

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
KATEDRA ZOOLOGIE A ORNITOLOGICKÁ LABORATOŘ

**Habitatové preference larev chrostíků v průběhu  
ontogenetického vývoje**

Diplomová práce

**Bc. Hana Cajsbergerová**

Vedoucí diplomové práce: **RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.**

**Olomouc 2010**

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracovala samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Olomouci .....

.....

Hana Cajsbergerová

Na tomto místě bych velmi ráda poděkovala RNDr. Vladimíru Uvírovi, Dr. za vstřícné vedení, za poskytnutí odborných rad a připomínek, které přispěly k realizaci této práce a Mgr. Evženu Tošenovskému za ochotu vždy pomoci a poradit. Chtěla bych také poděkovat mé rodině, za trpělivost a podporu v průběhu studia.

## Abstrakt

**Klíčová slova:** Trichoptera, *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Rhyacophila nubila*, vegetační substrát, minerální substrát, habitatové preference, ontogenetický vývoj, životní cyklus.

Výskyt jednotlivých druhů chrostíků na stanovišti ovlivňuje komplex fyzikálních, chemických a také biologických parametrů. Jednotlivé druhy se mohou lišit v síle vztahu (ekologickou valencí) k těmto odlišným faktorům. Uvnitř společenstev jsou pak vytvořeny vnitrodruhové a mezidruhové vztahy, které ovlivňují chování druhů na stanovišti.

V předložené diplomové práci je podána charakteristika životních cyklů dominantních druhů chrostíků *Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*, *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila* v řece Bystřici v Domašově nad Bystřicí. Z vyhodnocení přítomnosti jednotlivých larválních instarů na minerálním či vegetačním substrátu vyplývá, že preference substrátu se v průběhu ontogenetického vývoje mění. Tento rozdíl je ze sledovaných druhů chrostíků nejvýraznější u *Polycentropus flavomaculatus*.

## Abstrakt

**Keywords:** Trichoptera, *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Rhyacophila nubila*, vegetative substrate, mineral substrate, habitat shift, ontogenetic development, life cycle.

The occurrence of individual caddis larvae species influences the complex of physical, chemical and biological parameters in the habitat. Individual species may vary in strength of relationship (ecological valence) to these different factors. Within communities are created intraspecific and interspecific relationships that affect the behavior of the species in the habitat.

This thesis is aimed to characteristic life cycles of dominant caddis larvae species like *Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*, *Polycentropus flavomaculatus* and *Rhyacophila nubila* in the river Bystřice which is situated at the Domašov nad Bystřicí. The results of the presence individual larval instars preferences is changed during ontogenetic development in the mineral substrate or vegetation. This difference is greatest for *Polycentropus flavomaculatus* from observed caddis larvae species.

## Abstrakt

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Problematika</b> .....	<b>9</b>
2.1	Charakteristika chrostíků z hlediska potravně-funkčních specializací .....	9
2.2	Životní cykly chrostíků .....	11
2.3	Habitatové preference larev chrostíků .....	11
2.3.1	<i>Substrát</i> .....	12
2.3.2	<i>Teplota vody</i> .....	14
2.3.3	<i>Průtok a rychlost proudění vody</i> .....	15
2.4	Habitatové preference larev v průběhu ontogenetického vývoje .....	16
<b>3</b>	<b>Lokalita</b> .....	<b>18</b>
3.1	Charakteristika řeky Bystřice a sledovaného území .....	18
3.2	Popis lokality .....	18
<b>4</b>	<b>Materiál a metodika</b> .....	<b>22</b>
4.1	Terénní odběr vzorků .....	22
4.1.1	<i>Odběr vzorků mechu</i> .....	22
4.1.2	<i>Odběr vzorků šterku</i> .....	22
4.1.3	<i>Měření fyzikálních a chemických parametrů</i> .....	23
4.2	Zpracování vzorků v laboratoři .....	23
4.2.1	<i>Propírání vzorků</i> .....	23
4.2.2	<i>Zpracování makrozoobentosu</i> .....	24
4.2.3	<i>Hodnocení dominance</i> .....	24
4.2.4	<i>Měření hlavové kapsuly a stanovení instarů</i> .....	25
4.2.5	<i>Statistické vyhodnocení dat a použitý software</i> .....	26
<b>5</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>27</b>
5.1	Dominance chrostíků .....	27
5.2	Larvální instary sledovaných druhů .....	29
5.3	Vyhodnocení preference substrátu .....	31
5.3.1	<i>Hydropsyche pellucidula</i> .....	32

5.3.2	<i>Hydropsyche siltalai</i> .....	34
5.3.3	<i>Polycentropus flavomaculatus</i> .....	36
5.3.4	<i>Rhyacophila nubila</i> .....	38
<b>6</b>	<b>Diskuse</b> .....	<b>40</b>
6.1	Dominance chrostíků .....	40
6.2	Larvální instary sledovaných druhů .....	40
6.3	Vyhodnocení preference substrátu .....	41
6.3.1	<i>Hydropsyche pellucidula</i> .....	41
6.3.2	<i>Hydropsyche siltalai</i> .....	42
6.3.3	<i>Polycentropus flavomaculatus</i> .....	42
6.3.4	<i>Rhyacophila nubila</i> .....	43
	<b>Shrnutí</b> .....	<b>45</b>
	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>47</b>
	<b>Seznam příloh</b> .....	<b>54</b>

# 1 Úvod

Sítě stavějící druhy chrostíků *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834), *Hydropsyche siltalai* (Döhler, 1964) a *Polycentropus flavomaculatus* (Pictet, 1834) a dravý chrostík *Rhyacophila nubila* (Zetterstedt, 1840), mění v průběhu larválního vývoje obývaný substrát. K tomuto posunu dochází především díky odlišným nárokům rostoucích larev na využití stanoviště.

V této diplomové práci jsou zpracovány dvě časově navazující série vzorků (duben 2000 až březen 2001 a duben 2001 až říjen 2001). Práce tak částečně navazuje na diplomovou práci Tajmrové (2002) a zachycuje z hlediska růstu larev ještě jednu sezónu. Tato práce hodnotí habitatové preference larev chrostíků v průběhu ontogeneze na vegetačním a minerálním substrátu.

Cílem této práce bylo vyhodnotit životní cykly dominantních druhů larev chrostíků a vyhodnotit zda tyto larvy v průběhu ontogenetického vývoje preferují vegetační (*Fontinalis antipyretica*) nebo minerální substrát.



## 2 Problematika

### 2.1 Charakteristika chrostíků z hlediska potravně-funkčních specializací

Chrostíci jsou křídlatý hmyz (Pterygota) s proměnou dokonalou (Holometabola). Larvy a kukly obývají vodní prostředí. Imága žijí terestricky. Samice kladou vajíčka přímo do vody nebo na rostliny v její těsné blízkosti.

Chrostíci jsou jednou z největších skupin vodního hmyzu, jejichž larvy jsou přítomny ve většině tekoucích i stojatých vod. Tvoří důležitou složku makrozoobentosu (Sangpradub et al. 1999) a mají významnou úlohu v potravním řetězci. Larvy chrostíků mají specializovaná ústní ústrojí pro přijímání různého typu potravy a náleží do všech potravně-funkčních skupin, které popsali Cummins and Klug (1979). Jejich přítomnost může být využita pro monitorování kvality vody.

Larvy rodu *Rhyacophila* se většinou vyskytují v rychle tekoucích, kamenitých a neznečištěných řekách. Ve stojatých vodách nejsou schopny přežít dokonce ani při vysokých kyslíkových koncentracích (Philipson 1954; Ambühl 1959). Larvy rodu *Rhyacophila* jsou volně žijícími predátory (Moog 1995). Nestaví sítě ani schránky, kromě období před zakuklením, kdy si staví schránky slepované z kamínků. Larva je v této schránce zabalená v hnědém kokonu, metamorfuje v kuklu a posléze v dospělce (Edington and Hildrew 1995). Céréghino (2002), Lavandier and Céréghino (1995) a Elliott (2006) se zabývali změnou potravy během larválního vývoje. Analyzovali obsah žaludku všech larválních instarů *Rhyacophila* sp. a zjistili, že všechny larvy začínají svůj vývoj jako fytofágové živící se rozsivkami a vláknitými řasami (první až třetí instar), zatímco třetí, čtvrtý a pátý instar jsou karnivorní, podle příslušného druhu. Živí se různými vodními bezobratlými s často převažujícími larvami Chironomidae, Simuliidae a *Baetis* (Edington and Hildrew 1995). Vajíčka vranky *Cottus gobio* byly zaznamenány v potravě larev rodu *Rhyacophila* Fox (1978). Skutečnost, že se *Rhyacophila* neživí ve všech larválních stádiích výlučně dravě zaznamenal také Lavandier (1984). Přesto jsou však některé druhy převážně fytofágní např. *Rhyacophila vaefes* a *Rhyacophila verrula* (Thut 1969). Setkáváme se i s názorem, že u jedinců, jimž byl zkoumán obsah žaludku, nebylo možné rozlišit, zda byla rostlinná částice pozřena současně při konzumaci živočišné potravy, nebo byla konzumována přímo (Manuel

and Folsom 1982). Martin and Mackay (1982) se také zabývali strukturou potravy *Rhyacophila* a uvádějí, že je často obtížné určit kořist ze střevního obsahu larev. Ty se totiž živí především měkkými částmi kořisti z důvodu malé šířky hlavy a malého ústního otvoru vzhledem k velikosti těla.

Chování predátora se mění v průběhu ontogenetického vývoje a může ovlivňovat strukturu konzumované potravy a vývoj modelů predátor-kořist. Elliott (2005, 2006) zaznamenal rozdíly v charakteru denní aktivity a funkční odpovědi mezi instary larev *Rhyacophila dorsalis*. Druhý a třetí instar se živil pouze menšími larvami pakomárů, zatímco u čtvrtého a pátého instaru byla pozorována změna konzumované potravy. Upřednostňovanou potravou byly větší larvy pakomárů. Přes den larvy lovily nepohyblivé larvy pakomárů, zatímco za soumraku a za úsvitu lovily převážně pohybující se larvy rodu *Baetis* a blešivce.

Larvy rodu *Hydropsyche* se živí filtrací suspendovaných látek a pro tento účel si staví lapací sítě z vláken vylučovaných snovacími žlázami. Sítě staví mezi rostlinami i na minerálním substrátu tak, aby co nejvíce využili rychlosti proudící vody. Hildrew and Edington (1979) zjistili, že druhy *Hydropsyche pellucidula* a *H. siltalai* se živí rozdílnou potravou. U obou druhů byly ve střevě obsaženy vyšší rostliny, vláknité řasy a fragmenty mechorostů. Zatímco *H. pellucidula* měl ve střevě zastoupeno větší množství různých živočišných druhů v širokém rozmezí velikostí (*Gammarus* sp., larvy Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera a Coleoptera), ve střevě *H. siltalai* byly nalezeny pouze rané instary larev pakomárů.

Basaguren et al. (2002) uvádějí, že potrava raných instarů *Hydropsyche pellucidula* byla složena z jemného detritu a rozsivek, zatímco potrava pozdních instarů obsahovala více než 25% materiálu živočišného původu (nejčastěji pakomárů, jepic čeledi Baetidae, chrostíků a pošvatek). V potravě larev *H. siltalai* dominoval jemný detritus. Rozsivky a rostlinný materiál se v potravě vyskytovaly od třetího instaru a živočišný materiál se vyskytoval od čtvrtého instaru. V pátém larválním instaru dominovali v přijímané potravě živočichové (pakomáři a jepice).

*Polycentropus flavomaculatus* je masožravec (Moog 1995), který se živí celou řadou bezobratlých živočichů (Percival and Whitehead 1929). Potravu zachycuje do lapacích sítí. Sítě jsou zpravidla stavěny pod kameny a vlákna se po narušení spojí dohromady, tak aby došlo k zachycení potravy (Edington 1968). Larvy upřednostňují

prostředí s pomaleji proudící vodou (Boon 1978). Avšak jsou schopny přežít i ve stojatých vodách za nízkých kyslíkových koncentrací (Philipson 1954).

## **2.2 Životní cykly chrostíků**

Biologický druh nelze chápat pouze jako dospělé jedince, ale je třeba na něj nahlížet jako na komplex jedinců všech životních fází. V rámci životního cyklu chrostíků se sleduje růst a vývoj larev, období kuklení a výletu imág. Jednotlivá stádia larev se během ontogeneze vyskytují v různém prostředí a reagují na měnící se podmínky prostředí změnou dynamiky růstu larev. Studium životní historie larev je založeno na sledování růstu sklerotizovaných částí těla (např. hlavových kapsul) a rozmístění instarů v prostředí v průběhu roku. Druhy, které dokončí vývoj (od naklazení vajíček až po emergenci imág) v jednom roce se označují jako jednoleté. Vývoj můžeme rozlišit na synchronní, kdy se larvy vyvíjí společně, současně se kuklí a vylétávají a asynchronní, kdy jsou larvální vývoj a metamorfóza rozloženy v průběhu celého roku. Během asynchronního vývoje může docházet k překrývání generací.

## **2.3 Habitatové preference larev chrostíků**

Chrostíci jsou schopni žít v širokém rozpětí ekologických podmínek a mohou tak osídlit velké množství různých prostředí. Díky snovací činnosti jsou velmi dobře adaptováni k využívání rozmanitých zdrojů (Mackay and Wiggins 1979). Cardinale et al. (2004) nazývají chrostíky stavějící síť ekosystémovými inženýry, protože fyzicky mění nebo vytvářejí nové habitaty. Stavění sítě vede ke zvýšení stability substrátu a tak mohou mít významný vliv na celkovou strukturu společenstva a dynamiku ekosystému.

Larvy během růstu a vývoje obsazují různé typy substrátu (Buffagni et al. 1995) a skuliny různých velikostí (Sheldon 1969), protože s rostoucí velikostí těla vyžadují odlišné hydraulické a topografické podmínky (Osborne and Herricks 1987). Jsou schopni se přemístit kvůli jiným požadavkům na potravu (Palmer et al. 1993).

Výběr vhodného prostředí chrostíky je ovlivněn celou řadou faktorů, které působí komplexně. Obecně je podélný gradient řeky charakterizován fyzikálně-chemickými proměnnými a organismy, které zde sídlí. Mezi nejdůležitější proměnné

řadíme teplotu vody, její chemické složení, rychlost proudění vody, průtok, nasycení kyslíkem, typ substrátu, potravu, světlo aj. García et al. (2006) se zabývali rozdíly v distribuci chrostíků mezi stanovišti ve vztahu k ekologickým faktorům. Proměnnými, které nejvíce ovlivňovaly jejich distribuci, byly teplota a konduktivita.

I přesto že substrát i ostatní podmínky jsou pro larvy hmyzu vyhovující, jejich abundance a distribuce se může lišit substrát od substrátu. A to jako důsledek predace nebo potravní a prostorové kompetice (Minshall 1984). Rozmístění larev rodu *Cheumatopsyche*, které si staví sítě, bylo ovlivněno kompeticí (Glass and Bovbjerg 1969).

