

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Bc. Ladislav Toncr

**Emergence a životní cykly vybraných druhů jepic čeledí
Baetidae a Leptophlebiidae (Ephemeroptera)**

Diplomová práce

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Hydrobiologie

Forma studia: prezenční

Vedoucí práce: RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.

Termín odevzdání práce: květen 2017

Olomouc 2017

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně za použití citované literatury.“

V Olomouci dne 8. 5. 2017

.....

Podpis

Poděkování:

Nejdříve bych rád poděkoval RNDr. Vladimíru Uvírovi, Dr. za trpělivost, poskytnutí cenných rad, konzultací a odborné literatury. Dále děkuji Mgr. Bronislavě Janíčkové, MBA za cenné rady, konzultace a připomínky. Velký dík patří i mé rodině a přítelkyni za obrovskou podporu při psaní diplomové práce a samotném studiu.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Bc. Ladislav Toncr
Název práce:	Emergence a životní cykly vybraných druhů jepic čeledi Baetidae a Leptophlebiidae (Ephemeroptera).
Typ práce:	Diplomová práce
Pracoviště:	Katedra zoologie a ornitologická laboratoř
Vedoucí práce:	RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.
Rok obhajoby práce:	2017

Abstrakt:

V této diplomové práci byla vyhodnocena emergence jepic čeledi Baetidae a Leptophlebiidae. Konkrétně bylo zjištěno zastoupení samců a samic, poměr stádií imag a subimag, nejčastější období emergence, životní cykly vybraných druhů a průběh abiotických faktorů působících na jedince. Jedinci byli odchytáváni do dvou emergenčních pastí (trvale zaplavené a periodicky zaplavované) na alpském potoce Oberer Seebach v letech 1981 – 2005 v rámci projektu Ritrodat – Lunz. V práci bylo potvrzeno zvyšování průměrných teplot v lokalitě za sledované období, které mohlo vést ke zjištěné změně v druhovém složení. Zastoupení samců a samic bylo u většiny druhů vyvážené a počet odchycených imag jen výjimečně převyšoval hodnoty odchycených subimag.

Klíčová slova: Ephemeroptera, Baetidae, Leptophlebiidae, životní cykly, emergence, subimago, jepice

Bibliographical identification

Autor's first name and surname: Bc. Ladislav Toncr

Title: Emergence and life cycles selected mayflies species of families Baetidae a Leptophlebiidae (Ephemeroptera).

Type of thesis: Master's thesis

Department: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology

Supervisor: RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.

The year of presentation: 2017

Abstract:

In this thesis was evaluated emergence of mayflies families Baetidae and Leptophlebiidae. Concretely, it was found representation of males and females, the ratio of the stages imago and subimago, when often leads to emergence, life cycles of selected species and effect of abiotic factors. Individuals were captured to two emerging traps (permanently flooded and periodically flooded) at Alpine stream Oberer Seebach since 1981 to 2005 under the project Ritrodat - Lunz. Thesis confirmed increasing average temperatures in the monitored period, which could lead to detect changes in species composition. The representation of male and female was balanced for most species and the number of adults caught only exceptionally exceeded the value captured subimago.

Keywords: Ephemeroptera, Baetidae, Leptophlebiidae, life cycles, emergence, subimago, mayfly

Obsah

Seznam obrázků a grafů.....	vii
Úvod.....	1
1 Cíle práce	2
2 Řád Ephemeroptera.....	3
2.1 Morfologie.....	3
2.1.1 Vajíčko.....	4
2.1.2 Larva	5
2.1.3 Morfologie subimaga a imaga	6
3 Životní cykly jepic	9
3.1 Rozmnožování.....	11
3.2 Kladení vajíček.....	12
3.3 Stádium larvy	13
3.4 Emergence.....	13
3.5 Faktory ovlivňující životní cykly	14
3.5.1 Vliv teploty	15
4 Lokalita	16
5 Metodika	18
5.1 Emergenční past	18
5.2 Terénní odběr vzorků	19
5.3 Fixace a archivace materiálu	20
5.4 Třídění a determinace vzorků.....	21
5.5 Zpracování dat.....	24
6 Výsledky	25
6.1 Abiotické faktory	25
6.2 Vyhodnocení emergence jepic	26
6.2.1 Počty jedinců v jednotlivých čeledích	27
6.2.2 Čeleď Baetidae.....	29
6.2.3 Čeleď Leptophlebiidae.....	31
6.3 Změny v počtu jedinců.....	31
6.3.1 Čeleď Baetidae – trvale zaplavená past A	31
6.3.2 Čeleď Baetidae – periodicky zaplavovaná past B	35
6.3.3 Čeleď Leptophlebiidae – trvale zaplavená past A	38

6.3.4	Čeled' Leptophlebiidae – periodicky zaplavovaná past B	39
6.4	Poměr pohlaví	40
6.4.1	Čeled' Baetidae trvale zaplavená past	40
6.4.2	Čeled' Baetidae periodicky zaplavovaná past	41
6.4.3	Čeled' Leptophlebiidae trvale zaplavená past	41
6.4.4	Čeled' Leptophlebiidae periodicky zaplavovaná past	41
6.5	Poměr imag a subimag	42
6.5.1	Čeled' Baetidae trvale zaplavená past	42
6.5.2	Čeled' Baetidae periodicky zaplavovaná past	42
6.5.3	Čeled' Leptophlebiidae obě pasti	43
6.6	Načasování a intenzita emergence jednotlivých druhů	43
6.6.1	Baetidae	44
6.6.2	Leptophlebiidae	47
7	Diskuze	49
	Seznam literatury	54

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázek č. 1: Morfologie vajíček.....	4
Obrázek č. 2: Morfologie larvy.....	6
Obrázek č. 3: Morfologie dospělce.....	8
Obrázek č. 4: Životní cyklus jepic.....	11
Obrázek č. 5: Mapa lokality s vyznačeným tokem.....	17
Obrázek č. 6: Ukázka výzkumné plochy na potoce Oberer Seebach.....	18
Obrázek č. 7: Emergenční past.....	19
Obrázek č. 8: Vytyčení výzkumné plochy s vyznačením polohy pasti A a B.....	20
Obrázek č. 9: Epruvety se vzorky připravenými k determinaci.....	20
Obrázek č. 10: Křídelní žilnatina 1. páru křídel jepice čeledi Ephemerellidae.....	22
Obrázek č. 11: Křídelní žilnatina 2. Páru křídel samice <i>Baetis alpinus</i>	22
Obrázek č. 12: Kopulační orgán samce <i>Ecdyonorus picteti</i>	23
Obrázek č. 13: Kopulační orgán samce <i>Baetis vernus</i>	23
Graf č. 1 : Průměrné teploty vody a vzduchu v letech 1981 - 2001.....	26
Graf č. 2: Procentuální zastoupení čeledí v trvale zaplavené pasti.....	27
Graf č. 3: Počty jedinců jednotlivých čeledí jepic v trvale zaplavené pasti.....	28
Graf č. 4: Procentuální zastoupení čeledí v periodicky zaplavené pasti.....	28
Graf č. 5: Počty jedinců jednotlivých čeledí jepic v periodicky zaplavované pasti.....	29
Graf č. 6: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Baetidae v trvale zaplavené pasti	30
Graf č. 7: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Baetidae v periodicky zaplavované pasti.....	30
Graf č. 8: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Leptophlebiidae v obou pastech.....	31
Graf č. 9: Počty jedinců v zaplavené pasti v jednotlivých letech.....	33
Graf č. 10: Počty jedinců <i>B. vernus</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	33
Graf č. 11: Počty jedinců <i>B. rhodani</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	34
Graf č. 12: Počty jedinců <i>A. muticus</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	34
Graf č. 13: Počty jedinců <i>B. alpinus</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	34
Graf č. 14: Počty jedinců <i>B. melanonyx</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	35

Graf č. 15: Počty jedinců v periodicky zaplavované pasti v jednotlivých letech.....	36
Graf č. 16: Počty jedinců <i>B. vernus</i> v jednotlivých letech v pasti B.....	36
Graf č. 17: Počty jedinců <i>B. rhodani</i> v jednotlivých letech v pasti B.....	36
Graf č. 18: Počty jedinců <i>A. muticus</i> v jednotlivých letech v pasti B.....	37
Graf č. 19: Počty jedinců <i>B. alpinus</i> v jednotlivých letech v pasti B.....	37
Graf č. 20: Počty jedinců <i>B. malanonyx</i> v jednotlivých letech v pasti B.....	37
Graf č. 21: Počty jedinců čeledi Leptophlebiidae v pasti A v jednotlivých letech.....	38
Graf č. 22: Počty jedinců <i>H. confusa</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	39
Graf č. 23: Počty jedinců <i>P. submarginata</i> v jednotlivých letech v pasti A.....	39
Graf č. 24: Počty jedinců čeledi Leptophlebiidae v pasti B v jednotlivých letech.....	40
Graf č. 25: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>A. muticus</i>	45
Graf č. 26: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>B. alpinus</i>	45
Graf č. 27: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>B. vernus</i>	45
Graf č. 28: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>B. rhodani</i> ...	46
Graf č. 29: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>B. rhodani</i> ...	46
Graf č. 30: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>B. alpinus</i>	46
Graf č. 31: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>H. confusa</i> ...	47
Graf č. 32: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>P. submarginata</i>	47
Graf č. 33: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>H. confusa</i> ...	48
Graf č. 34: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu <i>P. submarginata</i>	48
Tabulka č. 2: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti A.....	40
Tabulka č. 3: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti B.....	41
Tabulka č. 4: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v pasti A.....	41
Tabulka č. 5: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v pasti B.....	41
Tabulka č. 6: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti A.....	42
Tabulka č. 7: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti B.....	43
Tabulka č. 8: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v obou pastech.....	43

Úvod

Vodní zdroje na zemi jsou v ohrožení. Není tím myšleno pouze jejich znehodnocení, ale i vyčerpání. Využitelné sladké vody je pouze setina procenta z veškeré vody na planetě. Sladká voda poskytuje útočiště obrovskému množství druhů živočichů, včetně jepic. V důsledku klimatických změn se očekává zvýšení teploty těchto vod a to by mělo mít obrovský dopad na společenstva nejen vodních živočichů. Extrémní projevy počasí způsobují střídající se záplavy a období sucha, což je nebezpečné nejen pro jepice.

Ephemeroptera jako i jiní zástupci vodního hmyzu reagují na tuto změnu podnebí různými projevy. Pro tuto práci považuji za stěžejní projev změnu v životním cyklu. Dochází k ní většinou časovým posunem emergence nebo zvýšením počtu generací za rok. Změny klimatu ale mohou mít i fatální následky pro celý druh. Například vlivem extrémních teplot nedojde k dosažení spodní hranice, klíčové pro vývoj vajíček, nebo náhlé extrémní teploty v zimě předčasně přerušují dormanci.

Zvýšení teploty má ale i nepřímé dopady. Příkladem je známý fakt, že teplá voda má lepší rozpustnost solí, ale plyny se rozpouští lépe ve studené vodě. Oteplené vody tak mají méně kyslíku a druhy, které přijímají z vody kyslík, strádají, živoří, nebo dokonce hynou.

Tato diplomová práce je zaměřena na vyhodnocení emergence jepic čeledi Baetidae a Leptophlebiidae v dlouhodobém výzkumu alpského potoku. Mimo jiné bylo zkoumáno, kdy dochází k výletu jednotlivých druhů a jaký typ životního cyklu na lokalitě jepice mají. V průběhu práce se sledovalo, zda se zvyšující se teplotou nedochází k eliminaci nějakého druhu, nebo naopak jestli některý teplomilný druh ve výčtu nepřibyl.

Tato diplomová práce navazuje na dlouholetý výzkumný projekt Ritrodat, který zahájil v roce 1976 profesor Gernot Bretschko v biologické stanici Limnologického institutu Rakouské akademie věd v rakouském Lunz am See. Cílem projektu bylo dlouhodobé sledování funkčních a strukturálních vztahů ekosystému tekoucích vod (Wagner & Leichtfried 2003).

Výzkum se zaměřil na 100m dlouhý úsek potoka Oberer Seebach, kde byly v letech 1978 – 2005 měřeny a zapisovány hydrometeorologické údaje, obsluhované emergenční pastí, monitorovaly se sedimenty a morfologie koryta atd. (Wagner & Leichtfried 2003).

1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je vyhodnotit základní charakteristiky emergence jepic čeledí Baetidae a Leptophlebiidae v alpském potoce Oberer Seebach v Dolním Rakousku v průběhu let 1982 – 2005. Byl hodnocen poměr pohlaví, poměr imag a subimag a změny druhového spektra a časový průběh emergence jednotlivých druhů. Dalším cílem práce je zjistit, zda má průběh teploty vody na lokalitě za celé sledované období zvyšující tendenci, a jaký má vliv na druhové spektrum výše uvedených čeledí.

Hypotézy:

- Teplota vody má na sledované lokalitě zvyšující se tendenci
- Na lokalitě došlo v průběhu sledování ke změně druhového složení jepic
- Teplota ovlivňuje druhové spektrum jepic
- Poměr pohlaví je vyrovnaný
- Počet subimag jednotlivých druhů bude převyšovat počet imag

2 Řád Ephemeroptera

Jepice jsou jeden z nejstarších řádů hmyzu vůbec (Lellák et al. 1982). Jeho původ sahá až do svrchního Karbonu či spodního permu, tedy do doby před 290 miliony let (Brittain & Sartori 2003, Landa 1969). Někteří zástupci jsou však známí již ze spodního karbonu. Z recentních čeledí je nejstarší č. Palingeniidae, jejíž stáří sahá až do permu (Lellák et al. 1982). Pokud jsou nalezeny nějaké fosilie, jedná se ve většině případů stádium larvy. Tato skutečnost je nejspíše dána tím, že dospělci žijí velice krátce (Sinitschenkova 1991).

Historií systému a nomenklatury tohoto řádu se ve svém díle zabývá především Landa (1969). Pojmenování tohoto řádu sahá až do 4. století před naším letopočtem. Líhnoucí dospělci jepic byli nazváni Aristotelem jako *Ephemeron*. Jméno mělo poukazovat na krátký život dospělců (Soldán 1997). Jepice se vyskytují na všech světadílech kromě Antarktidy. V rámci tohoto řádu je zahrnuto 42 čeledí, více než 400 popsanych rodů a 3000 druhů. Tyto počty dále stoupají, je to dáno především podrobnějším průzkumem tropických vod. Mezi druhově nejbohatší čeledi patří Baetidae, Leptophlebiidae a Heptageniidae (Barber-James et al. 2008). Jejich diverzita je zkreslená tím, že nejsou prozkoumány všechny oblasti rovnoměrně. Nejvíce jsou nám známí zástupci jepic Holarktické oblasti, ale diverzita v Afrotropické a Orientální oblasti dosud prozkoumána není (Sartori et al. 2003). Ze 42 popsanych čeledí jsou pouze 3 (Baetidae, Caenidae a Leptophlebiidae) rozšířeny celosvětově (Barber-James et al. 2008).

Jepice mají dva páry křídel, přední velká a zadní pár může být velmi redukovaný nebo úplně chybět (Brittain 1982). Z toho důvodu je tento řád řazen do podtřídy Pterygota (křídlatí) (Sedlák 2002). Jepice mají, v rámci pterygotního hmyzu zcela unikátní stádium subimaga (Edmunds & McCafferty 1988). Imaga a subimaga nejsou schopna podobně jako vážky skládat křídla horizontálně na abdomen (Barber-James et al. 2008) a díky této skutečnosti se řadí do infrařádu Paleoptera (starokřídlí) (Sedlák 2002).

2.1 Morfologie

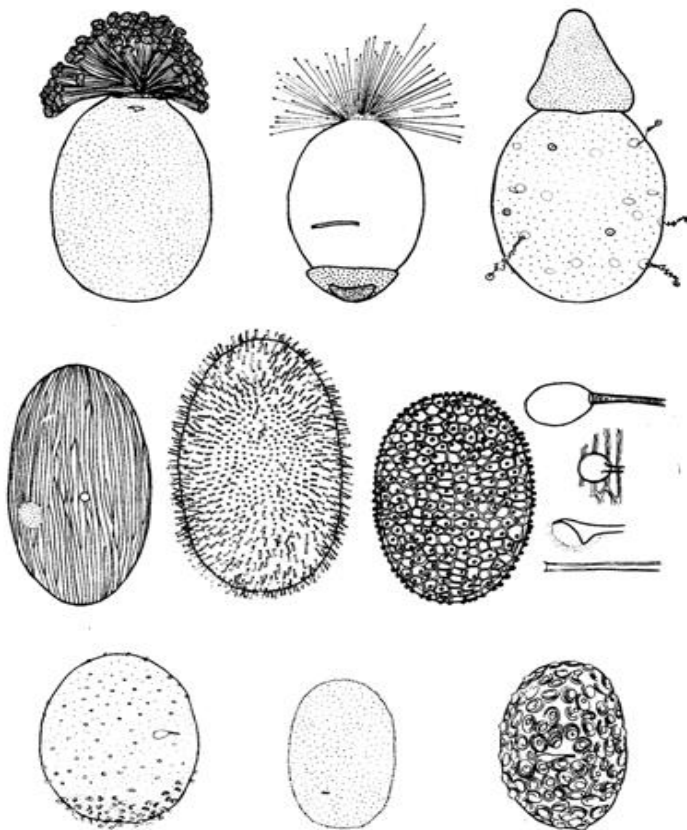
Morfologie jednotlivých druhů jepic vyplývá z rozdílných typů prostředí, ve kterém žijí. Druhy se evolučně vyvíjejí a přizpůsobují se prostředí adaptacemi, které zvýhodňují jedince v boji o potravu, území, či možnost se rozmnožovat. V následujících podkapitolách se budu zabývat morfologií celého řádu.

2.1.1 Vajíčko

Vajíčka některých druhů jsou velice odolná a jepice díky tomu mohou přežívat nepříznivé období v podobě diapauzy (Hynes 1970). Jedná se zejména o druhy jepic z periodických tůní (Lellák et al. 1982). U jednotlivých druhů jepic se vyvinuly různé adaptace i na vajíčkách, které např. lepí či bobtnají, nebo jinak zvětšují svůj objem při kontaktu s vodou (obrázek č. 1) (Elliott & Humpesch 1980).

Doba, za kterou se larvy jepic vylíhnou z vajíček, závisí na teplotě. Pohybuje se u většiny jepic mezi jedním a dvěma týdny. Nicméně u několika rodů jako *Amletus* a *Siphonurus*, se vejce líhnou až následující rok. Děje se tak proto, že vajíčka jsou schopna snášet vyschnutí (Burks 1953).

Velikost vajíček se pohybuje v rozmezí 150 - 300 μm (Landa 1969). Vajíčka bývají kladena na vodní hladinu, nebo na svrchní či spodní stranu ponořených předmětů, kterými jsou např. kameny a větve (Burks 1953).



Obrázek č. 1: Morfologie vajíček (převzato z: Landa 1969 a upraveno Toncr 2017).

Doba vývoje vajíčka, mezi nakladením a líhnutím se u jednotlivých druhů liší a je závislá hlavně na teplotě (Lellák et al. 1982). Například u jepice *Baetis rhodani* kolísala tato

doba od 17 týdnů při 3 °C až po 1 týden při 22 °C (Elliott 1972). Ideální teplota pro líhnutí jepic je nad 20 °C (Lellák et al. 1982). Kolísání teploty nehraje roli v úspěšnosti vylíhlých jepic, ale se zvyšující se teplotou se zkracuje čas potřebný pro vylíhnutí (Humpesch 1982). Rozhodující pro přežití jepic je načasování líhnutí a délka vývoje (Knispel et al. 2006).

2.1.2 Larva

Jepičí larvy mají hlavu, hrud' a zadeček. Z hrudníku vystupují tři páry dobře vyvinutých nohou a dvojice žaber na každém zadečkovém článku. Z konce zadečku vystupují dva nebo tři štěty (Burks 1953).

