

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta pedagogická

Bakalářská práce

**SOUČASNÝ STAV POPULACE MLŽŮ (BIVALVIA,
UNIODAE) VE DVOU RYBNÍCÍCH: VELKÝ BOLE-
VECKÝ RYBNÍK, TŘEMOŠENSKÝ RYBNÍK**

Miriam Jandáková

Plzeň 2012

Poděkování

Děkuji těm, kteří se podíleli na tvorbě této bakalářské práce, zejména pak Jindřichu Durasovi za čas, který mu nebylo škoda obětovat na práci v terénu, objemné plíce při potápění, pozitivní přístup a nadšení do práce a také za poznatky, informace a připomínky. Nemohu opomenout ani Pavla Vlacha, kterému děkuji za statistická vyhodnocení a celkovou podporu při zpracování dat a psaní, neboť bez něj by tato práce vypadala jinak a nebyla by mi takovým přínosem. V neposlední řadě děkuji Bohu a panu Kollerovi.

Obsah

1	Úvod.....	5
1.1	Obsah a cíle práce	6
2	Metodika.....	8
2.1	Popis lokality.....	10
2.1.1	Velký Bolevecký rybník.....	10
2.1.2	Třemošenský rybník	11
2.2	Determinace mlžů.....	12
2.3	Měření.....	12
2.4	Hodnocení dat.....	13
2.4.1	Preference mikrohabitatů.....	13
2.4.2	Statistické analýzy.....	14
3	Výsledky.....	16
3.1	Odhad početnosti	17
3.2	Meristické znaky.....	18
3.3	Délková struktura	20
3.4	Preference mikrohabitatů.....	25
4	Diskuze	30
5	Závěr	34
6	Seznam literatury.....	35
7	Summary.....	40

1 Úvod

Sladká voda je v naší krajině nepostradatelná a zapojuje se do bezpočtu koloběhů, vazeb a plní nepočítatelně mnoho funkcí. Dlouhá léta v minulém režimu nebyla sladkovodním ekosystémům věnována patřičná pozornost, neboť cílem člověka nebylo jim rozumět, ale pouze je využívat. V dnešní době se tyto tendence vyrovnaly a s krajinou, včetně vodních ekosystémů, se zachází o něco citlivěji. Také je zde potřeba získávat nové poznatky o jednotlivých součástech ekosystému, neboť teprve poté bude možné jim porozumět jako celku.

Mlži jsou významnou a mnohdy nedoceněnou skupinou živočichů, která má své jednoznačné místo ve vodních ekosystémech, ať už sladkovodních, nebo mořských (Bayne, 1976). Skupina sama o sobě je velmi variabilní a jednotlivé druhy mají rozdílné nároky a životní strategie. Role v ekosystému mohou být také různé. Dospělci, většinou volně ležící na dně, se živí filtrací planktonu z vody. Husté populace filtrujících mlžů mohou mít signifikantní vliv na fytoplankton v dané lokalitě (Jørgensen, 1990; Hwang a kol., 2011). Protože denně přefiltrují několik desítek litrů vody, v jejich těle se velmi často kumulují látky přítomné ve vodě, a to v mnohonásobných koncentracích (Englund a Heino, 1994). Výskyt a kvalita populací různých druhů mlžů vypovídá mnohé o jakosti vody (Douda, 2009), ale zejména o kvalitě prostředí v širším slova smyslu. Data z této oblasti z posledních let však nejsou příliš pozitivní a mlži dříve běžní a hojní z naší krajiny mizí (Douda a Beran, 2009a).

Mlži jsou vnímáni nejen pozitivně jako filtrátoři, ale mají významnou roli také jako parazité. Vývojová stádia sladkovodních mlžů zvaná glochidia jsou častými parazity na ploutvích, či žábrách různých druhů ryb. O glochidiích, jejich distribuci a vlivu na ryby bylo napsáno několik publikací (Neves a Widlak, 1988; Watters a O'dee, 1998; Blažek a Gelnar, 2006).

Mladí jedinci mlžů mají význam jako potrava některých ryb (Negus, 1966; Lellák a Kubíček, 1992) a všechny druhy slouží také jako bioindikátory určitých podmínek (Englund a Heino, 1996; Douda, 2007).

Základní informace o našich měkkýších přináší práce Pflieger (1988) a Beran (1998), ekologií měkkýšů se zabýval např. Lellák (1982) a Dillon (2000). Mezi literaturou zabývající se měkkýši dominují inventarizace na konkrétním území bez hlubšího popisu

vztahů a souvislostí (Beran, 2007; Beran, 2008b; Bogusch a kol., 2008). Preference mikrohabitátů, resp. preferovaných substrátů se zabývalo jen několik prací, především však experimentálního charakteru v laboratorním prostředí (Huener, 1987). Oproti tomu téma růstu různých druhů mlžů bylo zpracováno řadou našich i zahraničních autorů (Negus, 1966; Haukioja a Hakala, 1978; Downing a kol., 1992a; Douda, 2007; Başçınar a kol., 2009). V rámci této práce byl založen experiment na zjištění pravidelného přírůstku v přirozeném prostředí, který bude probíhat minimálně do roku 2014.

V poslední době je velká pozornost věnována také invazním druhům, např. slávičce mnohotvárné (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)). Ta je původní v deltách řek ústících do Černého a Kaspického moře. O tomto mlži, který silně konkuruje ostatním filtrujícím měkkýšům (Dillon, 2000), jsou dostupné mnohé publikace s různým zaměřením od autorů z různých částí světa (Burlakova a kol., 2000; Millane a kol., 2008) a taktéž z ČR (Tošenovský a kol., 2008). Dalším často sledovaným druhem je škeble asijská (*Sinanodonta woodiana* (Lea 1834)). Sleduje se jak rozšíření, tak vliv výskytu toho druhu na původní mlže (Beran, 2008a; Kim a kol., 2011).

1.1 Obsah a cíle práce

Výzkum v rámci předkládané bakalářské práce byl prováděn na dvou rybnících (Velký Bolevecký rybník a Třemošenský rybník) ze soustavy Boleveckých rybníků, na kterých zároveň probíhal monitoring vodních makrofyt, planktonu a chemismu vody. Velký Bolevecký rybník je významná rekreační lokalita pro celou plzeňskou aglomeraci a v okolí Plzně není jiná takto hojně využívaná vodní plocha. V minulosti však byly velké problémy s kvalitou vody, zejména s velkým množstvím řas a sinic. Proto byla zahájena biomanipulace s cílem snížit množství fosforu ve vodě. (Duras, 2006)

Oproti Velkému Boleveckému rybníku je Třemošenský rybník k rekreaci poměrně málo využívaný, ačkoli kvalita vody je velmi dobrá téměř po celou sezónu a je zde významná biomasa vodních makrofyt. Biomanipulace zde také probíhala, avšak bez aplikací chemických látek. Výsledky výzkumu z obou lokalit budou v rámci této práce porovnány.

Tato práce se blíže věnuje třem druhům z čeledi Unionidae, které byly nalezeny v soustavě Boleveckých rybníků v Plzni. Konkrétně škeble říční (*Anodonta anatina* (Linnaeus 1758)), škeble rybníčná (*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)) a velevrub nadmutý (*Unio tumidus* (Linnaeus, 1758)). Všechny tři druhy jsou na našem území pů-

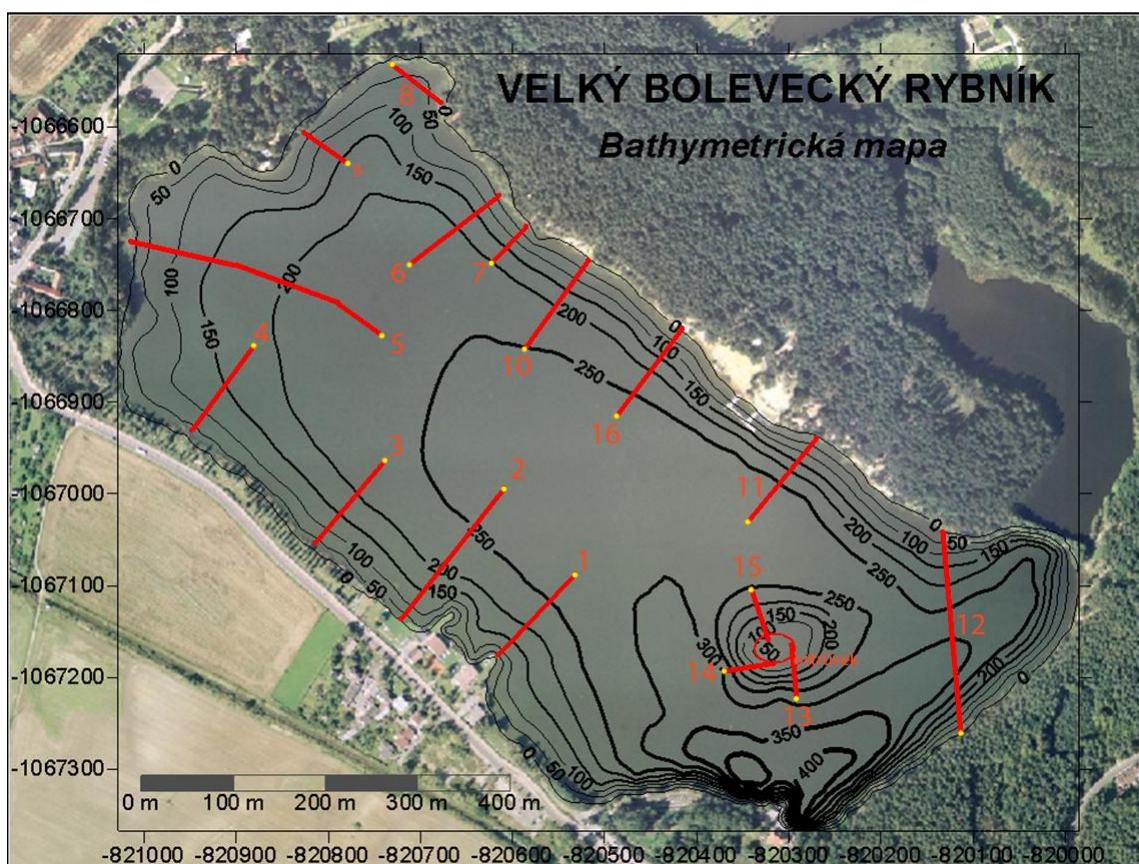
vodní. *Anodonta anatina* se vyskytuje poměrně hojně, *Unio tumidus* je na většině území silně ustupující, nebo již vyhynulý druh. Hojnější je pouze v některých oblastech jižních Čech a jižní Moravy (Beran, 1998). Z hlediska ochrany přírody je *Unio tumidus* veden jako zvláště chráněný druh v kategorii kriticky ohrožený (KO). *Anodonta anatina* není zařazena mezi zvláště chráněné druhy a *Anodonta cygnea* patří dle vyhlášky 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb. mezi druhy silně ohrožené.

Cílem této studie na Velkém Boleveckém rybníku a Třemošenském rybníku bylo zjistit:

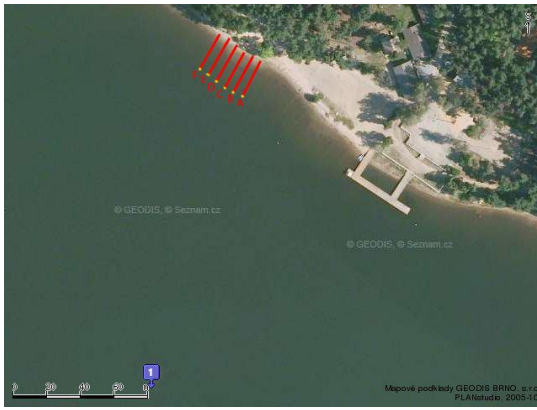
- druhy mlžů, které se v daných lokalitách vyskytují,
- současný stav jejich populací, hustotu a délkovou strukturu,
- meristické znaky populací mlžů na těchto rybnících,
- druhové (rodové) preference substrátu, hloubky a vzdálenosti od břehu,
- a porovnat stav mlžů mezi sledovanými rybníky.

2 Metodika

Na lokalitách Velkého Boleveckého rybníka a Třemošenského rybníka byla použita shodná metoda sběru mlžů. Pomocí 55 metrů dlouhého zatíženého provazu s vyznačenými délkami po 5 metrech byl vyznačen transekt, který měl počátek u břehu. Hmatem byl při potápění na nádech prozkoumán úsek v celkové šířce 45 cm a délce dle délky transektu. Při nálezů mlže byla z lodi změřena hloubka, vzdálenost od břehu zjištěná dle značení na provazu, a rozměry a taxon mlže. Následně byl mlž vhozen zpět do míst, která již byla zmapována, aby se nestalo, že by některý mlž byl nalezen opakovaně. Na Velkém Boleveckém rybníce bylo prohledáno 16 transektů po obvodu rybníka a na ostrůvku o různých délkách 55-275 m (viz obrázek č. 1.) a 12 transektů v litorálu o délce 10-25 m (obr. č. 2-5). Celková plocha všech transektů na Velkém Boleveckém rybníku byla 1086 m². Na Třemošenském rybníku byly prozkoumány 4 transekty (obr. č. 6) o celkové ploše 247,5 m². Sběr byl prováděn v období od července do září 2010.



Obr. 1. Bathymetrická mapa Velkého Boleveckého rybníka s vyznačenými odběrovými transekty (1-16).



Obr. 2-5. Transekty (A-K) v litorálu Velkého Boleveckého rybníka.



Obr. 6. Transekty (1-4) na Třemošenském rybníku.

2.1 Popis lokality

Třemošenský i Velký bolevecký rybník jsou součástí soustavy Boleveckých rybníků na severovýchodním okraji Plzně. Tato rybníční soustava byla vybudována kolem roku 1450.

