

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA RYBÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI

POTRAVA A RŮST
PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO (*Perca fluviatilis* L.)
V RYBNIČNÍM CHOVU

autor diplomové práce
MARTIN BLÁHA

vedoucí diplomové práce
RNDr. IRENA ŠETLÍKOVÁ, Ph.D.

odborný konzultant
DOC. RNDr. JOSEF MATĚNA, CSc.

V Českých Budějovicích, 2006

Prohlašuji, že jsem tuto práci sepsal na základě vlastních měření a za použití citované literatury.

.....

Martin Bláha

Je mi ctí na tomto místě poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Ireně Šetlíkové, Ph.D. za odborné vedení a především za cenné rady a připomínky při práci v terénu a v průběhu utváření diplomové práce. Můj dík patří také Ing. Jiřímu Musilovi, Ph.D. a Mgr. Jiřímu Peterkovi, Ph.D. za obětavou práci a pomoc při terénních odběrech a zpracovávání vzorků ryb. Za pomoc při výběru vhodné statistické metody děkuji Ing. Michaelu Rostovi, Ph.D..

Děkuji

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍL PRÁCE	3
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	4
3.1 Potrava okouna říčního v průběhu ontogeneze a potravní výběrovost.....	4
3.2 Růst plůdku okouna říčního.....	6
3.3 Střevlička východní – potravní konkurent či kořist okouna říčního.....	6
4. METODIKA	8
4.1 Uspořádání pokusu.....	8
4.2 Charakteristika lokality pokusných rybníků.....	8
4.3 Chemické analýzy vody.....	14
4.4 Potravní nabídka.....	14
4.4.1 Odběr a zpracování planktonu.....	14
4.4.2 Odběr a zpracování bentosu.....	15
4.4.3 Odběr a zpracování fytofilního bentosu.....	15
4.5 Hodnocení potravy plůdku okouna.....	15
4.5.1 Odběr vzorků plůdku okouna říčního.....	15
4.5.2 Hodnocení růstu plůdku okouna říčního.....	16
4.5.3 Hodnocení potravní výběrovosti.....	16
4.6 Statistické hodnocení dat.....	18
5. VLASTNÍ PRÁCE	19
5.1 Hydrochemická charakteristika jednotlivých rybníků.....	19
5.2 Potravní nabídka.....	20
5.2.1 Složení a vývoj zooplanktonu v jednotlivých rybnících.....	20
5.2.1.1 Zooplankton v rybníku Kamenný.....	20
5.2.1.2 Zooplankton v rybníku Dvorčák.....	20
5.2.1.3 Zooplankton v rybníku Kudla.....	21
5.2.1.4 Zooplankton v rybníku Hejškův.....	21
5.2.1.5 Porovnání početnosti planktonu v jednotlivých rybnících.....	22
5.2.2 Složení a vývoj fytofilního bentosu v jednotlivých rybnících.....	28
5.2.2.1 Fytofilní bentos v rybníku Kamenný.....	28
5.2.2.2 Fytofilní bentos v rybníku Dvorčák.....	28
5.2.2.3 Fytofilní bentos v rybníku Kudla.....	28

5.2.2.4 Fytofilní bentos v rybníku Hejškův	29
5.2.2.5 Porovnání fytofilního bentosu v jednotlivých rybnících	30
5.3 Potrava plůdku okouna říčního	32
5.3.1 Složení potravy plůdku okouna v rybníce Kamenný	32
5.3.2 Složení potravy plůdku okouna v rybníce Dvorčák	34
5.3.3 Složení potravy plůdku okouna v rybníce Kudla	38
5.3.4 Složení potravy plůdku okouna v rybníce Hejškův	40
5.4 Potrava střevličky východní	45
5.4.1 Složení potravy střevličky v rybníce Kamenný	45
5.4.2 Složení potravy střevličky v rybníce Dvorčák	45
5.5 Růst okouna říčního	48
5.5.1 Růst okouna v jednotlivých rybnících	48
5.5.2 Porovnání růstu okouna v jednotlivých rybnících	48
6. DISKUZE	50
6.1 Metoda vyhodnocení potravní orientace plůdku okouna říčního	50
6.2 Potrava plůdku okouna říčního	50
6.3 Potrava střevličky východní	52
6.4 Růst okouna říčního	52
7. ZÁVĚR	54
8. SEZNAM LITERATURY	57
9. PŘÍLOHY	60

1. ÚVOD

Okoun říční (*Perca fluviatilis* L.) je rozšířen po celé Evropě s výjimkou Skotska, Norska a jižních evropských poloostrovů. Žije i v celé severní části Asie, patřící k úmoří Severního ledového oceánu. V našich vodách je významným druhem rybích společenstev s hojným výskytem, a to jak v tekoucích vodách (od lipanového až po cejnové pásmo), tak v různých typech stojatých vod (např. jezera, tůňe, pískovny a údolní nádrže). V těchto vodách vytváří někdy početné populace tj. 1200 - 1500 ks ha⁻¹ (Lusk a kol., 1983). Okoun říční se v posledních letech dostává do popředí zájmu rybářských chovů v celé Evropě. Ještě donedávna byla produkce okouna v akvakultuře omezena pouze na Českou republiku, Maďarsko, Polsko a Francii. Ovšem v posledních letech vzrostl zájem o chov této ryby i v ostatních státech Evropy - Belgii, Irsku či Švýcarsku. Důvodem je dobrá kvalita masa, ale i poměrně dobré růstové vlastnosti. Roční produkce tržního okouna v naší republice činí 20,4 tun (průměr za 7 let 1998 - 2004). Toto množství tvoří 0,10 % z celkové roční produkce tržních ryb v České Republice (19 435 tun) (Brožová, 2005).

Vzrůst poptávky vyžaduje dokonalé zvládnutí techniky umělého výtěru a následného odchovu okouna. Tato problematika je řešena v rámci mezinárodního projektu: „Securing juvenile production of European perch by improving reproduction and larval rearing” (Zlepšení metod reprodukce a odchovu plůdku směřující k zajištění násady okouna říčního) zkráceně PERCATECH (číslo projektu: COOP-CT-2004, 512629), probíhající v letech 2004 - 2006. V Čechách na projektu pracuje Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický ve Vodňanech (VÚRH) a Rybářství Nové Hrady s.r.o.. Jedním z dílčích úkolů tohoto projektu je i kalkulace cen nákladů při odchovu tohoto okouna říčního v rybníčních podmínkách. V rámci tohoto úkolu jsem se ve spolupráci s Ing. Tomášem Policarem, Ph.D. a Ing. Jiřím Musilem, Ph.D. (z VÚRH ve Vodňanech) zabýval potravní výběrovostí a růstem plůdku okouna říčního v rybníčních podmínkách a jeho ovlivnění střevočinností východní (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel).

Osobně jsem se podílel na všech odběrech, samostatně jsem zpracovával a hodnotil vzorky planktonu, ve spolupráci s Ing. Jiřím Musilem Ph.D. také

potravu okouna. Vzorke fytofilního bentosu jsem zpracovával za pomoci RNDr. Ireny Šetlíkové Ph.D. a moldavské stážistky Viktorie Lozan.

V kapitole 2 je specifikován cíl méj diplomové práce a očekávané výsledky. Dostupné literární údaje o potravě, růstu plůdku okouna říčního a potravě střevličky východní (z Web of Science z let 1970-2006) jsou shrnuty v kapitole 3. Způsobem sběru dat a jejich zpracováním se zabývá kapitola 4: Materiál a metodika. Vlastní výsledky hodnotící jednak potravní nabídku, potravu (graficky modifikovanou Costellovou metodou, numericky s použitím Ivlevova indexu výběrovosti) a růst pomocí délkového přírůstku (kapitola 5). Kritické srovnání mých výsledků s údaji v literatuře lze najít v kapitole 6: Diskuse. Následují hlavní praktická doporučení pro odchov plůdku okouna v rybníčních podmínkách a shrnutí (v češtině a angličtině) (kapitola 7: Závěr).

2. CÍL PRÁCE

Cílem terénního pokusu (diplomové práce) bylo vyhodnotit a srovnat složení potravy (potravní výběrovost) a růst plůdku okouna říčního v rybníčních podmínkách v přítomnosti a nepřítomnosti střevličky východní (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel). Střevlička může ovlivňovat plůdek okouna dvěma způsoby: (1) s ním konkurovat o potravu nebo (2) se sama stane jeho potravou. Střevlička se bude během vegetační sezóny několikrát vytírat, takže lze očekávat, že se její potomstvo stane kořistí plůdku okouna. Na druhé straně zhuštění obsádky reprodukcí všežravé střevličky zvýší její žrací tlak a bude negativně působit na populaci okouna.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 POTRAVA OKOUNA ŘÍČNÍHO V PRŮBĚHU ONTOGENEZE A POTRAVNÍ VÝBĚROVOST

Okoun říční začíná přijímat potravu asi 2 - 3 dny po vykulení (Frank, 1967 in Baruš a Oliva, 1995) při délce těla 6,3 - 6,8 mm (Lohninský, 1970 in Baruš a Oliva, 1995). Potrava juvenilních stádií okouna říčního v přirozeném prostředí je podobně jako u všech ostatních organismů ovlivněna především potravní nabídkou lokality. V pelagiálu jezer a údolních nádrží tvoří hlavní složku potravy zooplankton, zatímco v rybnících či v litorální zóně jezer a údolních nádrží se zvyšuje význam bentických organismů (Kokeš a Suchop, 1984; Matěna, 1994; Horppila a kol., 2000). V průběhu prvního roku života okoun přijímá nejdříve většinou drobnější zooplankton (nálevníky-Ciliata) (Guma'a, 1978), nauplia a kopepoditová stadia klanonožců (Copepoda), vířníky (Rotatoria) (Matěna, 1994) a drobné perloočky (Cladocera), s malým podílem bentických organismů (např. larvy pakomárů - Chironomidae) (Treasurer, 1990). Treasurer (1990) uvádí, že u okounů s délkou těla 7 - 15 mm převládali v potravě klanonožci (Copepoda), větší okouni (17 - 19 mm) konzumovali především vířníky rodu *Keratella*, větší perloočky (rody *Sida* a *Simocephalus*) a larvy a kukly pakomárů (Chironomidae). V jeho potravě se objevují také řasy, např. zelení bičíkovci (Phytoplankton) (Guma'a, 1978). V průběhu ontogeneze, tak jak se zvětšuje velikost úst, se okoun živí větším zooplanktonem a podíl bentických a litorálních organismů se zvyšuje. Okouni menší než 3 cm konzumovali pouze hrotnatky (*Daphnia hyalina* var. *galeata*) se šířkou karapaxu do 0,8 mm. Až okouni větší než 3 cm (TL) přijímali větší hrotnatky (*Daphnia hyalina* var. *galeata*, *Leptodora kindtii* a *Bythotrephes longimanus*) (Guma'a, 1978). Když byly okounům s délkou těla 35 - 41 mm nabízeny různě velké perloočky rodu *Daphnia*, okouni upřednostňovali velké perloočky (Peterka a Matěna, 1998). V případě přítomnosti vodních makrofyt a na ně vázaných živočichů může fytofílní bentos tvořit až 70 % z celkové hmotnosti přijaté potravy (Adámek a Musil, 2004; Okun a Mehner, 2005).

Větší okouni (> 7 cm) požírají ojediněle mladší a menší okouny případně i jiné ryby např. plůdek kaprovitých ryb (Cyprinidae) (Lohninský, 1960;

Guma'a, 1978; Baruš a Oliva, 1995), i když Berezina a Strel'nikova (2001) zaznamenaly náhodnou predaci na menších sourozencích již při celkové délce těla 21 - 28 mm. Piscivorní okouni totiž rostou rychleji než planktivorní (Braband, 1995) a tak se mohou vyhnout tomu být sami sežráni. Braband (1995) dokonce uvádí, že již okouni s délkou těla 11 mm požírali své mladší sourozence. Pokus byl však prováděn v nádobách o objemu 4 litry, což mohlo podpořit kanibalismus plůdku okouna. Od délky těla 25 cm se okoun živí převážně rybami (Lohniský, 1960).

Okoun se při lovu kořisti orientuje převážně vizuálně. V laboratorních podmínkách konzumovali okouni ve tmě jednotlivé složky zooplanktonu proporcionálně jejich nabídce, zatímco za světla upřednostňovali perloočky a opomíjeli buchanky a vznášivky (Matěna a Pešta, 1996). Studium potravní výběrovosti okouna o délce 7 - 20 mm v jezeře Windermere se zabýval Guma'a (1978). Zpočátku sezóny byla nejdříve upřednostňována perloočka *Bosmina obtusirostris* (pozitivní Ivlevův index výběrovosti). Když její početnost v prostředí poklesla, preferovali okouni vznášivky (*Diatomus gracilis*) a jejich vývojová stádia až do konce léta. I přesto, že *Daphnia galeata* tvořila během celého léta více než 50 % obsahu žaludku, její Ivlevův index výběrovosti byl po celou dobu záporný. Velké perloočky (*Leptodora kindtii* a *Bythotrephes longimanus*) byly přijímány, ale i jejich Ivlevův index výběrovosti byl v průběhu léta záporný. Adámek a kol. (2004) studoval složení potravy u plůdku okouna v rybníční polykultuře. Po celou sezónu tvořily larvy pakomárů největší podíl v přijaté potravě. Jejich Ivlevův index výběrovosti byl však záporný. Naopak perloočky (zvláště rody *Chydorus*, *Ceriodaphnia*, *Alona* a *Bosmina longirostris*) a klanonožci byly téměř v celém průběhu sezóny upřednostňovány (pozitivní index výběrovosti).

Z předchozího vyplývá, že rozhodujícími faktory ovlivňujícími složení potravy okouna říčního jsou v přirozených podmínkách potravní nabídka a do jisté míry i velikost okouna říčního. V pelagiálu jezerech a údolních nádržích se v potravě juvenilních stádií objevují především planktonní organismy, z nichž jsou upřednostňovány perloočky před vznášivkami. V rybnících či v litorální zóně jezer a údolních nádrží se zvyšuje význam bentických organismů, které mohou v potravě zcela převážet. Starší a větší okouni se živí menšími rybami.

3.2 RŮST PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO

V prvním roce života dosahuje okoun většinou maximální délky 88 mm (Baruš a Oliva, 1995). Průměrný měsíční přírůstek plůdku okouna v pokusných rybnících ve Vodňanech byl 9,4 mm (Adámek a Musil, 2004). V údolní nádrži Římov přirůstal plůdek okouna podobně tj. v průměru 8,6 mm za měsíc (Peterka a kol., 2004; Vašek a kol., 2005) (tabulka 1).

Tabulka 1: Růst plůdku okouna na různých lokalitách

lokality	datum	délka těla ¹ [mm] (průměr ± S.D.)	počet kusů	zdroj
pokusné rybníčky Vodňany	květen	25 ± 2,9 ²	10	Adámek a Musil (2004)
	červen	36 ± 2,0 ²	10	
	červenec	49 ± 7,3 ²	10	
	srpen	55 ± 5,1 ²	11	
	září	62 ± 6,0 ²	11	
vodárenská nádrž Římov	květen (29.5.)	20 ± 0,4 ¹	22	Peterka a kol. (2004);
	červen (7.6.)	21 ± 0,2 ¹	13	
	srpen (20.8.)	45 ± 3,4 ¹	20	Vašek a kol. (2004)

¹ SL: délka těla, ² TL: celková délka těla

3.3 STŘEVLIČKA VÝCHODNÍ - POTRAVNÍ KONKURENT ČI KOŘIST OKOUNA ŘÍČNÍHO

Střevlička východní (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel) není na území České republiky původním druhem. Byla k nám zavlečena pravděpodobně z Maďarska s importem plůdku býložravých ryb v 80. letech 20. století (Baruš a Oliva, 1995). Typické lokality střevličky jsou mělké stojaté nebo pomalu proudící vody s porosty vodních rostlin, tedy stoky a kanály rybníčních soustav, v nichž bývá jediným, zato však velmi početným druhem. Jejím expanzivnímu šíření po celém území České republiky napomohly zpočátku především převozy ryb mezi jednotlivými závody bývalého Státního rybářství. V posledních letech se na jejím rozšiřování do nových lokalit významně podílí cílený transport jako potravní ryby pro dravce a její používání sportovními rybáři jako nástražní rybku (Adámek a kol., 1996).

Důvodem, proč považujeme střevličku za nežádoucí druh, je především potravní konkurence s hospodářsky cennými druhy ryb, zvláště pak s jejich plůdkem (Adámek a Kouřil, 1996). Plůdek střevličky (TL 10 - 20 mm) přijímá převážně zooplankton, z perlooček (Cladocera) převládají jedinci čeledi Bosminidae. V potravě se nevyskytují larvy pakomárů (Chironomidae). Základní složkou potravy dospělých ryb jsou planktonní korýši (perloočky čeledi Chydoridae, Leptodoridae a Bosminidae) a larvy pakomárů (Chironomidae). Larvy ostatních dvoukřídlých (Diptera) se v potravě objevují v menší míře (Muchačeva, 1950 in Baruš a Oliva, 1995). U střevliček do 25 mm (TL) tvořily potravu výhradně perloočky (rod *Bosmina* a Chydoridae), od 25 mm (TL) se v potravě objevovaly i larvy pakomárů (Chironomidae), které od délky ryb 35 mm (TL) tvořily více než 90 % přijaté potravy (Declerck a kol., 2002). Wolfram-Wais a kol. (1999) zjistil, že střevlička se orientuje především na fytofilní bentos. Adámek a kol. (1996) shodně uvádí, že nejvýznamnější podíl přijaté potravy střevličky tvořily organické zbytky a perifyton (86 %). Ze zooplanktonu (8 %) se v potravě nejčastěji objevovali klanonožci (Copepoda). Perloočky (Cladocera) tj. rody *Daphnia*, *Bosmina* a *Chydorus* tvořily pouze menší část přijaté potravy, podobně nízký byl i příjem vírníků (Rotatoria). Zoobentos, především pak larvy pakomárů a máloštetinaců (Oligochaeta), tvořily jen 5 % přijaté potravy. Potravní spektrum plůdku okouna říčního se tedy může s plůdkem střevličky východní překrývat a závisí podobně jako u okouna především na potravní nabídce.

Adámek a kol. (1996) zaznamenal přítomnost střevličky východní v potravě okounů a candátů. Střevlička jako potravní ryba pro některé dravé druhy ryb je dnes využívána některými rybářskými podniky k produkčním účelům (Adámek a Kouřil, 1996). Okouni v třetím roce života (2+) upřednostňovali střevličku východní před perlínem ostrobřichým (*Scardinius erythrophthalmus* (L.)) a při obsádce 2500 - 4000 ks ha⁻¹ účinně kontrolovali její populaci (Musil a Adámek, 2003). Střevlička se vytírá několikrát za sezónu od května do července (Adámek a kol., 1996), a tak by se mohla stát potravou i plůdku okouna. Otázkou však zůstává, zda při odchovu plůdku okouna převáží konkurence o potravu, či se naopak generační střevlička a její plůdek stanou potravou okouna.

