

Vzorek makrozoobentosu z lokality Litorál byl odebírán broděním postupem obdobným „kick-sampling“, při němž byl nohou rozrušován štěrkovitý (písčitý až kamenitý) substrát a zvířený sediment i s živočichy byl sbírán bentosovou sítkou o šírce 25 cm. Vzorek byl následně zakonzervován stejným způsobem jako vzorky odebrané Ekmanovým drapákem z volné vody.

Biomasa vzorků odebraných Ekman-Birgeovým drapákem o známé ploše – 225 cm<sup>2</sup> byla pro lepší názornost přepočítána na plochu 1m<sup>2</sup>. Biomasa vzorků odebrána v litorálu broděním tzv. „kick-sampling“ byla přepočítána podle délky proloveného úseku taktéž na 1m<sup>2</sup>.



**Obr. 14:** Odběr sedimentů ze dna přehrady

Zásadní význam pro správné posouzení analýz mají i poznatky získané při odběru vzorků – tzv. doprovodná stanovení (Hvízdal a kol., 2001). Současně s odběrem vzorků byly tedy do odběrových protokolů zaznamenány i fyzikální charakteristiky prostředí (teplota, rozpuštěný kyslík, nasycení vody kyslíkem a hloubka). K tomuto účelu sloužil oximetr (YSI, USA) a sonarový hloubkoměr (UwiTech, Rakousko).

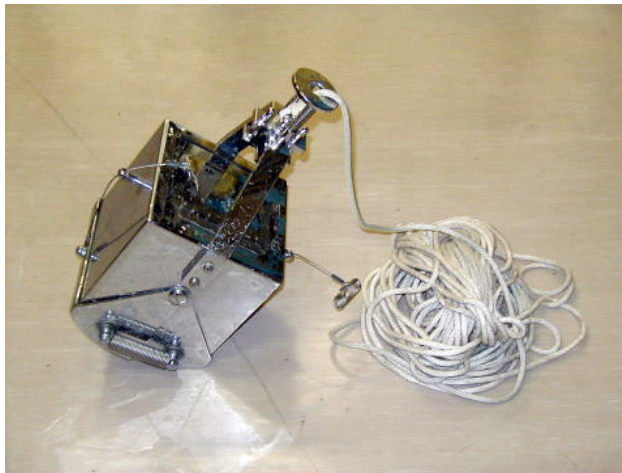
Zpracování vzorků proběhlo v laboratořích Botanického ústavu AV ČR v Brně. Každý jednotlivý vzorek byl propláchnut vodou a na pracovní bílé ploché misce, z něj byli pinzetou vybráni všichni zástupci makrozoobentosu. Veškerá biomasa byla následně zvážena a opět zakonzervována do roztoku formaldehydu a uložena pro pozdější determinaci.

### 3.1. Metodika odběru vzorků

Terénní pomůcky pro odběr měkkých sedimentů v profundálu a tvrdého substrátu litorálu, které byly použity, jsou následující:

- stabilní loď s pohonem elektromotorem (vesly),
- fotoaparát, vodostálé fixy, propiska, psací podložka,
- echolokační zařízení pro stanovení hloubky,
- odběrové protokoly,
- drapák o známé ploše – 225 cm<sup>2</sup> (Ekman- Birge)  
(Obr. 15)
- bentosová síťka o šířce 25 cm

- kovové síto průměru 40-50 cm s fotobronzovou síťovinou o velikosti ok 250  $\mu\text{m}$ ,
- 250 ml stříčka,
- 500-1000 ml transportní plastové lahve a přepravky na vybavení,
- formaldehyd,
- terénní přístroje pro analýzu vody ( $\text{O}_2$ , teplota).



**Obr. 15:** Ekman-birge drapák

### 3.2. Metodika zpracování vzorků

Pomůcky pro zpracování vzorků v laboratoři jsou následující:

- pracovní ták,
- binokulární lupa se světlem,
- 500  $\mu\text{m}$  sítko, pinzeta, sací papír,
- kalibrovaná váha,
- stereomikroskop (na třídění a determinaci vzorků v laboratoři),
- mikroskop (na determinaci vzorků v laboratoři),
- preparační jehly,
- Petriho misky, zkumavky, mikroskopická skla,

- roztoky pro zhotovování trvalých mikroskopických preparátů: Apathyho sirup, kanadský balzám, Liquido-Faure, roztok glycerolu,
- determinační literatura,
- PC.
- mikroskop
- podložní sklíčka

Determinace do jednotlivých taxonomických skupin proběhla v laboratoři za významné pomoci Ing. Lucie Všetickové.

## 4. Výsledky

### 4.1. Přehled čeledí a jejich abundance

Celkem bylo ze všech habitatů získáno a determinováno 2165 jedinců přiřazených k 19 taxonům. Nejvíce zástupců nalezených na habitatech patřilo k řídě Oligochaeta (modré písmo v tabulce 2) a čeledi Chironomidae (červené písmo v tabulce 2).

Lymnaeidae	3
Planorbidae	9
Bithyniidae	3
Naididae	26
Tubificidae	905
Haplotaxidae	3
Glossiphoniidae	6
Piscicolidae	5
Caenidae	85
Ephemeridae	1
Calopterygidae	1
Simuliidae	1
Chironomidae	981
Ceratopogonidae	3
Gammaridae	4
Leptoceridae	5
Corixidae	102
Sialidae	3
Hydrachnellae	22
<b>Celkem</b>	<b>2165</b>

**Tab. 14:** Taxony determinované ve vzorcích a jejich celková denzita. **Modře** označené čeledi třídy Oligochaeta. **Červeně** označená čeleď Chironomidae. Černě čeledi Ostatních

#### 4.1.1. Dominantní taxonomické skupiny ve vzorcích

První taxonomickou skupinou, která v odebraných vzorcích dominovala jak svojí biomasou tak i abundancí byla třída **máloštětinatci (Oligochaeta)**. Tu zastupovalo celkem 13 druhů, z nichž nejpočetnější byla nitěnka obecná, *Tubifex tubifex* čeledi Tubificidae (nitěnkovití). Tato čeleď byla zastoupena ještě dalšími šesti druhy a to *Potamothrix hammoniensis*, *Bothrioneurum vej dovsky an um*, *Limnodrilus claparedeanus*, *Limnodrilus udekemianus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus sp.* Ve vzorcích této čeledi byly také přítomny i juvenilní stádia rodu *Tubifex* a *Limnodrilus*.

Dále byly v třídě Oligochaeta i druhy čeledi Haplotaxidae (pastruncovití) a Naididae (naidkovití). Čeleď Naididae byla zastoupena čtyřmi druhy a to naidkou chobotnatou, *Stylaria lacustris*, *Dero digitata*, *Ophidonais serpentina* a *Nais communis*. Ve vzorku byly přítomny i juvenilní stádia čeledi Naididae.

Třída Oligochaeta měla ve vzorcích výraznou převahu a proto zaujímá ve vyhodnocení stejně jako čeleď Chironomidae samostatnou skupinu. Celkový počet jedinců třídy Oligochaeta ze všech odebraných vzorků čítá 934 ks (Tab. 14). Vyskytovaly se především na lokalitě Hráz a Střed.

Druhou taxonomickou skupinou, která v odebraných vzorcích dominovala byla čeleď **pakomárovití (Chironomidae)**. Spolu s touto čeledí byly ve vzorcích přítomny i čeledě Simuliidae (muchničkovití) a Ceratopogonidae (pakomárcovití), které společně spadají do řádu Diptera (dvoukřídlí). Dominantní čeleď Chironomidae zastupovalo celkem 5 taxonů a to *Tanytarsus*, *Orthocladius*, *Micropsectra*, *Chironomus*, *Cricotopus*. Ve vzorku byly přítomno i několik neidentifikovatelných kukel (pupa) čeledi Chironomidae.

Celkový počet jedinců z čeledi Chironomidae ze všech odebraných vzorků čítá 981 ks a byli běžní na všech odběrových místech přehrady (Tab. 14).



#### 4.1.2. Méně početné taxony

##### **Hirudinea**

Společně s třídou Oligochaeta, patří pod kmen Annelida (kroužkovci), i třída Hirudinea (pijavice). Ve všech odběrech bentosu byli z třídy pijavice přítomni zástupci dvou řádů: Arhynchobdellida a Rhynchobdellida.

Řád **Arhynchobdellida** byl zastoupen juvenilními stádii druhu hltanovka *Erpobdella*. Řád **Rhynchobdellida** byl zastoupen chobotnatkou rybí *Piscicola geometra* a také juvenilním stádiem druhu chobotnatka štítnatá *Helobdella stagnalis*.

Celkem tedy třídu Hirudinea zastupovaly 3 druhy, jejichž počet ve všech vzorcích činil 11 kusů s nejčastějším výskytem na lokalitě Litorál a také na lokalitě Střed.

##### **Měkkýši**

Ve všech odběrech bentosu byli z kmene měkkýšů přítomni plži dvou řádů - **plicnatí** (*Pulmonata*) a **Caenogastropoda**. Z řádu Pulmonata to byla uchatka široká *Radix peregra* a svinutec běloústý *Anisus leucostoma*. Řád Caenogastropoda byl zastoupen jediným druhem a to bahnivkou rmutnou *Bithynia tentaculata*.

Celkový počet jedinců, kteří reprezentovali kmen měkkýšů činil 15 ks a nejčastější lokality jejich výskytu byly Litorál a Zouvalka.

##### **Členovci**

Ve vzorcích bentosu bylo z kmene Arthropoda přítomno celkem osm řádů: jepice, vážky, různonožci, chrostíci, polokřídílí, megaloptera, roztoči a dvoukřídílí.

Řád **jepice** (Ephemeroptera) byl zastoupen dvěma čeleděmi Caenidae a Ephemeridae. Čeď Caenidae ve vzorcích reprezentovaly dva druhy, *Caenis moesta* a *Caenis robusta*. Čeď Ephemeridae byla zastoupena jepicí dánskou *Ephemera danica*. Celkový počet zástupců čeledi Caenidae ve všech vzorcích činil 85 kusů, čeledi Ephemeridae jeden kus. Lokalita, která obsahovala výhradně zástupce řádu Ephemeroptera byla lokalita Litorál.

Řád **vážky** (Odonata) byl zastoupen jednou čeledí Calopterygidae (motýlicovití). Tuto čeď ve vzorcích reprezentoval pouze jeden druh motýlice lesklá *Calopteryx splendens*. Celkový počet jedinců, které reprezentovaly řád vážky činí 3 ks a jejich jediný výskyt byl zaznamenán na lokalitě Litorál.

Řád **dvoukřídli** (Diptera) zastupovaly kromě čeledi Chironomidae, která byla popsána výše jako dominantní taxonomická skupina, i dvě další čeledě. Čeleď Simuliidae (muchničkovití) a Ceratopogonidae (pakomárcovití). Čeleď Simuliidae ve vzorcích reprezentoval jeden zástupce rodu *Simulium* sp. Čeleď Ceratopogonidae reprezentoval také jeden zástupce neidentifikovatelného druhu. Celkový počet jedinců řádu Diptera, po odečtení čeledi Chironomidae, činí 4 ks a jejich výskyt byl na lokalitách Litorál, Horní vzdutí a Střed.

Řád **různonožci** (Amphipoda) zastupovala jedna čeleď Gammaridae (blešivcovití). Tuto čeleď reprezentoval zástupce jednoho druhu blešivec hřebenatý *Gammarus roeseli*. Celkový počet jedinců řádu ve všech vzorcích činí 4 ks a všechny se vyskytovaly na lokalitě Litorál.

Řád **chrostíci** (Trichoptera) zastupovala jedna čeleď Leptoceridae. Tuto čeleď reprezentovaly dva druhy. Prvním z nich byl rod *Mystacides* sp. a druhým z nich juvenilní zástupce *Leptoceridae*. Celkový počet jedinců tohoto řádu ve všech vzorcích činí 5 ks a jejich výskyt byl prokázán pouze na lokalitě Litorál.

Řád **polokřídli** (Hemiptera) byl zastoupen čeledí Corixidae (klešťankovití). Tuto čeleď reprezentoval jeden druh *Micronecta scholtzi*. Celkový počet jedinců tohoto řádu ve všech vzorcích činí 102 ks. Z toho 100 ks se vyskytovalo na lokalitě Litorál, 1 ks na lokalitě Rokle a 1 ks na lokalitě Zouvalka.

Řád **střechatky** (Megaloptera) byl zastoupen čeledí Sialidae (střechatkovití). Tuto čeleď reprezentoval jeden druh střechatka obecná *Sialis lutaria*. Celkový počet jedinců tohoto řádu ve všech vzorcích činí 3 ks a vyskytovali se na lokalitách Litorál a Zouvalka.

Podřád **sametkovci** (Trombidiformes) je skupina vodních roztočů. Tento podřád reprezentoval jeden druh *Hydrachnellae*. Celkový počet jedinců tohoto podřádu činí 22 ks a vyskytovaly se na lokalitě Litorál (21 ks) a Střed (1 ks).

## 4.2. Sledované fyzikálně-chemické parametry

Současně s odběrem vzorků byly zaznamenávány též fyzikálně-chemické parametry vody. Sledované parametry byly: teplota, hloubka, koncentrace O<sub>2</sub> a nasycení vody O<sub>2</sub>.