### 2.3.1 Substrát

Význam substrátu ve vývoji larev chrostíků je důležitý hlavně z hlediska zajištění základních životních podmínek. Larvy se na něm pohybují, odpočívají, nacházejí úkryt a hledají potravu. Sdílí jej s ostatními živočichy. Substrát se skládá z různých anorganických materiálů (kameny, štěrky, písek), organických materiálů (listy, větve, tráva, vláknité řasy, mechy, hydrofyta a jiné vodní organismy) a antropogenního materiálu. Substrátem může být cokoli, co je dostatečně stabilní pro plazení, udržení, nebo zahrabání. Substrát je pro larvy hmyzu prostředím pro život a ovlivňuje jejich podmínky pro přežití. Může omezit nebo zvýšit schopnosti hmyzu unikat před predátory, ochránit je před proudem či disturbancí, stavět schránky nebo odkládat vajíčka (Minshall 1984). Společenstva makrozoobentosu obývající během zimy permanentní vegetaci (*Fontinalis*) a štěrkové substráty, se na jaře přesouvají na jiná temporární makrofyta a dosahují zde během vegetačního období relativně vyšších abundancí (Uvira et al. 2005). Submerzní makrofyta jsou nejhustěji obývaným substrátem. Představují zdroj potravy pro herbivory, detritovory, škrabače a filtrátory. Poskytují úkryt před predátory a vodním proudem, místo pro odkládání vajíček a vývoj raných instarů. Jsou skvělým místem pro lovení kořisti bezobratlými dravci (*Rhyacophylidae*, *Polycentropodidae*). Významně zvětšují životní prostor pro bentické organismy (Uvira et al. 2005). Nejvyšší hustota bezobratlých je nalézána v trsech vodního mechu, pak v cévnatých rostlinách a mnohem méně živočichů obývá kameny, štěrky a písek (Hynes 1961; Minshall 1984; Heino and Korsu 2008).

Denzita hmyzu a jiných bezobratlých se mění s typem substrátu. Percival and Whitehead (1929) zjistili, že nejnižší denzita bezobratlých se vyskytuje

na minerálním substrátu. Střední denzity je dosahováno na řase *Cladophora* a trsech volného mechu. A nejvyšší denzita je v trsech trávy a hustých meších. Stejného výsledku dosáhl i Minckley (1963), který našel nejnižší denzity také na minerálních substrátech (písek, kameny). Střední denzity na cévnatých rostlinách *Nasturtium*, *Myriophyllum* a *Myosotis* a nejvyšší denzity na mechu. Osídlení hrubšího substrátu bylo pozorováno u větších larev dvou druhů jepic. Nerovnosti v tomto substrátu byly kolonizovány menšími, velmi početnými larvami jepic (Buffagni et al. 1995). Ve srovnání s okolním minerálním substrátem (písek, šterk, kameny), je denzita makrozoobentosu 5-30 krát větší (Hynes et al. 1961 in Linhart et al. 2002). Williams and Mundie (1978) našli nejvyšší abundanci hmyzu vyskytujícího se na středně velkém substrátu, což připisují přítomnosti malých částic nahromaděného detritu. Atraktivita substrátu pro vodní hmyz může být tedy určena také přítomností nebo absencí potravy (Short et al. 1980).

### **2.3.1.1 Vegetační substrát**

Výskyt mechorostů v mělkých rychle tekoucích vodách je omezen růstem na pevných substrátech, jako jsou skalní podloží, kameny neovlivněné disturbancí nebo umělé substráty (beton, mostní základy, hráze) (Linhart et al. 2002). Trsy mechu poskytují povrch pro kolonizaci bezobratlými a nárůstovými organismy, snižují rychlost proudu a tak poskytují ochranu před proudem. Počet druhů obývajících mech, bývá spojován s rozsahem mechového pokrytí (Heino and Korsu 2008). Mech rostoucí na kamenech je mikrohabitatový komplex, který může poskytovat více rozdílných nik malých rozměrů a refugií chránících před rybí predací a tím zlepšit kompetitivní i predační vztahy. Hlavní zdroje rostlinné potravy dostupné pro bezobratlé v rychle proudících vodách, jsou zachyceny ve zbytcích rostlin mezi kameny, trsech mechu a řasách na horní straně kamenů (Egglisshaw 1969). Rozsáhlý mechový porost může zvýšit množství potravních zdrojů, ve srovnání s kameny neporostlými mechem, zvláště zachycením detritu a poskytnutím prostoru pro přichycení řas (Suren and Winterbourn 1992). Absence mechu na malých kamenech bývá přičítána jejich nestabilitě. Rozdíl v denzitě mechu na malých a velkých kamenech může být způsoben vyšší mírou kolonizace a nižší mírou vymírání druhů na velkých kamenech. Míra vyhynutí na velkých kamenech je nižší, protože na nich větší trsy mechu obvykle odolávají narušení. Jinou možností je, že větší trsy mechu rostoucí na velkých kamenech stíní

a tak vylučují výskyt mechu na přilehlých malých kamenech (Englund 1991). U sítě stavějících druhů je známo, že využívají vodní mechy, jako nosné konstrukce pro jejich sítě (Edington and Hildrew 1981). Většina taxonů vykazuje užší vztah k mechu, bez ohledu na využití. Mechorosty mohou sloužit jako refugia před povodněmi a organismy se tak mohou během a po disturbanci do nich shromažďovat. Experimentálně bylo dokázáno, že *Polycentropus flavomaculatus* reagoval na narušení substrátu zvýšením početnosti na mechu pokrývajícím spodní stranu převrácených kamenů, zatímco většina ostatních taxonů měla nejvyšší hustotu na mechu pokrývajícím horní stranu kamenů. Chrostík *Rhyacophila nubila*, měl nejvyšší početnost na horní straně převrácených i neprevrácených kamenů. Sítě stavějící chrostík *Polycentropus flavomaculatus* vykazoval vyšší početnost na spodní straně převrácených kamenů a jeho larvy upřednostňovaly nižší rychlosti proudu než larvy rodu *Hydropsyche*. Převrácené kameny s trsy mechu na spodní straně pravděpodobně nabízí ke stavění sítí větší počet vhodných míst s nízkou rychlostí proudu (Englund 1991).

#### **2.3.1.2 Minerální substrát**

Minerální substrát je velice významný především pro chrostíky stavějící si přenosné schránky, nebo schránky ochraňující kuklu při metamorfóze. Kamenitý substrát nabízí spoustu úkrytů se sníženou rychlostí vody, čehož využívají larvy *Polycentropus flavomaculatus*, které si běžně staví sítě pod kameny (Edington 1968).

Minerální substrát je možno charakterizovat z hlediska velikosti částic nebo drsnosti dna. Na tyto proměnné se úzce váže habitat, ochrana před proudem i predátory (Hildrew and Townsend 1977). Nejdůležitější proměnnou ovlivňující distribuci různě velkých blešivců (*Gammarus pulex*), je velikost částic substrátu. Laboratorní experimenty s blešivci dokázaly, že volba velikosti částic substrátu významně koreluje s velikostí těla (Pringle 1982; Rees 1972; Gee 1982). Buffagni et al. (1995) se zabývali distribucí larev jepic a dokázali, že souvisí s drsností substrátu, nikoli s velikostním složením částic.

#### **2.3.2 Teplota vody**

Teplota vody (°C) je faktorem, který významně ovlivňuje růst a vývoj (embryonální, larvální, emergence) vodního hmyzu, přímo nebo nepřímo

prostřednictvím potravní nabídky. Je hlavním parametrem určujícím délku životního cyklu jepic (Pritchard and Zloty 1994).

*Hydropsyche siltalai* se vyskytuje v horních a středních částech toků a v teplejších řekách vykazuje vyšší abundanci (Haidekker and Hering 2008). Roux et al. (1992) shledal tento druh adaptovaný na teplotní režim ritronu. Jeho metabolismus dobře funguje při teplotách mezi 5 až 20°C. *Hydropsyche pellucidula* vykazuje nejvyšší abundanci při 16°C, nad nebo pod touto teplotou jeho početnost klesá. Roux et al. (1992) jej označil za ubikvistu s metabolismem přizpůsobeným teplotě nižší než 20°C, avšak je schopen tolerovat i vyšší teploty jako potamální druh.

### 2.3.3 Průtok a rychlost proudění vody

Průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) významně ovlivňuje složení a velikost unášených částic, stabilitu substrátu a dostupnost potravy (Minshall 1984). V horních úsecích řeky převládají velké částice (kameny). Menší částice jsou unášeny rychlým, turbulentním prouděním. V dolních úsecích řeky jsou částice unášeny laminárním prouděním, které vede k rovnoměrné distribuci jemných částic. (Vannote 1980).

Rychlost proudění vody ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) v mikrohabitatu je často považována za nejdůležitější faktor ovlivňující mikrodistribuci filtrujících larev chrostíků a jiného bentického hmyzu (Muotka 1990; Edington 1968; Ambühl 1959; Minshall 1984). Hydropsychidae aktivně vyhledávají preferované rychlosti proudu (Edington 1968). *Hydropsyche siltalai*, *H. angustipennis* a *H. pellucidula* stavěly lapací sítě s největšími rozměry při rychlosti proudění vody mezi 28 - 40  $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$  (Tachet et al. 1992). Polycentropodidae jsou vázány na poměrně nízké rychlosti proudu (Edington 1968; Boon 1978). Stavba sítí jednotlivých druhů rodu *Hydropsyche* je závislá na určité rychlosti proudu. Laboratorním experimentem bylo prokázáno, že zvýšením rychlosti proudu došlo ke zvýšení aktivity stavění sítí u *Hydropsyche instabilis* (vyskytujícího se v horním úseku toku), k mírnému zvýšení u *H. siltalai* a ke snížení u *H. pellucidula* (vyskytujícího se níže po proudu) (Tachet et al. 1992). Boon (1978) pozoroval, že při koexistenci larev *Hydropsyche siltalai* a *H. pellucidula* obsadil stanoviště s nižší rychlostí proudu.

## 2.4 Habitatové preference larev v průběhu ontogenetického vývoje

Změny v ontogenetickém vývoji vedou k odlišným nárokům na využívané prostředí. Larvy během svého vývoje mění biotické i abiotické prostředí, což může velmi ovlivňovat dynamiku interagujících druhů a tedy i strukturu společenstva (Muotka 1990). Různé larvální instary mohou během vývoje osídlovat značně rozdílné mikrohabitaty (Buffagni et al. 1995). Výskyt a abundance vodního hmyzu na substrátu, se mění v průběhu roku v důsledku odlišných metabolických potřeb vyvíjejícího se hmyzu od vajíčka po dospělé. Podmínky v okolí substrátu se mění kontinuálně v průběhu celého roku a charakterizuje je hloubka vody, rychlost proudu, pohyb substrátu, transport a ukládání materiálu, koncentrace kyslíku, přísun alochtonního detritu, růst řas a cévnatých rostlin. Obecně platí, že vegetační substrát bývá více osídlován hmyzem než minerální substrát (Minshall 1984). Výskyt larev na substrátu je prvotně ovlivněn naklazením vajíček samicí do vybraného substrátu (Ladle and Ladle 1992). Vývoj chrostíků může být ovlivněn unášejícím proudem vody, nebo aktivní migrací vyvíjejících se larev. Mech poskytuje larvám útočiště před predacním tlakem mladých ryb, proto je také larvami hustěji osídlen (Beauger et al. 2006).

Rozdíly ve využití mikrohabitatu různými instary filtrujících larev chrostíků se zabývali (Muotka 1990; Fuller and Mackay 1980; Osborne and Herricks 1987; Edington 1968; Boon 1978; Tachet et al. 1992; Hildrew and Edington 1979).

Autoři se často zabývali rozdíly v osídlení mikrohabitatu z hlediska rychlosti proudění vody (Fuller and Mackay 1980; Osborne and Herricks 1987; Edington 1968; Boon 1978; Tachet et al. 1992), z hlediska velikosti potravních částic a typu pozřené potravy larev Polycentropodidae a Hydropsychidae (Muotka 1990) nebo v hustotě mechu (Hildrew and Edington 1979).

Larvy *Hydropsyche pellucidula* a *Hydropsyche siltalai* většinou koexistují. Rozšíření larev závisí na odlišných ekologických faktorech stanoviště jako je hloubka vody, struktura dna, rychlost proudění vody a dostupnost potravy (Viđinskienė 2005). Na podzim a v zimě, se larvy *Hydropsyche pellucidula* a *H. siltalai* obvykle vyskytují ve štěrbinách mezi kameny. Jedna z odlišností, která se objevuje pozdě v zimě a brzy na jaře, v řekách s kamenným podložím, je růst mechu na balvanech a skalním podloží v peřejích (Hildrew and Edington 1979). Velká část jejich populace zaujímá odlišné mikrohabitaty.



Muotka (1990) se zabýval strukturou společenstev a koexistencí filtrujících larev chrostíků (*Polycentropus flavomaculatus*, *Hydropsyche angustipennis*, *H. pellucidula*, *H. saxonica*) v řekách ovlivněných odtokem z nádrží. Všechny larvy Hydropsychidae byly úzce specializovány na určitý mikrohabitat nejméně v jednom larválním instaru, zatímco larvy *Polycentropus flavomaculatus* se nesespecializovaly. Různé instary všech druhů využívaly mikrohabitat rozdílně.

Viðinskienė (2005) studoval makrozoobentos menších řek v Litvě a zjistil, že vzhledem k fauně chrostíků obývajících dané řeky, byly druhy *Hydropsyche pellucidula* a *Hydropsyche siltalai* eudominantní ve všech řekách a často se vyskytovaly společně. Uvádí také, že tyto druhy preferují rychle tekoucí vody s kamenitým dnem a dobrou kvalitou vody. Druhové složení a biomasa chrostíků závisí na sezónním vývoji. Většina druhů má specifický vývoj, který trvá různě dlouho (kratší či delší periody), ale larvy a kukly rodů *Hydropsyche*, *Rhyacophila* a *Polycentropus* na různém stupni vývoje mohou být ve vodě nalezeny po celý rok. Diverzita makrozoobentosu je vzhledem k vývoji největší na jaře a na podzim.

*Rhyacophila nubila* je volně žijící predátor. Živí se převážně nepohyblivými živočichy (Muotka 1993). Distribuce larev *Rhyacophila* je ovlivněna především strukturou dna (Viðinskienė 2005). Larvy *Rhyacophila* se obvykle vyskytují na velkých mechem pokrytých kamenitých substrátech (Malmquist and Sjöström 1984; Martin 1985; Elliott 2006). Larvy se během roku shlukují do stanoviště podle dostupnosti semi-sesilní potravy (Muotka 1993). Jedná se hlavně o larvy pakomárů a muchniček. Potravní aktivita larválních stádií *Rhyacophila nubila* se od druhého instaru zvyšuje a larvy začínají lovit kořist převážně v noci. Zároveň se tak mění jejich preference potravy z omnivorie na karnivorii (Fjellheim 1980). Larvy *Rhyacophila* jsou však obvykle samy podstatnou částí potravy ryb (mník, pstruh, vranka) (Otto 1993).

## 3 Lokalita

### 3.1 Charakteristika řeky Bystřice a sledovaného území

Bystřice pramení jihovýchodně od obce Rýžoviště (okres Bruntál), v nadmořské výšce 600 m n. m. Bystřice je levostranným přítokem řeky Moravy, do níž se vlévá v Olomouci v nadmořské výšce 212 m. n. m., je řekou III. řádu. Celková délka toku je 53,9 km, spád je velmi nevyrovnaný a většina toku má bystřinný charakter. Rozloha povodí Bystřice je 267,4 km<sup>2</sup> (Pytlíček 1974). Povodí Bystřice náleží úmoří Černého moře. Z hlediska geomorfologického členění tato oblast spadá do provincie Česká vysočina, subprovincie Krkonoško-jesenická soustava, oblasti Jesenická podsoustava, celku Nízký Jeseník, podcelku Bruntálská vrchovina, okrsku Břidličenská pahorkatina, která je většinou tvořena břidlicemi a drobami převážně andělsko-horských vrstev, mírně zvlněným reliéfem se široce zaoblenými hřbety a většinou široce rozevřenými údolími. Je málo zalesněná porosty smrku, buku, jedle a místy s modřínem (Demek 1987).

Odběrová lokalita se nachází na 34. říčním kilometru. Náleží do geomorfologického podcelku Domašovská vrchovina, okrsku Jívovská vrchovina. Jedná se o členitou vrchovinu převážně na spodnokarbonských břidlicích a drobách moravických a hornobenešovských vrstev. Reliéf je členitý, se široce zaoblenými rozvodními hřbety a typickými mladými hluboce zařazanými údolími s příkrými svahy. Oblast je středně zalesněná smrkovými porosty s bukem a jedlí (Demek 1987).

