

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

Ústav akvakultury/Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

Bakalářská práce

Využitelnost umělých substrátů pro kvantitativní a kvalitativní studium makrozoobentosu

Autor: Jakub Mačej

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

Konzultant bakalářské práce: Ing. Lucie Vetišková

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2011

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra rybářství a myslivosti
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub MAČEJ**

Studijní program: **B4103 Zootechnika**

Studijní obor: **Rybářství**

Název tématu: **Využitelnost umělých substrátů pro kvantitativní
a kvalitativní studium makrozoobentosu**

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

Cílem bude vyhodnocení využitelnosti umělých substrátů ve formě plastových bloků pro kvantitativní studium makrozoobentosu tekoucích i stojatých vod. Profily pro hodnocení kvalitativních a kvantitativních parametrů kolonizace budou zvoleny na přítocích a odtocích z vybraných rybníků a v nich. Získané výsledky budou konfrontovány s hodnotami získanými klasickými metodami odběru makrozoobentosu s použitím Surberovy sítě, bentosové sítky anebo Ekmanova drapáku a vyhodnoceny s ohledem na změny vyvolané po průtoku rybníkem. Kromě statistického vyhodnocení density a biomasy budou porovnány především indexy diverzity a saprobity. Odběry budou prováděny v měsíčních intervalech v průběhu vegetační sezóny.


Rozsah grafických prací: podle potřeby s ohledem na výsledky
Rozsah pracovní zprávy: 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- Adámek Z., Helešic J., Maršálek B., Rulík M., 2008: Aplikovaná hydrobiologie, VÚRH JU Vodňany, 305 s.
Čítek J., Krupauer V., Kubů F., 1993: Rybníkářství. Informatorium Praha, 281 s.
Lellák J., Kubíček F., 1991: Hydrobiologie. UK Praha, 257 s.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Zdeněk Adámek, CSc.
Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický
Konzultant bakalářské práce: Ing. Lucie Chaloupková
Katedra rybářství a myslivosti
Datum zadání bakalářské práce: 18. listopadu 2008
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13 ④
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Petr Hartvich, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2009

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské 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 s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 5. 5. 2011

Podpis studenta:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Zdeňku Adámkovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a pomoc během pokusů a při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat konzultantce Ing. Lucii Vetiškové za pomoc při zpracování vzorků a také Ing. Martinu Bláhovi a Ing. Jiřímu Kortanovi za pomoc při instalaci umělých substrátů.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	9
1.1 Metody sledování bentosu.....	9
1.1.1 Přímé metody odběru	9
1.1.2 Nepřímé metody odběru.....	11
1.2 Typy umělých substrátů	12
1.3 Výhody a nevýhody využití umělých substrátů	13
2 Lokalita pokusu	17
2.1 Popis lokality.....	17
2.2 Podnebí lokality	17
3 Materiál a metodika.....	18
3.1 Uspořádání pokusu.....	18
3.2 Instalace umělých substrátů	18
3.3 Odběry vzorků.....	19
3.4 Vybavení pro odběry vzorku.....	19
3.5 Konečné zpracování vzorků.....	20
4 Výsledky:	21
4.1 Zhodnocení jednotlivých odběrů s ohledem na dobu expozice	21
5 Diskuse.....	28
5.1 Zhodnocení početního výskytu jedinců sledovaných skupin za celé expoziční období.....	28
6 Závěr	34
7 Seznam použité literatury.....	35
8 Seznam fotografií, grafů a tabulek v bakalářské práci	37
9 Souhrn	39
10 Summary	40

Úvod

Bentos je společenství organismů, které je vázáno na podklad, např. rybníční nebo říční dno. Patří sem mikroorganismy, rostliny zakořeněné na dně nebo připevněné k nejrůznějším podkladům a živočichové žijící na dně, ve vrstvě sedimentů i jiném podkladu. Bentos dělíme na fytobentos (rostlinou složku) a zoobentos (živočišnou složku). Dále se dělí na mikro (do 0,1mm), meso (0,1-2mm) a makrobentos (nad 2mm). Druhy žijící na jakémkoliv podkladě ve vodě se nazývají perifyton, který je tvořený mikroskopickými živočichy, řasami, a podobně.

Zoobentos stojatých vod je značně odkázán na přísun potravy z pelagiálu (mrtvý zooplankton a řasy padající na dno). Proto je méně oživené dno ve velkých hlubokých jezerech, kam dopadá malé množství planktonních organismů, jelikož jsou cestou na dno mineralizovány. Významný faktor, který ovlivňuje biomasu zoobentosu je množství kyslíku u dna, jehož nedostatek, který může být spojen s výskytem sulfanu vede k silnému ochuzení druhového složení Hartman a kol. (1998).

Mezi nejčastější druhy zoobentosu stojatých a mírně tekoucích vod patří larvy pakomárů a jiného vodního hmyzu, nitěnky, žížalice, naidky, měkkýši a korýši. Jejich početnost během roku je rozdílná. Například množství pakomárů během sezóny klesá z důvodu výletu imág. Dalším faktorem, který má vliv na množství zoobentosu je predace ryb, před kterou se zoobentos ukrývá do hlubších vrstev bahna. Dalším prvkem, který ovlivní množství zoobentosu je vypouštění a zimování rybníků.

Druhové složení zoobentosu tekoucích vod je více pestřejší. Zde je největším faktorem, který ovlivňuje druhové složení a dynamiku zoobentosu rychlost vodního proudu. Na život v proudu je zoobentos vybaven morfologickými prvky jako jsou přísavky, lepivé žlázy, plochá těla nebo těžké schránky. Mnoho druhů také aktivně driftuje, což znamená, že se nechávají unášet proudem několik decimetrů až metrů, a poté opět usedají na podklad. K tomu dochází, pokud nastanou nepříznivé podmínky pro život, nebo pokud dojde k přehuštění životního prostoru. Tímto

způsobem mohou být rychle osídlovány i vytrávené úseky řek nebo řeky zničené povodněmi. Existuje ale také mnohem pomalejší pohyb zoobentosu proti proudu na místo kladení vajíček.

Zoobentos tekoucích vod osídluje dno do velké hloubky. Tyto vrstvy ve dně a po stranách říčního koryta se označují jako hyporeál. Zalézání do hyporeálu umožňuje přežít období záplav, promrznutí vody nebo průtok znečištěné vody.

Podle Hartmana a kol. (1998) je vliv rybí obsádky na zoobentos tekoucích vod není tak velký jako u rybníků, jelikož obsádky jsou menší a zoobentos je lépe chráněn. Významný vliv na charakter oživení dna mají vývojové cykly hmyzu, které se projevují hromadným výletem imág a zvýšením početnosti po vylíhnutí z vajíček.

Téma a zaměření této bakalářské práce má za cíl vyhodnotit využitelnost umělých substrátů, konkrétně plastových bloků pro kvantitativní a kvalitativní studium makrozoobentosu.

1 Literární přehled

1.1 Metody sledování bentosu

Metody sledování bentosu můžeme rozdělit na přímé a nepřímé. Mezi přímé můžeme zařadit například sledování pomocí pomůcek na odběr bentosu, jako jsou například Kubíčkův bentometr nebo drapák typu Ekman-Birge, zatímco metoda nepřímého sledování spočívá v instalaci umělého substrátu ve zkoumané lokalitě a po určitém časovém intervalu její odběr.

Podle Hartmana a kol. (1998) je sledování bentosu mnohem komplikovanější než sledování planktonu, zejména pokud má být kvantitativní. Bentos totiž není tak rovnoměrně rozmístěn jako plankton. Ve stojatých nádržích jsou rozdíly v závislosti na hloubce a charakteru dna nebo podkladu. V tekoucích vodách se projevuje různý podíl torrentilních a fluviatilních úseků a ještě větší rozdíly v charakteru dna (kamenité, šterkovité, písčité, bahnité, různý podíl a charakter organického materiálu v sedimentu, listí, mechové porosty apod.), přičemž rozdíly v oživení jsou kvalitativně i kvantitativně velmi výrazné.

Při kvantitativním sledování je pak nutno brát velký počet náhodně rozmístěných dílčích vzorků nebo menší počet vzorků z jednotlivých typů substrátů a současně odhadnout podíl ploch těchto substrátů (Hartman a kol. 1998).

1.1.1 Přímé metody odběru

K přímému odběru vzorků bentosu máme několik typů použitelných pomůcek. Mezi nejzákladnější patří dredž, vlečné síť, Birge-Ekmanův drapák, Surberova síť, Kubíčkův bentometr, Ponarův drapák nebo pneumtický vzorkovač FBA.

Jak uvádí Hartman a kol. (1998), kvalitativní vzorky makrozoobentosu v mělkých stojatých vodách se získají nejnázem pomocí obyčejného kuchyňského cedníku o průměru 15 – 20 cm, s oky 0,5 až 1 mm velkými. Pro získání vzorku z hlubokých míst stojatých vod se používá dredž, která je tažená na laně. Ta je opatřena koulí, která slouží jako závaží a má za úkol udržovat rám sítě v substrátu, aby nebyl tahem lana vytahován. Podle ČSN EN 9391 je dredž vhodná k odběru kvalitativních vzorků ze šterkovitého a kamenitého dna (velikost částic je větší než

2 mm), ale nevhodná pro bahnitá dna. Zvolená velikost závisí na účelu odběru vzorků. Dredž se převážně používá ze člunu, ale může se vrhat i ze břehu. Používá-li se člun, doporučuje se nejdříve určit tažnou vzdálenost, a potom se člun bezpečně zakotví proti proudu od sítě. Poté se vlečná síť přitahuje k člunu. Tento postup je snazší než přímé vlečení sítě, která se zachytává o dno. Poté se odebraný vzorek se převede do velké nádoby tak, aby se do nádoby dostali všichni živočišné zachycení v síti. Přebytečná voda se odleje, a potom se vzorek zakonzervuje a uschová pro pozdější rozbor.

