

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Pavel Trávníček

**Biologie a ekologie pošvatek čeledi
Taeniopterygidae**

Bakalářská práce

Studijní program: B1407 / Chemie

Studijní obor: Chemie – Biologie

Forma studia: Prezenční

Vedoucí práce: RNDr. Uvíra Vladimír, Dr.

Termín odevzdání práce: 25. 6. 2018

Olomouc 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem následující bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedených literárních zdrojů pod vedením RNDr. Vladimíra Uvíry, Dr.

V Olomouci dne

.....

Pavel Trávníček

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu RNDr. Vladimíru Uvírovi, Dr. za cenné rady, podporu a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora:	Pavel Trávníček
Název práce:	Biologie a ekologie pošvatek čeledi Taeniopterygidae
Typ práce:	bakalářská práce
Pracoviště:	Katedra zoologie a ornitologická laboratoř
Vedoucí práce:	RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.
Rok obhajoby práce:	2018

Abstrakt:

Bakalářská práce se věnuje biologii a ekologii některých evropských druhů pošvatek z významné čeledi Taeniopterygidae. V Evropě se vyskytují 4 rody této čeledi, z nichž nejvíce druhově zastoupeným je rod *Brachyptera*. Dalšími rody jsou *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx* a rod *Oemopteryx* zastoupen na evropském kontinentu pouze jedním druhem *Oemopteryx loewii*.

První část práce se zabývá obecně morfologií těla, rozšířením, životním prostředím, potravou a životními cykly řádu Plecoptera. Ve druhé části je rozebráno celkem 17 Evropských druhů čeledi Taeniopterygidae, vyskytujících se ve Středoevropské vrchovině a Alpách. Konkrétně 6 druhů rodu *Brachyptera*, 4 druhy rodu *Rhabdiopteryx*, 6 druhů rodu *Taeniopteryx* a jediný druh rodu *Oemopteryx*. Poslední, didaktická, část slouží jako stručný souhrn popisu řádu Plecoptera a čeledi Taeniopterygidae pro studenty středních škol.

Klíčová slova:	Plecoptera, Taeniopterygidae, <i>Taeniopteryx</i> , <i>Rhabdiopteryx</i> , <i>Oemopteryx</i> , <i>Brachyptera</i> , biologie a ekologie, evropské druhy
Počet stran:	46
Jazyk:	čeština

Bibliographic identification

Author's first name and surname: Pavel Trávníček

Title of thesis: The biology and ecology of the Taeniopterygidae species (Plecoptera)

Type of thesis: bachelor thesis

Department: Department of Zoology and Ornithological laboratory

Supervisor: RNDr. Vladimír Uvíra, Dr.

The year of presentation: 2018

Abstract:

This thesis deals with the biology and ecology of some European species of stoneflies from the important family Taeniopterygidae. In Europe, there are four genera of this family, of which the most generic is the genus *Brachyptera*. Other genera are *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx* and *Oemopteryx*, represented on the European continent by only one species of *Oemopteryx loewii*.

The first part of the thesis deals with the body morphology, enlargement, environment, food and life cycles of the order Plecoptera. In the second part are analyzed a total of 17 European Taeniopterygidae species, occurring in the Central European Highlands and the Alps. Specifically, 6 species of the genus *Brachyptera*, 4 species of the genus *Rhabdiopteryx*, 6 species of the genus *Taeniopteryx* and the only species of the genus *Oemopteryx*. The last, didactic, part serves as a brief summary of the description of the order of Plecoptera and the family Taeniopterygidae for secondary school students.

Keywords: Plecoptera, Taeniopterygidae, *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx*, *Oemopteryx*, *Brachyptera*, biology and ecology, European species

Number of pages: 46

Language: Czech

language

Obsah

1	Úvod a cíle práce	7
2	Plecoptera – pošvatky.....	8
2.1.	Taxonomické zařazení řádu Plecoptera	8
2.2.	Morfologie pošvatek.....	10
2.2.1.	Stavba těla imaga (dospělce)	10
2.2.2.	Stavba těla larvy	11
2.3.	Rozšíření.....	11
2.4.	Životní prostředí.....	12
2.4.1.	Pošvatky jako bioindikátory čistoty vody	13
2.4.2.	Adaptace na život v silném proudu	13
2.5.	Potrava.....	13
2.6.	Životní cyklus.....	14
2.7.	Signály a páření.....	14
2.7.1.	Stádium vajíčka	15
2.7.2.	Larvální stádium	15
2.7.3.	Emergence.....	15
3	Čeleď Taeniopterygidae.....	16
3.1.	Typické morfologické znaky larev	16
3.2.	Zařazení v rámci řádu Plecoptera	18
3.3.	Rozšíření v Evropě.....	18
4	Rod <i>Brachyptera</i>	19
4.1.	<i>Brachyptera risi</i>	19
4.2.	<i>Brachyptera braueri</i>	20
4.3.	<i>Brachyptera monilicornis</i>	21
4.4.	<i>Brachyptera seticornis</i>	22
4.5.	<i>Brachyptera starmachi</i>	23
4.6.	<i>Brachyptera trifasciata</i>	23
5	Rod <i>Rhabdiopteryx</i>	25
5.1.	<i>Rhabdiopteryx acuminata</i>	25
5.2.	<i>Rhabdiopteryx alpina</i>	26
5.3.	<i>Rhabdiopteryx navicula</i>	27
5.4.	<i>Rhabdiopteryx neglecta</i>	28
6	Rod <i>Taeniopteryx</i>	29
6.1.	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	30
6.2.	<i>Taeniopteryx shoenemundi</i>	31
6.3.	<i>Taeniopteryx kuehntreiberi</i>	32
6.4.	<i>Taeniopteryx hubaulti</i>	33
6.5.	<i>Taeniopteryx auberti</i>	34
6.6.	<i>Taeniopteryx araneoides</i>	34
7	Rod <i>Oemopteryx</i>	35
7.1.	<i>Oemopteryx loewii</i>	35
8	Projekt RITRODAT	36
8.1.	Lokalita výzkumu.....	36
9	Metodika.....	37
10	Didaktická část	38
10.1.	Studijní text.....	38
10.2.	Organizace výuky	39
11	Závěr	41
12	Seznam literatury.....	42

1 Úvod a cíle práce

Pošvatky (Plecoptera) jsou malým řádem hemimetabolního hmyzu. Většinu života stráví v larválním stádiu, ve vodním prostředí. Tímto prostředím je nejčastěji potok nebo řeka, ale existují i druhy stojatých vod. Larvy pošvatek mohou být dravci nebo se živí rostlinným materiálem a některé jsou velice citlivé na změny enviromentálních podmínek. Období přeměny larvy v dospělce se nazývá emergence. Dospělec žije mimo řeku jen krátkou dobu a jeho hlavním úkolem je rozmnožování. Při rozmnožování některé druhy pošvatek komunikují nízkofrekvenčními signály, které jsou vedené substrátem od jednoho jedince ke druhému.

Cílem bakalářské práce je popis biologie a ekologie evropských druhů pošvatek čeledi Taeniopterygidae, vyskytujících se na území Alpského pohoří a Středoevropské vrchoviny. Práce popisuje druhy čtyřech evropských rodů této čeledi, konkrétně rodů *Brachyptera*, *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx* a *Oemopteryx*. V rámci čeledi Taeniopterygidae v Evropě je nejvíce druhově bohatý rod *Brachyptera*. Naopak rod *Oemopteryx* byl zaznamenán pouze jediným druhem *Oemopteryx loewii*.

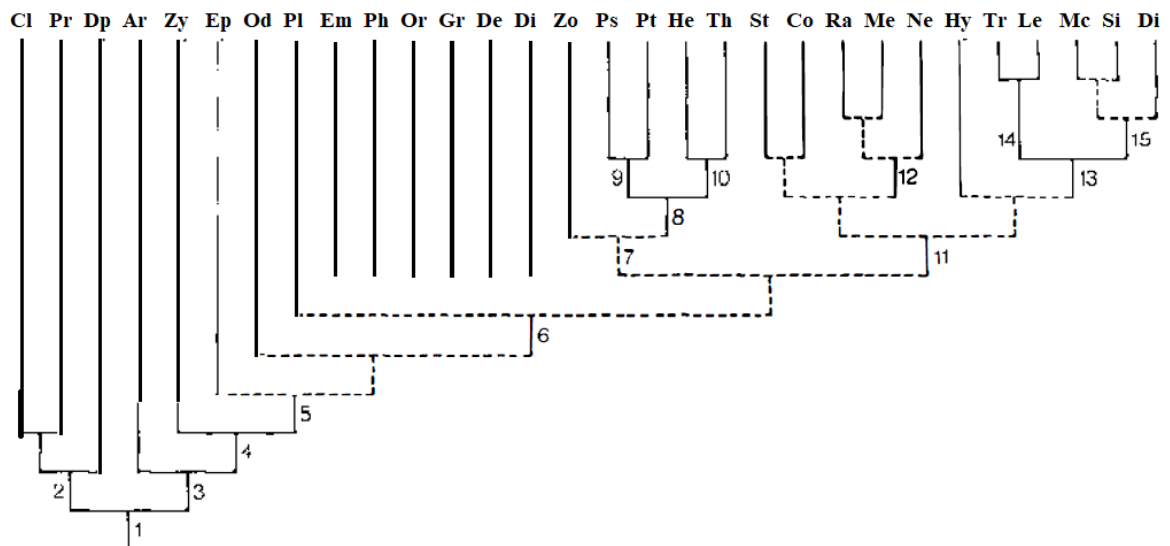
2 Plecoptera – pošvatky

Plecoptera je řád hemimetabolního hmyzu, který patří k nejstarším skupinám hmyzu na Zemi (Lellák et al. 1982). Popsáno je přes 3497 druhů. Pošvatky představují velmi významnou složku vodních tekoucích ekosystémů (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

2.1. Taxonomické zařazení řádu Plecoptera

Zařazení řádu Plecoptera do systému podle starších fylogenetických studií (Kristensen 1975; Zwick 1990).

Podkmen:	Hexapoda
Třída:	Insecta
Podtřída:	Pterygota
Infratřída:	Neoptera
Řád:	Plecoptera
Evropské čeledi:	Taeniopterygidae Capniidae Leuctridae Nemouridae Perlidae Chloroperlidae Perlodidae

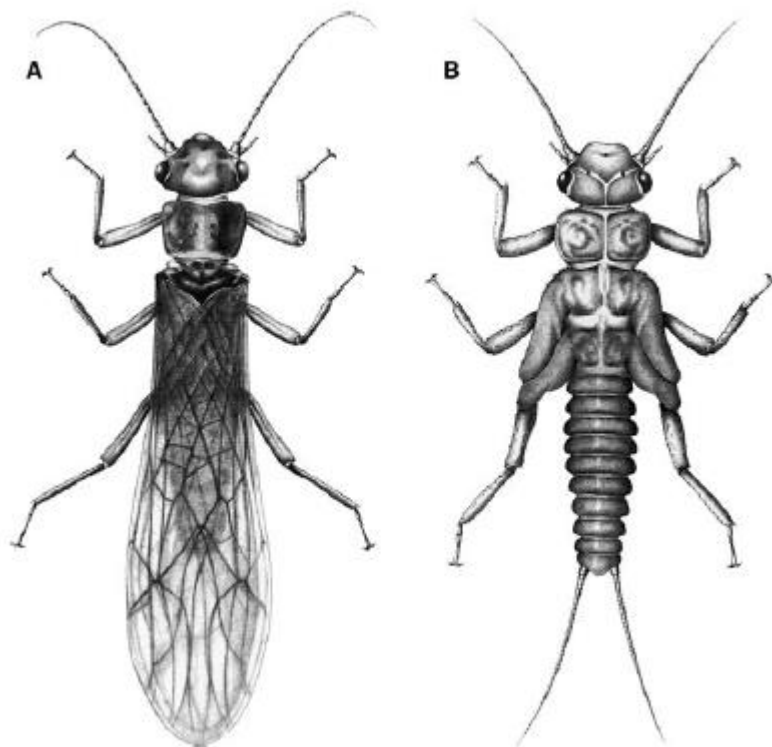


Obrázek 1: Taxonomické zařazení řádu Plecoptera pomocí kladogramu. Vyšší kategorie jsou označeny čísly: 1 - Hexapoda, 2 – Enthognatha, 3 – Insecta, 4 – Dicondylia, 5 – Pterygota, 6 – Neoptera, 7 – Paraneoptera, 8 – Acercaria, 9 – Psocodea, 10 – Condylognatha, 11 – Holometabola, 12 – Neuropteryda, 13 – Panorpida, 14 – Amphiesmenoptera, 15 – Antliophora. Nižší úrovně jsou označeny písmeny: Cl – Collembola, Pr – Protura, Dp – Diplura, Ar – Archeognatha, Zy – Zygentoma, Ep – Ephemeroptera, Od – Odonata, Pl – Plecoptera, Em – Embioptera, Ph – Phasmida, Or – Orthoptera, Gr – Grylloblattaria, De – Dermaptera, Di – Dictyoptera, Zo – Zoraptera, Ps – Psocoptera, Pt – Phthiraptera, He – Hemiptera, Th – Thysanoptera, St – Strepsiptera, Co – Coleoptera, Ra – Raphidoptera, Me – Megaloptera, Ne – Neuroptera, Hy – Hymenoptera, Tr – Trichoptera, Le – Lepidoptera, Mc – Mecoptera, Si – Siphonaptera, Di – Diptera (Převzato a upraveno z: Kristensen 1975).