Z hlediska biogeografického členění České republiky náleží tato oblast do Nízkojesenického bioregionu, který představuje nejvýchodnější část hercynské podprovincie. Podnebí je zde mírně teplé až chladnější, dobře dotované srážkami. V blízkém Moravském Berouně dosahuje průměrná roční teplota vzduchu 6,2°C a průměrný roční srážkový úhrn 828 mm (Culek 1996).

### 3.2 Popis lokality

Nadmořská výška dna v odběrovém místě je asi 550 m n. m. Zeměpisné souřadnice jsou 49° 44' 47'' s. š., 17° 26' 27'' v. d. Podle univerzálního síťového systému pro mapování organismů lokalita spadá do čtverce 6270.

Odběrovou lokalitu (viz Obr. 1 a Obr. 2 v textu) představuje asi 50 m dlouhý úsek řeky Bystřice před mostem (viz Obr. 3 v textu) a za mostem (viz Obr. 4 v textu) místní komunikace, na severozápadním okraji obce Domašov nad Bystřicí. Sledovaný úsek řeky Bystřice má charakter podhorského toku, šířka se pohybuje v rozmezí 6 až 7 m a průměrná hloubka okolo 25 cm. Dno je štěrkovité až kamenité s pórovitostí asi 30%. V toku se s pokryvností 5 - 50 % vyskytuje vodní mech pramenička obecná (*Fontinalis antipyretica*), z dalších makrofyt jsou zde hojné lakušníky (*Batrachium* sp.), hvězdoše (*Callitriche* sp.) a rdesty (*Potamogeton* sp.), které kořenily v jemném štěrku a usazeninách písku. Výskyt makrofyt je omezen vegetačním obdobím. (Uvíra et al. 2005; Tajmrová 2002).

Úsek toku před mostem je zastíněn souvislým břehovým porostem, který tvoří olše šedá (*Alnus incana*), javor mléč (*Acer platanoides*), několik druhů vrb (*Salix* sp.), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a bez černý (*Sambucus nigra*). Za mostem je břehový porost řeky silně ruderalizován, bez vzrostlých stromů (Tajmrová 2002).

**Obr. 1:** Mapa s vyznačenou polohou lokality - Domašov nad Bystřicí.



**Obr. 2:** Mapa s vyznačenými polohami odběrových míst (před mostem a za mostem) v Domašově nad Bystřicí.



**Obr. 3:** Fotografie odběrové lokality v Domašově nad Bystřicí, úsek řeky Bystřice před mostem.



**Obr. 4:** Fotografie odběrové lokality v Domašově nad Bystřicí, úsek řeky Bystřice za mostem.



## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Terénní odběr vzorků

Všechny vzorky byly odebrány z řeky Bystřice v obci Domašov nad Bystřicí, okres Olomouc.

V období od dubna 2000 do října 2001 bylo provedeno celkem 19 odběrů v měsíčních intervalech. Každý odběr je složen ze 4 vzorků odebraných z vodního mechu *Fontinalis antipyretica* (dále „mechové vzorky“) a 2 vzorků odebraných z minerálního substrátu (dále „šterkové vzorky“). V rámci 50 m dlouhého odběrového úseku v řece Bystřici byly vždy odebrány 3 vzorky (2 mechové a 1 šterkový) před mostem a 3 vzorky (2 mechové a 1 šterkový) za mostem na severním okraji obce. Prvních 12 odběrů již bylo částečně zpracováno v diplomové práci Tajmrové (2002). Dalších 7 odběrů prodloužilo odběrovou sérii tak, aby z hlediska růstu larev zachytila ještě jednu sezónu.

Vzorky z těchto 7 odběrů se však nedochovaly v plném počtu, neboť u devíti vzorků došlo k jejich nevratnému poškození – pád a rozbití skříně s uloženými vzorky. Znehodnoceny byly následující vzorky: květen 2001 - 1 mechový, 2 šterkové; červen 2001 - 1 mechový, 1 šterkový; červenec 2001 - 1 mechový; září 2001 - 1 mechový; říjen 2001 - 2 šterkové.

#### 4.1.1 Odběr vzorků mechu

Vzorky mechu *Fontinalis antipyretica* byly odebírány jako jednotlivé, náhodně vybrané trsy mechu různých velikostí. Pro odběr mechu byla použita ruční síťka z mlynářského hedvábí s velikostí ok 30  $\mu\text{m}$ . Tato síťka byla opatrně navlečena na vlající trs mechu v proudu. Ten byl pak rukou opatrně uvolněn od substrátu a zachycen v síťce. Plocha, kterou trs mechu zaujímal volně rozložený na misce, přibližně tak jak vlál v proudící vodě v řece, byla zaznamenána. Odebrané vzorky mechu byly převezeny do laboratoře v plastové láhvi.

#### 4.1.2 Odběr vzorků šterku

Vzorky šterku byly odebírány pomocí Hess-sampleru. Jedná se o plastový válec o průměru 20 cm a výšce 60 cm, s okénkem potaženým mlynářským hedvábím

s velikostí ok 30  $\mu\text{m}$  a se záchytnou sítíkou ze stejného materiálu. Hess-samplerem byly odebírány vzorky dna o kruhové ploše 314,16  $\text{cm}^2$ . Vzorkovač byl zaražen do říčního dna tak, aby síťka směřovala po proudu. Minerální substrát byl propírán uvnitř vzorkovače ve vodě, která přitékala okénkem. Velké kameny byly důkladně omyty a ponechány na lokalitě. Všechny ostatní materiály do hloubky asi 3 cm byly zachyceny do sítíky a převezeny do laboratoře v plastové láhvi.

#### **4.1.3 Měření fyzikálních a chemických parametrů**

Při odběru vzorků před mostem i za mostem byly zároveň měřeny některé fyzikální a chemické parametry prostředí. Přibližná povrchová rychlost proudu byla zjišťována plovákovou metodou. Teplota vzduchu a teplota vody byla měřena rtuťovým teploměrem s přesností měření na 0,1°C. Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě v % a v mg/l byl měřen oxymetrem, pH bylo měřeno pH metrem a vodivost v  $\mu\text{S}$  byla měřena konduktometrem (vše přístroje fy. WTW).

## **4.2 Zpracování vzorků v laboratoři**

### **4.2.1 Propírání vzorků**

Každý trs mechu byl důkladně a několikanásobně propírán ve vodě na misce a veškerý materiál, jenž se z něj uvolnil, včetně živočichů, byl rozdělen pomocí sítí na 2 velikostní frakce. Na frakci 30-100  $\mu\text{m}$  pro zjištění obsahu UPOM (ultrafine particulate organic matter) a na frakci větší než 100  $\mu\text{m}$  pro zjištění fyto-makrofauny a obsahu FPOM (fine particulate organic matter). Obě frakce byly nafiloxovány 4% roztokem formaldehydu a uchovány pro pozdější zpracování. Protože vyhodnocení obsahu POM (particulate organic matter) nebylo jedním z cílů této práce, nebyl obsah POM hodnocen.

Každý vzorek štěrku byl také několikrát důkladně propírán ve vodě na misce. Od minerálních částic tak byli odděleni bentičtí živočichové a detrit. Tento materiál byl stejně jako v případě mechových vzorků rozdělen na 2 velikostní frakce a nafiloxován 4% roztokem formaldehydu.

#### 4.2.2 Zpracování makrozoobentosu

Vzorky s nimiž jsem pracovala, byly k dispozici již jako nafixovaný materiál, který byl odebrán a zpracován, jak je uvedeno v předešlé kapitole.

Živočichové zachyceni na síti s velikostí ok 100  $\mu\text{m}$  byli dále rozděleni na sítu s velikostí oka 1 mm na tzv. hrubou frakci (větší než 1 mm) a jemnou frakci (100  $\mu\text{m}$  – 1 mm). Hrubá frakce byla rozebrána s použitím binokulární lupy a všichni nalezení živočichové, byli rozděleni do jednotlivých taxonomických skupin a spočítáni. Nalezené larvy chrostíků byly dále co nejpřesněji determinovány a spočítány. Pro determinaci byly použity určovací klíče Rozkošný a kol. (1980), Waringer and Graf (1997) a jiné určovací klíče z determinačních kurzů.

#### 4.2.3 Hodnocení dominance

Druhová dominance vyjadřuje procentuální zastoupení daného taxonu ve společenstvu. Je ovlivněna počtem zastoupených druhů a není závislá na velikosti zkoumané plochy. Dominance byla vypočítána souhrnně za sledované období pro jednotlivé substráty a obecně bez rozlišení substrátu. Pro výpočet byl použit vztah, který uvádí Losos (1992):

$$D_i = \frac{n_i}{N} \cdot 100 \quad [\%],$$

kde  $D_i$  - dominance,  $n_i$  - počet jedinců taxonu,  $N$  - celkový počet jedinců ve společenstvu.

Na základě výsledku dominance  $D_i$  byly druhy rozděleny do tříd dominance podle Tischlera (1949) (Losos 1992):

e	eudominantní druh	$10\% < D_i \leq 100\%$
d	dominantní druh	$5\% \leq D_i \leq 10\%$
sd	subdominantní druh	$2\% \leq D_i \leq 5\%$
r	recedentní druh	$1\% \leq D_i \leq 2\%$
sr	subrecedentní druh	$0\% \leq D_i \leq 1\%$



#### 4.2.4 Měření hlavové kapsuly a stanovení instarů

Pro účel této práce byli zpracováni chrostíci těchto dominantních druhů: *Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*, *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila*. Celkově byla změřena šířka hlavové kapsuly 4287 chrostíků, s přesností 0,01 mm. Měření bylo provedeno v programu ImageJ verze 1.42q z fotografií, které byly pořízeny pomocí softwaru ArcSoft WebCam Companion verze 1.0.5.61 a binokulární lupy s příslušným zvětšením. Na základě zjištěných rozměrů, byly larvy zařazeny do jednotlivých vývojových stádií. Juvenilní larvy rodu *Hydropsyche* bylo obtížné determinovat, proto tyto larvy zůstaly blíže nespecifikovány a nejsou zahrnuty do statistické analýzy dat. V tabulce Tab. 1 je uveden rozsah šířek hlavové kapsuly jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků, naměřených různými autory. Fjellheim (1980) neuvádí šířku hlavové kapsuly přesně tak, jak je uvedeno v tabulce Tab. 1, tyto hodnoty byly převzaty z grafu zobrazujícího vztah mezi šířkou a délkou hlavy (pro účel srovnání).

**Tab. 1:** Rozsah šířek hlavové kapsuly jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků, naměřených různými autory.

Druh	šířka hlavové kapsuly [mm]					
	Autor	1. instar	2. instar	3. instar	4. instar	5. instar
<b><i>Hydropsyche pellucidula</i></b>						
	Basaguren et al. (2002)		0,35-0,49	0,60-0,79	0,95-1,29	1,45-1,99
	Edington and Hildrew (1981)		0,33-0,41	0,59-0,71	0,96-1,12	1,44-1,80
<b><i>Hydropsyche siltalai</i></b>						
	Basaguren, Riano, Pozo (2002)		0,30-0,44	0,50-0,64	0,80-1,04	1,35-1,64
	Edington and Hildrew (1981)		0,24-0,35	0,43-0,68	0,78-1,15	1,42-1,71
<b><i>Polycentropus flavomaculatus</i></b>						
	Elliott (1968)	0,20	0,30-0,35	0,40-0,55	0,68-0,90	1,28-1,42
	Komzák (2000)	0,20-0,22	0,29-0,36	0,46-0,62	0,71-0,91	1,08-1,50
<b><i>Rhyacophila nubila</i></b>						
	Fjellheim (1980)	0,20-0,25	0,35-0,40	0,45-0,60	0,70-0,90	0,95-1,30

#### 4.2.5 Statistické vyhodnocení dat a použitý software

Statistické vyhodnocení bylo provedeno v programu NCSS 2007 (Hintze 2007). Při testování preferencí jednotlivých velikostních instarů vybraných druhů na mechu a na štěrku byla použita jednocestná analýza variance (One-Way ANOVA), která testuje nulovou hypotézu, že střední hodnoty testovaných skupin jsou si rovny,  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , tedy že střední hodnoty instarů jsou na odlišném substrátu shodné. Hladina významnosti ( $\alpha$ ) pro zamítnutí  $H_0$ , byla stanovena na 5 %. Graf histogramu četnosti zobrazuje rozložení četnosti instarů jednotlivých druhů na mechu a na štěrku. Boxplot umožňuje posoudit symetrii a variabilitu instarů na substrátech, odhad mediánu a identifikovat odlehlé nebo extrémní hodnoty. Text předložené práce byl vytvořen v programu Microsoft Office Word 2007 a grafy v příloze byly vytvořeny v Microsoft Office Excel 2007.

## 5 Výsledky

Z hlediska habitatových preferencí larev chrostíků v průběhu ontogenetického vývoje zpracovává tato diplomová práce dvě časově navazující série vzorků (duben 2000 až březen 2001 a duben 2001 až říjen 2001). Za celé sledované období bylo na lokalitě zjištěno celkem 29 druhů chrostíků náležících do 11 čeledí. Na vegetačním substrátu se vyskytovalo 27 druhů, na minerálním substrátu 19 druhů, společně na obou substrátech se vyskytovalo 17 druhů chrostíků. Přehled zjištěných druhů a jejich presenci na srovnávaných substrátech shrnuje Tab. 2. Presence a dominance druhů na srovnávaných substrátech za celé sledované období duben 2000 - říjen 2001 v textu.

### 5.1 Dominance chrostíků

Dominance všech druhů vyskytujících se na lokalitě je uvedena v tabulce Tab. 2 v textu. Na mechu byly eudominantní larvy *Hydropsyche siltalai* (39%), *Hydropsyche pellucidula* (22%), *Polycentropus flavomaculatus* (18%) a *Rhyacophila nubila* (11%). Na štěrku byly eudominantní larvy *Polycentropus flavomaculatus* (20%), *Tinodes waeneri* (20%), *Psychomyia pusilla* (17%) a *Rhyacophila nubila* (11%). Dominantní larvy na štěrku byly *Sericostoma flavicorne* (8%), *Athripsodes bilineatus* (6%), *Hydropsyche pellucidula* (6%) a *Hydropsyche siltalai* (5%). Dominance druhů, které byly hodnoceny z hlediska životních cyklů a preference substrátu, je uvedena v tabulce Tab. 3 v textu. Zatímco z hlediska celkové dominance nebyla u jednotlivých instarů prokázána afinita k substrátu, výrazná preference substrátu byla nalezena v zastoupení jednotlivých instarů v průběhu roku.