<b>10.9.2007</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)			18,4	16,4	13,3	13,9	12,9
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )			7,9	9,24	10,68		11,44
nas. (%)			85,2	91,7	105,3		112,44
hloubka (m)			10,7	10	2,7	0,10-1,00	1,4

**Tab. 16:** Fyzikálně chemické parametry 10.9.2007

<b>12.11.2007</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	6,1		6	5,7	5,4		
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	7,32		7,5	10,2	8,74		
nas. (%)	60		61	85	77		
hloubka (m)	16,4		12,7	4,4	2,7		

**Tab. 17:** Fyzikálně chemické parametry 12.11.2007

<b>30.4.2008</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)			13,4	14,4		14	11,6
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )			13,72	14,5		13,59	9,8
nas. (%)			142	133,3		137,9	95,2
hloubka (m)						0,10-1,25	

**Tab. 18:** Fyzikálně chemické parametry 30.4.2008

<b>3.7.2008</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)			23,4	23,8	22,2		21,2
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )			10,76	11,26	23,25		14,64
nas. (%)			131,3	136,5	156		169,3
hloubka (m)						0,1-1,2	

**Tab. 19:** Fyzikálně chemické parametry 3.7.2008

<b>1.10.2008</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	12,1	14,5	14,2	13,9	10,6	14,1	10,2
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	5,22	12,09	10,8	11,18	10,12	10,74	11,57

nas. (%)	50,9	122,2	108,4	111,4	98,3	102,2	105,4
hloubka (m)	0,10-1,25						

**Tab. 20:** Fyzikálně chemické parametry 1.10.2008

<b>3.6.2009</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzdutí
teplota (°C)	14,4	19,4	19,4	14,1	19,4	19,4	19,4
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	7,5	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
nas. (%)	76	81	81	81	81	81	81
hloubka (m)	6,5						
	0,2-1,1						

**Tab. 21:** Fyzikálně chemické parametry 3.6.2009

<b>14.9.2009</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzdutí
teplota (°C)	14,4		14				
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	5,07		8,68				
nas. (%)	50,6		85,9				
hloubka (m)	6,5		4,5				

**Tab. 22:** Fyzikálně chemické parametry 14.9.2009

<b>27.10.2009</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzdutí
teplota (°C)	10,1	10,1	10				
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )							
nas. (%)							
hloubka (m)	5	3,4					

**Tab. 23:** Fyzikálně chemické parametry 27.10.2009

<b>19.2.2010</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzdutí
teplota (°C)	2,3				2,1		
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	12,53				12,63		
nas. (%)	93				91,2		
hloubka (m)	3,7				6,3		

**Tab. 24:** Fyzikálně chemické parametry 19.2.2010

<b>26.5.2010</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	18,8	21	19,2	14,6	13,4		12,4
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	14,07	15,93	12,01	12,88	6,62		10,01
nas. (%)	151,1	178,6	139,7	125,5	91,5		93,8
hloubka (m)	16,3	7,7	12,8	4,8	2,1		2,5

**Tab. 25:** Fyzikálně chemické parametry 26.5.2010

<b>18.8.2010</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	20,6	20,5	20,6	20,2	16		15,3
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	7,66	7,69	8,15	10,3	9,27		9,35
nas. (%)	85,3	85,4	96,7	113,7	93,9		93,4
hloubka (m)	16,5	6,9	14,6	4,2	1,8		2,1

**Tab. 26:** Fyzikálně chemické parametry 18.8.2010

<b>2.11.2010</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	8,1	7,6	7,6	6,8	7,5		
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	10,55	11,04	10,13	11,13	11,45		
nas. (%)	89,3	92,3	84,7	91,2	95,5		
hloubka (m)	10,7	5,5	12,8	4,8	1,5		

**Tab. 27:** Fyzikálně chemické parametry 2.11.2010

<b>8.2.2011</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)		1,6	1,9				
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )		15,01	14,15				
nas. (%)		107,3	102				
hloubka (m)		4,5					

**Tab. 28:** Fyzikálně chemické parametry 8.2.2011

<b>26.5.2011</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduť
teplota (°C)	19,3	20,5	18,7	20,7	22		18,8
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	9,47	9,73	9,56	10,71	14,1		11,38
nas. (%)	102,7	108,1	102,4	119,4	161,2		122,1

hloubka (m)	16,7	6,6	11,5	7,5	2,6	2,7
-------------	------	-----	------	-----	-----	-----

**Tab. 29:** Fyzikálně chemické parametry 26.5.2011

<b>22.7.2011</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduší
teplota (°C)	21,44	22,43	22,25	21,82	21,77	22,1	
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	8,9	8,9	8,56	9,18	12,69	8,13	
nas. (%)	100,7	102,7	98,5	104,7	144,6	93,2	
hloubka (m)	16,8	7,4	14,9	4,6	2,5	0,10-1,25	

**Tab. 30:** Fyzikálně chemické parametry 22.7.2011

<b>10.10.2011</b>	hráz	rakovec	střed	rokle	zouvalka	litorál	horní vzduší
teplota (°C)	15,14	15,12	15,2	14,33	12,44	14,33	
kyslík (mg.l <sup>-1</sup> )	10	11,51	10,42	9,62	10,85	9,62	
nas. (%)	99,5	114,5	103,7	94,1	101,8	94,1	
hloubka (m)	16,7	5,4	15,1	9	3,8	0,10-1,25	

**Tab. 31:** Fyzikálně chemické parametry 10.10.2011

### 4.3. Abundance a biomasa dominantních taxonomických skupin

Jak bylo psáno výše ve studovaných vzorcích dominovaly dvě taxonomické skupiny, a to máloštětinatí červi (Oligochaeta) a larvy pakomárů (Chironomidae) pro které byly vytvořeny grafy znázorňující jejich denzitu a biomasu na všech habitatech a ve všech rocích.

#### 4.3.1. Denzita a biomasa v roce 2007

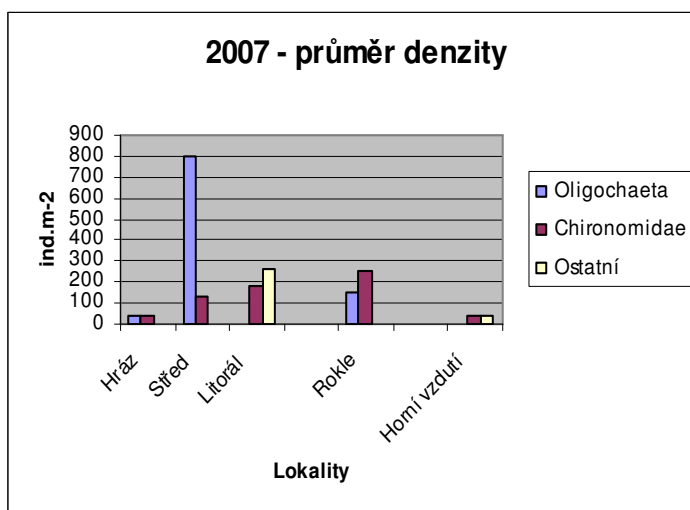
V roce 2007 byla přehrada při plném stavu vody, protože se na ní ještě neuplatňovala opatření vyžadující snížení hladiny. Odebíralo se při dvou podzimních

termínech 10.9. a 12.11. Největší průměrné hodnoty denzity byly v lokalitě Střed a to u zástupců třídy Oligochaeta, kterých bylo 800 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 1).

Denzita zástupců třídy Oligochaeta v ostatních lokalitách byla oproti Středu zanedbatelná. V lokalitě Rokle byla 156 ind.m<sup>-2</sup>, v lokalitě Hráz byla 44 ind.m<sup>-2</sup>. V lokalitě Litorál a Horní vzdutí byla nulová.

Denzita čeledi Chironomidae ve všech lokalitách nevybočovala z průměru. Nejvyšší hodnoty vykazovala lokalita Rokle s 253 ind.m<sup>-2</sup>, nejmenší hodnoty vykazovala lokalita Hráz společně s Horním vzdutím.

Ostatní taxonomické skupiny byly dominantní v lokalitě Litorál a dokonce zde vykazují druhou největší denzitu hned za zástupci třídy Oligochaeta z lokality Střed. Hodnota denzity v litorálu je 267 ind.m<sup>-2</sup>.

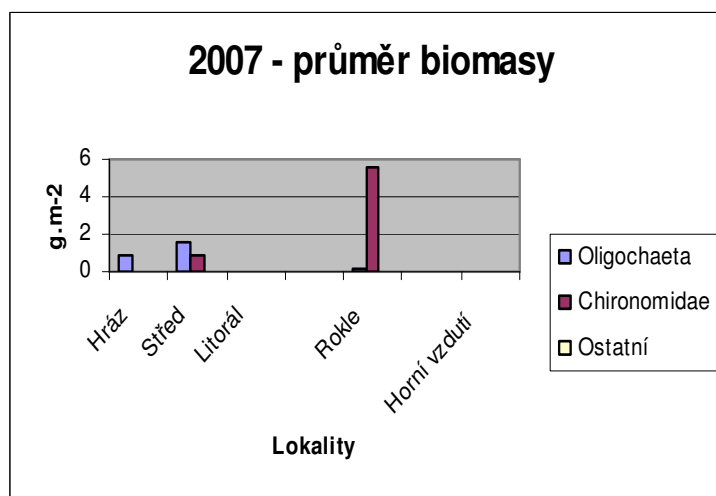


**Graf 1.:** Průměrné hodnoty denzity v roce 2007

Největší průměrné hodnoty biomasy byly v lokalitě Rokle, kde převažovala čeleď Chironomidae. Hodnota biomasy čeledi Chironomidae byla v tomto případě 5,57 g.m<sup>-2</sup> (Graf 2). Biomasa zástupců třídy Oligochaeta byla zase nejpočetnější na lokalitě Hráz a Střed. Na lokalitě Hráz dosahovala biomasa Oligochaeta hodnoty 0,8 g.m<sup>-2</sup>, na lokalitě Střed 1,53 g.m<sup>-2</sup>.

Biomasa na lokalitách Litorál a Horní vzdutí byla zanedbatelná. Na lokalitě Horní vzdutí byly v termínu 10.9. přítomny jen 2 jedinci *Chironomus sp.* a *Simulium sp.* v biomase 0,045 g.m<sup>-2</sup>. Počet jedinců na lokalitě Litorál v termínu 10.9. byl 10 ks, z toho 4

ks *Cricotopus sp.* čeledi Chironomidae, 1 ks *Leptoceridae juv.* a 5 ks *Caenis moesta* v biomase pouhých 0,001 g.m<sup>-2</sup>.



Graf 2.: Průměrné hodnoty biomasy v roce 2007

#### 4.3.2. Denzita a biomasa v roce 2008

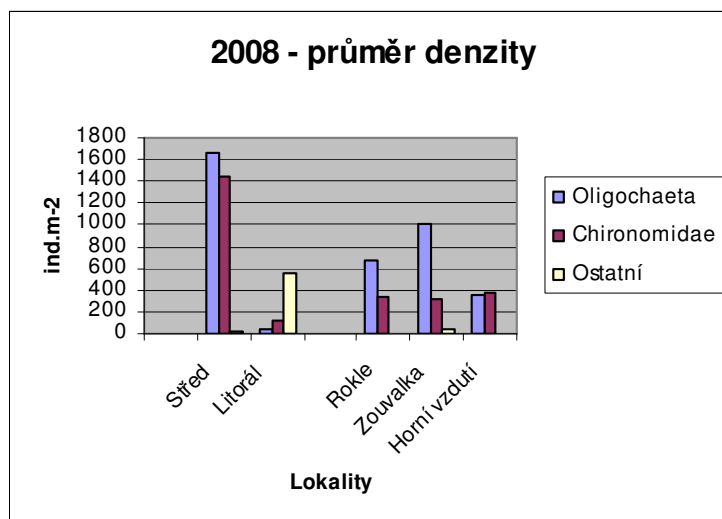
V roce 2008 se na přehradě zaváděla opatření pro boj se sinicemi, v jehož důsledku došlo v měsíci říjnu k obnažení dna. Odebíralo se ve třech termínech 30.4., 3.7. a 1.10., které se ještě stihly při plném stavu přehrady. Vliv snížené hladiny na biomasu a denzitu makrozoobentosu se tedy projevil až v následujícím roce 2009.

Největší průměrné hodnoty denzity byly v lokalitě Střed, kde převažovali zástupci třídy Oligochaeta, jejich denzita byla 1667 ind.m<sup>-2</sup>. Denzita čeledi Chironomidae byla 1445 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 3).

Hodnota denzity zástupců třídy Oligochaeta byla také vysoká v lokalitě Rokle (674 ind.m<sup>-2</sup>), Zouvalka (1000 ind.m<sup>-2</sup>) a Horní vzduť (356 ind.m<sup>-2</sup>).

V lokalitě Litorál byla denzita zástupců třídy Oligochaeta minimální, taktéž čeledi Chironomidae. Dominantní denzitu zde měli opět Ostatní s 556 ind.m<sup>-2</sup>. Zejména zásluhou druhu *Micronecta scholtzi* a také *Caenis robusta*.