Novější fylogenetické studie neuvádí vyšší fylogenetické skupiny než řád. V rámci řádu Plecoptera se uplatňují podřády Antarctoperlaria a Arctoperlaria. Podřád Arctoperlaria obsahuje dva infrařády: Euholognatha a Systellognatha. Pod infrařád Systellognatha se řadí nadčeledi Pteronarcyioidea a Perloidea. Do nadčeledi Perloidea patří Evropské čeledi Perlodidae, Chloroperlidae a Perlidae. Pod infrařád Euholognatha se řadí čeleď Scopuridae a nadčeleď Nemouroidea, do které patří Evropské čeledi Taeniopterygidae, Capniidae, Leuctridae a Nemouridae. Podřád Antarctoperlaria obsahuje dvě nadčeledi, Eusthenioidea a Griptopterygoidea. Ani jedna z těchto dvou nadčeledí neobsahuje žádnou Evropskou čeleď (viz obrázek 4) (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

2.2. Morfologie pošvatek

Stavba těla jedinců řádu Plecoptera nese mnoho primitivních znaků, proto o něm můžeme mluvit jako o řádu reliktního charakteru (Lellák et al. 1982). Dospělci jsou larvám velice podobní. Jedním z nejdůležitějších rozdílů, který je vidět na první pohled, je přítomnost křídel u dospělců a jejich absence u larev (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).



Obrázek 2: Dospělec (A) a larva (B) pošvatek z čeledi Nemoura (Převzato z: Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

2.2.1. Stavba těla imaga (dospělce)

Pošvatky jsou hmyz menšího až středního vzrůstu. Dorůstají délky mezi 5 mm až 30 mm. Mají štíhlé, lehce zploštělé tělo (Lellák et al. 1982). Typicky jsou hnědě až temně zbarvené, jen některé čeledi mohou být výjimkou, jako například Chloroperlidae, kteří jsou citronově žlutí (Krno 2013).

Na hlavě se nachází typická nitkovitá, méně často růžencovitá tykadla (Lellák et al. 1982). Pošovky mají dvě středně velké složené oči a tři jednoduchá očka neboli ocelli (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008). Ústní ústrojí je kousavé a v některých případech může být silně redukováno (Lellák et al. 1982).

Pošvatky mají volné všechny tři hrudní články. Středohrud' a zadohrud' nesou po páru kožovitých křídel. Křídla mají bohatou, mřížkovitou žilnatinu a jsou dýmově zbarvená (Krno 2013). V klidu skládají křídla nad tělem nebo ohýbají vnější okraje křídel dolů a tvoří jakousi stříšku (Lellák et al. 1982). Zadní křídla jsou mírně rozšířená (Fochetti & Tierno de Figueroa. 2008).

Mají šest kráčivých končetin, z nichž každá je zakončena dvěma drápky (Krno 2013). První pár končetin je nejkratší, druhý pár končetin je středně dlouhý a třetí pár končetin je nejdelší (Lellák et al. 1982).

Tělo je zakončeno protáhlým zadečkem, který je tvořen deseti články. Na konci zadečku jsou dva dlouhé štěty. Štěty jsou tvořeny několika články a mohou být dlouhé nebo zakrnělé (Lellák et al. 1982).

2.2.2. Stavba těla larvy

Larvy pošvatek se tvarem těla podobají dospělcům. Mají zploštělé tělo, tři páry kráčivých končetin, které jsou zakončeny dvěma drápky a často široce rozkročeny do stran (Lellák et al. 1982; Krno 2013). Zadeček se skládá z deseti článků a je zakončen dvěma dlouhými štěty (Lellák et al. 1982). Larvy dýchají celým povrchem těla a vzdušnicovými tracheálními žábry. Pokud mají nedostatek kyslíku, začnou pohybovat určitou částí těla (Krno 2013). Pohyby jsou rytmické a někdy se jim říká „kliky“. Tyto pohyby jsou častější v létě, kdy je vyšší teplota vody a díky tomu je voda méně okysličená. Během zimy vykonávají pošvatky dýchací pohyby jen zřídka.

Larvy se od dospělců odlišují stavbou ústního ústrojí, nepřítomností křídel a genitálií. Larvy mají namísto křídel dva páry křídelních pochev. Hlava larev je velká, široká a nese srpovitá kusadla (Lellák et al. 1982).

2.3. Rozšíření

Pošvatky jsou rozšířeny po všech kontinentech kromě Antarktidy (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008). Nejvíce druhů se nachází v Severní Americe a Asii (Krno 2013). V Severní Americe bylo popsáno 650 druhů, v Asii přibližně 1577 druhů, v Jižní Americe

378 druhů, v Evropě 426 druhů, v Austrálii 191 druhů a na Novém Zélandě 104 druhů (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

Jen málo druhů je sdíleno mezi zoogeografickými oblastmi. Austrálie a Nový Zéland jsou izolované a dalším důvodem je geografická bariéra ve formě pouští a suchých oblastí, které brání migraci druhů pošvatek například ze Severní do Střední a Jižní Ameriky (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

Pro pošvatky je teplota je jedním z nejdůležitějších faktorů prostředí (Lillehammer et al. 1974). Z toho důvodu se více vyskytují v mírném pásmu. V tropech a na oceánských ostrovech jsou pouze vzácně nebo se nevyskytují vůbec (Hynes 1976).

Přítomnost křídel dává pošvatkám možnost letu a účinnějšího šíření. Avšak jejich schopnost k rozšíření se do jiných regionů je velmi špatná a nejsou schopny překonat větší geografické bariéry. V době postglaciální distribuce tuto bariéru představovaly Alpy (Raušer 1971).

2.4. Životní prostředí

Imaga žijí terestricky nebo sub-aeriálně. Některé druhy jsou výjimkou, jako například druh *Capnia lacustra*, jehož imaga žijí v hloubce jezera Tahoe v USA (Stanley & Jewett 1963) nebo dospělé samice *Zapada cinctipes*, které vydrží pod vodou 20 až 60 minut. Výdrž pod vodou potřebují ke snášení vajíček pod hladinou. (Tozer, 1979). Imaga pošvatek jsou velmi špatnými letci. Při napadení predátorem okamžitě klesají k zemi a hledají úkryt (Lellák et al. 1982).

Larvy pošvatek jsou typu najády (Lellák et al. 1982). Najády pošvatek se typicky vyskytují ve studené, silně proudící vodě horských potoků, která se v horkých létech nepřehřívá (Krno 2013). Teplota je hlavním faktorem prostředí, který ovlivňuje výskyt na určitém místě a zároveň ovlivňuje životní cyklus (Hynes 1976). Eurytermních druhů, které mohou přežít i ve slabě tekoucích, zabahněných vodách a jezerech, je velice málo (Lellák et al. 1982). Dalším důvodem výskytu larev v proudící vodě je také dobré okysličení, díky neustálému proudění vody. Jen velmi málo druhů je adaptováno k terestrickému způsobu života. Jedná se o druhy žijící v sub-antarktických oblastech (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

2.4.1. Pošvatky jako bioindikátory čistoty vody

Ekologická valence je definována jako vztah organismů k enviromentálním faktorům. Na termín ekologická valence navazuje ekologická nika, která byla definována jako role, funkce a místo organismu. Ekologická nika pošvatek tedy udává souhrn enviromentálních parametrů nutných k přežití a reprodukci. Vzhledem k tomu, že ekologické valence většiny pošvatek jsou úzké, tedy i jejich nika je úzkého charakteru, můžeme je označovat za bioindikátory určitých podmínek prostředí (Helešic 2001).

Jelikož jsou larvy citlivé na snížené množství kyslíku ve vodě, mohou být využity jako ukazatelé kvality vody (Sládeček 1973). V saprobním systému hrají larvy pošvatek velice důležitou roli při stanovování kvality vody. V tomto systému indikují xenosaprobické a oligosaprobické stupně (Helešic 2001).

2.4.2. Adaptace na život v silném proudu

Život v silném proudu vody vyžaduje morfologické adaptace nebo behaviorální adaptace. Behaviorální adaptací je například zdržování se v určitém místě potoka.

Hyporeál je vhodným prostředím pro živočichy nitkovitého a protáhlého tvaru s redukovaným ochlupením, jako jsou například rody pošvatek *Chloroperla* nebo *Xanthoperla*. Ty se mohou zdržovat také pod břehy řek. Tím se vyhnou kontaktu s proudem. Dalším možným místem, kde se vyhnou přímému kontaktu s proudem, je zahrabávání do písčitého sedimentu. To využívá silně ochlupený rod *Isoptena*.

Většina pošvatek žije v silném proudu, na což jsou morfologicky adaptovány zakřivenými drápkami, zploštělým tvarem a silným ochlupením končetin. Všechny pošvatky jsou vždy natočeny hlavou proti proudu (Krno 2013).

2.5. Potrava

V rámci řádu Plecoptera jsou rozlišeny infrařády Systelognatha a Euholognatha. Do infrařádu Systelognatha z Evropských čeledí patří Chloroperlidae, Perlidae a Perlodidae. Larvy pošvatek tohoto infrařádu se živí převážně dravě. Do infrařádu Euholognatha se z Evropských čeledí řadí Capniidae, Leuctridae, Nemouridae a Taeniopterygidae. Naopak larvy těchto čeledí jsou herbivorní (Shapas & Hilsenhoff 1976; Zwick 2000).

Ke dravému způsobu života mají najády uzpůsobenou hlavu a velká kusadla. Jejich potravou jsou převážně larvy jiných vodních živočichů například larvy z řádu Ephemeroptera nebo z řádu Diptera. Některé druhy pošvatek hojně napadají příslušníky svého vlastního rodu. Ostatní nedravé druhy se živí řasami, detritem a rostlinnými a živočišnými zbytky (Lellák et al. 1982).

Potravou dospělců pošvatek jsou cyanobakterie, lišejníky, pyl atd. U některých větších druhů se zdá, že potravu nepřijímají vůbec (Tierno de Figueroa & Fochetti 2001).

2.6. Životní cyklus

Většinu života obývají pošvatky vodní toky v larválním stádiu. Terestrický život pošvatek je krátký a primárně zaměřený na reprodukci (Brittain 1990). Pošvatky jsou hemimetabolní hmyz, tedy s proměnou nedokonalou (Krno 2013). Životní cyklus pošvatek trvá jeden nebo více let. Existují také druhy, které jsou bivoltinní nebo trivoltinní, tedy tvoří více generací za jeden rok (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

2.7. Signály a páření

V době, kdy jsou samečci připraveni k páření, vydávají signál. Na tento signál samičky odpovídají (Krno 2013). Signály (v angličtině nazývané drumming) pošvatek podřádu Arctoperlaria jsou jedním z nejrozšířenějších a nesložitějších systému vibrační komunikace hmyzu (Stewart 1997, 2001). Signál je přenášen substrátem jako nízkofrekvenční vibrace. Vibrace jsou produkovány úderem, škrábáním, klepáním břicha o substrát. Frekvence úderů samců jsou druhově specifické a pravděpodobně nesou i informaci o jejich fitness. Po přijetí signálu od samečků zůstanou samičky na jednom místě. Na signály odpovídají perkusivními signály, které nesou informaci o jejich poloze (Stewart & Zeigler 1984). Samičky po oplodnění již na žádné signály samečků neodpovídají (Krno 2013).

Při páření pošvatky nevytvářejí roje, jak je tomu u jiných řádů hmyzu například u jepic. Místem páření je tvrdý povrch. Mohou to být kmeny stromů nebo povrchy kamenů (Krno 2013).

