



Bakalářská práce

Morfologická stavba končetin hmyzu a jejich adaptace na vnější prostředí

<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Studijní obory:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Fyzika se zaměřením na vzdělávání
<i>Autor práce:</i>	Vendula Kůtková
<i>Vedoucí práce:</i>	RNDr. Adéla Hartlová, Ph.D. Katedra biologie
<i>Konzultanti práce:</i>	Ing. Pavel Kejzlar, Ph.D. Katedra materiálu Jiří Preisler Česká společnost entomologická

Liberec 2023



Zadání bakalářské práce

Morfologická stavba končetin hmyzu a jejich adaptace na vnější prostředí

<i>Jméno a příjmení:</i>	Vendula Kůtková
<i>Osobní číslo:</i>	P20000388
<i>Studijní program:</i>	B0114A300075 Přírodopis se zaměřením na vzdělávání
<i>Specializace:</i>	Přírodopis se zaměřením na vzdělávání Fyzika se zaměřením na vzdělávání
<i>Zadávací katedra:</i>	Katedra chemie
<i>Akademický rok:</i>	2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši o dostupných poznatcích o končetinách hmyzu a jejich adaptacích na vnější prostředí.
2. Popište metody sběru suchozemského hmyzu
3. V terénu zhotovte různé typy pastí a odchytte minimálně 10 druhů hmyzu. Od každého druhu alespoň 3 jedince.
4. Zařadte odchycený hmyz do systému a pozorujte ho pod binokulární lupou. Proved'te fotodokumentaci.
5. Z odchyceného hmyzu odpreparujte končetiny a zhotovte preparát použitelný pro elektronové mikroskopování .
6. Pozorujte zhotovené preparáty pod elektronovým mikroskopem, poříd'te fotodokumentaci a porovnejte tyto preparáty mezi sebou.
7. Na základě získaných poznatků zhotovte atlas končetin pozorovaného hmyzu a uveďte závěry ze svého pozorování.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: 40-50 normostran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická
Jazyk práce: čeština

Seznam odborné literatury:

1. ANDĚRA, Miloš. Atlas fauny České republiky. Ilustroval Jan SOVÁK. Praha: Academia, 2018, 664 s. Atlas. ISBN 978-80-200-2756-6
2. Blanokřídlí České republiky. I: Žahadloví. (2010). Academia. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-1890-8.
3. HANEL, Lubomír. Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin suchozemských šestinožců (Hexapoda). Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, 2018. ISBN 978-80-7603-050-3.
4. KOLIBÁČ, Jiří, Karel HUDEC, Zdeněk LAŠTŮVKA a Milan PEŇÁZ. Příroda České republiky: průvodce faunou. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Academia, 2019. ISBN 978-80-200-2993-5.
5. MACEK, Jan, Ladislav ROLLER, Karel BENEŠ, Kamil HOLÝ a Jaroslav HOLUŠA. Blanokřídlí České a Slovenské republiky. Praha: Academia, 2020. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-1890-8.
6. NIEDOBOVÁ, Jana a Pavla ŘEZNÍČKOVÁ. Odchytové a odběrové metody bezobratlých. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-983-4.

Vedoucí práce: RNDr. Adéla Hartlová, Ph.D.
Katedra biologie

Konzultanti práce: Ing. Pavel Kejzlar, Ph.D.
Katedra materiálu
Jiří Preisler
Česká společnost entomologická

Datum zadání práce: 10. října 2022
Předpokládaný termín odevzdání: 22. května 2023

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

L.S.

prof. Ing. Josef Šedlbauer, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 20. října 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Mgr. Adéle Hartlové, Ph.D., za její odborné vedení, vstřícnost a trpělivost během zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat panu Jiřímu Preislerovi, který mi poskytl cenné rady a materiály pro zpracování a panu Ing. Pavlu Kejzlarovi, Ph.D., za zpracování snímků z elektronového mikroskopu.

Nakonec bych ráda vyjádřila vděčnost své rodině a přátelům, kteří mi poskytli podporu a povzbuzení během celého období psaní této práce.