2.1.1 Velký Bolevecký rybník

Velký Bolevecký rybník byl vybudován jako poslední a největší rybník z celé soustavy. Po celou svoji existenci měl Bolevecký rybník velký význam nejen hospodářský (chov ryb, zdroj ledu pro pivovary), ale také společenský a rekreační. V současnosti je rybník využíván k rekreaci koupáním, chytání ryb, jachtingu a jeho blízké okolí je vyhledáváno pro každodenní pobyt v přírodě.

Rybník má miskovitý tvar, břehy spadají poměrně strmě na ploché dno. Jsou zde přirozené písčité pláže. Rozloha rybníka je 43 ha, objem 860 tis. m³, průměrná hloubka 2 m a maximální hloubka při plném nadržení je 5,5 m. Hloubka nad 5 m je však jen na malé plošce v okolí požeráku. Jediný přítok vody je v současnosti realizován rourami z Malého Boleveckého rybníka. Odtok je možný přelivem, ale pouze ve velmi vodných obdobích hladina stoupne tak vysoko. Odtok požerákem není možný pro špatný technický stav výpustního zařízení, většinu času ale voda z rybníka neodtéká a přítok je kompenzován výparem a zřejmě též infiltrací do vod podzemních. (Duras, 2006)

Rybník se v současnosti nevypouští, právě kvůli málo vodnému přítoku by jeho opětovné napuštění trvalo několik let (rybník byl naposledy vypuštěn v roce 1964 a jeho napuštění trvalo 4 roky).

Protože rybník je poměrně mělký a jeho hladina je hodně exponována větru, za větrného počasí je také dno ovlivňováno vlnami. Tím je udržován písčité charakter (až tvrdé dno) habitatů v mělkých partiích, zejména při návětrném severozápadním břehu a v oblasti ostrůvku. Působením vln dochází také k resuspencím sedimentů a tvorbě zřetelného zákalu. Podrobný průzkum sedimentu byl proveden v roce 2003 (Duras, 2003). Sediment v rybníku je rozložen nerovnoměrně právě vlivem činnosti vln.

Voda je středně mineralizovaná (konduktivita kolem 35 mS.m⁻¹), středně tvrdá (celková tvrdost 1,2-1,3 mmol.l⁻¹, Ca 32-35 mg.l⁻¹, Mg kolem 10 mg.l⁻¹). Minerální látky rozpuštěné ve vodě jsou důležité pro mlže při stavbě schránky.

2.1.1.1 Biomanipulace

Od roku 2005 probíhal na Velkém Boleveckém rybníku projekt, který si kladl za cíl zlepšení kvality vody pro všechny rekreační účely zejména pro koupání. Klíčové bylo omezení dostupnosti fosforu pro růst fytoplanktonu. Vzhledem k nízkému přítoku nebylo nutné řešit znečištění v povodí, ale pozornost byla zaměřena přímo na koloběh živin v rámci rybníka.

Principem navrhovaného projektu bylo převést Bolevecký rybník fungující dlouhodobě jako typický stabilní pelagický systém do druhého možného stabilního stavu – do tzv. systému litorálního. K tomuto cíli se mělo dojít pomocí několika opatření a zákroků. V první řadě šlo o regulaci stavu rybí obsádky. Výrazné posílení pozice různých druhů dravců v rybí obsádce, kteří budou udržovat trvale nízký stav kaprovitých ryb. Dále byla vysazována vodní makrofyta, která jsou konkurencí pro sinice. Pro fixaci fosforu v sedimentu byly pravidelně aplikovány Al koagulanty - síran hlinitý 50% roztok v roce 2006 a přípravek PAX-18 (polyaluminumchlorid) v letech 2007-2010. (Duras a Dziaman, 2010).

K přeměně typu ekosystému došlo po třech letech od počátku projektu, tedy v roce 2008. Stav byl méně intenzivními zásahy v letech 2009-2010 upevňován, aby se vytvořily potřebné rovnováhy a ekosystém se už nevracel zpátky. Biomasa kaprů, plotic a cejnů poklesla zhruba o 95 %, obsah živin se snížil na třetinu, průhlednost vody se zvýšila téměř na trojnásobek a biomasa fytoplanktonu se snížila zhruba o 80 %. Počet buněk hygienicky rizikových sinic poklesl skoro stokrát. Od roku 2007 postupně expandují porosty *Eleocharis acicularis*, zejména na lokalitách s tvrdým dnem, nebo na písčitých úsecích. V roce 2011 však došlo k výrazné expanzi vodních makrofyt, zvláště vodního moru (*Elodea canadensis*) a stolítku klasnatého (*Myriophyllum spicatum*). Situace se v současné době řeší a s nejvyšší pravděpodobností se bude stav makrofyt pravidelně udržovat kosením pomocí žacího plavidla harvester (Duras, 2011).

2.1.2 Třemošenský rybník

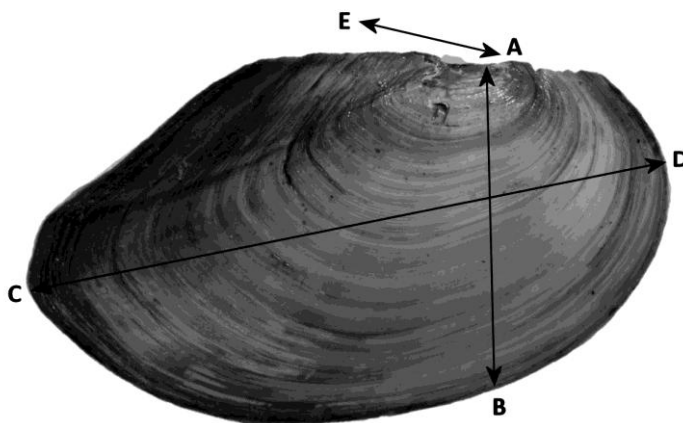
V soustavě Boleveckých rybníků se nachází výš než Velký Bolevecký rybník. Byl založen v roce 1734 a svou rozlohou 4,2 ha i objemem 58 tis. m³ je daleko menší. Průměrná hloubka je 1,4 m a maximální hloubka 3,5 m, teoretická doba zdržení vody je 1 rok. Rybník je napájen ze dvou zdrojů. Jedním z nich je Bolevecký potok a druhým bezejmenný levobřežní přítok pramenící v rašeliništi přírodní rezervace Kamenný rybník. (Duras, 2010)

Do r. 2003 byl Třemošenský rybník využíván jako chovný rybník k produkci tržního kapra. V současnosti rybník slouží k rekreačním účelům a pro dobrou kvalitu vody je mezi obyvateli stále oblíbenější, i když zde není mnoho vhodných přístupových míst.

Třemošenský rybník má nyní trvale nízkou rybí obsádku a s tím souvisí i bohatá vodní vegetace. Ta se od roku 2009 reguluje kosením. Vegetace zde je patrovitá a druhově poměrně rozmanitá. Koseny jsou nejrychleji rostoucí a nejvyšší rostliny (*Myriophyllum spicatum*). Tím jsou vytvářeny nejen dobré světelné podmínky pro nižší patra rostlin, která jsou důležitá pro kvalitu vody, ale i prostor pro rekreační plavce, kterým stolístek dorůstající k hladině obvykle nevyhovuje. Kosení probíhá 3× - 4× za sezónu a rostlinná biomasa je odvážena ke kompostování (Duras, 2011).

2.2 Determinace mlžů

Sebraní jedinci byli určováni přímo v terénu dle poznatků z dostupné literatury (Pfleger, 1988; Beran, 1998). Celkem 15 jedinců různých druhů i velikostí sebraných na obou lokalitách bylo usmrceno ve vroucí vodě a lastury byly následně poslány na determinaci. Mlže určil Ing. Karel DOUDA, Ph.D.



Obr. 7. Měřené meristické znaky na lastuře mlže

2.3 Měření

Rozměry mlžů byly zjišťovány v terénu měřením posuvným měřítkem s přesností na desetinu milimetru dle metodiky z morfometrické studie (Bura a kol., 2011). Pro získání velikostních poměrů byly u 89 jedinců z Velkého Boleveckého rybníka a u 25 jedinců

z Třemošenského rybníka měřeny 3 údaje (viz obr. č 7): výška (A-B) délka (C-D) a šířka (A-E). U zbývajících sebraných mlžů již byla zjišťována pouze délka (C-D).

2.4 Hodnocení dat

Kromě údajů o hloubce, vzdálenosti od břehu a rozměrů a taxonu mlžů byl zaznamenáván charakter dna (bahno mělké (mocnost 1-5 cm), bahno hluboké, písek, tvrdé dno), přítomnost a typ vegetace (*Eleocharis acicularis.*, *Myriophyllum spicatum*, ostatní blíže nerozlišená vegetace) v místě výskytu mlže. Zaznamenávána byla také větší přítomnost bentické sinice *Aphanothece stagnina*.

Byl proveden odhad početnosti jednotlivých druhů (rodů) mlžů na sledovaných lokalitách. V Boleveckém rybníku byly odhady provedeny dvěma metodami:

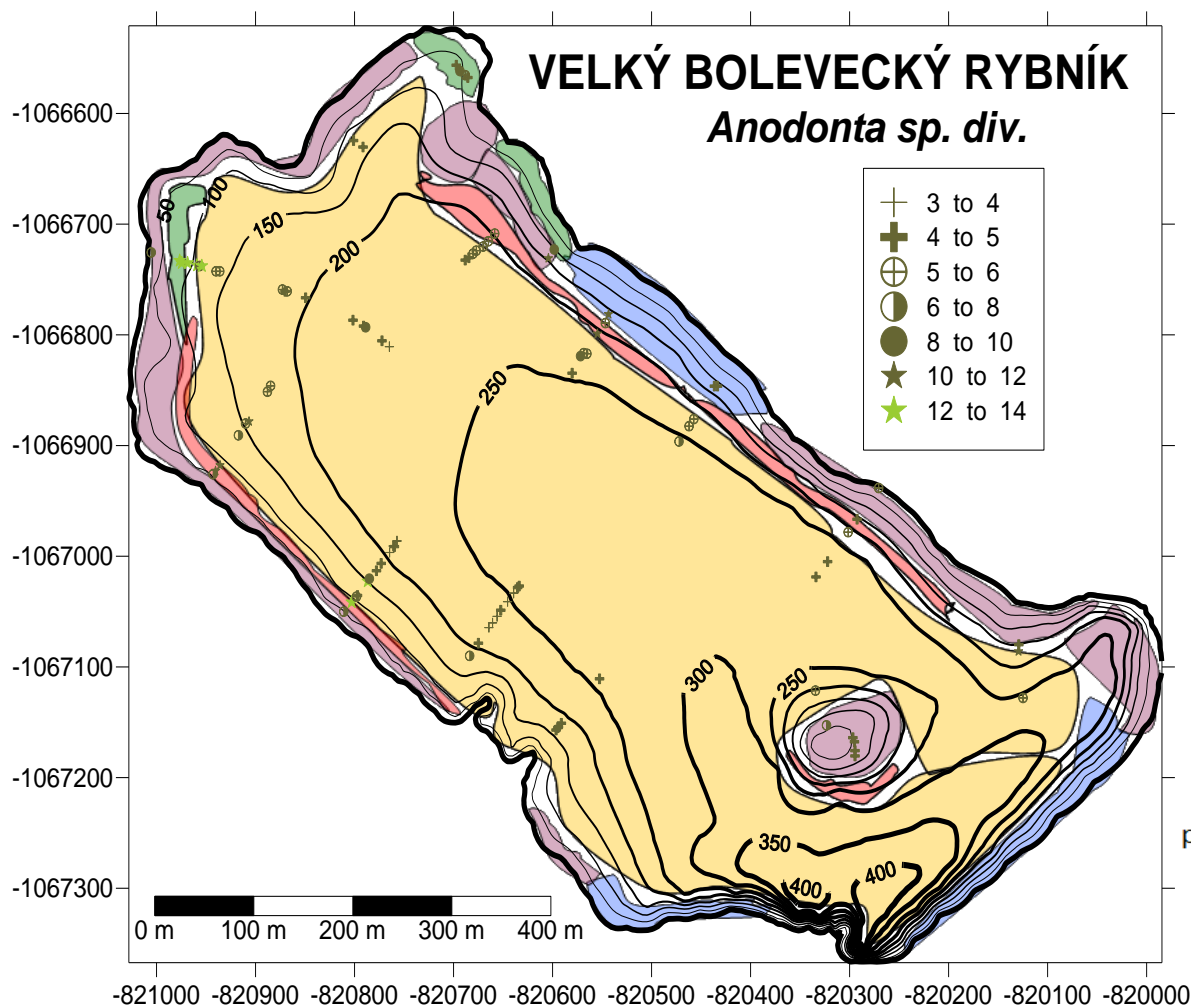
1. Relativní počet mlžů na plochu sledovaných transektů (tj. počet zjištěných mlžů na plochu všech transektů) byl převeden na 1 ha plochy.
2. Plocha rybníka byla rozdělena na úseky odpovídající typu substrátu. Pro každý typ substrátu byl vypočten odhad početnosti obou rodů a následně byl proveden vážený průměr dle podílu jednotlivých substrátů na celkové ploše.

Odchycení mlži byli rozděleni do délkových kategorií a délková struktura byla porovnáována mezi lokalitami.

Dále byly z dat o délce, šířce a výšce lastury vypočteny délko-šířkové a délko-výškové vztahy pro jednotlivé druhy (resp. rody) na obou lokalitách.

2.4.1 Preference mikrohabitatů

reference mikrohabitatů byla zjišťována pouze na Velkém Boleveckém rybníce. Trasekty byly rozděleny po deseti metrech a na každém takovémto úseku byl zjištěn typ substrátu a přítomnost vegetace (viz Obr. 8).



Obr. 8. Distribuce různých substrátů na Velkém Boleveckém rybníku v roce 2010.

2.4.2 Statistické analýzy

Vztahy mezi délkou a šířkou a délkou a výškou byly hodnoceny pomocí lineární regrese (Pearsonův regresní koeficient, respektive koeficient determinace). Pomocí t-testu byla také porovnávána data pro jednotlivé druhy pro sledované lokality.