4. METODIKA

4.1 USPOŘÁDÁNÍ POKUSU

Do 4 rybníků v Rybářství Nové Hrady (Dvorčák, Hejškův, Kamenný a Kudla) byly 27. dubna 2005 nasazeny rozplavané larvy okouna říčního (14-17 dní po vylíhnutí, SL $6,0 \pm 0,5$ mm) o obsádce $120 \text{ tis. ks ha}^{-1}$. Do 2 rybníků (Kamenný a Dvorčák) byla navíc v polovině sezóny (17. června 2005) přisazena k okounům generační střevlička východní (SL $51,1 \pm 6,8$ mm, m $2,33 \pm 0,94$ g) o obsádce 40 kg ha^{-1} . Od konce dubna byla sledována potravní nabídka (tj. odběry planktonu: kap. 4.4.1, bentosu: kap. 4.4.2 a fytofilního bentosu: kap. 4.4.3) v týdenních intervalech a posléze od poloviny května v přibližně měsíčních intervalech až do poloviny září 2005. Ve stejných intervalech byl ve všech pokusných rybnících hodnocen růst (kap. 4.5.2) a složení potravy plůdku okouna (kap. 4.5.3) v závislosti na přítomnosti střevličky východní. Při všech odběrech byla měřena koncentrace kyslíku, pH a teplota vody. Podrobné chemické analýzy vody ($\text{KNK}_{4,5}$, CHSK_{Mn} , $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, N-NH_4^+ , P-PO_4^{3-} a P-celk.) byly prováděny v měsících květnu, červenci, srpnu a září (kap. 4.3).

4.2 CHARAKTERISTIKA LOKALITY A POKUSNÝCH RYBNÍKŮ

Pokusné rybníky leží v Novohradském podhůří v severní části Novohradských hor (obr. 1). Podloží je tvořeno převážně kyselými horninami (flyši a rulami). Z pohledu klimatického je to oblast s mírně chladným létem a normálně dlouhou a mírně chladnou zimou (počet dnů se sněhovou příkryvkou 60-100, počet mrazových dnů 130-160). Průměrná roční teplota klesá v podhůří na 7°C . Vegetační období trvá 200 dnů. Srážky jsou v Novohradském podhůří bohaté, zejména díky návětrnému zesilování v teplém pololetí, a mohou ročně dosáhnout 700-800 mm. Převažuje jihozápadní až západní směr proudění (Albrecht a kol., 2003).

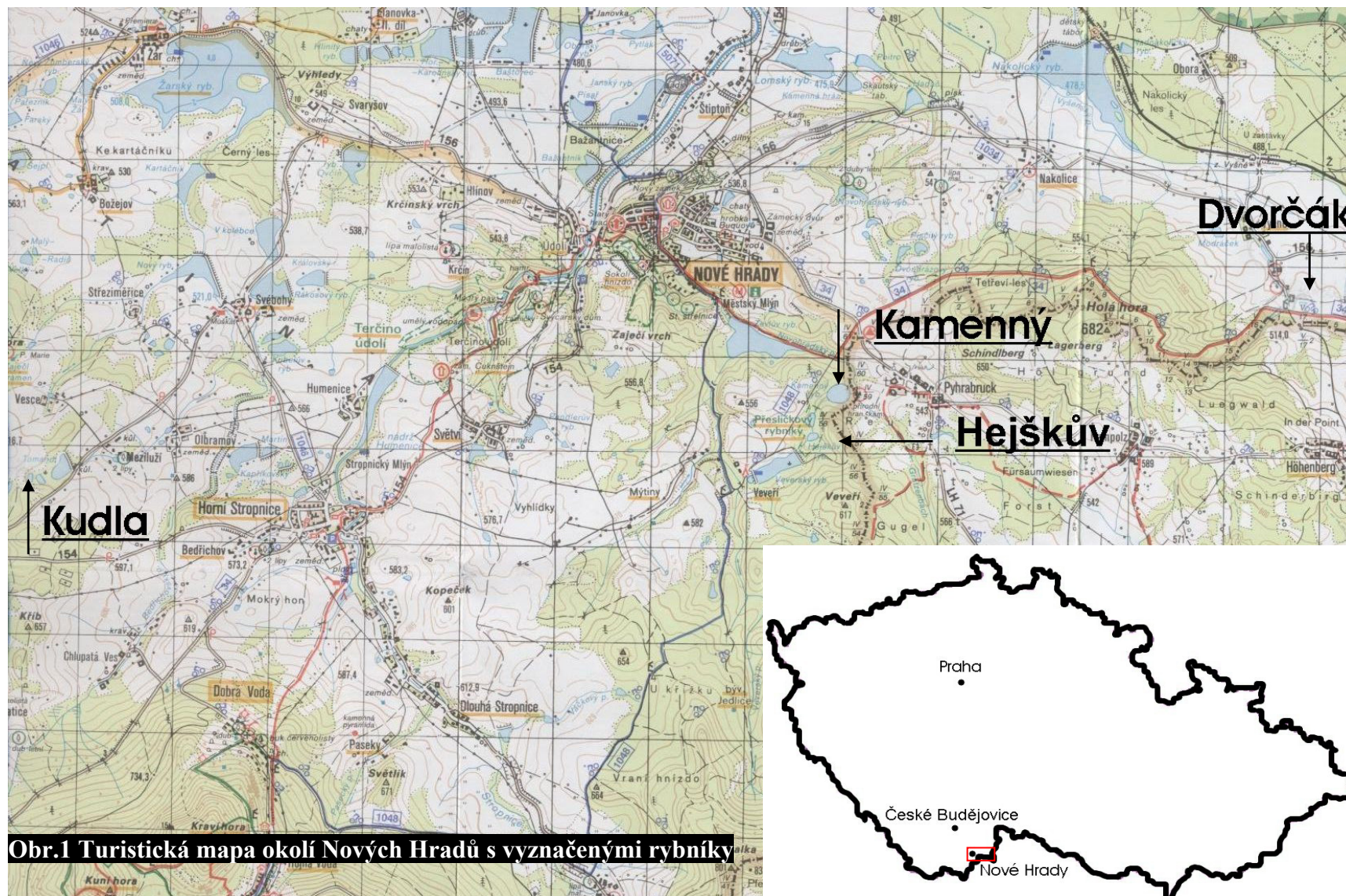
Všechny pokusné rybníky mají srovnatelnou hloubku u výpusti, jejich rozloha se pohybuje od 0,39 do 1,54 ha a nalézají se v nadmořské výšce od 500 do 600 m n. m (tabulka 2). Největší z pokusných rybníků (Kamenný, se střevličkou) se nachází v lesním komplexu v těsné blízkosti státní hranice

s Rakouskem asi 3 km jihovýchodně od Nových Hradů (obr. 2; Přílohy: obr. 19-21). Rybník Dvorčák (se střevličkou, obr. 3; Přílohy: obr. 22) se nachází v blízkosti státní hranice, přibližně 7 km západně od Nových Hradů za vesnicí Vyšné. Okolí rybníka tvoří kosené louky a pole, pouze z jihu na rybník navazuje podmáčená rašelinná louka a posléze lesní komplex, ze kterého přitéká potok, který rybník napájí. Rybník se nachází v nadmořské výšce 500 m.n.m a leží tak nejnižší ze všech čtyřech sledovaných rybníků.

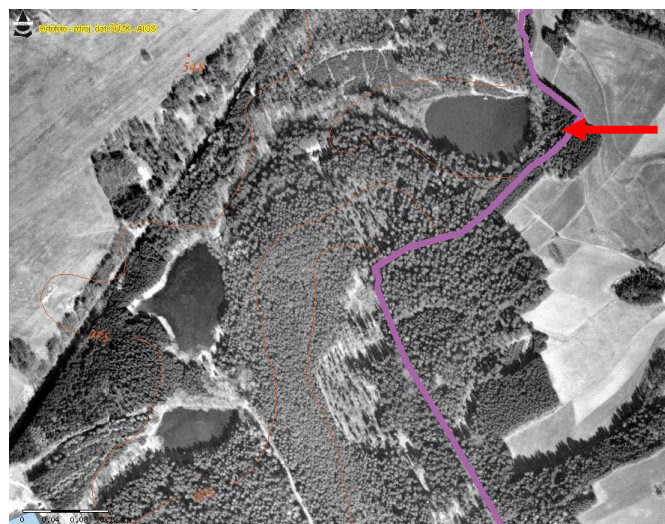
Kudla je nebeský rybník (bez střevličky), položený nejvýše (600 m n. m.) ze všech sledovaných rybníků (tabulka 2). Nalézá se v soustavě 3 rybníků, přičemž hladina druhého sahá téměř až pod hráz rybníku Kudla. Rybník se nachází přibližně 9 km jihozápadně od Nových Hradů. Okolí rybníka tvoří louky a na ně navazující jehličnatý les a pole (obr. 4; Přílohy: obr. 25). Hejškův rybník (bez střevličky) se nachází stejně jako rybník Kamenný v lesním komplexu v těsné blízkosti státní hranice s Rakouskem, 3 km jihovýchodně od Nových Hradů (obr. 5; Přílohy: obr. 24). Spolu s rybníkem Přesličkový tvoří soustavu 2 lesních oligomezotrofních rybníčků s porosty ponořených a vzplývavých makrofyt, s početnou populací silně ohroženého leknínu bělostného (*Nymphaea candida*) (Přílohy: obr. 23), a s porosty potočních olšin v nivě bezejmenného potoka nad rybníčky. Oba rybníčky (Hejškův a Přesličkový) mají od roku 1991 statut přírodní památky s celkovou výměrou 8,45 ha. Vyskytuje se zde významná entomofauna (zejména vážky) a početné jsou i populace několika druhů obojživelníků (např. skokan krátkonohý) (Albrecht a kol., 2003).

rybník	Hejškův	Kudla	Kamenný	Dvorčák
obsádka	okoun (120 tis. ks ha ⁻¹)		okoun (120 tis. ks ha ⁻¹), střevlička (40 kg ha ⁻¹)	
zeměpisná poloha [d, š]	14°47' 48°45'	14°42' 48°44'	14°48' 48°46'	14°52' 48°47'
nadmořská výška [m n.m.]	540	600	520	500
rozloha [ha]	0,88	0,39	1,54	0,48
hloubka u výpusti [m]	1,5	1,7	1,8	1,5
přítomnost vodních rostlin	ano	ano	ano	ne
dominantní druhy vodních rostlin	<i>Typha latifolia</i> , <i>Carex</i> sp. <i>Sparganium emersum</i>	<i>Glyceria fluitans</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> , <i>Alisma plantago-</i> <i>aquatica</i>	<i>Phragmites australis</i> , <i>Typha latifolia</i> , <i>Elatine hydropiper</i>	-

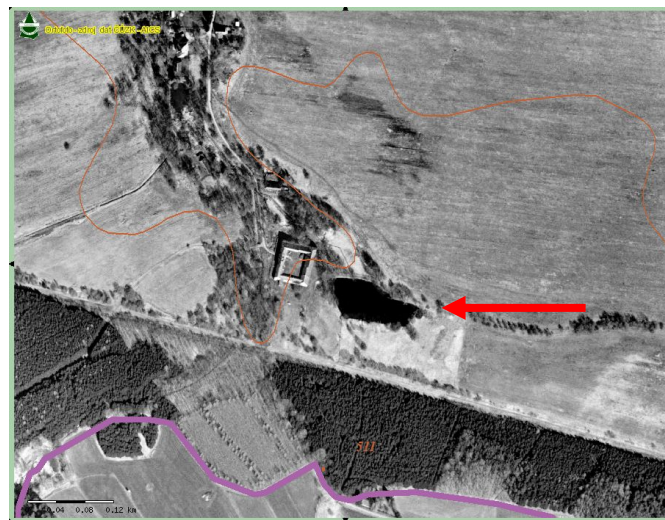
Tabulka 2: Základní charakteristika pokusných rybníků



Obr.1 Turistická mapa okolí Nových Hradů s vyznačenými rybníky



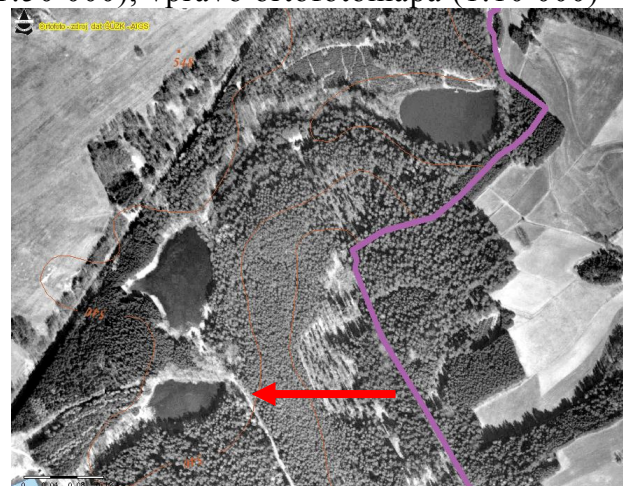
Obr.2: Kamenný rybník, vlevo turistická mapa (1:50 000), vpravo ortofotomapa (1:10 000)



Obr.3: Rybník Dvorčák, vlevo turistická mapa (1:50 000), vpravo ortofotomapa (1:10 000)



Obr.4: Rybník Kudla, vlevo turistická mapa (1:50 000), vpravo ortofotomapa (1:10 000)



Obr.5: Hejškův rybník, vlevo turistická mapa (1:50 000), vpravo ortofotomapa (1:10 000)

4.3 CHEMICKÉ ANALÝZY VODY

Teplota, pH a koncentrace kyslíku byla měřena multimetrem (WTW Multiline P4). Chemie vody (KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N, P-PO₄³⁻ a P-celk.) byla stanovena podle ČSN 83 0530 ve VÚRH Vodňany (NO₃-N absorpční spektrofotometrií se salicylanem sodným, NO₂-N se sulfanilovou kyselinou N-(1-naftyl)-ethylendiamidihydrochloridem absorpční spektrofotometrií a NH₄-N Nesslerovým činidlem absorpční spektrofotometrií, PO₄-P absorpční spektrofotometrií po reakci s molybdenanem a redukcí askorbovou kyselinou a P-celk. oxidačním rozkladem peroxidisíranem amonným v prostředí kyseliny sírové na rozpuštěné anorganické fosforečnany a jejich stanovení absorpční spektrofotometrií). Kyselinová neutralizační kapacita (alkalita) byla stanovena podle ČSN EN ISO 9963-1.

4.4 POTRAVNÍ NABÍDKA

4.4.1 ODBĚR A ZPRACOVÁNÍ PLANKTONU

Pro odběr zooplanktonu byla používána (do konce června) planktonní síť s velikostí ok 40 µm a průměrem vstupního otvoru 24 cm (pro hodnocení byly vzorky přefiltrovány přes sítko s velikostí ok 100 µm). Na další odběry byla pak použita planktonní síť s velikostí ok 100 µm s průměrem vstupního otvoru 39 cm. V každém rybníce byly odebrány horizontálními tahy o délce 5 m dva vzorky. Odběr byl prováděn vždy u vypustního zařízení rybníka. Odebrané vzorky byly fixovány formaldehydem (4 %).

Ke kvantitativnímu a kvalitativnímu hodnocení zooplanktonu byla použita Sedgwick-Rafterově počítací komůrka o objemu 2 ml a mikroskop Olympus (CX21FS2) se zvětšením 10 x 4 (zorné pole 4,5 mm). Z každého vzorku zooplanktonu byly spočítány 2 podvzorky. Vzorky zooplanktonu byly ředěny, tak aby bylo u všech významných druhů napočítáno alespoň 400 jedinců.

4.4.2 ODBĚR A ZPRACOVÁNÍ BENTOSU

V každém rybníce bylo vždy odebráno 10 vzorků bentosu. K odběru byla použita z obou stran uzavíratelná plastová trubice o rozměrech 15 x 6,5 cm. Vzorky bentosu byly odebírány převážně v litorální zóně a vzhledem k charakteru sedimentu (tvrdý hlinitopísčité až jílový sediment s tenkou vrstvou organického materiálu nebo bez ní) jen do hloubky přibližně 5 cm. Odebraný sediment byl promýván přes síto o velikosti ok 500 µm. Bentické organismy byly fixovány stejně jako plankton v 4% formaldehydu. V laboratoři byla hodnocena početnost jednotlivých systematických skupin bentosu.

4.4.3 ODBĚR A ZPRACOVÁNÍ FYTOFILNÍHO BENTOSU

Vzhledem k rozvinuté litorální vegetaci (a na ni vázaných živočichů) byl v rybnících Kudla, Kamenný a Hejškův odebírán i fytofilní bentos. K odběru fytofilního bentosu byla používána ohrádka (rám z trubek o rozměrech 50 x 50 x 100 cm, tj. o pracovní ploše 0,25 m² obalený sítí s velikostí ok 500 µm), která byla umístěna do litorální vegetace. Rostliny uvnitř klece byly kvantitativně odebrány. Poté byl vnitřek ohrádky proloven sítím s oky 500 µm a vzorek fixován 4 % formaldehydem. Ve všech 3 rybnících byly vždy odebrány 2 ohrádky. V laboratoři byly ze vzorků rostlin vybráni všichni živočichové, kteří byli dáni dohromady se vzorkem získaným prolovením ohrádky. Rostliny byly rozděleny do druhů, usušeny (105 °C) a zváženy. V každé ohrádce byly dále výše zmíněnou plastovou trubicí odebrány 3 vzorky bentosu z kořenové zóny vodních rostlin, které byly zpracovány jako bentos.

4.5 HODNOCENÍ POTRAVY PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO

4.5.1 ODBĚR VZORKŮ PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO

V průběhu šesti dnů po nasazení plůdku okouna do rybníků byly denně v odpoledních hodinách odebírány jeho vzorky ichtyoplanktonní sítí o průměru 70 cm. Od 10. května byl plůdek okouna odebírán v měsíčních intervalech. Od června, kdy byla do 2 rybníků (Kamenný a Dvorčák)

k okounovi přisazena střevlička východní, byla pro odchyt plůdku okouna a střevličky používána záťahová síť (10 x 3 m, oka 2 mm). Obvykle bylo zatahováno dvakrát. Ulovený plůdek byl fixován 4 % formaldehydem.

4.5.2 HODNOCENÍ RŮSTU PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO

Z každého odběru bylo zváženo alespoň 20 jedinců plůdku okouna, změřena jejich celková délka těla (TL) a délka těla (SL) na jejichž základě byla spočtena průměrná růstová rychlost ($GR = (\ln L_{\text{konečná}} - \ln L_{\text{počáteční}})/\Delta t$) (Pivnička, 2002). Byl vyjmut trávicí trakt a jeho obsah fixován 4 % formaldehydem. Laboratorní zpracování potravy bylo prováděno podle Hyslopa (1980). Obsah trávicí traktu byl přefiltrován přes sítko (85 μm), osušen a po té zvážen. Jednotlivé složky potravy byly určeny do rodu u fytofilního bentosu, popřípadě do druhu u planktonu, spočítány a jednotlivě zváženy.