Anotace

Bakalářská práce s názvem "Morfologická stavba končetin hmyzu a jejich adaptace na vnější prostředí" se zabývá zkoumáním nohou vybraných zástupců hmyzu. První část této práce je zaměřena na popisy jednotlivých částí nohou hmyzu, jejich funkce a způsob pohybu. Tato část také obsahuje různé metody odchytu hmyzu a popis vybraných zástupců hmyzu, kteří byli nadále zkoumáni. Druhá, praktická část obsahuje bližší popis metod odchytu, které byly využity pro sběr zkoumaného hmyzu. Výsledné popisy struktur byly popisovány díky vyhotoveným snímkům z binokulární lupy a elektronového mikroskopu.

Klíčová slova

hmyz, končetina, články, zástupce, pasti, elektronový mikroskop, binokulární lupa

Annotation

This bachelor thesis "Morphological structure of the limbs of insects and their adaptation to the external environment" deals with the study of legs of selected insects. The first part of this thesis focuses on descriptions of the different parts of insect legs, their function and the way they move on different materials. This part also includes various methods of trapping insects and descriptions of selected insects that have been trapped. The second practical part contains the trapping methods that were used to collect the insects studied. The resulting descriptions of the structures were described using binocular stereoscopic microscope and electron microscope images.

Keywords

insect, limb, articles, representatives, traps, electron microscope, binocular magnifier

Obsah

Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek.....	12
Seznam použitých zkratk.....	13
Úvod.....	14
I. Teoretická část.....	15
1 Obecná charakteristika hmyzu.....	15
2 Základní články končetiny hmyzu.....	16
2.1 Kyčle (<i>coxa</i>).....	16
2.2 Příkyčlí (<i>trochanter</i>).....	17
2.3 Stehno (<i>femur</i>).....	17
2.4 Holeň (<i>tibia</i>).....	17
2.5 Chodidlo (<i>tarsus</i>).....	18
2.6 Poslední chodidlový článek (<i>praetarsus</i>).....	18
3 Typy nohou hmyzu.....	19
3.1 Nohy kráčivé a běhací.....	19
3.2 Nohy skákavé.....	19
3.3 Nohy loupeživé (lapací).....	19
3.4 Nohy hrabavé.....	20
3.5 Nohy záchytné.....	20
3.6 Nohy upravené pro chůzi po vodě.....	21
3.7 Nohy plovací.....	21
3.8 Nohy kormidlovací.....	21
4 Lokomoce nohou hmyzu.....	22
4.1 Tripedální lokomoce.....	22
4.2 Lokomoce nohou při chůzi po vodě.....	24
4.3 Lokomoce nohou při skoku.....	25
4.4 Lokomoce nohou při plavání.....	26
4.5 Lokomoce nohou hmyzu s hrabavýma nohama.....	27
5 Metody sběru hmyzu.....	28
5.1 Individuální sběr.....	28
5.1.1 Pinzeta.....	28
5.1.2 Jemné štětce a vatové tyčinky.....	28
5.1.3 Exhaustory (aspirátory).....	28
5.2 Smýkání.....	29
5.2.1 Smýkací síť.....	29
5.2.2 Síťka na odchyt vodního hmyzu.....	29
5.3 Prosívání.....	30
5.3.1 Prosívadlo.....	30
5.3.2 Berlese-Tullgrenův fotoeklektor.....	30
5.4 Vlajkování.....	30
5.5 Vysávání.....	31
5.6 Sklepávání.....	31
5.7 Malaiseho past.....	31
5.8 Barevné (Moerickovy) misky.....	32