Ulovení mlži byli rozděleni do délkových kategorií po 10 mm. Normalita vzorku byla testována pomocí Kolmogorova – Smirnonova testu. Délkové struktury jednotlivých druhů byly porovnávány pomocí ANOVY (resp. Kruskal – Wallis ANOVY v případě

vzorků s porušenou normalitou), rozdíly mezi lokalitami potom pomocí Tukey – Kramerova testu (reps. Kruskal – Wallis Post Hoc testu).

Preference mikrohabitátů byly hodnoceny pomocí indexu elektivity, jako rozdíl mezi očekávanou frekvencí a zjištěnou frekvencí výskytu na habitatu s daným parametrem. Tyto rozdíly byly porovnány prostřednictvím X^2 testu.

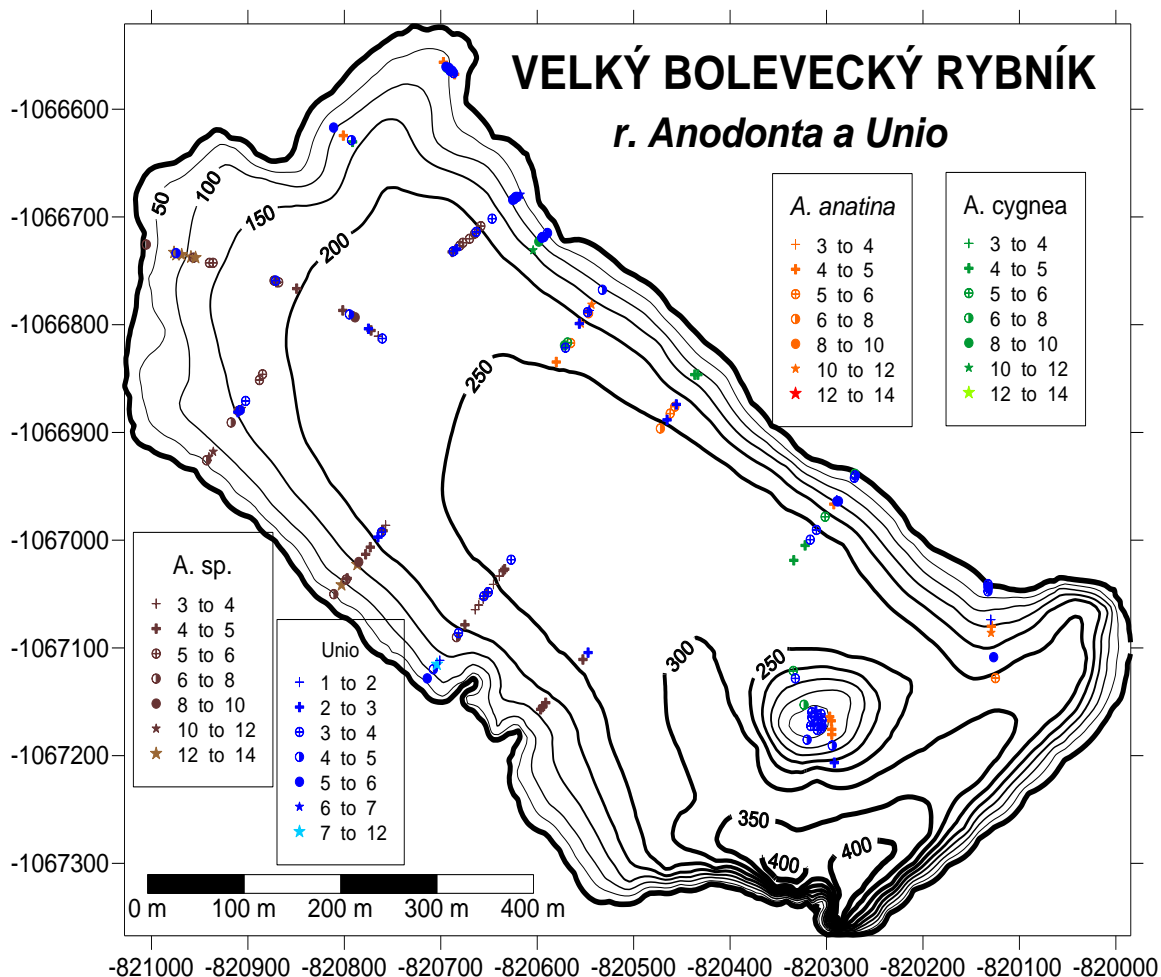
Preference mikrohabitu byly také hodnoceny pomocí mnohorozměrných analýz. Byla vybrána redundantní analýza (Tulp a kol.). Nejprve byla vytvořena korelační matrice mezi hodnocenými proměnnými. Na základě zjištěných korelací byl z další analýzy vyřazen parametr vzdálenost od břehu, který signifikantně koreloval s parametrem hloubka (Pearsonův korelační koeficient). Matrice tvořená parametry prostředí byla porovnávána s matricí tvořenou početnostmi jednotlivých druhů zjištěných na desetimetrových úsecích. Data byla nejdříve hodnocena pomocí PCA (principal correspondence analysis) ve snaze zjistit délku gradientu. Byla zjištěna hodnota 1,4, tedy hodnota nižší než 3, což je rozhodující kritérium opravňující použít lineární ordinační analýzu místo unimodální ordinační analýzy (CCA)(Ter Braak a Šmilauer, 1998). Signifikance výsledného modelu byla testována pomocí randomizačního Monte-Carlo testu s využitím 499 permutací.

Všechny testy byly provedeny na 5% hladině významnosti.

Statistické analýzy byly prováděny pomocí NCSS 2007. Mnohorozměrné ordinační analýzy byly prováděny pomocí software Canoco 4.5 a vizualizace modelu byla provedena pomocí grafické nadstavby CanoDraw 4.0.

3 Výsledky

Na lokalitě Velký Bolevecký rybník bylo v 16 transektech nalezeno celkem 161 mlžů. Z toho bylo 66 velevrubů nadmutých (*Unio tumidus*) a 95 škeblí (*Anodonta sp.*). Z 95 jedinců rodu *Anodonta* bylo 34 určeno do druhu a to 20 jako *Anodonta anatina* a 14 jako *A. cygnea*. Distribuce jedinců v rámci transektů je patrná z Obr. 9., kde jsou vyznačené i přibližné velikosti mlžů. Dalších 54 velevrubů bylo nalezeno v 12 transektech litorálu (Obr. 2-5) a dalších 14 na ostrůvku mimo vyznačené transekty. V transektech litorálu byli nalezeni také 4 jedinci rodu *Anodonta*. Celkový počet jedinců na lezených ve Velkém Boleveckém rybníku tedy byl 233, z toho 134 rodu *Unio* a 99 rodu *Anodonta*.



Obr. 9. Distribuce mlžů ve Velkém Boleveckém rybníku (vyjma transektů v litorálu).

Lokalita Třemošenský rybník byla mapována 4 transektu (Obr. 6) ve kterých bylo nalezeno celkem 81 mlžů rodu *Anodonta*. Zástupci rodu *Unio* na této lokalitě nalezeni nebyli. Z následující tabulky lze vyčíst podrobnosti k nálezům na této lokalitě.

Tabulka 1. Nálezy na Třemošenském rybníku v rámci jednotlivých transektů s hloubkovým rozmezím těchto nálezů.

transekt	délka transektu	počet jedinců	hloubkové rozmezí nálezů
1	55	25	1,85-2,6 m
2	55	14	2-2,5 m
3	110	22	1,3-2,4 m
4	55	20	1,85-2,9 m

3.1 Odhad početnosti

Byl proveden odhad početnosti mlžů rodů *Anodonta* a *Unio*.

Odhady byly nezávisle provedeny dvěma metodami:

Relativní počet zjištěných mlžů na plochu sledovaných transektů byl převeden na 1 ha plochy. Pro Velký Bolevecký rybník byla zjištěná početnost u rodu *Unio* sp. – 922 j.ha⁻¹ a u rodu *Anodonta* 1199 j.ha⁻¹. Ve Třemošenském rybníku se byli zjištěni pouze zástupci rodu *Anodonta* (5589 j.ha⁻¹.)

Plocha Velkého Boleveckého rybníka byla rozdělena na úseky odpovídající typu substrátu. Pro každý typ substrátu byl vypočten odhad početnosti obou rodů a následně byl proveden vážený průměr dle podílu jednotlivých substrátů na celkové ploše. Všechny skutečnosti jsou patrné z následující tabulky č 2. *Unio* sp. – 890 j.ha⁻¹, *Anodonta* sp. 1141 j.ha⁻¹

Tabulka 2. Nález z Velkého Boleveckého rybníka a hustota hodnocená dle jednotlivých substrátů.

substrát	ploch v transektech	podíl substrátu	absolutně		relativně		na plochu	
			<i>Unio</i> sp.	<i>Anodonta</i> sp.	<i>Unio</i> sp.	<i>Anodonta</i> sp.	<i>Unio</i> sp.	<i>Anodonta</i> sp.
hluboké bahno	115	69%	31	70	599	1353	414	934
tvrdé dno	12	7%	10	1	1852	185	129	13
<i>Eleocharis</i>	9	3%	11	4	2716	988	73	27
písek	90	15%	52	24	1284	593	198	92
bahno	34	6%	20	20	1307	1307	76	76
Celkem							890	1141

3.2 Meristické znaky

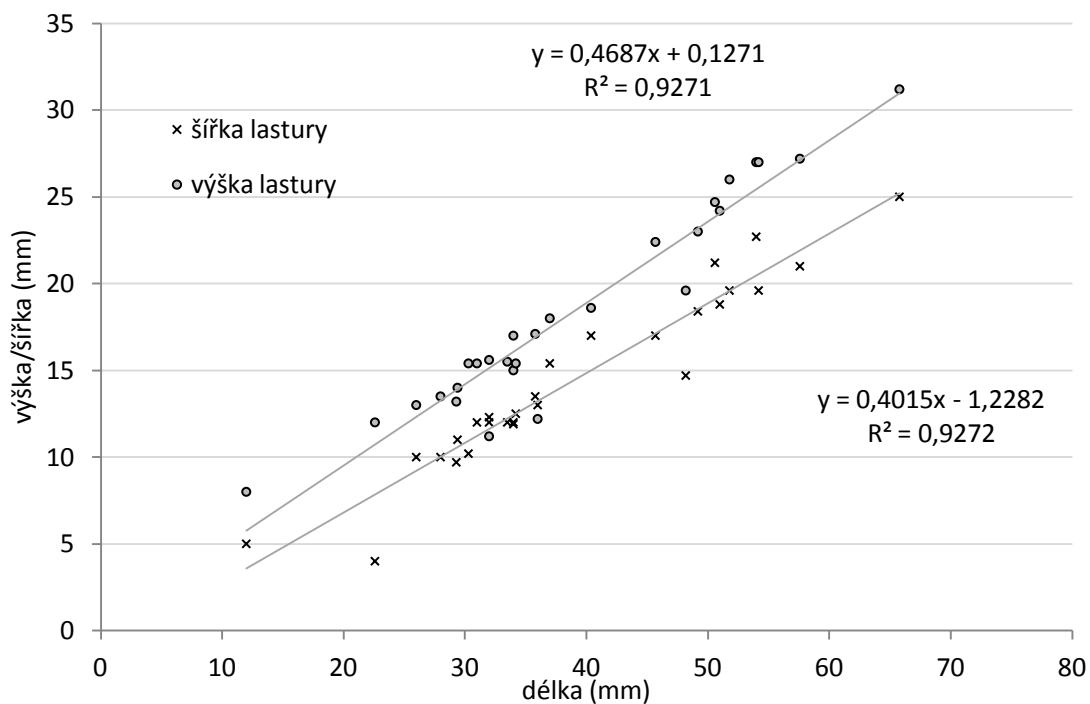
Pro určení velikostních poměrů byly u 89 mlžů z Velkého Boleveckého rybníka a u 25 jedinců z rybníka Třemošenského měřeny tři rozměry (délka, výška a šířka).

Vztah mezi délkou a šířkou lastury velebruba nadmutého (Graf 1.) lze popsat pomocí vztahu $\text{šířka} = 0,4015 \times \text{délka} - 1,2282$ ($R^2 = 0,93$) a vztah mezi délkou a výškou lastury u téhož druhu vztahem $\text{výška} = 0,4687 \times \text{délka} + 0,1271$ ($R^2 = 0,93$).