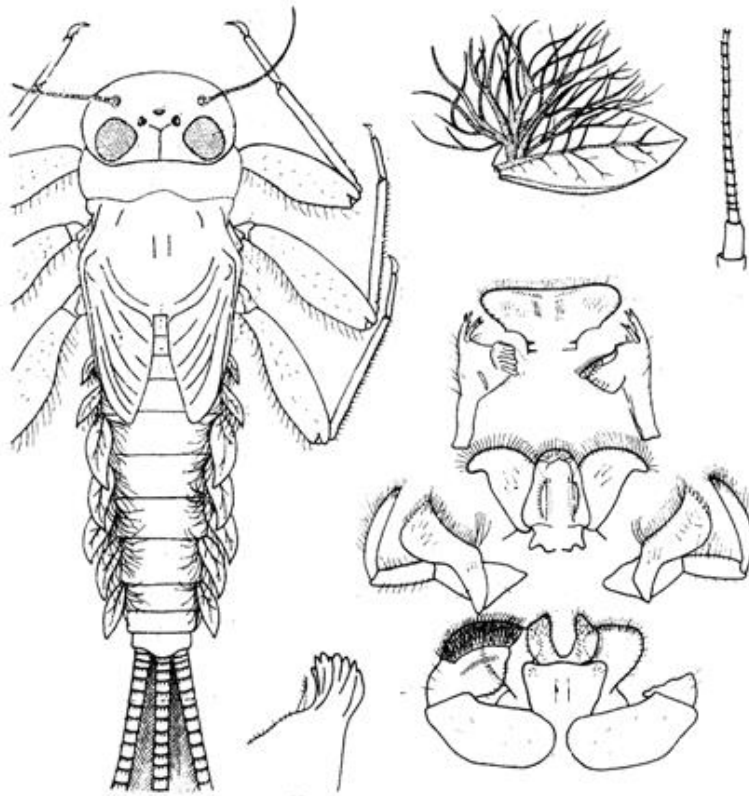
Morfologie larev se u různých druhů liší, což je výsledek adaptací na specifické podmínky prostředí, v nichž se larvy vyskytují (Lellák et al. 1982). Čeled' Heptageniidae je např. se svým zploštěním těla přizpůsobena k ukrývání pod kameny a díky menší výšce těla má lepší přilnavost k substrátu (Hynes 1970) a nemusí čelit tak velkému hydraulickému stresu. Druh, který má pro dané prostředí nejlepší adaptace, bývá v biotopu nejrozšířenější a nejdůležitější článek ekosystému (Hynes 1970).

Hlava je prognátní, nebo orthognátní s jedním párem tykadel (Lellák et al. 1982). Je poněkud robustnější než u dospělců (Landa 1969) a je na ní pár složených očí a tři očka (Lellák et al. 1982).

Hrud' nese tři páry silných nohou (Burks 1953), které jsou pokryty nejrůznějšími výrůstky (trny a chlupy). Na konci nohou bývá vždy jeden drápek. Díky prostředí dochází u jepic k různé modifikaci končetin. Zárodky křídel jsou umístěny v páru křídelních pochev na druhém a třetím hrudním segmentu (Lellák et al. 1982).

Abdomen se skládá z deseti zadečkových článků (Burks 1953), na kterých se vyskytují v párech tracheální žábry, pomocí kterých jepice dýchají (Sedlák 2002). Žábry mají své svaly, mohou mít různé tvary a jsou umístěny na 1. – 7. abdomenálním článku. Jedná se o uzavřený tracheální systém, larvy jsou apneustické (Lellák et al. 1982). Modifikace žaber je různá, pomáhá při plavání, u některých druhů vznikly krytky, které je chrání před znečištěním a poškozením (Hynes 1970).

Na konci abdomenu, na jeho desátém článku, se vyskytují dva dlouhé štěty, které jsou doplněny paštětem uprostřed (Burks 1953). U některých druhů může být velice redukovaný (*Baetis alpinus*), nebo se vůbec nevyskytuje (Sedlák 2002), např. u rodu *Epeorus*. Štěty napomáhají hlavně při plavání a platí, že lépe plovoucí jepice je mají delší a někdy obrvené (Lellák et al. 1982).



Obrázek č. 2: Morfologie larvy (převzato z: Landa 1969 a upraveno Toncr 2017)

2.1.3 Morfologie subimaga a imaga

Ephemeroptera jsou jedinou skupinou hmyzu, kde se okřídlený instar ještě svléká (Burks 1953). Larva opouští vodní prostředí a dochází k prasknutí pokožky larvy, ze které vylétá subimago (Sedlák 2002). Jde o první okřídlenou fázi, což je subadultní stádium, ze kterého se při dalším svlékání (Burks 1953), za několik minut až hodin (Sedlák 2002), stává reprodukční (adultní) stádium – imago (Burks 1953). Tento jev je označován jako emergence a dochází k němu zpravidla na pevných předmětech a ve vzácných případech i za letu (Sedlák 2002).

Subimago je velmi podobné dospělci, avšak na rozdíl od něho má tělo a končetiny uzavřené v průhledné vrstvě kůže (pelikule). Dále ho lze poznat podle křídel, jež jsou na rozdíl od průhledných křídel matnější (Burks 1953). Křídla subimag mohou být matná, šedá, zelenavá, hnědavá s různými skvrnami, či bez nich. Často mají obrvené šetty (Landa 1969).

Subimaga mají kratší končetiny, kaudální filamenty a pohlavní ústrojí není úplně vyvinuto (Lellák et al. 1982). Ale i přesto mají subimaga zralé sperma a vajíčka. Výjimečně dokonce u velmi mála druhů samička klade vajíčka jako subimago (Burks 1953).

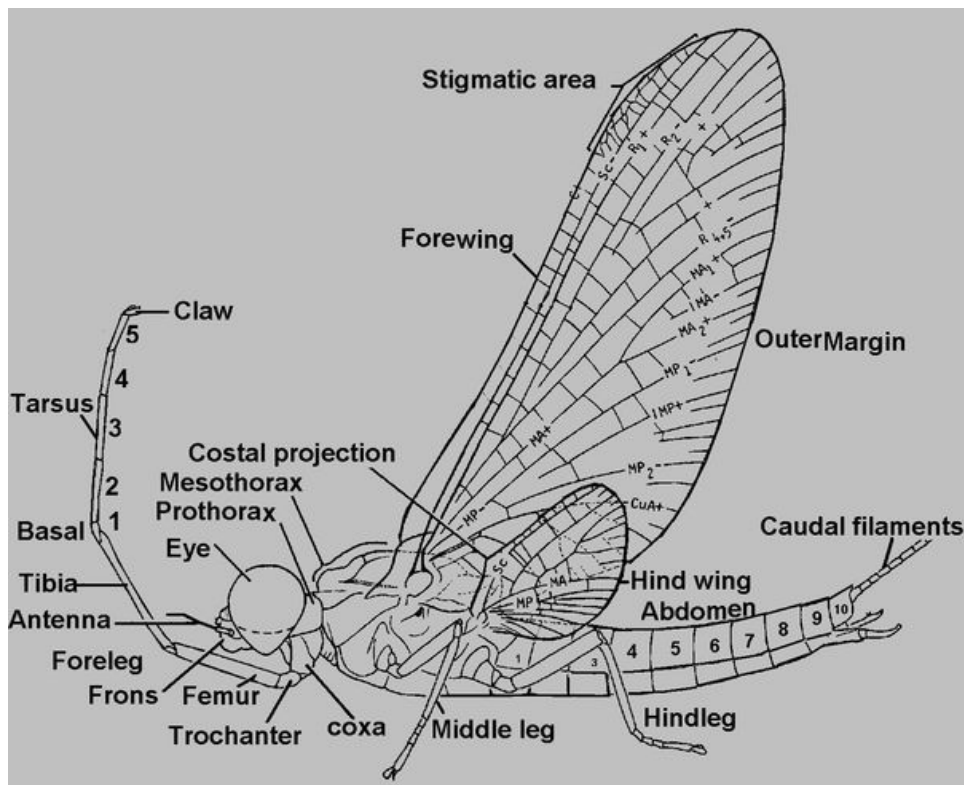
Ústní ústrojí dospělců je zakrnělé. Nemohou tedy přijímat potravu, a proto tedy žijí jen krátkou dobu po emergenci (Burks 1953). Jepice mají ve většině případů dva páry trojúhelníkovitých křídel, přední velké a zadní pár může být velmi redukovaný nebo úplně chybět (Brittain 1982). Křídla jsou v klidu skládána kolmo nad abdomen (Barber-James et al. 2008), až na jepici rodu *Caenis*, která křídla pokládá horizontálně na své tělo (Sedlák 2002).

Dospělci, stejně jako larvy, mají na zadečku dva štěty a prostřední paštět, který bývá u samců zpravidla větší (Landa 1969). Střední paštět je přítomný u všech jepic, avšak u některých druhů je pouze zakrnělý (Burks 1953).

Dospělci dorůstají velikosti 0,3 – 4 cm a mají prognátní hlavu (Lellák et al. 1982) s krátkými tykadly a stejně jako larva má i dospělec 3 očka a pár složených očí (Barber-James et al. 2008). Z hrudních článků vychází 3 páry nohou (Sedlák 2002). Přední pár je delší a u samců většinou slouží k přidržení samičky při kopulaci. Další páry fungují mimo pohyb i jako smyslové orgány (hmat) (Landa 1969).

Samci bývají v dospělosti často až dvakrát menší než samice (Corkum et al. 1997). Dospělý samec jepice je od samice dobře rozeznatelný, mívá na konci těla tzv. klíšťky (forceps), mezi kterými vyčnívá penis. Tyto kleště, s výjimkou čeledi Campsurinae, jsou segmentované. Jejich struktury mohou být viděny i přes pelikulu na subimagu a zralé larvě. Jsou ale měkké a méně sklerotizované, než u dospělce (Burks 1953). Pohlavní otvory bývají párové, stejně jako penis (Lellák et al. 1982). U samic bývá zadní okraj devátého článku zaoblený, jednoduchý bez struktur a u několika rodů má samice elementární kladélko (Burks 1953).

Dospělci jepic nedýchají pomocí žaber jako jejich larvy, ale mají tracheální systém, který ústí osmi páry zadečkových a dvěma páry hrudních stigmat (Lellák et al. 1982).



Obrázek č. 3: Morfologie dospělé (převzato z: Balachandran et. al. 2011)

3 Životní cykly jepic

Životní cyklus (obrázek č. 4) je sekvence fyziologických procesů a morfologických etap, které propojují dvě generace (López-Rodríguez et al. 2008). V průběhu těchto procesů se prodlužují křídelní pochvy a vyvíjí pohlavní orgány (Lellák et al. 1982). Jepice patří mezi hemimetabola, což je hmyz s proměnou nedokonalou. Vajíčko – larva (několik svlékání) – dospělec. U jepic je ovšem mezi larvou a dospělcem ještě subimago. Svlékání je v průměru cca 12 (Sedlák 2002).

Některé larvy se vyvíjejí kratší dobu, např. rod *Cellibaetis*, kde trvá, 5-6 týdnů než se z vajíčka stane dospělec. Zato u menších druhů rodu *Baetis* jde o 4-5 měsíců, např. *Baetis vagans* dokonce 6-9 měsíců. (Burks 1953). Larvy jepic během vývoje podstupují velké množství svlékání (Burks 1953). Obyčejně to bývá kolem 12-ti instarů (Sedlák 2002), u *Cleon dipterum* to může být až 20 svlékání a *Baetis posticus* se svléká dokonce 27 krát (Lellák et al. 1982). Nejintenzivnější růst larvy probíhá asi dva měsíce před emergencí (Landa 1968).

Klasifikace životních cyklů (Clifford 1982):

Univoltinní

U – sezonní univoltinní cykly, neodpovídající přesnému typu.

Uw – sezonní zimní univoltinní cykly, populace přezimují v larválním stádiu.

Us – sezonní univoltinní letní cyklus, s líhnutím, růstem a emergencí v létě s přezimováním ve stádiu vajíčka.

Us-Uw – sezonní univoltinní cykly, kde většina nové generace přezimuje jako vajíčko a malá část populace přezimuje jako larva.

Multivoltinní

M? – sezonní multivoltinní cyklus, neodpovídající přesnému typu kde jsou 3 generace za 2 roky.

MB – nejvyšší část populace je sezonně bivoltinní (2 generace za rok).

MB? – sezonně bivoltinní cykly, nevytvírající o konkrétním typu.

MBss – sezonní bivoltinní letní cyklus, následovaný letní generací přezimující ve stádiu vajíčka.

MBws – sezonní bivoltinní se zimním a letním cyklem. Je zde přezimující populace ve stádiu larvy, následována letní generací.

MP – většinu času polyvoltinní cykly, kde jsou 3 a více generací za rok, obvykle spočívá ve dvou letních generacích a přezimující generací ve stádiu larvy.

MB-MP – sezonně multivoltinní cykly, kde studovaná populace může být bivoltinní a polyvoltinní v závislosti na roce nebo odlišném habitatu.

MNP – nesezonní polyvoltinní cykly, zmínky pochází spíše z tropických a subtropických regionů.

Zcela Uni – Multivoltinní – jsou typy proměnlivých životních cyklů a zahrnují druhy, jejichž životní cykly se pohybují mezi hlavními typy voltismu.

Us – MBss – sezonní variabilní cykly, kde jedna nebo dvě letní generace závisí na roce nebo habitatu.

Uw – MBws – sezonní variabilní cykly, kde populace má typicky univoltinní zimní cyklus, ale závisí na roce a místním habitatu.

Zcela semivoltinní

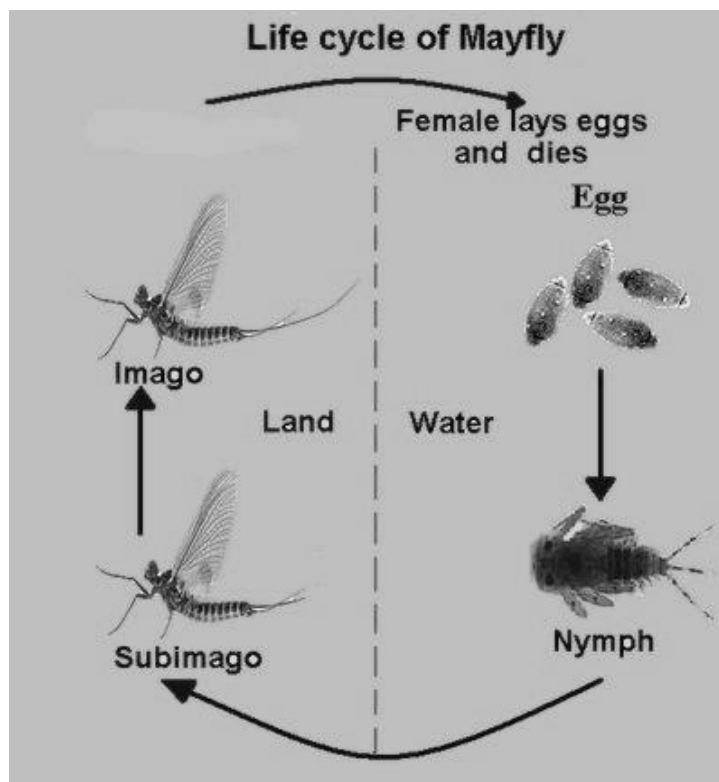
2Y – sezonně semivoltinní cykly s jednou generací za dva roky.

3Y – sezonně semivoltinní cykly, kde bývá jedna generace za dva nebo tři roky, v závislosti na místních podmínkách.

Zcela Uni – semivoltinní

Uw – 2Y – sezonní variabilní cykly, s univoltinním zimním cyklem, nebo dvouletý semivoltinní cyklus, závislý na roce a místním habitatu.

Asi 25 % všech jepic vykazuje multivoltinní cykly, monovoltinní má cca 60 % z celého řádu Ephemeroptera (Clifford 1982). Některé jepice, jako jsou *Heptagenia* a *Stenonema* synchronizují svůj výlet rok co rok na tom stejném místě v ten stejný čas a jsou tedy univoltinní (Burks 1953). Avšak jepice s kratším vývojem larvy, jako je např. *Celibates* mají většinou bivoltinní cyklus s výletem na jaře a na podzim. Větší druhy jepic jako je např. *Hexagenia sp.* potřebují 2 roky k dozrání larvy a jsou tedy semivoltinní (Burks 1953). Obecně lze říci, že v chladných oblastech se vyskytují u jepic převážně univoltinní cykly a v teplejších oblastech jsou to spíše cykly multivoltinní (Clifford 1982).



Obrázek č. 4: Životní cyklus jepic (převzato z: Balachandran et. al. 2011 a upraveno Toncr 2017)

3.1 Rozmnožování

Až polovina jepic se rozmnožuje na severní polokouli v červnu nebo červenci (Clifford 1982). Některé jepice, jako *Ameletus ludens* a *A. lineatus* jsou za normálních okolností parthenogenetické a samci jsou u těchto druhů buď neznámí, nebo extrémně vzácní (Burks 1953).

Ve většině případů samci tvoří roje, ve kterých se pohybují typickým klesáním a stoupáním (Lellák et al. 1982). Tomuto pohybu se říká zásunbní lety a samice si podle schopnosti manévrovat vybírají samce ke kopulaci (McLachlan 1985). Poté nalétávají do roje a se samcem se za letu páří (Lellák et al. 1982).

Jepice se páří a kladou vajíčka na stejnou vodní plochu, ze které jepice pochází. Mohlo by se tedy zdát, že nedochází k obohacení genetické informace rozmnožováním s jinými populacemi. Nicméně za příznivých podmínek, jako jsou vyšší večerní teplota a příznivý vítr, se samice vydávají i několik mil od vodního toku. Evidentně tedy jepice, pomocí těchto dlouhých letů jsou schopny usadit se na nové lokalitě. V Indii na řece Wabash byla pozorována samice až téměř 50 mil daleko od řeky (Burks 1953).

Synchronizace emergence obou pohlaví je velice důležitá a zásadní. Samci ale někdy emergují o něco dříve. Jedno z vysvětlení je, že emergující samci slouží jako potrava pro predátory, aby později emergující samice byly ve větším bezpečí při kladení vajíček (Sweeney & Vannote 1982). U monovoltinných jepic s letní generací dochází k rozmnožování později v roce než u monovoltinných se zimní generací (Clifford 1982).

3.2 Kladení vajíček

Jepice mají pro kladení vajíček mnoho strategií. Téměř vždy se ale vydávají proti proudu (Burks 1953). Dospělé samice mohou do jisté míry ovlivnit úspěch emergence a početnost příští generace jepic, výběrem správného místa pro nakladení vajíček (Progar & Moldenke 2009). Je to sice ojedinělé, ale existují i druhy, kde subimago samice je schopno snášet snůšky vajíček (Burks 1953).

U druhu *Baetis rhodani*, se samice vydává pod vodu většinou po předmětu vyčnívajícím nad vodu, vybere vhodné místo a naklade vajíčka. Většinou si vybere spodní stranu kamene. Při kladení vajíček houpe zadečkem ze strany na stranu (Elliott & Humpesch 1980). Stejnou strategii používá i samice druhu *Baetis intercalaris* (Burks 1953). Samice je přitom obalena vzduchovou bublinou, kterou zadržuje křídly. Některé samice ponoří část zadečku pod hladinu a nakladou vajíčka na kámen, na kterém stojí (Lellák et al. 1982).

Samice rodu *Heptagenia* přistane na hladině po dobu několika sekund a spustí snůžku vajíček do vody. Toto opakuje do nakladení všech vajíček, nebo než ji uloví nějaký predátor. (Burks 1953). Samice rodu *Polymitarcis* mají vajíčka ve velkých snůžkách, ze kterých se nalétáváním na hladinu uvolňují (Lellák et al. 1982).

U většiny velkých jepic, jako *Hexagenia*, samice přistane na hladině s roztaženými křídly a naklade všechny vajíčka najednou (Burks 1953). Když se samičce namočí spodní strana zadečku, praskne a dojde k vysypání vajíček do vody (Lellák et al. 1982). Tento způsob využívá i *Ephemerella ignita* (Elliott & Humpesch 1980).

U rodů *Ameletus*, *Siphonurus* a *Leptophlebia* samice letí v blízkosti vody a v pravidelných intervalech klade vajíčka do vody (Burks 1953). Je to nejrozšířenější strategie kladení a využívají ho také jepice čeledí Ephemeridae, Leptophlebiidae a Heptageniidae (Elliott & Humpesch 1980).

Samice u druhu *Cleon dipterum* vyhledá po oplození skrýš a přečká zde až 2 týdny. Poté vajíčka naklade a po jejich namočení se larvy líhnou (Elliott & Humpesch 1980). Tato strategie se nazývá ovoviviparie a využívá ji také rod *Callibaetis* sp. (Burks 1953, Lellák

1982). Edmunds (1972) zjistil, že vajíčka v zadečku samic *Callibaetis* sp. jsou oplodněná a embrya se již vyvíjejí. Když potom samice klade vajíčka na vodu, larvy se líhnou během několika minut.

3.3 Stádium larvy

Většina života jepic se odehrává pod vodou a i přesto, že některé larvy mají relativně krátký čas vývoje, larvy délkou života mnohonásobně převyšují dospělé. Čas, který stráví jepice při vývoji z vajíčka až po dospělé, se liší druh od druhu (Burks 1953).

Až na několik málo výjimek jsou larvy jepic herbivorní nebo omnivorní. Živí se hlavně rozsivkami, rostlinami a mikroskopickými vodními organismy (Burks 1953). Do skupiny predátorů se řadí druh *Baetopus tenellus* (Derka 2005), jepice rodu *Isnychia* je částečný predátor a *Anepeorus* a *Metreturus pecatonica* mají dlouhé, ostré čelisti, které naznačují, že jsou čistými predátory (Burks 1953).

Jepice se převážně specializují na řasové nárosty a detrit (Sedlák 2002). Kousací ústní aparát může být různě modifikován, např. u rodu *Ameletus* došlo k vytvoření diatomové škrabky k požívání epilithických řas (Lellák et al. 1982).

Na základě adaptací rozdělil Lellák (1982) larvy jepic podle biotopu – **larvy stojatých vod a slepých ramen řek** (na hrabavé, lezoucí a plovoucí) a pro **tekoucí vody** (na přisedlé a volně lezoucí).