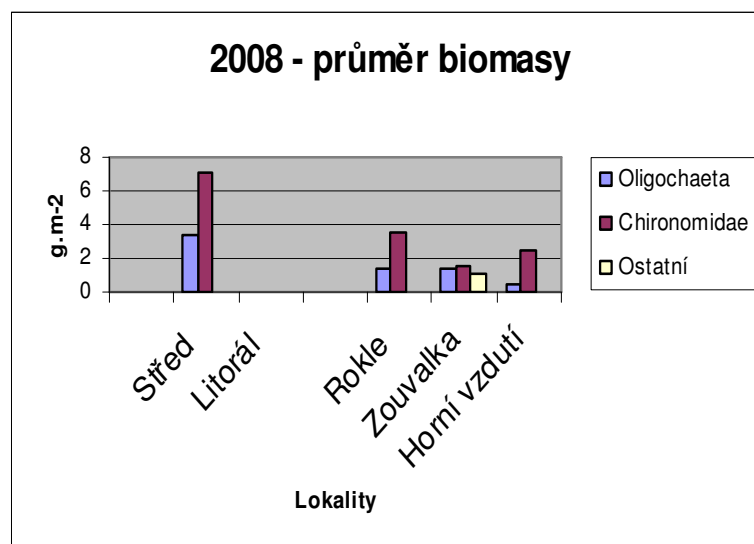


**Graf 3.:** Průměrné hodnoty denzity v roce 2008

Největší průměrné hodnoty biomasy byly v lokalitě Střed, kde opět převažovala čeleď Chironomidae. Hodnota biomasy čeledi Chironomidae byla v tomto případě 7,1 g.m<sup>-2</sup>. Dále byla čeleď Chironomidae početná i na lokalitě Rokle v biomase 3,55 g.m<sup>-2</sup> a na Horním vzdutí v biomase 2,48 g.m<sup>-2</sup> (Graf 4).

Biomasa zástupců třídy Oligochaeta byla nejpočetnější na lokalitě Střed (3,35 g.m<sup>-2</sup>). Dále byla biomasa této třídy vysoká na lokalitě Rokle a Zouvalka. V Rokli její hodnoty činily 1,38 g.m<sup>-2</sup> a na Zouvalce 1,45 g.m<sup>-2</sup>.

Biomasa v litorálu byla opět zanedbatelná. V termínu 30.4. obsahoval vzorek pouhých 14 ks. 4 ks rodu *Hydrachnellae*, 5 ks *Micronecta scholtzi*, 1 ks *Orthocladius sp.*, 2 ks *Tanytarsus sp.* a 2 ks *Tubifex tubifex* o celkové biomase po přepočtu na m<sup>2</sup> 0,003 g.m<sup>-2</sup>. V termínu 1.10. obsahoval vzorek 18 ks. 1 ks *Sialis lutaria*, 13 ks *Caenis robusta*, 2 ks *Tanytarsus sp.* a 2 ks *Hydrachnellae* o celkové biomase po přepočtu na m<sup>2</sup> 0,031 g.m<sup>-2</sup>.



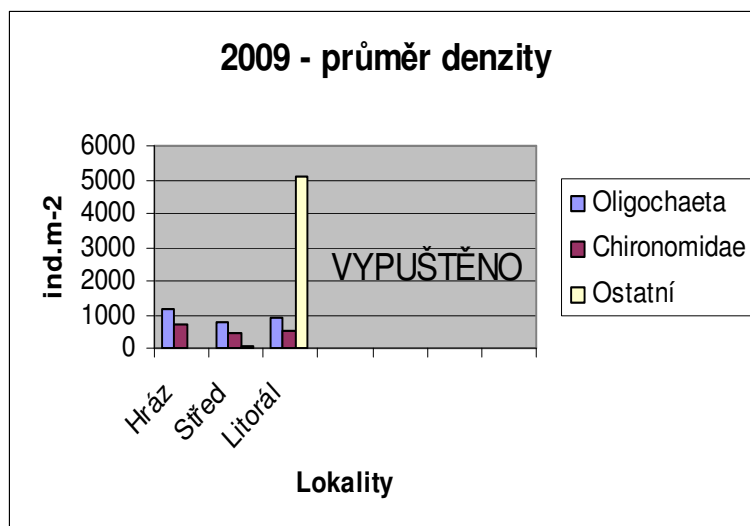
**Graf 4.:** Průměrné hodnoty biomasy v roce 2008

### 4.3.3. Denzita a biomasa v roce 2009

Celý rok **2009** byla v důsledku opatření v boji se sinicemi hladina vody v přehradě snížena až pod hladinu stálého nadržení. Odebíralo se ve třech termínech 3.6. 14.9. a 27.10. pouze na lokalitách Hráze a Střed. 3.6. se také odebral jeden vzorek z Litorálu. Plně se v tomto roce projevil vliv snížené hladiny na biomasu a denzitu makrozoobentosu.

Chironomidae u Hráze (689 ind.m<sup>-2</sup>), na Středu (445 ind.m<sup>-2</sup>), Litorál (533 ind.m<sup>-2</sup>). Totéž platí i v případě zástupců třídy Oligochaeta. Hráze (1156 ind.m<sup>-2</sup>), Střed (756 ind.m<sup>-2</sup>), Litorál (933 ind.m<sup>-2</sup>) (Graf 4).

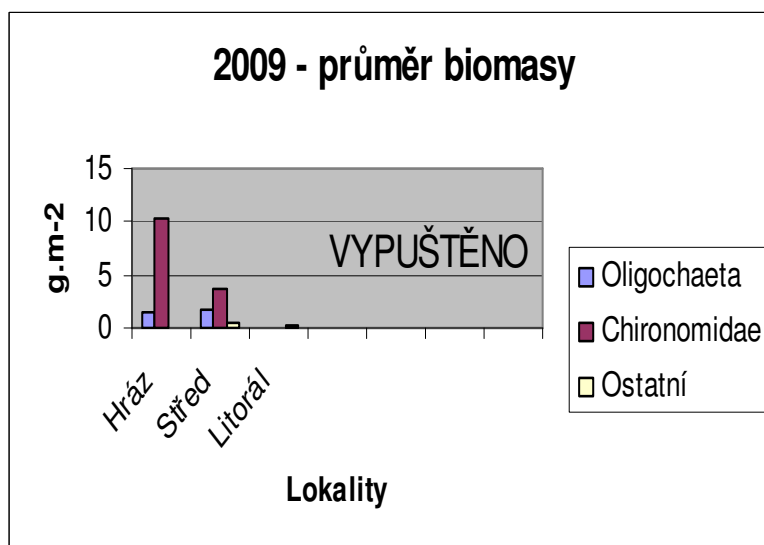
Velmi výrazná však byla denzita Ostatních v Litorálu. V jediném odběrovém termínu 3.6. obsahoval vzorek celkem 148 ks, jehož celková denzita po přepočtu na plochu 1 m<sup>2</sup> činila 5111 ind.m<sup>-2</sup>. Zásahu na tom měla zejména vysoká abundance *Micronecta scholtzi* řádu Hemiptera – 93 ks, a také rod *Hydrachnellae* podřádu Trombidiformes.



**Graf 5.:** Průměrné hodnoty denzity v roce 2009

Vysoké průměrné hodnoty biomasy byly zjištěny na obou hlavních lokalitách, jak v lokalitě Hráz tak na Středu. Převažovala zde čeleď Chironomidae. Hodnota biomasy této čeledi byla u Hráze po přepočtu na m<sup>2</sup> 10,435 g.m<sup>-2</sup>, na Středu 3,75 g.m<sup>-2</sup>. Zástupci třídy Oligochaeta byly méně početní a jejich biomasa dosahovala u Hráze po přepočtu na m<sup>2</sup> 1,42 g.m<sup>-2</sup> a na Středu 1,67 g.m<sup>-2</sup> (Graf 5).

Biomasa v litorálu byla opět zanedbatelná. V jediném odběrovém termínu 3.6. sice obsahoval vzorek celkem 148 ks, ale jeho celková biomasa činila pouhých 0,3 g.m<sup>-2</sup>. Zásahu na tomto měla zejména vysoká abundance *Micronecta scholtzi* řádu Hemiptera – 93 ks, jejíž biomasa činila 0,07 g.m<sup>-2</sup>.



#### 4.3.4. Denzita a biomasa v roce 2010

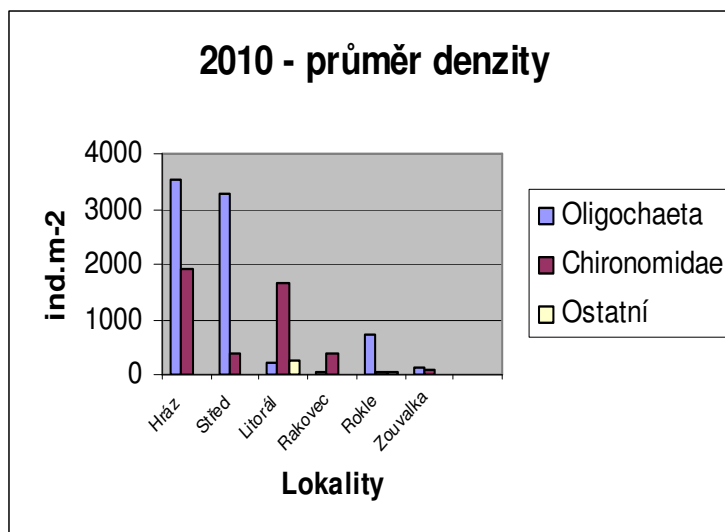
V roce 2010 došlo na přehradě v měsíci březnu k opětovnému napuštění hladiny přehrady na plný stav. Vzorby byly odebírány ve čtyřech termínech 19.2., 26.5., 18.8. a 2.11. Protože v prvním termínu 19.2. byla ještě hladina přehrady snížena, odebíralo se pouze na lokalitě Hráz a lokalitě Střed, v ostatních termínech se odebíralo na všech lokalitách, až na Horní vzdutí, kde se v roce 2010 neodebíralo vůbec.

Nejvyšší hodnoty denzity byly dosaženy na lokalitách Hráz a Střed, kde byla denzita několikanásobně větší než na zbývajících lokalitách. Zejména u zástupců třídy Oligochaeta. Jejich denzita po přepočtu byla u Hráze 3527 ind.m<sup>-2</sup>, na lokalitě Střed 3288 ind.m<sup>-2</sup>. Ve srovnání s lokalitou Rokle je rozdíl více jak čtyřnásobný. U ostatních lokalit je hodnota denzity Oligochaeta v porovnání s lokalitami Hráz a Střed zanedbatelná.

Čeď Chironomidae měla v roce 2010 největší hodnoty denzity u Hráze (1932 ind.m<sup>-2</sup>), druhá největší byla v lokalitě Litorál (1674 ind.m<sup>-2</sup>), ostatní lokality jsou v tomto ohledu zanedbatelné (Graf 7).

Za zmínku stojí i denzita Ostatních v lokalitě Litorál, která měla se svými 252 ind.m<sup>-2</sup> opět dominantní postavení. Nejpočetnějšími druhy byly *Caenis moesta* čeledi Caenidae, *Micronecta scholtzi* čeledi Corixidae, *Anisus leucostoma* čeledi Lymnaeidae a *Pisciola geometra* čeledi Glossiphoniidae.

Hodnota denzity Ostatních byly v dalších lokalitách nulové až na lokalitu Rokle (89 ind.m<sup>-2</sup>).

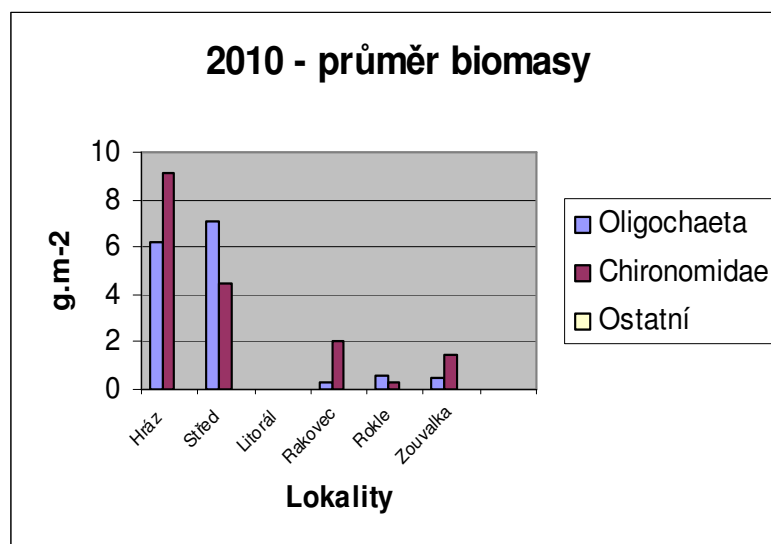


**Graf 7.:** Průměrné hodnoty denzity v roce 2010

Nejvyšší hodnoty biomasy byly dosaženy na lokalitách Hráz a Střed, kde byly naměřené hodnoty více jak dvakrát větší než na zbývajících lokalitách. Na lokalitě Hráz byla nejpočetnější čeleď Chironomidae s  $9,12 \text{ g.m}^{-2}$ . Zástupci třídy Oligochaeta za ní mírně zaostávali s průměrnou hodnotou  $6,23 \text{ g.m}^{-2}$ . Na lokalitě Střed byli nejpočetnější zástupci třídy Oligochaeta v biomase  $7,08 \text{ g.m}^{-2}$ . Mírně za ní byla čeleď Chironomidae v biomase  $4,42 \text{ g.m}^{-2}$  (Graf 8).

Hodnoty biomasy v lokalitách Rakovec, Rokle a Zouvalka byly oproti Hrázi a Středu zanedbatelné. V lokalitě Rakovec byla dominantní čeleď Chironomidae v biomase  $2,03 \text{ g.m}^{-2}$ . Zástupci třídy Oligochaeta v těchto lokalitách nepřesahují  $1 \text{ g.m}^{-2}$ .