4.5.3 HODNOCENÍ POTRAVNÍ VÝBĚROVOSTI

Jednou z metod vyhodnocení potravní orientace byla modifikovaná Costellova metoda grafického zpracování dat obsahu trávicího traktu (Amundsen a kol., 1996). Tato metoda dává do vztahu frekvenci výskytu kořisti F_i a specifickou abundanci kořisti P_i (graf 1a.):

podle vzorců:

$$F_i = \frac{N_i}{N} \quad \text{a} \quad P_i = \frac{\sum S_i}{\sum S_{T_i}} \times 100 \text{ [%]}, \text{ kde}$$

N_i ...počet ryb, v jejichž trávicím traktu se vyskytuje kořist i

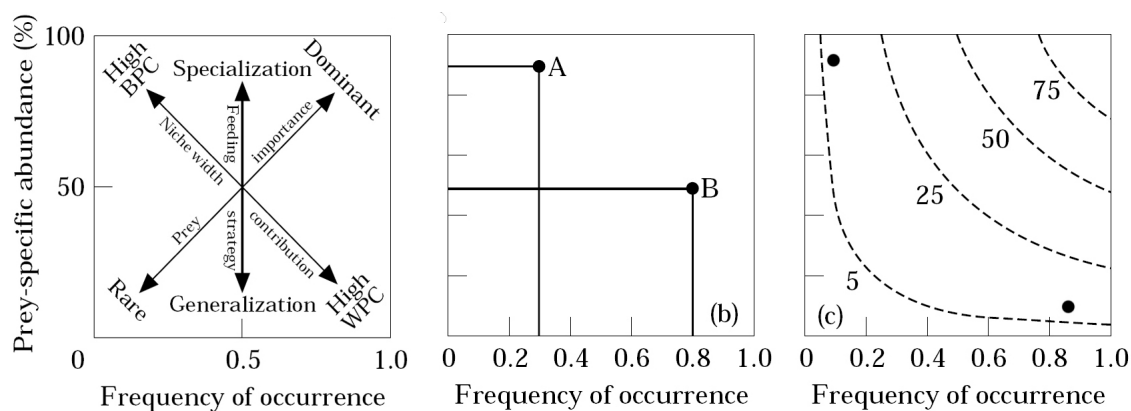
N ...celkový počet ryb s plným trávicím traktem

S_i ...množství kořisti i u ryb, v jejichž trávicím traktu se kořist i vyskytuje

S_{T_i} ...celkové množství obsahu žaludku všech ryb

Modifikovaná Costellova metoda umožňuje nalézt význam dané kořisti. Abundance a tedy významnost kořisti v potravě, je určena plochou vzniklou vedením kolmic k ose x a y . Suma ploch všech typů kořisti je rovna ploše grafu (100 % abundance) (graf 1b). Jakákoliv kombinace specifické abundance kořisti a frekvence výskytu je rovna určité významnosti kořisti.

Rozdílné hodnoty významnosti kořisti mohou být znázorněny isočarami (graf 1c). Například kořist, jejíž hodnota se v grafu 1c nalézá v horním levém



Graf 1: Modifikovaná Costellova metoda grafického zpracování obsahu trávicího traktu; (a) jednotlivé tendence v příjmu kořisti; (b) abundance kořisti vyjádřená plochou, (c) isočáry představující rozdílné hodnoty abundance kořisti (převzato z Amundsen a kol., 1996).

rohu anebo v dolním pravém rohu, má pro populaci stejný význam v potravě, ale ukazuje dvě naprosto odlišné potravní strategie jednotlivých ryb. V prvním případě bude kořist s vysokou specifickou abundancí (P_i) a nízkým výskytem (F_i) konzumována několika málo predátory, kteří se na tuto kořist specializují. V druhém případě kořist s nízkou specifickou abundancí (P_i) a vysokým výskytem (F_i) bude přijímána příležitostně, ale většinou predátorů (graf 1c). Tyto rozdíly v potravní strategii se vztahují k využití potravní niky. V populaci se složkami s vysokým BPC (between-phenotype contribution) se budou různí jedinci specializovat na různé typy kořisti, zatímco v populaci se složkami s vysokým WPC (within-phenotype contribution) bude většina jedinců zároveň využívat více zdrojů potravy (graf 1a).

Pro hodnocení dat modifikovanou Costellovou metodou byly pro první tři odběry (28.4., 3.5. a 10.5.) z důvodu nízké hmotnosti jednotlivých druhů kořisti použity jejich početnosti. U ostatních odběrů (tj. 7.6., 29.6., 25.7., 24.8. a 12.9.) byly použity hmotnosti jednotlivých druhů kořisti.

Potravní výběrovost byla dále hodnocena pomocí Ivlevova indexu. Početnost identifikovaných organismů v trávicím traktu byla vyjádřena procentuálně a byl spočten Ivlevův index potravní výběrovosti na základě

podílu mezi rozdílem relativního zastoupení potravní složky v racionu ryby a v potravní nabídce. Podle vzorce $E = (r - p)/(r + p)$, kde r vyjadřuje relativní zastoupení potravní složky v racionu ryby a p relativní zastoupení potravní složky v potravní nabídce. Hodnoty E (0 až 1) znamenají, že tento druh potravy je preferován, 0 indifferenčnost k danému druhu potravy a (-1 až 0) pasivní elektivitu, kdy se ryba potravě vyhýbá (Ivlev, 1961).

4.6 STATISTICKÉ HODNOCENÍ DAT

Všechny statistické analýzy byly spočteny v programu Statistika 7.0. Normální rozdělení dat bylo zjišťováno testem Kolmogorov-Smirnov a homogenita variance Bartlettovým testem. Celkové početnosti zooplanktonu, početnosti jeho jednotlivých systematických skupin, početnost fytofilního bentosu a také růst okouna v rybnících se střevličkou východní a bez byly porovnány hierarchickou ANOVOU (faktor s pevným efektem: přítomnost střevličky, náhodný faktor: rybník). (Lepš, 1996).

5. VLASTNÍ PRÁCE

5.1 HYDROCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH RYBNÍKŮ

Podle hodnot (CHSK_{Mn} , N-NO_3 a P-celk.) zjištěných v průběhu odběrů (tabulka 4) byly všechny rybníky mírně eutrofní. Rybník Hejškův ačkoliv je uváděno (Albrecht a kol., 2003), že se jedná o oligomezotrofní rybník, podle našich vzorků odpovídá spíše mírně eutrofnímu rybníku. Vysoká koncentrace dusičnanů v rybníku Kudla mohla být způsobena splachy z polí sousedících s rybníkem, na kterých se intenzivně hospodaří.

Tabulka 4: Hydrochemické parametry (průměr \pm SD, $n = 7$ u teploty, koncentrace kyslíku a pH, $n = 4$ u ostatních parametrů) pokusných rybníků v průběhu vegetační sezóny 2005

parametr / rybník	Kamenný	Dvorčák	Kudla	Hejškův
T [$^{\circ}\text{C}$]	18,93 \pm 3,38	18,63 \pm 3,45	18,06 \pm 2,98	18,23 \pm 2,86
pH	7,14 \pm 0,71	6,99 \pm 0,35	6,56 \pm 0,33	6,50 \pm 0,42
[O_2] [mg l^{-1}]	9,12 \pm 1,15	8,23 \pm 0,82	8,85 \pm 1,16	7,17 \pm 0,92
$\text{KNK}_{4,5}$ [mmol l^{-1}]	0,40 \pm 0,10	0,34 \pm 0,04	0,43 \pm 0,16	0,29 \pm 0,05
CHSK_{Mn} [mg l^{-1}]	16,9 \pm 5,2	11,8 \pm 1,3	10,4 \pm 2,4	17,5 \pm 4,4
$\text{NH}_4\text{-N}$ [mg l^{-1}]	0,24 \pm 0,10	0,19 \pm 0,04	0,20 \pm 0,08	0,29 \pm 0,12
$\text{NO}_2\text{-N}$ [mg l^{-1}]	0,006 \pm 0,001	0,011 \pm 0,005	0,029 \pm 0,006	0,007 \pm 0,003
$\text{NO}_3\text{-N}$ [mg l^{-1}]	0,28 \pm 0,17	0,76 \pm 0,08	5,25 \pm 2,19	0,27 \pm 0,23
$\text{PO}_4\text{-P}$ [mg l^{-1}]	0,06 \pm 0,07	0,03 \pm 0,02	0,02 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01
P-celk. [mg l^{-1}]	0,15 \pm 0,08	0,07 \pm 0,03	0,03 \pm 0,01	0,10 \pm 0,02

5.2 POTRAVNÍ NABÍDKA

5.2.1 SLOŽENÍ A VÝVOJ ZOOPLANKTONU V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

5.2.1.1 ZOOPLANKTON V RYBNÍKU KAMENNÝ

Početnost zooplanktonu byla v průběhu vegetační sezóny (květen - září) 2005 nejvyšší počátkem a na konci května ($1\,747\,390\text{ ind. m}^{-3}$ a $454\,476\text{ ind. m}^{-3}$). Od července již početnost zooplanktonu nepřesahovala $125\,000\text{ ind. m}^{-3}$ (graf 2A).

Poměr zastoupení jednotlivých skupin zooplanktonu se v průběhu sledovaného období měnil (graf 3A). Od počátku vegetační sezóny až do července (vyjma konce června) převažovali vířníci (Rotifera), kteří byli zastoupeni především druhy *Keratella cochlearis* Gosse (obr. 6) a *Polyarthra vulgaris* Carlin (obr. 7). Na konci června a v září tvořily dominantní skupinu perloočky (Cladocera), zpočátku vegetační sezóny (v červnu) převažoval druh *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (obr. 12) a v září *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (obr. 13). Klanonožci (Copepoda) tvořili významnější část potravní nabídky na začátku června a v srpnu (38 % a 50 % z celkové početnosti jedinců zooplanktonu). Největší podíl tvořila zejména larvální (naupliová a kopepoditová) stádia druhů *Mesocyclops leukarti* (Claus) a *Thermocyclops crassus* (Fisher) (obr. 16).

5.2.1.2 ZOOPLANKTON V RYBNÍKU DVORČÁK

Početnost zooplanktonu nepřesáhla v průběhu převážné části vegetační sezóny $253\,000\text{ ind. m}^{-3}$. Jen od počátku června do konce července se početnost zooplanktonu výrazně zvýšila nad tuto hodnotu. Maximum početnosti zooplanktonu bylo zaznamenáno na konci července ($1\,363\,318\text{ ind. m}^{-3}$) (graf 2B).

Podíly jednotlivých systematických skupin se postupně měnily od dominance vířníků (Rotifera) v dubnu, přes vyrovnané zastoupení klanonožců, perlooček a vířníků v květnu a k obnovené převaze vířníků v červnu (98 % celkové početnosti jedinců). V červenci a srpnu převažovaly perloočky nad vířníky. Na konci vegetační sezóny se dominantní skupinou stali opět vířníci (graf 3B).

Převážnou část sledovaného období dominantními druhy vířníků byly *Asplanchna priodonta* Gosse (obr. 10) a *Polyarthra vulgaris* Carlin (obr. 7), pouze v srpnu a září zcela převažoval druh *Brachionus falcatus* Zacharias (obr. 8). Dominantním druhem perlooček do konce května byla *Daphnia longispina* O. F. Müller (obr. 15). Od konce června však jednoznačně převažovala *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (obr. 12). Největší podíl ze skupiny klanonožců tvořila naupliová a kopepoditová stádia (obr. 17), na začátku sezóny rodu *Cyclops* O. F. Müller a na konci sezóny druhu *Mesocyclops leukarti* (Claus).

5.2.1.3 ZOOPLANKTON V RYBNÍKU KUDLA

Početnost zooplanktonu v průběhu vegetační sezóny rostla až k maximální hodnotě zaznamenané počátkem června (906 012 ind. m⁻³) a dále pak do konce sezóny postupně klesala, s dvěma výraznějšími propady početnosti (konec května a začátek července) (graf 2C).

V potravní nabídce tvořili vířníci od dubna do července v průměru 66 % celkové početnosti zooplanktonu. Perloočky se vyskytovaly ve vzorcích od konce července do září, kdy ve dvou posledních odběrech početně převažovaly (82 % a 86 %). Klanonožci se vyskytovali v průběhu celé sezóny, přičemž významnější podíl v prostředí tvořili od dubna do června (graf 3C).

Mezi vířníky v dubnu a počátkem května převažoval koloniální druh *Conochillus natans* (Seligo) (obr. 9). Dalšími početně významnými druhy vířníků do konce června byly podobně jako v rybníku Kamenný *Keratella cochlearis* Gosse (obr. 6) a *Polyarthra vulgaris* Carlin (obr. 7), v červenci pak *Asplanchna priodonta* Gosse (obr. 10). Dominantním druhem perlooček byla *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (obr. 12). Klanonožci byli zastoupeni především vývojovými stádii buchank rodu *Cyclops* O. F. Müller a vznášivkami *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil).

5.2.1.4 ZOOPLANKTON V RYBNÍKU HEJŠKŮV

V první polovině vegetační sezóny byly početnosti zooplanktonu výrazně vyšší než v její druhé části. Od dubna do června dosahovaly v průměru

290 000 ind. m⁻³, zatímco od července do září byl průměrný počet jedinců jen 31 800 ind. m⁻³ (graf 2D).

Převážnou část sezóny dominovali v potravní nabídce vířníci (v průměru 77 %). Jen na konci června a v červenci tvořili podstatnou část potravní nabídky klanonožci (58 % a 50 %). Podíl perlooček v průběhu vegetační sezóny nepřesáhl 15 % z celkové početnosti zooplanktonu, a na počátku června se ve vzorcích zooplanktonu perloočky téměř nevyskytovaly (graf 3D).

Dominantními druhy vířníků byly zprvu *Polyarthra vulgaris* Carlin (obr. 7) a *Keratella cochlearis* Gosse (obr. 6), postupně však převážili jedinci druhů *Synchaeta pectinata* Ehrenberg (obr. 11) a *Asplanchna priodonta* Gosse (obr. 10). Do konce května převažovaly perloočky *Daphnia pulex* Forbes (obr. 14) a *D. longispina* O. F. Müller (obr. 15), od konce června pak *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (obr. 12). V srpnu tvořila také početně významnější podíl (25 %) i *Alonella nana* (Baird). Klanonožci byli zastoupeni především naupliovými a kopepoditovými stádii rodu *Cyclops* O. F. Müller a druhu *Mesocyclops leukarti* (Claus).

5.2.1.5 POROVNÁNÍ POČETNOSTI ZOOPLANKTONU V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

Celková početnost zooplanktonu se v rybnících nasazených střevličkou východní (Dvorčák a Kamenný) statisticky průkazně nelišila ($F_{(1,28)} = 0,44$; $p = 0,51$) od početnosti zooplanktonu v rybnících, kam byl vysazen jen plůdek okouna (Hejškův a Kudla). Ani početnosti perlooček a vířníků se nelišily mezi rybníky s a bez střevličky. Početnost klanonožců se průkazně lišila v rybnících se střevličkou a bez ní ($F_{(1,28)} = 6,10$; $p = 0,02$), přičemž v rybnících se střevličkou byla nižší (tabulka 3).

Celková početnost zooplanktonu se v jednotlivých rybnících od sebe statisticky průkazně nelišila ($F_{(1,28)} = 0,79$ $p = 0,47$). Ani početnosti perlooček, vířníků a klanonožců se mezi rybníky v průběhu sezóny nelišily (tabulka 4).

Tabulka 3: Průměrná celková početnost a početnost jednotlivých skupin zooplanktonu [10^3 ind. m^{-3}] (průměr \pm S.D.) v rybnících se střevličkou (Kamenný, Dvorčák) a bez střevličky (Kudla, Hejškův) v průběhu vegetační sezóny 2005 (n = 8).

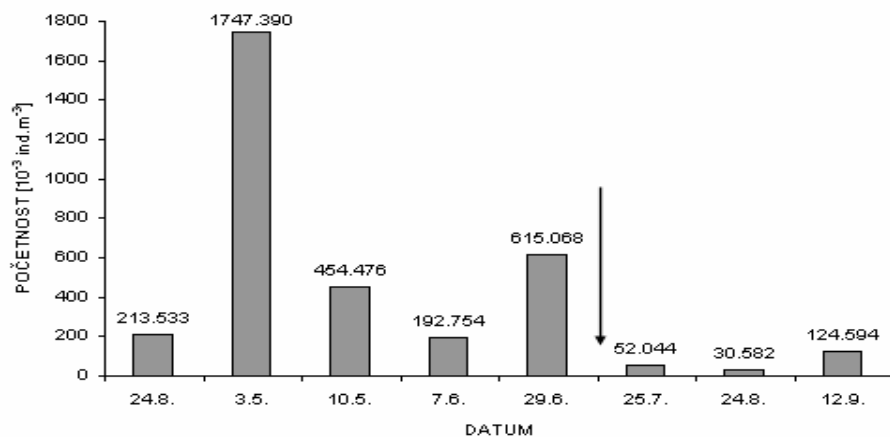
střevlička	celková početnost	vířníci (Rotifera)	perloočky (Cladocera)	klanonožci (Copepoda)
ANO	413,886 \pm 484,193	336,314 \pm 482,847	59,971 \pm 103,168	17,494 \pm 11,665 ^a
NE	318,840 \pm 259,310	201,949 \pm 195,707	37,657 \pm 82,179	78,622 \pm 98,950 ^b
rozdíly	NS	NS	NS	*

Vysvětlivky: NS: statisticky neprůkazné, * p < 0,05

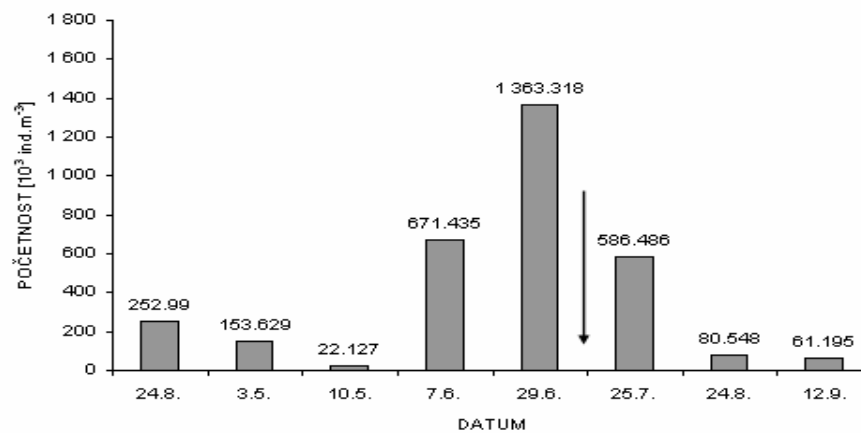
Tabulka 4: Průměrná celková početnost a početnost jednotlivých skupin zooplanktonu [10^3 ind. m^{-3}] (průměr \pm S.D.) v jednotlivých rybnících v průběhu vegetační sezóny 2005 (n = 8).

rybník	celková početnost	vířníci (Rotifera)	perloočky (Cladocera)	klanonožci (Copepoda)
Kamenný	428,805 \pm 569,355	347,316 \pm 569,394	60,145 \pm 113,155	21,345 \pm 12,645
Dvorčák	398,966 \pm 459,559	325,312 \pm 456,517	59,797 \pm 107,350	13,645 \pm 10,828
Kudla	444,572 \pm 310,325	263,662 \pm 247,139	64,585 \pm 116,900	115,246 \pm 132,179
Hejškův	193,109 \pm 145,808	140,236 \pm 133,277	10,729 \pm 10,648	41,999 \pm 42,925
rozdíly	NS	NS	NS	NS