2.7.1. Stádium vajíčka

Samičky produkují 25-3000 vajíček. Vajíčka kladou ve formě snůšek na hladinu vody (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008) nebo je uloží těsně pod hladinu vody do substrátu (Krno 2013). Jen málo druhů nekladou vajíčka ve snůškách, ale po jednom (Fochetti & Tierno de Figueroa 2008). Délka vývoje vajíček pošvatek závisí na druhu a na teplotě vody. U některých druhů trvá pouze několik dní, než se z vajíčka vylíhne larva. Vajíčka jiných druhů mohou zůstávat v diapauze 8-10 měsíců. Výjimečně u několika málo druhů probíhá embryonální vývoj v těle dospělé samičky a k líhnutí dochází krátce po naklazení vajíček. (Lillehammer et al. 1974).

2.7.2. Larvální stádium

Larvální stádium prochází přes několik instarů. Počet instarů, kterými larva v průběhu vývoje projde, je závislý na teplotě, druhu a pohlaví. Samičky pošvatek mají více instarů než samečci (Krno 2013). Charakteristické znaky larev se vyvíjejí postupně. V posledním instaru mají velké, dobře poznatelné, plně vyvinuté pochvy křídel (Zwick 2004).

2.7.3. Emergence

Období, kdy larva opouští vodní prostředí a přechází v dospělce, se nazývá emergence (Oberndorfer & Stewart 1977). Těsně před tím, než se z larvy stane dospělec, larva přestane přijímat potravu a mezi tělo dospělce a pokožku larvy se dostane vzduch. Poté larva vylézá na souš, zachycuje se na pevném podkladu a za několik minut dochází k výletu imaga přímo z larvální pokožky (Lellák et al. 1982). Doba výletu dospělců se u různých druhů liší (Krno 2013).

Imaga pošvatek žijí pouze tři až čtyři týdny. Některé druhy větších pošvatek, které nepřijímají potravu žijí jen několik dní (Krno 2013). Hlavním cílem života dospělců je rozmnožit se (Brittain 1990).

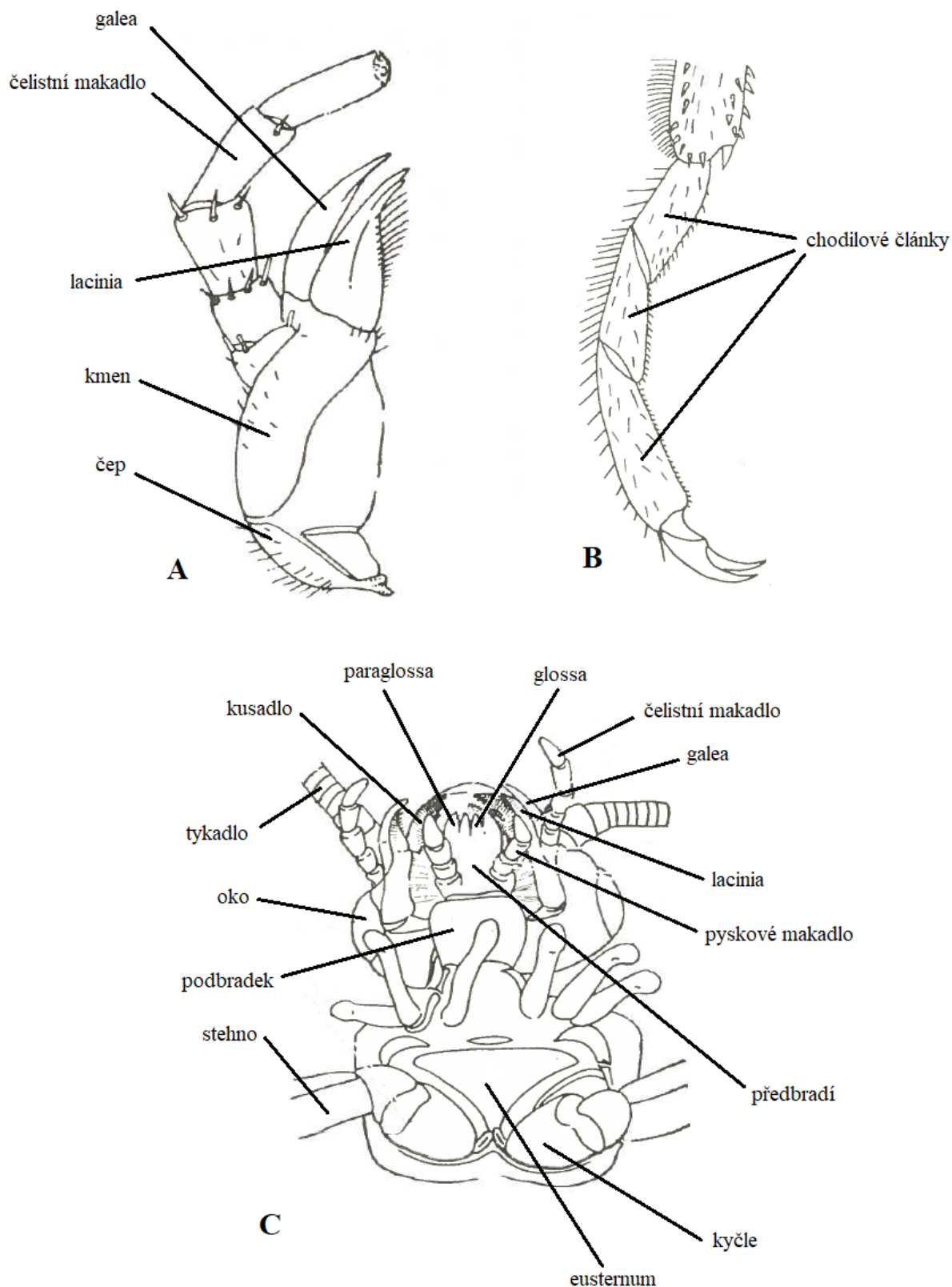
3 Čeleď Taeniopterygidae

Taeniopterygidae jsou jednou z čeledí řádu Plecoptera. Čeleď obsahuje přibližně 80 druhů. Nejhojněji se vyskytují v Evropě, Severní Americe a Asii (Liu et al. 2007). Larvy této čeledi jsou převážně býložravé (Shapas & Hilsenhoff 1976).

3.1. Typické morfologické znaky larev

Larvy čeledi Taeniopterygidae nesou několik typických morfologických znaků, podle kterých je můžeme poznat. Hlavu mají klenutou s mohutnými a silnými kusadly ústního ústrojí. Poslední článek čelistních makadel je širší než jedna polovina článku předchozího. Lacinie (vnitřní dáseň) čelistních makadel nemají dva velké, ostré, šavlovité zuby. Galea (vnější dáseň) je na bázi široká a její délka je shodná s délkou vnější sanice. Někdy je galea i o trochu delší než vnější sanice. Makadla se u larev této čeledi proximálně nezužují (viz obrázek 3, A). Horní pysk je delší, než je jeho dvojnásobná hodnota jeho šířky. Glossy na spodním pysku ústního ústrojí dosahují shodné délky s paraglossy (Rozkošný 1980) (viz obrázek 3, C).

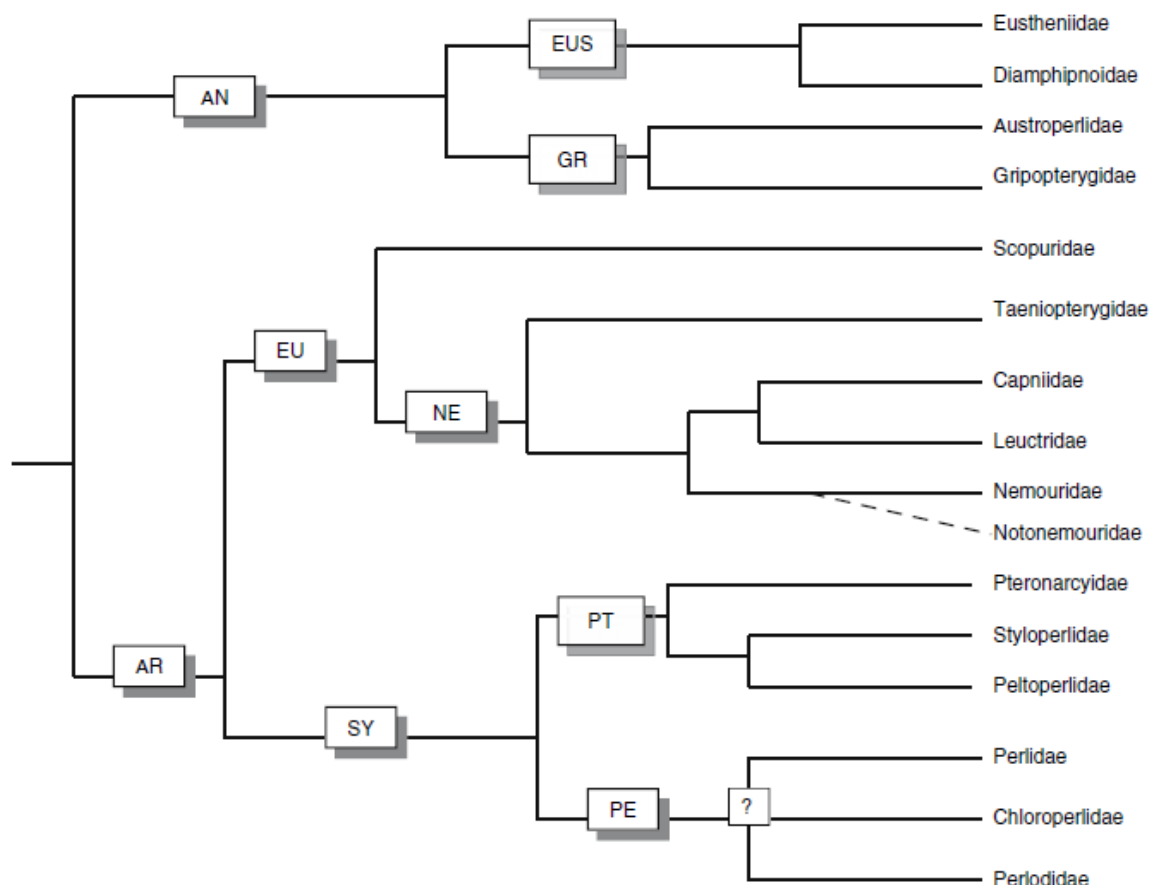
Larvy mají velmi dobře vyvinuté pochvy křídel a nemají keříčkovitá žábra na sternitech hrudních článků (Krno 2013). Desáté sternum zadečku je vyvinuté pouze jako chitinový pruh. Chodidlový článek následující je vždy delší než článek přechozí. Tento znak je nejtypičtější pro čeleď Taeniopterygidae (Rozkošný 1980) (viz obrázek 3, B).



Obrázek 3: Čelist larvy *Leuctra albida* (A), chodidlo larvy *Taeniopteryx nebulosa* (B) a hlava ze spodu pošvatky *Protonemura montana* (C) nesoucí typické znaky pro čeled' Taeniopterygidae (převzato a upraveno z: Rozkošný, 1980).

3.2. Zařazení v rámci řádu Plecoptera

V rámci řádu Plecoptera se čeleď Taeniopterygidae řadí do podřádu Arctoperlaria, infrařádu Euholognatha (Filipalpia) a nadčeledi Nemouroidea (Zwick 2000) (viz obrázek 4).



Obrázek 4: Zařazení čeledi Taeniopterygidae v rámci řádu Plecoptera. Význam zkratk: AN – Antarctoperlaria, AR – Arctoperlaria, EUS – Eusthenioidea, GR – Gripopterygoidea, EU – Euholognatha, NE – Nemouroidea, SY – Systellognatha, PT – Pteronarcoidea, PE – Perloidea (převzato z: Fochetti & Tierno de Figueroa 2008).

3.3. Rozšíření v Evropě

V Evropě se čeleď Taeniopterygidae vyskytuje ve čtyřech rodech – *Brachyptera*, *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx* a *Oemopteryx*. Druhově nejbohatší je rod *Brachyptera*. Rod *Oemopteryx* je v Evropě zastoupen pouze jediným druhem *Oemopteryx loewii* (Graf et al. 2009).

4 Rod *Brachyptera*

Jedinci rodu *Brachyptera* preferují život na vrchní straně skal a balvanů. Vnější dáseň, zvaná galea, je uzpůsobena k seškrabávání, proto je můžeme zařadit mezi škrabače.

Larvy rodu *Brachyptera* mají několik typických morfologických znaků. Na bázi hrudních končetin nemají tracheální žábry. Na břišní straně larvám chybí trnové výběžky. Na dorzální straně jsou bazální články štětů ochlupené. Hřbetní strana těla má tmavě hnědý základ, který je mnohem tmavší než břišní strana. Nejtypičtějšími znaky pro rod *Brachyptera* jsou čelisti s 8-12 ventrálními zuby a subapikálním zubem. U samců tohoto rodu jsou paraprokty na distálním konci vždy úzké (Krno 2013).