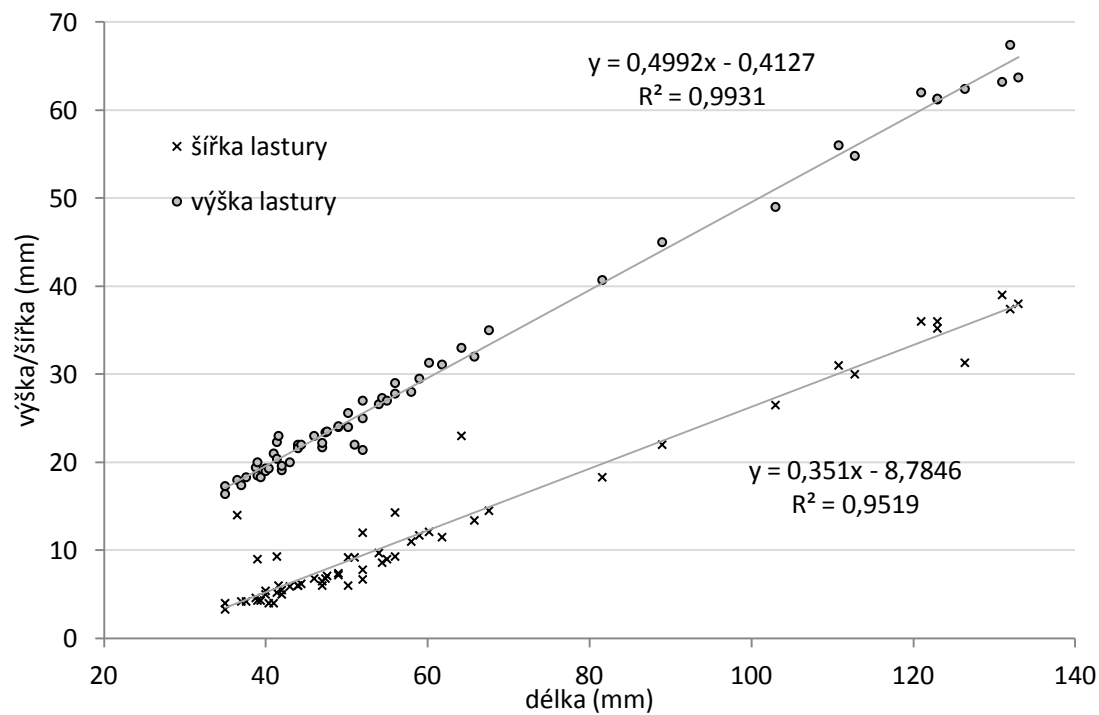
Vztah mezi délkou a šířkou lastury škeble z Velkého Boleveckého rybníku (Graf 2.) je vyjádřen vztahem $\text{šířka} = 0,351 \times \text{délka} - 8,7846$ ($R^2 = 0,93$), taktéž vztah mezi délkou a výškou je vztahem $\text{výška} = 0,4992 \times \text{délka} + 0,4127$ ($R^2 = 0,99$).

Vztah mezi délkou a šířkou lastury škeble z Třemošenského rybníku (Graf 3.) je popsán vztahem $\text{šířka} = 0,3776 \times \text{délka} - 10,341$ ($R^2 = 0,96$) a vztah mezi délkou a výškou pak vztahem $\text{výška} = 0,4506 \times \text{délka} + 2,8277$ ($R^2 = 0,92$).

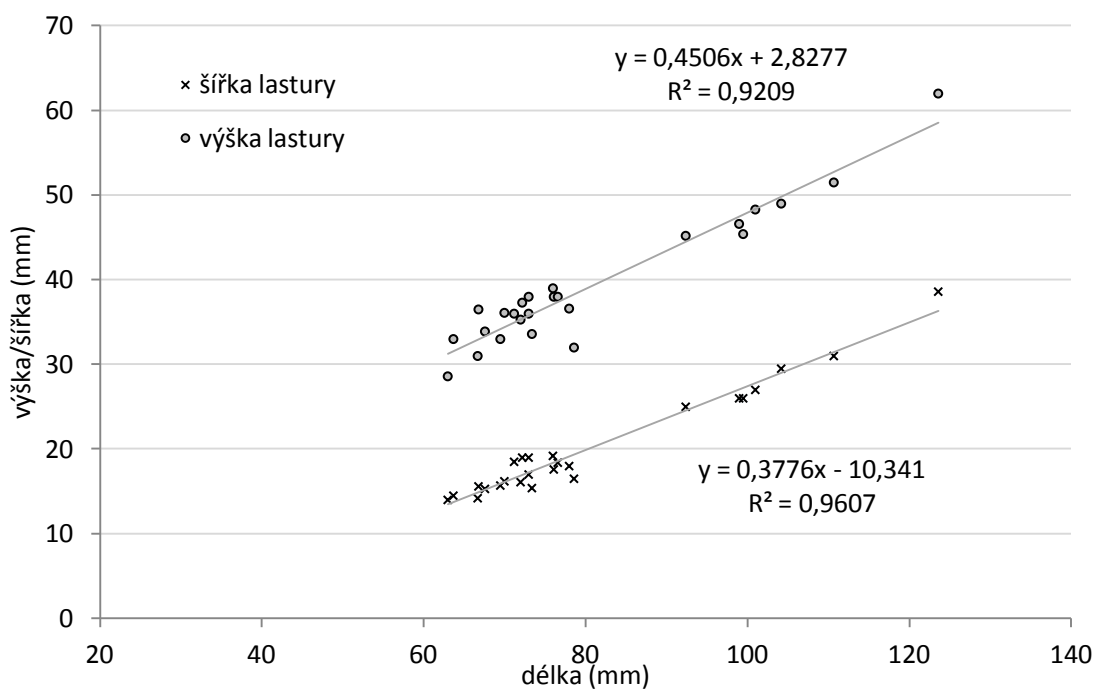
Vztah mezi délkou a výškou škeblí z Třemošenského rybníku a Velkého Boleveckého rybníku se signifikantně neliší ($t = 0,13$, $P = 0,87$) stejně jako vztah mezi délkou a šířkou lastur ($t = 0,25$, $P = 0,80$).



Graf 1: Vztah mezi délkou a výškou a délkou a šířkou lastury velevruba nadmutého (*Unio tumidus*) ve Velkém Boleveckém rybníku.



Graf 2: Vztah mezi délkou a výškou a délkou a šířkou lastury škeble (*Anodonta sp.*) ve Velkém Boleveckém rybníku



Graf 3: Vztah mezi délkou a výškou a délkou a šířkou lastury škeble (*Anodonta sp.*) v Třemošenském rybníku

3.3 Délková struktura

Na obou lokalitách byla hodnocena délková struktura nalezeného vzorku mlžů. Tabulka č. 3 nabízí celkový přehled zjištěných údajů týkajících se populací všech tří druhů na obou sledovaných lokalitách.

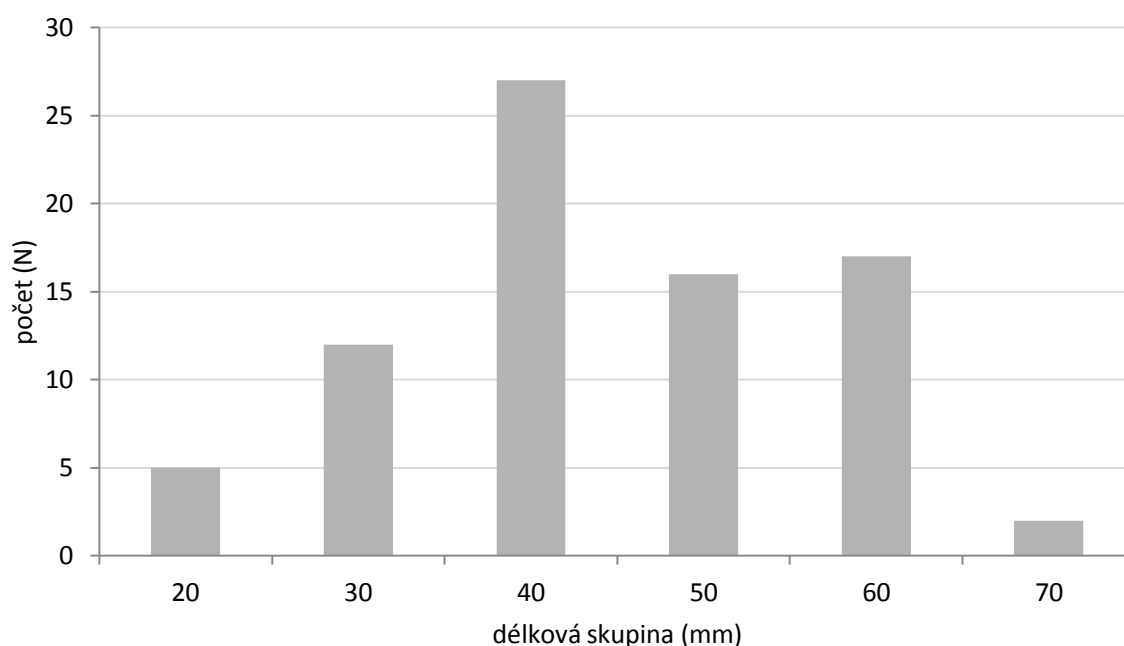
Průměrná délka *U. tumidus* dosáhla hodnoty 39,5 mm (SD = 11,69), přičemž velikost jedinců se pohybovala mezi 12,0- 65,8 mm. Průměrná délka druhu *A. anatina* na lokalitě Velký Bolevecký rybník byla 58,4 mm (SD = 22,58), minimální a maximální zjištěná délka byla 41 mm a 118,2 mm, u druhu *A. cygnea* jsou pak zmíněné hodnoty 63,1 mm (SD = 21,82), 41,1 mm a 102,4 mm. Z důvodu mylného předpokladu, že se na Velkém Boleveckém rybníku vyskytuje pouze *A. anatina* nebyli zprvu jedinci škeblí určováni do druhu. Teprve po zjištění, že na lokalitě jsou prokazatelně také zástupci *A. cygnea*, byli všichni mlži rodu *Anodonta* určováni i do druhu. Proto jsou v tabulce uvedeny také údaje pro skupinu *Anodonta sp.* u níž byl velikostní průměr 60,9 mm (SD = 26,86) a rozmezí 35-133 mm.

Anodonta anatina z Třemošenského rybníka dosahovaly průměrné délky lastur 82,9 mm (SD = 15,90), rozmezí velikostí zde nalezených mlžů bylo 38-123 mm.

Tabulka č. 3. Údaje o velikosti nalezených mlžů z lokalit Velký Bolevecký rybník a Třemošenský rybník.

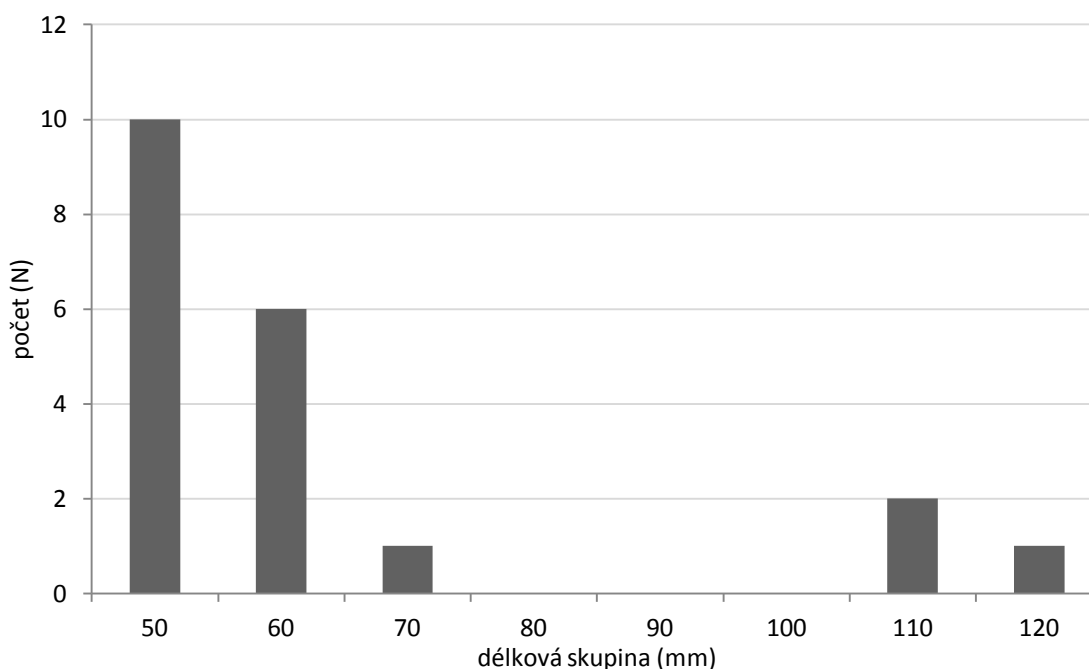
	Velký Bolevecký rybník				Třemošenský r.
	<i>U. tumidus</i>	<i>Anodonta sp.</i>	<i>A. anatina</i>	<i>A. cygnea</i>	<i>A. anodonta</i>
průměr	39,48	60,89	58,35	63,09	82,85
medián	37,00	50,70	50,15	52,6	80,40
min	12,00	35,00	41	41,1	38,00
max	65,80	133,00	118,2	102,4	123,60
SD	11,69	26,86	22,58	21,82	15,90

Jak je vidět z Grafu 4, ve Velkém Boleveckém rybníku je nejvíce zastoupena velikostní kategorie 40-49 mm, druhá nejpočetnější je 60-69 mm. Nejméně je jedinců v rozmezí velikosti 70-79 mm. Největší nalezený jedinec v rámci vytyčených transektů měřil 65,8 mm. Délková struktura *Unio tumidus* ve Velkém Boleveckém rybníku má normální rozdělení (Kolmogorov-Smirnovův test, $T = 0,156$).