**Tab. 2.:** Presence a dominance druhů na srovnávaných substrátech za sledované období duben 2000 - říjen 2001.

Druh	Dominance na mechu [%]	Druh	Dominance na štěrku [%]
<b>Eudominantní druhy</b>		<b>Eudominantní druhy</b>	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	38,97	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	20,36
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	21,56	<i>Tinodes waeneri</i>	20,12
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	17,61	<i>Psychomyia pusilla</i> **	16,89
<i>Rhyacophila nubila</i>	11,19	<i>Rhyacophila nubila</i>	11,09
<b>Subdominantní druhy</b>		<b>Dominantní druhy</b>	
<i>Hydropsyche</i> sp. (1. instar)	2,77	<i>Sericostoma flavicorne</i>	8,11

<b>Druh</b>	<b>Dominance na mechu [%]</b>	<b>Druh</b>	<b>Dominance na štěrku [%]</b>
<b>Recedentní druhy</b>		<b>Recedentní druhy</b>	
<i>Sericostoma flavicorne</i>	1,44	<i>Athripsodes bilineatus</i>	6,29
<i>Lasiocephala basalis</i> *	1,21	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	5,71
<b>Subrecedentní druhy</b>		<b>Subrecedentní druhy</b>	
<i>Athripsodes bilineatus</i>	0,92	<i>Silo pallipes</i>	1,32
<i>Hydropsyche instabilis</i>	0,76	<i>Lasiocephala basalis</i> *	1,16
<i>Mystacides azurea</i>	0,73	<b>Psychomyiidae</b>	
<i>Hydroptila</i> sp.	0,71	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,91
<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,35	<i>Mystacides azurea</i>	0,75
<i>Baraeodes minutus</i> *	0,35	<i>Hydroptila</i> sp.	0,50
<i>Tinodes waeneri</i>	0,28	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0,41
<i>Hydropsyche angustipennis</i> **	0,14	<i>Hydropsyche instabilis</i>	0,33
<i>Allogamus auricollis</i> **	0,14	<i>Hydropsyche</i> sp. (1. instar)	0,17
<i>Chaetopteryx vilosa</i> *	0,12	<i>Notodobia ciliaris</i> **	0,08
<i>Psychomyia pusilla</i> **	0,09	<i>Anabolia laevis</i> **	0,08
<i>Notodobia ciliaris</i> **	0,09	<i>Goera pilosa</i> **	0,08
<i>Anabolia furcata</i> *	0,09	<i>Silo piceus</i> *	0,08
Limnephilini *	0,09	<i>Baraeodes minutus</i> *	0,00
<i>Hydatophylax infumatus</i> *	0,07	<i>Hydropsyche angustipennis</i> **	0,00
Limnephilinae *	0,07	<i>Allogamus auricollis</i> **	0,00
<i>Oecetis furva</i> *	0,07	<i>Chaetopteryx vilosa</i> *	0,00
<i>Silo pallipes</i>	0,02	<i>Anabolia furcata</i> *	0,00
<i>Anabolia laevis</i> **	0,02	<i>Hydatophylax infumatus</i> *	0,00
<i>Goera pilosa</i> **	0,02	<i>Oecetis furva</i> *	0,00
<i>Hydropsyche incognita</i> **	0,02	<i>Hydropsyche incognita</i> **	0,00
<i>Grammotaulius</i> *	0,02	<i>Grammotaulius</i> *	0,00
<i>Halesus</i> sp. *	0,02	<i>Halesus</i> sp. *	0,00
Psychomyiidae	0,00	Limnephilinae *	0,00
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0,00	Limnephilini *	0,00
<i>Silo piceus</i> *	0,00		

\* druhy byly na lokalitě nalezeny pouze v odběrovém období duben 2000 - březen 2001.

\*\* druhy byly na lokalitě nalezeny pouze v odběrovém období duben - říjen 2001.

**Tab. 3:** Dominance zkoumaných druhů chrostíků na mechu a na štěrku (duben 2000 - říjen 2001).

Druh	Dominance na mechu [%]	Dominance na štěrku [%]
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	21,56	5,71
<i>Hydropsyche siltalai</i>	38,97	5,05
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	17,61	20,36
<i>Rhyacophila nubila</i>	11,19	11,09

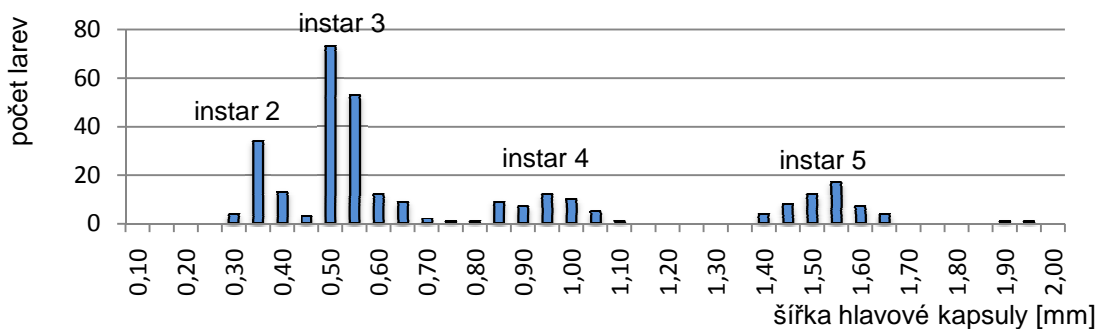
## 5.2 Larvální instary sledovaných druhů

Pro stanovení larválních instarů dominantních druhů chrostíků byla měřena šířka hlavové kapsuly larev (s přesností 0,01 mm) a byly vytvořeny frekvenční histogramy (Grafy 1 – 4 v textu). Rozsah šířky hlavové kapsuly jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků je uveden v tabulce Tab. 4.

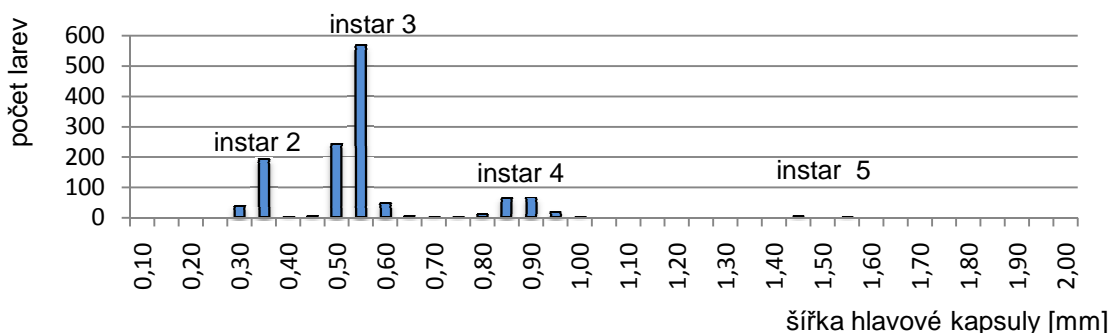
Velikosti naměřených šířek hlavových kapsul larev z řeky Bystřice byly porovnány s hodnotami šířek hlavových kapsul, které byly naměřeny různými autory. Tyto rozměry jsou uvedeny v tabulce Tab. 1. Námi naměřené rozměry se přibližně shodovaly s výsledky ostatních autorů.

**Tab. 4:** Rozsah šířek hlavové kapsuly jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků.

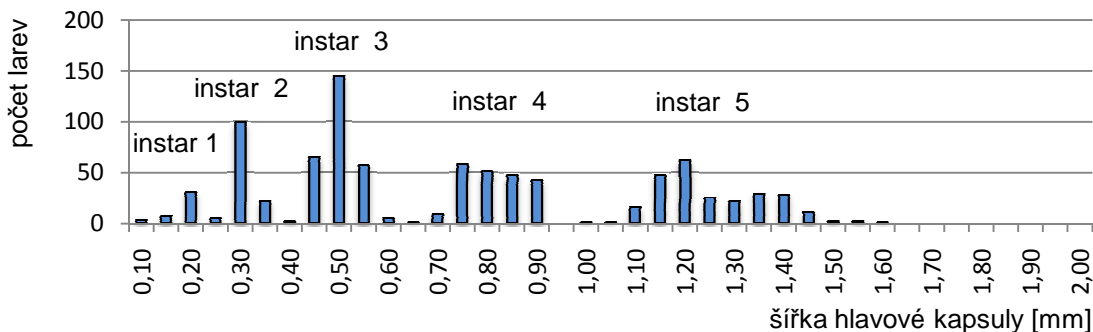
Druh	šířka hlavové kapsuly [mm]				
	1. instar	2. instar	3. instar	4. instar	5. instar
<i>Hydropsyche pellucidula</i>		0,33-0,42	0,49-0,76	0,83-1,10	1,40-1,95
<i>Hydropsyche siltalai</i>		0,32-0,40	0,47-0,69	0,71-1,02	1,46-1,58
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	0,13-0,27	0,30-0,38	0,44-0,65	0,70-0,93	1,03-1,60
<i>Rhyacophila nubila</i>	0,15-0,26	0,30-0,42	0,47-0,60	0,69-0,88	0,95-1,29



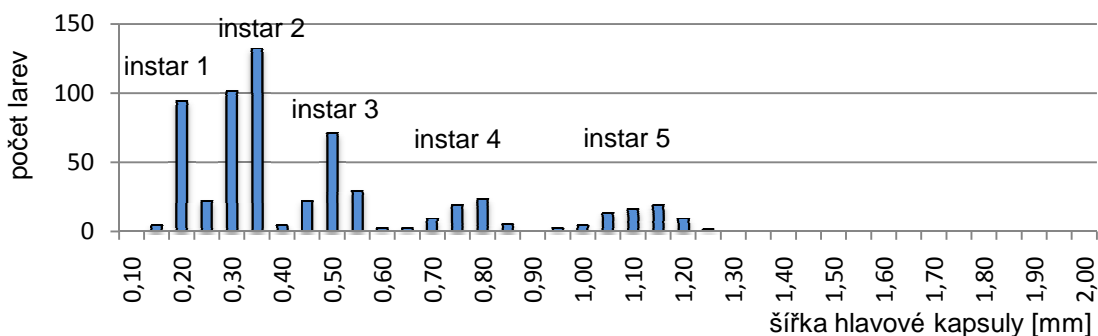
**Graf 1:** Absolutní četnost larev jednotlivých velikostí (šírka hlavové kapsuly) a stanovení larválních instarů dominantního druhu *Hydropsyche pellucidula*.



**Graf 2:** Absolutní četnost larev jednotlivých velikostí (šírka hlavové kapsuly) a stanovení larválních instarů dominantního druhu *Hydropsyche siltalai*.



**Graf 3:** Absolutní četnost larev jednotlivých velikostí (šírka hlavové kapsuly) a stanovení larválních instarů dominantního druhu *Polycentropus flavomaculatus*.



**Graf 4:** Absolutní četnost larev jednotlivých velikostí (šírka hlavové kapsuly) a stanovení larválních instarů dominantního druhu *Rhyacophila nubila*.

### 5.3 Vyhodnocení preference substrátu

V tabulce Tab. 5 v textu je uvedena relativní četnost [%] jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků na srovnávaných substrátech (mech a štěrk). *Hydropsyche pellucidula* má podobně rozložené instary na mechu i štěrku, v rámci celého sledovaného období. 2. instar byl o 7% početnější na mechu, 3. instar tvoří více než 50% z celkového počtu jedinců, 4. instar byl rozložen rovnoměrně a 5. instar byl o 7% početnější na štěrku. Toto rozložení popisuje histogram četnosti (viz Graf 5 v textu). *Hydropsyche siltalai* vykazoval poměrně podobné rozložení instarů. 2. instar se o 10% více vyskytoval na mechu a 3. instar se na mechu vyskytoval o 5% více. 4. instar se vyskytoval o 12% více na štěrku a 5. instar byl nalezen pouze na štěrku. Toto rozložení popisuje histogram četnosti (viz Graf 8 v textu). Instary *Polycentropus flavomaculatus* byly za celé sledované období rozloženy rovnoměrněji. Přičemž 1. instar vykazoval o 2% vyšší výskyt na štěrku, 2. instar se o 2% více vyskytoval na mechu a 3. instar se vyskytoval o 11% více na mechu. 4. instar byl stejně zastoupen na obou substrátech a 5. instar byl o 12% početnější a štěrku. Toto rozložení popisuje histogram četnosti (viz Graf 11 v textu). Výskyt *Rhyacophila nubila* byl v 1. instaru o 11% a ve 2. instaru o 12% častější na mechu. Ve 3. instaru se o 17%, ve 4. instaru o 5% a v 5. instaru o 2% více vyskytoval na štěrku. Toto rozložení popisuje histogram četnosti (viz Graf 14 v textu).

**Tab. 5:** Relativní četnost [%] jednotlivých instarů dominantních druhů chrostíků na srovnávaných substrátech (mech a štěrk).

Druh substrát	Počet jedinců N	N [%]	instar 1 [%]	instar 2 [%]	instar 3 [%]	instar 4 [%]	instar 5 [%]
<b><i>Hydropsyche pellucidula</i></b>	1049	100		16	52	12	19
mech	<b>899</b>	<b>100</b>		<b>17</b>	<b>52</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
štěrk	<b>150</b>	<b>100</b>		<b>10</b>	<b>54</b>	<b>11</b>	<b>25</b>
<b><i>Hydropsyche siltalai</i></b>	1740	100		15	72	13	0
mech	<b>1653</b>	<b>100</b>		<b>16</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>0</b>
štěrk	<b>87</b>	<b>100</b>		<b>6</b>	<b>67</b>	<b>24</b>	<b>2</b>
<b><i>Polycentropus flavomaculatus</i></b>	1017	100	5	14	29	25	28
mech	<b>757</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
štěrk	<b>260</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>37</b>
<b><i>Rhyacophila nubila</i></b>	481	100	15	38	23	11	11
mech	<b>365</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>41</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
štěrk	<b>116</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	<b>36</b>	<b>15</b>	<b>13</b>

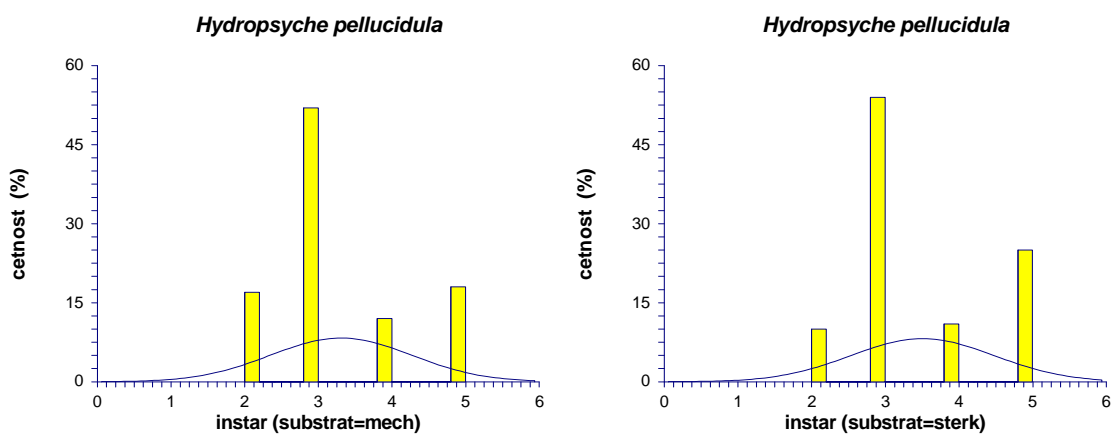
### 5.3.1 *Hydropsyche pellucidula*

Za období duben 2000 - říjen 2001 bylo vyhodnoceno 1049 larev. Z toho se 899 larev vyskytovalo na mechu a 150 larev na štěrk.

Mezi jednotlivými instary larev *Hydropsyche pellucidula* obývajících mechový a štěrkový substrát byl nalezen signifikantní rozdíl ( $F = 5,35$ ;  $p = 0,021066$ ). Bylo prokázáno, že se jednotlivá vývojová stádia na mechu a na štěrku liší.

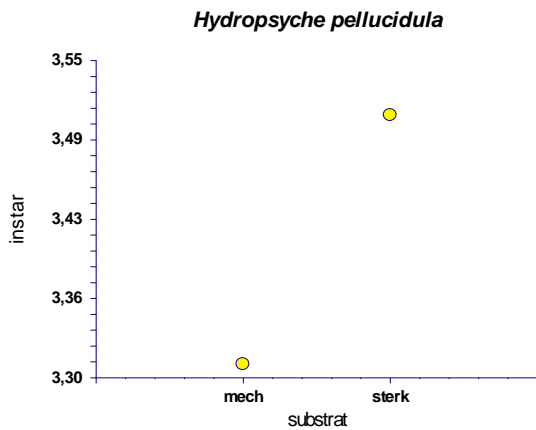
V histogramech četnosti (Graf 5 v textu) je zobrazeno rozdělení relativních četností instarů *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaných substrátech za celé sledované období. Larvy 2. instaru se častěji vyskytovaly na mechu, 3. a 4. instar se vyskytoval relativně podobně na obou substrátech, zatímco larvy 5. instaru se relativně častěji vyskytovaly na štěrku. *Hydropsyche pellucidula* byl na mechu 6x více početnější než na štěrku. Průměrná hodnota instaru na mechu byla 3,31 (standardní chyba: 0,03213) a na štěrku se rovnala 3,51 (standardní chyba: 0,07867) viz Graf 6 (v textu) zobrazující průměrnou hodnotu instaru *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

Boxplot (Graf 7 v textu) zobrazuje variabilitu larev 2. až 5. instaru na mechu a na štěrku. Medián pro mech i pro štěrk je v instaru 3. Z grafu je patrné, podobné rozložení instarů larev na obou sledovaných substrátech, přičemž larvy vyšších instarů jsou častější na štěrku.