V Evropě se vyskytuje přibližně 32 druhů tohoto rodu. V oblasti středoevropské vrchoviny, do které spadá střední a západní část České republiky, jižní polovina Německa a sever Rakouska, se vyskytují druhy: *Brachyptera braueri*, *Brachyptera monilicornis*, *Brachyptera risi*, *Brachyptera seticornis*, *Brachyptera starmachi* a *Brachyptera trifasciata*. Na území Alp žijí druhy: *Brachyptera monilicornis*, *Brachyptera risi*, *Brachyptera seticornis*, *Brachyptera starmachi* a *Brachyptera trifasciata* (Graf et al. 2009).

4.1. *Brachyptera risi*

Druh *Brachyptera risi* se vyskytuje takřka ve všech oblastech Evropy, kromě středního východu, Kavkazu, Islandu, Maďarské nížiny a Východní roviny (Graf et al. 2009).

Jedná se o velice běžný druh České republiky. V nedávné době byl nalezen na 19 lokalitách tekoucích vod v Čechách a na dalších 34 lokalitách jiného typu. V minulost byl druh více rozšířen na Moravě, dnes je rozšířen i na území Čech. Vyskytuje se v podhorských oblastech a díky jeho hojnému rozšíření nepotřebuje žádný stupeň ochrany. V České republice druh *Brachyptera risi* obývá středně velké toky o nižších nadmořských výškách, často v dolní části toku pod lokalitami druhu *Brachyptera seticornis* (Bojková et al. 2011).

Brachyptera risi je obyvatel studených vod a řadí se mezi stenotermní živočichy, tedy toleruje jen malé rozmezí teplot (Khoo 1968). Emergence probíhá zejména na jaře, někdy později v brzkém létě (Graf et al. 2009). Období kladení vajíček se pohybuje od května do června. Vajíčka mají velmi dlouhou inkubační dobu, způsobenou diapauzou. V závislosti

na teplotě může trvat dva až tři a půl měsíců a ukončení diapauzy je nepravidelné (Khoo 1968).

Larvy druhu *Brachyptera risi* v rámci potoku preferují místa na povrchu kamenů, které jsou vystaveny silnému proudu (Madsen 1968). Na kameny se larva těsně přitiskne a tím dokáže vydržet i v silném proudu u hladiny vody (Madsen 1969). V potoce mají tato místa největší přísun kyslíku, který je nezbytný pro život larev *Brachyptera risi*. Optimální koncentrace kyslíku je pro tento druh, v porovnání například s druhem *Nemoura flexuosa*, velice vysoká (Madsen 1968). V případě že proudění vody ustane, larvy se začnou chovat zmateně a snaží se dostat k hladině. Druh, který je vázán na proudící vody se označuje jako rheofilní (Madsen 1969).

Většina dospělců *Brachyptera risi* žije v lesním porostu, který obklopuje potok, nebo mezi listy přímo na zemi. Není známo, do jaké maximální vzdálenosti od potoku se pohybují. Byly viděny roje imag vzdálené až 50 metrů. Těsně po emergenci se dospělci vyskytují v místech, kde k ní došlo. Ke konci sezóny se distribuce podél potoka mění. Dochází ke kumulaci dospělců v horních částech toku. Zároveň se mění i poměr samců a samic v populaci. To může být způsobeno vymíráním samců krátce po kopulaci nebo tím, že samice jsou aktivnější letci a pravděpodobněji se vrátí k potoku (Madsen 1976).

Larvy mají vyvinuté plovací vlášení na člancích štětů. U samčích larev je tergum krátce ochlupené. Hlava je nepatrně užší než zadní okraj štítu. Paraprokty mají ploché se zahnutými výběžky (Rozkošný 1980). Vyznačují se také štíhlým tělem, světle hnědého až hnědého zbarvení (Krno 2013).

4.2. *Brachyptera braueri*

Během druhé poloviny 20. století výskyt tohoto druhu značně poklesl po celé Evropě a stal se raritou s rozptýleným rozšířením (Bojková & Špaček 2006). Druh *Brachyptera braueri* se kromě Alp a Středoevropské vrchoviny vyskytuje například na území Slovenska, Dánska, severu Německa apod. (Graf et al. 2009).

V minulosti se *Brachyptera braueri* považoval za velice běžně vyskytující se druh. V Praze byl nalézán na stěnách domů kolem řeky Vltavy. Díky svému hojnému výskytu v těchto místech dostal druh lidové jméno „Pražská muška“. V řece Vltavě byl druh ve velkém množství naposledy zaznamenán v roce 1994. Od té doby počty jedinců rapidně

klesaly a v roce 1990 se již nepodařilo zaznamenat žádného jedince *Brachyptera braueri*. Pokles byl pravděpodobně způsoben výstavbou vodních nádrží a velmi silným znečištěním řeky. Především výstavba přehrad Orlík, Slapy a Kamýk se stala pro tento druh smrtící. Druh byl v roce 2005 prohlášen za kriticky ohrožený. Nedávné záznamy z řek Labe, Otavy a Mže ukazují slibný trend k novému rozšíření tohoto druhu v České republice (Bojková & Špaček 2011).

Hlavní výskyt larev je v nížinných tocích. Preferovaným substrátem larev *Brachyptera braueri* v posledních instarech jsou uhynulé listy a rostlinný dendrit na dně potoka (Puig 1984). Vyskytovat se mohou také na hrubém i jemném štěrku, v mechu nebo mezi částmi živých rostlin. Do substrátu se zahrabávají, z toho důvodu mají na těle mnoho chlupů. Emergují hlavně v období jara. Jedinci žijí jeden rok (Graf et al. 2009).

Larvy druhu *Brachyptera braueri* mají svrchní povrch zadečku desátého článku světlý a někdy může obsahovat dvě malé tmavé skvrny. Na štítu mají kresbu ve tvaru písmene M nebo H a zároveň hnědý, tenký pruh. Paraprokty samců mají tvar beraních rohů (Rozkošný 1980).

4.3. *Brachyptera monilicornis*

Mimo Středoevropskou vrchovinu a pohoří Alpy se druh *Brachyptera monilicornis* vyskytuje také na území Španělska, Portugalska, Itálie, východní části Francie a v Karpatech (Graf et al. 2009). Podle historických dat z první poloviny 20. století se ve Střední Evropě stal druh vzácným. Nedávno byl však zjištěn výskyt na více lokalitách v Horním Rakousku, což naznačuje určitou rekolonizaci tohoto území. Šumavské pohoří je blízko této oblasti, ale v těchto místech je výskyt druhu *Brachyptera monilicornis* velmi vzácný. V České republice je označen jako ohrožený druh, ale pro nedostatečná data o distribuci by měl být spíše zařazen do kategorie „data deficient“. (Bojková & Špaček 2006).

Larvy nejčastěji obývají hyporhitrální a epipotamální zóny toku. Preferují podhorské potoky (Bojková & Špaček 2006). Emergují během jara. Životnost jedinců je jeden rok a tvoří jednu generaci ročně, podle toho druh nazýváme univoltní (Graf et al. 2009).

Proti *Brachyptera braueri*, larvy *Brachyptera monilicornis* nikdy nemají světlou svrchní část desátého článku zadečku. Vždy je hnědý. Zároveň jejich štít postrádá hnědé úzké pruhy. Typickými morfologickými znaky pro larvy druhu *Brachyptera monilicornis* jsou:

svrchní část desátého článku zadečku s hnědým pruhem, zelenohnědá terga zadečku mají po obou stranách středové linie se světlou skvrnou a samci mají přímé paraprokty. Na hrudi mají šikmé, hnědé pruhy, které se vpředu spojují (Rozkošný 1980).

4.4. *Brachyptera seticornis*

Výskyt tohoto druhu v Evropě, kromě zmíněných Alp a Středoevropské vrchoviny, je v oblastech Španělska, Portugalska, pohoří Pyreneje, Balkánského poloostrova, východoevropské vrchoviny, Karpatského pohoří a maďarské nížiny (Graf et al. 2009).

Brachyptera seticornis je spolu s *Brachyptera risi* jedním z nejběžnějších a nejhojnějších druhem České republiky. Vyskytuje se v horských potocích, nejčastěji v nadmořské výšce nad 450 m n. m. Často se vyskytují v horním toku řek nad místem výskytu druhu *Brachyptera risi* (Bojková et al. 2011).

Před startem embryogeneze procházejí vajíčka pošvatek druhu *Brachyptera seticornis* diapauzou. Období diapauzy trvá dva až tři měsíce (López-Rodríguez & Tierno de Figueroa 2006) *Brachyptera seticornis* je univoltním druhem, jelikož tvoří jednu generaci ročně. Jedinci žijí po dobu jednoho roku a emergence probíhá výhradně v období jara (Graf et al. 2009).

Larvy tohoto druhu se řadí mezi škrabače (Krno 2000). Vyskytují se ve studených vodách, které se nacházejí ve vyšších nadmořských výškách. *Brachyptera seticornis* je, v porovnání s druhem *Brachyptera risi*, oligostenotermní druh (Krno 2003). Ale pokud budeme uvažovat pouze střední až vysoké nadmořské výšky, potom se druh *Brachyptera seticornis* vyskytuje ve velkém rozpětí nadmořských výšek a můžeme o něm říct, že je více eurytermním druhem (Krno 2000).

Brachyptera seticornis se řadí mezi druhy lhostejné k nízkým hodnotám pH, jinými slovy jim nevadí vyšší kyselost vody. Odolné jsou vůči přímým i nepřímým účinkům zvýšené kyselosti vody. Mezi nepřímé účinky patří změny kvality a množství zdrojů potravy a modifikace biotických interakcí, jako je predace a konkurence (Tixier & Guérold 2005).

U larev druhu *Brachyptera seticornis* je typické robustní tělo. Zadní okraj štítu mají nápadně širší, než je šířka hlavy. U larev samců je ventrální chlopeč je uprostřed nejširší a

distálně široce zaoblená. Desáté tergum zadečku nese dvě skvrny, které dosahují šíře štětu. Vyznačují se také přímými paraproktami (Rozkošný 1980).

4.5. *Brachyptera starmachi*

Druh *Brachyptera starmachi* se v Evropě vyskytuje pouze ve třech oblastech. Dvě jsou již zmíněné Alpy a Středoevropská vrchovina a třetí oblastí je pohoří Karpaty (Graf et al. 2009).

V České republice se vyskytuje v oblasti Krkonoš, Orlických hor a Šumavy. Zaznamenán byl i v severozápadní části Jeseníků (Bojková et al. 2011). Konkrétně ve východní části Labe, Vltavě, Moravě i Odře. Frekvence výskytu je však velmi malá a v České republice se *Brachyptera starmachi* označuje jako vzácný druh, vyskytující se na méně než 5 % území uvedených lokalit.

Larvy druhu *Brachyptera starmachi* obývají hlavně hypokrenální a epirithrální části toku. Jejich výskyt v České republice je od 550 do 1330 m n. m., ale většina záznamů udává výšky vyšší než 700 m n. m. Lokálně je tento druh velmi hojný (Bojková et al. 2011). Stejně jako druh *Brachyptera seticornis* emergují především na jaře a jedinci žijí pouze jeden rok (Graf et al. 2009).

Larvy tohoto druhu mají klenuté paraprokty se zahnutými výběžky. Na člancích štětu nemají plovací vlášení. Larvy samčího pohlaví mají tergu s dlouhými chlupy. Zadní okraj štítu je u larev tohoto druhu nápadně širší než hlava, podobně je tomu u druhu *Brachyptera seticornis* (Rozkošný 1980).

4.6. *Brachyptera trifasciata*

Kromě zmíněných Alp a Středoevropské vrchoviny se druh *Brachyptera trifasciata*, v rámci Evropy, vyskytuje na území Španělska, Portugalska, Itálie a v celé střední Evropě, včetně západní části Balkánského poloostrova. Neopomenutelný je také výskyt na ostrovech Korsika a Malta (Graf et al. 2009).

Larvy tohoto druhu obývají větší studené řeky, které pocházejí z horských oblastí. Preferovaným substrátem pro larvy druhu *Brachyptera trifasciata* jsou jemné sedimenty bohaté na množství kyslíku (Graf & Hutter 2003). Emergence probíhá v období zimy, ale více

v období jara. Jedinci druhu *Brachyptera trifasciata* žijí jeden rok. Během jednoho roku tvoří pouze jednu generaci, druh je tedy univoltiní (Graf et al. 2009).