Lokalita Litorál má hodnoty biomasy opět výrazně nejnižší. Celkový počet jedinců z termínu 26.5. čítal 5 ks, z toho 3 ks rod *Orthoclaudius sp.* a 1 ks byl rod *Chironomus sp.* Z 18.8. byl celkový počet jedinců už větší, a to 53 ks. Celková biomasa byla však opět výrazně menší než jinde - pouze  $0,031 \text{ g.m}^{-2}$ .



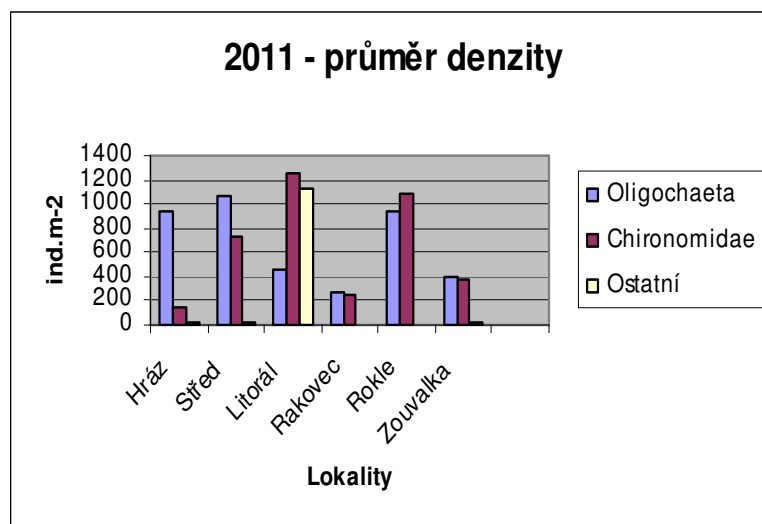
Graf 8.: Průměrné hodnoty biomasy v roce 2010

#### 4.3.5. Densita a biomasa v roce 2011

V roce 2011 byla už hladina přehrady po celý rok na plném stavu. Vzorky byly odebírány stejně jako v roce 2010 ve čtyřech termínech 8.2., 26.5., 22.7. a 10.10. Odebíralo se na všech lokalitách, až na Horní vzdutí, kde se v roce 2011 opět neodebíralo vůbec. Vzorky ze zimního termínu 8.2. byly odebrány z ledu pouze ze dvou lokalit a to ze Středu a Rakovce.

V roce 2011 nebyl nárůst denzity z lokality Hráz a Střed tak výrazný jako v letech předchozích. I přes to byly hodnoty denzity zástupců třídy Oligochaeta největší právě na Středu (1067 ind.m<sup>-2</sup>), za ním následuje Rokle (948 ind.m<sup>-2</sup>), a kterou v těsném závěsu stíhá Hráz (933 ind.m<sup>-2</sup>). Ostatní lokality z hlediska denzity zástupců třídy Oligochaeta za Středem, Roklí a Hrází výrazně zaostávají. Čeď Chironomidae byla nejpočetnější v lokalitě Litorál (1259 ind.m<sup>-2</sup>), dále na lokalitě Rokle (1082 ind.m<sup>-2</sup>). Denzita čeledi Chironomidae u ostatních lokalit je zanedbatelná (Graf 9).

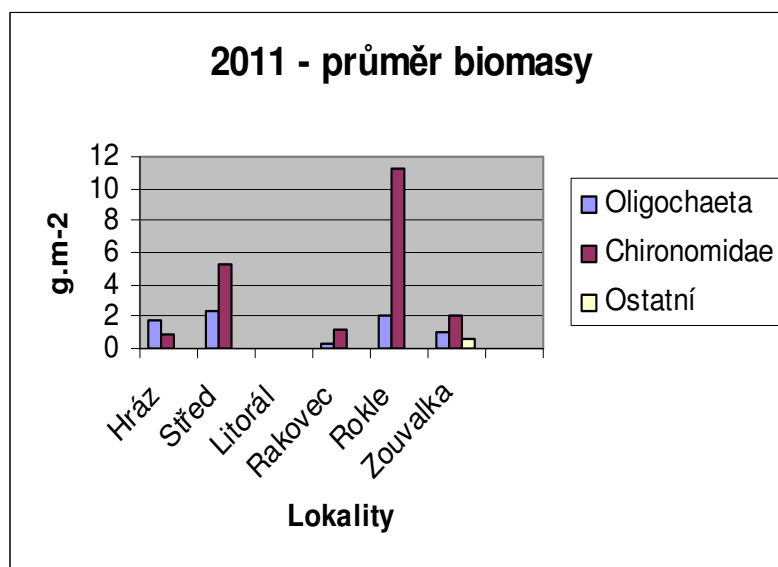
V lokalitě Litorál je stejně jako v předcházejících rocích dominantní denzita Ostatních (1126 ind.m<sup>-2</sup>). Nejpočetnějšími druhy byly opět *Caenis moesta* čeledi Caenidae, *Micronecta scholtzi* čeledi Corixidae, ale také *Bithynia tentaculata* čeledi Bithyniidae, *Gammarus roeseli* čeledi Gammaridae, *Caenis robusta* čeledi Caenidae, *Helobdella stagnalis juv.* čeledi Glossiphoniidae a *Pisciola geometra* čeledi Piscicolidae.



**Graf 9.:** Průměrné hodnoty denzity v roce 2011

V roce 2011 nebyly hodnoty biomasy na lokalitách Hráz a Střed tak výrazně vyšší jako v letech předchozích. Hodnoty zástupců třídy Oligochaeta se pohybovaly kolem 2 g.m<sup>-2</sup>. Hodnota biomasy čeledi Chironomidae činila u hráze 0,83 g.m<sup>-2</sup> a na Středu 5,2 g.m<sup>-2</sup>. Vysoká biomasa Chironomidae byla naměřena na lokalitě Rokle. Její hodnota činila 11,3 g.m<sup>-2</sup> (Graf 10).

Hodnoty biomasy v lokalitě Litorál byly opět výrazně nejnižší. Celkový průměr její biomasy činil u zástupců třídy Oligochaeta 0,0033 g.m<sup>-2</sup> a čeledi Chironomidae 0,04 g.m<sup>-2</sup>.



**Graf 10.:** Průměrné hodnoty biomasy v roce 2007

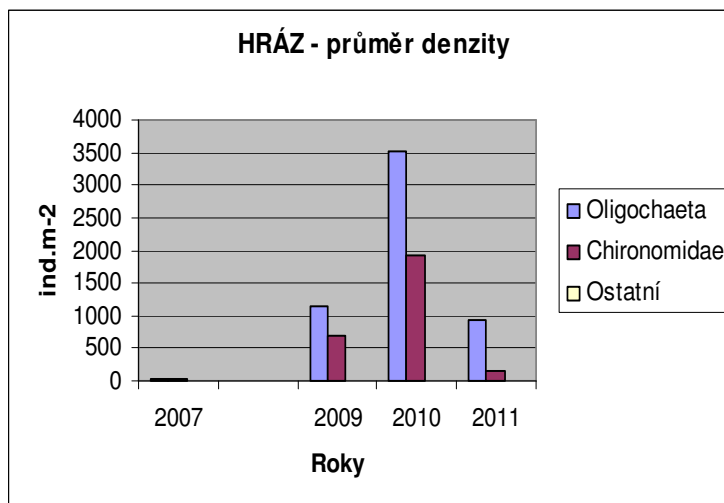
#### 4.4.1. Denzita a biomasa na lokalitě Hráz

**Hráz** je nejhlubší lokalita ze které se odebíralo. Maximální hloubka, z které vzorky pocházely, byla 16,8 m z 22.7.2011, nejmenší hloubka byla 3,7 m z 19.2.2010.

V roce 2007 byla průměrná hodnota denzity nejnižší za všechny odběrové roky. Denzita zástupců třídy Oligochaeta a čeledi Chironomidae bylo průměrně pouhých 44 ind.m<sup>-2</sup>. V roce 2008 se na této lokalitě neodebíralo. V roce 2009, kdy byla vodní hladina snížena dosahovala denzita zástupců třídy Oligochaeta i čeledi Chironomidae průměrných hodnot. Oligochaeta: 1156 ind.m<sup>-2</sup>, Chironomidae: 689 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 11).

Nejvyšších čísel dosahuje rok 2010, který v hodnotách denzity dokonce zaujímá první místo ze všech lokalit a všech roků. Denzita zástupců třídy Oligochaeta byla v tomto roce 3527 ind.m<sup>-2</sup> a čeledi Chironomidae 1932 ind.m<sup>-2</sup>. Rok 2011 oproti tomu vykazuje stejně jako v roce 2009 průměrné hodnoty denzity. Oligochaeta: 933 ind.m<sup>-2</sup>, Chironomidae: 148 ind.m<sup>-2</sup>.

Zástupci Ostatních byli až na rok 2011 ve všech rocích nulové. Ve zmiňovaném roce 2011 činila její denzita pouhých 15 ind.m<sup>-2</sup>.



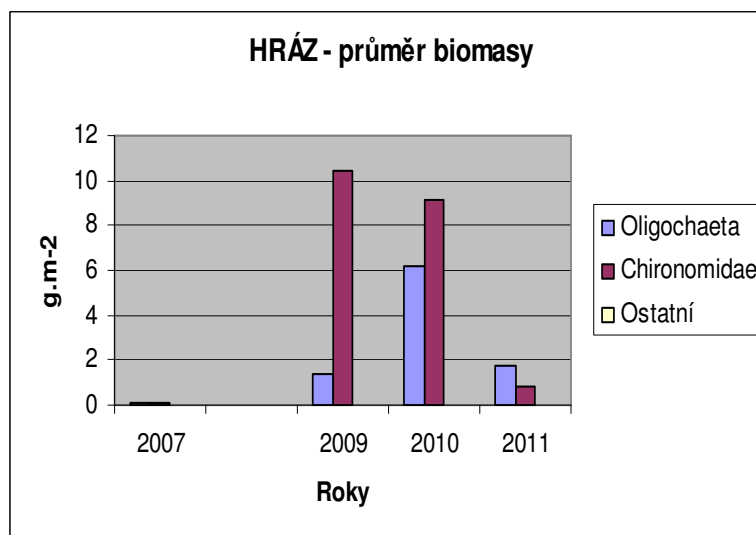
**Graf 11.: Hráz – průměr denzity**

V roce 2007 byla průměrná hodnota biomasy z lokality Hráz téměř nulová. Pouze 0,08 g.m<sup>-2</sup> zástupců třídy Oligochaeta a 0,05 g.m<sup>-2</sup> zástupců čeledi Chironomidae. V roce 2008 se na této lokalitě neodebíralo. V následujících letech 2009 s 2010 byla biomasa velmi vysoká, zejména u čeledi Chironomidae. To dosahovala v roce 2009 hodnot 10,435



$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$  a v roce 2010 pak  $9,12 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ . Biomasa zástupců třídy Oligochaeta byla nejpočetnější v roce 2010, kdy činila  $6,23 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ , v roce 2011 to bylo  $1,75 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  a v roce 2009 pak  $1,425 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  (Graf 12).

Hodnota biomasy Ostatních byla až na rok 2011 ve všech rocích nulová. Hodnota v roce 2011 byla nejnižší ze všech skupin a roků a to pouhých  $0,043 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ .



Graf 12.: Hráz – průměr biomasy

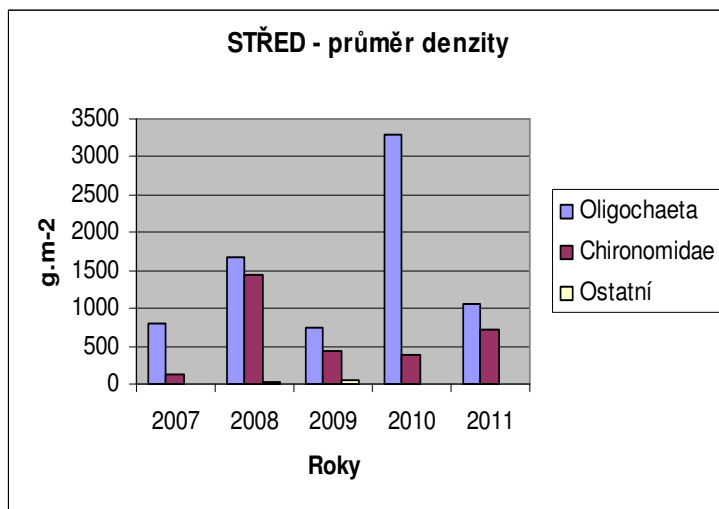
#### 4.4.2. Denzita a biomasa na lokalitě Střed

**Střed** je za Hrází druhá nejhlubší lokalita, ze které se odebíralo. Maximální hloubka, z které vzorky pocházely, byla 15,1 m z 10.10.2011, nejmenší hloubka byla 4,5 m z 14.9.2010.

Na Středu se na rozdíl od hráze odebíralo ve všech rocích, takže jsou výsledky kompaktnější. V roce 2007 zde převažovali zástupci třídy Oligochaeta. Jejich denzita byla  $800 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ , zatímco denzita čeledi Chironomidae byla oproti nim pouze  $133 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ . Rok 2008 byl nadprůměrný. Oligochaeta vykazují druhou nejvyšší denzitu ve všech sledovaných rocích ( $1667 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a Chironomidae dokonce nejvyšší ( $1445 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Denzita Chironomidae z tohoto rok je dokonce třetí nejvyšší ze všech odběrů na všech lokalitách, hned za lokalitami Hráz z roku 2009 ( $1932 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a Litorálem z roku 2010 ( $1674 \text{ ind}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Rok 2009 je rokem z hlediska denzity sledovaných skupin průměrný, stejně tak rok 2011. Pozornost budí rok 2010, kdy se denzita zástupců třídy Oligochaeta

vyšplhala až na 3288 ind.m<sup>-2</sup>, což je druhá největší denzita této skupiny ze všech odběrů na všech lokalitách hned za lokalitou Hráz z roku 2010, kde byla denzita Oligochaeta 3527 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 13).