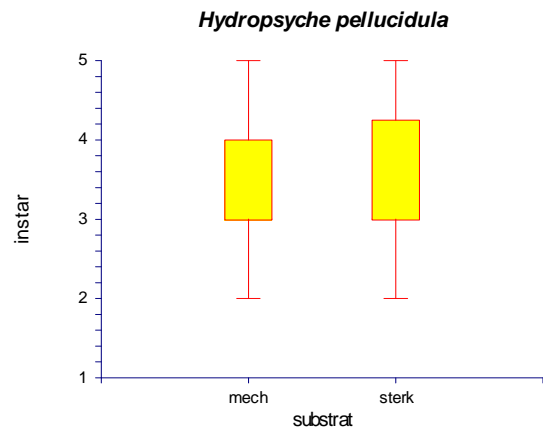


**Graf 5:** Histogram četnosti jednotlivých instarů *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).





**Graf 6:** Průměrná hodnota instaru *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 7:** Zobrazení variability instarů larev *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

Vyhodnocení larválního vývoje a využití substrátu různými instary během tohoto vývoje, bylo vyjádřeno relativní četností. Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche pellucidula* na mechu a na štěrku je zobrazena v souboru grafů Graf 1 v příloze.

Z výsledných grafů byl v dubnu 2000 a v květnu pozorován vývoj larev ještě z předchozího roku, které dospěly do 5. larválního instaru na mechu. V červnu bylo na mechu pozorováno dokončení larválního vývoje larev z předchozího roku a také růst jedinců nové generace, kteří se dále vyvíjeli v červenci na mechu. V srpnu a září bylo pozorováno relativně podobné zastoupení instarů na mechu i na štěrku. Larvy vykazovaly vysoké početnosti ve 2. a ve 3. instaru na mechu. V říjnu a listopadu pokračoval vývoj larev převážně ve 3. - 5. instaru, který se odehrával na obou substrátech. V prosinci bylo pozorováno největší zastoupení larev ve 3. instaru na štěrku, zatímco v lednu 2001 se larvy vyskytovaly na mechu. V únoru, březnu a dubnu larvy pokračovaly v růstu, až dokončily larvální vývoj. Během tohoto období byly larvy velmi početné na mechu, zvláště v březnu ve 3. instaru. V červnu a červenci se vylíhla nová generace larev a ta se v dalších měsících vyvíjela na obou substrátech až do září, kdy dosáhla 5. instaru. V životním cyklu larev *Hydropsyche pellucidula* byl pozorován uvivoltinní charakter.

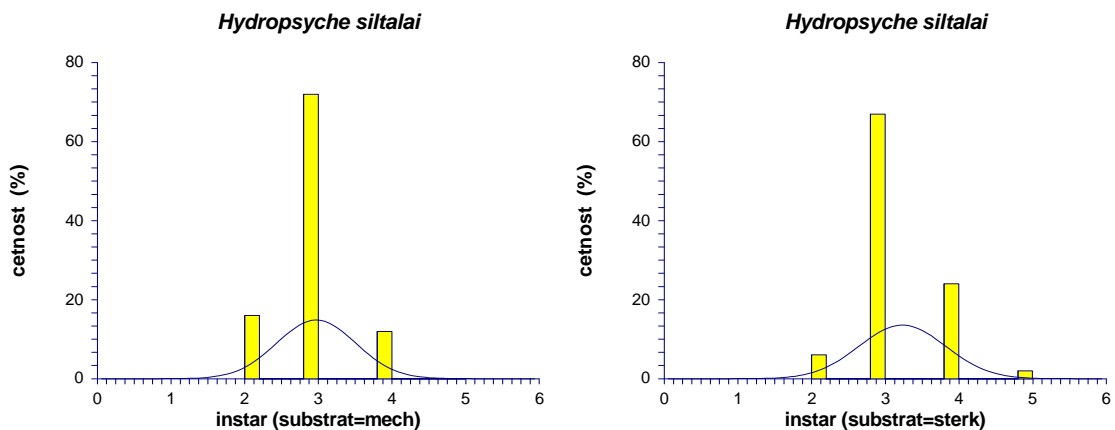
### 5.3.2 *Hydropsyche siltalai*

Za období duben 2000 – říjen 2001 bylo nalezeno 1737 larev. Z toho se 1653 larev vyskytovalo na mechu a 86 na štěrku.

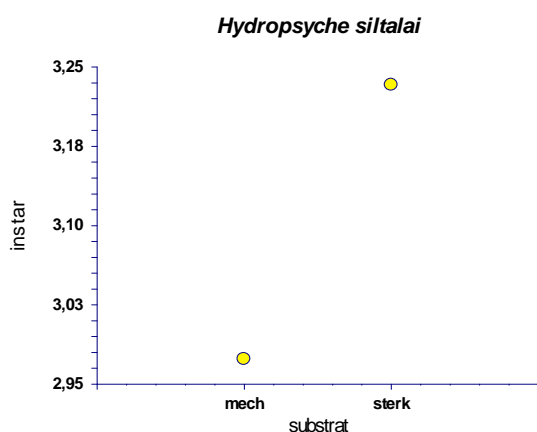
Mezi jednotlivými instary larev *Hydropsyche siltalai* obývajících mechový a štěrkový substrát byl nalezen signifikantní rozdíl ( $F = 18,84$ ;  $p = 0,000015$ ). Bylo prokázáno, že se jednotlivá vývojová stádia na mechu a na štěrku liší.

V histogramech četnosti (Graf 8 v textu) je zobrazeno rozdělení relativních četností instarů *Hydropsyche siltalai* na srovnávaných substrátech za celé sledované období. Larvy 2. a 3. instaru se častěji vyskytovaly na mechu a larvy 4. a 5. instaru se relativně častěji vyskytovaly na štěrku. *Hydropsyche siltalai* je však na mechu 19x více početnější než na štěrku. Průměrná hodnota instaru na mechu byla 2,97 (standardní chyba: 0,01328) a na štěrku se rovnala 3,23 (standardní chyba: 0,05821) viz Graf 9 (v textu) zobrazující průměrnou hodnotu instaru *Hydropsyche siltalai* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

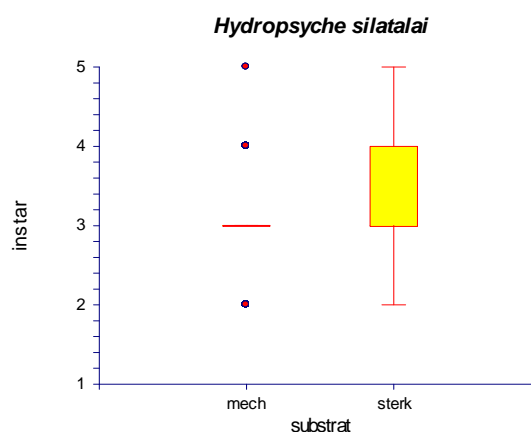
Boxplot (Graf 10 v textu) zobrazuje variabilitu larev 2. až 5. instaru na mechu a na štěrku. Medián pro mech i pro štěrk je v instaru 3. Z grafu je patrné, že většina nalezených larev na mechu se vyskytuje v instaru 3 (72%). Larvy vyskytující se na štěrku vykazují rozmanitější zastoupení instarů.



**Graf 8:** Histogram četnosti jednotlivých instarů *Hydropsyche siltalai* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 9:** Průměrná hodnota instaru *Hydropsyche siltalai* na srovnávaných substrátech (mech, šterk).



**Graf 10:** Zobrazení variability instarů *Hydropsyche siltalai* na srovnávaných substrátech (mech, šterk).

Vyhodnocení larválního vývoje a využití substrátu různými instary během vývoje, bylo vyjádřeno relativní četností. Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche siltalai* na mechu a na šterku je zobrazena v souboru grafů Graf 2 v příloze.

Larvy přezimovaly ve stádiu 3 a 4 na mechu. V dubnu a květnu byl pozorován růst a dokončení vývoje na obou substrátech. V červenci byly pozorovány larvy nové generace na mechu. Vývoj probíhal převážně na mechu a v září byly pozorovány larvy 5. instaru. Od října 2000 do března 2001 byly pozorovány larvy převážně 3. a 4. instaru na obou substrátech, v dubnu larvy dospěly do 5. instaru a v květnu se mechu začali objevovat noví jedinci. Od srpna do října byly larvy velmi početné hlavně na mechu.

V životním cyklu larev *Hydropsyche siltalai* byl pozorován uvivoltinní charakter.

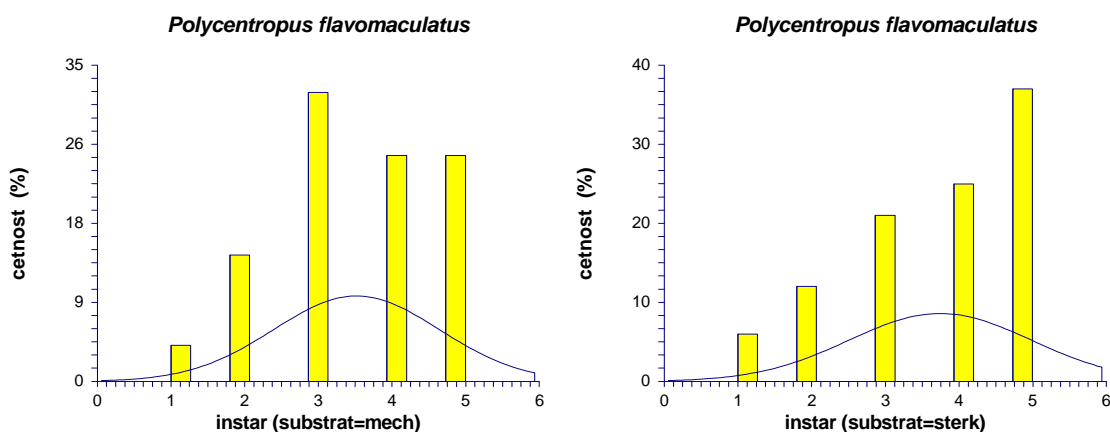
### 5.3.3 *Polycentropus flavomaculatus*

Za období duben 2000 – říjen 2001 bylo nalezeno 1017 larev. Z toho se 757 larev vyskytovalo na mechu a 260 na štěrk.

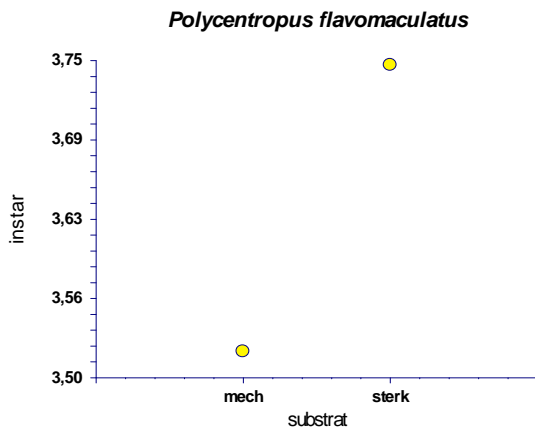
Mezi jednotlivými instary larev *Polycentropus flavomaculatus* obývajících mechový a štěrkový substrát byl nalezen signifikantní rozdíl ( $F = 7,39$ ;  $p = 0,006678$ ). Bylo prokázáno, že se jednotlivá vývojová stádia na mechu a na štěrku liší.

V histogramech četnosti (Graf 11 v textu) je zobrazeno rozdělení relativních četností instarů *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaných substrátech za celé sledované období. Z tohoto grafu je vidět vyšší relativní zastoupení larev 3. instaru na mechu a vyšší relativní zastoupení larev 5. instaru na štěrku. *Polycentropus flavomaculatus* osídloval mech 2,9x více než štěrk. Průměrná hodnota instaru na mechu byla 3,52 (standardní chyba: 0,04198) a na štěrku se rovnala 3,75 (standardní chyba: 0,07163) viz Graf 12 (v textu) zobrazující průměrnou hodnotu instaru *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

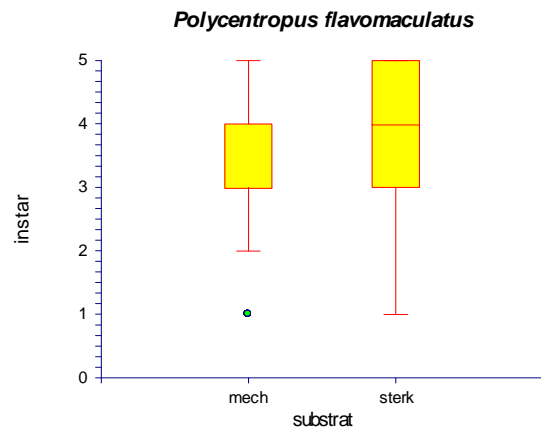
Boxplot (Graf 13 v textu) zobrazuje variabilitu larev 1. až 5. instaru na mechu a na štěrku. Medián pro mech je v instaru 3 a pro štěrk v instaru 4. Z grafu je patrné, že larvy vyšších instarů se vyskytují více na štěrku.



**Graf 11:** Histogram četnosti jednotlivých instarů *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 12:** Průměrná hodnota instaru *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 13:** Zobrazení variability instarů *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

Vyhodnocení larválního vývoje a využití substrátu různými instary během tohoto vývoje, bylo vyjádřeno relativní četností. Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Polycentropus flavomaculatus* na mechu a na štěrku je zobrazena v souboru grafů Graf 3 v příloze.

Z výsledných grafů lze v dubnu 2000 pozorovat výskyt larev od 2. - 5. instaru převážně na mechu, kde až do května dokončovaly vývoj. V červnu byl zaznamenán vývoj nové generace na mechu. Larvy se dále vyvíjely a od července až do prosince byla pozorována preference larev 1. - 3. instaru na mechový substrát a 4. - 5. instaru na štěrk. Od ledna 2001 až do března larvy vykazovaly preferenci na štěrk, která se v dubnu a květnu změnila na preferenci mechu a od června se zase začala měnit na preferenci štěrku. U tohoto druhu je zřetelná preference mechového substrátu larvami na jaře, kdy dochází k dokončení vývoje a naklazení vajíček. Larvy 1. - 3. instaru až do zimy vykazují preferenci na mech a starší jedinci 4. a 5. instaru preferenci na štěrk. Larvy 5. instaru byly pozorovány za celé sledované období dubna 2000. Larvy přezimovaly ve všech instarech. Největší početnost larev byla zjištěna v září na mechu (instar 2, 3, 4, 5) a v říjnu, která pak postupně klesala. V řece Bystřici byl zaznamenán jednoletý vývoj larev *Polycentropus flavomaculatus*.

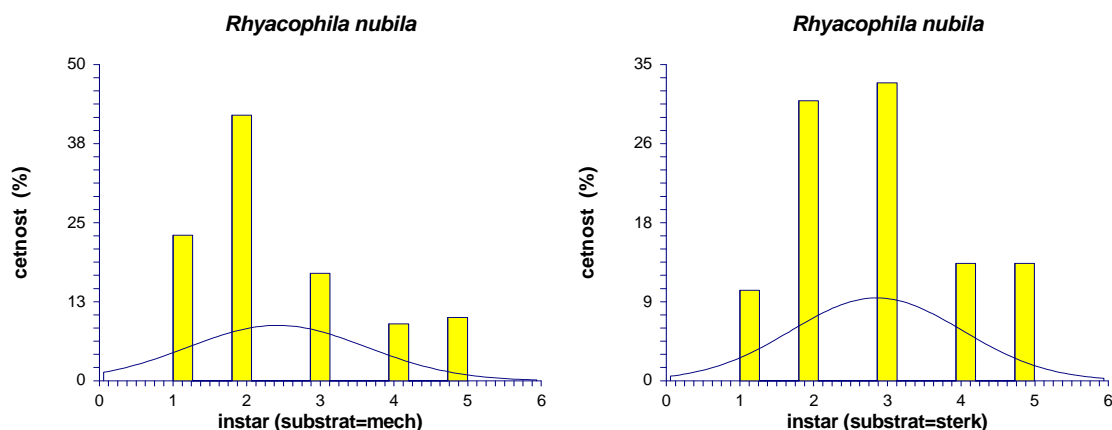
### 5.3.4 *Rhyacophila nubila*

Za období duben 2000 – říjen 2001 bylo nalezeno 603 larev. Z toho se 468 larev vyskytovalo na mechu a 135 na štěrku.