Pro kvantitativní odběry makrozoobentosu se používají různé typy drapáků. Ty se zaboří do dna pomocí čelistí a ty se následně zesponu uzavřou. Ke stejnému účelu se využívají také sondy, mající menší plochu. V měkkém bahně je možno použít také sklopné sondy, které se po zaboření sklopí a vytahují v převrácené poloze. Bahno z drapáků a sond se pak propírá na sítích s oky 0,25 nebo 0,50 mm velkými. Ze zahuštěného vzorku se je výhodné vybírat živočichy zaživa, z časových důvodů se však zpravidla vzorek fixuje 6% formaldehydem a přebírá se dodatečně v laboratoři (Hartman a kol. 1998). Birge-Ekmanův drapák je vhodný k odběru kvalitativních a kvantitativních vzorků z bahnitého dna a ze dna s jemným štěrkem. Drapák se připraví roztažením čelistí a zajištěním uvolňovacího mechanismu. Vzorkovač se pak zvolna pustí ke dnu tak, aby nedošlo ke zvíření podkladu. Poté se drapák pevně zarazí do určeného místa. Uvolněním příslušného mechanismu se čelisti spustí a automaticky sevřou. Pak se vzorkovač okamžitě vytáhne. Vzorek se zpracuje stejně jako při použití dredže. Když se mezi čelistmi zachytí malé kaménky nebo se mezi stěnou drapáku a čelistmi usadí jemné částice podkladu, část zachyceného materiálu někdy vypadne a dochází tak k dílčí ztrátě vzorku. V tomto případě se celý vzorek vypustí a odběr se provede znovu, jak uvádí ČSN EN 9391.

Ponarův drapák je zatížený a je vhodný ke kvantitativnímu a kvalitativnímu odběru vzorků z bahnitého dna a dna s jemným štěrkem a kaménky menšími než 16 mm. Pro kamenité dno je provozně lepší než Birge-Ekmanův drapák, ale velikost vzorku je podstatně větší (3 až 10krát), a proto je i doba třídění značně delší. V poloze zavěšení na lanku jsou otevřené čelisti drapáku udržovány příčnou rozpěrou. Potom se drapák pomalu spouští na dno, kde se tah na lanko uvolní.

Tím klesne příčná rozpěra a jakmile se drapák začne vytahovat, čelisti se zavřou. Protože zaboření drapáku závisí jedině na jeho hmotnosti, je nezbytné, aby byl drapák během uzavírání čelistí vytahován pozvolna. Nezatížený Ponarův drapák je vhodný pro bahnité podklady a snadněji se ovládá, ale zatížená verze je pro ostatní podklady nesporně výhodnější, jak uvádí ČSN EN 9391.

Jak uvádí Hartman a kol. (1998), v rychle proudících vodách jsou nejvhodnější bentometry, které zaražením do dna vymezí přesnou plochu, na níž jsou pak postupně vybírány kameny a živočichové z nich jsou proudem vody strhávání do pytlovitě sítě bentometru.

Pneumatický vzorkovač FBA lze použít k odběru kvantitativních vzorků z podkladu tvořeného jemným štěrkem až kameny do délky 13cm, ale nedoporučuje se k odběrům vzorků na bahnitěm dně. Ačkoliv vzorkovač pracuje v podkladech, které obsahují zvláště velké kameny (větší jak 13cm), nevynáší je, a ani živočichy pevně na nich zachycené. Vzorkovač se spouští na říční dno s délkou výstupní trubice nastavenou tak, aby jeho vrchol nevyčníval více než 30cm nad hladinu vody. Při spouštění se výstupní trubice udržuje ve svislé poloze úchyty. Válec se pak zapustí do dna, dokud nenarazí na zarážku, stlačením vrcholu vzorkovače dolů a jeho střídavým otáčením o několik centimetrů v obou směrech. Pak se uvolní úchyty, které umožní, aby výstupní trubice volně sklouzla. Nespadne, protože je na úrovni dna. Pod vyústění šikmo nasazené trubice na výstupní trubici se umístí síť a poté se otevře přívod vzduchu. Doba a průtok vzduchu závisí na hloubce vody a typu podkladu. Podstatné je, aby během činnosti byl vzorkovač ve svislé poloze ČSN EN 9391. Vzorek se zpracuje již dříve zmíněným způsobem.

1.1.2 Nepřímé metody odběru

Nepřímou metodou odběru vzorků makrozoobentosu můžeme nazývat odběr vzorků pomocí umělých substrátů. Umělý substrát je zařízení, které napodobuje některé funkce vodního prostředí do kterého je umístěn (Beak a kol. 1973). Odběr spočívá v tom, že námi sledovaná lokalita není podrobena přímým odběrem vzorků pomocí pomůcek, které jsou popsány v předchozí části, ale jsou zde instalovány umělé substráty, které se během námi zvoleného časového období obsazují makrozoobentosem a poté dochází k jejich průběžné kontrole a odběru.

Použití umělých substrátů pro odběr bezobratlých během několika posledních let neustále roste. Předpokládá se, že umělé substráty jsou pravděpodobně stále důležitější pro běžné sledování řek Hellowell (1978).

1.2 Typy umělých substrátů

V současné době je velký počet typů umělých substrátů, které se dají využít pro sledování makrozoobentosu. Každý z těchto typů má své výhody a nevýhody a každý má své specifické vlastnosti pro jeho použití v určitých podmínkách daného vodního prostředí. Jsou typy umělých substrátů, které se například využijí v hlubokých, stojatých vodách, zatímco jejich použití v mělkých, tekoucích vodách by bylo přímo nemožné.

Podle Cairns (1982) se dají typy umělých substrátů rozdělit do osmi hlavních kategorií mezi které patří :

- nádoby naplněné různými substráty
- multiplates
- desky, panely a obklady
- cihly a bloky
- plastové fólie, polyetylén, tkaniny a lana
- implantované substráty
- přírodní organické substráty
- různé substráty

Dalšími možnými umělými substráty pro odběr vzorků makrozoobentosu mohou být kolonizační vzorkovače, mezi které patří standardní kolonizační vak a standardní kolonizační souprava. Standardní kolonizační vak obsahuje přibližně 40 kusů náplně pro biologické filtry, jaká se používá při čištění odpadních vod, např. strusky. Náplň je uložena v hrubě síťovaném polyamidovém vaku. Ačkoliv velikost částic a druh strusky se bude místně lišit včetně poměru plochy povrchu k objemu, doporučují se částice velikosti 40 mm ke snížení celkové hmotnosti vzorkovače, a aby se zabránilo jeho úplnému zaboření do bahnitého dna. Standardizační kolonizační souprava se skládá ze 14 komponent z plastu používaných pro biologickou filtraci, z nichž každá tvoří dvoudílnou jednotku ve tvaru válce.

Středová jednotka obklopena šesti jinými je dohromady svázána šňůrou z plastu nebo pásky. Ztráta živočichů při vytahování vzorkovače z vody se výrazně sníží, jestliže spodní čtvrtina soupravy včetně dna je opatřena sítí z polyamidu hustoty ok 10/cm², jak uvádí ČSN EN 9391.

Mezi další využívané umělé substráty patří například:

- koše naplněné plovoucím vápencem
- válce z pletiva
- koše naplněné kameny a listím
- zásobníky naplněné substrátem
- bloky plastových filtrů
- desky sololitu
- porcelánové kuličky v koších
- natrhané tkaniny v síťované tašce
- prefabrikované bloky

1.3 Výhody a nevýhody využití umělých substrátů

Využití umělých substrátů má velké množství výhod, ale i také nevýhod při jejich použití pro odběr vzorků makrozoobentosu. Mezi nejvýznamnější výhody použití patří:

- Umožnění sběru dat z míst, která nemohou být odebrána účinněji jinými prostředky

Mezi taková místa, kde není možné provést odběr jinými prostředky, než umělými substráty jsou například stanoviště, která mají tvrdý podložní substrát, rychlý proud nebo velkou hloubku. Umělé substráty nepochybně napomáhají odběru vzorku z velkých, proudných řek, kde by bylo nemožné provádět odběr z lodě, potápěči či jinými prostředky. Další výhodou je také nezávislost na výkyvech počasí nebo stavu proudu toku. Jak uvádí Moon (1935a) na skalnatém pobřeží jezera Windermere v Anglii byly umělé substráty jediným možným použitelným způsobem odběru vzorku makrozoobentosu, jelikož zdejší

podloží nedovolovalo použití přímých metod odběru vzorku, jako jsou například drapáky.

- Snížení variability v porovnání s jinými druhy odběru vzorku

Jak uvádí Cairns (1982) tato výhoda je mnohými zavrhována a mnohými vyzdvihována. A nad tímto tématem se bude ještě dlouho diskutovat. Nicméně umělé substráty poskytují menší variabilitu a vyšší přesnost než odběr vzorku přímou metodou. Umělé substráty potřebují menší množství vzorku než přímé metody pro dosažení vyšší přesnosti odběru. A proto byl v poslední době kladen důraz na používání umělých substrátů s cílem snížit variabilitu související s přímými odběrnými zařízeními Hellawell (1978).