Zástupci Ostatních vykazovali stejně jako u Hráze zanedbatelných hodnot. V roce 2007 a 2010 nebyli ve vzorcích makrozoobentosu přítomni vůbec a ze zbývajících třech roků dosahuje jejich denzita nevyšší hodnoty v roce 2009 (59 ind.m<sup>-2</sup>).

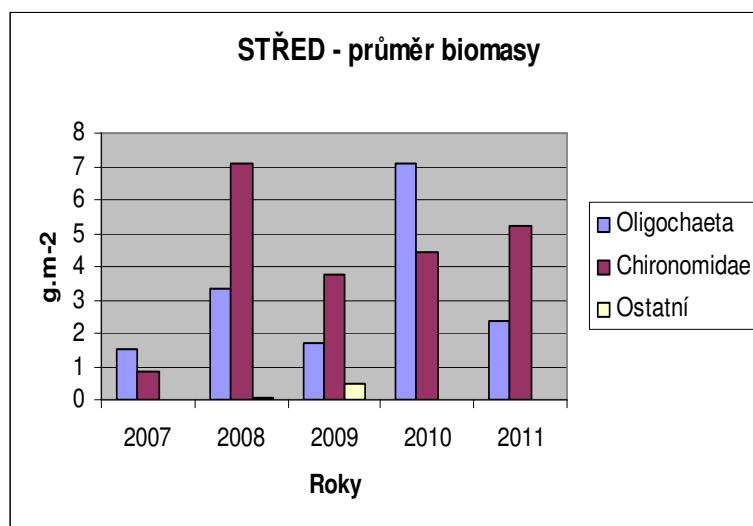


**Graf 13.: Hráz – průměr denzity**

Průměr biomasy z lokality **Střed** je velmi vyrovnaný. Nejnižší hodnoty vykazuje rok 2007, kdy byla biomasa zástupců třídy Oligochaeta rovna 1,53 g.m<sup>-2</sup> a čeledi Chironomidae 0,87 g.m<sup>-2</sup>.

Oligochaeta v roce 2008 dosahují hodnoty 3,35 g.m<sup>-2</sup>, v roce 2009 1,67 g.m<sup>-2</sup>, v roce 2010 7,08 g.m<sup>-2</sup> a v roce 2011 2,35 g.m<sup>-2</sup>. Čeď Chironomidae dosahuje v roce 2008 hodnoty 7,1 g.m<sup>-2</sup>, v roce 2009 3,75 g.m<sup>-2</sup>, v roce 2010 4,42 g.m<sup>-2</sup> a v roce 2011 pak 5,2 g.m<sup>-2</sup> (Graf 14).

Skupina ostatních je v porovnání ostatními zanedbatelná. V roce 2009, což je největší stav, je její hodnota pouze 0,46 g.m<sup>-2</sup>.



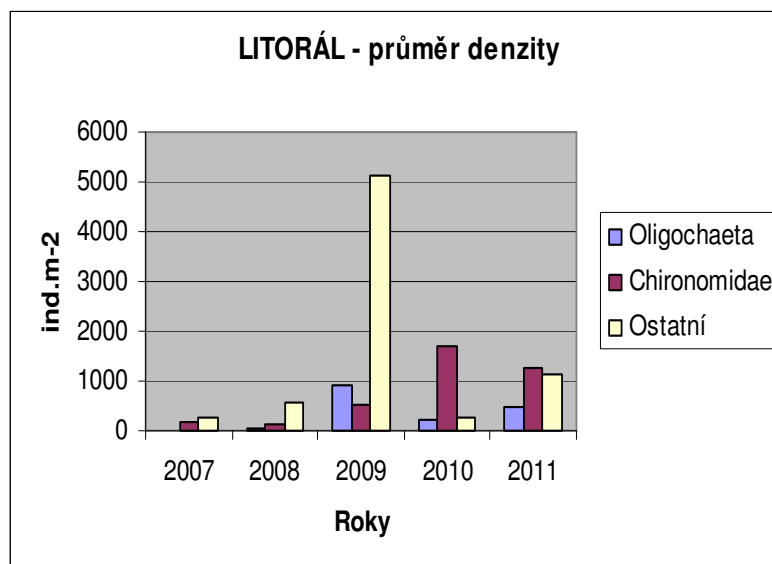
Graf 14.: Střed – průměr biomasy

#### 4.4.3. Denzita a biomasa na lokalitě Litorál

**Litorál** je nejmělejší lokalita, ze které se odebíralo. Odebíralo se takzvanou brodicí metodou, takže byla hloubka odběru limitována délkou brodicích kalhot odebírajícího. Všechny odebrané vzorky pocházely z linie kolmé ke břehu. Odběry začínaly v průměrné maximální hloubce 1,2 m a končily v průměrné minimální hloubce 0,1 m.

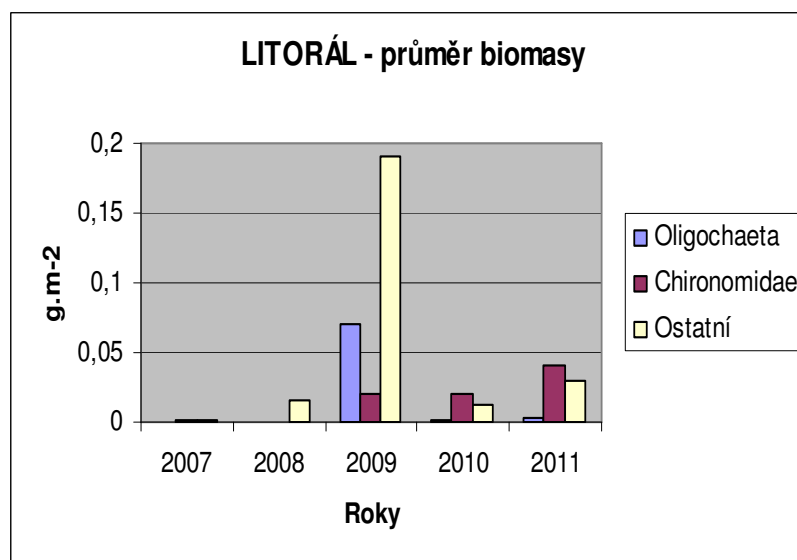
V této lokalitě se na rozdíl od všech ostatních plně projevila denzita zástupců skupiny Ostatních, která zde téměř v každém roce dosahuje majoritních hodnot. Ukázkou jsou hned první tři roky. V roce 2007 dosahuje denzita skupiny Ostatních 267 ind.m<sup>-2</sup>, zástupci čeledi Chironomidae mají 178 ind.m<sup>-2</sup> a Oligochaeta se v tomto roce dokonce ve vzorku neobjevili vůbec. Stejného náskoku dosahují Ostatní i v roce 2008. Se svými 556 ind.m<sup>-2</sup> jsou daleko za Chironomidae (111 ind.m<sup>-2</sup>) i Oligochaeta (45 ind.m<sup>-2</sup>). Nejmarkantnější náskok mají Ostatní v následujícím roce 2009. Jejich denzita dosahuje hodnoty 5111 ind.m<sup>-2</sup>, což je nejen nejvyšší hodnota skupiny Ostatních v této lokalitě, ale také nejvyšší dosažená hodnota denzity vůbec (Graf 15).

Roky 2010 a 2011 jsou z hlediska dosažené denzity u všech skupin průměrné. Za zmínku stojí denzita čeledi Chironomidae v roce 2010, která s hodnotou 1674 ind.m<sup>-2</sup>, dosahuje osminásobných hodnot zbývajících dvou skupin.



**Graf 15.: Hráz – průměr denzity**

Průměr biomasy z lokality **Litorál** je v roce 2007 zanedbatelný. V roce 2008 dominují zástupci skupiny Ostatní s  $0,155 \text{ g.m}^{-2}$ . Výrazný nárůst průměrné hodnoty biomasy nastal v roce 2009, kdy měli zástupci třídy Oligochaeta biomasu  $0,07 \text{ g.m}^{-2}$ , zástupci čeledi Chironomidae  $0,02 \text{ g.m}^{-2}$  a ostatní  $0,19 \text{ g.m}^{-2}$ . Hodnoty biomasy z let 2010 a 2011 jsou vyrovnané a ani jedna ze skupin nepřesahuje  $0,05 \text{ g.m}^{-2}$  (Graf 16).

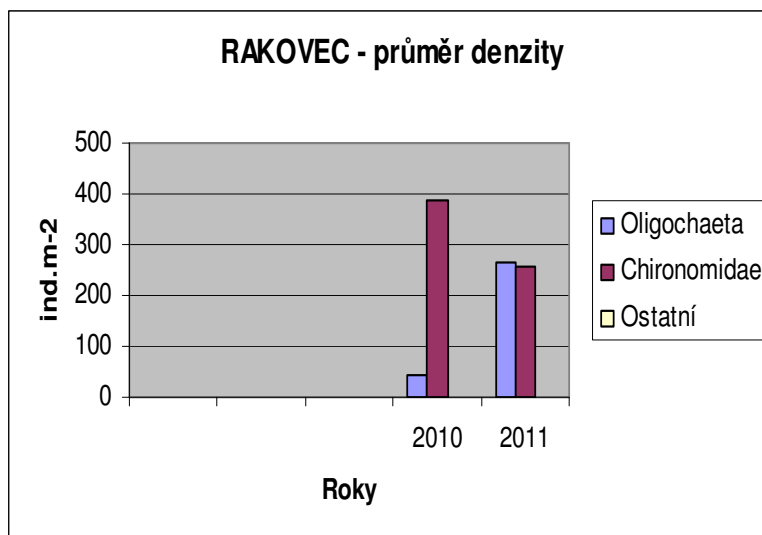


**Graf 16.: Litorál – průměr biomasy**

#### 4.4.4. Denzita a biomasa na lokalitě Rakovec

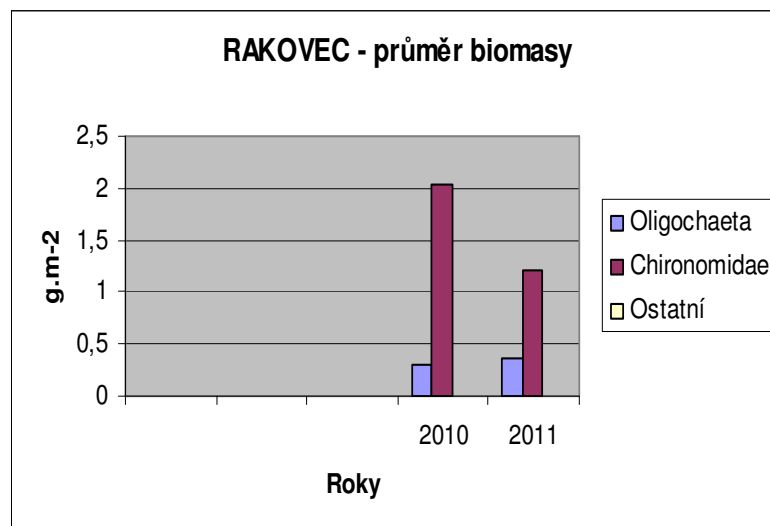
**Rakovec** je zátoka na pravém břehu přehrady hned vedle lokality Hráz. Maximální hloubka, z které vzorky pocházely, byla 7,7 m z 26.5.2010, nejmenší hloubka byla 3,4 m z 27.10.2009. Hodnoty denzity a biomasy z lokality **Rakovec** pocházejí pouze z let 2010 a 2011, protože se na této lokalitě v předchozích letech neodebíralo

V roce 2010 dosahovali nejvyšší denzity zástupci čeledi Chironomidae (385 ind.m<sup>-2</sup>). Denzita zástupců třídy Oligochaeta byla 44 ind.m<sup>-2</sup> a Ostatní se ve vzorcích makrozoobentosu neobjevili vůbec. Podobných výsledků dosahuje i následující rok 2011. Oligochaeta i Chironomidae jsou nyní více vyrovnaní a jejich hodnoty v obou případech lehce překračují 250 ind.m<sup>-2</sup>. Hodnoty skupiny Ostatních jsou stejně jako v roce 2010 nulové (Graf 17).



**Graf 17.: Hráz – průměr denzity**

V roce 2010 měla největší biomasu čeleď Chironomidae s hodnotou 2,03 g.m<sup>-2</sup>. Tato čeleď měla vysokou hodnotu i v roce následujícím, kdy její hodnota činila 1,2 g.m<sup>-2</sup>. Průměrné hodnoty velikosti biomasy u zástupců třídy Oligochaeta jsou v obou sledovaných rocích vyrovnané. Ani v jednom z nich jejich velikost nepřesahuje 0,4 g.m<sup>-2</sup> (Graf 18).