3.4 Emergence

Když larva jepice uzraje, snaží se opustit vodní prostředí, aby se mohla metamorfovat. Např. u rodu *Hexagenia* larva uzraje, vyplave na hladinu a vylíhne se z ní subimago, které následně emerguje (Burks 1953). Tato změna prostředí, přechod z vody na souš, je stěžejní pro rozmnožení a rozptyl jepic (Davies 1984). Celý proces zabere cca 2 minuty a je velice kritický. Jepicím hrozí vysoká míra predace rybami, které je skoky loví i těsně nad hladinou. Když se konečně dostanou mimo dosah ryb, hrozí jim predace ptáky (Burks 1953).

Jepice emergují především ve dne, v noci jen ojediněle. U *Baetis rhodani* byl pozorován poměr emergujících jedinců 445 ve dne a 19 v noci (Elliott 1967). Většina jepic tráví stádium subimaga odpočíváním ve stínu mezi rostlinami v okolí vodních ploch a po prasknutí pelikuly se jepice znovu svléká a vylétá dospělec. U většiny jepic trvá okřídlené

stádium 2-3 dny při letních teplotách. Délka může být někdy prodloužena na 5-6 dní, ale u samic *Calliactis* a *Cleon* bylo pozorováno živé okřídlené stádium dokonce 1-3 týdny (Burks 1953). Imaga jepic nejsou dobrými letci, a proto jsou možnosti jejich disperze omezené (Edmunds 1972).

U jepic rodů *Isoichnia*, *Ameletus* a *Siphonurus* vylézají larvy z vody na kameny, větvičky nebo jiné objekty mimo vodu, kde se emergují. Délka fáze subimaga záleží na teplotě. Při nižší teplotě toto stádium trvá déle. Než ze subimaga vyletí imago, musí ztratit téměř 25 % tělesné hmotnosti (převážně vody). Imago se proto nevyvine ve vlhkém prostředí. Ztráta vody nesmí být příliš rychlá, jinak subimago uhynie (Burks 1953).

3.5 Faktory ovlivňující životní cykly

Již dříve se předpokládalo, že teplota a světlo jsou velice důležitými faktory ovlivňujícími emergenci jepic (Riederer 1985). Synchronizace emergence u jepic a paterny jednotlivých druhů byly často diskutovány (Brittain 1982). Je známo, že faktory, které nejvíce ovlivňují životní cykly jepic, jsou teplota vody, fotoperioda a kvalita potravy (Erba et al. 2003). Dalšími faktory jsou koncentrace kyslíku ve vodě, množství potravy a nebezpečí vysychání (Banks et al. 2007).

Když se tyto faktory začnou měnit, životní cykly se do jisté míry mohou také změnit, takže cykly nebývají odlišné jen u různých druhů, ale i u stejného druhu napříč populacemi (López-Rodríguez et al. 2008).

Dále na druhy působí např. nižší pH, které může mít vliv na osmoregulaci jepic. Pokud dochází ke kolísání pH, roste spotřeba energie na udržování iontové rovnováhy (Fiance 1978). Na živočichy z horských toků také působí silný hydraulický stres, zejména v alpských potocích a dochází k potlačení konkurence a predace u bentických společenstev (Brittain & Milner, 2001).

Na jarní povodně jsou jepice přizpůsobené a zvyklé, ale existuje i riziko podzimních povodní, které mohou zdecimovat nově vylíhlé jedince některých druhů. Proto se u některých jepic vyvinula inkubační strategie, která závisí i na vodním režimu a podkladu. (Knispel et al. 2006).

Životní cykly ovlivňují také hydrologický režim a geomorfologické procesy, jako je posouvání koryta a pohyb dnových sedimentů (Milner & Petts 1994).

Dalším jevem, který má vliv na početnost a životní cykly jepic, je především rybí predace (Landa 1969). Peckarsky et al. (2002) prokázali, že jepice mění životní cyklus

po přidání chemických podnětů ze pstruha. Ve vodách s výskytem pstruhů dochází k tomu, že jepice *Baetis sp.* zrychlují svůj životní cyklus, aby snížily dobu, po kterou se vystavují predaci. Dospělci hmyzu se v terestrickém prostředí stávají kořistí suchozemských živočichů a jsou tak důležitým energetickým zdrojem (Nakano & Murakami 2001).

3.5.1 Vliv teploty

Za klíčovou proměnnou životního prostředí lze považovat teplotu vody (Ward 1994). Změna teploty je nejspíš nejznámějším projevem změn klimatu v globálním měřítku, ale je to pouze jeden z dopadů těchto změn. Musíme rozlišovat přímé a nepřímé vlivy působení teploty. U přímých je to hlavně zvýšení teploty těla, které ovlivňuje řadu fyziologických funkcí. Nepřímé působení nebývá tak viditelné a může způsobit až eliminaci vodních zdrojů a ovlivnit ekologické vazby (Woodward et al. 2010). Pokud se bude teplota zvyšovat, může nastat extrémní rozpínání eurytermních druhů a tím dojde k poklesu diverzity. Tento scénář bude mít fatální dopad na stenotermní aquatické organismy (Ward & Stanford 1982).

Předpokládá se, že nárůst teploty na naší planetě bude za sto let činit cca 3 – 5 °C a v blízkosti pólů až 7,5 °C (Thomas et al. 2004). Od scénáře oteplování, můžeme očekávat, že bude mít významný vliv na společenstvo fauny alpských potoků a to zejména na stenotermní druhy (Füreder 2007). Je pravděpodobné, že dojde ke ztrátě těchto druhů a to hlavně z toho důvodu, že nebudou splněny spodní prahové teploty pro růst a vývoj larev a vajec (Hauer et al. 1997). Změny klimatu již mají nejméně 30 let vliv na distribuci druhů (Woodward et al. 2010). Pro jepice je teplota prostředí limitující. Chladné vody obývají především druhy jepic, které mají monovoltinní cyklus (emergují jen jednou do roka), kdežto teplejší vody oplývají spíše druhy, které mají více generací za rok (Hynes 1970). Druhy, které mají více generací během jednoho roku, bývají lepší kolonizátoři (Banks et al. 2007).

Změny teplot jsou zatím sice malé, ale na vodní organismy mohou mít zásadní vliv (Schindler 1997). Nebezpečná je hlavně krátkodobá, extrémně vysoká teplota, která může způsobit např. úhyn po přehřátí v letních obdobích. V zimě může nastat např. fatální narušení diapauzy (McKee & Atkinson 2000). Vyšší teplota také urychluje trávení jepic a tak ovlivňuje jejich růst (Allan 1995).

Zajímavý fakt je, že na jaře emergující jedinci jsou většího tělesného vzrůstu, než jedinci ze stejné generace, kteří vyletěli v daném roce později. Je to dáno tím, že v teplejší vodě je vázáno méně kyslíku, a tak je dokončení vývoje pro jepici energeticky mnohem náročnější (Hynes 1970).

4 Lokalita

Studovaná lokalita se nachází cca 100 km jihozápadně vzdušnou čarou od Vídně a spadá do východních Alp. Konkrétněji leží poblíž obce Lunz am See v Dolním Rakousku, na horském potoce Oberer Seebach (47°51'N, 15°04'E) (obr. č. 5 a 6).

Potok Oberer Seebach měří cca 11 km a odvádí vodu z plochy cca 20 km². Vodnatost potoka je v průběhu roku výrazně kolísavá, což je pro horský potok typické (Fisher 1999). Okolní lesy jsou tvořeny zejména smrkem ztepilým (*Picea abies*) a jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior* L.) (Schmid-Araya & Schmid 1995).

Podloží je zde převážně vápencové (Müllner 1999), což ovlivňuje chemismus vody v potoku, a proto je zásaditá (Wagner & Leichtfried 2003). Průměrná hodnota pH je 8 (Bretschko 1981). Potok samotný lze charakterizovat jako studenou štěrkovitou bystřinu s jemnými sedimenty ze štěrku a písku (Müllner 1999). Potok spojuje 3 jezera – horní Obersee, střední Mittersee a dolní Lunzersee (Klemens 1991). V potoce se nachází rozsáhlá štěrková hyporeální vrstva, která místy dosahuje hloubky až 80 cm. Je to ideální místo především pro výskyt larev vodního hmyzu, protože tato vrstva bývá velice dobře saturovaná kyslíkem (Wagner & Bretschko 2002).

Lokalita se nachází ve výšce 950 m n. m., průměrný úhrn srážek je 2200 mm/rok a průměrná teplota vzduchu se pohybuje kolem 6,6 °C (Whiteman et al. 2004). Teplota vody v potoce je v průměru 6,25 °C (Bretschko 1981).

Na zkoumané lokalitě byla mezi lety 1979 – 1995 vytvořena testovací plocha o rozloze 100 m², kdy byl uskutečněn komplexní hydrobiologický průzkum v rámci projektu Ritrodat. Ten zjistil, mimo jiné, extrémní diverzitu druhů, především bezobratlých živočichů (569 druhů) a 6 druhů ryb.



Obrázek č. 5: Mapa lokality s vyznačeným tokem (převzato z austrianmap.at. a upraveno Toncr 2016).

5 Metodika

Vzorky z emergenčních pastí, které byly shromažďovány po dobu 24 let, byly v tehdejšímu Limnologickém institutu rakouské AV uloženy a pouze v nepatrném rozsahu docházelo k jejich zpracování. V současné době jsou veškeré vzorky převezeny na Univerzitu Palackého v Olomouci a postupně dochází k jejich zpracování. Pracovní postupy a metodika byly konzultovány s Prof. Leopoldem Fürederem (University of Innsbruck, Austria) a Dr. Marií Leichtfried (bývalá zaměstnankyně Biologické stanice Lunz am See, Austria).



Obrázek č. 6: Ukázka výzkumné plochy na potoce Oberer Seebach (zdroj: archiv Biologische Station, Lunz am See 2003, upraveno Toncr 2016)

5.1 Emergenční past

Pro odchyt emergujících živočichů byly nainstalovány emergenční pasti pyramidového tvaru o ploše podstavy $0,1 \text{ m}^2$. Konstrukci pastí tvořil těžký kovový rám a stěny byly z jemné síťoviny (obrázek č. 8). Aby se past udržela i v silném proudu na jednom místě, byla opatřena oky, do kterých byly natlučeny kovové tyče, které past fixovaly k sedimentu. Na vrcholu pyramidové pasti se nacházel otvor, na který navazovala odběrná nádoba velikosti $2,5 \times 9 \text{ cm}$. V nádobě se nacházel etylenglykol, který usmrtil a následně zafixoval živočichy, kteří se dostali dovnitř (Stummer 1982). Vzorky živočichů, zachycených v pastích, byly odebírány v pravidelných intervalech a fixovány v 70% etanolu.



Obrázek č. 7 Emergenční past (zdroj: archiv Biologische Station, Lunz mm See 2003, upraveno Toncr 2017)

5.2 Terénní odběr vzorků

Mezi lety 1981 – 2005 byly umístěny na výše zmiňovaném 100 metrovém úseku potoka emergenční pasti. V průběhu odebírání vzorků se jejich počet měnil (bylo jich 12 – 30), ale 12 pastí setrvalo po celou dobu na jednom místě. Tyto pasti byly umístěny na různých místech - v proudu, na mělčinách, ale i na štěrkových náplavech. Po roce 2005 se jejich počet zredukoval na pouhé 3 a měření bylo spíše sporadické, až do roku 2009 (Wagner & Leichtfried 2003).

Pro zpracování dat pro tuto práci byly zvoleny dvě pasti, které se nacházely po dobu celého experimentu na stejném místě (obrázek č. 9). První past byla trvale ukotvena v korytě vodního toku, byla tedy neustále zaplavená vodou a pro účely práce nese označení **past A**. Druhá past se vyskytovala na štěrkovém náplavu, byla pouze periodicky zaplavována a v rámci práce je nazývána jako **past B**.



Obrázek č. 8: Vytyčení výzkumné plochy s vyznačením polohy pasti A a B (převzato z Wagner & Leichtfried 2003, upraveno: Toncr 2016)

5.3 Fixace a archivace materiálu

V laboratoři byl biologický materiál uložen do skleněných epruvet se 70% etanolem (obrázek č. 10). Vzorky byly označeny štítkem s kódem pasti a datem odběru, ve formátu: rok-měsíc-den, např. 12CO3 – 1998 – 10 – 12. Aby vzorky za dlouhodobého skladování nevyschly, musel být etanol doplňován.



Obrázek č 9. Epruvety se vzorky připravenými k determinaci (Foto: Mikulka 2013)

5.4 Třídění a determinace vzorků

V první části determinace jsme organismy rozdělovali do řádů. V determinační skupině bylo několik členů, přičemž každý dále zpracovával vybraný řád. Pro moji práci jsem si vybral řád Ephemeroptera (jepice).

V další části jsem dospělé jepice roztřídil do čeledí podle příslušných determinačních znaků. Jednalo se především o počet štětů, počet chodidlových článků a křídelní žilnatinu (obrázek č. 11). Dospělci jepic mívají přirozeně různé zbarvení, ale vzhledem ke stáří vzorků a dlouhému působení etanolu orientace podle zbarvení nebyla možná. U dvou nejpočetnějších čeledí jepic jsem se orientoval podle následujících determinačních znaků:

Baetidae jsou charakterističtí ve stádiu imaga a subimaga následujícími znaky:

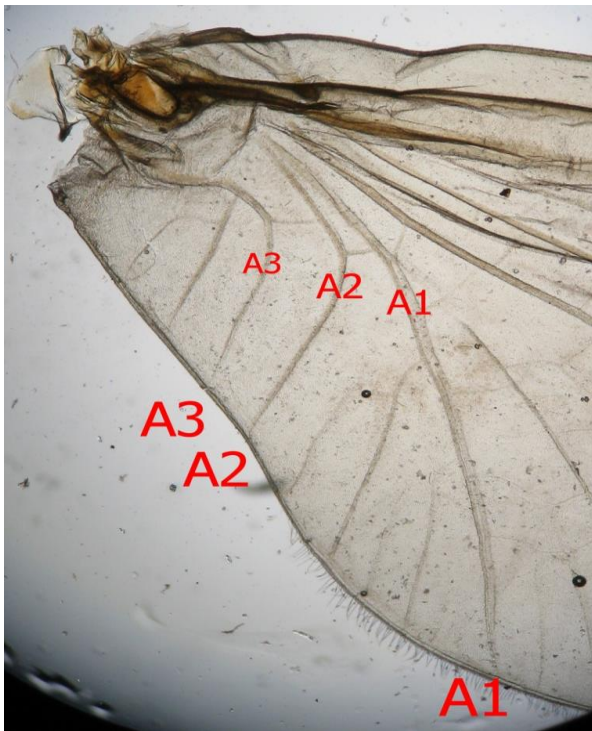
1. Tarsus středního a zadního páru končetin je tříčlankový
2. Žilky IMA a MA2 na předním křídle jsou oddělené
3. Na okraji předních křídel se vyskytují jedna nebo dvě krátké volné žilky
4. Druhý pár křídel je redukován nebo zcela chybí
5. Penis samců imag je membranózní (Edmunds et al. 1976)

Zástupci čeledi Leptophlebiidae jsou charakterističtí ve stádiu imaga a subimaga následujícími znaky:

1. Všechny tři caudální filamenty jsou dobře vyvinuté a prostřední paštět je delší než krajní štěty.
2. Žilka MA1 na předních křídlech je na bázi spojená s žilkou MA2 (Townsend & Peters 1996).
3. Na předních křídlech při základu je žilka A2 blíže k A3 než k A1, nanejvýš uprostřed.
4. V poli CU2 na druhém páru křídel nejsou volné žilky (Landa 1969).

V poslední části proběhla determinace až na úroveň druhu a to především podle tvaru a velikosti kopulačních orgánů (obrázky č. 13 a 14) a křídelní žilnatiny obou párů křídel (obrázky č. 11 a 12). Determinace do druhů jsem provedl u dvou nejpočetnějších čeledí Baetidae a Leptophlebiidae.

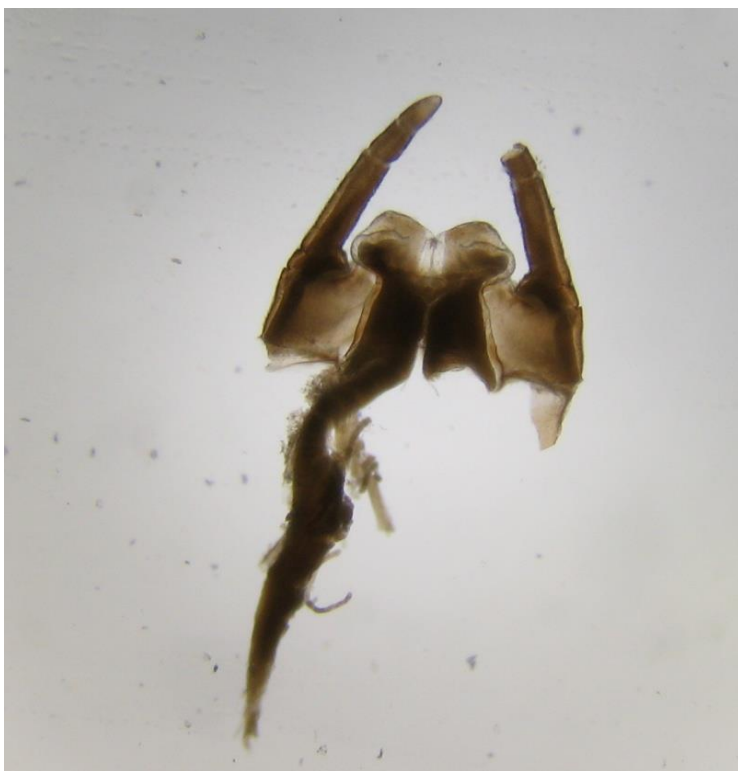
Pro determinaci byly k dispozici binokulární lupy Zeiss Stemi DV4 a Arsenal Bino SZP 3302. Po dokončené determinaci byli jedinci archivováni v 70% etanolu s identifikačním štítkem. Správnost determinace byla konzultována s Dr. Jindřiškou Bojkovou z Ústavu botaniky a zoologie, PřF MU v Brně. U některých druhů jepic je druhová determinace problematická, protože subimaga nemají plně sklerotizované kopulační orgány.



Obrázek č. 10: Křídelní žilnatina 1. páru křídel jepice čeledi Ephemeroptera (Foto: Toncr 2015)



Obrázek č. 11: Křídelní žilnatina 2. páru křídel samice *Baetis alpinus* (Foto: Toncr 2015)



Obrázek č. 12: Kopulační orgán samce *Ecdyonorus picteti* (Foto: Toncr 2015)



Obrázek č. 13: Kopulační orgán samce *Baetis vernus* (Foto: Toncr 2015)

5.5 Zpracování dat

Ze získaných dat byly vyhodnoceny teplota vody a vzduchu, načasování a intenzita emergence, poměr pohlaví a poměr imag a subimag v období let 1981 – 2005.

Pro každý rok, byly vypočítány průměrné roční teploty, které byly graficky zaznačeny spolu s funkcí lineárního trendu. Byla vytvořena jednoduchá tabulka, která znázorňuje přehled druhů v jednotlivých pastech na dané lokalitě.

Emergenční past měla plochu pouze 0,1 m², a proto jsou počty odchycených jedinců přepočteny na 1 m². Abundance všech jedinců v jednotlivých čeledích a pastech odchycených za sledované období byly graficky znázorněny. Tvoří tak přehled početnosti jednotlivých čeledí.

Následně byly u vybraných čeledí Baetidae a Leptophlebiidae, zaznamenány abundance jednotlivých druhů za každý rok a je možné sledovat, jak se množství emergujících jedinců měnilo v čase.

Poměr pohlaví byl vyhodnocen, jako procentuální zastoupení všech samců a samic stejného druhu v jednotlivých pastech za sledované období. Poměr imag a subimag byl hodnocen v procentech stejně jako poměr pohlaví.

Načasování a intenzita emergence byly znázorněny jako počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících za celé sledované období. Z grafického znázornění je patrné v jakém období nejčastěji daný druh vylétává a kdy je intenzita emergence nejvyšší.

6 Výsledky

V této kapitole budou interpretována data z emergenčních pastí umístěných na potoce Oberer Seebach za sledované období 1981 – 2005. Dále se v kapitole zaměřuji na vyhodnocení dat, týkajících se vnějších faktorů.