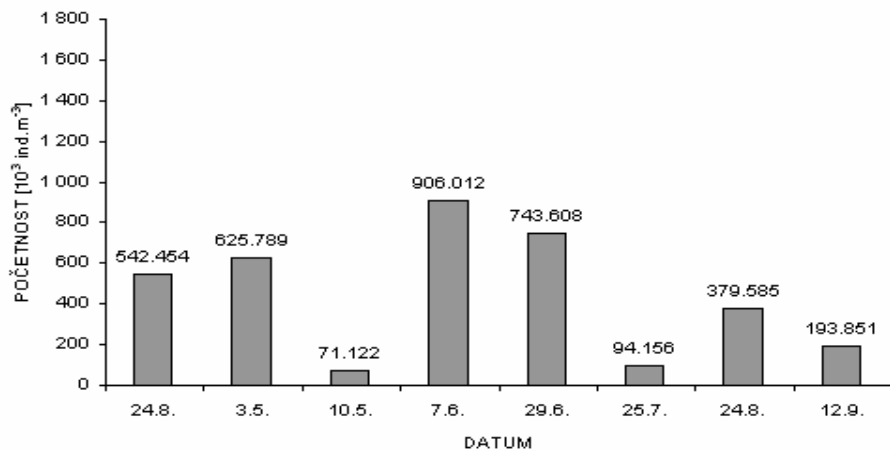
Vysvětlivky: NS: statisticky neprůkazné



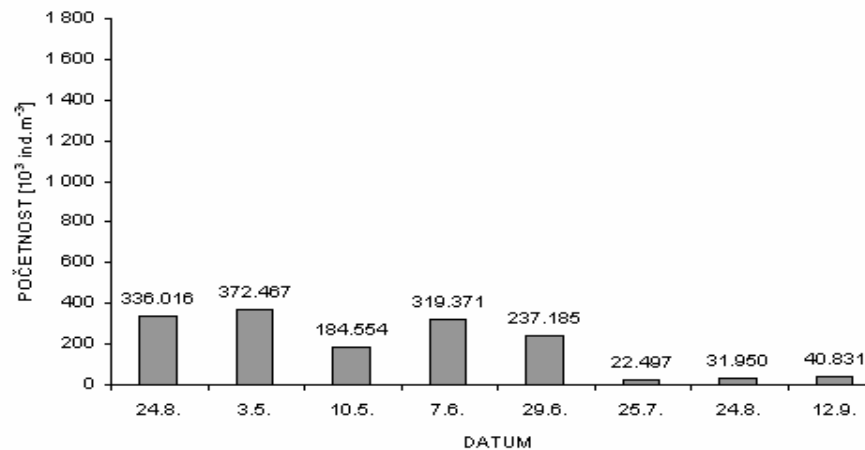
Graf 2A: Početnost zooplanktonu v rybníku Kamenný v průběhu vegetační sezóny 2005 (↓ nasazení střevličky východní)



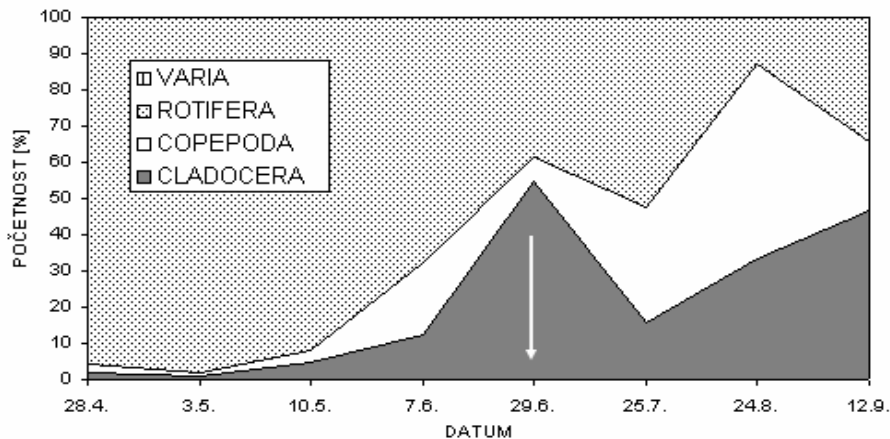
Graf 2B: Početnost zooplanktonu v rybníku Dvorcek v průběhu vegetační sezóny 2005 (↓ nasazení střevličky východní)



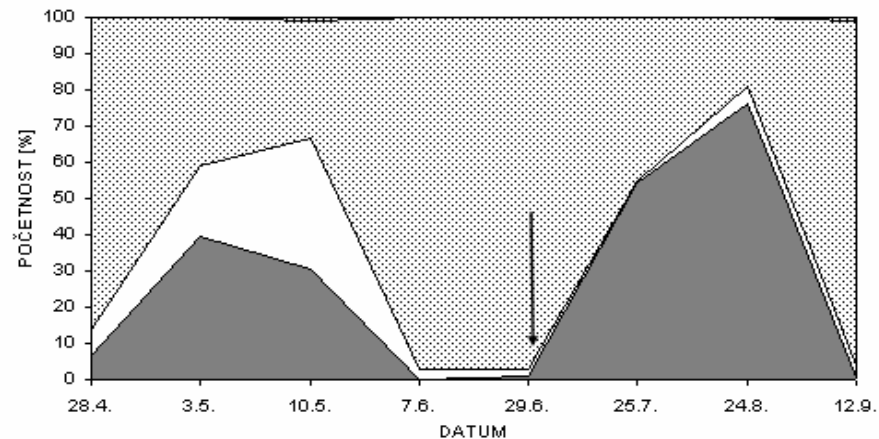
Graf 2C: Početnost zooplanktonu v rybníku Kudla v průběhu vegetační sezóny 2005



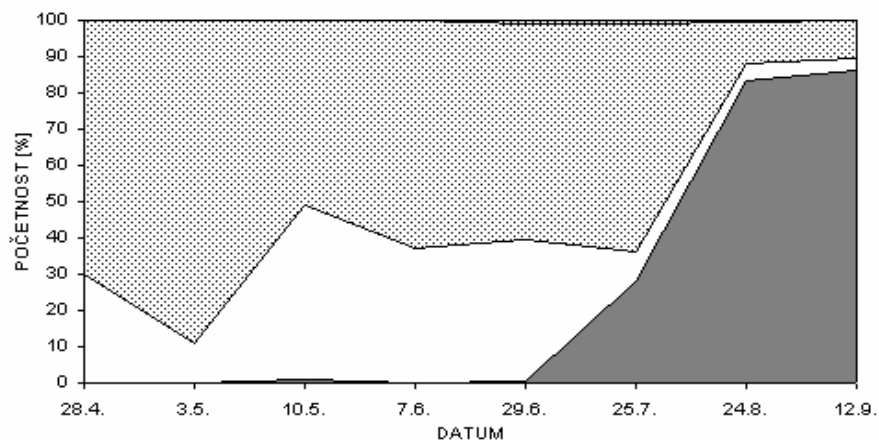
Graf 2D: Početnost zooplanktonu v rybníku Hejskuv v průběhu vegetační sezóny 2005



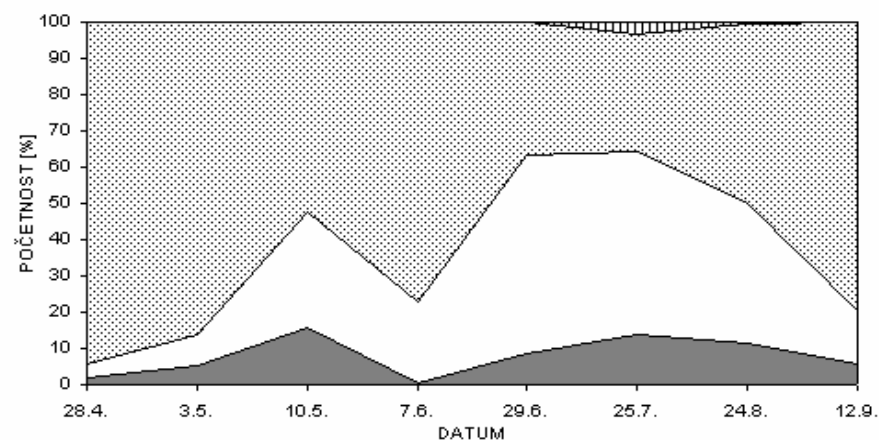
Graf 3A: Početnost [%] jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku Kamenný v průběhu vegetační sezóny 2005 (↓ nasazení střevličky východní)



Graf 3B: Početnost [%] jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku Dvorčák v průběhu vegetační sezóny 2005 (↓ nasazení střevličky východní)



Graf 3C: Početnost [%] jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku Kudla v průběhu vegetační sezóny 2005



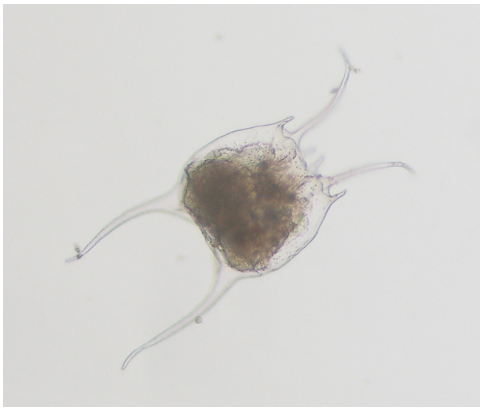
Graf 3D: Početnost [%] jednotlivých skupin zooplanktonu v rybníku Hejškův v průběhu vegetační sezóny 2005



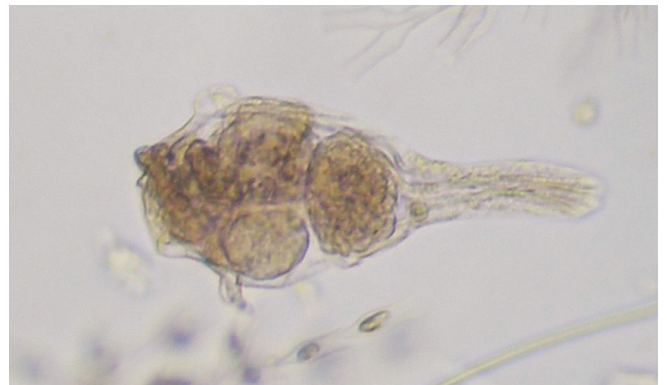
obr. 6 *Keratella cochlearis* Gosse (10x10)



obr. 7 *Polyarthra vulgaris* Carlin (10x10)



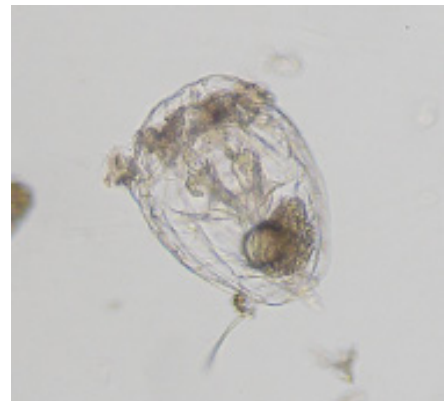
obr. 8 *Brachionus falcatus* Zacharias (10x10)



obr. 9 Běžný druh koloniálního vířníka *Conochillus natans* (Seligo). (10x40) Část kolonie – 1 jedinec



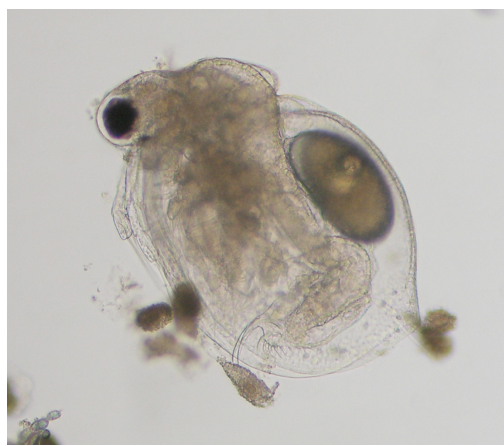
Obr. 10 *Asplanchna priodonta* Gosse, (10x10) - uvnitř pozřený menší jedinec vlastního druhu



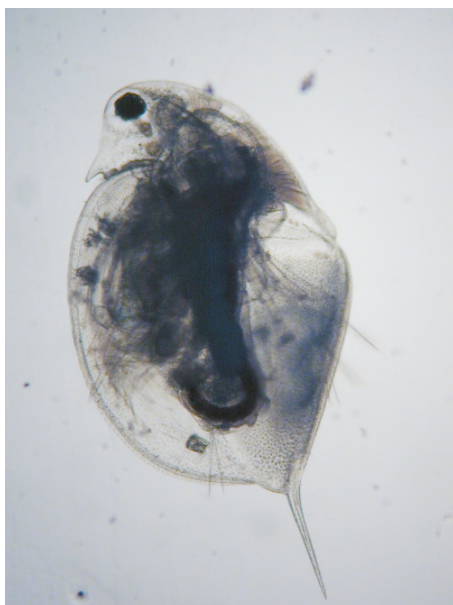
obr. 11 *Synchaeta pectinata* Ehrenberg (10x10)



obr. 12 Samice *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (10x10) , drobná perloočka, která se masově vyskytuje v rybnících s vysokou obsádkou ryb



obr. 13 *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (10x10) - samice



obr. 14 *Daphnia pulex* Forbes (10x4) - samice



Obr. 15 Samice *Daphnia longispina* O. F. Müller (10x4)



Obr. 16 Samice *Thermocyclops crassus* (Fisher) s vaječnými vaky (10x10)



obr. 17 Naupliové stádium buchanek (10x10)

5.2.2 SLOŽENÍ A VÝVOJ FYTOFILNÍHO BENTOSU V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

5.2.2.1 FYTOFILNÍ BENTOS V RYBNÍKU KAMENNÝ

Průměrná početnost fytofilního bentosu byla $0,36 \text{ ind. m}^{-2}$ rybníka (graf 4a) tj. 72 ind. m^{-2} plochy makrovegetace, která zaujímala odhadem 77 m^2 z celkové plochy rybníku. Průměrná suchá biomasa vodních makrofyt dosahovala v průběhu vegetační sezóny (2005) $0,7 \pm 0,2 \text{ g DW m}^{-2}$ rybníka (\pm S.D.). Dominantními druhy makrofyt byly rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*) a úpor peprný (*Elatine hydropiper*).

Nejvyšší byla početnost fytofilního bentosu během prvního odběru na začátku června ($0,92 \text{ ind. m}^{-2}$ celého rybníka). Následně během celé sezóny klesala až na hodnotu $0,14 \text{ ind. m}^{-2}$ celého rybníka v polovině září. Množství jedinců přepočtené na 1 g suché vegetace představovalo $0,5 \text{ ind. g}^{-1}$ (graf 4b).

Larvy pakomárů, jejichž podíl se postupně zvyšoval, převažovaly ve vegetaci až do konce srpna, kdy tvořily 65 % veškerého fytofilního bentosu. Další významnou skupinou byly larvy schránkatých chrostíků (Trichoptera, Integripalpia), jež tvořily v průměru 22 % z celkového počtu jedinců. V průběhu sezóny se ve vegetaci objevily i další skupiny živočichů, z nichž k významnějším patřily počátkem června pijavice (Hirudinea) (33 %) a měkkýši (Mollusca; Lymneidae) (13 %). Plovatkovití (Lymneidae) tvořili významnou část fytofilního bentosu také na konci sezóny (57 %). Podíl larev jepic (Ephemeroptera) či larev vodních brouků (Coleoptera) nepřesáhl během sezóny 7 %.

5.2.2.2 FYTOFILNÍ BENTOS V RYBNÍKU DVORČÁK

V rybníku nebyla žádná litorální makrovegetace a tudíž ani živočichové na ni vázaní.

5.2.2.3 FYTOFILNÍ BENTOS V RYBNÍKU KUDLA

Průměrná abundance fytofilního bentosu byla 276 ind. m^{-2} rybníka (graf 4a) tj. 828 ind. m^{-2} plochy vegetace, která zaujímala odhadem 1300 m^2

z celkové plochy rybníku. Průměrná suchá biomasa vodních makrofyt dosahovala v průběhu vegetační sezóny (2005) $124,6 \pm 62,6$ g DW m⁻² rybníka (\pm SD). Dominantními druhy makrofyt byly zblochan vzplývavý (*Glyceria fluitans*), bahnička jehlicovitá (*Eleocharis acicularis*) a žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*).

Abundance fytofilního bentosu byla nejvyšší na konci června a července (439 a 327 ind. m⁻²), po zbytek sezóny nepřesáhla hodnotu 300 ind. m⁻². Průměrné množství jedinců přepočtené na gram suché vegetace představovalo 2,0 ind. g⁻¹ (graf 4b).

Nejvýznamnějšími skupinami fytofilního bentosu byly v průběhu celé sezóny larvy pakomárů a schránkatých chrostíků (v průměru 42 a 30 %). Další významnou složkou od konce července tvořili měkkýši (Lymneidae) (v průměru 32 %). Ostatní skupiny (larvy jepic, vážek a ostatního dvoukřídlého hmyzu) se vyskytovaly v malém množství.

5.2.2.4 FYTOFILNÍ BENTOS V RYBNÍKU HEJŠKŮV

Průměrná abundance fytofilního bentosu byla 46 ind. m⁻² rybníku (graf 4a) a 460 ind. m⁻² plochy vegetace, která zaujímala odhadem 880 m² z celkové plochy rybníku. Průměrná suchá biomasa vodních makrofyt dosahovala v průběhu vegetační sezóny (2005) $20,5 \pm 3,0$ g DW m⁻² rybníka (\pm SD). Dominantními druhy makrofyt byly orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), ostřice (*Carex* sp.) a zevar jednoduchý (*Sparganium emersum*).

Abundance fytofilního bentosu byla nejvyšší na konci července a v polovině září (139 a 61 ind. m⁻²). V průběhu ostatních odběrů jeho početnost nepřesáhla 13 ind. m⁻² rybníku. Průměrné množství jedinců přepočtené na gram suché vegetace představovalo podobně jako v rybníku Kudla 2,0 ind.g⁻¹ (graf 4b).