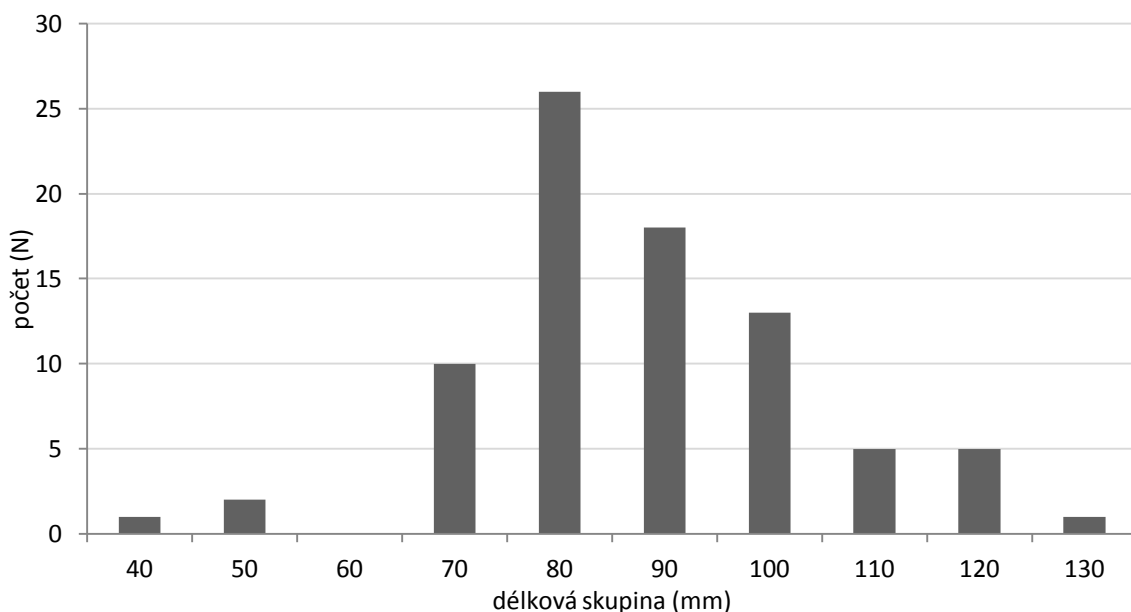
Graf 4: Délková struktura *Unio tumidus* ve Velkém Boleveckém rybníce v roce 2010

Anodonta anatina se vyskytuje ve Velkém Boleveckém rybníku i v Třemošenském rybníku. V každém má ale jinak zastoupené velikostní skupiny. Data z Velkého Boleveckého rybníka naznačují výraznou kohortovitost populace s absencí střední velikostní kategorie (viz graf č. 5), nejpočetnější skupina je v rozmezí 50-59 mm. Délková struktura *A. anatina* v Boleveckém rybníce má narušenou normalitu rozdělení (Kolmogorov-Smirnovův test, $T = 0,37$). Délková struktura populace *A. anatina* v Třemošenském rybníku naproti tomu má normální rozdělení (Kolmogorov-Smirnovův test, $T = 0,088$) a nejvíce jedinců je střední velikosti, tj. 80-89 mm (viz Graf 6). Největší jedinec tohoto druhu nalezený v rámci vyznačených transektů měřil 123,6 mm a pocházel z Třemošenského rybníka.

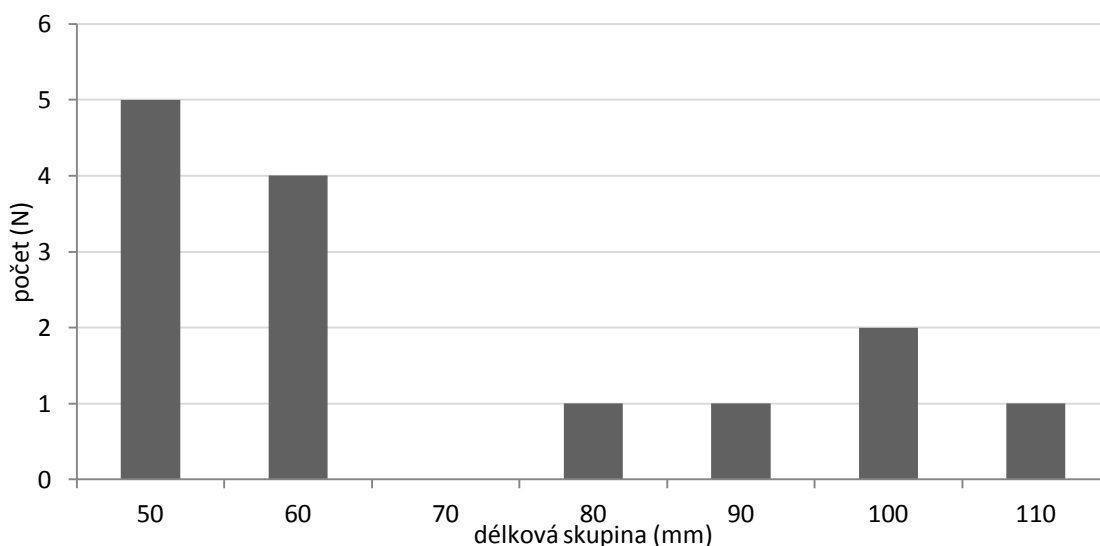


Graf 5: Délková struktura *Anodonta anatina* ve Velkém boleveckém rybníce a v roce 2010

Posledním ze tří druhů je *A. cygnea*, vyskytující se ve Velkém Boleveckém rybníku. Velikostní distribuce tohoto druhu měla dle výsledků v Kolmogorov-Smirnově testu ($T = 0,155$) normální rozdělení, ačkoli z Grafu 7. je taktéž patrná kohortovitost a absence středně velkých jedinců, kterou se vyznačuje i populace *A. anatina* na této lokalitě. Nejhojněji se v transektech vyskytovali jedinci ve velikostním rozmezí 50-59 mm a 60-69 mm. Největší jedinec určený do toho druhu z transektů v Boleveckém rybníku měřil 102,4 mm.



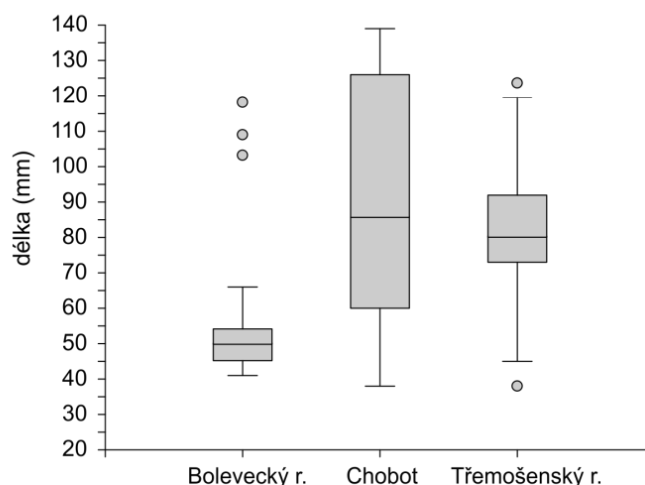
Graf 6: Délková struktura *Anodonta anatina* v Třemošenském rybníce v roce 2010



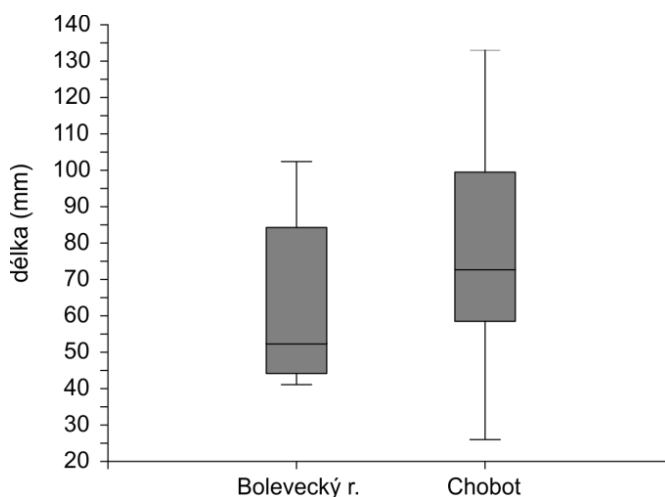
Graf 7: Délková struktura *Anodonta cygnea* ve Velkém boleveckém rybníce

Při srovnání jednotlivých lokalit (včetně Malého Boleveckého rybníka, zvaného též Chobot) výsledky ukazují, že délková struktura populací je rozdílná. Z Grafu 8-9. je patrné, že *A. anatina* i *A. cygnea* mají na Velkém Boleveckém rybníku v porovnání s jinými lokalitami v rámci Bolevecké soustavy menší velikosti. Avšak signifikantně vychází rozdílné pouze velikosti u *A. anatina* (Krusall – Wallis ANOVA, $\chi^2 = 21,3$, $P = 0,00$). Délka škeblí je v tomto případě signifikantně menší v Boleveckém rybníce než na ostatních lokalitách (Kruskal-Wallis PostHoc Test, kritická hodnota Z-testu > 1,96),

zatímco délky *A. cygnea* se na jednotlivých lokalitách významně neliší (ANOVA, $F = 2,33$, $P = 0,14$). Dá se tedy předpokládat, že na lokalitě Vel. Bolevecký rybník je více zastoupena mladší generace mlžů, než na jiných rybnících, nebo že zde střední a větší velikostní kategorie mají menší zastoupení. V rybníku Třemošenském má naopak populace mlžů největší zastoupení středně velkých jedinců a v Chobotu je rozpětí velikostí oproti zbývajícím dvěma lokalitám výrazně širší. V porovnání všech tří lokalit mlži v Chobotu dosahovaly největších velikostí.



Graf 8: Porovnání délky *A. anatina* ve Velkém Boleveckém rybníku, Malém Boleveckém rybníku (Chobotu) (Chaloupka, in verb.) a Třemošenském rybníku (medián, mezi-kvartilové rozpětí a extrémní hodnoty)



Graf 9: Porovnání délky *A. cygnea* ve Velkém Boleveckém rybníku, Malém Boleveckém rybníku (Chobotu) (Chaloupka, in verb.) a Třemošenském rybníku (medián, mezi-kvartilové rozpětí a extrémní hodnoty)

3.4 Preference mikrohabitátů

Preference mikrohabitátů byla hodnocena pro rod *Unio* a rod *Anodonta* pomocí indexu elektivity. Byl hodnocen vztah jednotlivých rodů k hloubce, vzdálenosti od břehu, typu substrátu a výskytu vegetace v místě nálezu. V rámci těchto parametrů byly stanoveny různé kategorie. Předpokládaným faktem bylo, že jednotlivé parametry spolu korelují a proto musela být stanovena míra vzájemných korelace, aby bylo možné interpretovat výsledky co nejpřesněji.

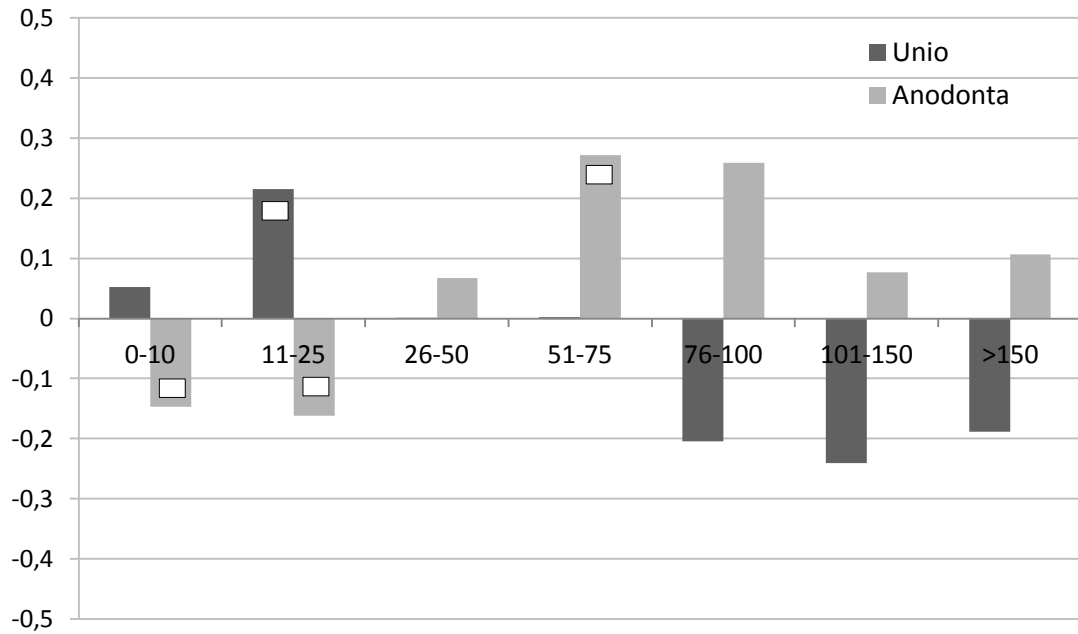
Signifikantně spolu korelovaly následující parametry: vzdálenost a hloubka ($R = 0,71$, $P > 0,05$), vzdálenost s typem substrátu (pro bahno >5 cm $R = 0,61$, $P < 0,05$) pro mělké bahno ($R = -0,11$, $P = 0,02$) pro písek ($R = -0,34$, $P < 0,05$) a pevné dno ($R = -0,35$, $P < 0,05$). Také výskyt *Eleocharis sp.* byl výrazně korelován s pevným dnem ($R = 0,62$, $P < 0,05$) a naopak se *Eleocharis sp.* vyhýbala hlubokému bahnu ($R = -0,45$, $P < 0,05$). Výskyt *Myriophyllum sp.* byl naproti tomu pozitivně korelován s přítomností bahna ($R = 0,52$, $P < 0,05$) a písku ($R = 0,31$, $P < 0,05$) a negativně s hlubokým bahnem ($R = -0,21$, $P < 0,05$) a pevným dnem ($R = -0,12$, $P = 0,01$). Nárosty sinic rodu *Aphanothece* zase pozitivně korelovaly s výskytem hlubokého bahna ($R = 0,34$, $P > 0,05$).

Prvním parametrem, který byl hodnocen v rámci preference mikrohabitátů mlžů, byla vzdálenost od břehu. Na výsledném grafu č. 10 je jasně patrné, že rody *Anodonta* a *Unio* mají preference rozdílné.