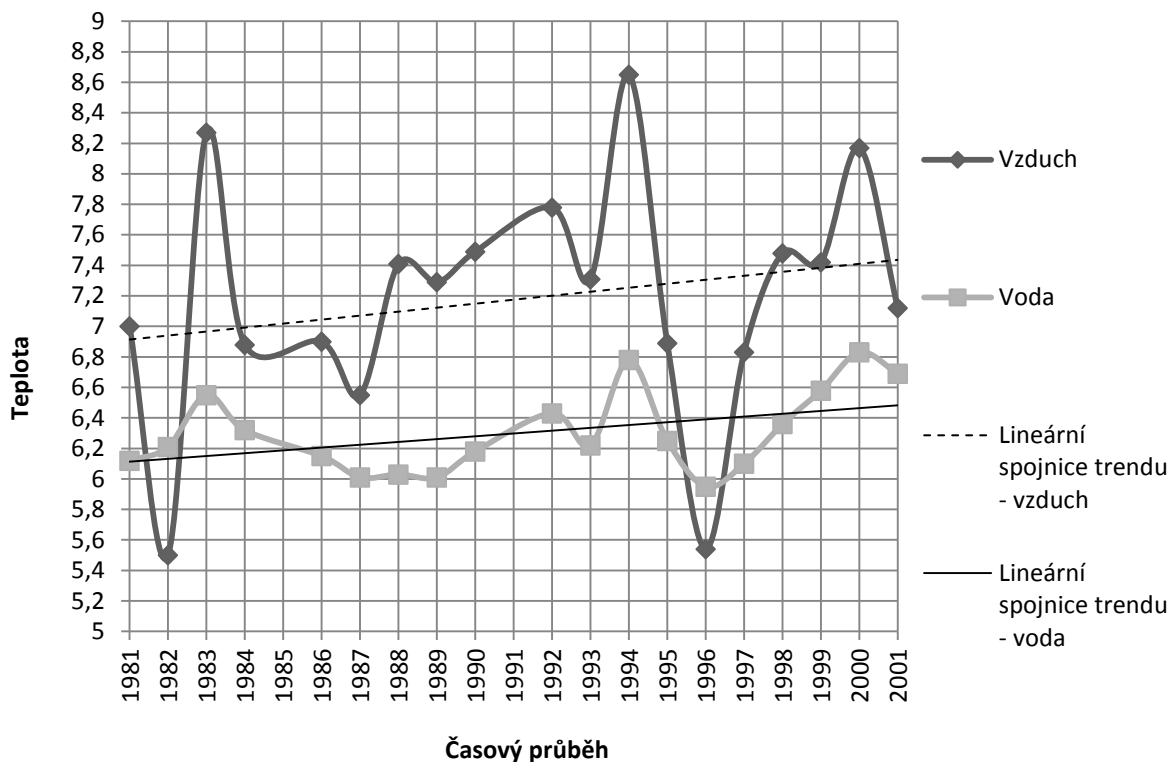
6.1 Abiotické faktory

Průměrné roční teploty vody a vzduchu jsou uvedeny v grafu č. 1. Za sledované období značně kolísaly. Toto kolísání bylo výraznější u průměrných teplot vzduchu, průměrné teploty vody v jednotlivých letech nekolísaly tak výrazně.

Nejnižší naměřená teplota vody byla 28. 2. 1986 a to 0,20 °C. Naopak nevyšší teplota vody, 16,90 °C, byla zaznamenána 26. 9. 1994. Měření teploty probíhalo pouze do roku 2001. Nejnižší průměrná teplota vody za měřené období byla v roce 1996, a to 5,95 °C, nejvyšší pak v roce 2000, a to 6,83 °C.

Nejvyšší naměřená teplota vzduchu byla 4. června 1982 a to 39 °C, nejnižší hodnota – 26,80 °C naopak byla zaznamenána 13. 1. 1987.

Výška vodní hladiny byla kolísavá. Nejvyšší stav býval za jarního tání sněhu a nejnižší hodnoty bývaly na konci podzimu a také v zimním období. Past A se vyskytovala v proudnici a i za velmi nízkého stavu vody byla zaplavena. Past B byla umístěna na štěrkovém náplavu, a proto k zaplavování této pasti docházelo pouze za vysokého stavu vody.



Graf č. 1 : Průměrné teploty vody a vzduchu v letech 1981 – 2001

6.2 Vyhodnocení emergence jepic

V průběhu sledovaného období bylo odchyceno celkem 4 495 jedinců jepic, v 17-ti druzích ze 4 čeledí. V trvale zaplavené pasti bylo odchyceno celkem 4 092 jedinců ve 4 čeledích a v periodicky zaplavované pasti celkem 403 jedinců ve 3 čeledích. Výčet druhů všech čeledí a jejich výskyt v jednotlivých pastech je uveden v tabulce č. 1.

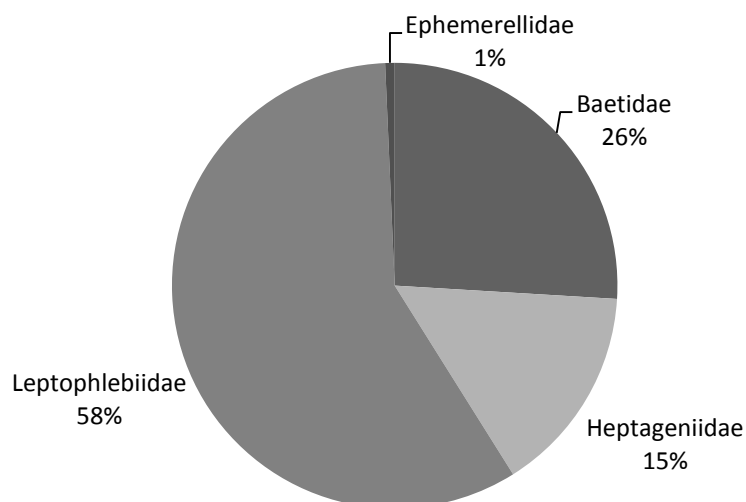
Čeď	Druh	Past A	Past B
Baetidae	<i>B. alpinus</i>	+	+
	<i>B. vernus</i>	+	-
	<i>B. rhodani</i>	+	+
	<i>A. muticus</i>	+	+
	<i>C. luteolum</i>	+	-
	<i>B. melanonyx</i>	+	+
Leptophlebiidae	<i>H. confusa</i>	+	+
	<i>P. submarginata</i>	+	+
Heptageniidae	<i>E. insignis</i>	+	-
	<i>R. hybrida</i>	-	+
	<i>E. afinnis</i>	+	-
	<i>E. assimilis</i>	+	+

<i>E. picteti</i>	+	+
<i>E. versus</i>	+	+
<i>E. subalpinus</i>	+	+
<i>E. helveticus</i>	+	-
Ephemerellidae		
<i>E. ignita</i>	+	-
<i>E. mucronata</i>	+	-

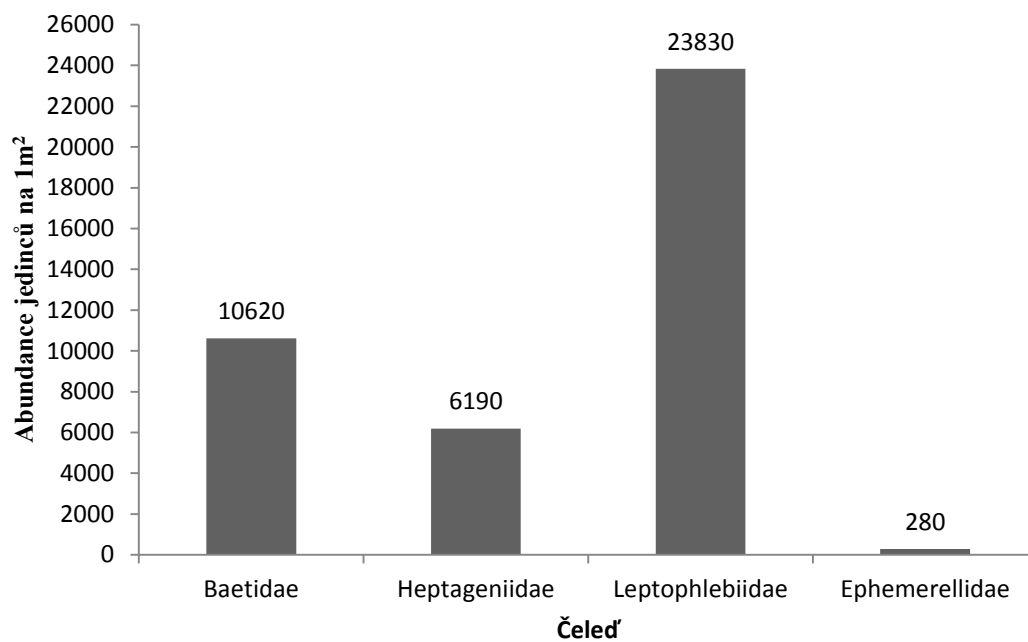
Tabulka č. 1: Přítomnost jednotlivých druhů všech čeledí v pastech

6.2.1 Počty jedinců v jednotlivých čeledích

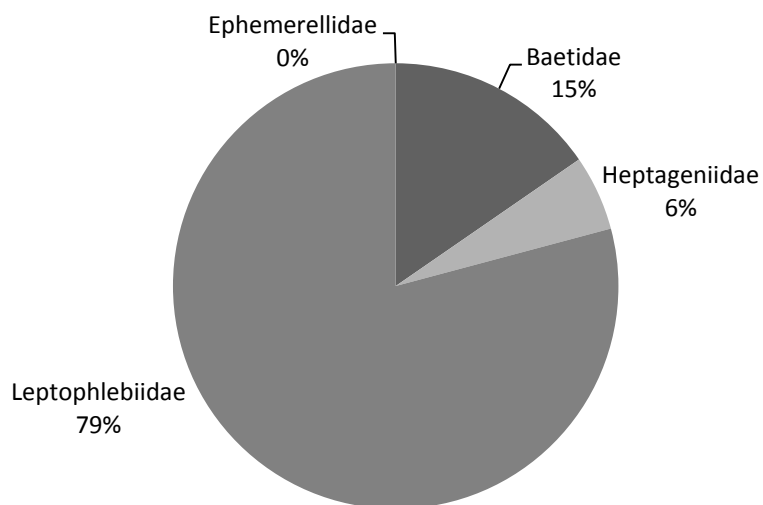
V emergenčních pastech byla dominantní čeleď Leptophlebiidae, která tvořila 58 % všech odchycených jepic. Zastoupení jednotlivých čeledí znázorňuje graf č. 2. V pasti A bylo mezi lety 1981 – 2005 odchyceno celkem 4 092 jepic. V pasti B za stejné období bylo odchyceno 403 jedinců a nevyskytovali se zde jedinci čeledi Ephemerellidae.



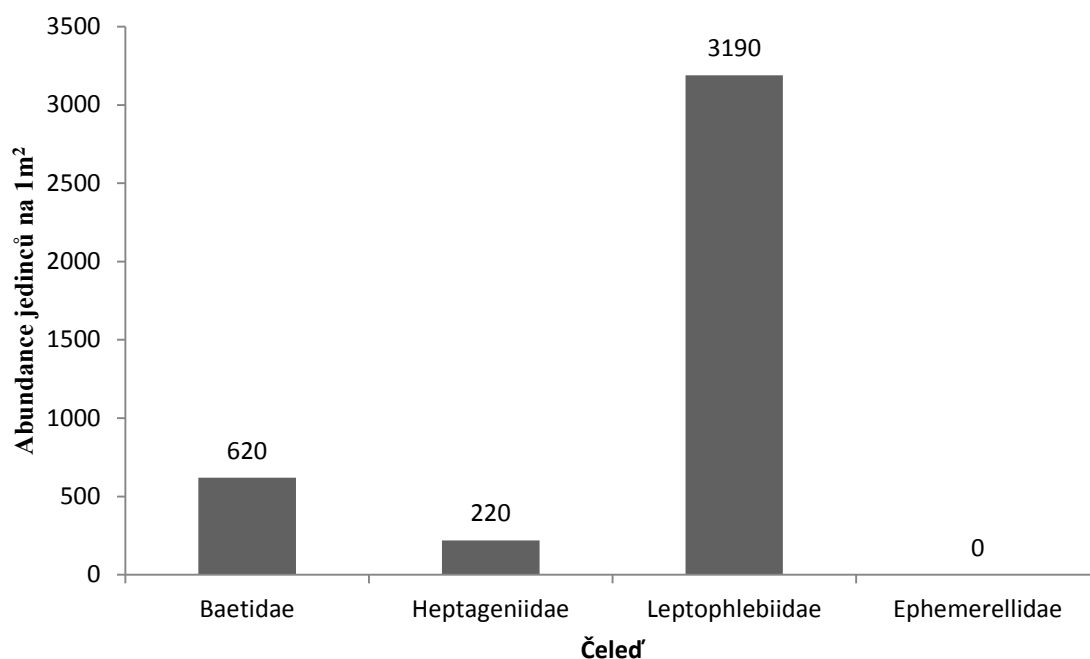
Graf č. 2: Procentuální zastoupení čeledí jepic v trvale zaplavené pasti



Graf č. 3: Počty jedinců jednotlivých čeledí jepic v trvale zaplavené pasti



Graf č. 4: Procentuální zastoupení čeledí jepic v periodicky zaplavované pasti



Graf č. 5: Počty jedinců jednotlivých čeledí jepic v periodicky zaplavované pasti

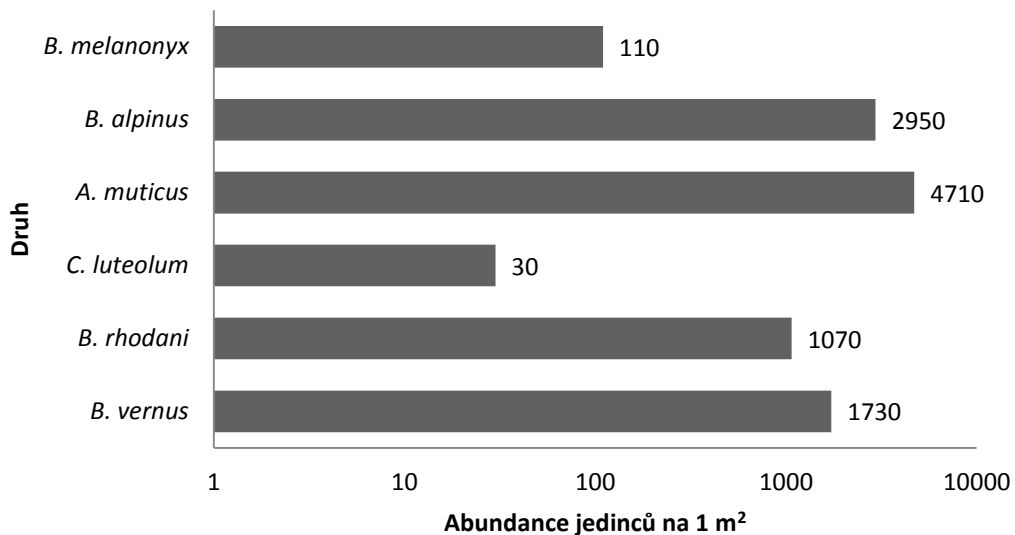
Z důvodu malého množství dat k čeledím Heptageniidae a Ephemerellidae jsem si pro podrobnější analýzy zvolil dvě nejpočetnější čeledi, kterými jsou Leptophlebiidae a Baetidae.

6.2.2 Čeleď Baetidae

V emergenční pasti A dominovaly *A. muticus*, *B. alpinus* a *B. vernus*, kdežto v pasti B to byly *B. rhodani*, *B. alpinus* a *B. melanonyx*.

Početnost jedinců v pasti A

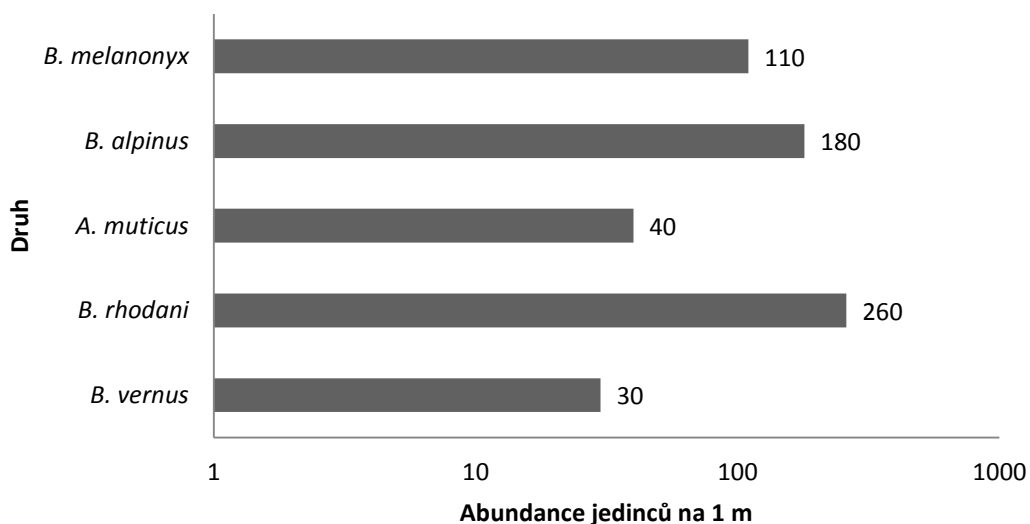
Nejpočetnějšími druhy čeledi Baetidae v trvale zaplavené pasti byly *A. muticus* a *B. alpinus*. Druhy *B. rhodani* a *B. vernus* byly méně časté. Jedinci *B. melanonyx* a *Centroptilum luteolum* se do emergenčních pastí chytaly poměrně sporadicky.



Graf č. 6: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Baetidae v trvale zaplavené pasti

Početnost jedinců v pasti B

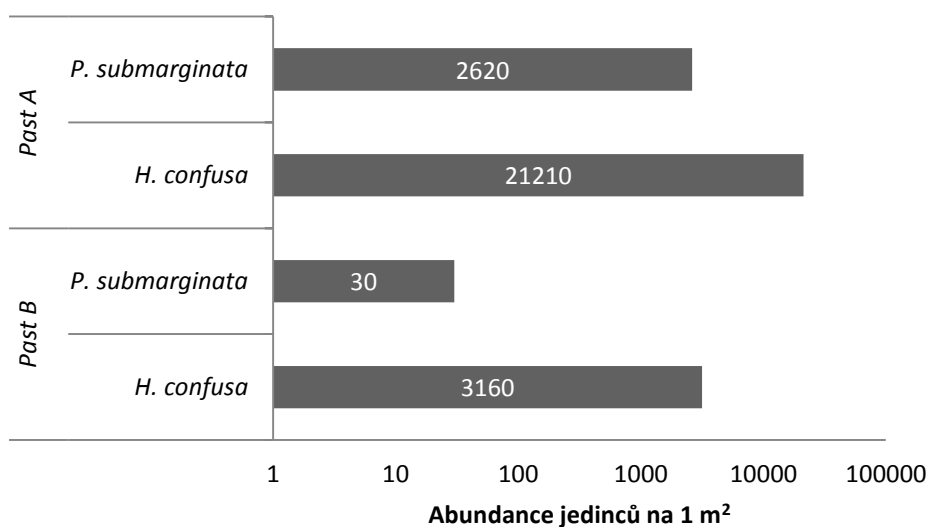
V periodicky zaplavené pasti bylo odchyceno nejvíce jedinců druhu *B. rhodani*. Jepice druhu *B. alpinus* a *B. melanonyx* se do pasti chytaly méně. Druhy *B. muticus* a *B. vernus* se ve vzorku objevovaly náhodně.



Graf č. 7: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Baetidae v periodicky zaplavované pasti

6.2.3 Čeleď Leptophlebiidae

Celkový počet jedinců čeledi Leptophlebiidae, odchycených do emergenční pasti za sledované období je 2 440. Z toho 2 383 jedinců bylo odchyceno do trvale zaplavené pasti a 319 jepic do pasti periodicky zaplavené. V rámci čeledi Leptophlebiidae byla v obou pastech dominantní jepice *Habroleptoides confusa*, což byl zároveň na sledované lokalitě nejpočetnější druh jepic. Další zástupce *Paraleptophlebia submarginata* byl v obou pastech méně početný. Sumární počty obou druhů čeledi Leptophlebiidae se v obou pastech značně liší a jsou uvedeny v grafu č. 8.



Graf č. 8: Počty jedinců jednotlivých druhů v čeledi Leptophlebiidae v obou pastech

6.3 Změny v počtu jedinců

Práce mimo jiné zachycuje také změnu v počtu odchycených jedinců jednotlivých druhů čeledí Baetidae a Leptophlebiidae. Jedinci vylétávaly do emergenčních pastí A a B v letech 1981 - 2005.

6.3.1 Čeleď Baetidae – trvale zaplavená past A

Změnu v početnosti jednotlivých druhů čeledi Baetidae v trvale zaplavené pasti popisuje graf č. 9. Jepice *B. vernus* se ve vzorku vyskytovala poměrně pravidelně. V prvních deseti letech

byla její početnost vysoká a pohybovala se mezi 1 – 23 jedinci většinou však nad 50 jedinců. V dalších letech byla její početnost poměrně slabá, až na pár výjimek, a to roky 1993 kdy vylétělo 14 jedinců, 1996 – 9 jedinců, 1998 – 32 jedinců a 1999 – 12 jedinců. Počty odchycených jedinců tohoto druhu znázorňuje graf č. 10.