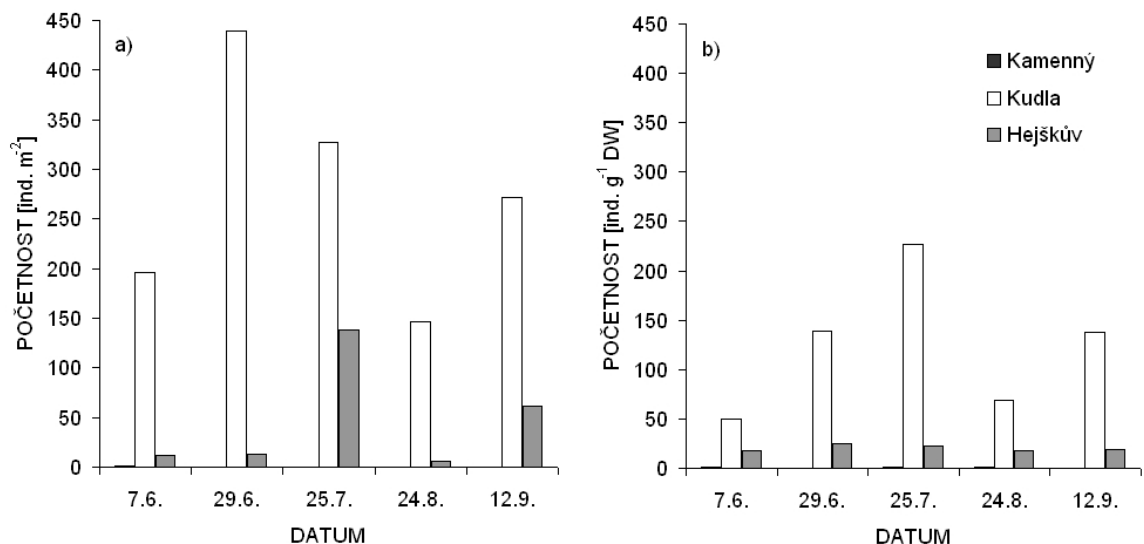
Nejvýznamnějšími skupinami fytofilního bentosu byly v průběhu celé sezóny opět larvy pakomárů a schránkatých chrostíků (v průměru 48 % a 12 % z celkové početnosti fytofilního bentosu). Další významnou skupinou byly od konce června i pijavice (v průměru 12 %). Na konci srpna byli početnější larvy jepic, vážek, vodních brouků, ale také stejnonozí korýši (Isopoda) a pavouci (Araneida), tvořící v průměru 9 % z celkové početnosti fytofilního bentosu.

5.2.2.5 POROVNÁNÍ FYTOFILNÍHO BENTOSU V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

Fytofilní bentos mohl tvořit významnější část potravní nabídky zejména v rybníku Kudla a částečně i v rybníku Hejškúv. V těchto rybnících se vyskytovaly druhy vodní makrovegetace (*Typha* a *Sparganium*), které mají větší podíl aerenchymu a poskytují úkryt velmi početné skupině pakomárů (obr. 18). Schránky larev chrostíků byly z 97 % prázdné, takže patrně nebyly potravou.



Obr. 18: Larvy pakomárů ukryté v aerenchymatickém pletivu zevaru jednoduchého (*Sparganium emersum*)



Graf 4: Početnost jedinců fytofilního bentosu v rybnících s litorální vegetací, (a) na m² plochy rybníka, (b) na gram suché vegetace (DW).

Početnost fytofilního bentosu (ind. m⁻² a ind. g⁻¹ DW) v rybníku nasazeným střevličkou (Kamenný) se statisticky průkazně lišila ($F_{1,12} = 15,86$; $p = 0,002$) od rybníků (Kudla a Hejškův), kam byl nasazen pouze plůdek okouna (tabulka 5).

Tabulka 5: Průměrná celková početnost jedinců fytofilního bentosu (průměr ± S.D.) v rybnících se střevličkou (Kamenný) a bez střevličky (Kudla, Hejškův) v průběhu vegetační sezóny 2005 (n = 5).

střevlička	celková početnost [ind. m ⁻²]	celková početnost [ind. g ⁻¹ DW]
ANO	0,4 ± 0,3	0,5 ± 0,5
NE	161,1 ± 140,5	2,3 ± 1,7
rozdíly	*	*

Vysvětlivky: * $p < 0,05$

Početnost fytofilního bentosu (ind. m⁻² a ind. g⁻¹ DW) se v jednotlivých rybnících od sebe statisticky průkazně lišila ($F_{1,12} = 24,37$; $p < 0,001$) (tabulka 6).

Tabulka 6: Průměrná celková početnost jedinců fytofilního bentosu (průměr ± S.D.) v rybnících se střevličkou (Kamenný) a bez střevličky (Kudla, Hejškův) v průběhu vegetační sezóny 2005 (n = 5).

Rybník	celková početnost [ind. m ⁻²]	celková početnost [ind. g ⁻¹ DW]
Kamenný	0,4 ± 0,3 ^a	0,5 ± 0,5 ^a
Kudla	276,0 ± 102,4 ^{a,b}	2,2 ± 0,9 ^{a,b}
Hejškův	46,0 ± 50,4 ^b	2,2 ± 2,2 ^b
rozdíly	*	*

Vysvětlivky: * $p < 0,001$

5.3 POTRAVA PLŮDKU OKOUNA ŘÍČNÍHO

5.3.1 SLOŽENÍ POTRAVY PLŮDKU OKOUNA V RYBNÍCE KAMENNÝ

V dubnu (28.4.) tvořil jedinou složku potravy larev okouna zooplankton (graf 5a) zastoupen klanonožci (Copepoda), zejména nauplii buchanek, která tvořila 65 % přijaté potravy. Kopepoditová stádia buchanek (*Cyclops* sp.) a vířníci (Rotifera) *Polyarthra vulgaris* Carlin tvořili třetinu přijaté potravy. Nauplia buchanek byla pozitivně selektována zatímco *Polyarthra vulgaris* Carlin měla index selektivity mírně záporný.

Na počátku května (3.5.) konzumovaly larvy okouna stále pouze zooplankton (graf 5b). Opět v přijaté potravě převažovala nauplia (52 %) a kopepoditová stádia buchanek (30 %), jež larvy okouna pozitivně selektovaly. Vířníci *Keratella cochlearis* Gosse (13 %) a *Polyarthra vulgaris* Carlin (5 %) tvořili méně významnou potravní složku, jejich index selektivity byl záporný.

O týden později (10.5.) plůdek okouna stále konzumoval pouze plankton (graf 5c). Nejdůležitějšími složkami potravy byly perloočky (Cladocera) a vířníci zastoupení ve stejném poměru 47 %. Z perlooček konzumovaných téměř všemi rybami v potravě dominovala *Bosmina longirostris* (O. F. Müller), tvořící 44 % podíl. Rod *Daphnia* měl malý význam (3 %). Z vířníků dominovala v potravě *Keratella cochlearis* Gosse (31 %), již konzumovala polovina ryb a *Polyarthra vulgaris* Carlin (12 %), která měla význam pouze pro čtvrtinu ryb. Plůdek okouna pozitivně selektoval kopepoditová stadia buchanek, perloočky a vířníka *Keratella cochlearis* Gosse, zatímco nauplia buchanek a vířník *Polyarthra vulgaris* Carlin měli index selektivity záporný.

Začátkem června (7.6.) se již plůdek okouna živil nejen zooplanktonem, ale také fytofilním bentosem (graf 5d). Všechny zkoumané ryby konzumovaly larvy pakomárů (Chironomidae), které tvořily třetinu přijaté potravy, třetina ryb se specializovala na larvy jepic (Ephemeroptera) (42 %), menší část pak na larvy vodních brouků (Coleoptera) (14 %). Všichni okouni konzumovali perloočky (Cladocera) a klanonožce (Copepoda), ovšem jejich podíl v potravě byl zanedbatelný (11 %). Všechny potravní složky byly pozitivně selektovány kromě larev brouků, jež měly index selektivity záporný.

Na konci června (29.6.) v potravě převažoval fytofilní bentos (93 %) (graf 5e). Všechny zkoumané ryby se specializovaly na larvy pakomárů, jejich index selektivity

byl mírně kladný. Ostatní složky potravy byly méně významné, i když perloočky byly, na rozdíl od klanonožců a larev jepic, pozitivně selektovány.

Na konci července (25.7.) byla situace obdobná jako na konci června (graf 5f). V potravě převažoval fytofilní bentos (88 %). Plůdek okouna se specializoval na larvy pakomárů, jejich index selektivity byl ovšem záporný. Zooplankton, zastoupený převážně klanonožci, kteří byli pozitivně selektováni, tvořil méně významnou potravní složku (10 %).

Poslední týden v srpnu (24.8.) byl podíl zooplanktonu a fytofilního bentosu v potravě téměř vyrovnaný (graf 5g). Nejvýznamnější potravní složkou, zastoupenou téměř rovným dílem (29 %), byly larvy pakomárů společně s klanonožci i perloočkami. Ovšem jen perloočky byly pozitivně selektovány. Ostatní potravní složky (larvy jepic a chrostíků (Trichoptera)) byly přijímány pouze příležitostně malým počtem ryb, i když jejich index selektivity byl kladný.

V září (12.9.) v potravě plůdku okouna převažoval zooplankton (78 %) nad fytofilním bentosem, poprvé se v potravě objevily i ryby, které tvořily významnou část potravy pouze u jedné ze zkoumaných ryb (graf 5h). Téměř všechen plůdek se specializoval na klanonožce, kteří byli pozitivně selektováni a tvořili 73 % potravy. Perloočky společně s larvami pakomárů a jepic byly v potravě málo významné, i když larvy pakomárů a jepic byly pozitivně selektovány.

Okoun přijímal do poloviny května pouze plankton. Nejvýznamnější byli klanonožci (nauplia buchaneckých), kteří byli téměř po celou dobu pozitivně selektováni. Vířníci a perloočky měli větší význam pouze v polovině května. Perloočky byly pozitivně selektovány. Naopak téměř všichni vířníci měli index selektivity záporný. Od začátku června v potravě okouna dominoval fytofilní bentos (zejména larvy pakomárů), pouze v polovině září převažovali v potravě klanonožci, jejichž význam v průběhu sezóny narůstal. Perloočky tvořily významnější potravní složku pouze na konci srpna, kdy byly také pozitivně selektovány.

5.3.2 SLOŽENÍ POTRAVY PLŮDKU OKOUNA V RYBNÍCE DVORČÁK

Na konci dubna (28.4.) tvořil potravu larev okouna výlučně zooplankton (graf 6a). Všechny larvy se specializovaly na klanonožce (nauplia buchanek), jejich index selektivity byl kladný.

Počátkem května (3.5.) přijímaly larvy okouna stále jen zooplankton (graf 6b), nejvýznamnější podíl v potravě tvořili klanonožci (nauplia buchanek - 46 %) a vířník *Polyarthra vulgaris* Carlin (42 %), obě složky byly pozitivně selektovány. Kopepoditová stádia buchanek, jež byla také pozitivně selektována a vznášivky *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil) (záporný index selektivity) tvořily málo významný podíl v potravě larev okouna.

O týden později (10.5.) tvořily potravu plůdku okouna stále planktonní organismy (graf 6c). V potravě dominovala kopepoditová stádia a dospělci buchanek rodu *Cyclops* (53 %) spolu se vznášivkou *Eudiaptomus gracilis* G. O. Sars (29 %), obě potravní složky byly pozitivně selektovány. Perloočky, rod *Daphnia*, tvořily méně významnou složku potravy (17 %), i když byly konzumovány všemi rybami. Jejich index selektivity byl záporný stejně jako u vířníků, kteří neměli v potravě větší význam (2 %).

Na začátku června (7.6.) se v potravě plůdku okouna objevil vedle zooplanktonu i bentos (graf 6d). Larvy pakomárů převažovaly v přijaté potravě (62 %). Druhou významnou složkou potravy byli vedle larev pakomárů klanonožci (34 %), kteří byli pozitivně selektováni. Larvy jepic tvořily společně s perloočkami (kladný index selektivity) málo významnou část potravy.

Na konci června (29.6.) byla situace v potravě okouna zcela opačná a převažoval v ní zooplankton (66 %) nad bentosem (34 %) (graf 6e). Nejvýznamnější potravní složkou byli klanonožci (43 %) společně s perloočkami (22 %), obě složky byly nalezeny v potravě všech zkoumaných ryb a také jejich index selektivity byl kladný. Larvy pakomárů tvořily významnější podíl z celkové potravy (34 %) u 70 % zkoumaných ryb.

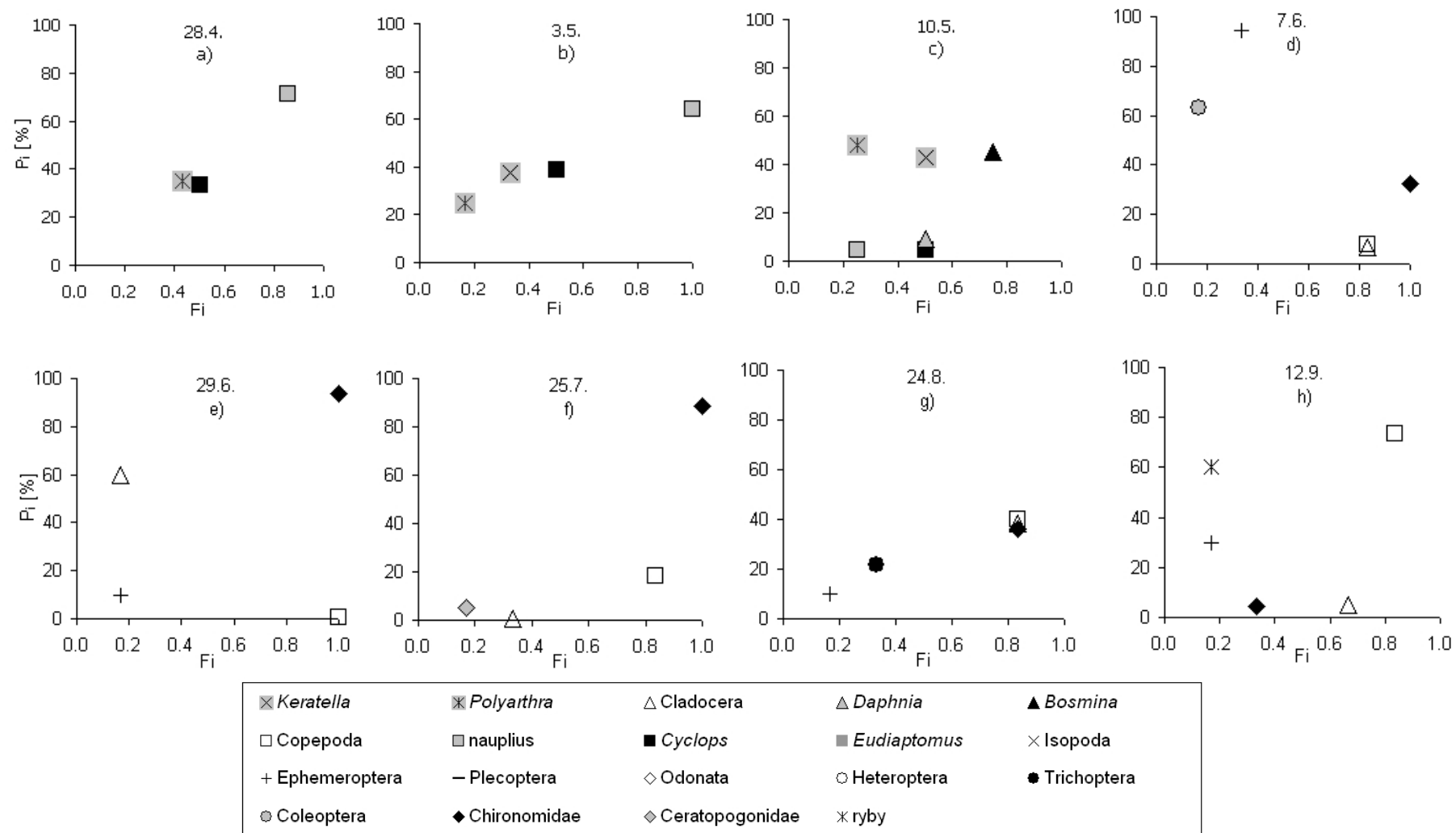
V červenci (25.7.) byly v potravě opět významnější planktonní organismy (80 %), především perloočky, na něž se okoun specializoval (graf 6f). Větší význam pro okouna měla *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (68 %) než *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (12 %). Klanonožci se v potravě vyskytovali příležitostně pouze u malého počtu ryb, ale byli společně

s perloočkami pozitivně selektováni. Významnost pakomárů oproti konci června poklesla na polovinu (17 %).

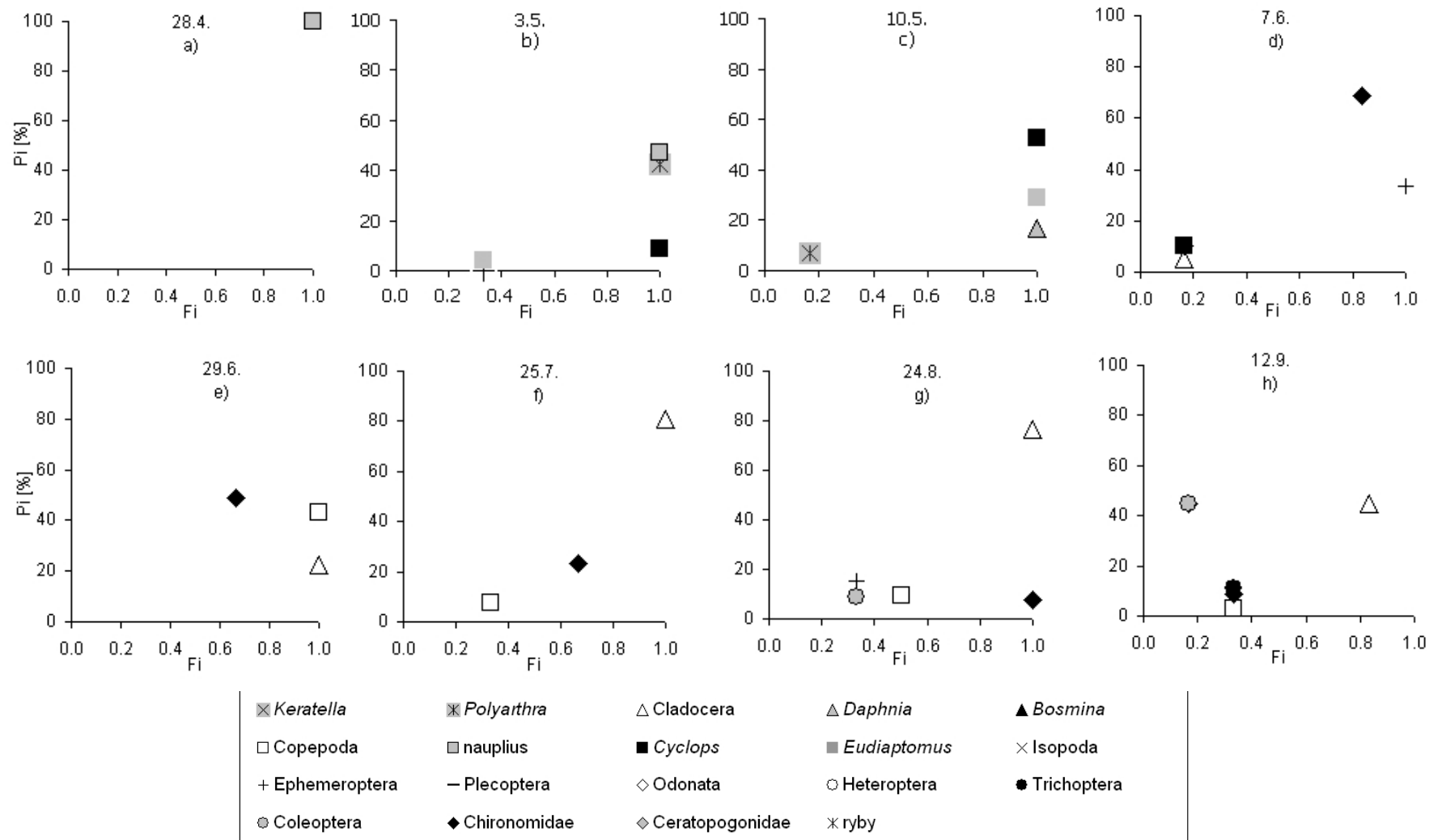
Na konci srpna (24.8.) v potravě plůdku okouna převažoval plankton (81 %), zastoupený převážně perloočkami, zvláště pak druhem *Bosmina longirostris* (O. F. Müller), který tvořil 72 % podíl v potravě a konzumovaly jej všechny ryby (graf 6g). Index selektivity byl mírně kladný. Ostatní druhy perlooček *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (mírně záporný index selektivity) a *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) (kladný index selektivity) měly v potravě menší význam (5 %). Klanonožci se objevili v potravě poloviny ryb, jejich význam byl ovšem malý (5 %). Množství bentosu, zastoupeného larvami pakomárů, jepic a vodních brouků bylo v potravě okouna málo významné (17 %).