- Vyžadují méně dovednosti operátora než přímé metody odběru vzorku

Instalaci a odběr vzorku u jednodušších umělých substrátů může provádět i neproškolený pracovník, což je velká výhoda umělých substrátů. Zde jsou zřejmé také ekonomické výhody, kde by mohly být do sběru dat zapojeni také například lesní strážci, kteří mají svou působnost v oblasti odběru vzorků. U složitějších umělých substrátů je to náročnější například u separace organismů od odběrného zařízení, kde může docházet k vyšší variabilitě v datech. Nicméně výběr lokalit pro umístění umělých substrátů by neměl být ponechán laikovi, ale odborníkovi (Cairns 1982).

- Pohodlné použití umělých substrátů

Další výhodou použití umělých substrátů je, že se s nimi snadně manipuluje. Jejich konstrukce bývá většinou malá, lehká, levná a dají se snadno postavit. Umělé substráty sbírají mnohem méně nečistot než jiné metody odběru, čímž se poté vzorky lépe čistí a třídí. Také plocha vzorkovače se dá relativně lehce vypočítat.

- Nedestruktivnost umělých substrátů vůči životnímu prostředí

Instalace a odběr vzorků je nedestruktivní vůči životnímu prostředí. Nedochází k narušení biotopů organismů, jako například při přímém odběru pomocí drapáků.

- Flexibilita využití umělých substrátů

Základní vzorkovače mohou být upraveny tak, aby vyhovovaly danému prostředí a situaci. Mohou být využity v široké škále stanovišť a prostředí, kde nemohou být využity nebo jsou neúčinné přímé metody. Jeden druh umělého substrátu může být využit na více typech stanovišť.

Nevýhody, se kterými se můžeme setkat při použití umělých substrátů jsou například:

- Kolonizační dynamika

Kolonizační dynamika umělých substrátů není úplně známá. Dochází k určité selektivě v relativní hojnosti populace vyskytující se na umělých substrátech ve srovnání s přírodním substrátem. Někteří autoři uvádějí relativně dobré korelace vybraných živočichů, mezi umělými a přírodními substráty, jako například Pearson a kol. (1975) nebo Herrmann (1979), ale většina autorů má umělé substráty za selektivní.

- Sezónnost

Umělé substráty jsou během chladného počasí kolonizovány méně jedinci a druhy, než během období teplého počasí Anderson a kol. (1958). Tento faktor je ale také stejný i u jiných metod odběru vzorku.

- Delší doba expozice pro získání vzorku

Umělé substráty vyžadují delší dobu expozice pro získání vzorku, než přímé metody odběru. Zde může dojít k problému kolísání vodního sloupce během doby expozice, jenž by měl vliv na výsledek vzorku. Lze udělat jen málo pro

zmírnění této nevýhody, protože delší expoziční časy jsou nevyhnutelné pro použití umělých substrátů.

- Ztráta fauny během získávání vzorku ze substrátu

Může docházet ke ztrátě organismů během získávání vzorku z umělého substrátu. Tyto ztráty mohou být významné zdroje pro variaci a „nereprezentativnost“ vzorku. Tento problém je možné snížit opatrnou manipulací se substráty a použitím sítky s jemnými oky pro eliminaci ztrát.

- Nepředvídatelné ztráty umělých substrátů

Umělé substráty jsou citlivé na nepředvídatelné ztráty. Mezi příčiny těchto ztrát můžeme řadit výkyvy vodní hladiny (vysoká voda, záplavy nebo sucho a nízká voda), sedimentace nebo také vandalismus, který se může objevit během dlouhé doby expozice potřebné pro získání vzorku (Cairns 1982). Ke snížení těchto ztrát může přispět častější kontrola stanoviště.

- Predační tlak ryb

Oživení umělých substrátů může být vystaveno predacímu tlaku ryb, případně dravých larev hmyzu, které je mohou kolonizovat, a tím dochází ke ztrátám na vzorku [(Rozkošný et al. 2011)].

- Nezachycují stav přírodních substrátů

Umělé substráty neposkytují informaci o případných specifikách přírodních substrátů, nebo dopad znečištění prostředí na tyto substráty (Weber 1973).

2 Lokalita pokusu

2.1 Popis lokality

Místo odběru vzorků pomocí umělých substrátů bylo zvoleno na stoce rybníční soustavy pokusných rybníčků Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech. Průměrná šířka stoky byla 190 cm a její průměrná hloubka byla 23 cm. Průměrná rychlost proudu byla naměřena 30 cm/s. Dále byl měřen obsah kyslíku, který měl hodnotu $11,02 \text{ mg.l}^{-1}$, což odpovídá 92,9 % nasycení kyslíkem. Teplota vody v průběhu sledování (12.10. – 9.11. 2009) se pohybovala mezi 7,9 – 6,7 °C. Délka úseku, na kterém se pokus prováděl byla 20 metrů.

2.2 Podnebí lokality

Město Vodňany se nachází v okrese Strakonice, který spadá pod Jihočeský kraj. Vodňany leží v nadmořské výšce 398 m. n. m. Svou zeměpisnou polohou spadají do podhorské oblasti. Průměrné roční srážky jsou vyrovnané a činí 550 – 650 mm/m². Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 6 – 7,5 °C.

3 Materiál a metodika

3.1 Uspořádání pokusu

Design pokusu zahrnoval čtyři řady (opakování) bloků umělých substrátů. První odběr vzorku byl 12. 10. 2009 a poslední odběr vzorku byl 9. 11. 2009. V týdenních intervalech jsme sledovali postupné obsazování (kolonizaci) umělých substrátů benthickými organismy a jejich druhové složení. Nasazení proběhlo 5. 10. 2009 a následně na něj navazovaly odběry v týdenních intervalech.

3.2 Instalace umělých substrátů

Umělé substráty představované vyříznutými náplněmi do biofiltrů - h2 KGP 320 o ploše 600 cm² s 5 patry o celkové výšce 15 cm (fotografie č.1) byly přichyceny na dno stoky pomocí železných křížů a vrbových prutů a poté ještě zatíženy kamenem proti případnému uvolnění. Celkově bylo použito 25 bloků umělého substrátu. Pro samostatný pokus bylo využito pouze 18 bloků, a to z důvodu zničení celé jedné řady a dvou bloků zvýšeným průtokem vody během výlovu pokusného rybníka. Bloky byly instalovány ve čtyřech řadách po pěti blocích (fotografie č.2). Řady byly od sebe vzdálené 5 metrů.



Fotografie č. 1 – Vyříznuté náplně do biofiltrů připravené k instalaci



Fotografie č.2 – pohled na jednu z instalovaných řad umělých substrátů

3.3 Odběry vzorků

Odběry vzorků byly v týdenních intervalech. První odběr vzorku byl proveden 12. 10. 2009, druhý 19. 10. 2009, třetí 2. 11. 2009 a poslední odběr byl proveden 9. 11. 2009. Pro odběr vzorku byla použita síťka, kterou jsme nasunuli pod část bloku směrem proti proudu. Uvolnili jsme železný kříž a blok umělého substrátu jsme převrhli do síťky. Takto vyjmutý blok jsme přemístili i s obsahem síťky do vaničky, kde se celý blok propláchnul formaldehydem, aby došlo k uvolnění organismů na stěnách bloku, a to samé jsme provedli i po otočení bloku. Poté se ještě z obou stran blok propláchl tekoucí vodou z konve. Obsah bloku se doplnil organismy zachycenými na síťce. Na závěr se obsah bloku smíšený s organismy zachycenými na síťce přelil přes síto o velikosti ok 500 μ a následně se obsah zakonzervoval pro následný rozbor. Takto se odebral vzorek z každého bloku v celé řadě.

3.4 Vybavení pro odběry vzorku

U každého odběru byla použita bentosová síťka s kovovým rámem, kterou se bloky odebíraly. Pro následné zpracování obsahu bloku se používalo vaničky a konve pro propláchnutí bloku vodou. Dále se používalo stříčky naplněné 4% formaldehydem pro uvolnění zachycených organismů v blocích. Dalším vybavením

byly plastové lahve pro převoz vzorku a pinzeta. Pro následný rozbor vzorku se využívalo ještě malých plastových lahviček, do kterých se rozdělovaly jednotlivé bloky na druhové zastoupení. Délka a šířka toku se měřila pomocí pásma. Koncentrace rozpuštěného kyslíku a teplota vody byly měřeny multimetrem WTW Multiline. Rychlost proudu byla naměřena pomocí hydrodynamického křídla, využívajícího přepočítání otáček za čas na rychlost proudění.

3.5 Konečné zpracování vzorků

Vzorky z jednotlivých bloků umělého substrátu byly zbaveny detritu a následně byly rozděleny do pěti sledovaných skupin – chrostíci (Trichoptera), pakomáři (Chironomidae), střechatky (Megaloptera), jepice (Ephemeroptera) a ostatní (Varia). Ve všech vzorcích se počítalo kusové množství zastoupených skupin v blocích jednotlivých řad umělého substrátu. Tímto jsme mohli sledovat postupné obsazování jednotlivých řad umělého substrátu a početní zastoupení jednotlivých skupin. Determinaci vzorků makrozoobentosu jsem prováděl s významnou pomocí Ing. Lucie Vetiškové.