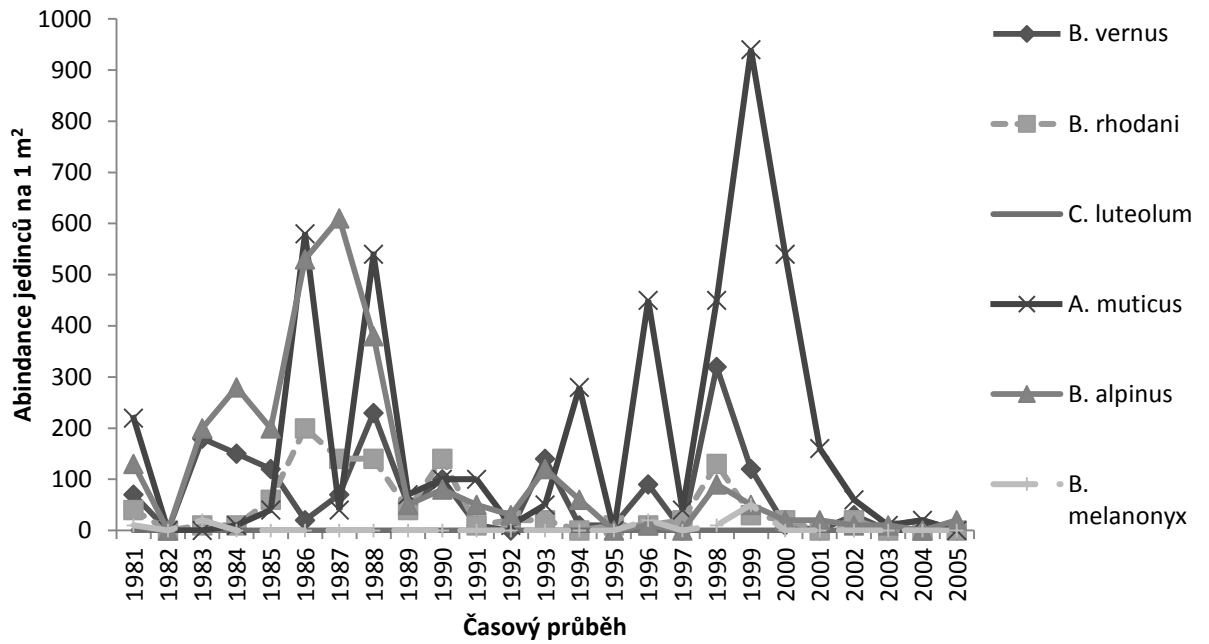
B. rhodani vylétávala v nejvyšších počtech mezi lety 1985 – 1990. To se počty odchycených jedinců pohybovaly mezi 4 – 20 jedinci, většinou to bylo 14 a více. Další roky vylétávali jedinci do pastí většinou v počtech 1 – 3 jedinců až na rok 1998 kdy bylo odchyceno 13 jedinců. Počty odchycených jedinců tohoto druhu znázorňuje graf č. 11.

Nejpočetnějším druhem v zaplavené pasti byla jepice *A. muticus*, která se ve vzorku vyskytovala pravidelně, až na roky 1982, 1983, 1995 a 2005. Její početnost měla zvyšující tendenci a v průběhu let se výrazně měnila. V první polovině sledovaného období se její početnost v zaplavené pasti pohybovala většinou v rozmezí 10 - 60 jedinci, ve druhé polovině mezi 20 – 94 jedinců. Počty odchycených jedinců v jednotlivých letech znázorňuje graf č. 12.

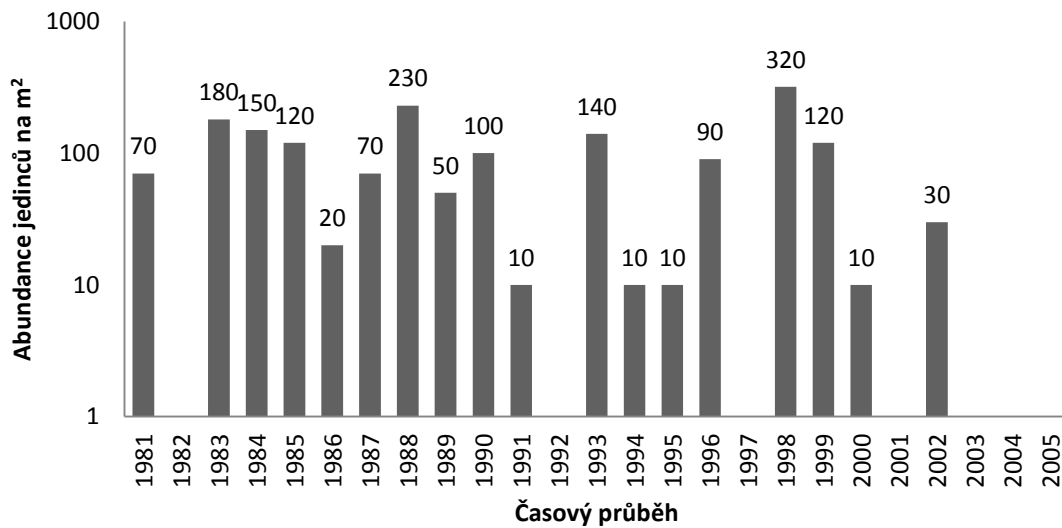
Druhá nejpočetnější jepice v této pasti je *B. alpinus*. Její abundance má snižující tendenci. V letech 1983 – 1987 byla početnost tohoto druhu poměrně vysoká, a to mezi 5 – 61 jedinců, avšak od té doby byli jedinci tohoto druhu ve vzorku nacházeni jen málo. Počty odchycených jedinců tohoto druhu znázorňuje graf č. 13.

Druh *B. melanonyx* se v emergenční pasti vyskytovala pouze v pěti letech a to v počtu 1 – 5 jedinců. Počty odchycených jedinců tohoto druhu znázorňuje graf č. 14

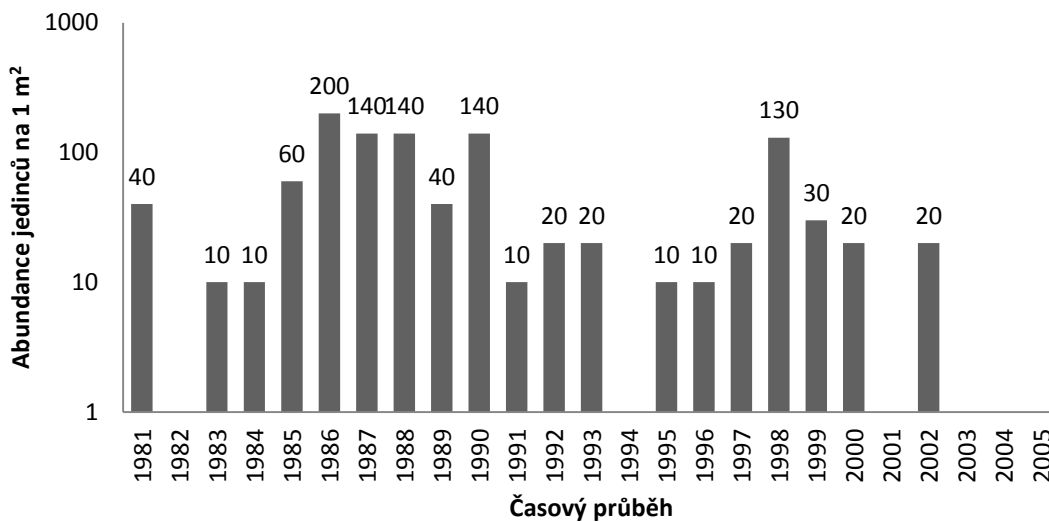
Druh *C. luteolum* se ve vzorku vyskytoval sporadicky, a proto se jím nebudu blíže zabývat. Mezi lety 1989 a 1997 došlo k celkovému snížení počtu odchycených jedinců téměř všech druhů čeledi Baetidae.



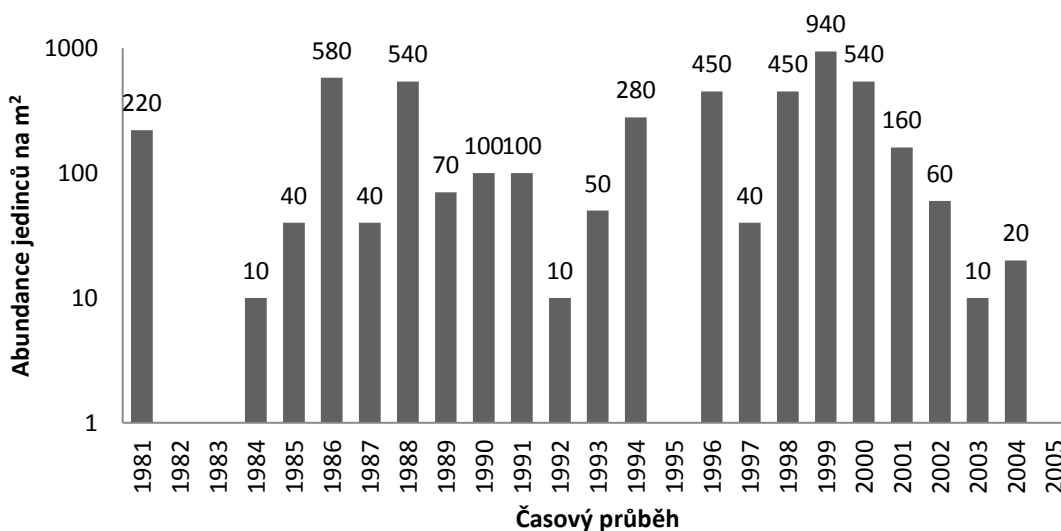
Graf č. 9: Počty jedinců v zaplavené pasti v jednotlivých letech



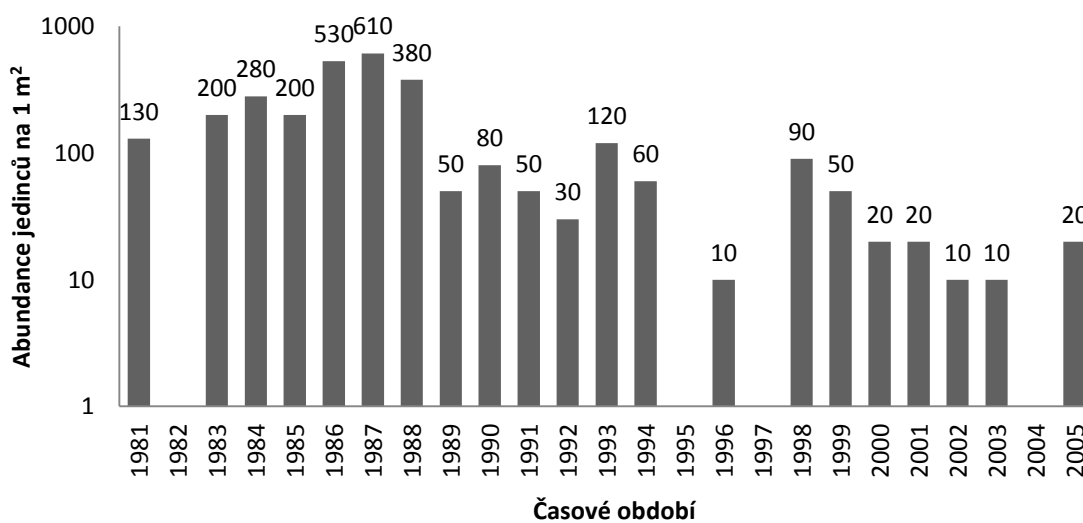
Graf č. 10: Počty jedinců *B. vernus* v jednotlivých letech v pasti A



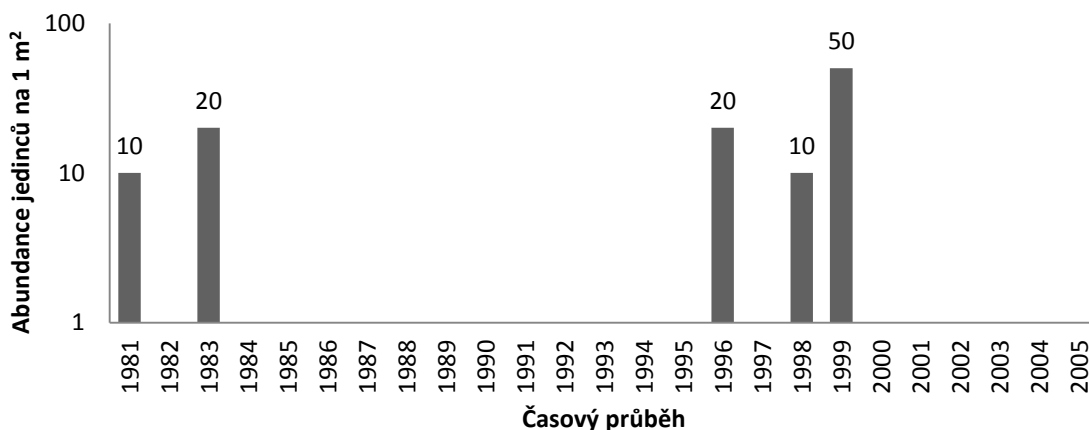
Graf č. 11: Počty jedinců *B. rhodani* v jednotlivých letech v pasti A



Graf č. 12: Počty jedinců *A. muticus* v jednotlivých letech v pasti A



Graf č. 13: Počty jedinců *B. alpinus* v jednotlivých letech v pasti A



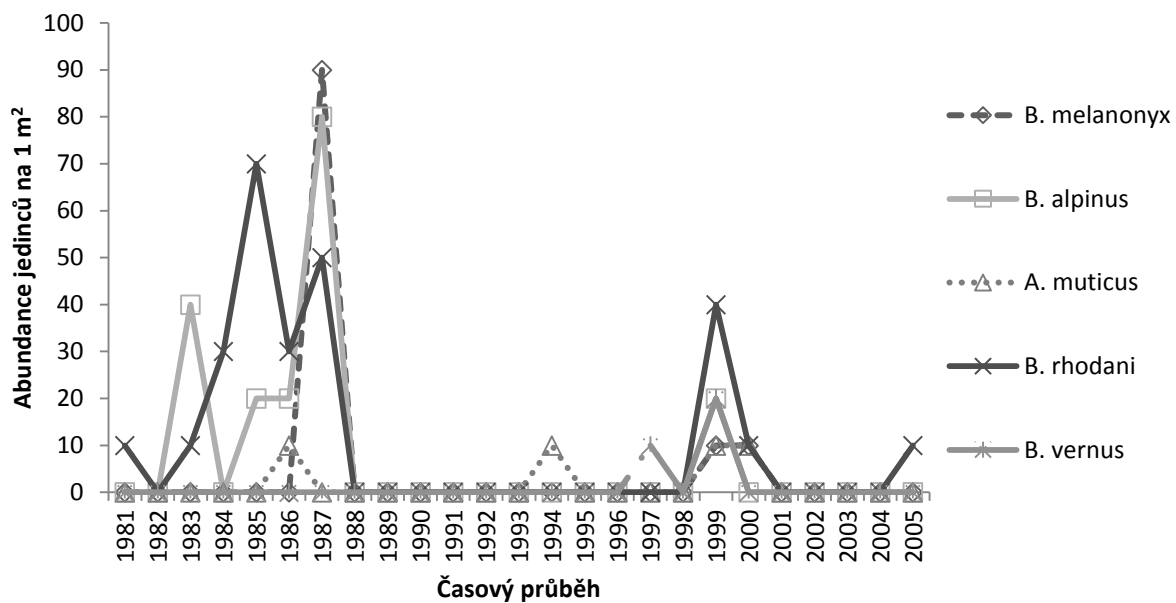
Graf č. 14: Počty jedinců *B. melanonyx* v jednotlivých letech v pasti A

6.3.2 Čeleď Baetidae – periodicky zaplavovaná past B

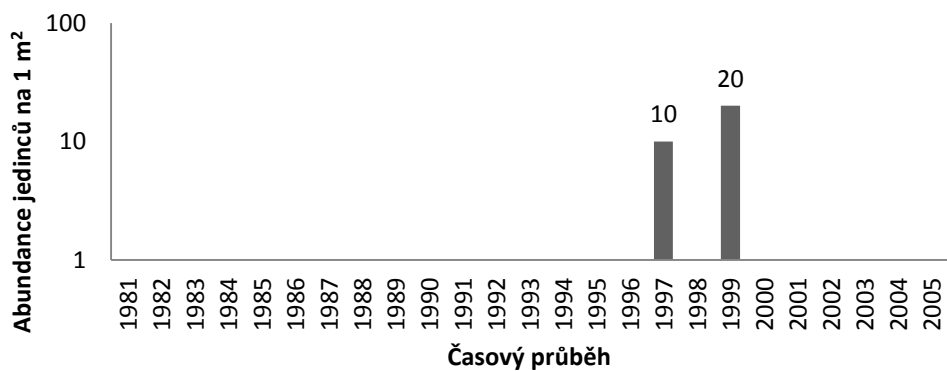
Jepice *B. vernus* do periodicky zaplavované pasti emergovala pouze ve dvou letech. Dohromady byli odchyceni pouze 3 jedinci. Největší zastoupení z této čeledi v periodicky zaplavované emergenční pasti měl druh *B. rhodani*, který měl v letech 1983 – 1987 nadprůměrné abundance. Ty se pohybovaly mezi 1 – 7 jedinci, nejčastěji 3 a více. Další výskyt v pasti B následoval ještě v letech 1999 – 4 jedinci, 2000 – 1 jedinec a 2005 – 1 jedinec.

A. muticus emergovala do pasti B v letech 1986, 1994, 1999 a 2000, a to vždy po 1 jedinci. Druhý nejpočetnější druh *B. alpinus* emergoval do pasti B v roce 1983, v počtu 4 jedinců. V roce 1984, 1985 a 1999 byli odchyceni pokaždé 2 jedinci. Největší výskyt 8 jedinců byl zaznamenán v roce 1987.

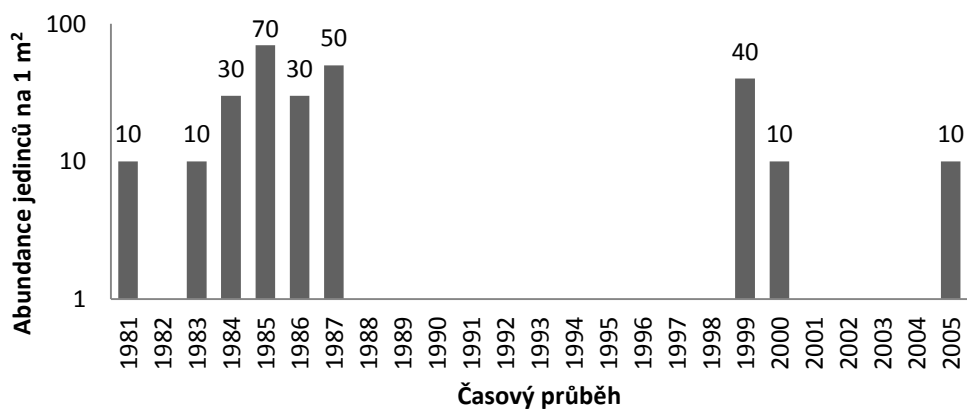
Poslední druh *B. melanonyx* byl do emergenční pasti B odchycen v roce 1987 a to v počtu 9 jedinců. V letech 1999 a 2000 byla zaznamenána ještě emergence 1 jedince. Mezi lety 1988 a 1998 byla celková absence druhů ve vzorku u téměř všech druhů čeledi Baetidae.