V polovině září (12.9.) opět převažoval v potravě zooplankton (46 %) (graf 6h). Téměř všichni okouni konzumovali perloočky (pozitivní index selektivity), které tvořily nejvýznamnější část potravy, zvláště pak druh *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller) (29 %). Dalšími, ovšem méně významnými byly rody *Simocephalus* a *Alona* (15 %). Klanonožci, kteří byli pozitivně selektováni, tvořili spolu s larvami pakomárů a chrostíků málo významnou součást potravy (2 %) pouze u třetiny zkoumaných ryb. Larvy vážek a vodních brouků měly význam pro malou část ryb, jejich podíl v potravě činil 21 %.

Okoun přijímal do poloviny května pouze zooplankton. Podobně jako v rybníku Kamenný byli nejvýznamnější první složkou potravy klanonožci (nauplia a kopepoditová stadia buchanek), kteří byli pozitivně selektováni. Od počátku června se v potravě objevil také bentos, který ovšem tvořil významnou složku potravy pouze v průběhu června. Od konce července v potravě okouna převažovaly perloočky, které byly po celou dobu pozitivně selektovány. Klanonožci dosahovali většího významu pouze v průběhu června, jejich index selektivity byl v průběhu celé sezóny pozitivní.



Graf 5a-h: Potrava plůdku okouna během sezóny v rybníku Kamenný.



Graf 6a-h: Potrava plůdku okouna během sezóny v rybníku Dvorčák

5.3.3 SLOŽENÍ POTRAVY PLŮDKU OKOUNA V RYBNÍCE KUDLA

Na konci dubna (28.4.) tvořil potravu larev okouna pouze zooplankton (graf 7a). Všechny larvy se specializovaly na klanonožce, zejména nauplia buchanek, která se tak stala nejvýznamnější složkou potravy. Kopepoditová stádia buchanek vyskytující se v potravě u poloviny larev měla pouze malý význam. Obě dvě složky byly pozitivně selektovány.

Počátkem května (3.5.) larvy okouna přijímaly stále zooplankton (graf 7b). Téměř všechny se specializovaly na kopepoditová stádia buchanek (*Cyclops* sp.) jež se stala nejvýznamnější složkou potravy (90 %). Malá část larev se specializovala na nauplia buchanek (8 %). V potravě se objevily také vznášivky *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil), které ovšem tvořily málo významnou potravní složku (2 %). Všechny potravní složky byly opět pozitivně selektovány.

O týden později (10.5.) okoun konzumoval pouze planktonní organismy (graf 7c). Jednotlivé skupiny ryb se specializovaly na různé typy potravy. Pro první skupinu měla největší význam vznášivka *Eudiaptomus vulgaris* (Schmeil) (71 %), která byla pozitivně selektována. Druhá skupina ryb se specializovala na buchanky rodu *Cyclops* a třetí skupina na perloočky rodu *Daphnia*. Oba dva rody tvořily shodný (14 %) podíl na celkové potravě a také jejich index selektivity byl kladný.

Na začátku června (7.6.) se v potravě objevuje kromě zooplanktonu i fytofilní bentos, obě skupiny ve shodném množství (graf 7d). Nejvýznamnější složkou potravy se stávají perloočky (42 %), v potravě zastoupené zejména druhem *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (32 %) a larvy pakomárů (32 %), které konzumovaly všechny zkoumané ryby. Perloočky i larvy pakomárů byly pozitivně selektovány. Klanonožci jsou konzumováni příležitostně většinou ryb, jejich index selektivity byl pouze mírně pozitivní. U několika jedinců se v potravě objevily larvy jepic a vodní plošnice klešťanky (*Corixa* sp.), jejich význam byl ovšem malý (6 % a 11 %), i když byly pozitivně selektovány.

Na konci června (29.6.) v potravě plůdku převážil fytofilní bentos (83 %) (graf 7e). Perloočky, které byly silně pozitivně selektovány, a klanonožci (mírně záporný index selektivity) byli sice konzumováni většinou ryb, ovšem pouze příležitostně s malým významem v potravě (14 %). U všech zkoumaných ryb dominovaly v potravě larvy pakomárů (49 %), (mírně

pozitivní index selektivity). Larvy jepic, vážek (Odonata) a chrostíků měly větší význam jen pro několik ryb, pouze larvy jepic byly pozitivně selektovány. Larvy brouků byly konzumovány ojediněle.

Na konci července (25.7.) v potravě stále převažoval fytofilní bentos, tvořící 60 % přijaté potravy (graf 7f). Nejvýznamnější složkou potravy se staly larvy pakomárů (34 %) a larvy jepic (19 %). Larvy vodních brouků, pakomárců (Ceratopogonidae) a pošvatek byly nalezeny v potravě části ryb, jejich význam byl ovšem malý (4 %). Index selektivity byl u všech skupin kladný. Z planktonních organismů tvořily významnou část potravy klanonožci (zastoupeni výhradně buchankami) (38 %), kteří se vyskytovali v potravě všech ryb. Perloočky měly v potravě pouze malý význam (2 %). Obě dvě skupiny byly okounem pozitivně selektovány.

Na konci srpna (24.8.) v potravě plůdku okouna opět převládal fytofilní bentos (70 %) nad planktonními organismy (graf 7g). U více než poloviny ryb tvořily nejvýznamnější potravní složku larvy pakomárů a jepic (64 %). Larvy pakomárců konzumovaly všechny ryby, ovšem jejich význam v potravě byl malý (5 %). Podobně i larvy brouků byly konzumovány ojediněle s minimálním významem (1 %). Všechny skupiny byly okounem pozitivně selektovány. Perloočky, které měli mírně záporný index selektivity, společně s klanonožci, jež byli selektováni pozitivně, tvořily významnější složku potravy (29 %) u malého počtu ryb.

V polovině září (12.9.) bylo množství fytofilního bentosu a zooplanktonu v potravě téměř shodné (graf 7h). Planktonní organismy konzumovala většina ryb. Perloočky byly významnější potravní složkou (34 %) než klanonožci (9 %), kteří byli pozitivně selektováni. Z perlooček převažovala v potravě *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) (26 %), její index selektivity byl záporný. Menší význam měl rod *Alona* (7 %), který okouni pozitivně selektovali. Larvy pakomárů byly významnou složkou potravy pro několik ryb, které se na ně specializovaly a pozitivně je selektovaly. Larvy pakomárců podobně jako larvy chrostíků a jepic byly konzumovány příležitostně menší skupinou ryb, pouze larvy chrostíku nebyly pozitivně selektovány.

Okoun přijímal do poloviny května pouze zooplankton. Nejvýznamnější byli zprvu klanonožci (nauplia a kopepoditová stadia rodu *Cyclops*), kteří byli

po celou dobu pozitivně selektováni. V polovině května vzrostl význam perlooček, které byly také pozitivně selektovány. Vířníci se v potravě okouna neobjevili. Od konce června v potravě převažoval fytofilní bentos (larvy pakomárů), pouze na začátku června a v polovině září byly významnější potravní složkou perloočky, jejichž index selektivity byl vyjma konce sezóny kladný. Klanonožci byli po téměř celou sezónu pozitivně selektováni, jejich význam v potravě dosahoval většího významu pouze na konci července.

5.3.4 SLOŽENÍ POTRAVY PLŮDKU OKOUNA V RYBNÍCE HEJŠKŮV

Na konci dubna (28.4.) se larvy okouna živily výhradně planktonem (klanonožci) (graf 8a). Jedinou kořistí byla nauplia buchanek, na něž se larvy specializovaly a pozitivně je seletovaly.

Na začátku května (3.5.) tvořil potravu larev okouna opět pouze zooplankton (graf 8b). Téměř všechny larvy se specializovaly na příjem klanonožců. Nauplia buchanek (kladný index selektivity) tvořila 78 % potravy. Kopepoditová stádia buchanek tvořila málo významnou složku potravy, jejich index selektivity byl mírně záporný. Část okounů se specializovala na vířníka *Polyarthra vulgaris* Carlin (mírně kladný index selektivity), tvořícího 20 % potravy.

O týden později (10.5.) se okoun živil stále výhradně planktonem (graf 8c). Nejvýznamnější podíl v potravě představovali vířníci (57 %), zastoupeni druhem *Polyarthra vulgaris* Carlin, který byl pozitivně selektován. Další významnou složkou potravy byli klanonožci. Nauplia buchanek (37 %, mírně kladný index selektivity) konzumovaly všechny ryby. Buchanky rodu *Cyclops* (mírně záporný index selektivity) a vznášivky *Eudiaptomus gracilis* G. O. Sars, které byly mírně pozitivně selektovány, neměly v potravě větší význam (3 %). Stejně tak perloočky rodu *Daphnia* (2 %), které měli silně záporný index selektivity.

Začátkem června (7.6.) se v potravě kromě fytofilního bentosu, který převažoval nad planktonem, objevily také ryby (okoun říční), které byly nalezeny pouze u jednoho ze zkoumaných okounů (graf 8d). Nejvýznamnější složkou potravy byly larvy jepic (41 %) a perloočky, zvláště *Ceriodaphnia pulchella* G. O. Sars (22 %), které konzumovali téměř všichni jedinci, a také

jejich index selektivity byl silně kladný. Ostatní zástupci fytofilního bentosu (larvy pakomárů, vodních brouků a chrostíků) tvořili pětinu zkonsumované potravy, pouze larvy brouků byly pozitivně selektovány. Klanonožci netvořili významnou část potravy (mírně záporný index selektivity).

Na konci června (29.6.) převažoval v potravě fytofilní bentos (92 %) (graf 8e). Perloočky a klanonožci byli pozitivně selektováni většinou ryb, ovšem pouze ojediněle a bez většího významu (7 %). Larvy pakomárů tvořily nejvýznamnější složku potravy (70 %), část zkoumaných ryb se specializovala na larvy jepic tvořících 22 % potravy. Obě dvě složky byly pozitivně selektovány. Larvy vodních brouků a larvy pakomárů neměly v potravě větší význam.

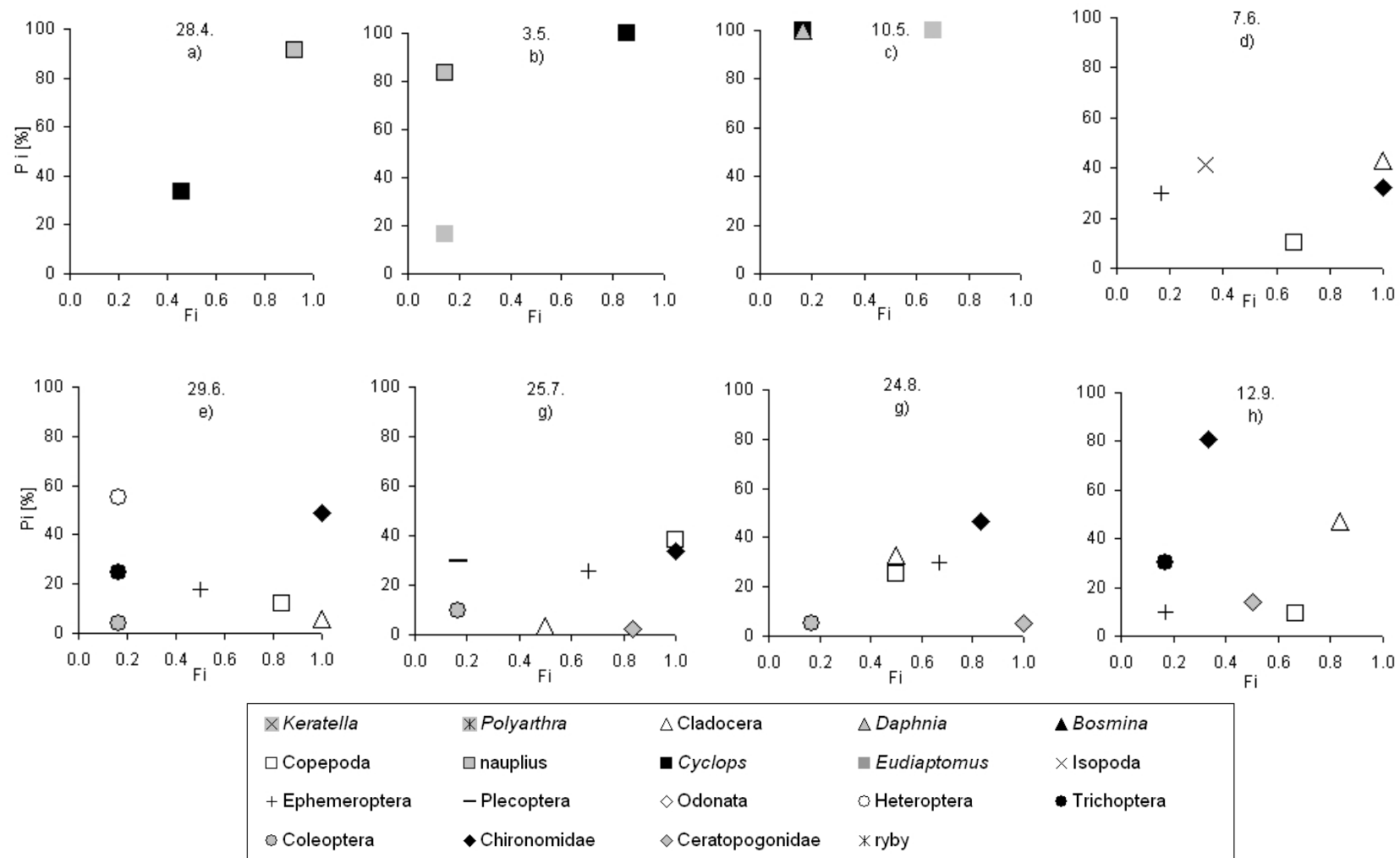
Na konci července (25.7.) v potravě okouna převažoval fytofilní bentos (64 %), další významnou složkou potravy byly i ryby představující 37 % podíl z veškeré zkonsumované potravy, nalezeny byly ovšem pouze v trávicím traktu jediné ryby (graf 8f). Planktonní organismy nedosahovaly většího významu (< 1 %), i když byly pozitivně selektovány. Z fytofilního bentosu byly nejvýznamnější složkou larvy pakomárů (56 %), které konzumovali všichni okouni, larvy jepic měly větší význam pouze pro třetinu ryb. Obě složky měly mírně kladný index selektivity.

Na konci srpna (24.8.) v potravě stále převažoval fytofilní bentos (90 %) (graf 8g). Perloočky se v potravě nevyskytovaly, klanonožce mírně pozitivně selektovala pouze menší část okounů, jejich podíl v potravě byl 7 %. Všechny ryby pozitivně selektovaly larvy pakomárů, které byly nejvýznamnější složkou potravy (58 %). Beruška vodní (*Asellus aquaticus* L.; Isopoda), larvy jepic a vodních brouků měly význam pro menší počet ryb.

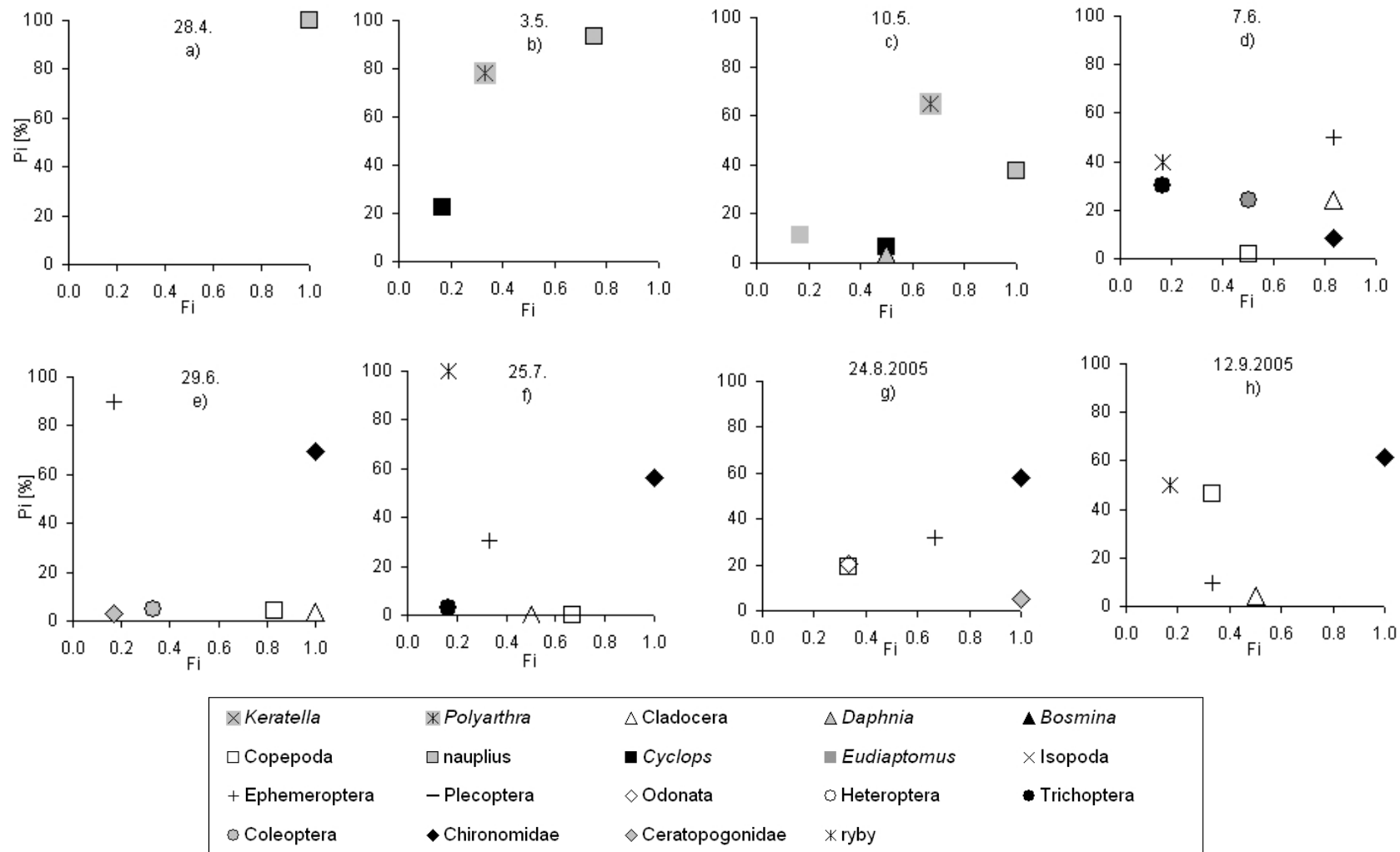
V polovině září se v potravě kromě fytofilního bentosu a zooplanktonu objevily také ryby (9 %) (graf 8h). Z planktonních organismů měli větší význam pro část ryb pouze klanonožci, kteří byli pozitivně selektováni a tvořili pětinu přijaté potravy. Perloočky byly přijímány pouze ojediněle, bez většího významu, jejich index selektivity byl záporný. Nejvýznamnější složkou potravy byly larvy pakomárů a jepic (65 %), larvy pakomárů konzumovaly všechny ryby, zatímco larvy jepic byly významnou součástí potravy pouze u několika jedinců. Obě dvě složky byly pozitivně selektovány.