Graf 18.: Rakovec – průměr biomasy

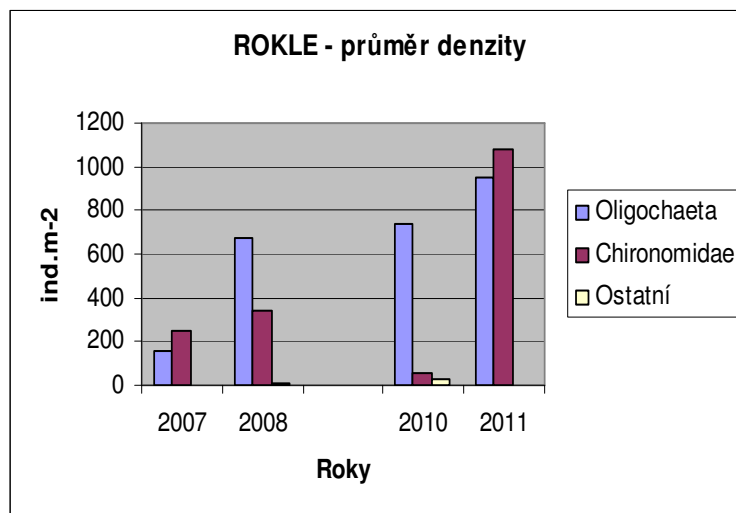
#### 4.4.5. Denzita a biomasa na lokalitě Rokle

Hodnoty biomasy z lokality **Rokle** jsou až na rok 2009, kdy se na této lokalitě neodebíralo, kompletní. Maximální odběrová hloubka byla 10 m z 10.9.2007, nejmenší odběrová hloubka byla 4,2 m z 18.8.2010.

V roce 2007 byla denzita obou hlavních skupin vyrovnaná, ale její hodnoty byly v porovnání s ostatními roky průměrné. Zástupci třídy Oligochaeta: 156 ind.m<sup>-2</sup>, čeleď Chironomidae: 253 ind.m<sup>-2</sup>. V roce 2008 vzrostly hodnoty denzity všech skupin. Navíc čeledi Oligochaeta (674 ind.m<sup>-2</sup>), ale i Chironomidae (341 ind.m<sup>-2</sup>). Za zmínku také stojí sedminásobný nárůst Ostatních (z 0 ind.m<sup>-2</sup> na 7 ind.m<sup>-2</sup>) (Graf 19).

V roce 2009 se na lokalitě Rokle neodebíralo. V roce 2010 vzrostla denzita Oligochaeta až na hodnotu 741 ind.m<sup>-2</sup>, zatímco denzita zbývajících dvou skupin se držela na spodní hranici a ani Chironomidae, ani Ostatní nepřekonalí hodnotu 100 ind.m<sup>-2</sup>.

Rok 2011 je z hlediska denzity suverénně nejlepší ze všech sledovaných let. Zástupci třídy Oligochaeta mají hodnotu 948 ind.m<sup>-2</sup>, čeleď Chironomidae má hodnotu dokonce 1082 ind.m<sup>-2</sup>.

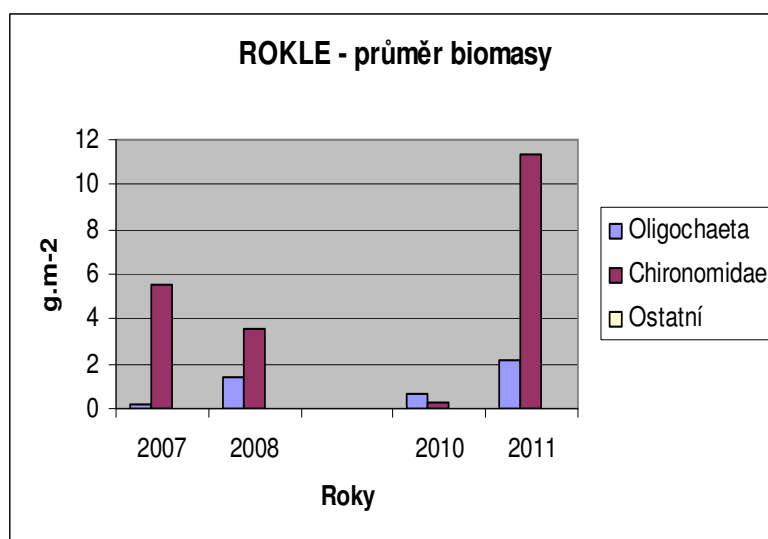


**Graf 19.: Rokle – průměr denzity**

V roce 2007 byla hodnota biomasy Chironomidae 5,57 g.m<sup>-2</sup>, v roce 2008 mírně poklesla na 3,55 g.m<sup>-2</sup>. V roce 2010 byla na nejnižší úrovni s hodnotou 0,28 g.m<sup>-2</sup> ale v následujícím roce 2011 vyskočila prudce až na nejvyšší hodnotu ze sledovaného období a to na 11,3 g.m<sup>-2</sup> (Graf 20).

Biomasa zástupců třídy Oligochaeta dosahuje na této lokalitě jen malých hodnot. Nejvyšší je z roku 2011, kde jedinkrát s 2,11 g.m<sup>-2</sup> překročila hranici 2 g.m<sup>-2</sup>. V roce 2008 byla její hodnota 1,38 g.m<sup>-2</sup> a v ostatních letech už jsou hodnoty biomasy Oligochaeta zanedbatelné.

Rokle je jediná lokalita, kde ve vzorcích zcela chybí zástupci skupiny Ostatní.

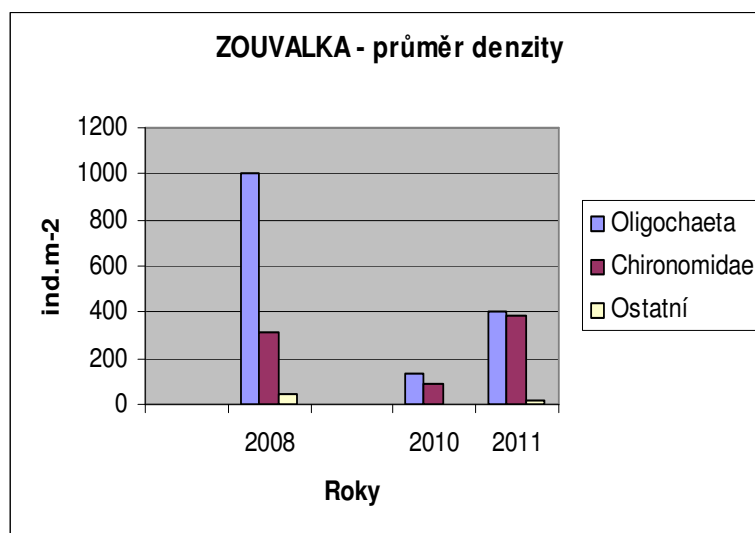


**Graf 20.: Rokle – průměr biomasy**

#### 4.4.6. Denzita a biomasa na lokalitě Zouvalka

Hodnota denzity a biomasy v lokalitě **Zouvalka** pochází z let 2008, 2010 a 2011. V letech 2007 a 2009 se z této lokality neodebíralo. Maximální hloubka z této lokality byla 6,3 m z 19.2.2010 a nejmenší hloubka byla 1,5 m z 2.11.2010.

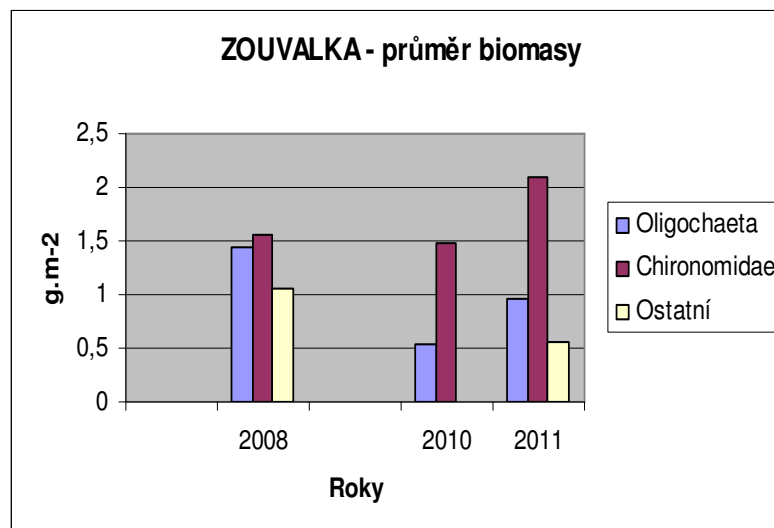
V roce 2008 vykazovaly největší hodnoty denzity zástupci třídy Oligochaeta (1000 ind.m<sup>-2</sup>), čeleď Chironomidae měla 311 ind.m<sup>-2</sup> a ostatní 44 ind.m<sup>-2</sup>. Rok 2010 zaznamenal výrazný pokles ve všech zkoumaných skupinách. Zástupci třídy Oligochaeta se propadli na 133 ind.m<sup>-2</sup>, čeleď Chironomidae na 89 ind.m<sup>-2</sup> a Ostatní dokonce až na 0 ind.m<sup>-2</sup>. Rok 2011 byl z hlediska denzity velmi vyrovnaným, ale také průměrným. Oligochaeta: 400 ind.m<sup>-2</sup>, Chironomidae: 385 ind.m<sup>-2</sup>, Ostatní: 15 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 21).



**Graf 21.: Hráz – průměr denzity**

V roce 2008 byly hodnoty biomasy všech sledovaných skupin velmi vyrovnané. Oligochaeta 1,45 g.m<sup>-2</sup>, Chironomidae 1,55 g.m<sup>-2</sup> a Ostatní 1,05 g.m<sup>-2</sup>. v roce 2010 dominovala čeleď Chironomidae s hodnotou 1,48 g.m<sup>-2</sup>, biomasa Oligochaeta byla 0,53 g.m<sup>-2</sup>. V roce 2011 byla biomasa získaného makrozoobentosu nejvyšší. Zástupci čeledi Chironomidae měli hodnotu 2,1 g.m<sup>-2</sup>, zástupci třídy Oligochaeta měli hodnotu 0,96 g.m<sup>-2</sup> a Ostatní 0,56 g.m<sup>-2</sup> (Graf 22).



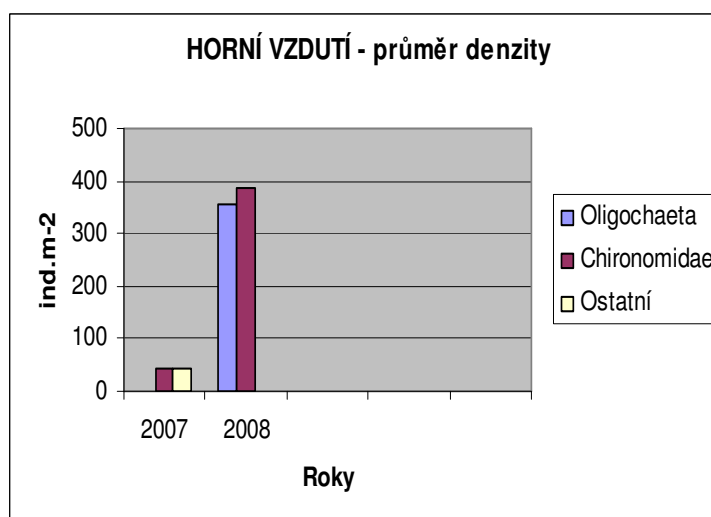


Graf 22.: Zouvalka – průměr biomasy

#### 4.4.7. Densita a biomasa na lokalitě Horní vzdutí

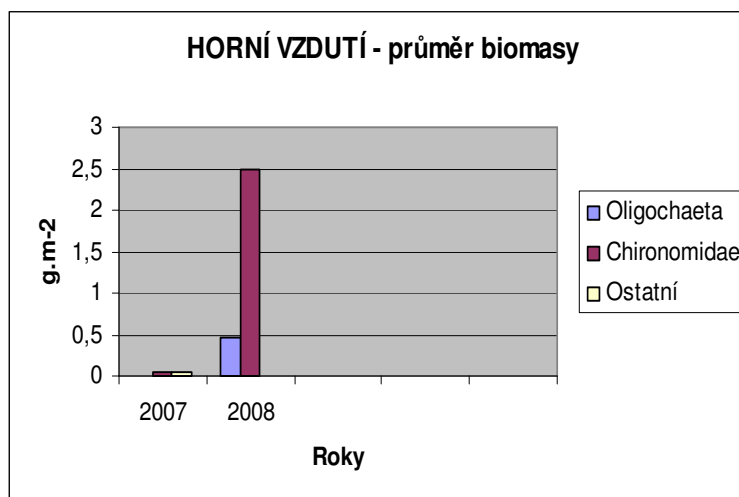
Hodnoty biomasy z lokality **Horní vzdutí** pocházejí pouze z let 2007 a 2008. V následujících letech se na této lokalitě neodebíralo. Průměrná hloubka byla 2 m.

V roce byly hodnoty denzity z této lokality u všech sledovaných skupin minimální. Rok 2008 znamenal vzestup. Densita v tomto roce dosahovala hodnot u zástupců třídy Oligochaeta 356 ind.m<sup>-2</sup>, u čeledi Chironomidae 385 ind.m<sup>-2</sup>, u Ostatních 0 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 23).



Graf 23.: Hráz – průměr denzity

Biomasa v roce 2007 byla minimální. Hodnoty pro Chironomidae i Ostatní byly na stejně nízké úrovni ( $0,045 \text{ g.m}^{-2}$ ). V roce 2008 měly oproti tomu vzorky makrozoobentosu podstatně vyšší hodnotu biomasy. Zástupci čeledi Chironomidae dosáhli dokonce hodnoty  $2,48 \text{ g.m}^{-2}$ . Zástupci třídy Oligochaeta dosáhli hodnoty  $0,46 \text{ g.m}^{-2}$ . Hodnota ostatních byla nulová (Graf 24).