Dříve byl druh *Brachyptera trifasciata* velmi rozšířen ve větších řekách. V dnešní době se již jedná o ohrožený druh. Znamá a stále vitální populace se nachází v řece Alpenrhein, která protéká na hranicích mezi Rakouskem, Švýcarskem a Lichtenštejnem. Zásahem člověka došlo v řece ke znečištění z vodních elektráren a k narovnání koryta řeky. Tím nastal značný úbytek dobře okysličených, jemných sedimentů. Přesto že byla řeka upravena zásahem člověka, můžeme v ní stále najít larvy tohoto druhu. (Graf & Hutter 2003).

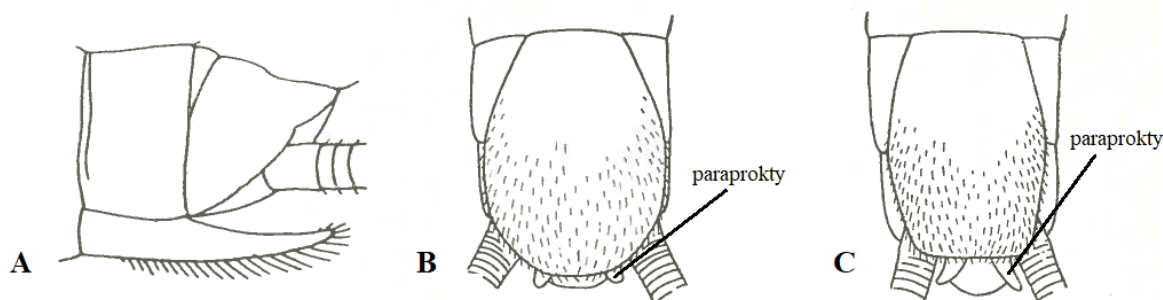
V dnešní době neexistuje spolehlivý záznam o výskytu druhu *Brachyptera trifasciata* na území České republiky. Druh byl v minulosti často zaměněn s jiným druhem. Druh byl zaznamenán v roce 2001 v Krkonoších, ale po reidentifikaci se ukázalo, že se jedná o druh *Brachyptera starmachi*. Mezi lety 1994-1999 byl uveden záznam o výskytu druhu *Brachyptera trifasciata* v povodí českých řek Vydra a Křemelná, nacházejících se na Šumavě. Avšak o tři roky později nebyl druh v těchto místech nalezen. Vzhledem k tomu že *Brachyptera trifasciata* žije ve velkých řekách (například recentní výskyt v řece Alpenrhein, která je široká kolem 100 metrů), které pocházejí z hor, je pravděpodobné, že tato identifikace byla také chybná. Předpokládá se tedy, že *Brachyptera trifasciata* se na území České republiky nikdy nevyskytoval a jeho ochranný status, regionálně vymřelý, je nepřesný a matoucí. Spolehlivé záznamy o výskytu pocházejí z Itálie, Polska, Švýcarska, Francie, Rakouska, Německa, Maďarska a Bosny a Hercegoviny (Bojková et al. 2011).

Na hrudi larev chybí šikmé hnědé pruhy, které jsou přítomny u ostatních druhů. Přední část terga zadečku mají hnědě zbarvenou, zadní je zbarvena do žluta. Ventrální chlopeč devátého sternu je ostře zakončena ve tvaru trojúhelníku. Larvy samců se vyznačují zkrácenými pochvami křídel přibližně na 1/3 (Rozkošný 1980).

5 Rod *Rhabdiopteryx*

Rhabdiopteryx je jeden ze čtyř rodů čeledi Teaniopterygidae vyskytující se v Evropě. Předci tohoto rodu se zdají být původem z Anatólie a Balkánu. V rámci Evropy a Anatólie se vyskytuje 10 druhů (Krno 2004). V oblasti Alp se vyskytují druhy: *Rhabdiopteryx acuminata*, *Rhabdiopteryx alpina*, *Rhabdiopteryx navicula* a *Rhabdiopteryx neglecta*. Oblast Středoevropské vrchoviny je zastoupena druhy: *Rhabdiopteryx acuminata*, *Rhabdiopteryx navicula* a *Rhabdiopteryx neglecta* (Graf et al. 2009).

Nejtypičtějším morfologickým znakem pro všechny larvy rodu *Rhabdiopteryx* jsou krátké a tupé samčí paraprokty (viz obrázek 5, B, C) a absence krátkých, zježených štětín na zadečku, které jsou vidět při pohledu z boku (Rozkošný 1980) (viz obrázek 5, A).



Obrázek 5: A – konec zadečku z boku larvy *Rhabdiopteryx neglecta*, B – konec zadečku larvy *Rhabdiopteryx acuminata* samčího pohlaví, pohled zespodu. C – konec zadečku samčí larvy *Rhabdiopteryx neglecta*, pohled zespodu. Na obrázku jsou části těla pošvatek s typickými morfologickými znaky pro rod *Rhabdiopteryx*. Na konci zadečku (A) chybí krátké štětiny. Zřetelné typické krátké paraprokty (B) se zaoblenými konci (převzato a upraveno z: Rozkošný 1980).

5.1. *Rhabdiopteryx acuminata*

Evropský výskyt druhu *Rhabdiopteryx acuminata*, mimo Středoevropské vrchoviny a Alp, je zaznamenán v Karpatech, Maďarské nížině, na britských ostrovech a v severní části Evropy (Graf et al. 2009).

Jediné zmínky o výskytu *Rhabdiopteryx acuminata* v České republice jsou z řeky Křemelné, která se nachází na Šumavě a z řeky Černá Opava u obce Mnichov v Jeseníkách. Zaznamenáni byly pouze dva jedinci. První záznam byl bohužel pouze psanou chybou, kdy došlo ke záměně jmen *Rhabdiopteryx acuminata* s *Rhabdiopteryx neglecta*. Od té doby nebyla *Rhabdiopteryx acuminata* ve zmíněných lokalitách již nalezena, ale výskyt v České republice však nelze vyloučit, jelikož se tato oblast nachází areálu tohoto druhu. Zároveň je potvrzený výskyt druhu *Rhabdiopteryx acuminata* v blízkosti českých hranic, například horní část řeky Visly a Oravy (Bojková et al. 2011). Na Slovensku byl *Rhabdiopteryx acuminata* prvním zaznamenaným druhem z rodu *Rhabdiopteryx*. Byl nalezen v řece Veselianska a v povodí řeky Oravy (Krno 2004). V národním parku Swiçtokrzyski National Park byl zaznamenán výskyt *Rhabdiopteryx acuminata*, ale pouze vzácně (Kittel 1984).

V rámci potoku upřednostňuje zóny středního a horního toku. Nejvyšší výskyt je v metarhithrální a hyporhithrální zóně, kde se teploty pohybují kolem 13 °C. Druh je přítomen v podhorských oblastech ve výškách až 1000 m n. m. Vyskytuje se však i v nižších nadmořských výškách (Graf et al. 2009).

Řadí se mezi drtiče. Živí se hlavně spadlým listím a odumřelými rostlinami. Vhodným substrátem pro druh *Rhabdiopteryx acuminata* je hrubý a středně hrubý štěrk, s rozmezím velikostí zrn 0,2-2 cm, ale žije i mezi terestrickými rostlinami a mechy. Výjimečně může být viděn i na písku. Druh *Rhabdiopteryx acuminata* preferuje střední a nízké teploty a toleruje neutrální a zvýšené hodnoty pH (Graf et al. 2009).

Larvy druhu *Rhabdiopteryx acuminata* mají proximálně tmavé holeně nohou. Ventrální chlopeň samčích larev je štítovitého tvaru a na konci zahrocená. Středohrud', zadohrud' a zadeček jsou tmavé, s nápadnými kapkovitými skvrnami (Rozkošný 1980).

5.2. *Rhabdiopteryx alpina*

V Evropě je druh *Rhabdiopteryx alpina* distribuován v Alpách. Dalšími možnými oblastmi jsou západní a východní část Balkánského poloostrova, Karpaty a Středoevropská vrchovina (Graf et al. 2009). Výskyt *Rhabdiopteryx alpina* je v dnešní době především v Alpách. Její přítomnost v České republice se zdá být málo pravděpodobná (Bojková et al. 2011).

Rhabdiopteryx alpina preferuje především epirhithrální zóny potoků. Larvy žijí v chladných vodách. Jejich teplotní optimum vody je 6–10 °C. Preferují vyšší nadmořské

výšky, přičemž největší výskyt je mezi 1900–2400 metry nad mořem a spodní hranice výskytu druhu je 800 m n. m. Z pohledu potravní strategie jsou považováni za drtiče, sběrače a škrabače. Pošvatky druhu *Rhabdiopteryx alpina* tvoří jednu generaci ročně a k emergenci dochází v období jara až léta (Graf et al. 2009).

Vývoj larev *Rhabdiopteryx alpina* je velice podobný vývoji larev druhu *Baetis alpina* z řádu Ephemeroptera, které byly studovány v Alpském potoku Rotmoosache. Většina zástupců řádu Plecoptera, včetně druhu *Rhabdiopteryx alpina*, z tohoto potoku emerguje na jaře. Jejich vývoj je dokončován v potoce se sněhovou pokrývkou (Schütz et al. 2001).

Mezi typické znaky larev patří stejná délka jako šířka 15. - 20. článku štětu. Ventrální chlopeč samců je vzadu okrouhlá a hypofarynx je dvakrát vykrojen (Rozkošný 1980).

5.3. *Rhabdiopteryx navicula*

Po Evropě je druh rozšířen ve čtyřech regionech. V severní a východní části Balkánského poloostrova, v Alpském a Karpatském pohoří (Graf et al. 2009). Výskyt druhu *Rhabdiopteryx navicula* na území České republiky je velmi pravděpodobný. Jeho velké rozšíření je v Rakousku, u jižní hranice Čech, ve středně velkých tocích, často společně s druhy *Brachyptera risi* a *Brachyptera seticornis*, které jsou v České republice hojně rozšířené (Bojková et al. 2011).

Rhabdiopteryx navicula obývá horní toky. Nejvíce osídluje metarhithrál a zčásti i epirhithrál. Lokality druhu jsou ve výškách více než 200 m n. m. Nejčastěji se však nachází v podhorských oblastech, tedy v nadmořské výšce kolem 900 m n. m., ale nalezen byl i v horských oblastech, které dosahují až 1900 m n. m. Druh řadíme mezi stenotermní organismy, preferující úzké rozmezí teplot nižších hodnot. Jedinci byly nalezeni ve studených vodách s maximální teplotou 10 °C (Graf et al. 2009).

Larvy *Rhabdiopteryx navicula* se nejčastěji živí spadlým listím a odumřelými částmi rostlin. Z toho důvodu je považujeme za drtiče. Částečně se také řadí mezi sběrače a škrabače (Graf et al. 2009).

Jedná se o univoltní druh, tedy tvoří pouze jednu generaci za jeden rok. Emergence probíhá především na jaře (Graf et al. 2009), na Slovensku také v brzkém létě. Vhodným

substrátem pro dospělé pošvatky jsou stromy, rostoucí podél potoka. Druh *Rhabdiopteryx navicula* preferuje vrby (Krno 2004).

5.4. *Rhabdiopteryx neglecta*

Výskyt druhu *Rhabdiopteryx neglecta* byl zaznamenán v horských oblastech Alp a Karpat. Také se vyskytuje ve Středoevropské vrchovině, Východní vrchovině a ve východní a západní části Balkánského poloostrova (Graf et al. 2009).

Druh je distribuován po velké škále různých nadmořských výšek v rozmezí 200 až 2400 m n. m. O něco více obývá horské a podhorské lokality, tedy v rozmezí 800 až 1900 m n. m. Preferuje horní části toku, epirhithral a metarhithral, podobně jako *Rhabdiopteryx navicula*. Druh *Rhabdiopteryx neglecta* preferuje studené toky, kde teplota nepřekračuje hodnotu 10 °C a toky středních teplot s maximální teplotou 18 °C (Graf et al. 2009).

Výběrem potravy se larvy podobají druhu *Rhabdiopteryx navicula*. Jsou považovány za drtiče, živící se odumřelým listím a jiným rostlinným materiálem. Jakožto univoltní druh tvoří *Rhabdiopteryx neglecta* jednu generaci ročně. K emergenci dochází především na jaře (Graf et al. 2009).