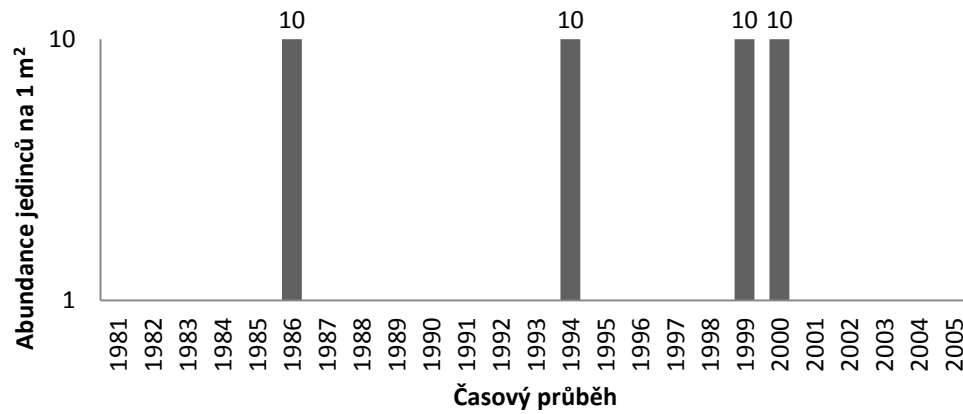
Graf č. 15: Počty jedinců v periodicky zaplavované pasti v jednotlivých letech



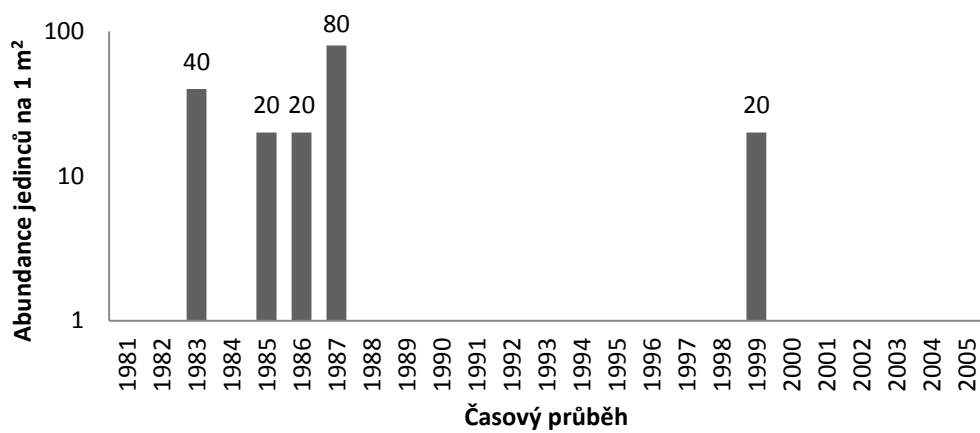
Graf č. 16: Počty jedinců *B. vernus* v jednotlivých letech v pasti B



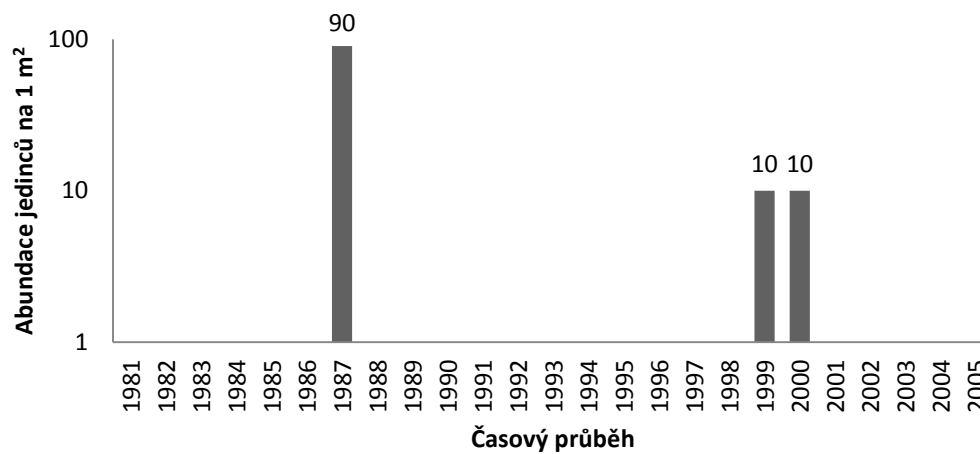
Graf č. 17: Počty jedinců *B. rhodani* v jednotlivých letech v pasti B



Graf č. 18: Počty jedinců *A. muticus* v jednotlivých letech v pasti B



Graf č. 19: Počty jedinců *B. alpinus* v jednotlivých letech v pasti B



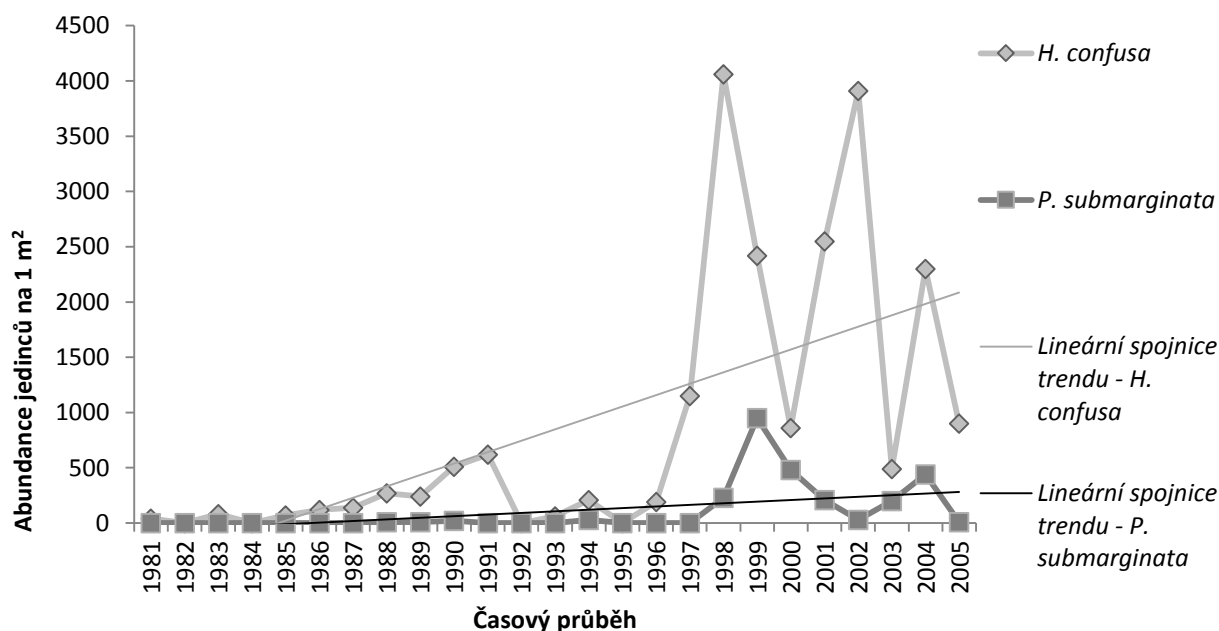
Graf č. 20: Počty jedinců *B. malanonyx* v jednotlivých letech v pasti B

6.3.3 Čeleď Leptophlebiidae – trvale zaplavená past A

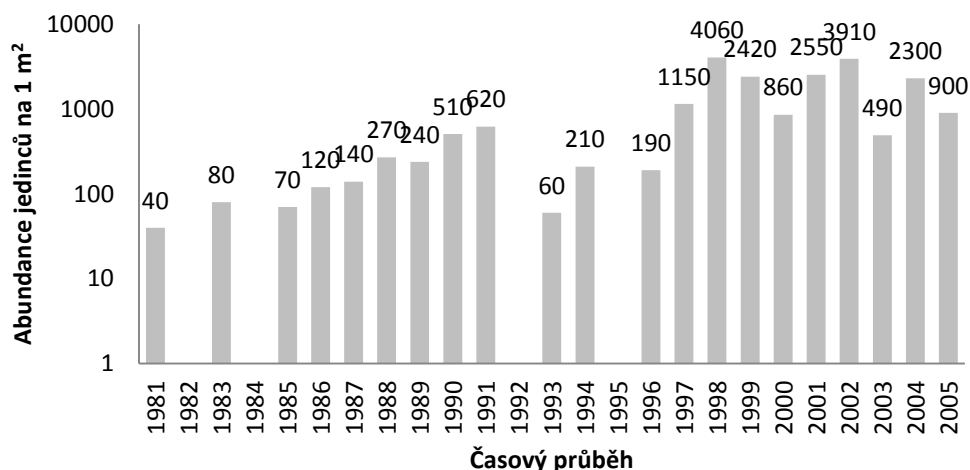
Změnu v početnostech jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v trvale zaplavené pasti popisuje graf č. 13. Nejpočetnějším druhem byla jepice *Habroleptoides confusa*, která se ve vzorku vyskytovala pravidelně, až na roky 1982, 1984, 1992 a 1995.

V prvních 15-ti letech byla početnost tohoto druhu velice nízká, nepřekročila 62 jedinců, nejčastěji nedosahovala ani počtu 20 jedinců. Po roce 1997 došlo k extrémnímu nárůstu jedinců tohoto druhu emergujících do trvale zaplavené pasti a zřítka se počet jedinců dostal pod hodnotu 100. Od roku 1997 se počet odchycených jedinců pohyboval mezi 44 – 406 jedinci. Nejvyšší počet odchycených jedinců bylo v roce 1998 a to již zmíněných 406.

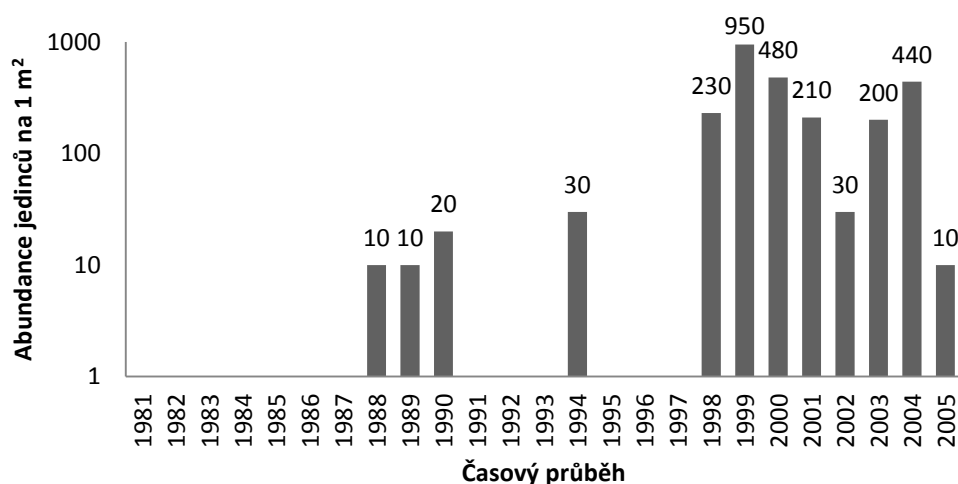
Jepice *Paraleptophlebia submarginata* se ve vzorku objevovala velice zřídka a to pouze v počtu 1 – 3 jedinců. Toto trvalo do roku 1998, kdy došlo ke zvýšení početnosti u tohoto druhu a jeho početnost pouze výjimečně klesla pod 20 chycených jedinců. Nejvyšší početnost tohoto druhu byla v roce 1999 a to 95 jedinců.



Graf č. 21: Počty jedinců čeledi Leptophlebiidae v pasti A v jednotlivých letech



Graf č. 22: Počty jedinců *H. confusa* v jednotlivých letech v pasti A

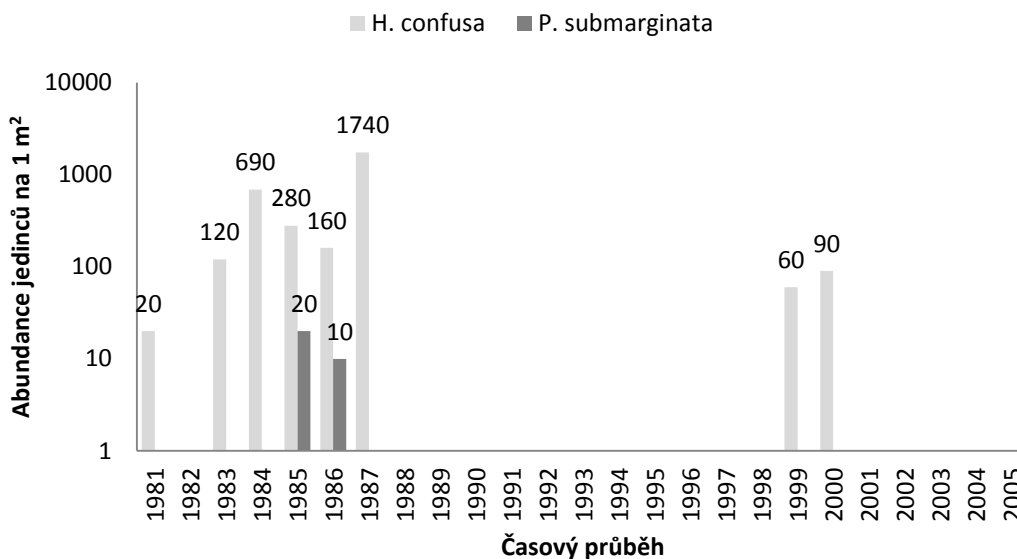


Graf č. 23: Počty jedinců *P. submarginata* v jednotlivých letech v pasti A

6.3.4 Čeleď Leptophlebiidae – periodicky zaplavovaná past B

Změny v abundanci druhu *Habroleptoides confusa* v periodicky zaplavované pasti byly velice významné. V letech 1983 – 1987 do emergenčních pastí druh emergoval pravidelně. Nejméně jedinců v tomto období vyletělo v roce 1983, a to v počtu 12. Nejvíce jedinců bylo odchyceno v roce 1987 a to 174. Kromě let 1999 a 2000, kdy v emergenční pasti skončilo 6 a 9 jedinců, nebyl zaznamenán žádný výlet.

Druh *Paraleptophlebia submarginata* se v periodicky zaplavované emergenční pasti neobjevoval, až na roky 1985 a 1986. Za oba roky do pasti emergovaly celkem 3 jedinci.



Graf č. 24: Počty jedinců čeledi Leptophlebiidae v pasti B v jednotlivých letech

6.4 Poměr pohlaví

V této kapitole se zabívám poměrem samců a samic jednotlivých druhů v obou pastech. Zjišťuji, zda je poměr pohlaví vyvážený, nebo dochází k nadprodukci jednoho z nich.

6.4.1 Čeleď Baetidae trvale zaplavená past

Poměr pohlaví jednotlivých druhů je různý. U druhu *B. melanonyx* emergovalo do zaplavené pasti více samců, a to 73 %. Jepice *B. alpinus* ve vzorku byla z 91 % tvořena samicemi. Jediný druh z čeledi Baetidae v zaplavené pasti měl vyrovnaný poměr pohlaví a to *A. muticus*. Více samic 77 % ve vzorku se objevilo u druhu *B. rhodani*. Z celkového počtu odchycených jedinců druhu *B. vernus* bylo 74 % samic. U druhu *C. luteolum* bylo více samců, a to 67 %.

Druh	Samců	Samic
<i>B. melanonyx</i>	73 %	27 %
<i>B. alpinus</i>	9 %	91 %
<i>A. muticus</i>	50 %	50 %
<i>B. rhodani</i>	23 %	77 %
<i>B. vernus</i>	26 %	74 %
<i>C. luteolum</i>	67 %	33 %

Tabulka č. 2: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti A

6.4.2 Čeleď Baetidae periodicky zaplavovaná past

U všech druhů jepic čeledi Baetidae v pasti B, kromě *B. rhodani* bylo více samic. V periodicky zaplavované pasti byla většina jedinců druhu *B. melanonyx* samice a to 64 %. Mezi jedinci druhu *B. alpinus* bylo 81 % samic. V pasti B se neobjevil žádný samec druhu *A. muticus*. Druh *B. rhodani* měl vyrovnaný poměr pohlaví. Větší počet samic, a to 67 % byl v pasti B i u *B. vernus*. Druh *C. luteolum* se v pasti nevyskytoval

Druh	Samců	Samic
<i>B. melanonyx</i>	36 %	64 %
<i>B. alpinus</i>	19 %	81 %
<i>A. muticus</i>	0 %	100 %
<i>B. rhodani</i>	50 %	50 %
<i>B. vernus</i>	33 %	67 %
<i>C. luteolum</i>	-	-

Tabulka č. 3: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti B

6.4.3 Čeleď Leptophlebiidae trvale zaplavená past

V trvale zaplavené pasti byly počty samců a samic u obou druhů čeledi Leptophlebiidae poměrně vyrovnané. U druhu *H. confusa* z celkového počtu jedinců emergovalo 51 % samic, kdežto u *P. submarginata* to bylo 46 %.

Druh	Samců	Samic
<i>H. confusa</i>	49 %	51 %
<i>P. submarginata</i>	54 %	46 %

Tabulka č. 4: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v pasti A

6.4.4 Čeleď Leptophlebiidae periodicky zaplavovaná past

U druhu *H. confusa* v periodicky zaplavované pasti byl poměr pohlaví vyrovnaný. Větší podíl samců, a to 67 % byl u druhu *P. submarginata*.

Druh	Samců	Samic
<i>H. confusa</i>	50 %	50 %
<i>P. submarginata</i>	67 %	33 %

Tabulka č. 5: Poměr pohlaví jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v pasti B

6.5 Poměr imag a subimag

V této kapitole se zabívám stanovením poměru okřídlených stádií imaga a subimaga. Vyhodnotím jejich procentuální zastoupení v obou pastech a u jednotlivých druhů zjistím, které stádium častěji emerguje do emergenčních pastí.

6.5.1 Čeleď Baetidae trvale zaplavená past

V tabulce č. 6 můžeme vidět zastoupení imag a subimag u jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti A. U jednotlivých druhů se poměry imag a subimag lišily. Většina druhů této čeledi měla větší zastoupení subimaga v emergenční pasti A. U druhu *B. melanonyx* to bylo 82 % subimag. Jepice *B. alpinus* měla naopak více imag a to 84 %. Druh *A. muticus* měl výraznou převahu 88 % subimag. Imaga druhu *B. rhodani* měly mírnou převahu 54 % ze všech odchycených jedinců. Poměr imag a subimag u tohoto druhu byl nejrovnoměrnejší. Do emergenční pasti A byly u druhu *B. vernus* častěji chyceny subimaga, a to v 67 % případů.

Posledním hodnoceným druhem byla jepice *C. luteolum*, kde byly početnější subimaga, kterých bylo 67 %.

Druh	Subimag	Imag
<i>B. melanonyx</i>	82 %	18 %
<i>B. alpinus</i>	16 %	84 %
<i>A. muticus</i>	88 %	12 %
<i>B. rhodani</i>	54 %	46 %
<i>B. vernus</i>	28 %	72 %
<i>C. luteolum</i>	67 %	33 %

Tabulka č. 6: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti A

6.5.2 Čeleď Baetidae periodicky zaplavovaná past

Tabulka č. 7 ukazuje, jaké bylo zastoupení obou okřídlených stádií ve vzorku jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti B. V pasti B nebyl odchycen žádný dospělec druhu *B. melanonyx* a *A. muticus*. Jepice *B. alpinus* měla převahu v pasti A převahu subimag, a to 63 %. Druh *B. rhodani* vykazoval vyšší četnost stádia subimaga, kterých bylo 77 %. Poslední

odchycený druh jepice z pasti A, *B. vernus* převládá ve stádiu subimaga v 67 % případů. Žádný jedinec druhu *C. luteolum* nebyl odchycen do pasti A.

Druh	Subimag	Imag
<i>B. melanonyx</i>	100 %	0 %
<i>B. alpinus</i>	63 %	37 %
<i>A. muticus</i>	100 %	0 %
<i>B. rhodani</i>	77 %	23 %
<i>B. vernus</i>	67 %	33 %
<i>C. luteolum</i>	-	-

Tabulka č. 7: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Baetidae v pasti B

6.5.3 Čeleď Leptophlebiidae obě pasti

Zastoupení jednotlivých stádií se u obou druhů čeledi Leptophlebiidae velice podobalo. Nelišilo se příliš ani mezi jednotlivými pastmi. Absolutní převahu ve všech vzorcích čeledi Leptophlebiidae tvořily subimaga. Poměr jednotlivých okřídlených stádií v obou pastech znázorňuje tabulka č. 8.

V pasti A bylo 97 % odchycených jedinců u druhu *H. confusa* ve stádiu subimaga. Jepice *P. submarginata* měla převahu subimag ještě o jedno procento vyšší.

Past B vykazovala podobné výsledky. Jepice *H. confusa* se ve vzorku nejvíce objevovala jako subimago a to v 91 % případů. Mezi odchycenými jedinci *P. submarginata* za sledované období v pasti B se nevyskytl ani jeden dospělec.

Past	Druh	Subimag	Imag
A	<i>H. confusa</i>	97 %	3 %
A	<i>P. submarginata</i>	98 %	2 %
-	-	-	-
B	<i>H. confusa</i>	91 %	9 %
B	<i>P. submarginata</i>	100 %	0 %

Tabulka č. 8: Poměr imag a subimag jednotlivých druhů čeledi Leptophlebiidae v obou pastech

6.6 Načasování a intenzita emergence jednotlivých druhů

Dalším cílem této práce bylo zhodnotit, načasování a průběh emergence jednotlivých druhů. Mimo jiné zjistit, kdy nejčastěji druhy vylétávají a opouštějí vodní prostředí.

6.6.1 Baetidae

V pastech A a B bylo pozorováno načasování a intenzita emergence jednotlivých druhů čeledi Baetidae. Kvůli malému množství jedinců nebyl v případě trvale zaplavené pasti hodnocen druh *C. luteolum*. Ze stejného důvodu byly pro periodicky zaplavovanou past zhodnoceny pouze druhy *B. alpinus* a *B. rhodani*.

Trvale zaplavená past:

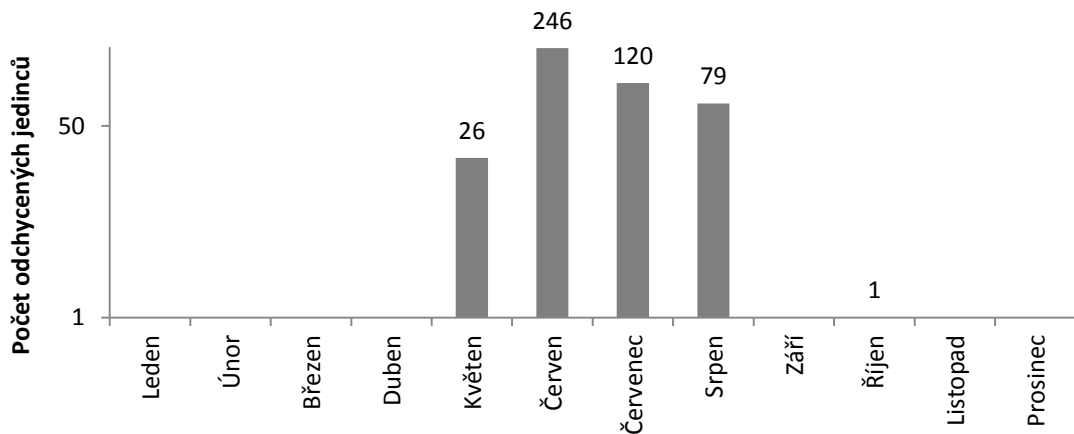
Období emergence druhu *A. muticus* v pasti A bylo od května do srpna s nejvyšší intenzitou v červnu, kdy mívá masivní nástup emergence. Další jepice *B. alpinus* vylétá již od února až do listopadu. V grafu jsou patrné dva od sebe vzdálené měsíce s nejvyšší četností výletu a to červen a říjen.