5.9	Lepové desky.....	32
5.10	Světelné pasti.....	33
5.11	Zemní pasti.....	33
5.12	Pasti s návnadou.....	34
5.12.1	Pivní pasti.....	34
5.12.2	Masové pasti.....	34
6	Smrcení hmyzu.....	35
7	Zobrazovací metody.....	36
7.1	Binokulární lupa.....	36
7.2	Elektronový mikroskop.....	36
8	Vybrané nohy sledovaných druhů hmyzu.....	38
8.1	Hrobařík slídivý (<i>Nicrophorus investigator</i>).....	38
8.2	Sršeň obecná (<i>Vespa crabro</i>).....	39
8.3	Škvor obecný (<i>Forficula auricularia</i>).....	39
8.4	Octomilka obecná (<i>Drosophila melanogaster</i>).....	40
8.5	Bzučivka zelená (<i>Lucilia sericata</i>).....	41
8.6	Mandelinka bramborová (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>).....	41
8.7	Střevlík kožitý (<i>Carabus coriaceus</i>).....	42
8.8	Chroustek letní (<i>Amphimallon solstitiale</i>).....	43
8.9	Včela medonosná (<i>Apis mellifera</i>).....	43
8.10	Zlatoočka obecná (<i>Chrysoperla carnea</i>).....	44
II.	Praktická část.....	46
9	Metodologie.....	46
9.1	Typy pastí.....	46
9.1.1	Individuální odchyt.....	46
9.1.2	Pivní pasti.....	47
9.1.3	Masové pasti.....	48
9.2	Umíst'ování pastí.....	49
9.2.1	Lesní ekosystém.....	49
9.2.2	Třešňové sady.....	51
9.3	Sběr vzorků.....	52
9.4	Práce s binokulární lupou.....	54
9.5	Práce s elektronovým mikroskopem.....	54
10	Výsledné popisy struktur.....	56
10.1	Hrobařík slídivý (<i>Nicrophorus investigator</i>).....	56
10.2	Sršeň obecná (<i>Vespa crabro</i>).....	59
10.3	Škvor obecný (<i>Forficula auricularia</i>).....	62
10.4	Octomilka obecná (<i>Drosophila melanogaster</i>).....	65
10.5	Bzučivka zelená (<i>Lucilia sericata</i>).....	68
10.6	Mandelinka bramborová (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>).....	71
10.7	Střevlík kožitý (<i>Carabus coriaceus</i>).....	73
10.8	Chroustek letní (<i>Amphimallon solstitiale</i>).....	76
10.9	Včela medonosná (<i>Apis mellifera</i>).....	79
10.10	Zlatoočka obecná (<i>Chrysoperla carnea</i>).....	82
III.	Diskuze.....	85
IV.	Závěr.....	87

Seznam použité literatury.....	88
--------------------------------	----

Seznam obrázků

Obr. 1: Základní články nohy hmyzu.....	16
Obr. 2: Tripedální lokomoce.....	23
Obr. 3: Pohyb po vodní hladině.....	25
Obr. 4: Zhotovené pivní pasti.....	48
Obr. 5: Zhotovené masové pasti.....	49
Obr. 6: Masová past v tmavém prostředí.....	49
Obr. 7: Pivní past v lese.....	50
Obr. 8: Umístění pivní pasti v lese.....	50
Obr. 9: Umístění masové pasti v lese.....	50
Obr. 10: Umístění pivní pasti v sadech.....	51
Obr. 11: Pivní past v sadech.....	51
Obr. 12: Umístění masové pasti v sadech.....	52
Obr. 13: Masová past v sadech.....	52
Obr. 14: Hrobařík slídivý.....	56
Obr. 15: SEM - noha prvního páru.....	57
Obr. 16: SEM - zakončení holeně prvního páru.....	57
Obr. 17: SEM - noha třetího páru.....	58
Obr. 18: SEM - poslední chodidlový článek.....	58
Obr. 19: Sršeň obecná.....	59
Obr. 20: Nohy sršně obecné.....	59
Obr. 21: SEM - noha sršně obecné.....	60
Obr. 22: SEM - zakřivené trny.....	60
Obr. 23: SEM - poslední chodidlový článek.....	61
Obr. 24: SEM - spodní strana přísavného váčku.....	61
Obr. 25: Škvor obecný.....	62
Obr. 26: SEM - noha škvora obecného.....	63
Obr. 27: SEM - spodní strana nohy.....	63
Obr. 28: SEM - pulvilli.....	64
Obr. 29: SEM - drápy.....	64
Obr. 30: Octomilka obecná.....	65
Obr. 31: SEM - noha octomilky obecné.....	66
Obr. 32: SEM - vrchní strana posledního chodidlového článku.....	66
Obr. 33: SEM - spodní strana posledního chodidlového článku.....	67
Obr. 34: Bzučivka zelená.....	68
Obr. 35: SEM - noha bzučivky zelené.....	69
Obr. 36: SEM - chodidlové články.....	69
Obr. 37: SEM - poslední chodidlový článek.....	70
Obr. 38: SEM - drápy a přísavné polštářky.....	70
Obr. 39: Mandelinka bramborová.....	71
Obr. 40: SEM - noha mandelinky bramborové.....	72
Obr. 41: SEM - chodidlové články.....	72
Obr. 42: Nohy střevlíka kožitého.....	73
Obr. 43: SEM - spodní strana prvního páru nohou prvního jedince.....	74
Obr. 44: SEM - spodní strana prvního páru nohou druhého jedince.....	74