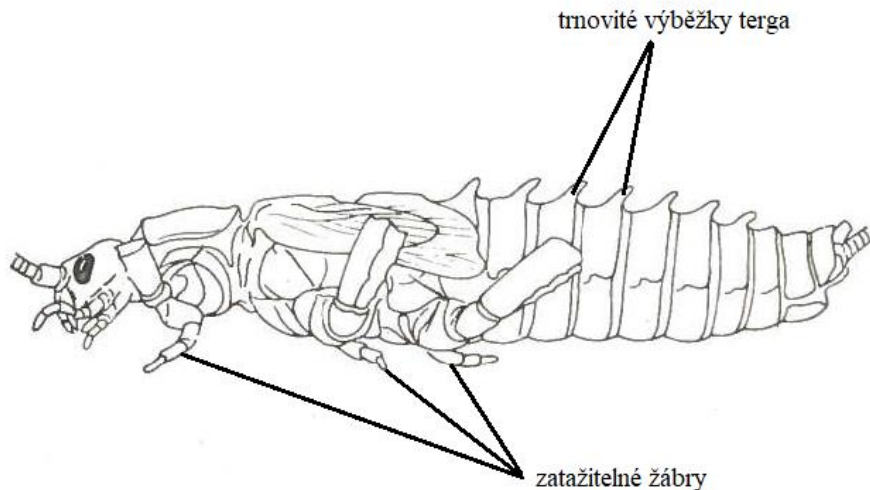
Larvy druhu *Rhabdiopteryx neglecta* nesou podobný znak jako larvy druhu *Rhabdiopteryx alpina*, tedy mají 8-12 článků štětu stejně široký jako dlouhý. Ventrální chlopeň larev samčího pohlaví je na konci rovná a hypofarynx je vykrojený pouze jednou (Rozkošný 1980).

6 Rod *Taeniopteryx*

Taeniopteryx je dalším rodem čeledi Taeniopterygidae, se širokým výskytem na Evropském kontinentu. V Evropě se vyskytuje deset druhů rodu *Taeniopteryx* a devět z nich je distribuováno mezi Kavkazem a pohořím Pyreneje. *Taeniopteryx nebulosa* je jediným druhem vyskytujícím se v celé Evropě kromě několika regionů (Zwick 2003).

V oblasti Středoevropské vrchoviny se nachází šest druhů: *Taeniopteryx nebulosa*, *Taeniopteryx shoenemundi*, *Taeniopteryx kuehtreibery*, *Taeniopteryx hubaulti*, *Taeniopteryx auberti* a *Taeniopteryx araneoides*. V oblasti Alp se vyskytují čtyři druhy: *Taeniopteryx hubaulti*, *Taeniopteryx kuehtreiberi*, *Taeniopteryx nebulosa* a *Taeniopteryx shoenemundi* (Graf et al. 2009).

Larvy rodu *Taeniopteryx* mají na vnitřní straně každé kyčle zatažitelné, zdánlivě tříčlankové žábry. Terga na zadečku larev nesou trnité výběžky (Rozkošný 1980) (viz obrázek 6).



Obrázek 6: Larva druhu *Taeniopteryx nebulosa* z boku. Patrné trnovité výběžky na zadečku a zatažitelné žábry na vnitřní straně každé kyčle, složeny zdánlivě ze třech článků (převzato a upraveno z: Rozkošný 1980).

6.1. *Taeniopteryx nebulosa*

Z deseti evropských druhů je *Taeniopteryx nebulosa* nejrozšířenějším. Vyskytuje se ve všech oblastech kromě Islandu a západní části Balkánského poloostrova (Graf et al. 2009). Areály druhu se nachází ve velkém rozptýlu různých nadmořských výšek. Druh je přítomný více v nížinách, ale i v horských oblastech (Brittain 1977).

Do padesátých let minulého století představoval *Taeniopteryx nebulosa*, na území České republiky, druh s výskytem ve velkém rozmezí nadmořských výšek. Zaznamenán byl v nížinných řekách, kolem 150 m n. m. i v podhorských oblastech, kolem nadmořské výšky 730 metrů. Příkladem níže položené řeky je Vltava v Praze a vyšší obývané místo bylo například v řece Svratce, která protéká vesnicí Cikháj na Vysočině. Nové záznamy o výskytu druhu *Taeniopteryx nebulosa* pocházejí ze středně velkých řek, v nížinných nebo horských zónách a nekorespondují s historickými záznamy o výskytu s výjimkou řeky Vltavy. Druh nebyl nalezen v potamálních zónách toků. Vysvětlením snížení výskytu druhu *Taeniopteryx nebulosa* v České republice je deformace a znečištění jeho vodního biotopu (Bojková et al. 2011).

U druhu *Taeniopteryx nebulosa* existuje přímý vztah mezi teplotou vody a délkou inkubace vajíček (Brittain 1977). Optimální průměrná teplota pro líhnutí se pohybuje kolem 6,5 °C a je nižší než pro druh *Brachyptera risi* (Elliott 1988). Při velmi zvýšených teplotách se teplota stává pro vajíčka letální a příliš nízké teploty mohou zpomalit vývoj. Fotoperioda, osvětlení vajíček má pouze nepatrný vliv na délku jejich inkubace. Při vývoji vajíček nebyla zaznamenána žádná diapauza ani prodleva (Brittain 1977).

Zvýšená kyselost nebo zásaditost vody nemá na výskyt larev druhu *Taeniopteryx nebulosa* žádný vliv, protože nepreferují žádné specifické hodnoty pH (Graf et al. 2009). Larvy druhu *Taeniopteryx nebulosa* se nejčastěji nacházejí ve vlhké vegetaci podél potoků nebo těsně při břehu potoků, kde je rychlost proudu nejnižší (Otto & Sjöström 1983).

Období emergence nastává časně z jara. *Taeniopteryx nebulosa* je jedním z prvních druhů, které se na jaře objevují. Často emergují i v době, kdy je ještě řeka pokrytá ledem. V nížinné Anglii nastává období emergence v lednu, zatímco v severních oblastech Švédska probíhá emergence později, koncem května (Brittain 1977).

Larvy *Taeniopteryx nebulosa* jsou ve srovnání s druhem *Dinocras cephalotes* (pošvatka hlavatá) lehčí a mají slabší chitinový krunýř. Vysvětleno je to v rozdílné

pravděpodobnosti predace larev. *Taeniopteryx nebulosa* je univoltní druh, čelí tedy predátorům v potoce pouze jeden rok, zatímco larvy *Dinocras cephalotes* se vyvíjí tři roky, tím pádem mají vyšší pravděpodobnost sežrání predátorem. Zároveň mají odlišný výskyt v rámci potoka, kdy *Dinocras cephalotes* obývá kamenité dno v silném proudu a je snadněji nalezen predátorem, proto musí být na setkání s ním lépe adaptována. Přírodním predátorem pro oba druhy je například pstruh (Otto & Sjöström 1983).

Larvy druhu *Taeniopteryx nebulosa* mají na tergách prvních sedmi článků zadečku velké trnité výrůstky. Většina ostatních druhů rodu *Taeniopteryx* má na zadečku devět trnů. Na štítu trnité výrůstky chybí (Rozkošný 1980).

6.2. *Taeniopteryx shoenemundi*

Taeniopteryx shoenemundi je v Evropě poměrně hojně rozšířen. Vyskytuje se na Pyrenejském, Apeninském a Balkánském poloostrově, včetně ostrovů Korsiky a Malty. Dále v pohoří Pyreneje, Karpaty a Alpy. Výskyt byl zaznamenán také ve Středoevropské vrchovině (Graf et al. 2009).

Druh *Taeniopteryx shoenemundi* toleruje velké rozpětí teplot. Z toho důvodu ho řadíme mezi eurytermní živočichy (Graf et al. 2009). Data z Bulharska uvedla minimální teplotu vody 2,1 °C a maximální teplotu 15 °C. Rozmezí optimálních hodnot pH se pohybují v neutrální až lehce alkalické oblasti. Konkrétní hodnoty z Bulharska jsou od 7,35 do 7,80. Zároveň se druh *Taeniopteryx shoenemundi* vyskytuje ve vodách s vysokou saturací kyslíku. (Tyufekchieva et al. 2013).

Larvy jsou považovány na sběrače, škrabače a drtiče. Živí se hlavně spadlým listím, biofilmem na povrchu kamenů, řasami a odumřelými rostlinnými částmi. Potravu vyhledávají v sedimentech. Jde o univoltinní druh, protože vytváří jednu generaci ročně. Období emergence nastává v pozdní zimě, ale častěji během začátku a v průběhu jara (Graf et al. 2009).

Rozmezí nadmořských výšek, ve kterých druh *Taeniopteryx shoenemundi* můžeme nalézt, je široké. Vyskytovat se může v nížinných řekách kolem nadmořské výšky 200 m n. m. nebo i v subalpínských oblastech s nadmořskou výškou 2000 m n. m. V řekách a potocích se nachází hlavně v hyporhithrální a epipotamální části toku. Preferovaným

substrátem larev je hrubý štěrka, mechy, řasy, části terestrických rostlin, rostliny čeledi Characeae, občas se mohou vyskytovat i v písku, hlíně, jílu a bahně (Graf et al. 2009).

Larvy druhu *Taeniopteryx shoenemundi* mají trnité výrůstky na prvních devíti člancích zadečku. Na štítu žádné trnité výrůstky nenesou. Výrůstky jsou u báze jen nepatrně rozšířeny a jsou spíše prstovitého tvaru. U podobných larev druhu *Taeniopteryx kuehtreiberi* výrůstky na bázi připomínají více trny (Rozkošný 1980).

6.3. *Taeniopteryx kuehtreiberi*

V Evropě se *Taeniopteryx kuehtreiberi* vyskytuje na území Itálie, Alp, Karpat, východní a západní části Balkánu a ve Středoevropské vysočině. Také může být přítomen na ostrovech Korsika a Malta (Graf et al. 2009).

Do fauny České republiky byl druh *Taeniopteryx kuehtreiberi* zařazen Raušerem v roce 1977. Zmínky o tomto druhu pocházejí ze západních Čech. Další záznam pochází z roku 1996. Mohlo však dojít k mylnému určení druhu. *Taeniopteryx kuehtreiberi* se dá snadno zaměnit za *Taeniopteryx hubaulti*, který se vyskytuje často ve stejné oblasti. Larvální materiál již není k dispozici, proto nemůže být ověřen. Z důvodu absence jakéhokoliv vzorku *Taeniopteryx kuehtreiberi* nalezeného v České republice druh není považován za součást České fauny (Bojková et al. 2011).

Larvy druhu *Taeniopteryx kuehtreiberi* jsou především sběrači, ale také škrabači a drtiči. Živí se podobně jako druh *Taeniopteryx shoenemundi*. Druh preferuje vyšší nadmořské výšky podhorských, horských a subalpínských oblastí, v rozpětí kolem 800-2400 m n. m. V rámci potoku jsou upřednostňovány metarhithrální zóny, kde teplota vody obvykle dosahuje maximálně 13 °C (Graf et al. 2009).

Taeniopteryx kuehtreiberi je univoltinní druh, tvořící jednu generaci ročně. Emergence probíhá na jaře a méně často koncem zimy (Graf et al. 2009).

Larvy druhu *Taeniopteryx kuehtreiberi* mají na prvních devíti tergách zadečku výrůstky tvaru trnu. Tyto výrůstky nejsou přítomny na štítu. Oproti druhu *Taeniopteryx shoenemundi* jsou výrůstky na bázi zřetelně více rozšířené a mají více tvar trnu (Rozkošný 1980).

6.4. *Taeniopteryx hubaulti*

V Evropě se druh *Taeniopteryx hubaulti* vyskytuje v Alpách, západní a východní části Balkánského poloostrova. Dalšími oblastmi jsou Středoevropská vrchovina, Karpaty a Pyreneje (Graf et al. 2009).

V České republice se druh *Taeniopteryx hubaulti* vyskytuje hlavně v horských a podhorských oblastech. Hlavními místy výskytu jsou Krkonoše, Orlické hory, Šumava, Hrubý Jeseník, Novohradské hory a Rychlebské hory. Zde obývá středně velké řeky s velkou rychlostí proudění vody. Podmínkou pro existenci *Taeniopteryx hubaulti* je čistá a chladná voda (Bojková et al. 2011).

Výsledky výzkumu z Bulharska ukázaly existenci larev druhu *Taeniopteryx hubaulti* v neutrálních až velmi lehce alkalických vodách, kde pH bylo v hodnotách 7,0-7,6 (Tyufekchieva et al. 2013). Teplotní preference vody se pohybují pod 10 °C, ale může se vyskytovat i ve středně teplých vodách, kde se může teplota vody vyšplhat nad 10 °C (Graf et al. 2009). Toto bylo potvrzeno i v Bulharsku, kde byl druh *Taeniopteryx hubaulti* nalezen v rozmezí teplot 4,1-13,0 °C. Larvy vyžadují vyšší saturaci vody kyslíkem. Tento druh patří mezi typické indikátory oligosaprobity vody (Tyufekchieva et al. 2013).