4 Výsledky:

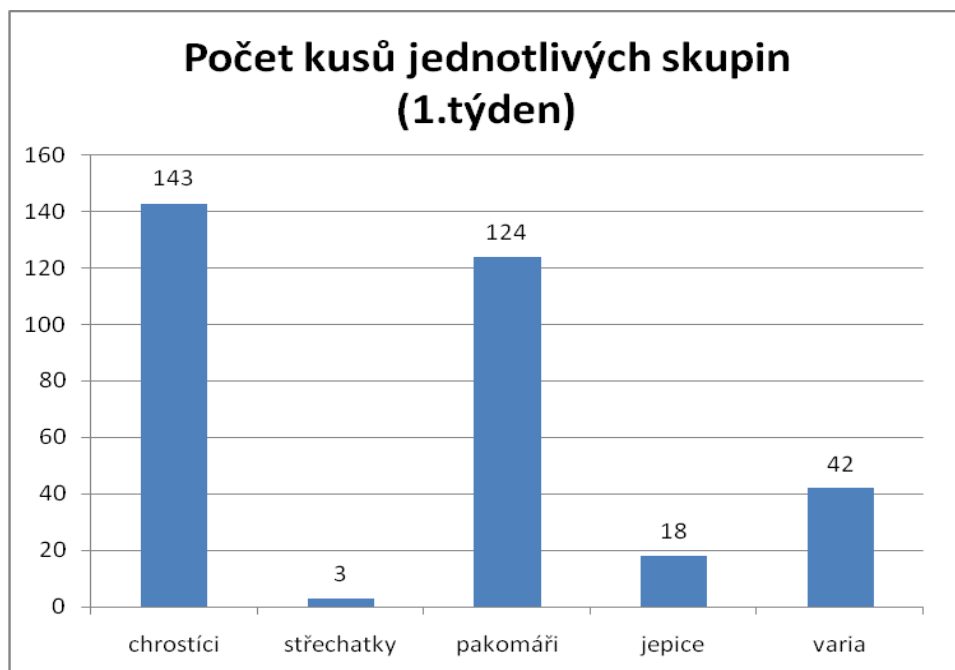
4.1 Zhodnocení jednotlivých odběrů s ohledem na dobu expozice

1. odběr vzorku – 12. 10. 2009, doba expozice: 1 týden

Ve vzorku první řady umělých substrátů, který byl odebrán 12. 10. 2009 po týdenní době expozice bylo zjištěno 16 taxonů makrozoobentosu. Nejpočetnější skupinou taxonů byli chrostíci, jejichž celkový počet byl 143 kusů, aritmetický průměr na jednotlivý blok v řadě byl 28,6 kusů a směrodatná odchylka byla $\pm 10,38\%$. Druhou nejpočetnější skupinou byli pakomáři s celkovým počtem 124 kusů. Další početnější skupinou byla Varia, jejichž počet byl 42 kusů a dále následovala skupina jepic o počtu 18 kusů. Nejmenší počet – 3 kusy jedinců měla skupina střechatky, která byla tvořena rodem *Sialis* (Graf. č. 1) .

Skupina chrostíci byla v prvním vzorku tvořena z 99% rodem *Hydropsyche* a velmi málo (v průměru jeden jedinec na vzorek) rodem *Neureclipsis*. Skupinu jepic tvořil rod *Baetis*. Mezi nalezenými Varii byla *Asellus aquaticus* (beruška vodní), *Bythynia tentaculata* (bahňvka rmutná), *Piscicola geometra* (chobotnatka rybí), *Lymnaea perena* (plovatka toulavá), rod *Dytiscus* (larva potápníka), čeleď Tipulidae (Tiplicovití), *Lymnaea auricularia* (uchatka nadmutá), *Erpobdella* juv. (hltanovka) a *Hydrobius fuscipes* (vodomil). Mezi druhy pakomárů, které se vyskytovaly ve vzorku patřily rody *Tanytarsus*, *Camptochironomus*, *Orthocladius*.

Počty jedinců, aritmetický průměr a směrodatná odchylka jednotlivých skupin v blocích jsou uvedeny v Tabulce č. 1 .



Graf č. 1 – Počet kusů jednotlivých skupin (1.týden).

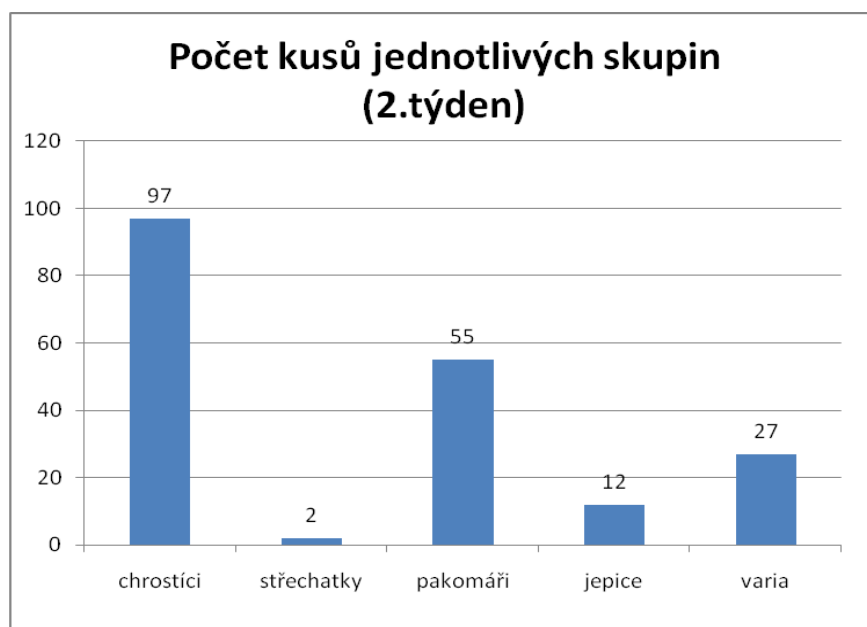
	1	2	3	4	5	∅	SO
chrostíci	22	32	45	14	30	28,6	10,38
střechatky	0	0	1	1	1	0,6	0,49
pakomáři	29	27	17	15	36	24,8	7,81
jepice	10	3	2	1	2	3,6	3,26
varia	6	6	7	10	13	8,4	2,73

Tabulka č. 1 – Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (1.týden).

2. odběr vzorku – 19. 10. 2009, doba expozice: 2 týdny

Ve vzorku druhé řady umělých substrátů, který byl odebrán 19. 10. 2009 po dvou týdnech expozice bylo zjištěno 13 taxonů makrozoobentosu. Nejpočetnější skupinou taxonů ve druhém vzorku byli chrostíci s počtem 97 kusů, aritmetickým průměrem 20,75 kusů na blok a směrodatnou odchylkou $\pm 11,76\%$ (Tabulka č.2). Druhá nejpočetnější skupina byli pakomáři, kterých bylo ve vzorku 55 kusů. Dalšími skupinami byli Varia o počtu 27 kusů, jepice s celkovým počtem 12 kusů a střechatky 2 kusy (Graf č.2).

Skupina chrostíci byla tvořena rodem *Hydropsyche*. Jepice byli zastoupeny rodem *Baetis*, stejně jako ve všech zbylých vzorcích. Mezi druhy pakomárů vyskytujících se ve druhém vzorku byli *Tanytarsus*, *Camptochironomus* a *Orthoclaudis*. Varia zastupovala *Asellus aquaticus* (beruška vodní), *Physella acuta* (levatka ostrá), *Pisidium* sp. (hrachovka), *Hellobdella stagnalis* (chobotnatka štitkatá), *Erpobdella* juv. (hltanovka), *Lymnaea auricularia* (uchatka nadmutá) a rod *Dytiscus* (larva potápníka).



Graf č. 2 – Počet kusů jednotlivých skupin (2.týden).

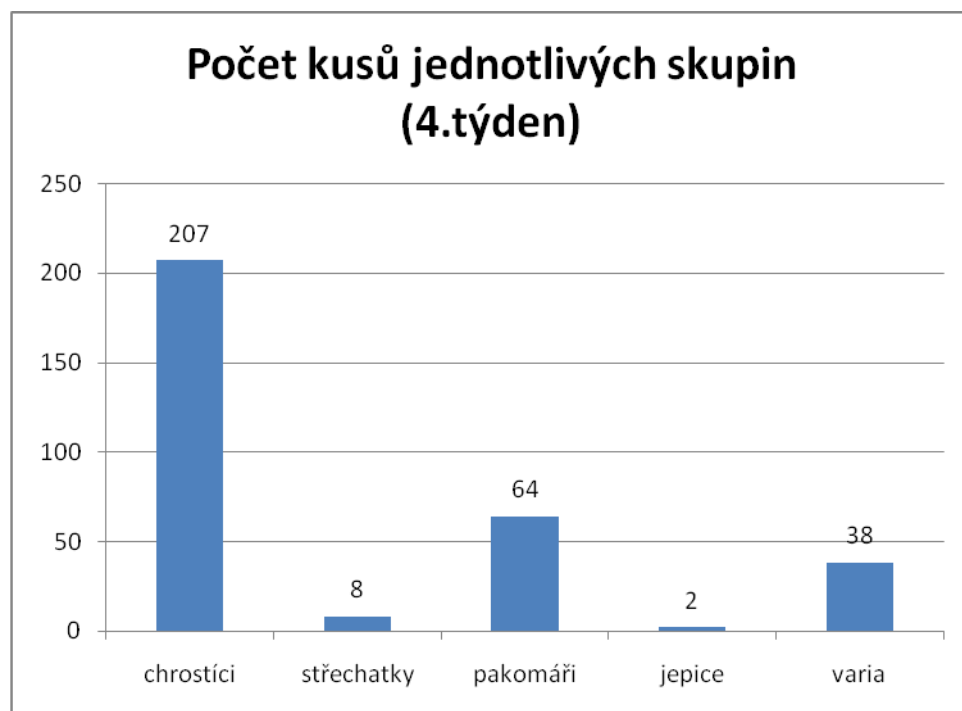
	1	2	3	4	5	∅	SO
chrostíci	36	6	28	13	14	19,4	10,95
střechatky	0	1	1	0	0	0,4	0,49
pakomáři	16	12	11	10	6	11	3,22
jepice	0	0	3	2	7	2,4	2,58
varia	8	9	1	6	3	5,4	3,01

Tabulka č. 2 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (2.týden).