Jepice *B. vernus* je na tom obdobně jako předešlý druh. Jedinci byli přítomni v emergenčních pastech od března až do listopadu se dvěma vrcholy. První byl v měsících květen, červen a druhý v říjnu. Nástup emergence druhu *B. rhodani* byl zaznamenán již v měsíci březnu a trval až do října. Nejvíce jedinců emergovalo v červenci.

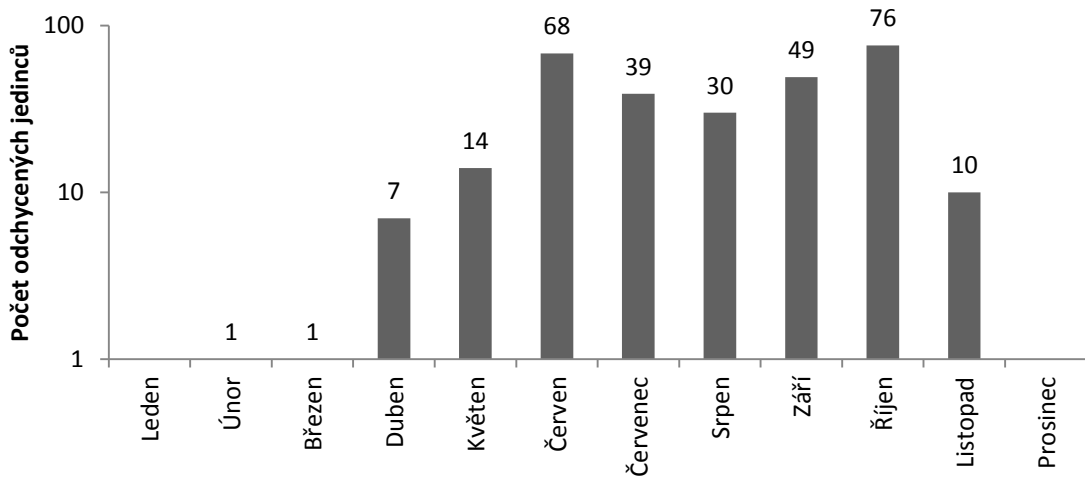
Periodicky zaplavovaná past:

Do emergenční pasti B probíhaly výlety druhu *B. rhodani* od května do září s největší intenzitou v červnu. Ojedinělý výlet je zaznamenán i v březnu. Druh *B. alpinus* zde emergoval od dubna do června a poté později v září a říjnu. Nejvyšší počet jedinců vyletěl v květnu a červnu.

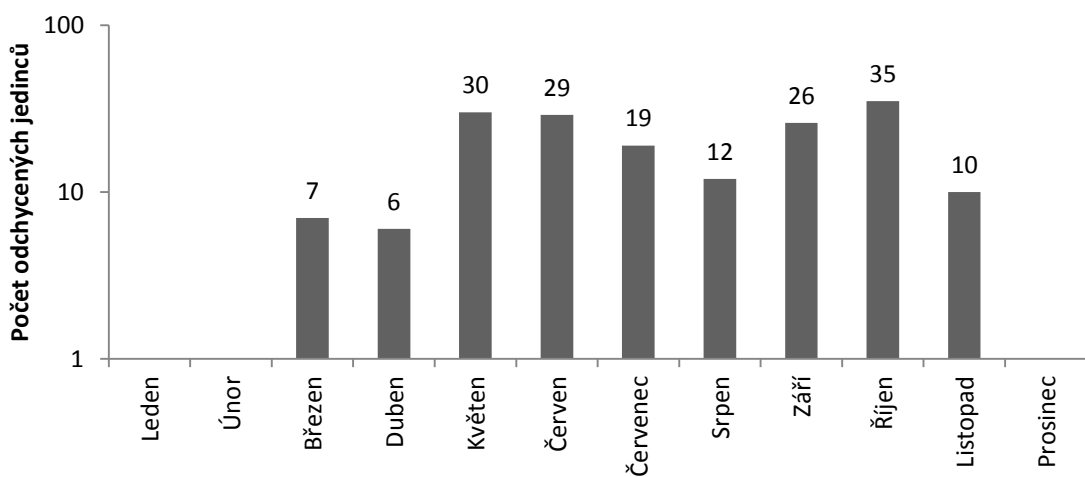
Trvale zaplavená past



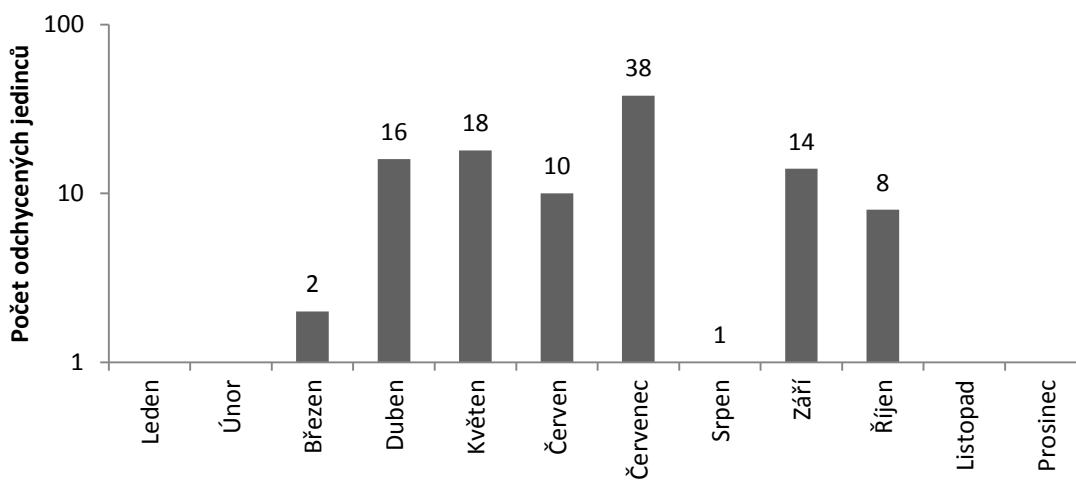
Graf č. 25: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *A. muticus*



Graf č. 26: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *B. alpinus*

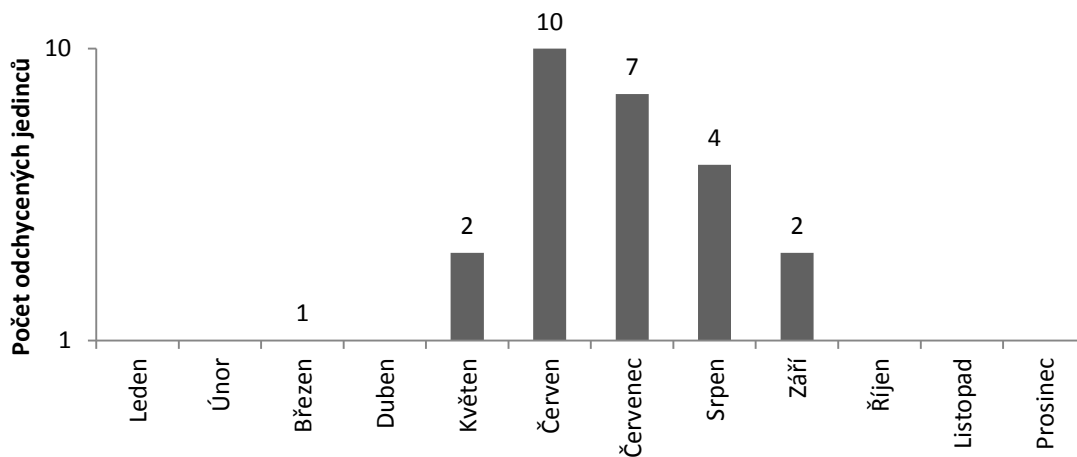


Graf č. 27: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *B. vernus*

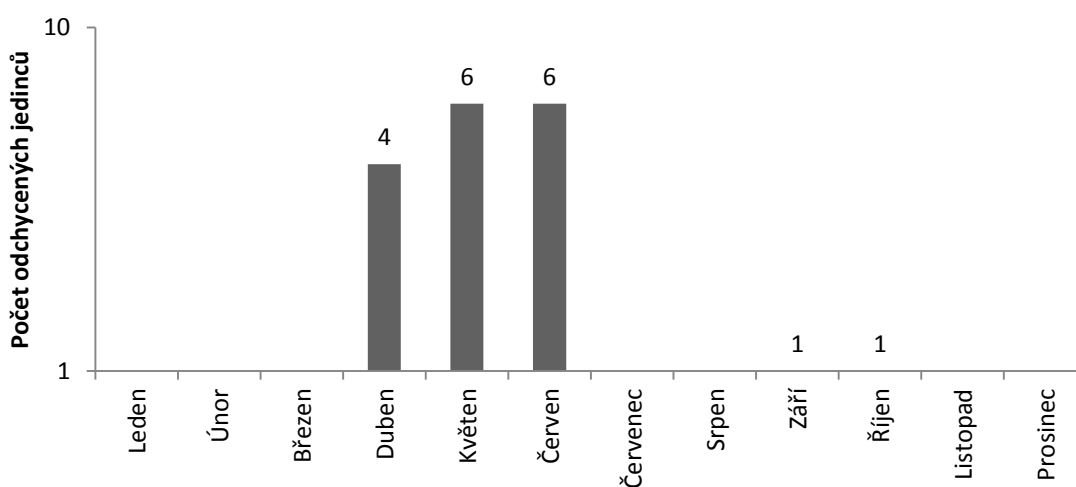


Graf č. 28: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *B. rhodani*

Periodicky zaplavovaná past



Graf č. 29: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *B. rhodani*



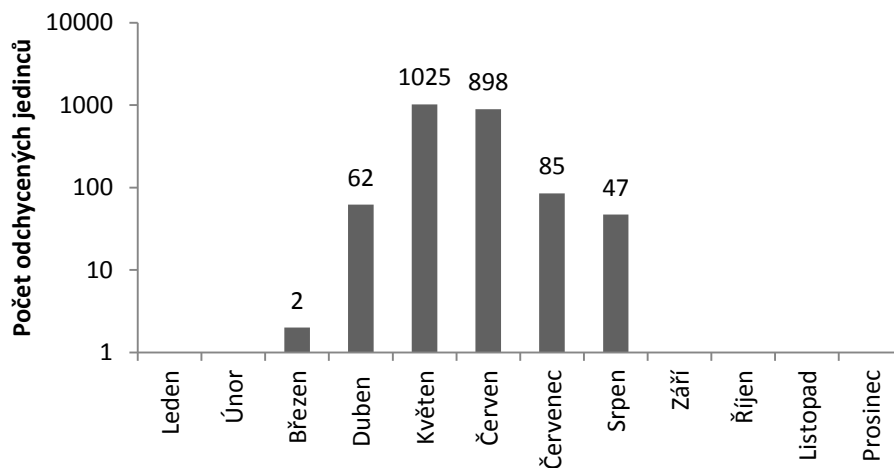
Graf č. 30: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *B. alpinus*

6.6.2 Leptophlebiidae

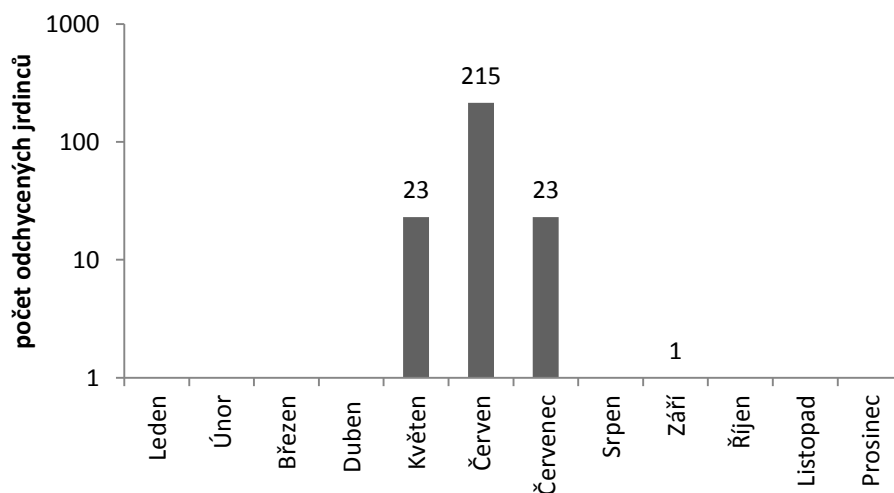
Do trvale zaplavené pasti vylétávaly jedinci od dubna do srpna s nejvyšší intenzitou v měsících květnu a červnu. Druh *P. submarginata* emergoval od května do července s nevyšší intenzitou v červnu.

Do pasti B emergovali jedinci *H. confusa* od května do srpna s nevyšší intenzivou v měsících květnu a červnu. Období emergence druhu *P. submarginata* bylo v pasti B od května do června, s nejvyšší intenzitou v květnu.

Trvale zaplavená past

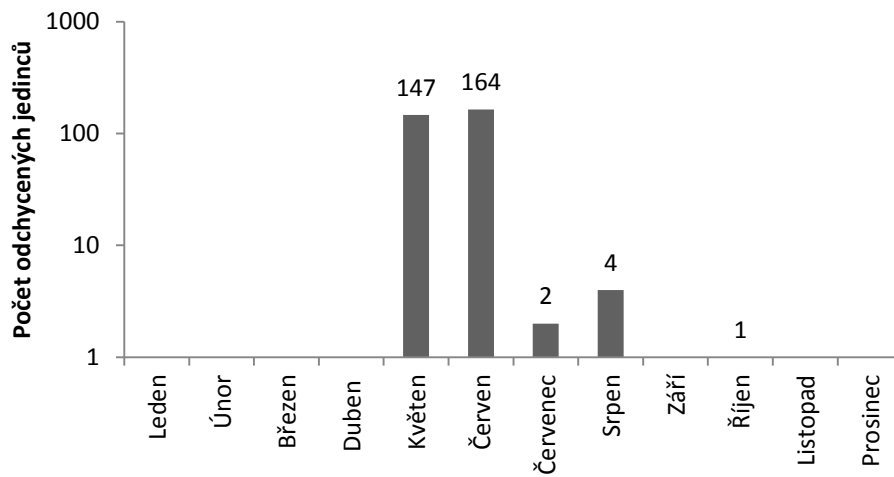


Graf č. 31: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *H. confusa*

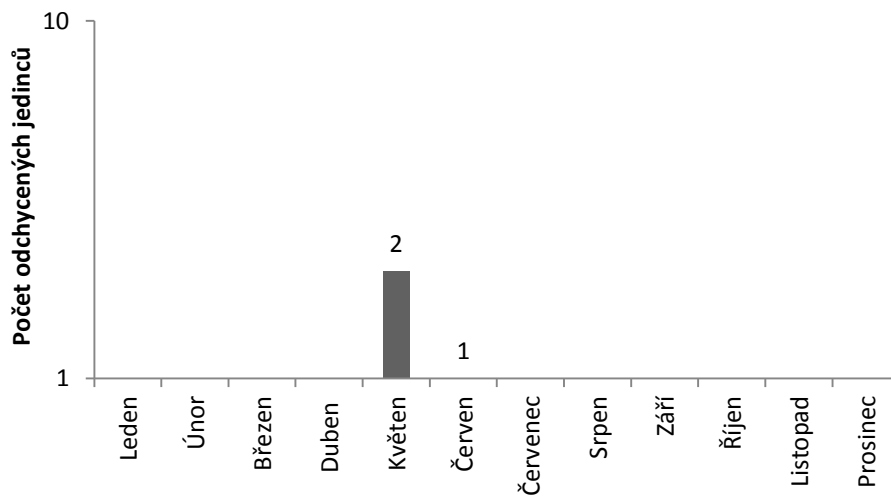


Graf č. 32: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *P. submarginata*

Periodicky zaplavovaná past



Graf č. 33: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *H. confusa*



Graf č. 34: Počet emergujících jedinců v jednotlivých měsících u druhu *P. submarginata*

7 Diskuze

Tato diplomová práce navazuje na projekt Rithrodat – Lunz, který na sledované lokalitě oběvil v rámci zkoumání zoobentosu celkem 17 druhů jepic ve 4 čeledích (Heptageniidae, Baetidae, Ephemerellidae a Leptophlebiidae). U čeledi Heptageniidae bylo nalezeno 8 druhů, Baetidae 6 druhů, Ephemerellidae 2 druhy a Leptophlebiidae 1 druh (Wagner & Leichtfried 2003). Při determinaci jedinců pro diplomovou práci chyběl ve vzorcích druh *Rhitrogena cf hybrida*, který se v průzkumu objevil a navíc jsem objevil nově druh *Leptophlebia submarginata*. Mimo tyto zmíněné druhy se výčet druhů jepic ve vzorcích ze stejné lokality shodoval s průzkumem.

V předložené diplomové práci je provedeno celkové zhodnocení emergence dvou vybraných čeledí jepic, které byly odchyťovány do emergenčních pyramidových pastí na potoce Oberer Seebach v letech 1981 – 2005. Pro účely této práce byly vybrány dvě emergenční pasti pyramidového tvaru, které se nacházely v různých místech toku. První past byla celé sledované období zaplavená (past A) a druhá past byla zaplavována periodicky, pouze za vyššího stavu vodní hladiny (past B). Práce byla zaměřena na dvě čeledi jepic a to Baetidae a Leptophlebiidae. Hodnotí se v ní především změna druhového složení v čase, průběh a intenzita emergence jednotlivých druhů, poměr pohlaví a zastoupení imag a subimag. Součástí práce je také vyhodnocení průběhu teplot vody a vzduchu za sledované období na lokalitě. Čeď Baetidae je nejrozmanitější čeď jepic na úrovni druhů (Barber-James et al. 2008). Jepice čeledi Leptophlebiidae bývají často nejhojnějším druhem jepic v čistých tekoucích potocích (Towns & Peters 1996). Tato čeď je rozdělená do dvou skupin, a to Leptophlebiinae a Atalophlebiinae (Peters 1980). Leptophlebiidae jsou primitivnější a jejich rozšíření je pouze na severní polokouli, ale Atalophlebiinae mají globální distribuci (Peters 1988).

Teplota je podle Warda (1994) primární proměnnou prostředí. Průměrné teploty vzduchu během sledovaného období kolísaly více, než průměrné teploty vody. Po promítnutí lineární spojnice trendu je patrné, že hodnoty průměrných teplot mají v obou případech rostoucí tendenci. Toto zjištění potvrzuje první stanovenou hypotézu, že teplota na sledované lokalitě má zvyšující tendenci. Podle Füredera (2007) můžeme očekávat, že oteplování bude mít velký vliv faunu alpských toků. Schindler (1997) upozorňuje na to, že změny teplot jsou zatím sice malé, ale na vodní organismy mohou mít zásadní vliv. Očekává se, že dojde ke změně teploty povrchových vod, a to může mít obrovský dopad na společenstva bentosu,

především na druhy s životními cykly závislými na teplotě (Ward & Stanford 1982). Kolísání vodní hladiny bylo v jednotlivých letech podobné a nevykazovalo zvláštní odlišnosti. Výšky vodní hladiny nebyly měřeny u každé pasti zvlášť, ale pouze na jednom stabilním místě v toku, a proto k těmto datům nebylo přihlédnuto.

V prvních deseti letech bylo zastoupení dvou nejpočetnějších druhů čeledi Baetidae v pasti A vyrovnané. Druh *A. muticus* postupem času ve vzorcích z emergenčních pastí převažuje, a naopak dříve velice početný druh *B. alpinus* do pasti emerguje již velice málo. Tato skutečnost může být dána tím, že *B. alpinus* je chladnomilnější a často vstupuje v letních měsících do stádia diapauzy, a proto její početnost vykazuje negativní korelaci s teplotou (Ward & Stanford 1982). Jelikož má teplota na lokalitě ve sledovaném období zvyšující tendenci, je přirozené, že tento druh bude vykazovat opačný trend a svoji abundanci bude snižovat. V pasti B byl do roku 1988 nejpočetnějším druhem *B. rhodani*, *B. alpinus* a *B. melanonyx*. Poté nastal cca desetiletý propad a zmíněné druhy opět emergovaly, ale již s menší abundancí. Největší zastoupení v pasti B měla ke konci sledovaného období jepice *B. rhodani*. Ostatní druhy čeledi Baetidae nevykazují zvláštní neobvyklé posuny v abundanci a jejich počty byly mírně kolísavé.