Druh *Taeniopteryx hubaulti* se vyskytuje ve vyšších nadmořských výškách podhorských, ale hlavně horských a občas až subalpínských oblastí. Rozpětí výskytu je kolem 800-2400 m n. m. Larvy obsazují v potoku místa merhithrálu a epirhithrálu (Graf et al. 2009).

Larvy se živí jako většina jedinců rodu *Taeniopteryx*. Jsou považováni za sběrače a škrabače, živící se odumřelým listím a částmi rostlin, mechy, řasami apod. (Graf et al. 2009).

Jako u předchozích se jedná o univotinní druh s jednou generací ročně. Emergence probíhá zimě i na jaře (Graf et al. 2009). V České republice se imaga objevují v únoru a březnu (Bojková et al. 2011).

Od druhů *Taeniopteryx nebulosa*, *Taeniopteryx shoenemundi* a *Taeniopteryx kuehtreiberi* se druh *Taeniopteryx hubaulti* liší přítomností trnitých výrůstků na štítu. Zároveň má trnité výrůstky na tergách zadečku. Výrůstky na tergách zadečku jsou krátké, široké a směřují vzhůru (Rozkošný 1980).

6.5. *Taeniopteryx auberti*

Druh *Taeniopteryx auberti* je v rámci Evropy rozšířen po celém Balkánském poloostrově, v Alpách a Karpatech (Graf et al. 2009). Znáám je také ze Střední Evropy (Bojková et al. 2011).

V České republice byl druh *Taeniopteryx auberti* zaznamenán ve dvou horských pásmech na Moravě. Konkrétně v Hrubém Jeseníku a Rychlebských horách (Bojková et al. 2011).

Larvy *Taeniopteryx auberti* obývají horské a podhorské potoky s velkou rychlostí proudu vody (Bojková et al. 2011). Vyskytují se především v metarhithrální zóně a preferují teploty vody pod 10 °C. Vhodným substrátem jsou mechy, rostliny čeledi Characeae, živé části rostlin a řasy. Druh může být méně často nalezen i na hrubém štěrku, kamenech a skalnatých dnech. Larvy se živí stejně jako *Taeniopteryx hubaulti*, listím, řasami, biofilmem na povrchu kamenů apod. Zařazení jsou tedy mezi škrabače, drtiče a sběrače (Graf et al. 2009).

Pošvatky druhu *Taeniopteryx auberti* emergují zejména v období jara. Za jeden rok vytvoří pouze jednu generaci (Graf et al. 2009).

Larvy druhu *Taeniopteryx auberti* mají trnovité výrůstky jak na štítu, tak na tergách zadečku, stejně je tomu u *Taeniopteryx hubaulti*. Typickým znakem pro *Taeniopteryx auberti* je trn na vnitřním okraji holeně. Výrůstky na tergách zadečku jsou dlouhé, úzké a zahnuté (Rozkošný 1980).

6.6. *Taeniopteryx araneoides*

Dříve byl druh *Taeniopteryx araneoides* běžný v nížinných řekách střední Evropy. Dnes je z těchto oblastí vymizelý. Vzoroky tohoto druhu nebyly nasbírány v těchto řekách za posledních 100 let a považuje se globálně vymizelý druh (Fochetti & Tierno de Figueroa 2006).

V České republice nemůže být historický výskyt druhu potvrzen, kvůli nedostatku informací a nasbíraného materiálu. Nejbližšími historickými lokalitami druhu *Taeniopteryx araneoides* jsou řeka Dunaj v oblasti Budapešti a řeka Labe v Drážďanech (Bojková et al. 2011).

7 Rod *Oemopteryx*

Oemopteryx je rodem čeledi Taeniopterygidae. V Severní Americe se vyskytují čtyři druhy rodu *Oemopteryx*. V Evropě se vyskytoval pouze jediný druh tohoto rodu, *Oemopteryx loewii* (Zhiltzova 2006).

7.1. *Oemopteryx loewii*

Druh *Oemopteryx loewii* byl historicky zaznamenán ve střední a západní Evropě a Balkánském poloostrově (Zhiltzova 2006). V Bulharsku je naposled zaznamenán v roce 1962 a měl by být prohlášen jako regionálně vymizelý druh (Tyufekchieva et al. 2013).

Jedná se o druh preferující nízké teploty vody, kolem 4 °C. Tolerance pH se nachází spíše v alkalické oblasti (Tyufekchieva et al. 2013). Larvy zřejmě žijí v potamálních zónách velkých řek a emergence probíhá během března a dubna (Zhiltzova 2006).

V České republice existoval záznam o dvou samičkách, nalezených v řece Střela, ale došlo ke špatné identifikaci a nejednalo se o příslušníky druhu *Oemopteryx loewii*. Neexistuje tedy žádný záznam o výskytu *Oemopteryx loewii* na našem území (Bojková et al. 2011).

8 Projekt RITRODAT

Projekt Ritrodat je výzkum, který probíhal na biologické stanici Lunz, v letech 1978-2003. Zakladatelem projektu byl Gernot Bretschko. Projekt je zaměřen na popis strukturálních a funkčních vztahů v ekosystému tekoucích vod. Základem pro založení projektu byly informace o potoku, které byly dlouhodobě sbírány a zaznamenávány.

Biologická stanice Lunz byla založena rodinou Kupelwieser v roce 1906. V prvních 70 letech byla stanice zaměřena na studium ekosystémů jezer. V roce 1977 byl Gernot Bretschko jmenován ředitelem a přinesl nové výzkumné zaměření, a to studium ekosystémů tekoucích vod.

Bretschko rozdělil ekosystémy tekoucích vod do několika prostorových oddílů. Každý oddíl by měl být studován ve všech jeho aspektech (topografie, sedimentologie, hydrologie, chemické a biologické aspekty). Důraz dával také na studium toku energie a biocenózy tekoucích vod (Leichtfried & Wagner 2008).

8.1. Lokalita výzkumu

Zkoumaný úsek řeky Obere Seebach se nachází v obci Lunz am See v Rakousku, jen pár set metrů od biologické stanice Lunz. Je součástí vápencových Alp. Nadmořská výška lokality je 605 m n. m. Zkoumaný úsek je dlouhý 100 metrů a má dvě velké výhody. První výhodou je blízká vzdálenost experimentální oblasti od biologické stanice Lunz. K této části potoku vede cesta, což umožňuje použití těžkých zařízení. Druhá výhoda spočívá v téměř nulovém zásahu člověka do struktury potoka, což umožňuje studovat aspekty potoka v jeho originální podobě.

Potok Obere Seebach je typickým studeným letním tokem druhého řádu. Teplota vody se pohybuje mezi 4-10 °C a v průběhu roku se příliš nemění. Okolí potoka je hustě zalesněno (především stromy *Picea abies*, *Fagus sylvatica* a *Larix decidua*) a není trvale obydleno (Leichtfried & Wagner 2008).

9 Metodika

V rámci projektu Ritrodat byly na zkoumaném úseku potoku Obere Seebach rozmístěny emergenční pasti. Úkolem emergenčních pastí je získat vzorky vyskytujících se živočichů v daném období a v dané části potoka, ze kterých se následně zjišťuje výskyt a distribuce jednotlivých skupin živočichů.

V rámci své bakalářské práce jsem pracoval, spolu s dalšími studenty, na třízení nasbíraných jedinců. Nachytané jedince jsme třídili podle charakteristických znaků do skupin Ephemeroptera (jepice), Plecoptera (povšvatky), Trichoptera (chrostíci), Collembola (chvostokoci), Diptera (dvoukřídlí), Araneae (pavouci), Hymenoptera (blanokřídlí), Coleoptera (brouci) a ostatní do příslušných epruvet. Epruvety byly označeny kódem, který udával, ze kterého období a pasti jedinci pochází. Ke každému roztríděnému vzorku byla vypracována tabulka, ve které bylo zaznamenáno kolik jedinců dané skupiny vzorek obsahuje.

Ke třídění jsem používal pinzetu, stereomikroskop, Petriho misku, plastové epruvety a 70 % ethanol. Obsah vzorku jsem umístil na Petriho misku, doplnil 70 % ethanolem a třídil každou skupinu do jiné epruvety pomocí pinzety a stereomikroskopu. Každou epruvetu jsem označil, aby bylo zřejmé, ze kterého vzorku roztríděná skupina pochází.

10 Didaktická část

Cílem didaktické části je seznámení studentů středních škol s řádem Plecoptera. Podle RVPG, vzdělávací oblasti Člověk a příroda, vzdělávacího oboru Biologie, by měl žák gymnázia umět charakterizovat hlavní taxonomické jednotky živočichů a jejich významné zástupce, objasnit principy rozmnožování a vývoje živočichů, poznat a pojmenovat významné zástupce živočišných druhů a uvést jejich ekologické nároky. Téma pošvatky propojují znalosti z biologie, geografie, ekologie a z části i chemie a fyziky.

10.1. Studijní text

Pošvatky, latinsky nazývané Plecoptera, jsou řádem hmyzu, vyskytujícím se na všech kontinentech, kromě Antarktidy. Nejvíce druhů se vyskytuje v Asii a Severní Americe. Pošvatky jsou důležitou složkou ekosystémů tekoucích vod a můžeme je považovat za bioindikátory čistoty a okysličení vody. I když mají pošvatky křídla a jsou schopny letu, nejsou schopny překonat větší geografické bariéry. Tím je jejich šíření značně omezeno.

Larvální stádium je velmi podobné dospělci. Mezi hlavní rozdíly patří absence křídel v larválním stádiu. Na místě křídel mají larvy pochvy křídel. Pošvatky mají zploštělé tělo, tři páry kráčivých končetin, každá končetina je zakončena dvěma drápkami. Desetičlánekový zadeček mají zakončen dvěma dlouhými štěty. Zbarvení pošvatek je temně hnědé.

Pošvatky jsou řádem hemimetabolního hmyzu. Nemají stádium kukly, tedy z larvy se rovnou stává dospělec. Proces, kdy dochází k přeměně larvy v dospělce, se nazývá emergence. Obecně pošvatky žijí převážnou většinu svého života v larválním stádiu. Období dospělosti trvá pouze krátkou dobu a jeho cílem je rozmnožování.

Pro rozmnožování některých druhů jsou typické pohyby, které slouží k vysílání nízkofrekvenčních vibrací od samečka k samičce a naopak. Vibrace jsou přenášeny substrátem. Sameček, připravený k páření, vydává signál škrábáním a klepáním břicha o substrát. Signál přijme samička, odpovídá na něj dalším signálem a zůstane na jednom místě. Sameček má informaci o tom, kde se samička nachází a podle signálu ji lehce vyhledá. Oploďené samičky následně neodpovídají na žádné další signály od samečků. Páření pošvatek probíhá na pevném povrchu, například na kamenech nebo kmenu stromu.

Larvy většiny druhů pošvatek žijí ve studených, rychle tekoucích vodách. Typický je například horský potok. Jedním z důležitých faktorů pro výskyt pošvatek je teplota vody a okysličení vody, které je v tekoucích vodách vysoké. V proudu se pošvatky natáčejí hlavou proti proudu. Na život v silném proudu potřebují larvy několik behaviorálních i morfologických adaptací, jako například zahnuté drápky a typický zploštělý tvar těla. Pošvatek přizpůsobených na život na souši je velice málo. Dospělci jsou velmi špatnými letci, žijí spíše na zemi, kde mají možnost úkrytu před predátory. Některé druhy jsou přizpůsobeny i na částečný život pod vodou.

Existují druhy pošvatek jejichž larvy jsou dravé, ale také druhy s býložravým larválním stádiem. Podle typu potravy mají různě uzpůsobenou stavbu těla. Dravé larvy mají velkou hlavu s velkými kusadly. Napadají většinou larvy jiných řádů, jako jsou například jepice (Ephemeroptera) nebo dvoukřídly (Diptera). Býložravé larvy se živí převážně řasami, zbytky rostlin a dendritem. Jsou to většinou škrabači, drtiči a sběrači. Dospělci se většinou živí cyanobakteriemi, pylem a lišejníky. Vzhledem ke krátkému trvání života některé větší druhy nepřijímají potravu vůbec.

Do řádu Plecoptera patří několik čeledí. Významnou Evropskou čeledí je Taeniopterygidae. Larvy čeledi Taeniopterygidae jsou býložravé. Poznat je lze podle velkých pochev křídel a jejich chodidlový následující chodidlový článek je vždy delší než článek předchozí (viz obrázek 3, B). V rámci Evropy se vyskytují 4 rody čeledi Taeniopterygidae. Jsou to rody *Brachyptera*, *Taeniopteryx*, *Rhabdiopteryx* a *Oemopteryx*. Nejvíce druhů je zastoupen rod *Brachyptera*. Naopak rod *Oemopteryx* obsahuje v Evropě pouze jeden druh.