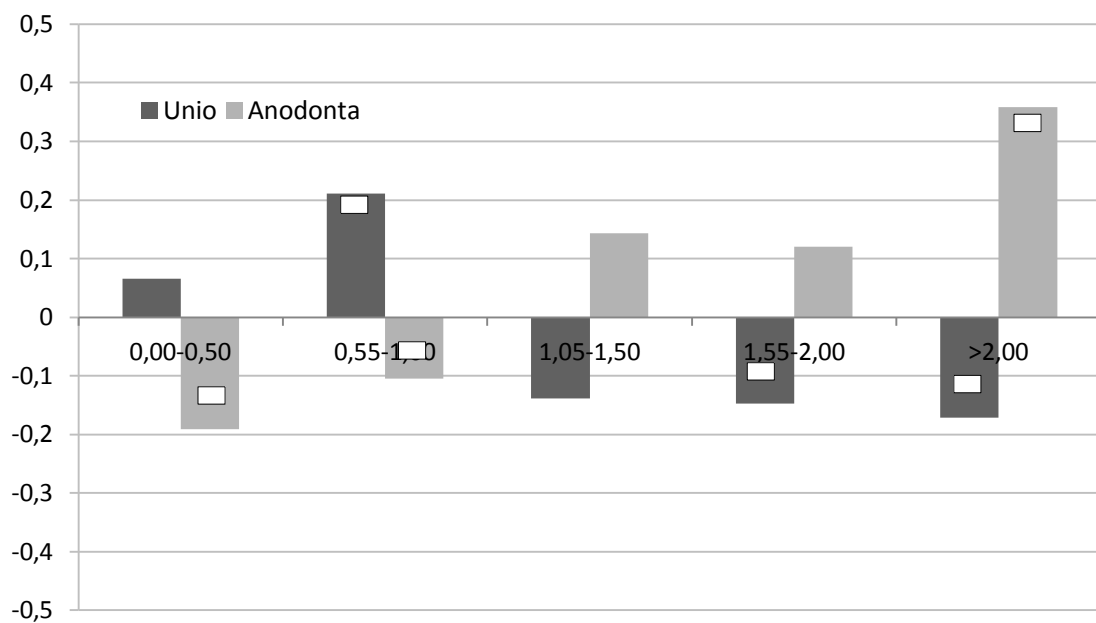
Zjištěné výsledky vypovídají o tom, že rod *Unio* preferuje stanoviště spíše blíže u břehu. Signifikantní preference byly zjištěny v kategorii 11-25 m ($\chi^2 = 3,23$, $P = 0,04$). Naopak *Anodonta* projevuje k těmto stanovištím signifikantní avoidanci, v kategorii 0-10 m ($\chi^2 = 5,85$, $P = 0,01$) a 11-25 m ($\chi^2 = 3,83$, $P = 0,025$). Signifikantní preference pro rod *Anodonta* byla zjištěna pro vzdálenost 51 a 75 metrů od břehu ($\chi^2 = 3,3$, $P = 0,035$).

Parametr vzdálenost od břehu ovšem koreluje s parametrem hloubka. I z toho hlediska byla data hodnocena a výsledné tendence byly předvídatelné vzhledem k výsledkům z hodnocení předchozího parametru. To znázorňuje také Graf 11. Signifikantně se projevila avoidance mělčin u rodu *Anodonta* v kategorii 0-0,5 m ($\chi^2 = 8,86$, $P = 0,0015$) a na hranici signifikance je kategorie 0,55-1 m ($\chi^2 = 2,38$, $P = 0,06$), tento rod naopak výrazně preferuje stanoviště s hloubkou větší než 2 m ($\chi^2 = 13,15$, $P = 0,0001$). Rod *Unio* významně preferuje hloubky od 0,55-1 m ($\chi^2 = 4,72$, $P = 0,05$), naopak signifi-

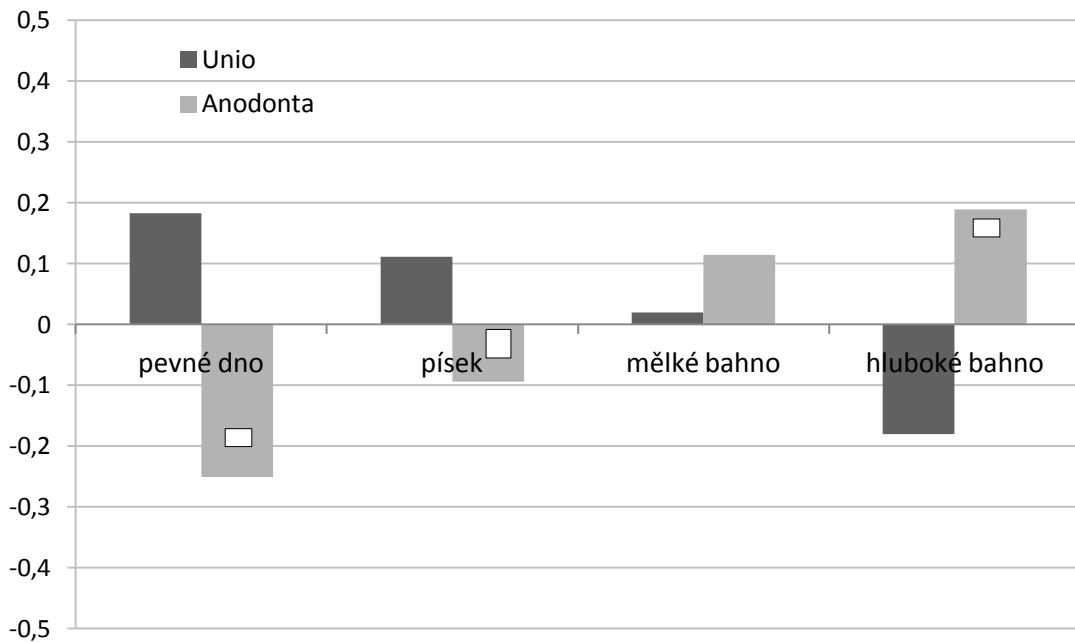
kantní avoidanci projevuje v kategoriích 1,55-2 m ($\chi^2 = 2,32, P = 0,06$) a >2 m ($\chi^2 = 3,76, P = 0,026$).



Graf 10. Preference mikrohabitatů: vztah obou druhů k parametru vzdálenost od břehu. Signifikantní preference jsou označeny bílým obdélníkem.



Graf 11. Preference mikrohabitatů: vztah obou druhů k parametru hloubka. Signifikantní preference jsou označeny bílým obdélníkem.

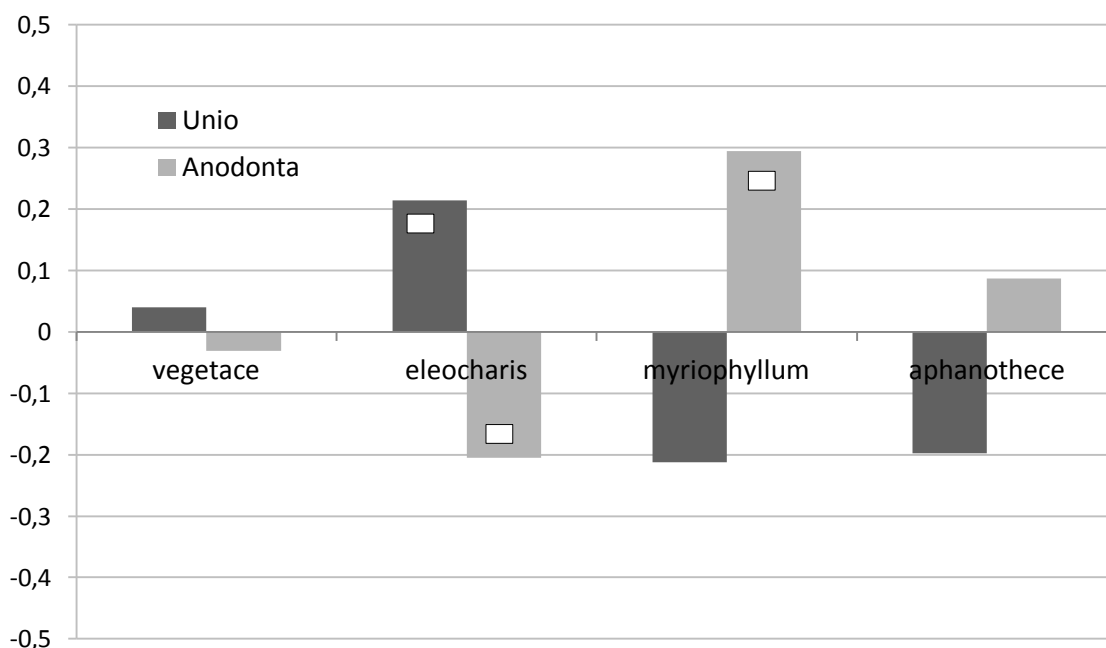


Graf. 12: Preference mikrohabitatů – vztah obou rodů k typu substrátu. Signifikantní preference jsou označeny bílým obdélníkem.

Dále byly hodnoceny preference k různým typům substrátu. Typ substrátu signifikantně koreluje s hloubkou i vzdáleností od břehu (viz výše). Z grafu č. 12. je patrné, že rod *Unio* se významně vyhýbá hlubokému bahnu ($\chi^2 = 8,041$, $P = 0,0023$), naopak zástupci rodu *Anodonta* tento substrát spíše preferují. *Anodonta* projevuje signifikantní avoidanci k pevnému dnu ($\chi^2 = 13,496$, $P = 0,0001$) a písku ($\chi^2 = 2,36$, $P = 0,062$).

Posledním hodnoceným parametrem byla přítomnost vegetace, dále rozdělená na 3 skupiny dle dominantního druhu rostliny. Druh *Eleocharis acicularis* se vyskytuje v blízkosti břehu v poměrně malých hloubkách a častěji na písčitém substrátu, či na tvrdém dně. *Myriophyllum spicatum* roste spíše v hloubkách, ve větších vzdálenostech od břehu a substrátem je nejčastěji bahno. Výsledky znázorněné na Grafu 13. vypovídají

o tom, že zástupci rodu *Unio* významně preferují stanoviště se souvislým porostem *Eleocharis acicularis* ($\chi^2 = 2,913$, $P = 0,024$), naopak rod *Anodonta* se těmito stanovišti signifikantně vyhýbá ($\chi^2 = 8,246$, $P = 0,002$). U rodu *Anodonta* pak lze pozorovat významnou preferenci ke stanovištím s porostem *Myriophyllum spicatum* ($\chi^2 = 2,9009$, $P = 0,0443$).



Graf. č. 13. Preference mikrohabitátů – vztah obou rodů k typu vegetace. Signifikantní preference jsou označeny bílým obdélníkem.

Preference mikrohabitátů byly také testovány prostřednictvím ordinačních analýz (viz metodika). Pro hodnocení byly vybrány následující parametry: hloubka, typ substrátu (kategorie bahno, hluboké bahno, písek, pevné dno) a typ vegetace (*Eleocharis*, *Myriophyllum* a *Aphanothece*). Tyto parametry byly hodnoceny ve vztahu k distribuci jednotlivým rodům, když bylo předtím zjištěno, že preference obou druhů rodu *Anodonta*, tj. *A. anatina* a *A. cygnea* se neliší (hodnoceny T-testem pro oba druhy a daný environmentální parametr). Z této analýzy byl vyřazen parametr vzdálenost od břehu, neboť příliš koreloval s parametrem hloubka, jak bylo řečeno v úvodním odstavci této kapitoly.

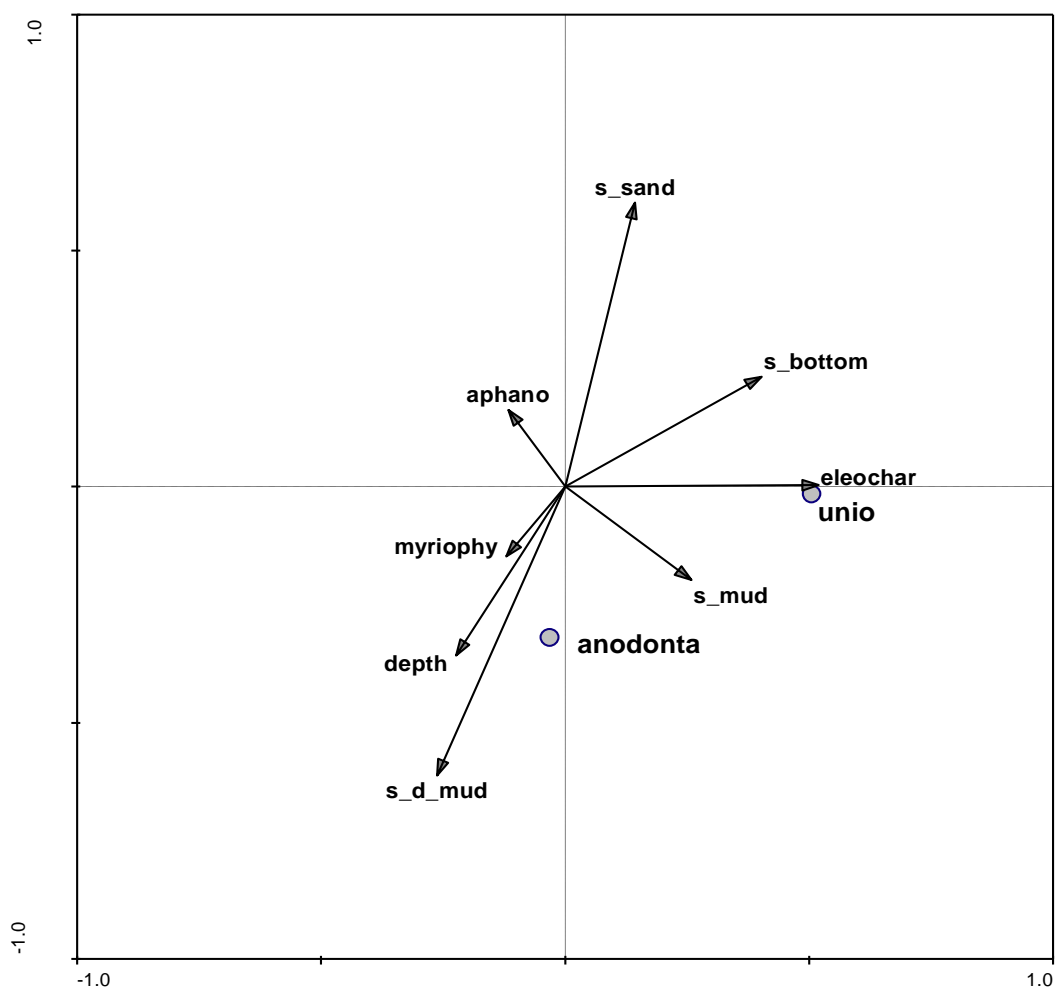
Zvolený model vysvětluje 18,9 % variability v distribuci sledovaných rodů, z toho 25,5 % pro rod *Unio* a 10,26 % pro rod *Anodonta* ($F = 5,249$, $P = 0,00$). S první kanonickou osou modelu signifikantně korelují parametry substrát-hluboké bahno ($R = -5,75$, $t = -5,42$), substrát písek ($R = -5,73$, $t = -5,54$) a *Eleocharis sp.* ($R = 0,44$, $t = 3,01$).