Podobně tomu bylo i u ryb, ty byly nalezeny v potravě jedné ze zkoumaných ryb.

Okoun přijímal do poloviny května pouze zooplankton. Největší význam měli klanonožci (především nauplia buchanek) a posléze také vířníci. Obě skupiny byly pozitivně selektovány. Perloočky se objevily v potravě v polovině května, ovšem pouze s malým významem a jejich index selektivity byl záporný. Od počátku června se podobně jako v ostatních rybnících začal v potravě okouna objevovat fytofilní bentos, který převažoval až do konce sezóny (dominantu tvořily larvy pakomárů a jepic, obě skupiny byly téměř po celou sezónu pozitivně selektovány). Planktonní organismy (perloočky a klanonožci) neměly v potravě větší význam, vyjma perlooček na začátku června a klanonožců v polovině září. Indexy selektivity u obou byly kladné s výjimkou perlooček na konci srpna a klanonožců na začátku června.



Graf 7a-h: Potrava plůdku okouna během sezón v rybníku Kudla



Graf 8a-h: Potrava plůdku okouna během sezóny v rybníku Hejškův

5.4 POTRAVA STŘEVLIČKY VÝCHODNÍ

5.4.1 SLOŽENÍ POTRAVY STŘEVLIČKY VÝCHODNÍ V RYBNÍCE KAMENNÝ

Na konci června (29.6.) v potravě střevličky převažoval fytofilní bentos (45 %) (graf 9a). Střevličky mírně pozitivně selektovaly zejména larvy pakomárů (34 %), které se vyskytovaly v potravě všech ryb. Larvy chrostíků měly větší význam (12 %) pouze pro menší část ryb, ovšem jejich index selektivity byl záporný. V potravě byl významný také obsah detritu (25 %). Planktonní organismy tvořily menší část potravy, zastoupené především lasturnatkami (Ostracoda) (18 %), jež se staly významnou složkou potravy pro část střevliček, dále pak perloočkami (7 %) a buchankami (3 %). Pouze klanonožci byli negativně selektováni.

V červenci (25.7.) se nám nepodařilo odlovit žádné střevličky.

Na konci srpna (24.8.) v potravě převažuje fytofilní bentos (28 %) nad planktonními organismy (10 %) (graf 9b). Největší podíl z přijaté potravy však zaujímá detrit (60 %). Všechny střevličky pozitivně selektovaly larvy pakomárů, které byly významnější složkou (21 %) potravy než larvy chrostíků (8 %), které měly negativní index selektivity a byly konzumované pouze částí ryb. Perloočky (8 %) byly v potravě zastoupeny ve větší množství než klanonožci (2 %), a jejich index selektivity byl na rozdíl od klanonožců kladný. Celkově ovšem tvořily málo významnou složku potravy.

V polovině září (12.9.) v potravě byl pouze fytofilní bentos, zastoupený výhradně larvami pakomárů, které byly pozitivně selektovány a tvořily 77 % podíl v potravě (graf 9c). Zbytek obsahu trávicího traktu tvořil detrit. Pouze třetina zkoumaných střevliček měla v trávicím traktu potravu.

Hlavní složku potravy střevliček v rybníku Kamenný tvořil fytofilní bentos a detrit. Planktonní organismy (perloočky a klanonožci) hráli pouze méně významnou roli v potravě střevličky.

5.4.2 SLOŽENÍ POTRAVY STŘEVLIČKY VÝCHODNÍ V RYBNÍCE DVORČÁK

Na konci června (29.6.) v potravě střevličky převažoval fytofilní bentos (82 %), zastoupený především larvami pakomárů. Larvy chrostíků a jepic měly v potravě malý význam (7 % a 2 %). Planktonní organismy (perloočky

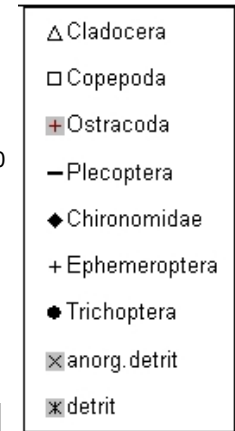
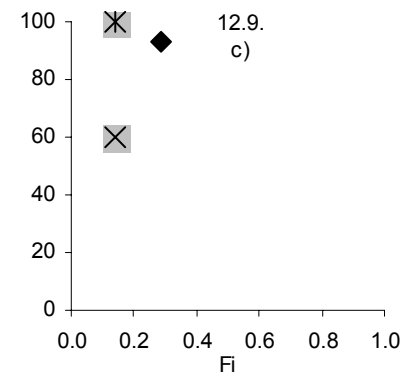
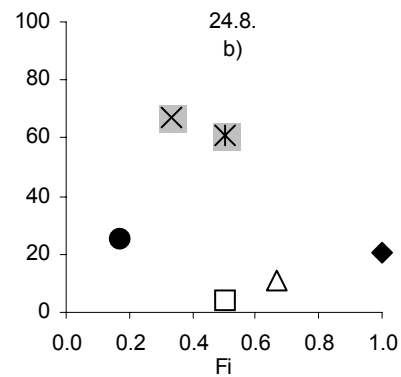
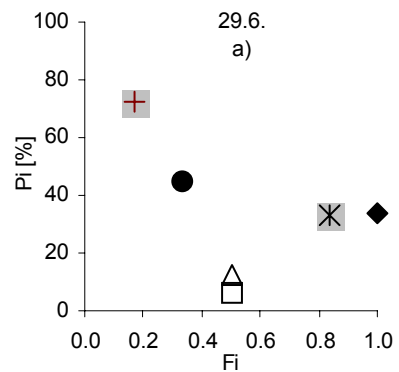
a klanonožci) byly konzumovány ojedinele a v potravě neměly také větší význam, i když byly pozitivně selektovány. Detrit obsahoval trávící trakt všech zkoumaných ryb, jeho podíl v přijaté potravě byl 16 % (graf 10a).

Na konci července (25.7.) byla situace obdobná jako na konci června. V potravě tvořil dominantu fytofilní bentos, zejména larvy pakomárů (70 %), larvy chrostíků měly malý význam (2 %) (graf 10b). Z planktonních organismů převládaly v potravě perloočky (8 %). Klanonožci se v potravě vyskytly pouze u jedné ze zkoumaných střevliček. Perloočky i klanonožci byli pozitivně selektováni. Detrit byl přítomen u všech zkoumaných ryb a tvořil 12 % z přijaté potravy.

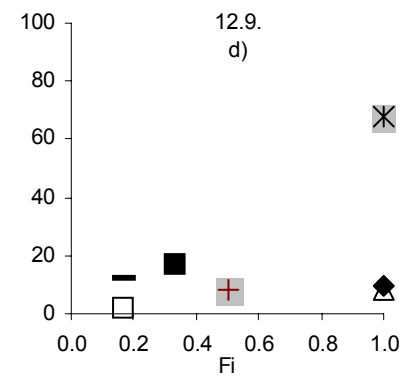
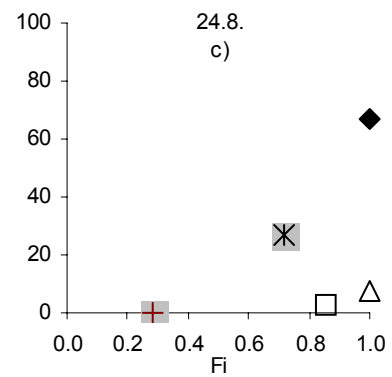
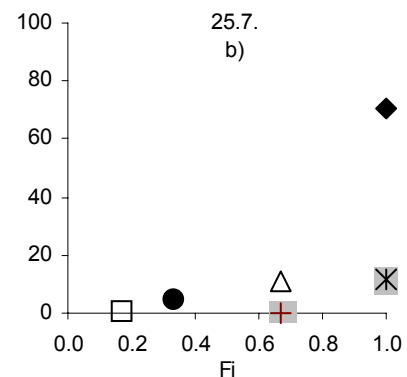
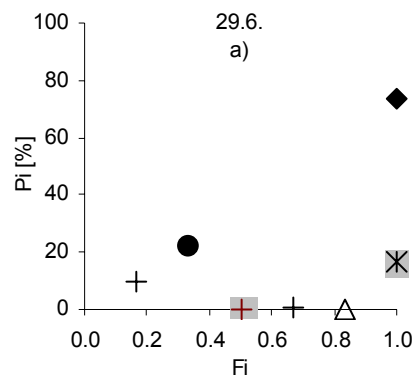
Na konci srpna (24.8.) v potravě stále převažovaly larvy pakomárů (67 %) (graf 10c). Význam zooplanktonu (perlooček a klanonožců), i když byl konzumován téměř všemi rybami, byl malý, jeho podíl na celkové potravě činil pouze 8 % v případě perlooček a 3 % v případě klanonožců. Detrit, který byl nalezen téměř u všech ryb, tvořil 22 % potravy.

V polovině září (12.9.) tvořil nejvýznamnější podíl potravy detrit (69 %) (graf 10d). Fytofilní bentos tvořil menší část potravy. Larvy pakomárů byly nalezeny ve všech zkoumaných rybách, ovšem jejich význam byl malý (10 %). Obdobně larvy jepic či pošvatek (Plecoptera), které měly malý význam pouze pro třetinu zkoumaných ryb (7,4 %). Všechny zkoumané ryby konzumovaly perloočky (na rozdíl od klanonožců a lasturnatek), ovšem význam všech byl celkově malý (11 %). Index selektivity klanonožců byl mírně záporný, na rozdíl od perlooček a lasturnatek, které byly pozitivně selektovány.

V potravě střevličky v rybníku Dvorčák tvořil dominantu fytofilní bentos, zastoupen především larvami pakomárů. Detrit tvořil výraznější podíl v potravě pouze v polovině září. Planktonní organismy (perloočky a klanonožci) měly v potravě střevličky malý význam.



Graf 9a-d: Potrava střevličky východní během sezóny v rybníku Kamenný



Graf 10a-d: Potrava střevličky východní během sezóny v rybníku Dvorčák

5.5 RŮST OKOUNA ŘÍČNÍHO

5.5.1 RŮST OKOUNA V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

Plůdek okouna rostl nejrychleji a dosáhl v čase výlovu (30.9.) největší průměrné délky těla (SL) a průměrné váhy (m) v rybníku Kamenný (průměrná rychlost růstu (GR) 4,2 mm. den⁻¹, SL 68,18 ± 10,54 mm, m 6,62 ± 7,07 g). Naopak v rybníku Dvorčák rostl okoun nejpomaleji (GR 3,9 mm. den⁻¹) a dosáhl nejmenší průměrné délky (SL 53,84 ± 6,91 mm, m 3,02 ± 3,75 g). V rybnících bez střevličky (Kudla a Hejškův) byl růst vyrovnanější. V rybníku Kudla rostl okoun rychlostí 4,0 mm. den⁻¹ a dosáhl průměrné velikosti (SL) 57,65 ± 4,21 mm a hmotnosti (m) 3,75 ± 9,26 g. V rybníku Hejškův byl růst o něco rychlejší (GR 4,1 mm. den⁻¹) a okoun zde dosáhl na konci sezóny průměrné velikosti (SL) 59,27 ± 5,50 mm a průměrné hmotnosti (m) 3,66 ± 0,95 g.

5.5.2 POROVNÁNÍ RŮSTU OKOUNA V JEDNOTLIVÝCH RYBNÍCÍCH

Růst okouna se statisticky významně lišil mezi jednotlivými rybníky před nasazení střevličky ($F_{2,5668} = 282,7$; $p < 0,001$) a také po jejím nasazení ($F_{2,5036} = 937,2$; $p < 0,001$). Růst okouna mezi rybníky se střevličkou a bez ní se statisticky významně lišil ($F_{1,5036} = 328,3$; $p < 0,001$) (Tabulka 4).

RYBNÍK/DATUM	KAMENNÝ	DVORČÁK	KUDLA	HEJŠKŮV
	se střevličkou		bez střevličky	
28.4.	6,40 ± 0,42 (20)	5,98 ± 0,20 (20)	6,95 ± 0,15 (20)	6,03 ± 0,41 (20)
3.5.	7,32 ± 0,78 (11)	7,33 ± 0,61 (6)	8,44 ± 0,39 (20)	6,95 ± 0,39 (9)
10.5.	11,47 ± 0,71 (34)	10,77 ± 1,12 (31)	12,02 ± 0,64 (62)	9,69 ± 1,18 (71)
7.6.	32,02 ± 3,17 (50)	33,02 ± 1,57 (50)	27,40 ± 2,02 (50)	27,88 ± 2,81 (67)
29.6.	41,73 ± 6,08 (26)	37,16 ± 3,10 (56)	39,14 ± 2,17 (64)	38,15 ± 4,62 (71)
25.7.	52,23 ± 6,45 (31)	45,13 ± 6,64 (71)	50,87 ± 6,18 (67)	48,52 ± 4,27 (63)
24.8.	57,86 ± 2,77 (22)	52,30 ± 10,93 (73)	52,50 ± 6,36 (162)	51,68 ± 4,10 (270)
12.9.	68,12 ± 16,48 (50)	58,53 ± 7,10 (115)	53,93 ± 3,33 (233)	57,92 ± 6,24 (24)
30.9.	68,18 ± 10,54 (897)	53,84 ± 6,91 (989)	57,65 ± 4,21 (989)	59,27 ± 5,50 (984)
RYCHLOST RŮSTU [mm. den ⁻¹]	4,2	3,9	4,0	4,1
ROZDÍLY	*	*	*	*

Tabulka 4. Růst okouna v průběhu sezóny 2005 [průměr ± S.D. (n)] v jednotlivých rybnících

6. DISKUZE

6.1 METODA VYHODNOCENÍ POTRAVNÍ ORIENTACE PLŮDKU OKOUNA

Pro zpracování potravy byla využita modifikovaná Costellova metoda grafického vyhodnocení potravní strategie (Amundsen a kol., 1996), neboť díky této metodě lze snáze určit významnost jednotlivých složek potravy vztažených nejen k celkové potravě, ale také k potravě jednotlivých ryb, což nebylo možné u původní Costellovy metody (Costello, 1990). Užití hmotnosti jednotlivých potravních složek je vhodnější než jejich početnost, neboť ta předpokládá shodnou hmotnost všech pozřených organismů. Použití Ivlevova indexu selektivity (Ivlev, 1961) mělo spíše doplňkový charakter. I když nám ukazuje upřednostňování či vyhýbavost k jednotlivým složkám potravy, neříká nám tím nic o jejich významu v potravě přijaté. Dalším úskalím jsou hraniční hodnoty indexu (+1), které získáme, pokud se nám nepodaří navzorkovat všechny organismy, které se v potravě ryb objevily. To se také stalo v průběhu této práce, kdy různými místy vzorkování planktonu (u vypouštěcího zařízení) a ryb (v blízkosti litorální vegetace), která byla v případě ryb přizpůsobena místu jejich nejsnazšího ulovení, nedošlo k zachycení některých druhů litorálních perlooček. Tyto perloočky neměly v potravě větší význam, ačkoliv index selektivity byl +1.

6.2 POTRAVA PLŮDKU OKOUNA

První potravou larev okouna byla nauplia buchanek, v menší míře také kopepoditová stádia buchanek rodu *Cyclops* a vířníci rodu *Keratella* a *Polyarthra*, což se shoduje s údaji většiny ostatních autorů (Tresaurer, 1990; Matěna, 1994), kteří prováděli pokusy v podmínkách s podobnou potravní nabídkou. Guma'a (1978), který studoval potravu okouna v jezeře Windermere, kde v potravní nabídce převažovaly v průběhu května a června řasy, uvádí schopnost larev okouna využít jako potravu také jich.

Od června se v potravě okouna objevovaly především larvy pakomárů (Chironomidae). Tyto bentické organismy v rybnících s litorální makrovegetací v potravě převažovaly téměř po celý zbytek sezóny. Plůdek okouna konzumoval převážně fytofilní bentos (resp. pakomáry ukryté v aerenchymatickém pletivu rostlin), což potvrzují nálezy fragmentů rostlin

v trávicím traktu okounů a nízká početnost bentických organismů v užším slova smyslu tj. v sedimentu. Důvodem absence většího počtu bentických organismů v sedimentu dna mohl být v našem případě také neúživný charakter sedimentu dna (jílovitopísčité s převahou písku) nebo metodické problémy s odběrem vzorků v tomto typu sedimentu (nemožnost použití Eckman-Birge drapáku, nutnost omezené plochy odběrové plastové trubice a časová náročnost odběru a zpracování v případě odběru většího množství vzorků).

Zoobentos je uváděn jako nejvýznamnější potrava okouna (Horpilla a kol., 2000; Adámek a kol., 2004; Okun & Mehner, 2005). V těchto pokusech byl ovšem prováděn pouze odběr vzorků bentosu, nikoliv fytofilního bentosu, i když se makrovegetace vyskytovala v jezeru Ainijärvi (Horpilla a kol., 2000), v pokusných rybníčcích ve Vodňanech (Adámek a kol., 2004) a i v mělkém eutrofním jezeru Müggelsee (Okun & Mehner, 2005). V našem pokusu v rybníku Dvorčák, kde nebyla litorální makrovegetace měl větší význam v potravě okouna plankton a zoobentos tvořil v potravě menší podíl (do 30 %). Berezina a Strel'nikova (2001) také zjistili, že bentické organismy mají v potravě okouna menší význam. Při jejich experimentu byl okoun odkázán pouze na bentické organismy v pravém slova smyslu, žádná makrovegetace na pokusných plochách nebyla. Vysoký podíl fytofilního bentosu v potravě okouna odpovídá zjištění, že bezobratlí vyhledávají v litorální makrovegetaci úkryt před rybami (Diehl a Ekloev, 1995; Diehl, 1993), které se tam za nimi stahují. Okouna jako dravec orientující se zrakem (Matěna a Pešta, 1996) je tak pravděpodobně přitahován méně početnou kořistí, která se na rozdíl od dominantního druhu potravní nabídky (planktonu) chová odlišně, a tím na sebe váže pozornost (Peterka, 2006). Okoun se tedy během prvního roku života živil nejprve drobnějším zooplanktonem a se zvětšující se velikostí se orientoval na větší potravní organismy, tedy bentos a to spíše fytofilní bentos, i když ho ostatní studie nezachycují.