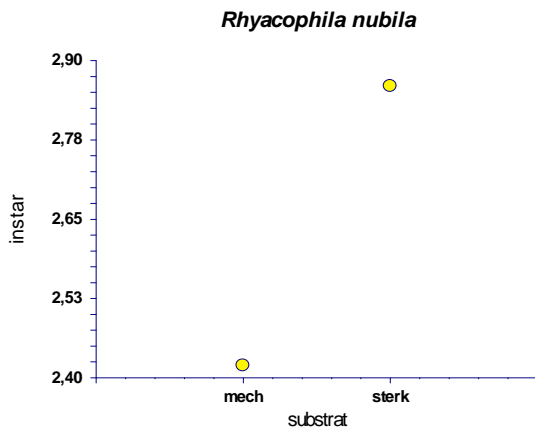
Mezi jednotlivými instary larev *Rhyacophila nubila* obývajících mechový a štěrkový substrát byl nalezen signifikantní rozdíl ( $F = 14,04$ ;  $p = 0,000196$ ). Bylo prokázáno, že se jednotlivá vývojová stádia na mechu a na štěrku liší.

V histogramech četnosti (Graf 14 v textu) je zobrazeno rozdělení relativních četností instarů *Rhyacophila nubila* na srovnávaných substrátech za celé sledované období. Z tohoto grafu je vidět vyšší relativní zastoupení larev 1. a 2. instaru na mechu a vyšší zastoupení larev 3. instaru na štěrku. *Rhyacophila nubila* osídloval mech 3,2x více než štěrk. Průměrná hodnota instaru na mechu byla 2,42 (standardní chyba: 0,05562) a na štěrku se rovnala 2,86 (standardní chyba: 0,10357) viz Graf 15 (v textu) zobrazující průměrnou hodnotu instaru *Rhyacophila nubila* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

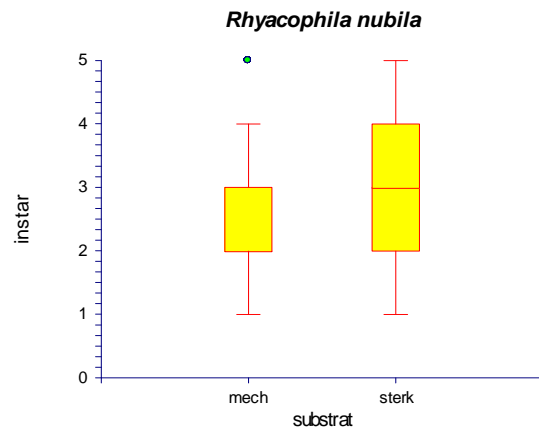
Boxplot (Graf 16 v textu) zobrazuje variabilitu larev 1. až 5. instaru na mechu a na štěrku. Medián pro mech je v instaru 2 a pro štěrk v instaru 3. Z grafu je patrné, že larvy nižších instarů se vyskytují více na mechu a štěrk jsou schopny osídlovat larvy všech instarů.



**Graf 14:** Histogram četnosti jednotlivých instarů *Rhyacophila nubila* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 15:** Průměrná hodnota instaru *Rhyacophila nubila* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).



**Graf 16:** Zobrazení variability instarů *Rhyacophila nubila* na srovnávaných substrátech (mech, štěrk).

Vyhodnocení larválního vývoje a využití substrátu různými instary během tohoto vývoje, bylo vyjádřeno relativní četností. Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Rhyacophila nubila* na mechu a na štěrku je zobrazena v souboru grafů Graf 4 v příloze.

Z výsledných grafů lze v dubnu 2000 pozorovat vývoj larev z předcházejícího roku, z nichž některé dospěly do 5. larválního instaru a vyskytovaly se z větší části na mechu. Totéž bylo pozorováno i v květnu (na obou substrátech). Od června byl zaznamenán výskyt jedinců nové generace na obou substrátech, kteří se dále vyskytovali až do října převážně na mechu. V červenci se larvy začaly vyskytovat i na štěrku. V září 2000 bylo sledováno dosažení 5. larválního instaru. V listopadu a v prosinci larvy obsazovaly oba substráty v poměrném zastoupení a od ledna 2001 do dubna byly larvy zaznamenány převážně na štěrku.

V řece Bystřici lze sledovat jednoletý životní cyklus larev *Rhyacophila nubila*.

## 6 Diskuse

### 6.1 Dominance chrostíků

Eudominantními druhy chrostíků osídlujících mech na sledované lokalitě byli: *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila*. Na štěrku byly eudominantní larvy *Polycentropus flavomaculatus*, *Tinodes waeneri*, *Psychomyia pusilla* a *Rhyacophila nubila*. Přestože *Tinodes waeneri* a *Psychomyia pusilla* eudominovaly na štěrku, na mechu se vyskytovaly subrecedentně. Z tohoto důvodu nebyly larvy z hlediska životního cyklu a preference substrátu hodnoceny. Tyto larvy se na štěrkovém substrátu vyskytují běžně (Percival and Whitehead 1930) a živí se seškrabováním nárostů z kamenů. Afinita k substrátu nebyla prokázána z hlediska celkové dominance jednotlivých instarů. Výrazná preference substrátu však byla nalezena v zastoupení jednotlivých instarů v průběhu roku.

### 6.2 Larvální instary sledovaných druhů

Pro rozdělení larev do jednotlivých vývojových stádií lze využít měření různých částí těla: šířky a délky hlavy (Fjellheim 1980), délky hlavy (Céréghino 2002) nebo šířky. Nejčastěji využívanou metodou pro rozdělení larev do instarů bylo měření šířky hlavy. Tato míra byla dostačující a velice přesná (Muotka 1990; Elliott 2005; Hildrew and Edington 1979; Williams and Hynes 1973). Délku těla a šířku hlavy měřil Elliott (1968), jeho měření ukázala, že šířka hlavy byla pro rozdělení do instarů přesná, ale délka těla se mezi instary překrývala. Pro vyhodnocení larválních instarů se jeví jako nejpřesnější, měření sklerotizovaných částí těla, neboť tyto části nemohou být vlivem konzervačních prostředků deformovány, jako je tomu u měkkých částí těla (Edwards and Cowell 1992). Při srovnání námi naměřených šířek hlavových kapsul s výsledky ostatních autorů, lze konstatovat, že si tyto výsledky měření odpovídají a že zvolená metoda pro zařazení larev do instarů byla vhodná.



### 6.3 Vyhodnocení preference substrátu

Larvy sledovaných druhů byly několikanásobně početnější na mechu. Obecně bývá vegetační substrát více osídlen než minerální substrát, a to aniž by záviselo na druhu rostliny. Vegetační substrát je pro filtrující larvy chrostíků celkově výhodnější. Rostliny snižují rychlost proudu, larvy zde nacházejí úkryt před predátory, mohou v nich stavět sítě a lovit potravu ať pasivně nebo aktivně (Minshall 1984).

#### 6.3.1 *Hydropsyche pellucidula*

Larvy *Hydropsyche pellucidula* byly několikanásobně početnější na mechu. Tento druh je běžně nalézán ve vysokých početnostech (Viðinskienė 2005; Czachorowski 1989).

V životním cyklu larev *Hydropsyche pellucidula* byl pozorován uvivoltinní charakter. Larvy se od dubna do července vyskytovaly převážně na mechu. Od srpna do března se vyskytovaly na obou substrátech, přičemž v srpnu a září 2000 byl jejich výskyt na mechu nejvýraznější. Larvy ve 2. instaru byly zaznamenány od června 2000 do ledna 2001 a larvy 5. instaru od dubna 2000 do dubna 2001 nepřetržitě. Larvy přezimovaly ve všech instarech, hlavně však ve 3. V dubnu 2001 ukončily larvální vývoj. Larvy, které započaly vývoj v červnu 2001, již v září 2001 dokončily larvální vývoj v 5. instaru. Velmi podobný vývoj larev zaznamenali i Hildrew and Edington (1979) v Anglii. Popisují, že *Hydropsyche pellucidula* v pozdním létě a na podzim rychle dorůstá a do října dosáhla většina larev pátého instaru. Pak přezimovali a kuklili se v následujícím květnu. Larvy tohoto druhu vykazují změnu v habitatu, kdy se na jaře vyskytují převážně na mechu a od vrcholného léta až do zimy se vyskytují na obou substrátech ve všech instarech.

Změnu v osídlení dna popisuje Czachorowski (1989). Larvy se na podzim přesouvaly ze šterku do pomaleji tekoucí vody, v dubnu na vegetaci a v květnu na kameny. Stanoviště, ve kterých byl *H. pellucidula* početný na jaře, *H. siltalai* scházel. Ten byl ovšem častější ve stanovištích, kde na jaře scházel *H. pellucidula*. Studie proběhla na řece Pasłęka v Masuriánské jezerní oblasti, v Polsku, která leží v nížině v regionu charakterizovaném nejchladnější zimou a nejkratším vegetačním obdobím. Měnicí se teplota ovlivňuje nejen distribuci larev *Hydropsyche* v podélném profilu, ale vede i ke zrychlení metabolismu (s rostoucí teplotou) (Boon 1979). Výskyt

larev v mikrohabitatu ovlivňuje také velikost přijímané potravy, která se v průběhu vývoje mění. Nižší larvální instary se vyskytují více na mechu (Muotka 1990),

### **6.3.2 *Hydropsyche siltalai***

Larvy *Hydropsyche siltalai* byly několikanásobně početnější na mechu. Tento druh je však běžně nalézán ve vysokých početnostech (Viðinskienė 2005; Czachorowski 1989).

Z výsledků je pozorován univoltinní charakter larev (Boon 1978; Hildrew and Edington 1979; Basaguren et al. 2002). Larvy přezimují ve 3. a 4. instaru a dokončení larválního vývoje dochází až v dubnu a květnu následujícího roku. Jen malá proporce larev stihne svůj vývoj dokončit v září v témže roce. Velice podobný vývoj pozoroval i Hildrew and Edington (1979) v Anglii, kteří popisují, že larvy *Hydropsyche siltalai* rostly na podzim pomaleji. Do října larvy dosáhly pouze třetího instaru. K dokončení larválního vývoje došlo až v příštím roce na jaře. *H. siltalai* se vyskytoval od srpna v 2. instaru. Zatímco většina jedinců přezimovala ve 3. instaru, někteří přezimovali v instaru 4, 2 či 5. Kukly se vyskytovaly v červnu a dospělci byli zaznamenáni od června až do září.

Rané instary se živí převážně detritem a v pozdějších instarech jsou schopny přijímat až 25% živočišné potravy (Basaguren et al. 2002). Ke zpomalení růstu larev *Hydropsyche siltalai* během vývoje, pravděpodobně dochází vlivem vyhýbání druhu *Hydropsyche pellucidula* z hlediska potravní kompetice (Czachorowski 1989).

### **6.3.3 *Polycentropus flavomaculatus***

Přestože byla celková dominance tohoto druhu na mechu a na štěrku podobná, obsazení sledovaných substrátů instary v průběhu vývoje bylo výrazně odlišné. Tento druh se běžně vyskytuje v řekách (Edington 1968) i ve vyšších početnostech. Upřednostňuje mikrohabitaty se silným porostem mechu a pomaleji tekoucí vodou (Muotka 1990; Fjellheim 1980). Byl také nalezen v odtoku z jezera (Lillehammer and Brittain 1978).

Elliott (1968) se zabýval životní historií *Polycentropus flavomaculatus*. Uvádí, že tento druh má dlouhé období výletu imág - od května do září. V září zaznamenal první líhnutí vajíček a vývoj larev v 1. instaru, které se vyskytovaly až do března. Protože larvy nestihly dokončit vývoj, přezimovaly ve 2. a 3 instaru. Tyto larvy pak vylétávaly od května. Velký počet larev nalezených ve 3. instaru od dubna do června byl pravděpodobně z vajíček, která se vylíhla v zimě. Většina larev, které nedosáhly pátého instaru do října, přezimovaly a jejich vývoj tak mohl trvat až jeden a půl roku.

V řece Bystřici byl zaznamenán jednoletý vývoj larev *Polycentropus flavomaculatus*. Larvy 1. instaru se začaly líhnout v červnu-červenci 2000 a vyskytovaly se až do února 2001. Většina z larev, které nestihly dokončit vývoj do podzimu, přezimovala a ukončila vývoj v červnu následujícího roku. Podobný vývoj larev od června s emergencí během srpna pozoroval Lillehammer and Brittain (1978).

Velikost přijímané potravy se liší v průběhu vývoje a ovlivňuje výskyt larev v mikrohabitatu. Nižší larvální instary se častěji vyskytují na mechu. Mech poskytuje larvám výhodnější životní podmínky. Díky tomu, že se larvy živí v různých instarech odlišně a sledovaný životní cyklus je charakterizován dlouhou dobou výletu imág a poměrným rozložením larev v průběhu roku, mohou mít larvy omezenou vnitrodruhovou konkurenci (Muotka 1990).

#### **6.3.4 *Rhyacophila nubila***

Přestože byla celková dominance tohoto druhu na mechu a na šterku velmi podobná, obsazení sledovaných substrátů různými instary v průběhu vývoje bylo výrazně odlišné.

Preference substrátu je obvykle silně spojována s výskytem kořisti. Larvy v průběhu roku reagují na její početnost. Obvykle obsazují mechem pokryté kameny s velkým množstvím sedentární kořisti, která je hlavní složkou jejich potravy (Malmquist and Sjöström 1984; Martin 1985; Muotka 1993).

V řece Bystřici lze sledovat jednoletý životní cyklus larev *Rhyacophila nubila*, s vývojem nových jedinců od června až do září, kteří početně převažovali na mechu. Nahloučení larev 1. instaru by mělo být podobné rozmístěným vajíčkům - ve shlucích pod kameny (Fjellheim 1980). Larvy přezimovaly hlavně ve 2. instaru, ale i ve vyšších

instarech. V průběhu roku lze vysledovat preferenci larev na mech na jaře a v létě. Na podzim se staly substráty rovnocennými pro výběr a v zimě byly larvy nalezeny hlavně na štěrku. V březnu a dubnu, využívaly oba substráty poměrně stejně a na květnu byly zaznamenány opět na mechu. Také Fjellheim (1980) popisuje životní cyklus jako univoltinní a složitý, protože většina larev je přítomna po celý rok. *Rhyacophila* mění potravu v průběhu ontogeneze. Přejíždí z herbivorní stravy na karnivorní (Céréghino 2002; Elliott 2006). Popisovaná změna v přijímané potravě v průběhu ontogeneze, by mohla být hlavním důvodem ovlivňujícím přesun larev mezi obývanými substráty.

## Shrnutí

Cílem této práce bylo vyhodnotit životní cykly dominantních druhů chrostíků a vyhodnotit preferenci vegetačního (*Fontinalis antipyretica*) nebo minerálního substrátu larvami v průběhu ontogeneze. Studie probíhala na řece Bystřici, v Domašově nad Bystřicí od dubna 2000 do října 2001. Na základě dat, vyhodnocených z tohoto období, můžeme říct, že larvální instary *Hydropsyche pellucidula*, *Hydropsyche siltalai*, *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila* se během ontogenetického vývoje v preferenci substrátu výrazně liší.