Obr. 45: SEM - přísavné brvy (pulvilli).....	75
Obr. 46: SEM - zakončení holeně.....	75
Obr. 47: Chroustek letní.....	76
Obr. 48: SEM - holeň nohy prvního páru.....	77
Obr. 49: SEM - holeň nohy třetího páru.....	77
Obr. 50: SEM - chodidlové články.....	78
Obr. 51: SEM - drápy.....	78
Obr. 52: Včela medonosná.....	79
Obr. 53: SEM - nohy prvního (vlevo) a třetího páru (vpravo).....	80
Obr. 54: SEM - půlkruhový útvar s kartáčky.....	80
Obr. 55: SEM - pylové kartáčky.....	81
Obr. 56: SEM - poslední chodidlový článek.....	81
Obr. 57: Zlatoočka obecná.....	82
Obr. 58: SEM - noha zlatoočky obecné.....	83
Obr. 59: SEM - chodidlové články.....	83
Obr. 60: SEM - poslední chodidlový článek s přísavným polštářkem.....	84
Obr. 61: SEM - drápy.....	84

Seznam tabulek

Tabulka 1: Zkoumaní zástupci hmyzu.....	49
---	----

Seznam použitých zkratek

Zkratka	Význam
např.	například
Obr.	obrázek
SEM	skenovací elektronový mikroskop

Úvod

Hmyz je jednou z nejrozšířenější skupinou živočichů vyskytující se na Zemi. V dnešní době je známo více než milion druhů hmyzu, vyskytujících se v mnoha různých prostředích a na mnoha místech po celém světě, včetně vysokohorských oblastí a mají nejrůznější velikosti, tvary a barvy.

Důležitým motorickým orgánem hmyzu jsou jejich nohy. Jsou to vysoce specializované struktury, které hmyzu umožňují vykonávat širokou škálu funkcí jako je chůze, skákání, uchopování, plavání a další. Hmyzí noha se skládá z několika částí, z nichž každý má jedinečnou morfologii a funkci.

Cílem této práce je popis různých modifikací končetin, které se vyvinuly u hmyzu a plní tak různé funkce v jejich životě. V praktické části jsou pozorováni odchycení někteří zástupci hmyzu. K určení a zhodnocení jedinců jsou využívány různé metody. Pro určení odchyceného hmyzu byla nejprve použita binomická lupa. Následně byly vzorky pozorovány pomocí elektronového mikroskopu, díky němuž byly zkoumány struktury jejich končetin blíže. Na základě snímků z těchto metod byl zhotoven atlas končetin pozorovaného hmyzu.