Čeď Leptophlebiidae byla ve vzorcích z emergenční pasti A až do roku 1990 vzácná. Od roku 1997 se ale dramaticky zvýšila abundance druhu *H. confusa* a ten se tak stal nejvíce zastoupeným druhem v rámci řádu Ephemeroptera. Jepice *P. submarginata*, která se objevila ve vzorcích až později, vykazuje podobné, ale mírnější změny v početnosti než předešlý zástupce. V pasti B se jepice druhu *H. confusa* vyskytovaly v poměrně hojném počtu jen do roku 1987. Poté druh ze vzorku vymizel, ale přišly ještě dva roky, kdy docházelo ke slabé emergenci. Lineární trendy pro oba druhy čeledi Leptophlebiidae ukazují rostoucí početnost, která pozitivně koreluje se zvyšující se teplotou. To může být způsobeno tím, že hodně zástupců čeledi Leptophlebiidae jsou teplomilné druhy (Clifford 1982). Takto markantní změna v druhovém složení během poměrně krátkého sledovaného období může být způsobena globálním oteplováním a zároveň potvrzuje hypotézu, že zvyšující teplota ovlivňuje druhové spektrum jepic. Jelikož se v průběhu sledovacího období objevil nový druh *P. submarginata*, potvrdila se hypotéza, že na lokalitě došlo v průběhu sledování ke změně druhového složení jepic.

Zastoupení samců a samic u čeledi Baetidae v pasti A bylo vyrovnané pouze u nejpočetnějšího druhu této čeledi *A. muticus*. Druhy *B. vernus* a *B. rhodani* vykazovaly převahu samic, kterých bylo cca 3x více, než samců jedinců. Jepice *B. alpinus* ve vzorku měla zastoupení samic 91%, což znamená naprostou převahu jednoho z pohlaví. Druhy

B. melanonyx a *C. luteolum* jako jediné měly ve vzorku samců. Do suché pasti (pasti B) se odchytlo z čeledi Baetidae rovnoměrné množství samců a samic pouze u druhu *B. rhodani*. Poměr pohlaví u *B. alpinus*, stejně jako v případě pasti A ukazoval na výraznou převahu samičího pohlaví (81%). Druhy *B. melanonyx* a *B. vernus* také měli ve vzorcích více samic, ale jejich převaha byla mírnější. Naopak žádná samice druhu *A. muticus* do této pasti neemergovala a ve vzorku se vyskytovali pouze samci. Poměr pohlaví bývá velice variabilní (Ulfstrand 1969). Příčinou nepoměru pohlaví může být úmrtnost jednoho z pohlaví způsobená faktory prostředí (Fiance 1978).

U čeledi Leptophlebiidae již byla situace jednodušší. Oba druhy ze zaplavené pasti vykazovaly rovnoměrné rozložení pohlaví. Zastoupení samců a samic zde bylo vyvážené. Data z pasti B potvrdily optimální poměr samců a samic u druhu *H. confusa*. V případě druhu *P. submarginata* byla mírná převaha samců. Hypotéza, že poměr pohlaví bude rovnoměrný, se potvrdila v obou pastech pouze u druhů *H. confusa*, u *P. submarginata* pouze v pasti A. V rámci čeledi Baetidae hypotézu potvrzují druhy *A. muticus* (past A) a *B. rhodani* (past B).

Poměr okřídlených stádií se lišil v rámci čeledi Baetidae mezi druhy, ale i mezi oběma pastmi u stejných druhů. Jepice *Baetis alpinus* a *B. vernus* měly v zaplavené pasti (past A) výraznou převahu jedinců ve stádiu imaga. Druhy *B. rhodani* a *C. luteolum* měly mírnou převahu subimaga. Více subimaga bylo i u *B. melanonyx* a *A. muticus*, které neměly ani 20% imag ve vzorku a drtivou většinu jedinců tvořily subimaga. Všechny druhy čeledi Baetidae v pasti B měly vyšší počet jedinců ve stádiu subimaga.

Mezi odchycenými jedinci čeledi Leptophlebiidae byla převaha jedinců ve stádiu subimaga. Konkrétně u druhu *H. confusa* bylo v pasti A pouze 3% imag, v pasti B jich bylo 9%. Druh *P. submarginata* měl ve vzorku pouze 2% imag v pasti A a do pasti B se nepodařilo chytit žádného dospělce. Rozdílný poměr imag a subimaga je pravděpodobně dán odlišnými strategiemi jednotlivých druhů při opouštění vodního prostředí a typem substrátu, na kterém se při emergenci vyskytuje. Podle Sedláka (2002) se subimago svléká do několika minut od emergence. V tomto případě tedy záleží na tom, zda se emerhující jedinci na vnitřních stranách pasti dále svlékají a pokračují dovnitř jako dospělci, nebo při emergenci zamíří přímo do nádoby s etylenglykolem. Toto potvrzuje Ulfstrand (1969), který říká, že počet subimaga ve vzorku může ovlivňovat to, jak dlouho trvá, než se jedinec po emergenci svléká a stává se z něho imago. Jelikož byla emergenční past v bezprostředním kontaktu se substrátem, předpokládal jsem, že emergující jedinci se nestihnou svléknout před usmrcením v nádobě s etylenglykolem. Byla stanovena hypotéza, že počet subimaga jednotlivých druhů bude

převyšovat počet imag. K jejímu potvrzení došlo ve všech případech až na 2 výjimky, a to v pasti A u druhů *B. alpinus* a *B. vernus*, kde byla převaha dospělců.

Byla zhodnocena emergence jednotlivých druhů jepic, její načasování a intenzita. Monovoltinní druhy měly výrazně zvýšenou početnost pouze jeden nebo dva posobě jdoucí měsíce. Dvě a více zvýšených početností v jiném ročním období mohou signalizovat složitější životní cykly a tím pádem i více generací za rok. López-Rodríguez et al. (2008) uvádí, že životní cykly jepic jsou velice plastické a mohou se přizpůsobovat měnícím se podmínkám.

V rámci čeledi Baetidae se ukázalo několik životních cyklů. Nejpočetnější druh této čeledi v rámci pasti A, *A. muticus* vylétával hlavně v červnu, ale v menším množství byl zaznamenán v emergenční pasti od května do října, kromě září. Z literatury je známo, že tento druh emerguje hlavně v květnu a červnu. V teplejších vodách může mít bivoltinní cyklus (Erba et al. 2003). Měsíc nejčastější emergence se shoduje, ale vzhledem k charakteru toku tento druh na potoce Oberer Seebach nemá bivoltinní, ale univoltinní životní cyklus.

Životní cyklus *B. alpinus* je dobře znám, je to jedna z nejplastičtějších evropských jepic (Breitenmoser-Würsten & Sartori 1995). Tento druh emerguje nevíce od května do první poloviny října a jeho životní cyklus bývá většinou bivoltinní (Kukula 1997). Má tedy dva vrcholy emergence, což se potvrdilo zejména u pasti A. Lze tedy říci, že tento druh má na zkoumané lokalitě bivoltinní životní cyklus.

Jepice druhu *B. vernus* mají především bivoltinní životní cyklus s přezimujícími larvami (Clifford 1982, Landa 1968). Podle Wagnera et al. (2000) je u tohoto druhu typický monovoltinní životní cyklus. Výsledky této práce se ztotožňují s názorem, že jepice tohoto druhu mají na lokalitě bivoltinní životní cyklus. Výlet jedinců zde trval od března do listopadu, se dvěma vrcholy a to v květnu a říjnu. Emergence druhu podle literatury probíhá na jaře kolem června a pak až v září až říjnu (Vávra 1988).

Některé populace druhu *B. rhodani* vykazují bivoltinní životní cyklus s pomalu rostoucí přezimující generací a rychle rostoucí letní generací (Elliott 1967, Clifford 1982). Ale např. v Italských Alpách jsou populace, které mají polyvoltinní cyklus se 3 generacemi (Erba et al. 2003). Výsledky u tohoto druhu jsou nejednoznačné, ale data naznačují polyvoltinnímu cyklu se 3 generacemi za rok.

Druhy této čeledi mají hlavně univoltinní životní cykly (Clifford 1982) a emerguje od poloviny května (Lauzon & Harper 1986). U druhů rodu *Habroleptoides* se vyskytují stejně jako u *P. submarginata* především univoltinní životní cykly (Clifford 1982). Z výsledků je patrné, že u obou druhů se opravdu objevuje univoltinní životní cyklus. Jedinci druhu *H. confusa* vylétávaly především v měsících květnu a červnu. V případě druhu

P. submarginata sahal výlet od května až do července s masivním nástupem v červnu. Data mohou být ovlivněna predací. Jelikož je na jepice vyvíjený predáční tlak ze strany jak suchozemských, tak vodních živočichů, především ryb (Nakano & Murakami 2001).

Seznam literatury

- ALLAN, J. D. (1995): Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. Dordrecht, Netherland: Kluwer academic Publishers. 388 p.
- BALACHANDRAN, C., CHANDRAN, M. S., & RAMACHANDRA, T. V. (2011). Distribution and Biology of the Mayflies (Ephemeroptera) of Western Ghats. Sahyadri eNews, (35): 1 – 17.
- BANKS, J. L., JUDITH, L. & HERLIHY, A. T. (2007): Influence of clearcut logging, flow duration, and season on emergent aquatic insects in headwater streams of the Central Oregon Coast Range. Journal of the North American Benthological Society. 26 (4): 620 – 632.
- BARBER-JAMES, H. M., GATTOLLIAT, J-L., SARTORI, M. & HUBBARD, M. D. (2008): Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. Hydrobiologia. 595 (1): 339 – 350.
- BREITENMOSER-WURSTEN, C. & SARTORI, M. (1995): Distribution, diversity, life cycle and growth of a mayfly community in a prealpine stream system (Insecta, Ephemeroptera). Hydrobiologia. 308 (2): 85 – 101.
- BRETSCHKO, G. (1981): Temperatur und Chemie des Bach - und Bettsedimentwassers. Jahresbericht der biologischen station Lunz. 4: 24 – 34.
- BRITAIN, J. E. (1982): Biology of mayflies. Annual Review of Entomology, 27 (1): 119 – 147.
- BRITAIN, J. E. & MILNER, A. M. (2001): Ecology of glacier-fed rivers: current status and concepts. Freshwater Biology 46 (12): 1571 – 1578.
- BRITAIN, J. E. & SARTORI, M. (2003): Ephemeroptera (Mayflies). Encyclopedia of Insects. 373 – 380.
- BURKS, B. D. (1953): The mayflies, or Ephemeroptera, of Illinois. Illinois Natural History Survey Bulletin 26 (1): 1 – 216.
- CLIFFORD, H. F. (1982): Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. Quaestiones Entomologicae. 18 (1): 15 – 90.
- CORKUM, L. D. J., CIBOROWSKI, J. H. & POULIN, R. G. (1997): Effects of emergence date and maternal size on egg development and sizes of eggs and first-instar nymphs of a semelparous aquatic insect. Oecologia. 111 (1): 69 – 75.

- DAVIES, I. J. (1984): Sampling aquatic insect emergence. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Water, 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 161 – 227.
- DERKA, T. (2005): *Baetopus tenellus* in Slovakia (Ephemeroptera: Baetidae). Entomological Problems. 35 (1): 84.
- EDMUNDS, G. F. Jr. (1972): Biogeography and evolution of Ephemeroptera. Annual Review of Entomology. 17 (1): 21 – 42.
- EDMUNDS, G. F. Jr., JENSEN, S. L. & BERNER, L. (1976): The Mayflies of North and Central America. Minneapolis: University of Minnesota Press. 344 p.
- EDMUNDS, G. F. Jr. & McCAFFERTY, W. P. (1988): The mayfly subimago. Annual Review of Entomology, 33 (1): 509 – 527.
- ELLIOTT, J. M. (1967): The life histories and drifting of Plecoptera and Ephemeroptera in a Dartmoor stream. The Journal of Animal Ecology 36: 343 – 362.
- ELLIOTT, J. M. (1972): Effect of Temperature on the Time of Hatching in *Baetis rhodani* (Ephemeroptera: Baetidae). Oecologia. 9 (1): 47 – 51.
- ELLIOTT, J. M. & HUMPESCH, U. (1980): Eggs of Ephemeroptera. Annual of the Freshwater Biological Association. 48: 41 – 52.
- ERBA, S., MELISSANO, L. & BUFFAGNI, A. (2003): Life cycles of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) in a North Italian Prealpine stream. Research update on Ephemeroptera and Plecoptera. Perugia, Italy: University of Perugia Press. 177 – 186 p.
- FIANCE S. B. (1978): Effects of pH on the biology and distribution of *Ephemerella funeralis* (Ephemeroptera). Oikos 31: 332 – 339.
- FÜREDER, L. (2007): Life at the edge: habitat condition and bottom fauna of alpine running waters. International Review of Hydrobiology 92 (4-5): 491 – 513.
- HAUER, F. R., BARON, J. S., CAMPBELL, D. H., FAUSCH, K. D., HOSTETLER, S. W., LEAVESLEY, G. H., LEAVITT, P. R., MCKNIGHT, D. M. & STANFORD, J. A. (1997): Assessment of climate change and freshwater ecosystems of the Rocky Mountains, USA and Canada. Hydrological Processes 11 (8): 903 – 924.
- HUMPESCH, U. H. (1982): Effect of fluctuating temperature on the duration of embryonic development in two *Ecdyonurus* spp. and *Rhithrogena* cf. *hybrida* (Ephemeroptera) from Austrian streams. Oecologia 55 (3): 285 – 288.

- HYNES, H. B. N. (1970): The ecology of stream insects. *Annual Review of Entomology*. 15 (1): 25 – 42.
- KLEMENS, W. E. (1991): Zur gerinnegeometrie und typisierung des Oberen Seebachs, Lunz/See (Niederösterreich). *Jahresbericht der Biologischen Station Lunz* 13: 37 – 48.
- KNISPEL, S., SARTORI, M. & BRITTAIN, J. E. (2006): Egg development in the mayflies of a Swiss glacial floodplain. *Journal of the North American Benthological Society* 25 (2): 430 – 443.
- KUKULA, K. (1997): The life cycles of three species of Ephemeroptera in two streams in Poland. *Hydrobiologia*. 353 (1): 193 – 198.
- LANDA, V. (1968): Developmental cycles of central European Ephemeroptera and their interrelations. *Acta Ent. Bohemoslov.* 65: 276 – 84.
- LANDA, V. (1969): Fauna ČSSR, Svazek 18 – Jepice – Ephemeroptera. Praha: Československá akademie věd. 352 p.
- LAUZON, M. & HARPER, P. P. (1986): Life history and production of the stream-dwelling mayfly *Habrophlebia vibrans* Needham (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Canadian Journal of Zoology*. 64 (9): 2038 – 2045.
- LELLÁK, J., KOŘÍNEK, V., FOTT, J., KOŘÍNKOVÁ, J. & PUNČOCHÁŘ, P. (1982): *Biologie vodních živočichů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 220 p.
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J., TIerno DE FIGUEROA, J. M. & ALBATERCEDOR, J. (2008): Life history and larval feeding of some species of Ephemeroptera and Plecoptera (Insecta) in the Sierra Nevada (Southern Iberian Peninsula). *Hydrobiologia*. 610 (1): 277 – 295.
- McLACHLAN, A. (1985): The relationship between habitat predictability and wing length in midges (Chironomidae). *Oikos*. 44: 391 – 397.
- McKEE, D. & ATKINSON, D. (2000): The influence of climate change scenarios on populations of the mayfly *Cloeon dipterum*. *Hydrobiologia*. 441 (1): 55 – 62.
- MILNER, A. M. & PETTS, G. E. (1994): Glacial rivers: physical habitat and ecology. *Freshwater Biology*. 32 (2): 295 – 307.
- MÜLLNER, A. N. (1999): The algal species of a gravel stream "Oberer Seebach", Lunz. *Jahresbericht der Biologischen Station Lunz* 16: 41 – 49.

- NAKANO, S. & MURAKAMI, M. (2001): Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98 (1): 166 – 170.
- PECKARSKY, B. L., MCINTOSH, A. R., TAYLOR, B. W. & DAHL, J. (2002): Predator chemicals induce changes in mayfly life history traits: A whole-stream manipulation. *Ecology*. 83 (3): 612 – 618.
- PETERS, W. L. (1980): Phylogeny of the Leptophlebiidae (Ephemeroptera): an introduction. In Flannigan, J. F., Marshall, K. E. eds.: *Advances in Ephemeroptera Biology*. New York: Plenum. 33 – 41p.
- PETERS, W. L. (1988): Origins of the North American Ephemeroptera fauna, especially the Leptophlebiidae. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 144: 13 – 24.
- PROGAR, R. & MOLDENKE, A. R. (2009): Aquatic Insect Emergence from Headwater Streams Flowing Through Regeneration and Mature Forests in Western Oregon. *Journal of Freshwater Ecology*. 24 (1): 53 – 66.
- RIEDERER, A. A. (1985): Emergence behaviour of some mayflies and stoneflies (Insecta: Ephemeroptera and Plecoptera). *Verh. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* 22: 3260 – 3264.
- SARTORI, M., DERLETH, P. & GATTOLIAT, J-L. (2003): New data about the mayflies (Ephemeroptera) from Borneo. *Research update on Ephemeroptera & Plecoptera*. Università di Perugia. Perugia, Italy. 403 – 406.
- SEDLÁK, E. (2002): *Zoologie bezobratlých*. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita. 336 p.
- SCHINDLER, D. W. (1997): Widespread effects of climatic warming on freshwater ecosystems in North America. *Hydrological Processes*. 11 (8): 1043 – 1067.
- SCHMID-ARAYA, M. & SCHMID, P. E. (1995): The invertebrate species of a gravel stream. *Jahresbericht der Biologischen Station Lunz*. 15: 11 – 21.
- SINITSCHENKOVA, N. D. (1991): New Mesozoic Mayflies (Ephemerida) from Mongolia. *Paleontological Journal*. 25 (1): 116 – 125.
- SOLDÁN, T. (1997): Mayflies (Ephemeroptera): one of the earliest group known to man. In: LANDOLT, P., SARTORI, M. et. al. (1997): *Ephemeroptera & Plecoptera. Biology-Ecology-Systematics*. Eighth international conference on Ephemeroptera. 1995 Aug. p. 511 – 513 p.

- STUMMER, C. (1982): Emergenzuntersuchungen im "Ritrodat-Areal". Jahresbericht der Biologischen Station Lunz. 5: 77 – 97.
- SWEENEY, W., & VANNOTE, L. (1982): Population synchrony in mayflies: a predator satiation hypothesis. *Evolution*. 36: 810 – 821.
- THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., DE SIQUEIRA, M. F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVEL, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L., & WILLIAMS, S. E (2004): Extinction risk from climate change. *Nature*. 427 (6970): 145 – 148.
- TOWNS, D. R. & PETERS, W. L. (1996): Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera). *Fauna of New Zealand*. 36: 144.
- ULFSTRAND, S. (1969): Ephemeroptera and Plecoptera from River Vindelälven in Swedish Lapland with a discussion of the significance of nutritional and competitive factors for the life cycles. *Entomologisk Tidskrift*. 90: 145-165.
- VÁVRA, V. (1988): Jepice (Ephemeroptera) Krkonoš. *Opera Corcontica* 25: 56 – 75.
- WAGNER, F. H., & BRETSCHKO, G. (2002): Interstitial flow through preferential flow paths in the hyporheic zone of the Oberer Seebach, Austria. *Aquatic Sciences – research Gross boundaries*. 64 (3): 307 – 316.
- WAGNER, F. H. & LEICHTFRIED, M. (2003): Endbericht des Langzeit Forschungsprogramms RITRODAT. Mondsee: Institute for Limnology, Austrian Academy of Science. 132 p.
- WAGNER, R., DAPPER, T. & SCHMIDT, H. H. (2000): The influence of environmental variables on the abundance of aquatic insects: a comparison of ordination and artificial neural network. *Hydrobiologia*. 422: 143 – 152.
- WARD, J. V. (1994): Ecology of alpine streams. *Freshwater Biology*. 32 (2): 277–294.
- WARD, J. V. & STANFORD, J. A. (1982): Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. *Annual Review of Entomology*. 27 (1): 97 – 117.
- WHITEMAN, C. D., HAIDEN, T., POSPÍČHAL, B., EISENBACH, S. & STEINACKER, R. (2004): Minimum temperatures, diurnal temperature ranges, and temperature inversions in limestone sinkholes of different sizes, and shape. *Journal of Applied Meteorology*. 43 (8): 1224 – 1236.

- WOODWARD, G., BENSTEAD, J. P., BEVERIDGE, O. S., BLANCHARD, J., BREY, T., BROWN, L., CROSS, W. F., FRIBERG, N., INGS, T. C., JACOB, U., JENNINGS, S., LEDGER, M. E., MILNER, A. M., MONTOYA, J. M., O’GORMAN, E., OLESEN, J. M., PETCHEY, O. L., PICHLER, D. E., REUMAN, D. C., THOMPSON, M. S., VAN VEEN, F. JF. & YVON-DUROCHER, G. (2010): Ecological Networks in a Changing Climate. *Advances in Ecological Research*. 42: 71 – 138.

Elektronické zdroje

Austrian Map online [on-line]. [URL:<http://www.boldis.cz/citace/citace.html>](http://www.boldis.cz/citace/citace.html) [cit. 2013-06-05]