Na mechu dominovali hlavně *Hydropsyche pellucidula* a *Hydropsyche siltalai*, zatímco *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila* vykazovali podobnou dominanci na mechu i na štěrk. *Tinodes waeneri* a *Psychomyia pusilla* byli dominantní hlavně na štěrku, zatímco na mechu se téměř nevyskytovali. Významně odlišné preference na mechový nebo štěrkový substrát byly zaznamenány mezi jednotlivými larválními instary sledovaných druhů v průběhu roku.

Životní cyklus *Hydropsyche pellucidula* byl jednoletý. Larvy se vyskytovaly ve vysokých početnostech hlavně na mechu. Jedinci nové generace se vyskytovali od června a už v srpnu byli sledováni jedinci, kteří dosáhli 5. larválního instaru. Larvy se od léta vyskytovaly na obou substrátech a ty z nich, které nestihly ukončit vývoj, přezimovaly nejčastěji ve 3. instaru (ale i 2., 4., a 5.) a vývoj plně ukončily nejpozději v dubnu následujícího roku. Preference na mech je sledována u všech larev, ale nejvýraznější je u larev nižších instarů.

Životní cyklus *Hydropsyche siltalai* byl jednoletý a pomalejší než předešlý druh. Larvy se do léta vyskytovaly do 3. instaru hlavně na mechu, přezimovaly nejčastěji ve 3. a 4. instaru na obou substrátech a vývoj dokončily v dubnu na mechu.

Životní cyklus *Polycentropus flavomaculatus* byl jednoletý. U tohoto druhu je zřetelná preference mechového substrátu larvami na jaře, kdy dochází k dokončení vývoje a naklazení vajíček. Larvy 1. - 3. instaru až do zimy vykazují preferenci na mech a starší jedinci 4. a 5. instaru preferenci štěrku. Larvy přezimovaly ve všech instarech. Většina larev, které nestihly dokončit vývoj do podzimu, přezimovala a ukončila vývoj v červnu následujícího roku.

Životní cyklus *Rhyacophila nubila* byl jednoletý a složitý. V průběhu roku lze vysledovat preferenci larev na mech na jaře a v létě. Na podzim se substráty staly pro výběr rovnocennými a v zimě byly larvy nalezeny hlavně na štěrku. V březnu a dubnu, využívaly oba substráty poměrně stejně a na květnu byly zaznamenány opět na mechu. Mladí jedinci, kteří početně převažovali na mechu, se vyskytovali od června až do září. Larvy přezimovaly hlavně ve 2. instaru, ale přezimovaly i larvy ostatních instarů, na obou substrátech.

## Seznam použité literatury

- Ambühl, H. (1959): Die Bedeutung der Strömung als ökologischer Faktor. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 21: 133-264.
- Basaguren, A., Riano, P. and Pozo, J. (2002): Life history patterns and dietary changes of several caddisfly (Trichoptera) species in a northern Spain stream. Archiv für Hydrobiologie 155 (1): 23-41.
- Beauger, A., Lair, N., Reyes-Marchant, P. and Peiry, L. (2006): The distribution of macroinvertebrate assemblages in a reach of the River Allier (France), in relation to riverbed characteristics. Hydrobiologia 571: 63-76.
- Boon, P. J. (1978): The pre-impoundment distribution of certain Trichoptera larvae in the North Tyne river system (northern England) with particular reference to current speed. Hydrobiologia 57: 167-174.
- Buffagni, A., Crosa, G. and Marchetti, R. (1995): Size-related shifts in the physical habitat of two mayfly species (Ephemeroptera). Freshwater Biology 34: 297-302.
- Czachorowski, S. (1989): Differentiation of the habitats of Hydropsychidae larvae (Insecta: Trichoptera) in the Pasłęka river as a result of avoidance of trophic competition. Pol. Arch. Hydrobiol. 36 (1): 123-132.
- Cardinale, B. J., Gelmann, E. R. and Palmer, M. A. (2004): Net spinning caddisflies as stream ecosystem engineers: the influence of *Hydropsyche* on benthic substrate stability. Functional Ecology 18: 381-387.
- Céréghino, R. (2002): Shift from a Herbivorous to a Carnivorous Diet during the Larval Development of some *Rhyacophila* Species (Trichoptera). Aquatic Insects 24 (2): 129-135.
- Cummins, K. W. and Klug, M. J. (1979): Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics 10: 147-172.
- Culek, M. (1996): Biogeografické členění České Republiky, Engima, Praha, p. 347.
- Demek, J. (1987): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR. Academia, Praha.

- Edington, J. M. (1968): Habitat preferences in net-spinning caddis larvae with special reference to the influence of water velocity. *J Anim Ecol* 37: 675-692.
- Edington, J. M. and Hildrew, A. G. (1981): A Key to the Caseless Caddis Larvae of the British Isles with notes on their ecology. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 43, p. 91.
- Edington, J. M. and Hildrew, A. G. (1995): Caseless caddis larvae of the British Isles: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 53: 1-134.
- Edwards, T. D. and Cowell, B. C. (1992): Population dynamics and secondary production of *Hyalella azteca* (Amphipoda) in *Typha* stands of a subtropical Florida lake. *Journal of the North American Benthological Society* 11 (1): 69-79.
- Elliott J. M. (1968) The life histories and drifting of Trichoptera in a Dartmoor stream. *Journal of Animal Ecology* 37: 615-625.
- Elliott, J. M. (2005): Contrasting diel activity and feeding patterns of four instars of *Rhyacophila dorsalis* (Trichoptera). *Freshwater Biology* 50: 1022–1033.
- Elliott, J. M. (2006): Prey switching in *Rhyacophila dorsalis* (Trichoptera) alters with larval instar. *Freshwater Biology* 51: 913-924.
- Egglishaw, H. J. (1969): The distribution of benthic invertebrates on substrata in fast-flowing streams. *The Journal of Animal Ecology* 38 (1): 19-33.
- Englund, G. (1991): Effects of disturbance on stream moss and invertebrate community structure. *Journal of the North American Benthological Society* 10: 143-153.
- Fjellheim, A. (1980): Differences in drifting of larval stages of *Rhyacophila nubila* (Trichoptera). *Holarct. Ecol.* 3: 99-103.
- Fox, P. J. (1978): Caddis larvae (Trichoptera) as predators of fish eggs. *Freshwater Biology* 8: 343-345.
- Fuller, R. L. and Mackay, R. J. (1980): Field and laboratory studies of net-spinning activity by *Hydropsyche* larvae (Trichoptera: Hydropsychidae). *Can J Zool* 58: 2006-2014.



- García, A. R., Herrera Grao, A. F. and Ferreras-Romero, M. (2006): Distribution of trichoptera communities in the hozgarganta catchment (Los Alcomocales Natural Park, SW Spain). *International review of hydrobiology* 91 (1): 71-85.
- Gee, J. H. R. (1982): Resource utilization by *Gammarus pulex* (Amphipoda) in a Cotswold Stream: A microdistribution study. *Journal of Animal Ecology* 51 (3): 817-831.
- Glass, L. W. and Bovbjerg, R. V. (1969): Density and dispersion in laboratory populations of caddisfly larvae (*Cheumatopsyche*. Hydropsychidae). *Ecology* 50: 1082-1084.
- Haidekker, A. and Hering, D. (2008): Relationship between benthic insects (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera, Trichoptera) and temperature in small and medium-sized streams in Germany: A multivariate study. *Aquat Ecol* 42: 463–481.
- Heino, J. and Korsu, K. (2008): Testing species–stone area and species–bryophyte cover relationships in riverine macroinvertebrates at small scales. *Freshwater Biology* 53: 558–568.
- Hildrew, A. G. and Edington, J. M. (1979): Factors facilitating the coexistence of hydropsychid caddis larvae (Trichoptera) in the same river system. *J Anim Ecol* 48: 557-576.
- Hildrew, A. G. and Townsend, C. R. (1977): The influence of substrate on the functional response of *Plectrocnemia conspersa* (Curtis) larvae (Trichoptera: Polycentropodidae). *Oecologia* 31: 21-26.
- Hintze, J. (2007): NCSS, PASS and GESS. NCSS. Kaysville, Utah.
- Hynes, H. B. N. (1961): The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch Hydrobiol* 57: 344-388.
- Komzák, P. (2000): Populační dynamika vybraných druhů chrostíků (Trichoptera) Oslavy a Chvojnice. Diplomová práce. PřF MU, Brno.
- Ladle, M. and Ladle, R. J. (1992): Life history patterns of river invertebrates. *Hydrobiologia* 248 (1): 31-37.

- Lavandier, P. (1984): Dynamique des populations larvaires et régime alimentaire de *Rhyacophila tristis* Pictet (Trichoptera: Rhyacophiliade) dans un ruisseau de haute montagne. *Annales de Limnologie* 20: 209-214.
- Lavandier, P. and Céréghino, R. (1995): Use and partition of space and resources by two coexisting *Rhyacophila* species (Trichoptera) in a high mountain stream. *Hydrobiologia* 300/301: 157-162.
- Lillehammer, A. and Brittain, J. E. (1978): The invertebrate fauna of the streams in Ovre Heimdalen. *Holarctic Ecology* 1 (2/3): 271-276.
- Linhart, J., Fiurášková, M. and Uvíra, V. (2002): Moss- and mineral substrata-dwelling meiobenthos in two different low-order streams. *Arch. Hydrobiol.* 154 (4): 543-560.
- Losos, B., Helešic, J., Holoubek, I., Kubíček, F., Marvan, P., Pelikán, J., Procházková, D. and Rozkošný, R. (1992): Cvičení z ekologie živočichů. Skriptum Přírodovědecká fakulta Masarykova univerzita, Brno, 229 p.
- Mackay, R. J. and Wiggins, G. B. (1979): Ecological Diversity in Trichoptera. *Annual Review of Entomology* 24: 185-208.
- Malmquist, B. and Sjöström, P. (1984): The microdistribution of some lotic insect predators in relation to their prey and to abiotic factors. *Freshwater Biology* 14: 649-656.
- Manuel, K. L. and Folsom T. C. (1982): Instar sizes, life cycles, and food habits of five *Rhyacophila* (Trichoptera: Rhyacophilidae) species from the Appalachian Mountains of South Carolina, U.S.A. *Hydrobiologia* 97: 281-285.
- Martin, I. D. (1985): Microhabitat selection and life cycle patterns of two *Rhyacophila* species (Trichoptera: Rhyacophilidae) in southern Ontario streams. *Freshwater Biology* 1: 1-14.
- Martin, I. D. and Mackay, R. J. (1982): Interpreting the diet of *Rhyacophila* larvae (Trichoptera) from gut analyses: and evaluation of techniques. *Canadian Journal of Zoology* 60: 783-789.
- Minckley, W. L. (1963): The ecology of a spring stream: Doe Run, Meade County, Kentucky. *Wildlife. Monographs* 11: 1-124.

- Minshall, G. W. (1984): Aquatic insect-substratum relationships. pp. 358-400. In: Resh, V. H. and Rosenberg, D. M. (eds.). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, New York.
- Moog, O. (1995): Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung Mai/95. Wasserwirtschaftskataster. Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, Wien.
- Muotka, T. (1990): Coexistence in a guild of filter feeding caddis larvae: do different instars act as different species? *Oecologia* 85: 281-292.
- Muotka, T. (1993): Microhabitat use by predaceous stream insects in relation to seasonal changes in prey availability. *Annales Zoologici Fennici* 30: 287-297.
- Otto C. (1993) Long-term risk sensitive foraging in *Rhyacophila nubila* (Trichoptera) larvae from two streams. *Oikos* 68: 67-74.
- Osborne, L. L. and Herricks, E. E. (1987): Microhabitat Characteristics of *Hydropsyche* (Trichoptera:Hydropsychidae) and the Importance of Body Size. *Journal of the North American Benthological Society* 6 (2): 115-124.
- Palmer, C., O'Keeffe, J., Palmer, A., Dunne, T. and Radloff, S. (1993): Macroinvertebrate functional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, eastern Cape, South Africa. I. Dietary variability. *Freshwater Biology* 29: 441-453.
- Percival, E. and Whitehead, H. (1929): A quantitative study of the fauna of some types of stream-bed. *Journal of Ecology* 17 (2): 282-314.
- Percival, E. and Whitehead, H. (1930): II. Report on the Invertebrate Fauna. *Journal of Ecology* 18 (2): 286-302.
- Philipson G. N. (1954) The effect of water flow and oxygen concentration on six species of caddis fly (Trichoptera) larvae. *Proceedings of the Zoological Society of London* 124: 547-564.
- Pritchard, G. and Zloty, J. (1994): Life histories of two *Ameletus* mayflies (Ephemeroptera) in two mountain streams: the influence of temperature, body size, and parasitism. *Journal of the North American Benthological Society* 13 (4): 557-568.

- Pringle, S. (1982): Factors affecting the microdistribution of different sizes of the amphipod *Gammarus pulex*. *Oikos* 38: 369-373.
- Pytlíček, M. (1974): Nárys hydrologie řeky Bystřice. Zprávy vlastivědného ústavu v Olomouci 171: 1-11.
- Rees, C. P. (1972): The distribution of the amphipod *Gammarus pseudolimnaeus* bousfield as influenced by oxygen concentration, substratum, and current velocity. *Transactions of the American microscopical society* 91 (4): 514 -529.
- Roux, C., Tachet, H., Bournaud, M. and Cellot, B. (1992): Stream continuum and metabolic rate in the larvae of five species *Hydropsyche* (Trichoptera). *Ecography* 15: 70–76.
- Rozkošný, R. a kol. (1980): Klíč vodních larev hmyzu. Čs. akademie věd, Praha. 1. vydání. p. 524.
- Sangpradub, N., Giller, P. S. and O'Connor J. P. (1999): Life history patterns of stream-dwelling caddis. *Archiv für Hydrobiologie* 146 (4): 471-493.
- Sheldon, A. L. (1969): Size relationships of *Acroneuria californica* (Perlidae, Plecoptera) and its prey. *Hydrobiologia* 71: 99-105.
- Short, R. A., Canton, S. P. and Ward, J. V. (1980): Detrital processing and associated macroinvertebrates in a Colorado mountain stream. *Ecology* 61 (4): 728-732.
- Suren, A. M. and Winterbourn, M. J. (1992): The influence of periphyton, detritus and shelter on invertebrate colonization of aquatic bryophytes. *Freshwater Biology* 27: 327–339.
- Tachet, H., Pierrot, J. P., Roux, C. and Bournaud, M. (1992): Net-building behaviour of six *Hydropsyche* species (Trichoptera) in relation to current velocity and distribution along the Rhone River. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 11 (4): 350-365.
- Tajmrová, L. (2002): Makrozoobentos obývajících dva odlišné typy substrátu v řece Bystřici se zaměřením na chrostíky (Trichoptera). Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta UPOL, Katedra zoologie a antropologie, Olomouc, p. 86.

- Thut, R. N. (1969): Feeding habits of larvae of seven *Rhyacophila* (Trichoptera: Rhyacophilidae) species with notes on other life history features. *Annals of the Entomological Society of America* 62: 894–898.
- Uvíra, V., Uvírová, I. and Komárek, O. (2005): Comparison of macrozoobenthic community structure within vegetative and mineral substrata in a stream rich in submerged macrophytes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 1054-1058.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R. and Cushing, C. E. (1980): The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130-137.
- Viðinskienė, G. (2005): Biodiversity, distribution and ecology of macrozoobenthos in small Lithuanian rivers. *Ekologija* 2: 15–21.
- Waringer, J. and Graf, W. (1997): Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven: Unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. *Facultas-Univ.-Verl., Wien*, p. 286.
- Williams, N. E. and Hynes, H. B. N. (1973): Microdistribution and feeding of the net-spinning caddis flies (Trichoptera) of a Canadian stream. *Oikos* 24: 73-84.
- Williams, D. D. and Mundie, J. H. (1978): Substrate size selection by stream invertebrates and the influence of sand. *Limnology and Oceanography* 23 (5): 1030-1033.