Několik studií uvádí schopnost okouna přijímat ryby již během prvního roku života (Braband, 1995; Berezina a Strel'nikova, 2001; Braband, 2001; Beeck a kol., 2002) Také v průběhu našeho pokusu se v potravě plůdku okouna objevily ryby (v rybnících Hejškův a Kamenný). V rybníce Hejškův již počátkem června a ve všech případech se jednalo o menší okouny. U okouna je dobře znám fenomén vnitrodruhového kanibalismu, který byl

v tomto případě pravděpodobně ještě posílen různým růstem okouna způsobeným různým stářím nasazovaných larev, kdy některé během prvního odlovu již přijímaly potravu a jiné ještě vstřebávaly žloutkový váček. I když se v okounech analyzovaných pro grafické hodnocení potravní orientace neobjevily střevličky, během pitvy všech odlovených okounů byly střevličky nalezeny v žaludcích několika větších okounů. Domnívám se, že okoun požíral také plůdek střevličky, neboť se nám jej nepodařilo ani jednou ulovit do záťahové sítě. Jednoznačné potvrzení této domněnky ukáže dokončení analýzy potravy u všech okounů.

6.3 POTRAVA STŘEVLIČKY VÝCHODNÍ

Nejvýznamnější potravu střevličky ve všech rybnících tvořily larvy pakomárů, což je především patrné v rybníku Dvorčák. Pokud ale Adámek a kol. (1996) a Wolfram-Wais a kol. (1999) uvádějí že střevlička se orientuje především na epifytické druhy pakomárů, potom v rybníku Dvorčák bez litorální makrovegetace musela střevlička vyhledávat pakomáry žijící ve dně či březích anebo na vegetaci, která do vody zasahovala ze břehu. Z grafů (graf 7e-h a graf 12a-d) je vidět, že střevlička byla v rybníku Dvorčák schopna lépe využívat tohoto, i když patrně omezeného zdroje potravy, naopak okoun se přeorientoval na snáze dostupnější perloočky.

6.4 RŮST OKOUNA ŘÍČNÍHO

Okoun rostl rychleji v rybnících s přisazenou potravní rybou střevličkou východní (rybníky Kamenný a Dvorčák). I když délka a rychlost růstu ryb v rybníku Dvorčák byla nejnižší ze všech rybníků. To mohlo být spojeno s nejnižší početností planktonních organismů ze všech rybníků a také s absencí litorální makrovegetace. Litorální vegetace má v případě přítomnosti pozitivní vliv na růst okouna (Hargeby a kol., 2005) a také snižuje vnitrodruhovou konkurenci mezi okouny (Diehl, 1993; Hargeby a kol., 2005), která může mít negativní dopad na růst okouna (Horpilla, 2000). I když tyto údaje pochází ze severských jezer, zdá se, že jsou obecně platné i v rybničním prostředí, neboť právě toto by mohlo vysvětlovat situaci v rybníku Dvorčák.

V porovnání s růstem okouna během prvního roku života ve vodárenské nádrži Římov (Peterka a kol., 2004; Vašek a kol., 2004) anebo v pokusných rybnících ve Vodňanech (Adámek a Musil, 2004), rostl okoun v průběhu našeho pokusu rychleji a dosahoval vyšší standardní délky a hmotnosti. Je to pravděpodobně dáno nižší úživností vodárenské nádrže Římov oproti rybníkům a také výskytem dalších druhů ryb, včetně dravců, které okounovi konkurují, případně jej požírají. Výsledná délka a váha okouna v pokusných rybnících ve Vodňanech byla také negativně ovlivněna nasazením plůdku okouna do polykultury s dospělci okouna a dvouletými kapry (2+).

7. ZÁVĚR

Nejvýznamnější potravní složkou okouna v rybnících během prvních dnů exogenní výživy byla nauplia buchanek. Kopepoditová stádia buchanek a vířníci měli menší význam. Od počátku června se v potravě okouna objevoval fytofilní bentos (především larvy pakomárů), který v rybnících s makrovegetací převažoval v potravě téměř po celou sezónu. V rybníku Dvorčák, kde nebyla přítomna žádná makrovegetace, v potravě převládaly po většinu sezóny perloočky. Význam klanonožců v potravě okouna ve všech rybnících opět vzrostl zvláště na konci sezóny, kdy byli pozitivně selektováni.

Potravní analýza u střevličky potvrdila, že hlavní složkou její potravy byly larvy pakomárů a detrit. Perloočky ani buchanky nedosahovaly většího významu. Došlo tedy k určitému překryvu potravních spekter obou ryb v příjmu larev pakomárů. Zdá se ale, že v dostatečně rozmanitém prostředí jsou ryby schopny se přeorientovat na odlišný zdroj potravy.

Při odchovu plůdku okouna je vhodné nasazovat larvy okouna do předem připravených rybníků s velikostně vhodným složením planktonu – tedy s převahou naupliových stádií klanonožců, případně s vířníky a drobnějšími perloočkami. Pro odchov se též zdají být vhodnější rybníky s výskytem litorální makrovegetace, která zvyšuje rozmanitost rybničního prostředí a dovoluje plůdku okouna orientovat se kromě planktonu na další složky potravy, především fytofilní bentos, který dokáže okoun velmi dobře využívat. Přisazením střevličky východní lze docílit větších přírůstků okouna, ovšem je třeba počítat s vyšší pravděpodobností vnitrodruhového kanibalismu. Otázkou, kterou ještě zbývá dořešit je optimální množství nasazovaných larev okouna.

SOUHRN

Potrava a růst plůdku okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.) v rybničním chovu

Na rybníkářství Nové Hrady byla od konce dubna do konce září 2005 studována potrava tohoročka okouna říčního (*Perca fluviatilis* L.). Do 4 rybníků (0,39 - 1,54 ha) byly na konci dubna vysazeny larvy okouna říčního (120 tisíc ks.ha⁻¹). Na konci června byla do 2 rybníků přisazena navíc střevlička východní (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel) o obsádce 40 kg ha⁻¹. Cílem pokusu bylo zjistit složení potravy okouna a zhodnotit vliv případné piscivorie či potravní konkurence plůdku okouna vůči plevelné rybě střevličce východní na jeho potravu a růst.

Potrava byla hodnocena graficky modifikovanou Costelovou metodou a použitím Ivlevova indexu selektivity. Larvy okouna (SL < 9,5 mm) přijímaly výhradně naupliová a kopepoditová stádia klanonožců (Copepoda) (pozitivní index selektivity), která se v rybnících vyskytovala po celou sezónu. Vířníci (Rotifera), kteří převládali převážnou část sezóny netvořili významnou složku potravy larev okouna (25 %). Od června tvořily hmotnostně největší podíl potravy okouna (SL > 27 mm; 50 %) larvy pakomárů (Chironomidae). Jejich podíl v potravě však během sezóny klesal. Naproti tomu podíl klanonožců v přijaté potravě se neustále zvyšoval (pozitivní index selektivity). Perloočky (Cladocera) zastoupené především druhem *Bosmina longirostris* (O. F. Müller) tvořily méně významnou součást potravy (20 %), ale většina okounů je konzumovala (většinou pozitivní index selektivity). Ostatní druhy potravy (larvy jepic (Ephemeroptera), vážek (Odonata) a ostatní skupiny hmyzu (Insecta)), byly přijímány jen příležitostně. Ryby (menší okouni) se v potravě některých jedinců okouna objevily již počátkem června a v září. Jejich hmotností podíl na celkové potravě byl však malý (10 %).

Nabídka zooplanktonu (celkový počet jedinců, počet vířníků, perlooček a klanonožců) v rybnících se střevličkou se v rybnících, kde byl plůdek okouna odchovávan samostatně statisticky průkazně nelišila ($F_{(1,28)} = 0,44$, $p = 0,51$). Početnost fytofilního bentosu se lišila mezi rybníky se střevličkou a bez ní ($F_{1,12} = 15,86$; $p = 0,002$). Střevlička východní tedy s plůdkem okouna nekonkurovala o plankton, ale částečně o fytofilní bentos. Růst plůdku okouna se statisticky průkazně lišil v rybnících se střevličkou a bez ní ($F_{1,5036} = 328,3$; $p < 0,001$), kde dosáhl na konci sezóny větší délky těla (SL = 68 ± 11 mm, se střevličkou; SL = 59 ± 6 mm, bez střevličky). Pozitivní vliv na růst okouna měla také litorální makrovegetace.

Klíčová slova: střevlička východní, *Pseudorasbora parva*, plůdek, potrava, Rotifera, Cladocera, Copepoda, fytofilní bentos

SUMMARY

Food and growth of 0+ European perch (*Perca fluviatilis* L.) in fishponds

Food of perch was studied in ponds of Fish farm Nové Hradý s.r.o., from the end of April to the end of September (2005). Perch larvae were stocked in the end of April (120 ths ind. ha⁻¹) into four ponds (0,39 – 1,54 ha). Topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva* Temnick & Schlegel) was stocked (40 kg. ha⁻¹) in the end of June into two ponds. The aim of the experiment was to find out the composition of perch food and to evaluate the influence of piscivory or food competition between perch and topmouth gudgeon on food and growth of perch.

Food was evaluated graphically using modified Costello method and selectivity using Ivlev's electivity index. Perch larvae (SL < 9.5 mm) feed mostly on nauplius and copepodites stages of copepods (Copepoda) (positive selectivity index), which were present in ponds for whole season. Rotifers (Rotifera) prevailed in the ponds for almost whole season, but did not composed important food component for perch larvae (25 %). Older perch (SL > 27 mm) did not feed on them and preferred chironomids larvae (Chironomidae), which composed 50 % of food. Their importance decreased during the rest of season, whereas the importance of copepods increased and copepods prevailed in food in the end of season (positive selectivity index). Most individuals fed on Cladocerans (Cladocera), especially *Bosmina longirostris*, but composed only less important food component (20 %) (mainly positively selected). Other food components, mayfly larvae (Ephemeroptera), dragonfly larvae (Odonata), sedgefly larvae (Trichoptera) and other groups of insect (Insecta), were ingested occasionally. Fish (smaller perch) appeared in food of a few perch just in the beginning of June and then in September, but the weight ratio of fish was lower (10 %).

Abundance of zooplankton (total number of individuals, number of copepods, cladocerans and rotifers) was not significantly different in ponds with and without topmouth gudgeon ($F_{(1,28)} = 0,44$, $p = 0,51$). Abundance of phytoplous macroinvertebrates was significantly different ($F_{1,12} = 15,86$; $p = 0,002$). Therefore topmouth gudgeon did not compete with perch for zooplankton, but partly for phytoplous macroinvertebrates. Perch grew significantly faster in pond with top mouth gudgeon ($F_{1,5036} = 328,3$; $p < 0,001$), where reached final standard length 68 ± 11 mm, in the contrast to the ponds without topmouth gudgeon, where perch was only 59 ± 6 mm. Perch growth was positively affected by appearance of littoral macrovegetation too.

Key words: *Pseudorasbora parva*, topmouth gudgeon, food, rotifers, copepods, cladocerans, food selectivity, phytoplous macroinvertebrates

8. POUŽITÁ LITERATURA

- ADÁMEK, Z., KOUŘIL, J. (1996). Nepůvodní druhy ryb posledních let v České republice z hlediska původní ichtyofauny. Biodiverzita ichtyofauny ČR, 1: 34-41.
- ADÁMEK, Z., MUSIL, J. (2004). Diet composition and selectivity in 0+ perch (*Perca fluviatilis* L.) and its competition with adult fish and carp (*Cyprinus carpio* L.) in pond culture. In: XXXIX. Croatian symposium on agriculture, February 17-20, 2004, Opatia-Croatia: 577-588.
- ADÁMEK, Z., MUSIL, J., SUCHOP, I. (2004). Diet Composition and Selectivity in 0+ Perch (*Perca fluviatilis* L.) and its Competition with Adult Fish and Carp (*Cyprinus carpio* L.) Stock in Pond Culture. Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol. 69 (1): 21-27.
- ADÁMEK, Z., NAVRÁTIL, S., PALÍKOVÁ, M., SIDDIQUI, M. A. (1996). Střevlička východní (*Pseudorasbora parva*): biologie nepůvodního druhu v podmínkách České republiky. Sborník vědeckých prací k 75. výročí založení VÚRH: 141-150.
- ALBRECHT, J. A KOL. (2003). Českobudějovicko. In: Mackovčín, P. a Sedláček, M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek VIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 808 pp. (102-103).
- AMUNDSEN, P.-A., GABLER, H.-M., STALDVIK, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of Costello (1990) method. Journal of Fish Biology 48: 607-614.
- BARUŠ, V., OLIVA, O. (eds.) (1995). Mihulovci (*Petromyzontes*) a ryby (*Osteichthyes*) (2). Academia, Praha: 698 pp.
- BEECK, P., TAUBER, S., KIEL, S., BORCHERDING, J. (2002). 0+ perch predation on 0+ bream: a case study in a eutrophic gravel pit lake. Freshwater Biology 47: 2359-2369.
- BEREZINA, N. A., STREL'NIKOVA, A. P. (2001). Relationships between the Food Spectrum of Perch Fry (*Perca fluviatilis* L.) and the Structure of Zoobenthos in Experimental Mesocosms. Biology Bulletin 38: 311-318.
- BRABAND, Å. (1995). Intra-cohort cannibalism among larval stages of perch *Perca fluviatilis*. Ecology of Freshwater Fish 4: 70-76.
- BRABAND, Å. (2001). Piscivory in larval perch (*Perca fluviatilis*): mechanisms structuring larval roach (*Rutilus rutilus*) cohorts. Ecology of Freshwater Fish 10: 97-104.
- BROŽOVÁ, M. (2005). Situační a výhledová zpráva - Ryby. Mze ČR: 15-19.
- COSTELLO, M., J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. Journal of Fish Biology 36: 261-263.
- DECLECK, S., LOUETTE, G., DE BIE, T., DE MEESTER, L. (2002). Patterns of diet overlap between populations of non-indigenous and native fishes in shallow ponds. Journal of Fish Biology 61: 1182-1197.
- DIEHL, S. (1993). Effects of habitat structure on resource availability, diet and growth of benthivorous perch, *Perca fluviatilis*. Oikos 67: 403-414.
- DIEHL, S., EKLÖEV, P. (1995). Effects of piscivore-mediated habitat use on resources, diet, and growth of perch. Ecology 76 (6): 1712-1726.
- GUMA'A, S., A. (1978). The food and feeding habits of young perch, *Perca fluviatilis* in Windermere. Freshwater Biology 8: 59-68.

- HARGEBY, A., BLUM, H., BLINDOW, I., ANDERSSON, G. (2005). Increased growth and recruitment of piscivorous perch, *Perca fluviatilis*, during a transient phase of expanding submerged vegetation in a shallow lake. *Freshwater Biology* 50, 2053-2062.
- HORPPILA, J., RUUHIJÄRVI, J., RASK, M., KARPPINEN, C., NYBERG, K., OLIN, M. (2000). Seasonal changes in the diets and relative abundance of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. *Journal of Fish Biology* 56: 51-72.
- HYSLOP, E., J. (1980). Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17 (4): 411-429.
- IVLEV, V., S. (1961). *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA.
- KOKEŠ, J., SUCHOP, I. (1984). The food of the fry of perch (*Perca fluviatilis*) in the Mušov reservoirs. *Folia Zoologica* 33 (4): 349-362.
- LEPŠ, J. (1996). *Biostatistika*. Jihočeská Univerzita České Budějovice. pp. 166
- LOHNISKÝ, K. (1960). Co víme o potravě okouna říčního v údolních nádržích. *Československé rybářství* 3: 38.
- LUSK, S., BARUŠ, V., VOSTRADOVSKÝ, J. (1983). *Ryby v našich vodách*. Academia, Praha: 174-175.
- MATĚNA, J. (1994). Potravní biologie plůdku plotice a okouna v pelagiálu údolní nádrže Římov. *Sborník referátů z Ichtyologické konference, VÚRH Vodňany*: 81-84.
- MATĚNA, J., PEŠTA, M. (1996). Potravní selektivita plůdku plotice a okouna – srovnání laboratorních pokusů s terénními výsledky. *Sborník referátů z II. české ichtyologické konference 1996*: 81-86.
- MUSIL, J., ADÁMEK, Z. (2003). Predační tlak okouna říčního na střevličku východní v modelových rybníčních podmínkách. *Bulletin VÚRH Vodňany* 1-2: 75-81.
- OKUN, N., MEHNER, T. (2005). Distribution and feeding of juvenile fish on invertebrates in littoral reed (*Phragmites*) stands. *Ecology of Freshwater Fish* 14: 139-149.
- PETERKA, J. (2006). Feeding selectivity and efficiency of young-of-the-year fish – insights from field data and laboratory experiments. Ph.D. Thesis, (in English). - 69 p., Faculty of biological sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.
- PETERKA, J., MATĚNA, J. (1998). Změny potravní selektivity plůdku okouna a plotice v závislosti na nasycenosti a měnící se potravní nabídce. *Sborník referátů z III. české ichtyologické konference 1998*: 217-222.
- PETERKA, J., VAŠEK, M., KUBEČKA, J., HLADÍK, M., HOHAUSOVÁ, E. (2004). Drift of juveniles after riverine spawning of fishes from the Římov Reservoir, Czech Republic. *Ecohydrology & Hydrobiology* 4: 459-468.
- PIVNIČKA, K. (2002). *Aplikovaná ekologie: dlouhodobá udržitelnost rybářské, zemědělské a lesnické produkce*. Karolinum. Praha: 26
- TREASURER, J. W. (1990). The food and daily food consumption of lacustrine 0+ perch, *Perca fluviatilis* L. *Freshwater Biology* 24: 361-374.
- VAŠEK, M. (2004). Fish distribution and predation on zooplankton: spatial heterogeneity within a canyon-shaped reservoir. Ph.D. Thesis, (in English). - 69 p., Faculty of biological sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

WOLFRAM-WAIS, A., WOLFRAM, G., AUER, B., MIKSCHI, E., HAIN, A. (1999). Feeding habitats of two introduced fish species (*Lepomis gibbosus*, *Pseudorasbora parva*) in Neusiedler See (Austria), with special references to chironomid larvae (Diptera: Chironomidae). *Hydrobiologia* 408-409: 123-129.

ČSN 83 0530 Chemický a fyzikální rozbor povrchové vody

ČSN EN ISO 9963-1 Stanovení kyselinové neutralizační kapacity

9. PŘÍLOHY

Fotografie jednotlivých rybníků byly pořízené v průběhu sezóny digitálním fotoaparátek Olympus C-5060 zoom.



Obr. 19: rybník Kamenný (28.4.2005)



Obr. 20: první rákosina na rybníku Kamenný (24.8.2005)



Obr. 21: druhá rákosina na rybníku Kamenný (24.8.2005)



Obr.22: rybník Dvorčák - pohled od vypustního zařízení (28.4.2005)



Obr.23 : rybník Hejškův, litorální vegetace v přítokové části s chráněným leknínem bělostným (*Nymphaea candida*) (24.8.2005)



Obr 24: rybník Hejškův - foceno z výpustního zařízení (28.4.2005)



Obr 25: rybník Kudla - foceno od výpustního zařízení (24.8.2005)