10.2. Organizace výuky

Vhodnou metodou pro popis a zařazení řádu pošvatek je výklad. Žáci poslouchají výklad učitele a snaží si zapamatovat základní charakteristiky pošvatek. Vhodné je proložit výklad obrázky významných zástupců pošvatek, lokalit výskytu pošvatek a názornými obrázky životního cyklu. Pokud jsou k dispozici preparáty pošvatek tak je dobré žákům ukázat, jak pošvatky vypadají v životní velikosti.

Po krátkém výkladu je vhodné po studentech vyžadovat aktivitu a rozvíjet jejich logické myšlení. Toho může být docíleno zadáním problému, který mají žáci vyřešit. Práce může probíhat ve skupinkách, kdy každá skupinka řeší jiný problém a po předem určené době

by měli problém objasnit celé třídě ve formě prezentování jejich závěrů. Úkolem učitele je dodat žákům literaturu, obrázky a jiné informační zdroje, které jim pomohou v řešení dané problematiky. Problémy u tématu pošvatek by mohli být například: objasnit morfologické adaptace na způsob života pošvatek, porovnat larvy pošvatek a larvy jiných řádů hmyzu, zjistit význam pošvatek pro ekosystém a pro člověka.

Dobré je do výuky zařadit výjezd do terénu. Studenti se naučí hledat živočichy v jejich přirozeném prostředí. S pomocí znalostí, atlasů, určovacích klíčů a učitele se naučí nalezené živočichy poznat a pojmenovat.

11 Závěr

Tato práce pojednává o řádu Plecoptera (pošvatky), se zaměřením na čeled' Taeniopterygidae, která patří mezi významné čeledi Evropy. Pošvatky jsou řádem hmyzu, které se vyznačují dlouhým trváním larválního stádia. Larvy žijí převážně ve vodním prostředí. Pošvatky obývají ekosystémy tekoucích vod a jsou jejich důležitou součástí. Také se považují za významné bioindikátory čistoty vody, jelikož jsou velmi citlivé na změny v jejich životním prostředí.

V Evropě se čeled' Taeniopterygidae vyskytuje v podobě čtyř rodů. Rod *Brachyptera* je v Evropě zastoupen 32 druhy, rod *Rhabdiopteryx* je zastoupen 10 druhy, rod *Taeniopteryx* má v Evropě 10 druhových zástupců a rod *Oemopteryx* je zastoupen pouze jedním druhem *Oemopteryx loewii*, který je v současné době považován za globálně vymizelý.

Detailněji byly v práci rozebrány druhy, které se vyskytují na území České republiky a Alp. U každého druhu byly shrnuty informace o výskytu, životním cyklu, potravní strategii a morfologických znacích larev. Všechny informace byly zpracovány z dostupných vědeckých prací.

Práce také obsahuje informace o projektu Ritrodat, který založil významný vědec Gernot Bretschko na biologické stanici Lunz v Rakousku. Výzkum tohoto projektu je zaměřen na ekosystém Alpského potoka Obere Seebach, jehož důležitou součástí jsou právě i pošvatky. Spolu s dalšími studenty jsme se podíleli na zpracování vzorků, které byly pořízeny v této oblasti.

Poslední kapitolou je didaktická část, jejíž cílem je přiblížit řád Plecoptera studentům středních škol a gymnázií pomocí studijního textu. Zároveň uvádí zařazení tohoto tématu do RVP a návrh organizace výuky.

12 Seznam literatury

- BOJKOVÁ, J. & ŠPAČEK, J. (2006): New and interesting records of Plecoptera (Insecta) from the Czech Republic, *Acta Mus. Moraviae Sci. Biol. Brno*, 91: 1-6
- BOJKOVÁ, J., SOLDÁN, T., ŠPAČEK, J. & STRAKA, M. (2011): Distribution of stoneflies of the family Taeniopterygidae (Plecoptera) in the Czech Republic: earlier data, new records and recent distributional changes, *Časopis slezského zemského muzea*, 60: 239-258
- BRITAIN, J. E. (1977): The Effect of Temperature on the Egg Incubation Period of *Taeniopteryx nebulosa* (Plecoptera), *Oikos*, 29: 302-305
- BRITAIN, J. E. (1990): Life history strategies in Ephemeroptera and Plecoptera, *Mayflies and stoneflies: Life histories and biology*, 1-12
- ELLIOTT, J. M. (1988): Interspecific and intraspecific variations in egg hatching for British populations of *Taeniopteryx nebulosa* and *Brachyptera risi* (Plecoptera: Taeniopterygidae), *Ecography*, 11: 55-59
- FOCHETTI, R. & TIerno DE FIGUEROA, J. M. (2006): Notes on diversity and conservation of the European fauna of Plecoptera (Insecta), *Journal of Natural History*, 40: 2361-2369
- FOCHETTI, R. & TIerno DE FIGUEROA, J. M. (2008): Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595: 365-377
- GRAF, W. & HUTTER, G. (2003): Recent findings of the endangered stonefly *Brachyptera trifasciata* (Pictet, 1832) in Austria with a description of its habitat, *Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera-University of Perugia, Perugia, Italy*, 305-307
- GRAF, W., LORENZ, A. W., TIerno DE FIGUEROA, J. M., LÜCKE, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & DAVIES, C. (2009): Distribution and Ecological Preferences of European Freshwater Organisms, Volume 2 Plecoptera - Pensoft Publishers, 262 pp.

- HELEŠIČ, J. (2001): Nonparametric evaluation of environmental parameters determining the occurrence of stonefly larvae (Plecoptera) in streams, *Aquatic Sciences*, 63: 490-501
- HYNES, H. B. N. (1976): Biology of stoneflies, *Ann. Review Entomology*, 21: 135-153
- KHOO, S. G. (1968): Experimental studies on diapause in stoneflies III. Eggs of *Brachyptera risi* (Morton), *Physiological Entomology*, 43: 141-146
- KITTEL, W. (1984): Stoneflies (Plecoptera) of the Świętokrzyski National Park (Central Poland), *Annales de Limnologie*, 20: 59-62
- KRISTENSEN, N. P. (1975): The phylogeny of hexapod "orders", A critical review of recent accounts, *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 13: 1-44
- KRNO, I. (2000): Stoneflies (Plecoptera) in some volcanic mountain ranges of the West Carpathians (Slovakia) and the impact of human activities, *Limnologica*, 30: 341-350
- KRNO, I. (2003): Stoneflies (Plecoptera) in the Gidra River Basin (Malé Karpaty Mts., Slovakia), *Acta Zoologica Universitatis Comenianae*, 45: 53-67
- KRNO, I. (2004): Distribution and phylogenetic relationships of the genus *Rhabdiopteryx* (Plecoptera, Taeniopterygidae) in Slovakia, *Biologia*, 59: 181-190
- KRNO, I. (2013): Determinačný kľúč pre hydrobiológov časť II. pošvatky (Plecoptera) – Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave, Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku, Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH Bratislava, Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností, 64 pp.
- LEICHTFRIED, M. & Franz H. WAGNER, F. H. (2008): Das RITRODAT-Lunz Konzept der Biologischen Station Lunz 1977–2003: Struktur und funktionelle Zusammenhänge im Ökosystem Bach, *Schriften Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse*, 142: 133-161

- LELLÁK, J., KOŘÍNEK, V., FOTT, J., KOŘÍNKOVÁ, J. & PUNČOCHÁŘ, P. (1982): Biologie vodních živočichů-Univerzita Karlova v Praze, 220 pp.
- LILLEHAMMER, A., BRITTAIN, J. E., SALTVEIT, S. J. & NIELSEN, P. S. (1974): 974. Norwegian stoneflies II. Distribution and relationship to the environment, Norsk entomologisk tidsskrift, 21: 159-250
- LIU, Y. S., REN, D., SINITSHENKOVA, N. D. & SHIH, C. K. (2007): The oldest known record of Taeniopterygidae in the Middle Jurassic of Daohugou, Inner Mongolia, China (Insecta: Plecoptera), Zootaxa, 1521: 1-8
- LÓPEZ-RODRÍGUEZ, M. J. & TIerno DE FIGUEROA, J. M. (2006): Life cycle and nymphal feeding of *Rhabdiopteryx christinae* Theischinger 1975 (Plecoptera: Taeniopterygidae), Annales de la Société entomologique de France, 41: 57-61
- MADSEN, B. L. & BUTZ, I. (1976): Population movements of adult *Brachyptera risi* (Plecoptera), Oikos, 27: 273-280
- MADSEN, B. L. (1968): The distribution of nymphs of *Brachyptera risi* Mort. and *Nemoura flexuosa* Aub. (Plecoptera) in relation to oxygen, Oikos, 19: 304-310
- MADSEN, B. L. (1969): Reactions of *Brachyptera risi* (Morton) (Plecoptera) nymphs to water current, Oikos, 20: 95-100
- OBERNDORFER, R. Y. & STEWART, K. W. (1977): The life cycle of *Hydroperla crosbyi* (Plecoptera: Perlodidae), Great Basin Naturalist, 37: 260-273
- OTTO, CH. & SJÖSTRÖM, P. (1983): Cerci as antipredatory attributes in stonefly nymphs, Oikos, 41: 200-204
- PUIG, M. A. (1984): Distribution and ecology of the stoneflies (Plecoptera) in Catalanian rivers (NE-Spain), Annales de limnologie, 20: 75-79
- RAUŠER, J. (1971): A contribution to the question of the distribution and evolution of plecopterological communities in Europe, Acta Faunistica Entomologica Musei Nationalis Pragae, 14: 33-63
- ROZKOŠNÝ, R. (1980): Klíč vodních larev hmyzu – Československá akademie věd, 518 pp.

- SHAPAS, T. J. & HILSENHOFF, W. L. (1976): Feeding Habits of Wisconsin's Predominant Lotic Plecoptera, Ephemeroptera, and Trichoptera, *The Great Lakes Entomologist*, 9: 175-188
- SCHÜTZ, C., WALL INGER, M., BURGER, R. & FÜREDER, L. (2001): Effects of snow cover on the benthic fauna in a glacier-fed stream, *Freshwater Biology*, 46: 1691-1704
- SLÁDEČEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view, *Archiv für Hydrobiologie Ergebnisse der Limnologie*, 7: 1-218
- STANLEY, G. & JEWETT, Jr. (1963): A Stonefly Aquatic in the Adult Stage, *Science*, 139: 484-485
- STEWART, K. W. & ZEIGLER, D. D. (1984): Drumming behavior of twelve North American stonefly (Plecoptera) species: first descriptions in Peltoperlidae, Taeniopterygidae and Chloroperlidae, *Aquatic Insects*, 6: 49-61
- STEWART, K. W. (1997): Insect life: vibrational communication in insects, *American Entomologist*, 43: 81-91
- STEWART, K. W. (2001): Vibrational communication (drumming) and mate-searching behavior of stoneflies (Plecoptera); evolutionary considerations, *Trends in research in Ephemeroptera and Plecoptera*, 217-225
- TIerno DE FIGUEROA, J. M. & FOCHETTI, R. (2001): On the adult feeding of several European stoneflies (Plecoptera), *Entomological News*, 112: 130-134
- TIXIER, G. & GUÉROLD, F. (2005): Plecoptera response to acidification in several headwater streams in the Vosges Mountains (northeastern France), *Biodiversity and Conservation*, 14: 1525-1539
- TOZER, W. (1979): Underwater behavioural thermoregulation in the adult stonefly, *Zapada cinctipes*, *Nature*, 281: 566-567
- TYUFEKCHIEVA, V., KALCHEVA, H., VIDINOVA, Y., YANEVA, I., STOYANOVA, T. & LJUBOMIROV, T. (2013): Distribution and Ecology of Taeniopterygidae (Insecta: Plecoptera) in Bulgaria, *Acta zoologica bulgarica*, 65: 89-100

- ZHILTZOVA, L. A. (2006): A Review of Stoneflies of the Family Taeniopterygidae (Plecoptera) in Russia and Adjacent Countries, *Entomological Review*, 86: 632-634
- ZWICK, P. & HOHMANN, M. (2003): Direct development, no diapause, in *Taeniopteryx nebulosa* (Plecoptera, Taeniopterygidae), *Lauterbornia*, 47: 141-151
- ZWICK, P. (1990): Transantarctic relationships in the Plecoptera, Mayflies and Stoneflies: Life Histories and Biology, 141-148
- ZWICK, P. (2000): Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera, *Annual Review of Entomology*, 45: 709-746
- ZWICK, P. (2004): Key to the west palaeartic genera of stoneflies (plecoptera) in the larval stage, *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, 34: 315-348