I. Teoretická část

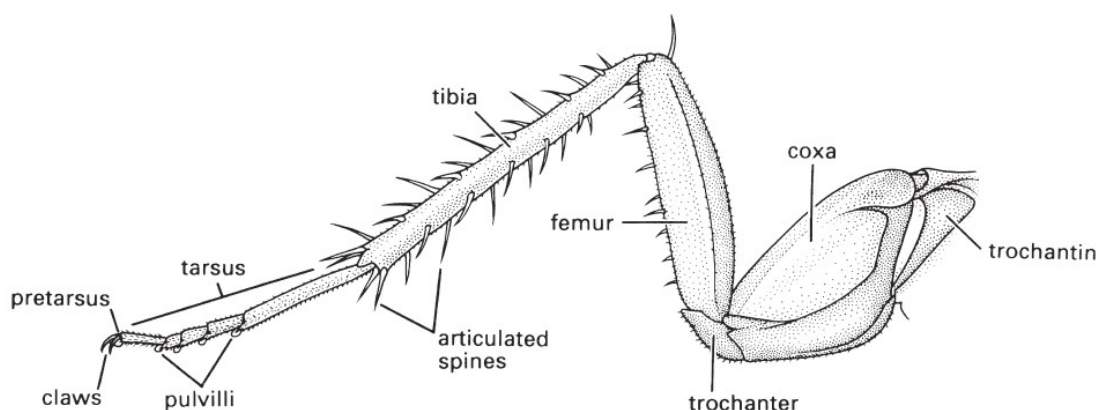
1 Obecná charakteristika hmyzu

Tělo hmyzu dělíme na tři části - tělo, hrud' a zadeček. Hrud' dále rozdělujeme na další tři části. Jsou to předohrud' (*prothorax*), nesoucí první pár nohou, středohrud' (*mesothorax*), nesoucí druhý pár nohou a první pár křídel, a zadohrud' (*metathorax*), který nese poslední pár nohou spolu s druhým párem křídel (Chapman, 1998). Tři páry nohou nenacházíme jen u dospělých jedinců hmyzu, ale i u některých druhů v larválním stádiu. Ne všechny druhy larev mají hrudní nohy zcela vyvinuté. V tomto případě lze u těchto larev pozorovat končetiny zakrnělé nebo mají pouze náznak nohou v podobě hrbolkovitých výčnělků (Macek et al., 2010). Existují i druhy hmyzu, které mají jen jeden pár křídel, nebo křídla nemají vůbec. Kostra hmyzu se rozlišuje na vnější, exoskelet, tvořenou převážně chitinem, a vnitřní, endoskelet (Chapman, 1998).

Hmyz může trávit část nebo celý svůj život v půdě, na souši nebo ve vodním prostředí. Mohou vést osamělý, společenský, sociální nebo u samic subsociální život. Jsou schopni být aktivní ve dne nebo v noci, mohou být nápadně zbarvení, napodobovat jiné objekty nebo být skrytí. Díky svému životnímu cyklu jsou hmyzí druhy schopny přežít v nejrůznějších prostředích, včetně extrémních teplot a chladů, vlhkosti a sucha, i měnícího se klimatu (Gullan, Cranston, 2005).

2 Základní články končetiny hmyzu

Každá noha hmyzu je členěna na šest částí. Jedná se o několik samostatných článků jdoucích za sebou, které jsou spojeny klouby. Mezi základní články končetiny hmyzu patří kyčle (*coxa*), příkyčlí (*trochanter*), stehno (*femur*), holeň (*tibia*) a chodidlo (*tarsus*). Poslední článek chodidla (*praetarsus*) se popisuje samostatně, protože se jedná o nejsložitější článek nohy, který je v přímém kontaktu s povrchem. Mezi každým článkem se nachází krátká, mezičlánková blanka, která bývá převážně skrytá (Obenberger, 1952).



Obr. 1: Základní články nohy hmyzu (Gullan, Cranston, 2005)

2.1 Kyčle (*coxa*)

Kyčle jsou prvním článkem nohou hmyzu. Ke kyčli jsou připojeny dva klouby. Jedním je kyčel spojena proximálně s tělem (hrudí) a druhým distálně s příkyčlí (Obenberger, 1952). Kyčel může mít tvar krátkého válce nebo kužele, ale většinou má vejčitý až kulovitý tvar. Nepatrný rozdíl mezi kyčlemi můžeme také nalézt mezi jednotlivými páry jednoho druhu hmyzu (Gullan, Cranston, 2005).

2.2 Příkyčlí (*trochanter*)

Příkyčlí je malý článek mezi kyčlí a stehnem. S kyčlí je spojen horizontálním závěsem, který umožňuje pohyb pouze v jedné rovině. Se stehnem je spojen sekundárním kloubem (Gullan, Cranston, 2005).

U některých druhů hmyzu je tento článek rozdělen na dvě části, které nejsou vůči sobě pohyblivé. Lze to pozorovat u zástupců řádu vážek (*Odonata*) nebo zástupců řádu blanokřídlých (*Hymenoptera*). Mohou být také charakteristickým znakem samců rodu *Sphenoptera* a *Anthaxia* – krasci, pro které je charakteristické na tomto článku mít výběžky podobné trnům (Obenberger, 1952).