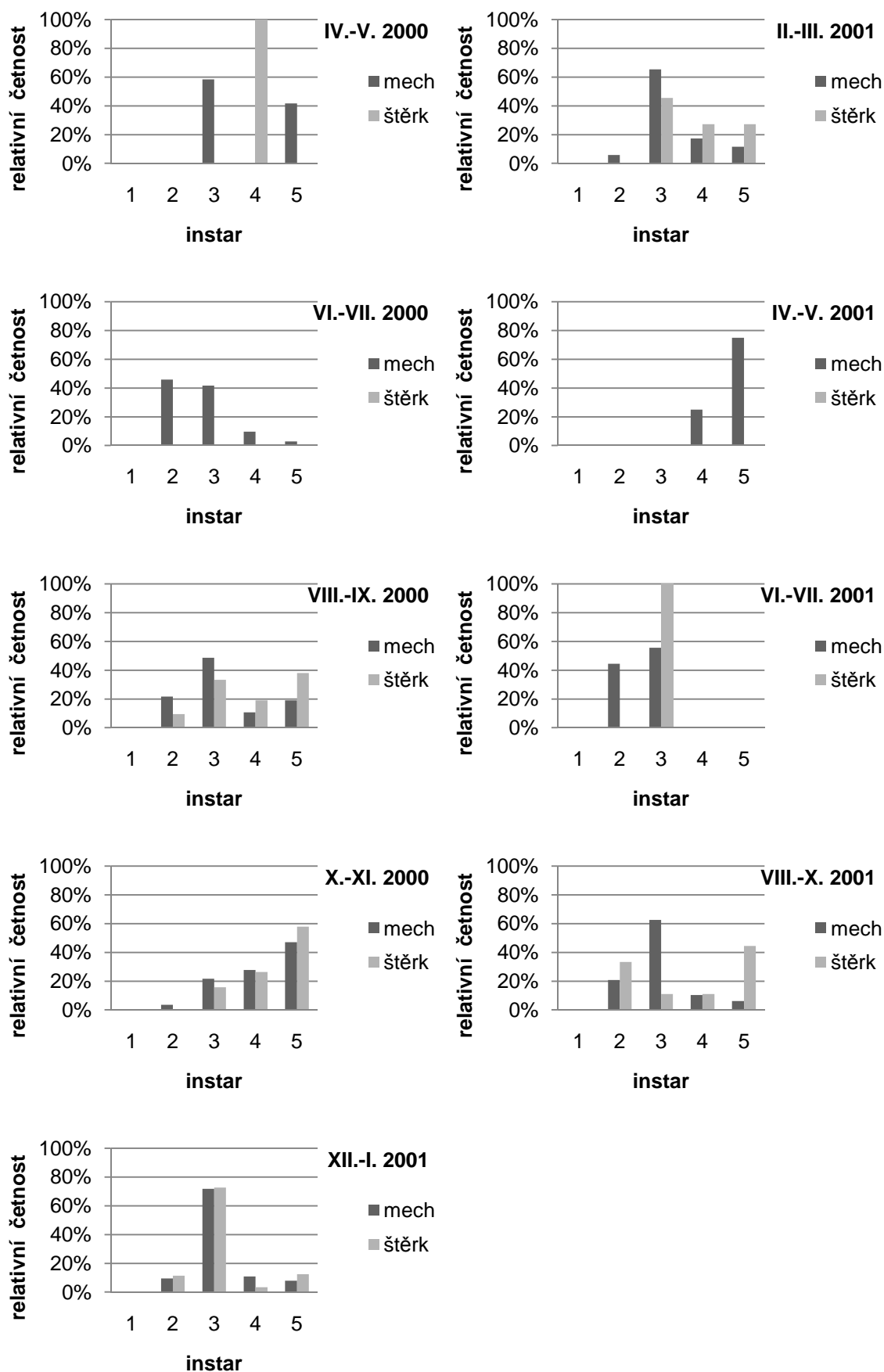
## Seznam příloh

**Příloha č. 1: Graf 1:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaném substrátu.

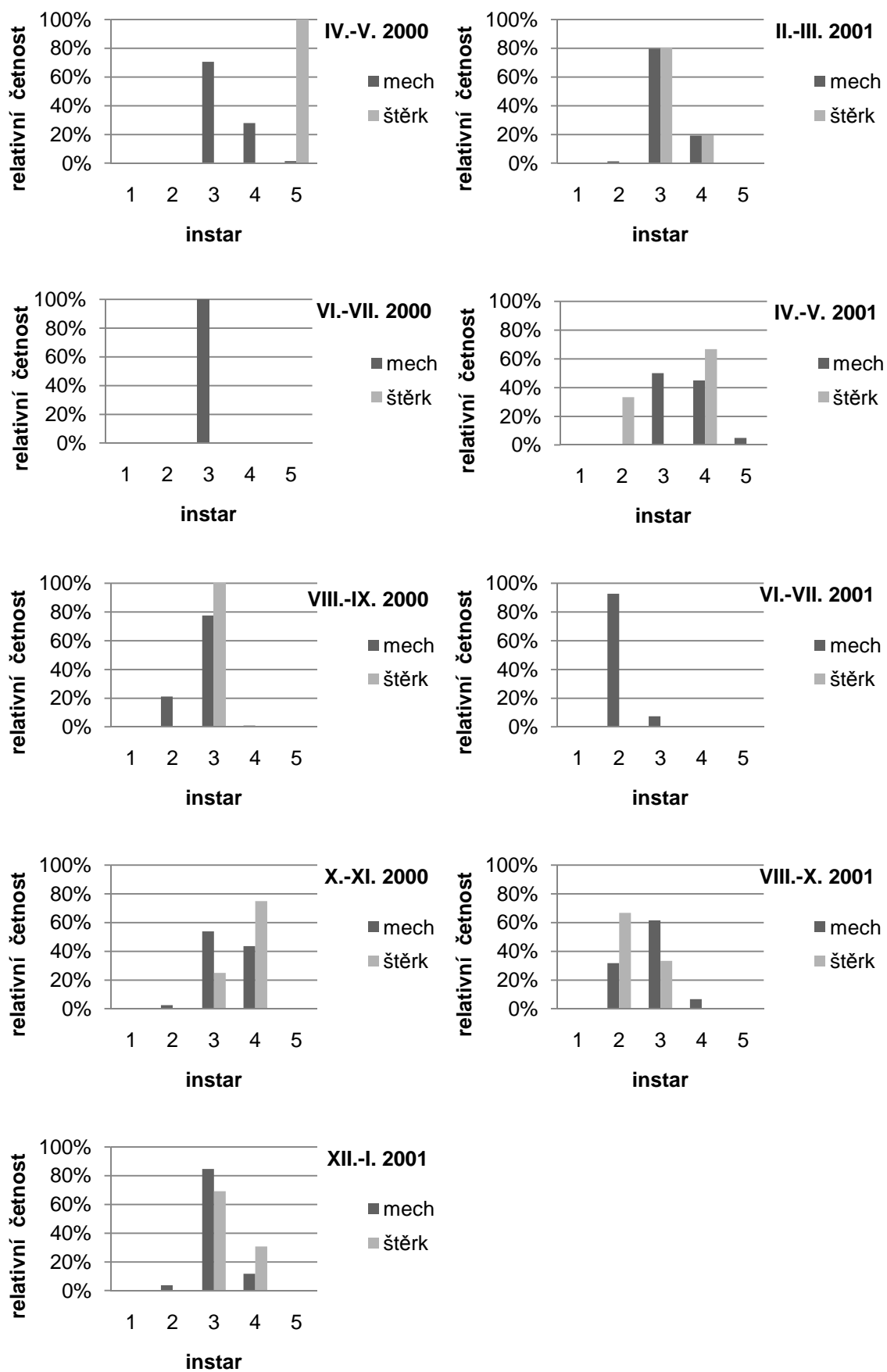
**Příloha č. 2: Graf 2:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche siltalai* na srovnávaném substrátu.

**Příloha č. 3: Graf 3:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaném substrátu.

**Příloha č. 4: Graf 4:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Rhyacophila nubila* na srovnávaném substrátu.

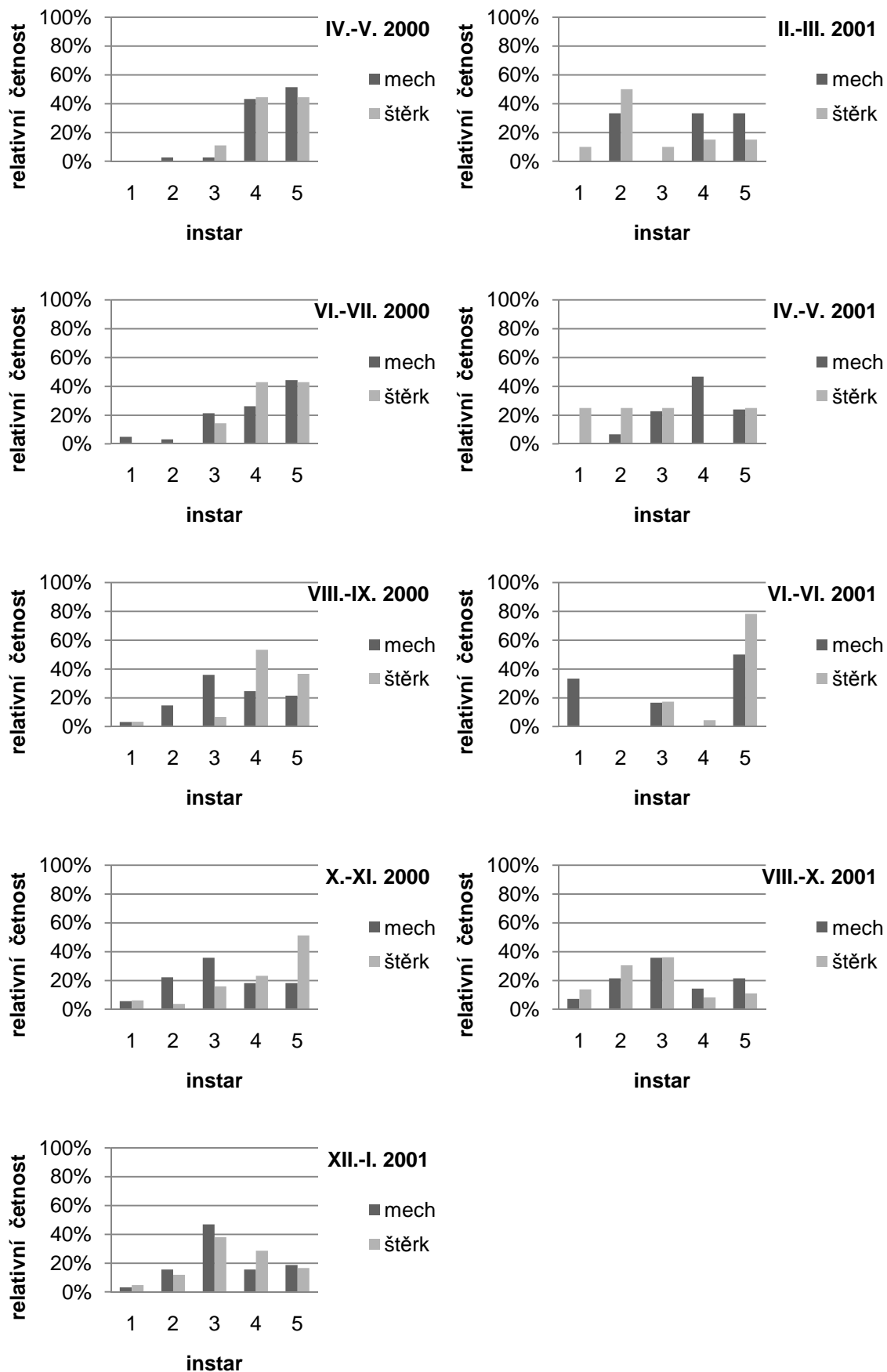


**Graf 1:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche pellucidula* na srovnávaném substrátu.

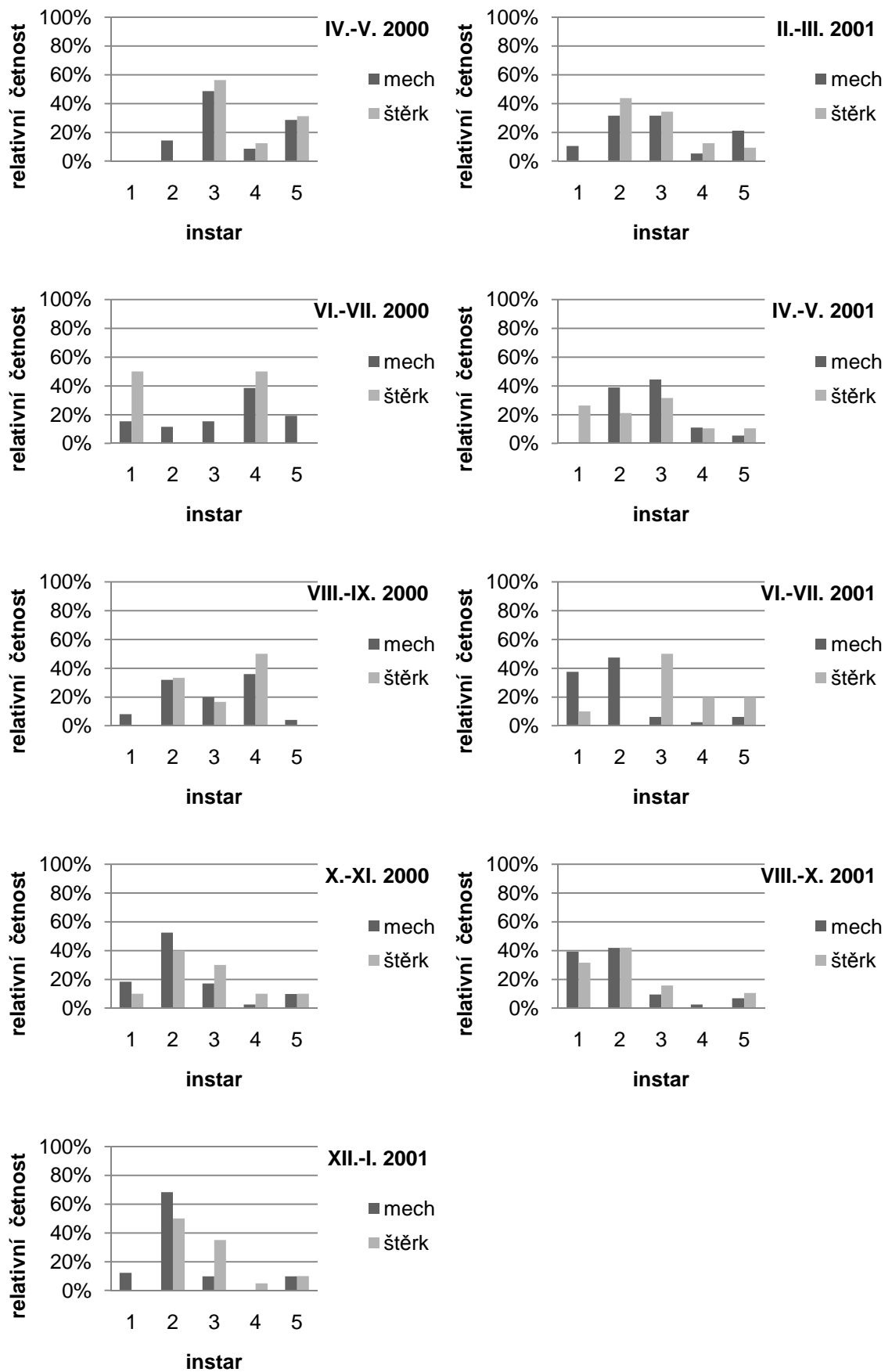


**Graf 2:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Hydropsyche siltalai* na srovnávaném substrátu.





**Graf 3:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Polycentropus flavomaculatus* na srovnávaném substrátu.



**Graf 4:** Relativní četnost jednotlivých instarů larev *Rhyacophila nubila* na srovnávaném substrátu.