S druhou kanonickou osou signifikantně koreloval jen parametr substrát – bahno ($R = -0,79$, $t = -2,28$).

Průkazný vliv na celý model však mají jen parametr substrát - hluboké bahno, který vysvětluje 2,6% celkové variability distribuce obou druhů ($F = 2,6$, $P = 0,00$), parametr

substrát – písek, vysvětlující 1,9% variability ($F = 3,61$, $P = 0,03$), těsně nad hranicí signifikance jsou potom parametry hloubka (1,3 % distribuce, $F = 2,43$, $P = 0,07$) a substrát – bahno (1,1% variability, $F = 2,16$, $P = 0,09$).

Vztahy mezi oběma rody a výše zmíněnými parametry je patrný z grafu č. 14. a v podstatě kopírují skutečnosti zjištěné při hodnocení indexem elektivity, tj. přítomnost zástupců rodu *Unio* je asociována s nárosty *Eleocharis*, pevným dnem a nízkou hloubkou, *Unio* se naopak vyhýbá hlubokému bahnu. Naproti tomu zástupci rodu *Anodonta* preferují větší hloubky, hluboké bahno s nárosty *Myriophyllum*, vyhýbají se pevnému dnu s nárosty *Eleocharis*.



Graf č. 14: Grafické znázornění 1. a 2. osy RDA: Environmentální proměnné vs. abundance velevrubů a škeblí. (s_sand – substrát písek, s_bottom – pevné dno, s_mud – substrát bahno, s_d_mud – substrát hluboké bahno, depth – hloubka, eleochar – *Eleocharis* sp., myriophy - *Myriophyllum spicatum*, aphano – sinice *Aphanotece* sp.

4 Diskuze

V rámci mapování populace mlžů na dvou lokalitách (Velký Bolevecký rybník a Tře-
mošenský rybník) byly nalezeny 3 druhy z čeledi Unionidae. *Anodonta anatina* se vy-
skytovala na obou lokalitách, *Unio tumidus* a *Anodonta cygnea* pouze na Velkém Bole-
veckém rybníku. *Unio tumidus* je druh ustupující a hojněji se vyskytuje v Jižních Če-
chách a v povodí řeky Moravy (Beran, 1998). Proto jeho výskyt na Velkém Bolevec-
kém rybníku byl překvapivým zjištěním. Nálezy *A. cygnea* jsou také poměrně vzácné.
V dostupných inventarizačních soupisech nebyl jasný sympatrický výskyt těchto tři
druhů zaznamenán. Často na lokalitě není *A. cygnea*, což zaznamenal Beran (2003) na
řece Berounce, kde se na 4 lokalitách sympatricky vyskytovaly *A. anodonta*, *Unio pic-
torum* a *U. tumidus*. Tentýž příklad se týká i jezera Kirmustenjärvi v severním Finsku,
kde se ještě navíc k uvedeným vyskytovala také *Pseudanodonta complanata*, jak ve své
práci uvádí Englund a Heino (1994). Společně s oběma druhy rodu *Anodonta* se vysky-
tuje druh *U. pictorum* mnohem častěji než *U. tumidus*. Příkladem je nádrž Slapy, kde se
vyskytují *U. pictorum*, *A. cygnea* a *A. anatina* (Beran, 2007). Bogusch a kol. (2008)
zjistil sympatrický výskyt *U. pictorum*, *A. cygnea* a *A. anatina* v řece Lomnici. Všechny
tři druhy nalezené na Velkém Boleveckém rybníku (*A. anatina*, *A. cygnea* a *U. tumidus*)
byly zjištěny pouze v řece Lužnici (Douda, 2007), autor však neuvádí, zda šlo o sympa-
trický výskyt. *A. anatina* je náš nejběžnější velký mlž (Kolouch, 2003; Beran, 2007;
Beran, 2008b; Bogusch a kol., 2008) a poměrně obvyklý je jeho sympatrický výskyt
pouze s *U. pictorum*, jako např. v PR Horní Lužnice (Beran, 2008b). Je patrné, že
z hlediska výskytu mlžů je Velký Bolevecký rybník obzvlášť cennou lokalitou a měla
by mu být věnována patřičná pozornost.

Ze zjištěných dat o počtu odchycených mlžů byl proveden odhad početnosti dvěma me-
todami. Dle jedné metody je výsledná hustota pro rod *Unio* na Velkém Boleveckém
rybníku 922 j. ha^{-1} dle metody druhé pak 890 j. ha^{-1} . Tyto hodnoty jsou si až překvapivě
blízké, což potvrzuje, že zvolené transekty pokryly dostatečně variabilitu habitatů. Ze
zmíněných výsledků tedy můžeme odvodit, že předpokládaný počet jedinců rodu *Unio*
se na této lokalitě pohybuje v rozmezí 38-39,6 tis. Zástupců rodu *Anodonta* je na stejné
lokalitě 49-51,5 tisíc. Na rybníku Tře-
mošenském byla zjištěná hustota mlžů rodu *Ano-
donta* přibližně pětinašobná než na Velkém Boleveckém rybníku, a to 5589 j. ha^{-1} .
V přepočtu na plochu rybníka je celkový počet přibližně 23,5 tisíc mlžů. Hustoty popu-

lace mlžů ale mohou být za vhodných podmínek mnohonásobně vyšší. Z jezera Kirmustenjärvi v severním Finsku jsou například známy hustoty v hloubce 2m až 200 j.m⁻², z toho je uváděná hustota *A. anatina* 40 j.m⁻² a hustota *U. tumidus* 80 j.m⁻², zbylí jedinci patřili k jiným druhům ze skupiny Unionidae (Englund a Heino, 1994). Pro porovnání byly hodnoty zjištěné na Velkém Boleveckém rybníku pro rod *Unio* i *Anodonta* přibližně 0,01 j.m⁻², na Třemošenském rybníku rod *Anodonta* dosahuje hodnot přibližně 0,05 j.m⁻². Na hustotu populace mlžů má vliv mnoho faktorů (rybí obsádka, režim vypouštění rybníka, chemické látky ve vodě a další), nicméně zjištěné hodnoty z Třemošenského rybníka mohou být částečně zkresleny, neboť zde bylo méně transektů a je možné, že nepokryly vhodně plochu rybníka pro přesný odhad početnosti.

Další oblastí, ve které byla hodnocena zjištěná data, byla velikost mlžů, konkrétně délková struktura populací a vztah mezi meristickými znaky jednotlivých druhů. Hodnocení délkové struktury bylo použito proto, že nebyl určován věk mlžů pomocí ročních přírůstků. Přestože řada prací opírá věkovou strukturu unionidů právě o tmavé linie – roční přírůstky – anulli – na lastuře, a považuje tuto metodu za přesnou (Negus, 1966; Haukioja a Hakala, 1978), nelze tento způsob považovat za vždy spolehlivý. Např. Downing a kol. (1992b) zjistil u dvou druhů unionidů, že tvorba anulů ne vždy koreponduje s předpokladem vzniku jednoho anulu za rok, resp. zjištěný průměrný počet vytvořených anulů za rok byl jen 0,5.

Délková struktura rodu *Anodonta* se na Velkém Boleveckém rybníku se vyznačuje kohortovitostí, a to jak u *A. anatina*, tak u *A. cygnea*. V obou případech je patrné, že zde chybí prostřední velikostní kategorie. Rod *Unio* má ale normální rozdělení s dominancí středních velikostí a s délkovým průměrem populace 39,5 mm. Situace může být způsobena tím, že v době rozmnožování nebyly pro zástupně rodu *Anodonta* vhodné podmínky (na lokalitě také probíhala velmi výrazná regulace rybí obsádky). Rod *Unio* tyto podmínky nemusely zásadně ovlivnit, neboť se rozmnožuje v jinou dobu než *Anodonta* (Blažek a Gelnar, 2006). Kolísání populací bylo zjištěno také ve Štětínské laguně, kde byli nejvíce zastoupení tříletí a následovali dvouletí jedinci, naopak jednoletých jedinců bylo zjištěno jen velmi málo (11 %) (Chojnacki a kol., 2007). Tento autor uvádí velikostní průměr u *A. cygnea* 73 mm (v případě Vel. Boleveckého rybníka byl průměr populace 63 mm), upozorňuje ale, že na lokalitě byl nejvyšší zjištěný věk 7 let, pravděpodobně kvůli nevýhodným podmínkám. Obvyklá maximální velikost dospělců *A. cygnea* je totiž uváděna v rozmezí 150-220 mm (Beran, 1998). Této velikosti nedosáhl však

žádný jedinec odchycený na Velkém Boleveckém rybníku a největší zjištěná velikost byla u tohoto druhu 102,4 mm, naopak nejmenší škeble z této lokality měřila 41 mm. V jezeře Çıldır (Kars, Turkey) byla zjištěna velikost *A. cygnea* mezi 49,8-136,8 mm, z toho 85 % jedinců se pohybovalo ve velikostní kategorii 85-125 mm, 10 % mezi 45-85 mm a 5 % bylo větších než 125 mm (Başçınar a kol., 2009). V řece Lagodane v severní Itálii se v letech 1975-1977 velikost *A. cygnea* pohybovala mezi 42-137 mm (Ravera a Sprocati, 1997). U druhu *A. anatina* z Vel. Boleveckého rybníka byla zjištěna průměrná délka 58,4 mm a v Třemošenském rybníku 82,9 mm, což jsou velmi nízké hodnoty ve srovnání s průměrnou délkou tohoto druhu v jezeře Dognecea, která činí 119,3 mm (Bura a kol., 2011). Autor ovšem zkoumal pouze 26 jedinců. Největší zjištěný jedinec ve Vel. Boleveckém rybníku měřil na délku 118, 2 mm a v rybníku Třemošenském 123,6 mm. Z našich podmínek jsou známi, i když ne příliš častí, i větší jedinci. Extrémní zjištěná velikost škeble říční je např. z Kosinova rybníka, kde byla zjištěna velikost lastury *A. anatina* až 163 mm (Kolouch, 2003). Obvyklá maximální velikost u toho druhu se pohybuje mezi 75-120 mm (Beran, 1998). Průměrná délka *Unio tumidus* z lokality Velký Bolevecký rybník dosahuje hodnoty 39,5 mm, přičemž velikost jedinců kolísala mezi 12-65,8 mm. Nebyla ovšem nalezena dostupná literatura pro porovnání průměru a rozptylu velikostí pro druh *U. tumidus*, ale například pro druh *U. crassus* byla zjištěná průměrná velikost 50,6 mm u 115 jedinců z rozsahu velikostí 7-77 mm (Douda, 2007).

Také z výzkumu preferencí mikrohabitátů mlžů na Velkém Boleveckém rybníku byly získány zajímavé výsledky. Ke zjištění preference substrátu u různých druhů (resp. rodů) byla zvolena lokalita Velkého Boleveckého rybníka z důvodu jeho rozlohy a diverzity mikrohabitátů. V Třemošenském rybníku jsou substrát i vegetace natolik rozmanité, že téměř není možné stanovit žádné kategorie, dle kterých by se preference hodnotila, a navíc se zde vyskytují pouze zástupci rodu *Anodonta*. Z výsledků vyplynulo, že preference pro *A. anatina* a *A. cygnea* se neliší, proto je možné preference hodnotit na úrovni rodů.

Zjištěné výsledky v rámci této práce vypovídají o tom, že jednotlivé druhy (respektive rody) mlžů mají prokazatelně jiné preference vzhledem k charakteru a pozici stanoviště. V přirozeném prostředí je pro zástupce rodu *Anodonta* nejvhodnější jemné bahno s mocností více jak 10 cm. Tyto zjištěné preference potvrzují i výsledky výzkumu týkajícího se preference substrátu mlžů v laboratoři (Huener, 1987). Huener ve svých vý-

sledcích uvádí, že rod *Anodonta* preferuje jemný substrát. V laboratoři, kde byl mlžům nabídnut jako substrát písek a štěrk, *Anodonta* volila spíše písek. V kombinaci s bahnem *Anodonta* preferuje hloubky více než 2 m a významně se vyhýbá hloubkám do jednoho metru. Tytéž výsledky ohledně hloubky poskytl výzkum z Kortowskiego jezera, kde byla největší hustota populace *A. cygnea* zjištěna v hloubce 3,5 m (Widuto a Kompowski, 1968), dokonce zástupci tohoto rodu se v jezerech často vyskytují i v hloubkách pod 5 m (Haukioja a Hakala, 1974). Kategorie vzdálenost od břehu koreluje s hloubkou, a proto z výsledků logicky vyplývá, že rod *Anodonta* projevuje avoidanci k lokalitám v blízkosti břehu do 25 metrů a preferuje vzdálenější lokality. Ohledně preferencí mikrohabitatů pro rod *Unio* nebyly nalezeny žádné výsledky, které by se daly porovnat s výsledky této práce. Lze jen konstatovat, že rod *Unio* signifikantně preferuje tvrdé dno, stanoviště s porosty *Eleocharis acicularis* ve vzdálenostech do 25 m od břehu a s hloubkou mezi 0,55-1 m.

Díky výsledkům zjištěným, které jsou předkládány v této práci, je nyní možné o populaci mlžů ve vybraných rybnících Bolevecké soustavy uvažovat v konkrétnějších souvislostech. Také vzhledem k důležitému výskytu druhů *Unio tumidus* a *A. cygnea* by se lokalitě měla věnovat pozornost a při volbě managementu lokality by měl být brán ohled i na tyto živočichy. Čeleď Unionidae například snáší jen určité koncentrace NO_3 indikující organické znečištění, konkrétně u druhů *U. tumidus*, *U. pictorum* and *A. anatina* je to do 4.8 mg.l^{-1} (Douda, 2009). Je také nutné nastavit rybářské hospodaření ve vztahu ke způsobu a době rozmnožování mlžů (Douda a Beran, 2009b).