3. odběr vzorku – 2. 11. 2009, doba expozice: 4 týdny

Ve vzorku třetí řady umělých substrátů, který byl odebrán 2. 11. 2009 po čtyřech týdnech expozice bylo zjištěno 16 taxonů makrozoobentosu. Skupina taxonů, která měla největší počet kusů jedinců byli chrostíci s celkovým počtem 207 kusů, aritmetickým průměrem 69 kusů na blok a směrodatnou odchylkou $\pm 9,20\%$ (Tabulka č.3). Druhá nejpočetnější skupina byli opět pakomáři s celkovým počtem 64 kusů. Jako třetí nejpočetnější skupina byla Varia o celkovém počtu 38 kusů a dále střechatky 8 kusů a nejméně kusů měly jepice, 2 jedince (Graf č.3).

Chrostíci byli zastoupeni rody *Hydropsyche* a jen malé množství tvořil rod *Neureclipsis*. Jepice byli zastoupeny rodem *Baetis*. *Tanytarsus*, *Camptochironomus* a *Orthoclaudis*, rody zastupující skupinu pakomárů. Mezi druhy zastupující skupinu Varia patřila *Physella acuta* (levatka ostrá), *Pisidium* sp. (hrachovka), *Sphaerium corneum* (okružanka rohovitá), Tipulidae (tiplicovití), *Asselus aquaticus* (beruška vodní), *Lymnaea perena* (plovatka toulavá), *Bithynia tentaculata* (bahňovka rmutná), *Erpobdella* juv. (hltanovka) a *Lymnaea auricularia* (uchatka nadmutá).



Graf č. 3 - Počet kusů jednotlivých skupin (4.týden).

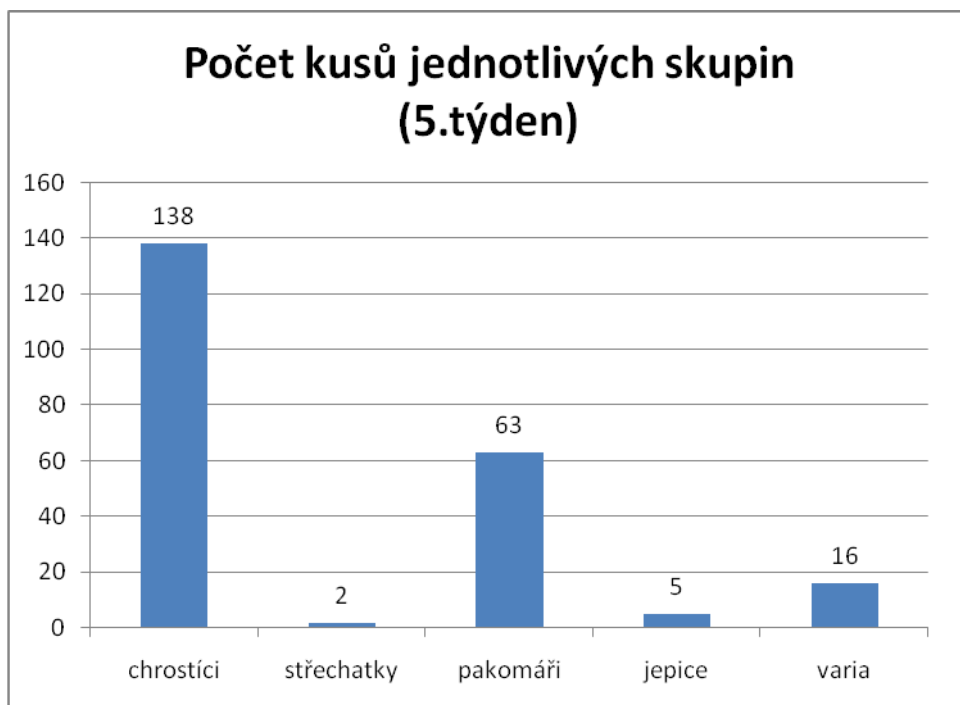
	1	2	3	4	5	\bar{x}	SO
chrostíci	56	76	75	0	0	69	9,20
střechatky	2	5	1	0	0	2,7	1,70
pakomáři	30	19	15	0	0	21,3	6,34
jepice	2	0	0	0	0	0,7	0,94
varia	21	10	7	0	0	12,7	6,02

Tabulka č. 3 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (4.týden).

4. odběr vzorku – 9. 11. 2009, doba expozice: 5 týdnů

Ve vzorku čtvrté řady umělých substrátů, který byl odebrán 9. 11. 2009 po pěti týdenní době expozice bylo zjištěno 14 taxonů makrozoobentosu. Nejpočetnější skupinou taxonů byli chrostíci, jejichž celkový počet byl 138 kusů, aritmetický průměr na blok byl 27,6 kusů a směrodatná odchylka byla $\pm 20,24\%$ (Tabulka č. 4). Druhá nejpočetnější skupina tohoto vzorku byli pakomáři s celkovým počtem 63 kusů. Třetí nejpočetnější skupina byla Varia s počtem 16 kusů a dále 5 kusů jedinců jepic a 2 kusy střechatek (Graf č. 4).

Chrostíci byli opět tvořeni s větší částí rodem *Hydropsyche* a jen malá část (přibližně 1%) byla tvořena rodem *Neureclipsis*. Skupina jepic byla také tvořena rodem *Baetis*, jako ve všech předešlých vzorcích. Varia byla zastoupena rodem *Dytiscus* (larva potápníka vroubeného), *Lymnaea auricularia* (uchatka nadmutá), *Erpobdella ortoculata* (hltanovka bahenní), *Asellus aquaticus* (beruška vodní), *Erpobdella* juv. (hltanovka), *Piscicola geometra* (chobotnatka rybí) a *Sphaerium corneum* (okružanka rohovitá). Skupina pakomárů byla tvořena rody *Tanytarsus*, *Camptochironomus* a *Orthoclaudis*.



Graf č. 4 - Počet kusů jednotlivých skupin (5.týden).

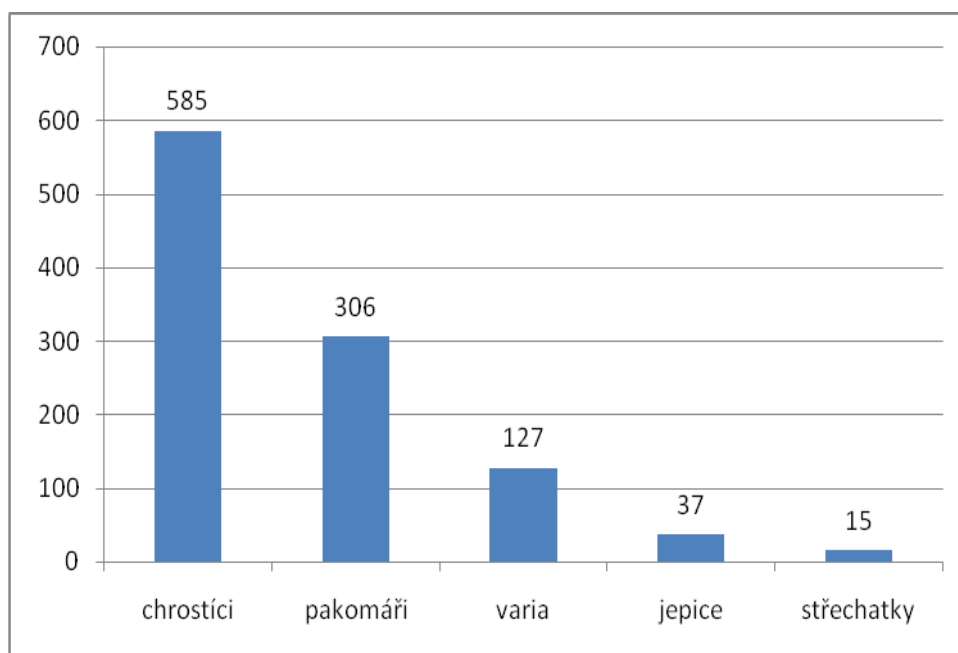
	1	2	3	4	5	∅	SO
chrostíci	18	15	68	19	18	27,6	20,24
střechatky	1	0	1	0	0	0,4	0,49
pakomáři	7	3	27	24	2	12,6	10,71
jepice	1	2	1	0	1	1	0,63
varia	3	4	1	7	1	3,2	2,23

Tabulka č. 4 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (5.týden).