**Graf 24.: Horní vzdutí – průměr biomasy**

## 5. Diskuze

### 5.1. Srovnání lokalit v letech před vypuštěním

Roky, kdy se na Brněnské přehradě odebíralo před snížením hladiny jsou roky 2007 a 2008. Dominantními taxony většiny zkoumaných lokalit z tohoto období byli zástupci čeledi Chironomidae a třídy Oligochaeta, kteří jsou, typickými zástupci starých nádrží se silnými vrstevami organických sedimentů (Popp, 1995).

Z hlediska denzity těchto taxonů byl dominantní rok 2008 (Graf 3). Tento rok vykazovala nejvyšších hodnot lokalita Střed. V roce 2008 zde byla průměrná hodnota denzity zástupců třídy Oligochaeta  $1667 \text{ ind.m}^{-2}$  a čeledi Chironomidae  $1445 \text{ ind.m}^{-2}$ . V silně saprobních podmínkách je bentické společenstvo výrazně chudší a ty druhy, které zde žijí, jsou velmi tolerantní k omezeným podmínkám a toxicitě (Dumnick a kol, 2006, Tagliapietr, 2012). Proto byla tato vysoká denzita v lokalitě Střed zajištěna z 90% jen odolnými rody *Chironomus sp.* a *Tubifex tubifex*.

Lokalita Zouvalka byla z hlediska denzity druhá. Přestože jde o poměrně mělkou lokalitu (průměrná hloubka 2,5 m.), jsou zde silné vrstvy organických sedimentů, a proto zde lze předpokládat vysokou denzitu třídy Oligochaeta. Právě tato skupina na lokalitě Zouvalka také dominovala s hodnotou denzity  $1000 \text{ ind.m}^{-2}$ . Výše zmíněná charakteristika platí i pro Horní vzduť, která svým charakterem připomíná spíše pomalu tekoucí řeku. V hodnotách denzity bylo Horní vzduť třetí s dominancí čeledi Chironomidae a třídy Oligochaeta, které se svými hodnotami blížili  $400 \text{ ind.m}^{-2}$ . Převažovaly zde druhy *Limnodrilus claparedeanus*, *Dero digitata* třídy Oligochaeta a *Chironomus sp.* a *Tanytarsus sp.* čeledi Chironomidae. Čtvrtá byla v roce 2008 Rokle, pátý Litorál. Stejně pořadí bylo i z hlediska biomasy. Na lokalitě Hráz a Rakovec se toho roku neodebíralo.

V roce 2008 ještě nezačala probíhat opatření v boji se sinicemi a proto byl v letním období na přehradě přítomen silný vodní květ. Při plném stavu hladiny – z důvodu vysoké primární produkce v epilimnionu (která byla způsobena převážně sinicemi) u dna docházelo ke kyslíkovým deficitům. Nedostatek kyslíku spojený popřípadě s přítomností sulfanu, vede k silnému ochuzení druhového spektra, ale zároveň nárůstu biomasy odolných druhů (Lellák a kol, 1991), podobně jako na nádrži Pawnee (Alabama USA), kde silné zanášení sedimentů vyvolalo pokles hodnot kyslíku až na 0,2, 0,2, 0,3 a 0,2  $\text{mg.l}^{-1}$ , což vedlo k rozvoji tolerantních zástupců jako *Coelotanypus sp.*,

*Chironomus sp* a *Tubificida*, které tvořily 90% celkové hustoty a biomasy bentických organismů (Popp, 1995). Zvláštní odolnost vykazují zejména čeledi Chironomidae, která vyniká svými biochemickými adaptacemi (krevní barvivo tvoří hemoglobin), tak morfologickými adaptacemi (břišní výběžky *tubulae ventrales*, zvětšující povrch těla pro vstřebávání kyslíku) (Armitage et al. 2005).

Tento předpoklad se potvrdil i na Brněnské přehradě, kdy na lokalitách Hráz a Střed byly výhradně přítomni odolní zástupci čeledi Chironomidae a třídy Oligochaeta. Jejich biomasa byla v roce 2008 nejvyšší ze všech sledovaných habitatů a to nejen kvůli jejich odolnosti přežití, ale též kvůli nízkému vyžíracímu tlaku ryb. Vysoká primární produkce sinic, která vedla ke vzniku anoxických podmínek v hypolimniu a také vysoká průměrná hloubka (Hráz 16,5 m. a Střed 13,5 m) způsobily, že se zde omnivorní ryby vyskytovaly jen nárazově a nikoli stále.

Poslední místo z hlediska denzity a biomasy makrozoobentosu roku 2008 je Litorál, který je zároveň nejmělkčí lokalitou. Rozvoj břehové linie a její pestrost zvyšují pro ryby možnost využívání klidových litorálních partií jako lokalit významných pro vyhledávání potravy a pro přirozenou reprodukci, jako úkrytů a míst pro nerušený rozvoj ranných vývojových stádií a plůdku (Adámek, 1995). U kaprovitých ryb tvoří konzumace makrozoobentosu jednu třetinu až jednu polovinu přirozeného přírůstku na rybí obsádce (Lellák 1961). Pravidelné snížení hladiny vody v zimním období až o několik metrů kvůli vytvoření rezervy pro zvýšený přítok v důsledku jarního tání sněhu (Obr. 16) však spolu se silným vyžíracím tlakem plůdkového společenstva vede k tomu, že litorál je oživen jen velmi málo. Většinou se jedná o rané instary vodních larev hmyzu z nově nakladených vajíček, což se také prokázalo. Dominantními taxony v Litorálu v roce 2008 byly právě drobní jedinci *Micronecta scholtzi* a *Caenis robusta*.



**Obr. 16:** Litorál obnažený pro jarní retenci vody (podzim)

## 5.2. Srovnání lokalit v roce se sníženou vodní hladinou

Vodní hladina na Brněnské přehradě byla snížena po celý rok 2009. Odebíralo se proto jen na třech lokalitách – na Hrázi, na Středu a z Litorálu. Z hlediska denzity skupiny Ostaních nad zbývajícími lokalitami výrazně převážil Litorál (Graf 5). Tato lokalita v roce 2009 dosáhla hodnot přes 5000 ind.m<sup>-2</sup>. Na zbývajících lokalitách se dostali přes 1000 ind.m<sup>-2</sup> jen zástupci třídy Oligochaeta na Hrázi. Průměrná hloubka na Hrázi z tohoto roku činila pouhé 6,5 m, na Středu 4,5 m. Z hlediska kyslíku se tak tyto jinak nedostupné habitaty dostaly pod silný vyžírací tlak ryb a proto zde denzita makrozoobentosu za Litorálem tak výrazně zaostává. Ze stejného důvodu je také výrazně menší než byla v roce 2008.

Biomasa na lokalitách Hráz a Střed kopíruje výše popsany pokles. Je stejně jako denzita řádově o polovinu menší než v roce 2008, alespoň na lokalitě Střed, kterou s předchozím rokem na rozdíl od Hráze můžeme srovnávat.

Biomasa na Litorálu je ale oproti Hrázi a Středu v roce 2009 řádově několikanásobně menší. I biomasa Ostatních, kteří na této lokalitě vykazují v porovnání s ostatními skupinami majoritního postavení, není větší než 0,2 g.m<sup>-2</sup> (Graf 6). Příčinou nízké hodnoty biomasy, která je patrná ve všech rocích a ne jen v roce 2009, je nepochybně nízká kusová hmotnost organismů, zastoupená převážně ranými instary hmyzu (Adámek, 1995). Zatímco jedna larva *Chironomus sp.*, které jsou běžně přítomné ve vzorcích z Hráze a Středu, váží okolo 0,02 g, průměrná kusová hmotnost *Micronecta scholtzi*, která je nejčastějším zástupcem skupiny Ostatních vyskytujících se především v Litorálu, se pohybuje pod hranicí 0,001 g.

Diverzita zejména řádu Diptera je v litorálu téměř dvojnásobná než v ostatních lokalitách (Lellák, 1958), což se v tomto roce prokázalo. Průměrný počet druhů řádu Diptera byl na lokalitě Litorál za rok 2009 v jednom odběru 3 (*Ceratopogonidae*, *Tanytarsus sp.*, *Orthocladius sp.*), zatímco průměrný počet druhů řádu Diptera byl na Středu a Hrázi v jednom odběru roven 1,6.

## 5.3. Srovnání lokalit v letech po opětovném napuštění

Rok 2010 byl rokem, kdy se hladina přehrady opět zvedla na plný stav a došlo tak k zaplavení i těch habitatů, které byly v předchozím roce na suchu. Na lokalitách Hráz a

Střed dosahovali zástupci třídy Oligochaeta i čeledi Chironomidae těch vůbec nejvyšších hodnot denzity za všechny sledované roky. Příčinou bylo zaplavení nových habitatů (Litorál), na kterých probíhala rychlá sukcese makrozoobentosu tvořeného především čeledí Chironomidae. Pakomáři v litorálu mohou tvořit až 72 % denzity všech vyskytujících se druhů (Linhart, 1999).

Na Hrázi a Středu naopak převažovali Oligochaeta. Jejich denzita dosahovala na obou lokalitách přes 3000 ind.m<sup>-2</sup>, na Hrázi dokonce 3527 ind.m<sup>-2</sup> (Graf 7), z čehož je zřejmé, že vyžírací tlak ryb byl tento rok soustředěn výhradně na nově zaplavené habitaty. Tuto domněnku potvrzuje též skutečnost, že ani na jedné z mělčích lokalit (kromě Chironomidae v Litorálu) denzita nepřesahuje 1000 ind.m<sup>-2</sup>.

Po čerstvém napuštění je nový habitat nejrychleji obsazen hmyzími larvami, zejména pakomáři, protože samičky přiletí se snůškami z okolí. U nově vzniklých vodních těles tak často od počátku jejich existence tvoří dominantní složku společenstva vodních bezobratlých a převažují nad ostatními složkami bentosu jak denzitou tak biomasou (Sukop a kol., 1984). Po opětovném napuštění v roce 2010 se takovýmto novým habitatem stal Litorál. A skutečně byla v roce 2010 denzita čeledi Chironomidae 8x větší než denzita zástupců třídy Oligochaeta a Ostatních.

Litorál je svými vlastnostmi jedinečné prostředí, protože tvoří přechod mezi volnou vodou a souší. Je charakterizován velmi proměnlivými podmínkami prostředí a bohatým osídlením (Lellák a kol., 1991). V tomto roce zde bylo zaznamenáno 6 druhů taxonomických skupin ve skupině Ostatní (*Caenis moesta*, *Micronecta scholtzi*, *Anius leucostoma*, *Piscicola geometra*, *Lymnea peregra* a *Ephemera danica*). Tyto druhy v lokalitě Litorál, z důvodu bohatě členitého prostředí, dosahují v porovnání s ostatními lokalitami, nejvyšších hodnot denzity (252 ind.m<sup>-2</sup>). Jedinou lokalitou s přítomností skupiny Ostatních v roce 2010 je Rokle, ale její denzita je pouhých 30 ind.m<sup>-2</sup>. Ostatní lokality mají v tomto roce hodnotu denzity Ostatních nulovou.

Sukcese nově zaplaveného Litorálu na Brněnské přehradě je z tohoto hlediska přirovnatelná k výzkumu na bulharském jezeru Srebarna, kde došlo po znovupřipojení jezera k Dunaji k zaplavení stávajících mokřadů a tím k výraznému zvýšení bohatosti makrozoobentosu v tomto habitatu (Varadinova, 2011).

## 6. Závěr

Na sledovaných lokalitách Brněnské přehrady bylo v horizontu let 2007 – 2011 determinováno 2165 jedinců patřících do 19 čeledí. Tito zástupci makrozoobentosu byli pro lepší názornost rozděleni do tří hlavních skupin – zástupců třídy Oligochaeta, čeledi Chironomidae a Ostatních. Výsledkem bylo vyhodnocení biomasy těchto taxonomických skupin a jejich denzity v jednotlivých letech i lokalitách.

Klíčovým rokem, který předznamenal vlastní zadání práce, byl rok 2009, kdy došlo ke snížení hladiny přehrady až pod hladinu stálého nadržení. Popis změn makrozoobentosu (jak z hlediska denzity tak diverzity) v tomto roce a jeho následná sukcese v letech následujících, byl hlavní cíl mé práce, neboť opatření, prováděné na Brněnské přehradě v takovém rozsahu a intenzitě jsou ve střední Evropě naprosto unikátní.

Byly potvrzeny obecně platné hypotézy o sukcesi makrozoobentosu v roce 2010, které jsou srovnatelné se sukcesemi na nově napouštěných nádržích. Ve dvou nejhlubších lokalitách Hráz a Střed dominovaly odolné a na koncentrace rozpuštěného kyslíku nenáročné druhy čeledi Chironomidae a zástupců třídy Oligochaeta, zejména *Chironomus sp.*, *Orthocladius sp.*, *Micropsectra sp.*, *Tubifex tubifex* a *Limnodrilus sp.* Lokalita Litorál, která je charakterizována jako lokalita s nestabilními podmínkami a druhově bohatým osídlením, potvrdila vysokou diverzitu zejména v roce 2010, ale i ve všech ostatních letech, kdy se z ní odebíralo. Druhová pestrost zde byla průměrně 2x vyšší než na jiných lokalitách. Taktéž denzita, která byla tvořena zejména mladými instary hmyzu *Micronecta scholtzi* a *Caenis robusta*.