V rámci výzkumu mlžů byl na Velkém Boleveckém rybníku v létě 2011 založen experiment zaměřený na růst mlžů v přirozeném prostředí a to u všech tří nalezených druhů. Tématu růstu různých druhů mlžů se věnovalo několik zahraničních autorů (Negus, 1966; Haukioja a Hakala, 1978; Downing a kol., 1992a; Douda, 2007; Başçınar a kol., 2009), avšak pro experiment na Velkém Boleveckém rybníku byla zvolena zcela nová metodika, kdy byly u vybraných jedinců změřeny rozměry, pořízeno několik fotografií pro následné porovnávání přírůstkových linií a označení jedinci byly umístěny do tří ohrádek (rozdělených dle druhů) na dně rybníka. Minimální předpokládaná délka experimentu je 2 roky (do r. 2014) s každoročním přeměření a zaznamenáním přírůstku.

5 Závěr

Cílem této práce bylo zmapovat populace mlžů (Bivalvia, Unionidae) na dvou lokalitách v rámci Bolevecké soustavy. Toho bylo docíleno prozkoumáním 28 transektů na Velkém Boleveckém rybníku a 4 transektů na Třemošenském rybníku. Nalezení mlži byli určeni, změřeni a k místu nálezu byla zaznamenána hloubka, vzdálenost od břehu, typ substrátu a výskyt vegetace. Tato data byla následně podstoupena statistickému vyhodnocení.

Významným zjištěním byl již samotný výskyt druhů mlžů, neboť *Unio tumidus* je zvláště chráněný druh v kategorii kriticky ohrožený (KO) a *Anodonta cygnea* patří dle vyhlášky 395/1992 Sb. ve znění vyhl. 175/2006 Sb. mezi druhy silně ohrožené. Jak se již předem předpokládalo, na obou lokalitách se vyskytovala *A. anatina*, náš nejběžnější velký mlž.

Ze zjištěných údajů byla vypočítána hustota populací jednotlivých rodů, která činí ve Velkém Boleveckém rybníku pro rod *Unio* 890-922 j.ha⁻¹ a pro rod *Anodonta* 1141-1199 j.ha⁻¹. V Třemošenském rybníku byla zjištěna hustota škeblí rodu *Anodonta* 5589 j.ha⁻¹.

Bliže byla popsána velikostní struktura a pro jednotlivé druhy na obou lokalitách, dále velikostní poměry lastur a preference mikrohabitátů, to vše bylo následně konfrontováno s dostupnou literaturou.

Předem stanovené cíle se podařilo naplnit a tato práce přináší poměrně mnoho nových poznatků o mlžích na zmíněných lokalitách. Ty mohou být přínosem při následujících rozhodováních ohledně managementu na obou lokalitách.

Na Velkém Boleveckém rybníku byl také založen experiment zaměřený na přírůstek tří druhů mlžů v přirozeném prostředí, který potrvá minimálně do roku 2014.

6 Seznam literatury

- Başçınar, N.S., Düzgüneş, E., Mısır, D.S., Polat, H. a Zengin, B. 2009. Growth and Flesh Yield of the Swan Mussel [*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)] (Bivalvia: Unionidae) in Lake Çıldır (Kars, Turkey). – *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (9): 127-132.
- Bayne, B.L. 1976. Marine mussels, their ecology and physiology. – *Cambridge University Press*, 506s. Cambridge.
- Beran, L. 1998. Vodní měkkýši ČR, Metodika Českého svazu ochránců přírody č. 17. – *ZO ČSOP Vlašim*, 113s. Vlašim.
- Beran, L. 2003. Příspěvek k poznání vodních měkkýšů dolního toku Berounky. – *Bohemia centralis* **26**: 45-51.
- Beran, L. 2007. Vodní měkkýši přehradní nádrže Slapy (Česká republika). – *Malacologica Bohemoslovaca* **2007**(6): 11-16.
- Beran, L. 2008a. Expansion of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in the Czech Republic. – *Aquatic Invasions* **3**(1): 91-94.
- Beran, L. 2008b. Vodní měkkýši PR Horní Lužnice (jižní Čechy, Česká republika). – *Silva Gabreta* **14**(1): 38-48.
- Blažek, R. a Gelnar, M. 2006. Temporal and spatial distribution of glochidial larval stages of European unionid mussels (Mollusca: Unionidae) on host fishes. – *Folia parasitologica* **53**: 98-106.
- Bogusch, P., Dvořák, L. a Hlaváč, J.Č. 2008. Výsledky průzkumu měkkýšů (Mollusca: Gastropoda, Bivalvia) v okolí města Blatná v jihozápadních Čechách. – *Malacologica Bohemoslovaca* **7**: 33-46.
- Bura, M., Muscalu-Nagy, R., Hevesi, C. a Banatean-Dunea, I. 2011. Morphometric studies on *Anodonta anatine* bivalve population from the Dognecea lake. – *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* **44**(2): 9-12.

- Burlakova, L.E., Karatayev, A.Y. a Padilla, D.K. 2000. The Impact of *Dreissena polymorpha* (PALLAS) Invasion on Unionid Bivalves. – *Internat. Rev. Hydrobiol.*: 529-541.
- Dillon, R.T. 2000. The Ecology of Freshwater Molluscs. – *Cambridge University Press*, 509s. Cambridge.
- Douda, K. 2007. The Occurrence and Growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice River Basin in Respect to Water Quality. – *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica* **21**: 57-63.
- Douda, K. 2009. Effects of nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. – *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **20**(2): 189-197.
- Douda, K. a Beran, L. 2009a. Ochrana velevruba tupého v České republice. In *Ochrana přírody*, pp. 16-19.
- Douda, K. a Beran, L. 2009b. Ochrana velevruba tupého v České republice. – *Ochrana přírody* **2009**(2): 16-19.
- Downing, W.L., Shostell, J. a Downing, J.A. 1992a. Non-annual external annuli in the freshwater mussels *Anodonta grandis grandis* and *Lampsilis radiata siliquoidea*. – *Freshwater Biology* (28): 309-317.
- Downing, W.L., Shostell, J. a Downing, J.A. 1992b. Non-annual external annuli in the freshwater mussels *Anodonta grandis grandis* and *Lampsilis radiata siliquoidea*. – *Freshwater Biology* **1992**(28): 309-317.
- Duras, J. 2003. Velký Bolevecký rybník – bathymetrie a mocnost sedimentu. Vyhodnocení průzkumu v roce 2003 – MS, *Zpráva pro Správu veřejného statku města Plzně, Povodí Vltavy s.p.*, 1-12. Plzeň.
- Duras, J. 2006. Projekt “Zlepšení jakosti vody Velkého Boleveckého rybníka“. Návrh systému opatření. – MS, *Zpráva pro oponentní řízení, Povodí Vltavy, s.p.*, 1-32. Plzeň.
- Duras, J. 2010. Biomanipulace a vodní rostliny. In (ed.). *Cyanobakterie 2010*. – *Centrum pro cyanobakterie a jejich toxiny*, 74-80.

- Duras, J. 2011. Mechanická regulace množství biomasy ponořené vodní vegetace na rybnících Třemošenský, Šídlovský a Velký Bolevecký rybník v Plzni. – *MS, Zpráva za rok 2011 a návrh plánu na rok 2012, Povodí Vlatavy s.p.*, Plzeň.
- Duras, J. a Dziaman, R. 2010. Recovery of shallow recreational Bolevecký Pond, Plzeň, Czech Republik. *In* Nędzarek, A. (ed.). Anthropogenic and natural transformations of lakes. – *Polish Limnological Society*, 43-50. Toruň.
- Englund, V. a Heino, M. 1994. Valve movement of *Anodonta anatina* and *Unio tumidus* (Bivalvia, Unionidae) in a eutrophic lake. – *Ann. Zool. Fennici* **31**: 257-262.
- Englund, V.P.M. a Heino, M.P. 1996. The freshwater mussel (*Anodonta anatina*) in monitoring of 2,4,6-trichlorophenol: Behaviour and environmental variation considered. – *Chemosphere* **32**(2): 391-403.
- Haukioja, E. a Hakala, T. 1974. Vertical distribution of freshwater mussels (Pelecypoda, Unionidae) in southwestern Finland. – *Ann. Zool. Fennici* **11**: 127-130.
- Haukioja, E. a Hakala, T. 1978. Measuring growth from shell rings in population of *Anodonta piscinalis* (Pelecypoda, Unionidae). – *Ann. Zool. Fennici* **15**: 60-65.
- Huener, M.K. 1987. Field and Laboratory Determination of Substrate Preferences of Unionid Mussels. –: 29-32.
- Hwang, S.J., Kim, H.S., Park, J.H. a Kim, B.H. 2011. Shift in nutrient and plankton community in eutrophic lake following introduction of a freshwater bivalve. – *Journal of Environmental Biology* **32**(2): 227-234.
- Chojnacki, J.C., Grzeszczyk-Kowalska, A. a Buczek, W. 2007. Biometrics of the swan mussel, *Anodonta cygnea* L., in the southwest part of the Szczecin lagoon in 2007. – *Electronic Journal Of Polish Agricultural Universities* **12**(4).
- Jørgensen, C.B. 1990. Bivalve filter feeding: hydrodynamics, bioenergetics, physiology and ecology. – *Olsen & Olsen*, 140s. Fredensborg, Denmark.
- Kim, B.-H., Lee, J.-H. a Hwang, S.-J. 2011. Inter- and intra-specific differences in filtering activities between two unionids, *Anodonta woodiana* and *Unio douglasiae*, in ambient eutrophic lake waters. – *Ecological Engineering* (37): 1957-1967.

- Kolouch, L.R. 2003. Anodonta (Anodonta) anatina (Mollusca: Bivalvia) z Pardubicka s netradičně velkými rozměry. – *Malacologica Bohemoslovaca (Československá slimač)* **2003**(2): 37-38.
- Lellák, J. 1982. Biologie vodních živočichů. – *Univerzita Karlova*, 220s. Praha.
- Lellák, J. a Kubíček, F. 1992. Hydrobiologie. – *Karolinum*, 256s. Praha.
- Millane, M., Kelly-Quinn, M. a Champ, T. 2008. Impact of the zebra mussel invasion on the ecological integrity of Lough Sheelin, Ireland: distribution, population characteristics and water quality changes in the lake. – *Aquatic Invasions* **3**(3): 271-281.
- Negus, C.L. 1966. A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the river Thames at reading. – *Journal of Animal Ecology* **35**(3): 513-532.
- Neves, R.J. a Widlak, J.C. 1988. Occurrence of Glochidia in Stream Drift and on Fishes of the Upper North Fork Holston River, Virginia. – *American Midland Naturalist* **119**(1): 111-120.
- Pfleger, V. 1988. Měkkýši. – *Artia*, 191s. Praha.
- Ravera, O. a Sprocati, A.R. 1997. Population Dynamics, Production, assimilation and respiration of two freshwater mussels: Unio mancus, Zhadin and Anodonta cygnea – *Memorie dell'Istituto italiano di idrobiologia* **56**: 113-130.
- ter Braak, C.J.F. a Šmilauer, P. 1998. Canoco reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for Canonical community ordination version 4.0. – *Microcomputer Power*, 500s. Ithaca, New York.
- Tošenovský, E., Uvírová, I., Uvíra, V., Vláčilová, A. a Hýblová, A. 2008. Long-term monitoring of Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion in the central Moravia water basins. –
- Tulp, I., Craeymeersch, J., Leopold, M., van Damme, C., Fey, F. a Verdaat, H. 2010. The role of the invasive bivalve *Ensis directus* as food source for fish and birds in the Dutch coastal zone. – *Estuarine Coastal and Shelf Science* **90**(3): 116-128.
- Watters, G.T. a O'Dee, S.H. 1998. Glochidial release as a function of water temperature: Beyond bradycty and tachycty. In Tankersley, R. A. (ed.). Conservation, Captive Care, and Propagation of Freshwater mussels Symposium –*Ohio Biological Survey*, 135-140. Columbus.

Widuto, J. a Kompowski, A. 1968. Badania nad ekologią małży z rodziny Unionidae w jeziorze Kortowskim. – *Zeszyty naukowe, Wyższej szkoły Rolniczej w Olsztynie* **24**(3): 479-497.

7 Summary

This study examined populations of molluscs in two localities on the outskirts of the city of Pilsen. Velký Bolevecký pond is important recreational locality, where was made biomanipulation with an application of chemicals. Třemošenský pond is small pond with low fish population and plentiful vegetation of freshwater macrophyte.

Molluscs were picked up during summer 2010 by hand at free-diving in transects, that were marking with a rope. Individuals found in transects were determined and measured. A depth, a distance to the shoreline, and a type of substrata and vegetation in transects were also noted. Based on the collected data, an evaluation of density and abundance of populations, a length structure, shell size rates and microhabitat preference were carried out. In Velký Bolevecký pond were found three species of molluscs, e.g. relatively common *Anodonta anatina*, especially protected and critically endangered *Unio tumidus* and heavily endangered *A. cygnea*. In Třemošenský pond, there was only *A. anatina*. Shell length structure differed between observed localities. In Velký Bolevecký pond were missing medium-size bivalves of *Anodonta*. Microhabitat preferences were studied only in Velký Bolevecký pond. Differences in microhabitat preference between genus *Unio* and *Anodonta* were noted. *Unio* sp. prefers places with *Eleocharis* sp., a depth at the level of 0.55-1 m and a distance to the shoreline to 25 m. On the other hand, *Anodonta* sp. prefers deeper mud, *Myriophyllum* sp. and minimum depth of 2 m.