2.3 Stehno (*femur*)

Třetí článek hmyzí nohy bývá často největší a nejmohutnější a je umístěn přímo za příkyčlí. Ohyb stehna v kolmé rovině umožňuje stehenní kloub, nacházející se mezi stehnem a holení. Tvar a délka stehna závisí na typu nohy a funkci, kterou daná noha plní. Druhy hmyzu, které mají skákavé nohy, mají stehna mohutnější. Druhy, které mají nohy uzpůsobené k běhu, mají stehna úzká a dlouhá. Čím větší výkon a práci musí nohy vynaložit, tím mají mohutnější svalstvo. Vnější povrch bývá vybaven háky, řadami zubů nebo pilovitými okraji či dalšími výrůstky, a to zejména v dolní části stehna. Oproti tomu, vnitřní strana bývá hladká. U některých druhů hmyzu obsahují drobné hrbolaté útvary, které při jejich tření vytvářejí typický zvuk, např. pro zástupce řádu rovnokřídlých (*Orthoptera*) (Obenberger, 1952).

2.4 Holeň (*tibia*)

Po stehně je holeň druhá největší část hmyzí nohy, nacházející se mezi stehnem a chodidlem. Podobně jako u stehna je povrch tohoto článku pokryt různými útvary. Jedná se především o trny, štětiny, chloupky nebo zuby. Tvary holení se u každého páru nohou liší. Někteří mají na holeních předního páru nohou výrůstky podobné kartáčkům,

sloužící k čištění tykadel nebo chodidlových článků. Tvar holení, rovněž jako u stehen, závisí také na funkci nohou. Například zástupci hmyzu, kteří jsou přizpůsobeni k životu ve vodě, mají u třetího páru nohou holeně zploštělé a jsou veslovitého tvaru. Třetí pár nohou včely medonosné na tomto článku spolu se stehnem nese pylové košíčky (Chapman, 1998).

2.5 Chodidlo (*tarsus*)

Chodidlo je část hmyzí nohy umístěné přímo za holení. Tato část se u dospělých jedinců skládá z několika dalších článků nazývajících se *tarsomery*. Hmyzí chodidlo se většinou skládá z pěti tarsomerů, ale v některých případech dochází, že jsou tyto články srostlé a je jich tedy méně. První článek, nacházející se přímo za holení se nazývá *basitarsus*, někdy může být označován jako *metatarsus* (Gullan, Cranston, 2005). Na spodní straně tarsomerů se nacházejí polštářky pokryté brvami, označující se jako *euplantulae* nebo *pulvilli*. Ty napomáhají přilnutí k povrchu na základě kombinace Van der Waalsových sil a vrstvičky adhezni tekutiny, vylučované hmyzí končetinou na povrch. To umožňuje hmyzu lézt po hladkém nebo svislém povrchu (Nedvěd, 2013).

Články chodidla mohou také nést znaky pohlavního dimorfismu. U některých druhů se pohlaví rozlišuje počtem tarsomerů, někteří samci mají nohy opatřeny *pulvilli*, které slouží k přichycení samice při kopulaci (Obenberger, 1952).

2.6 Poslední chodidlový článek (*praetarsus*)

Poslední chodidlový článek je součástí chodidla, nacházející se na hmyzí noze. Vzhledem k různým útvarům, kterými je opatřen se výrazně odlišuje od ostatních chodidlových článků. Většinou se jedná o dva drápky nebo přilnavé polštářky různého tvaru. Drápky mohou být tvaru ostrohrotého, tupohrotého, ostrozubého, tupozubého, štěpeného nebo hřebenitého (Obenberger, 1952). Mezi drápky se může také nacházet přísavný polštářek – *arolium* nebo velká štětina (lalok) – *empodium*, který může být poznávacím znakem při určování druhů hmyzu (Krofta, 2012).

3 Typy nohou hmyzu

Vzhledem k rozmanitosti druhové populace hmyzu, existuje spousta modifikací hmyzích končetin. Nohy hmyzu jsou přizpůsobené nejen prostředí, ve kterém žijí, ale také způsobu života. Každý typ plní různou funkci a jsou podle toho upraveny. Spousta zástupců hmyzu nemá pouze jeden typ nohou, ale jsou často kombinované.