Brněnská přehrada patří mezi desítky let staré přehrady, kterých je v ČR většina. Stejně jako ona, mají i tyto jiné přehrady podobné eutrofní problémy, spojené s rozvojem vodního květu a lze předpokládat, že opatření, která probíhala na Brněnské přehradě budou v blízké budoucnosti tématem k realizaci i na jiných přehradách. Zkoumání vlivu takovýchto zásahů na ekosystém nádrže je jedním z předpokladů pro úspěšnou regeneraci prostředí a obnovení panujících vztahů mezi organismy.

## 7. Seznam použité literatury

1. Adámek, Z., Vostradovský, J., Dubský, K., Nováček, J., Hartvich, P., 1995b: Rybářství ve volných vodách. 2. vyd. Praha: East Publishing, ISBN 80-7187-008-0: 25-27.
2. Adámek, Z., 2006: Metodika odběrů a zpracování vzorků makrozoobentosu stojatých vod. Brno: VÚV TGM, 2006. Dostupné z:  
[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled\\_akceptovanych\\_metodik\\_vod/\\$FILE/OV-stojate\\_makrozoobentos-20061001.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/prehled_akceptovanych_metodik_vod/$FILE/OV-stojate_makrozoobentos-20061001.pdf)
3. Adámek, Z., a kol., 2010: Aplikovaná hydrobiologie. České Budějovice: JCU ČB, FROV. 225-229.
4. Armitage, P., D., Cranston, P., S., Pinder, L., C., V., 1995: The Chironomidae: Biology and ecology of nonbiting midges. Chapman & Hall, London: 415-417.
5. Beran, L., 2002: Sborník přírodovědeckého klubu v Uherském Hradišti: Vodní měkkýši České republiky: rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření, ohrožení a ochrana, červený seznam: Přírodovědecký klub v Uherském Hradišti. 34-55.
6. Bitušík, P., 2000: Příručka na určovanie lariiev pakoárov (Diptera: Chironomidae) Slovenska. Technická univerzita ve Zvolenu, Zvolen: 67-71.
7. Borror, D., J., a kol., 1954: An Introduction to the Study of Insect: Fourth edition. the United States of America: 214-234.
8. Brinkhurst, R., a kol., 1979: Aquatic Oligochaete Biology. New York: Plenum Press: 512-521.
9. Brněnská přehrada., 2009: O přehradě [online]. Poslední revize 21.4.2009 [cit. 2012-02-26]. Dostupné z: <<http://brnenskaprehrada.cz>>
10. Broža, V., a kol., 2005: Přehrady Čech, Moravy a Slezska. první. Liberec: KNIHY 555: 47- 48.



11. Buchar, J., 1992: Stručný přehled zoologie bezobratlých. první. Praha: Katedra zoologie PřF UK: 167-187.
12. ČVUT v Praze, Stavební fakulta, katedra Hydrotechniky., 2005: Přehry ČR [online].  
Poslední revize 10.1.2008 [cit. 2012-02-26]. Dostupné z  
<http://www.prehrady.cz/dams/index1.html>
13. Čistá Svratka: Informační bulletin pro širokou veřejnost., 2005: Brno: MAP Česká republika, s. r. o.  
Dostupné z [http://www.cistasvratka.cz/Bulletin\\_veřejnost1.pdf](http://www.cistasvratka.cz/Bulletin_veřejnost1.pdf)
14. Čistá Svratka: Informační bulletin pro odborníky, 2006: Brno, MAP Česká republika, s. r. o.  
Dostupné z: [http://www.cistasvratka.cz/Bulletin\\_odbornici.pdf](http://www.cistasvratka.cz/Bulletin_odbornici.pdf)
15. Dumnicka, E., Galas, J., 2006: Distribution of benthic fauna in relation to environmental conditions in an inundated opencast sulphur mine (Piaseczno reservoir, Southern Poland).  
*Aquatic Ecology* 40: 203-210.
16. Epler, J.H., 2001: Identification Manual for Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. Department of Environment and Natural Resources, Division of Water Quality, Crawfordville: 234-245.
17. Hanel, L., Lusk, S., 2005: Ryby a mihule České republiky. Český svaz ochránců přírody Vlašim, 447 s.
18. Hvizdal, J., Zachařová, J., 2001: Systém provozu monitoringu Zemědělské vodohospodářské správy (ZHVS), metodické zásady: Metodika odběrů vzorků vod a ostatních složek vodního prostředí (organismů, sedimentů). Brno: Zemědělská vodohospodářská správa: 55 s.
19. Kratochvíl, S., 1961: Vodní nádrže a přehrady. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd: 32 s.
20. Lellák, J., 1958: Osídlení a sezónní dynamika zvířeny dna dvou rybníků. *Věstník Československé zoologické společnosti*: 23 s.

21. Lellák, J., 1961: Zur Benthosproduktion und ihrer Dynamik in drei böhmischen Reichen. Verh. Internat. Věřejin. Limnol. 14: 213-219.
22. Linhart, J., 1999: Phytophilus macrofauna in the Stratiotes aloides vegetation of the lake Zukie, Poland. Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Biologica 37 s.
23. Loden, S., M., 1974: Predation by chironomid (Diptera) larvae on oligochaetes. Oceanogr. 19: 156-59.
24. Matěna, J., 1979: Regenerace bentosu po letnění rybníka. Buletin VÚRH Vodňany, 1.
25. Panis, L., I., Godderis, B., Verheyen, R., 1996: On the relationship between vertical microdistribution and adaptations to oxygen stress in littoral Chironomidae (Diptera). Hydrobiologia 318 (1-3): 61-67.
26. Pechlát, J., 2005: Hmyz.net. [online]. [cit. 12.3.2012]. Dostupné z: <http://www.hmyz.net/28dvoukridli.htm>
27. Pinder, L. C. V., 1986: Biology of Freshwater Chironomidae. First Page Image Annual Review of Entomology 31: 1-23.
28. Popp, A., 1995: Changes in benthic community composition in response to reservoir aging. Kluwer Academic: 113-114.
29. Povodí Moravy, 2007: Vodní díla, Brno, [online]. Poslední revize neuváděno [cit. 2012-02-26]. Dostupné z: <<http://pmo.cz>>
30. Rozkošný, R., 1980: Klíč vodních larev hmyzu. Academia, Praha: 120-199.
31. Rozkošný, R., 2007: Diptera...: Příroda České republiky, Průvodce faunou. Academia, Praha: 58-120.
32. Schmitt, L., 1965: The University of Michigan. Crustaceans. The United States of America: The University of Michigan Press: 36-37.

33. Seather, O. A., 2000: Phylogeny of subfamilies of Chironomidae (Diptera). *Systematic Entomology* 25: 393-403.
34. Sukop I., Halouzka J., 1984: Vývoj zoobentosu horní zdrže v letech 1979-1980.: Biologie nově napuštěné nádrže. *Studie ČSAV*: 114-119.
35. Tagliapietra, D., 2012: Saprobity: a unified view of benthic succession models for coastal lagoons. *Marine & Freshwater Biology*: 15-28.
36. Varadinova, E., 2011: Recovering and Succession of the Species Diversity of Macrozoobenthos in Srebarna Biosphere Reserve (North-East Bulgaria). *Acta Zoologica Bulgarica*. 63: 85-95.
37. Zahradník, J., a kol., 2004: Hmyz. Praha: Adventium: 150-249.
38. Zídek, J., 1965: Hydrologické poměry ČSSR 1. vyd. Díl 1. Praha : HMÚ: 414 s.
39. Zpravodaj, 2008: povodí Moravy. Brno: Povodí Moravy s.p.

## 8. Seznam všech použitých zkratek

MRS – Moravský rybářský svaz

VD – Vodní dílo

TBD – Technicko-bezpečnostní dozor

VUT – Vysoké učení technické

ZVHS – Zemědělská vodohospodářská správa

MQ – Minimální průtok

PV – Povodňová vlna

DPMB – Dopravní podnik města Brna

MO – Místní organizace

Qa – Dlouhodobý průměrný roční průtok

Hs – Kóta hladiny stálého nadržení

ČOV – Čistírny odpadních vod

AV ČR – Akademie věd České republiky

ISO – Mezinárodní norma

## 9. Seznam tabulek

- Tab. 1:** Základní hydrologické a technické údaje Brněnské přehrady
- Tab. 2:** Taxonomické zařazení řádu Dvoukřídlí (Diptera)
- Tab. 3:** Taxonomické zařazení řádu jepice
- Tab. 4:** Taxonomické zařazení řádu vážky
- Tab. 5:** Taxonomické zařazení řádu různonožci
- Tab. 6:** Taxonomické zařazení řádu chrostíci
- Tab. 7:** Taxonomické zařazení řádu polokřídlí
- Tab. 8:** Taxonomické zařazení řádu střechatky
- Tab. 9:** Taxonomické zařazení řádu roztoči
- Tab. 10:** Taxonomické zařazení třídy máloštetinatců
- Tab. 11:** Taxonomické zařazení třídy pijavic
- Tab. 12:** Taxonomické zařazení řádu plicnatí
- Tab. 13:** Taxonomické zařazení řádu Caenogastropoda
- Tab. 14:** Taxony determinované ve vzorcích a jejich celková abundance.
- Tab. 16:** Fyzikálně chemické parametry 10.9.2007
- Tab. 17:** Fyzikálně chemické parametry 12.11.2007
- Tab. 18:** Fyzikálně chemické parametry 30.4.2008
- Tab. 19:** Fyzikálně chemické parametry 3.7.2008
- Tab. 20:** Fyzikálně chemické parametry 1.10.2008
- Tab. 21:** Fyzikálně chemické parametry 3.6.2009
- Tab. 22:** Fyzikálně chemické parametry 14.9.2009
- Tab. 23:** Fyzikálně chemické parametry 27.10.2009
- Tab. 24:** Fyzikálně chemické parametry 19.2.2010
- Tab. 25:** Fyzikálně chemické parametry 26.5.2010
- Tab. 26:** Fyzikálně chemické parametry 18.8.2010
- Tab. 27:** Fyzikálně chemické parametry 2.11.2010
- Tab. 28:** Fyzikálně chemické parametry 8.2.2011
- Tab. 29:** Fyzikálně chemické parametry 26.5.2011
- Tab. 30:** Fyzikálně chemické parametry 22.7.2011
- Tab. 31:** Fyzikálně chemické parametry 10.10.2011

## 10. Abstrakt

### Sezónní změny makrozoobentosu Brněnské nádrže v průběhu manipulací s vodní hladinou

Na Brněnské přehradě v současnosti probíhá celá řada opatření zaměřených na celkové ozdravení prostředí s cílem především omezení výskytu sinicových vodních květů. Základním zásahem v tomto směru je snížení vodní hladiny v letech 2009-2010, kdy byla hladina snížena až o 9 m. Tímto zásahem se obnažila většina plochy dna a ve zbývajícím jezeře se zcela změnily kyslíkové poměry.

Cílem mé práce je vyhodnocení změn v makrozoobentosu nádrže v reakci na tyto zásahy a opatření.

Na vybraných profilech nádrže, zvolených s ohledem na stav vodní hladiny a hloubkových poměrů byly sezónně odebírány vzorky makrozoobentosu Ekmanovým drapákem. Vzorky byly odebírány na lokalitách Hráz, Střed, Litorál, Rakovec, Zouvalka, Rokle a Horní vzdutí. Paralelně se vzorkováním byly měřeny i vybrané parametry prostředí (teplota,  $O_2$ ) v epilimniu a hypolimniu.

Odebrané vzorky byly promyty a zakonzervovány k pozdější determinaci a kvantifikaci v laboratoři.

Veškeré odebrané vzorky makrozoobentosu jsem pro přehlednost rozdělil do tří skupin: Chironomidae, Oligochaeta a Ostatní. Výsledkem je grafické znázornění biomasy a density po lokalitách v jednotlivých rocích a jeho diskuze s abiotickými faktory.

**Klíčová slova:** Brněnská přehrada, makrozoobentos, lokality, teplota, koncentrace kyslíku, Chironomidae, Oligochaeta, epilimnium, hypolimnium

## 11. Abstract

### **Seasonal changes in macrozoobenthos of the Brno reservoir during water level manipulation**

There is a number of measures, which have been currently performed on the Brno Reservoir, with the aim at the recovery of the environment health and at the reduction of incidence of cyanobacterial water blooms. The main intervention in this efforts was the decrease of water level in 2009-2010, when the level was reduced by up to 9 m. This intervention resulted in drying of the uncovered area of the littoral bottom and in completely changed oxygen conditions in the remaining lake.

The objective of my work is to evaluate changes in benthic macroinvertebrate assemblage in response to these interventions and measures.

On the sites of the reservoir, selected with respect to water levels and in-depth ratios, macroinvertebrates were seasonally sampled by the Ekman grab and kick-off approach in deep muddy sites and in the littoral zone, respectively. Samples were collected at the “Hráz”, “Střed”, “Litorál”, “Rakovec”, “Zouvalka”, “Rokle” and “Horní vzdutí”. In parallel with sampling selected environmental parameters (temperature, O<sub>2</sub>) in epilimnium hypolimnium were measured.

The samples were washed and conserved for later determination and quantification in the laboratory.

All macroinvertebrate samples were divided into three groups: Chironomidae, Oligochaeta and Others. The result are presented in a graphical form as the biomass and density on different sites according to the years preceding the reservoir draining, during the water level decline and afterwards and discussed in association with certain abiotic factors.

**Keywords:** Brno Reservoir, macroinvertebrate location, temperature, oxygen concentration, Chironomidae, Oligochaeta, epilimnium, hypolimnium