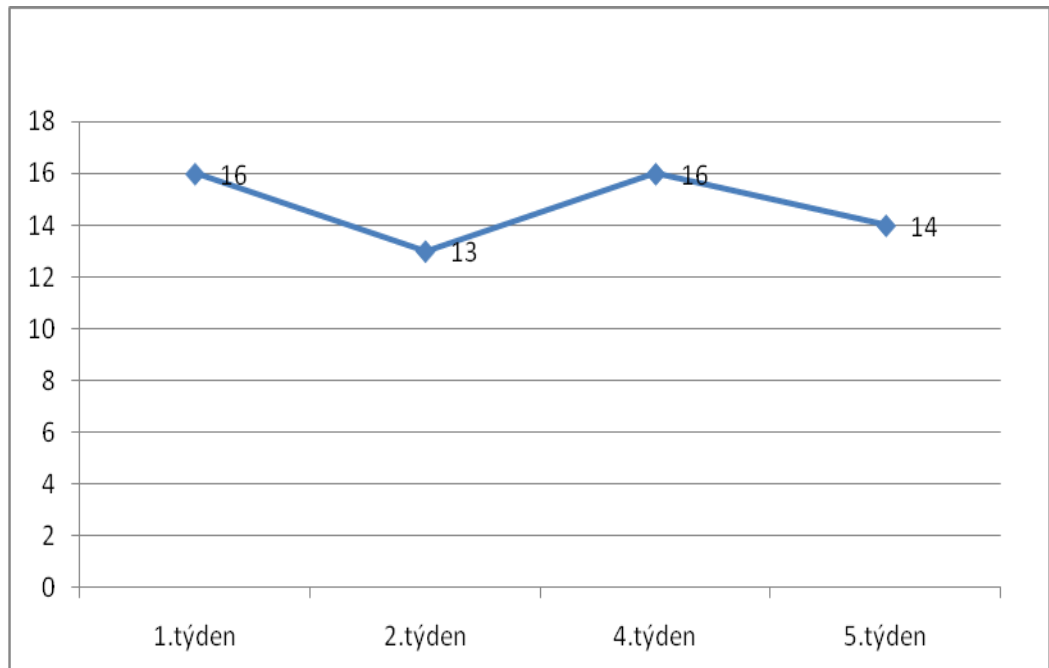
5 Diskuse

5.1 Zhodnocení početního výskytu jedinců sledovaných skupin za celé expoziční období

Doba expozice umělých substrátů byla 5 týdnů. Během této doby docházelo k rozdílným stavům v počtu jedinců sledovaných skupin v závislosti na délce expozice umělých substrátů (Graf č. 5). Během celého expozičního období bylo zjištěno 59 taxonů. Jejich početnost v jednotlivých týdnech expozice byla vcelku vyrovnaná, pohybovala se od 13 do 16 taxonů. Nejpočetnější byl první a čtvrtý týden expozice, kdy byl zjištěn shodný počet taxonů, v obou odběrech činil 16 taxonů. V pátém týdnu expozice bylo zjištěno 14 taxonů a nejmenší počet taxonů byl po dvou týdenní expoziční době – 13 taxonů (Graf č.12).

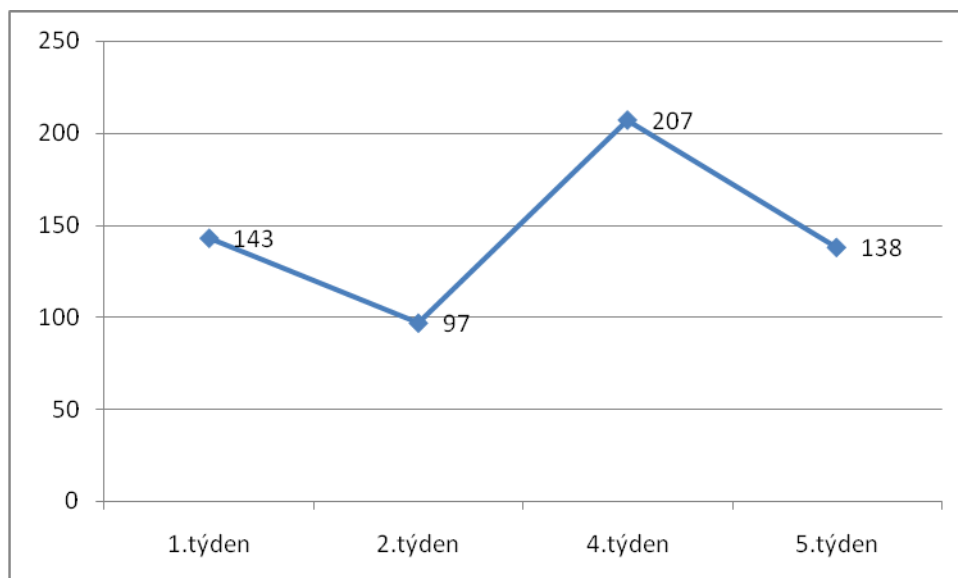


Graf č. 5 – Celkový počet jedinců sledovaných skupin za celé expoziční období



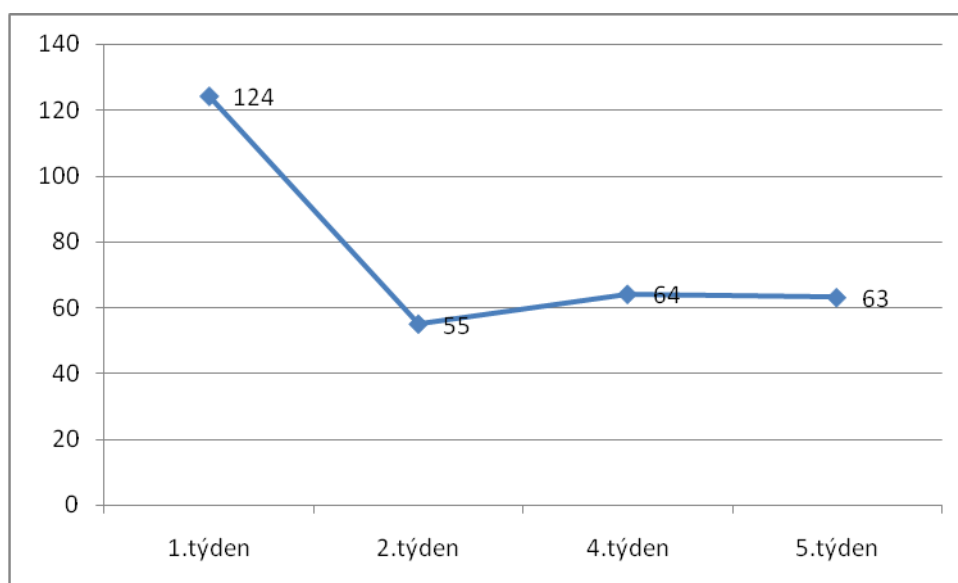
Graf č.12 – Změny vývoje v počtu taxonů za celé expoziční období

Nejpočetnější skupinou během celé doby expozice umělých substrátů byli chrostíci, kteří měli celkový součet odebraných vzorků 585 kusů. Největší počet jedinců byl zjištěn ve čtvrtém týdnu expozice (2. 11. 2009), kdy byl jejich počet 207 kusů. Nejmenší počet jedinců chrostíků byl ve druhém týdnu expozice (19. 10. 2009) a to 97 kusů. První a poslední (čtvrtý) odběr byl početně vyrovnaný. Při prvním odběru (12. 10. 2009), po jednom týdnu expozice bylo napočítáno 143 kusů a v posledním odběru (9. 11. 2009), po pěti týdnech expozice byl počet 138 kusů (Graf č. 6). Mezi chrostíky byli výrazně nejpočetnější zástupci rodu *Hydropsyche*, kteří tvořili 99% všech zjištěných jedinců. Pouze ojediněle se vyskytli zástupci rodu *Neureclipsis*.



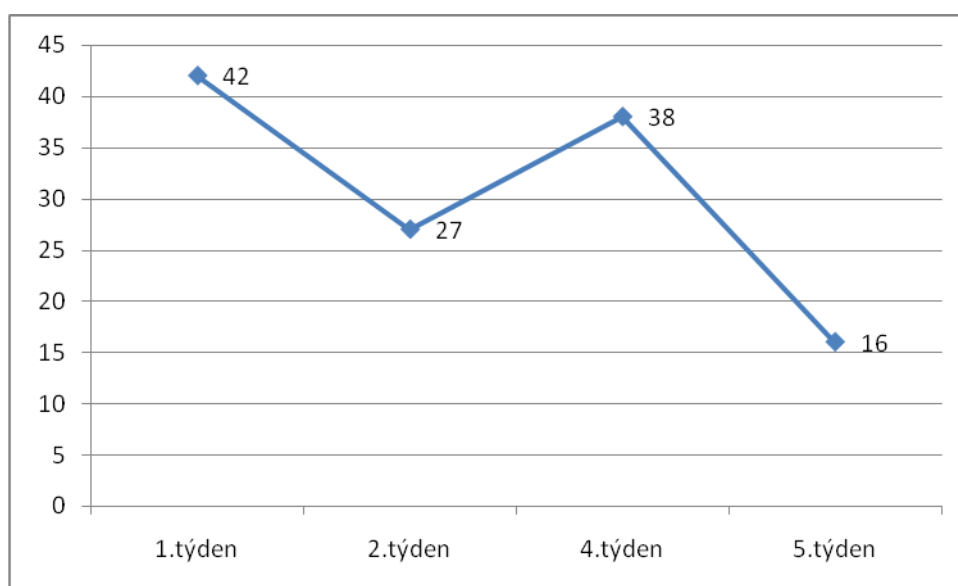
Graf č. 6 – Počet jedinců skupiny (chrostíci) v jednotlivých odběrech

Druhou nejpočetnější skupinou během celého sledovaného období byli pakomáři. Jejich celkový součet počtu jedinců byl 306 kusů. Nejpočetnějším vzorkem byl první týden expozice (12. 10. 2009) s počtem 124 kusů pakomárů. Zbylé odběry byly vcelku vyrovnané. Druhý odběr po 2 týdnech expozice obsahoval 55 kusů, třetí odběr po čtyřech týdnech expozice 64 kusů a poslední odběr (9. 11. 2009) po pátém týdnu expozice obsahoval 63 kusů (Graf č. 7). Nejpočetněji se vyskytovali pakomáři rodu *Tanytarsus*, *Orthocladius* a *Camptochironomus*.



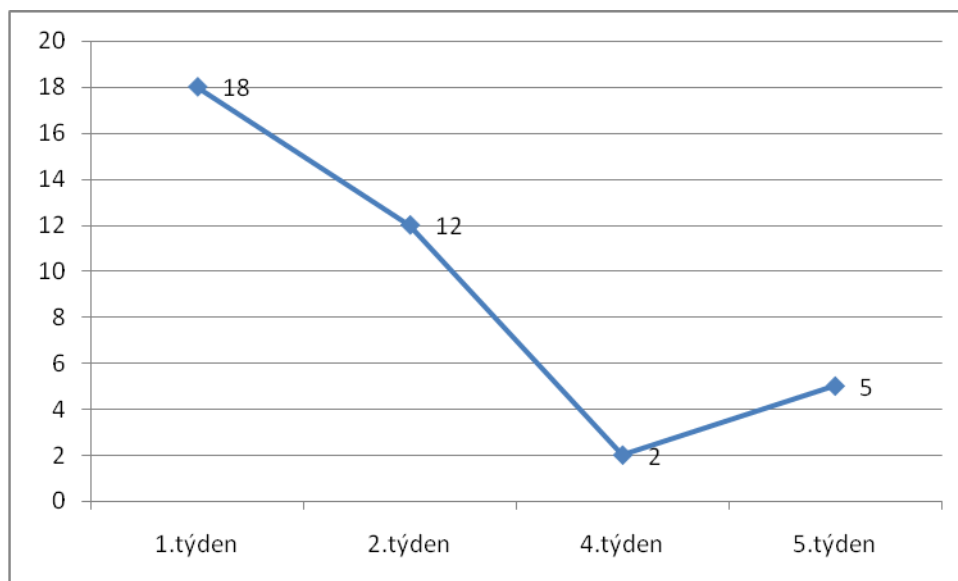
Graf č. 7 – Počet jedinců skupiny (pakomáři) v jednotlivých odběrech

Třetí skupinou byla Varia, která měla celkový počet kusů za sledované období 127 jedinců. Nejpočetnějším vzorkem Varií byl první týden expozice (12. 10. 2009), který obsahoval 42 kusů, druhým nejpočetnějším byl třetí vzorek (2. 11. 2009) po čtyřech týdnech expozice s 38 kusy a poté druhý vzorek (19. 10. 2009), který obsahoval 27 kusů. Čtvrtý vzorek v pátém týdnu expozice (9. 11. 2009) byl nejslabší a čítal 16 kusů (Graf č. 8). Ve skupině Varia byli nejhojnější jedinci *Asellus aquaticus* (beruška vodní), *Lymnaea auricularia* (uchatka nadmutá), rod *Dytiscus* (larva potápníka) a *Erpobdella juv.* (hltanovka).



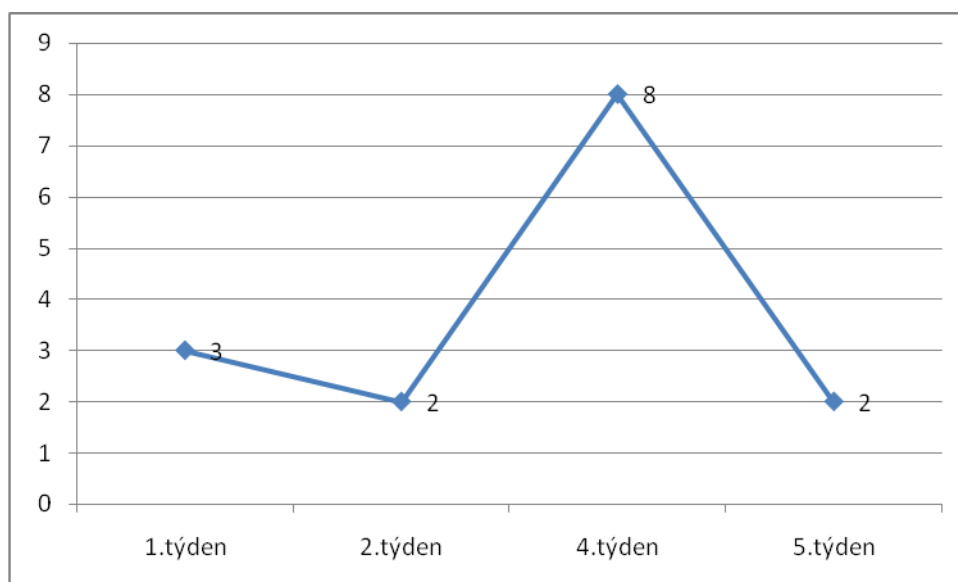
Graf č. 8 - Počet jedinců skupiny (Varia) v jednotlivých odběrech

Čtvrtou skupinou v početnosti jedinců za celkové sledované období byla skupina – jepice, s celkovým počtem 37 kusů. Nejvíce 18 kusů bylo v prvním týdnu expozice (12. 10. 2009) a ve druhém vzorku (19. 10. 2009) po dvou týdnech expozice, který obsahoval 12 kusů. Třetí a čtvrtý vzorek obsahovaly nejmenší počet vzorků. Třetí odběr po čtyřech týdnech expozice (2. 11. 2009) pouze 2 kusy a poslední vzorek po pěti týdnech expozice (9. 11. 2009) 5 kusů (Graf č. 9). Larvy jepic byly ve vzorcích z umělých substrátů zastoupeny pouze taxonem rodu *Baetis*.



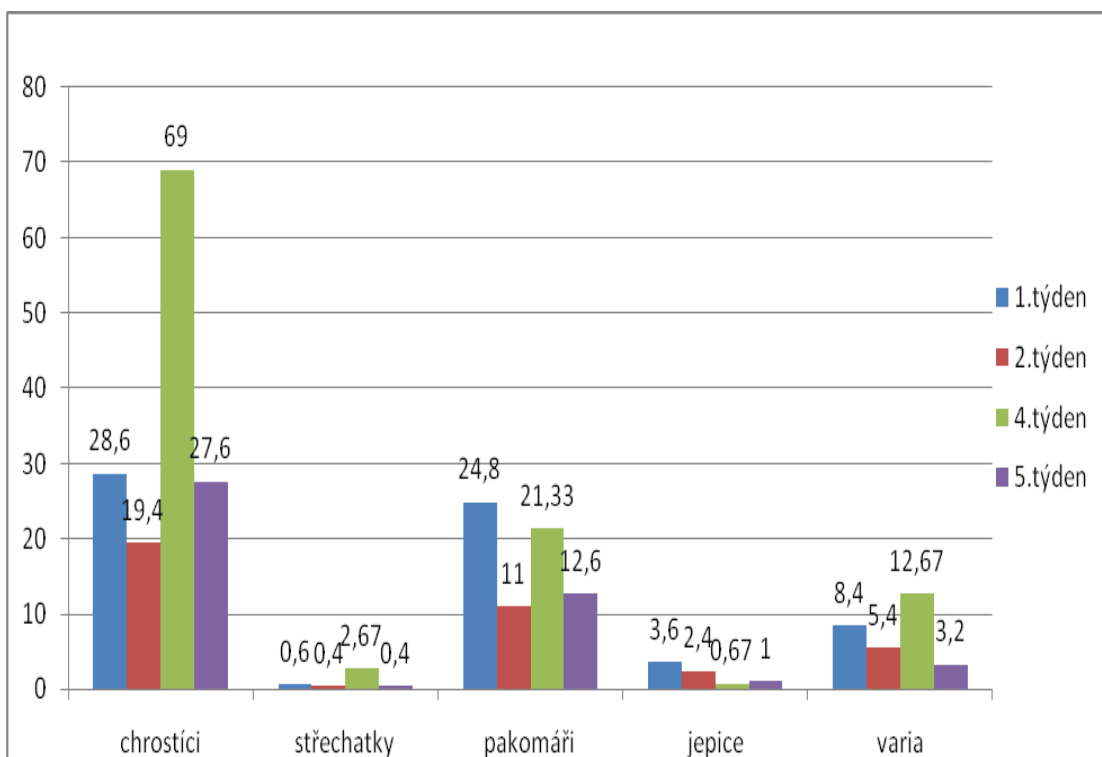
Graf č. 9 - Počet jedinců skupiny (jepice) v jednotlivých odběrech

Skupina s nejmenším celkovým počtem kusů za sledované období byla skupina – střechatky. Její celkový počet byl pouhých 15 kusů. Nejpočetnějším vzorkem byl třetí (2. 11. 2009) po čtyřech týdnech expozice s počtem 8 kusů, poté první vzorek (12. 10. 2009) s 3 kusy a druhý (19. 10. 2009) a čtvrtý vzorek (9. 11. 2009) po pěti týdnech expozice měly shodně 2 kusy (Graf č. 10). Larvy střechatek, kolonizující umělé substráty, patřily do rodu *Sialis*.



Graf č. 10 - Počet jedinců skupiny (střechatky) v jednotlivých odběrech

Kolísavé hodnoty početních průměrů jednotlivých jedinců sledovaných skupin v bloku na jeden týden (Graf č. 11) byly způsobeny mj. kolísavými průtoky v souvislosti s výlovem rybníčku, ústícího do stoky, který se konal v době expozice umělých substrátů. Mohlo tak dojít k navýšení či snížení počtu kusů driftem, resp. vyplavením během jeho vypouštění do obvodové stoky, na které byl pokus prováděn. Dalším faktorem, který mohl ovlivnit kolísavé hodnoty vzorků mohlo být nastupující chladné počasí a v neposlední řadě únik některých organismů během odebrání jednotlivých bloků pro jejich následné rozборы. Nicméně tento poslední faktor byl metodicky minimalizován.



6 Závěr

Na využitelnost umělých substrátů pro studium makrozoobentosu existuje řada odlišných názorů, jak kladných, tak i záporných. Jak už bylo uvedeno v literárním přehledu, umělé substráty mají řadu pozitiv i negativ v jejich využitelnosti. V tomto konkrétním případě jsem žádné výrazné negativum neshledal. Jisté nebezpečí hrozí v odplavení substrátů při extrémních průtocích nebo naopak jejich vyschnutí při poklesu průtoků. Mezi nejdůležitější pozitiva bych uvedl snadnou manipulaci s námi použitými umělými substráty, jak s instalací, tak se samotným odběrem vzorků. Kolonizování použitých umělých substrátů podle mého názoru probíhalo standardně, což potvrzují výsledky z rozborů vzorků. Nedochovalo ke kolonizování pouze určitým taxonem, ale námi použité umělé substráty byly kolonizovány více taxony, což poukazuje na univerzálnost daného umělého substrátu. Umělé substráty mají podle mého názoru stále větší uplatnění v získávání vzorků makrozoobentosu z různých vodních prostředí tekoucích i stojatých vod a díky jejich výhodám využití je získání vzorku snadnější než klasickými způsoby. Nesníme opomenout ani zmíněné nevýhody použití při odebírání vzorku z umělých substrátů a měli bychom s nimi počítat při každém pokusu, ale i ty se dají minimalizovat, a při správné manipulaci a práci s umělými substráty se dají některé z nich až úplně odstranit.

V práci bylo potvrzeno, že v podmínkách rybníční stoky probíhá kolonizace umělých substrátů benthickými živočichy již v prvním týdnu po nasazení a druhová pestrost, vyjádřená počtem taxonů se v dalších čtyřech týdnech již nijak výrazně neměnila.

Umělé substráty hodnotím na základě výsledků mé bakalářské práce jako využitelné pro získání vzorku makrozoobentosu a případné hodnocení kvality vody na základě jeho vyhodnocení.

7 Seznam použité literatury

Anderson, J. B., and W. T. Mason, Jr., 1968, A Comparison of Benthic Macroinvertebrates Collected by Dredge and Basket Samplers, J. Watt. Poll. Control Fed., 40: 252-259.

Beak et al., 1973, The using of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates, In: Cairns, J., Jr. ed. 1982, Artificial substrates, Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 266 s.

Benoit P. H., Post R. J., Parkinson A. E., Johnston T. N., 1998, Colonization by lentic macroinvertebrates: evaluating colonization processes using artificial substrates and appraising applicability of the technice, ?

Birmingham M., 2005, Bentic macroinvertebrate key, Iowater (Volunteer water quality monitoring).

Cairns, J., Jr. ed. 1982, Artificial substrates, Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 266 s.

Čítek J., Krupauer V., Kubů F., 1993, Rybníkářství, Informatorium Praha, 281 s.

ČSN EN ISO 9391: Jakost vod – Odběr vzorků makrozoobentosu v hlubokých vodách – Pokyny pro použití kolonizačních, kvalitativních a kvantitativních vzorkovačů. Český normalizační institut Praha, 1996.

Hartman P., Přikryl I., Štědranský E., 1998, Hydrobiologie, Informatorium Praha, 335 s.

Hayward, JMR, et al., 2001, Journal of Freshwater Ecology, Oikos, 565-573 s.

Hellawell, 1978, The using of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates, In: Cairns, J., Jr. ed. 1982, Artificial substrates, Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 266 s.

Herrmann J., 1979, Population Dynamics of Dendrocoelum lacteum in a South Swedish Lake, Arch. Hydrobiol., 85: 483-510.

Hrbáček Jaroslav, 1966, Hydrobiologie, SPN Praha, 138 s.

Mihaljevic Z., Kerovec M., Tavčar V., Bukvic I., 1998, Macroinvertebrate community on an artificial substrate in the Sava river: long-term changes in the community structure and water quality, *Biologia Bratislava*, 53:611-620

Moon H. P., 1935, Methods and Apparatus Suitable for an Investigation of the Littoral Region of Oligotrophic Lakes, *Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.* 32: 319-333

Pearson et al., 1975, The using of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates, In: Cairns, J., Jr. ed. 1982, Artificial substrates, Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 266 s.

Pokorný J. a kol., 2004, Velký encyklopedický rybářský slovník, Fraus Plzeň, 649 s.

Rosenberg D. M., Resh V. H., 1982, The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates, In: Artificial substrates, Edited by J.Cairns, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan, pp.175-235.

Rozkošný M., Adámek Z., Heteša J., Všeticková L., Marvan P., Sedláček P., 2011: Vliv rybníků na vodní ekosystémy recipientů jižní Moravy. *Vodní hospodářství VTEI*, 61(2): 18-21.

Slack, K. V., Ferreira, R. F., and Averett, R. C. 1986, Comparison of four artificial substrates and the ponar grab for benthic invertebrate collection, *Wat. Resour. Bull.* 22:237-248.

Stauffer, J. R., Beiles, H.A., Cox, J.W., Dixon, K. L., and Simonet, D. E. 1976, Colonization of macrobenthos communities on artificial substrates, *Revista De Biologia* 10:49-61.

Swift, M. C., et al., 1996, *Journal of Great Lakes Research*, International Association for Great Lake Research, 557-564 s.

Weber, C. I., 1973, Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Waters and Effluents, U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Service, EPA-670/4-73-001.

8 Seznam fotografií, grafů a tabulek v bakalářské práci

Fotografie č. 1 – Vyříznuté náplně do biofiltrů připravené k instalaci

Fotografie č.2 – Pohled na jednu z instalovaných řad umělých substrátů

Graf č. 1 – Počet kusů jednotlivých skupin (1.týden).

Graf č. 2 – Počet kusů jednotlivých skupin (2.týden).

Graf č. 3 - Počet kusů jednotlivých skupin (4.týden).

Graf č. 4 - Počet kusů jednotlivých skupin (5.týden).

Graf č. 5 – Celkový počet jedinců sledovaných skupin za celé expoziční období

Graf č. 6 – Počet jedinců skupiny (chrostíci) v jednotlivých odběrech

Graf č. 7 – Počet jedinců skupiny (pakomáři) v jednotlivých odběrech

Graf č. 8 - Počet jedinců skupiny (Varia) v jednotlivých odběrech

Graf č. 9 - Počet jedinců skupiny (jepice) v jednotlivých odběrech

Graf č. 10 - Počet jedinců skupiny (střechatky) v jednotlivých odběrech

Graf č. 11 – Celkový průměr počtu jedinců skupiny na jednotlivé týdny v jednotlivých blocích

Graf č.12 – Změny vývoje v počtu taxonů za celé expoziční období

Tabulka č. 1 – Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (1.týden).

Tabulka č. 2 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (2.týden).

Tabulka č. 3 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (4.týden).

Tabulka č. 4 - Počet kusů, aritmetický průměr a směrodatná odchylka skupin na jednotlivé bloky (5.týden).

9 Souhrn

Makrozoobentos jsou vodní bezobratlí žijící na dně a obvykle větší než cca 2 mm. Mezi nejvýznamnější zástupce makrozoobentosu patří vodní larvy hmyzu (jepice, pakomáři, chrostíci aj.), nitěnky, měkkýši a korýši. V práci byl na rybniční stoce v pokusném areálu FROV Vodňany sledován proces kolonizace instalovaných umělých substrátů s cílem vyhodnocení jejich vhodnosti pro monitoring makrozoobentosu. Použitým umělým substrátem pro pokus byly plastové náplně biologických filtrů, instalovaných v pěti řadách po pěti blocích (opakováních). V týdenních intervalech byly tyto řady umělých substrátů odebírány a získané vzorky makrozoobentosu dále zpracovány (determinace, počty). Bylo potvrzeno, že v podmínkách rybniční stoky probíhá kolonizace umělých substrátů bentickými živočichy ihned v prvním týdnu po nasazení a druhová pestrost, vyjádřená počtem taxonů se v dalších týdnech nijak výrazně nezměnila. Na základě výsledků lze konstatovat, že umělé substráty lze využít pro kvantitativní a kvalitativní studium makrozoobentosu.

Klíčová slova: umělý substrát, kolonizace, makrozoobentos, kvantitativní, kvalitativní

10 Summary

Macrozoobenthos are aquatic invertebrates, usually bigger than approximately 2 mm, living on the bottom. The larvae of aquatic insects (mayflies, midges, caddisflies, etc.), worms, molluscs and crustaceans belong among its most important representatives. The study was performed on a pond channel of the experimental pond system of the FFPW Vodnany. The artificial substrates, made of plastic blocks from biological filters, were installed in five rows of five blocks (replications) to monitor the process of their colonization in order to evaluate their suitability for the monitoring of macrozoobenthos. At weekly intervals, one series of five artificial substrates was sampled to collect colonizing macroinvertebrates for further elaboration (determination, numbers). It was confirmed that under the conditions of a pond canal, the colonization of artificial substrates by benthic animals begins immediately during the first week of their deployment. Species diversity of macrozoobenthos, expressed in number of taxa in successive weeks afterwards was not significantly different. The results proved that artificial substrates are suitable for quantitative and qualitative monitoring of benthic macroinvertebrate assemblage.

Key words: artificial substrate, colonization, macrozoobenthos, quantitative, qualitative