Obvykle se u hmyzu setkáváme se sedmi typy nohou, které lze rozdělit do několika kategorií. Patří mezi ně nohy kráčivé, hrabavé, loupeživé (lapací), skákavé a přichycovací. Dále existují také typy plovací a kormidlovací, které se vyskytují u hmyzu žijícího ve vodním prostředí (Obenberger, 1952).

3.1 Nohy kráčivé a běhací

Kračivé nohy jsou základním a zároveň nejběžnějším typem nohou, které můžeme u hmyzu pozorovat. Bývají dlouhé a úzké. Díky dobře vyvinutým silným kyčlím, které jsou zploštělé, umožňují plynulý a rychlý pohyb nohou. Tento typ nohou je typický pro zástupce hmyzu řádu švábi (*Blattodea*) nebo pro čeleď mravencovití (*Formicidae*) (Chapman, 1998).

3.2 Nohy skákavé

Skákavý pohyb zajišťuje především třetí pár končetin. Stehna na těchto nohách jsou největší částí nohy. Jsou velká a silná, protože obsahují většinu svalstva nohy. Holeně bývají dlouhé a štíhlé. Chodidla jsou zakončena drápkou, které pomáhají hmyzu přichytit se při dopadu k povrchu. Mezi nejznámější hmyzí skokany patří kobylky (*Ensifera*), sarančata (*Caelifera*) nebo blechy (*Siphonaptera*) (Obenberger, 1952).

3.3 Nohy loupeživé (lapací)

Jako loupeživé nohy se označuje pouze první pár nohou. Neslouží tedy k chůzi. Obvykle se tento pár nohou nachází u dravého hmyzu, kterému slouží většinou k zachycení nebo polapení kořisti. Mohou být hákovitého tvaru, kdy jsou přední

končetiny zakončené drápy, které se zaboří do oběti. Lapací nohy jsou velmi typické pro řád kudlanky (*Mantodea*) nebo pro některé druhy ploštic (*Heteroptera*), kterým tyto nohy slouží jak k udržení kořisti, tak k manipulaci s ní. Kudlanky mají dlouhé kyčle, dlouhé a úzké stehno, které se svírá s holení. Stehno i holeň jsou pokryty ostny, které zachycují kořist. U ploštic je to trochu jiné. Ty mají stehno mohutné, ke kterému přisedá holeň jako hák nebo mají stehno prodloužené ve výběžek, ke kterému se jako svěrák svírá holeň (Gullan, Cranston, 2005).

3.4 Nohy hrabavé

Nohy hrabavé jsou speciálním typem nohou, které jsou přizpůsobeny pro hrabání a rytí v zemi. Stejně jako v případě typu loupeživých, jedná se také jen o první pár nohou. Hlavní část hrabavé nohy je holeň lopatkovitého tvaru, která na vnější straně nese tupé zubovité výběžky. Vzhledem k funkci tohoto páru nohou, bývají tarsomery zcela nepotřebné. Proto je často pozorováno chodidlo jako nenápadný úponek nebo chybí úplně. Toto může být také poznávací znak pohlavního dimorfismu. Tento typ nohou může být pozorován u dospělých jedinců čeledi krtonožkovití (*Gryllotalpidae*) nebo chrobákovití (*Geotrupidae*). Hrabavé nohy se vyskytují i u jedinců v larválním stádiu např. u larev čeledi cikádovití (*Cicadidae*) nebo larev rodu páchníka (*Osmoderma*) (Obenberger, 1952).

3.5 Nohy záchytné

Mezi záchytné nohy řadíme všechny tři končetinové páry, které slouží k pevnému přichycení k povrchu. Tyto nohy mají hákovitý tvar a jsou opatřeny silnými drápkami. Zejména na koncovém chodidlovém článku jsou velmi dobře vyvinuté a umožňují hmyzu přichytit se na chlupy, vlasy nebo dokonce rostliny. Tyto nohy jsou typické pro parazitický hmyz, žijící v srsti jako jsou vši (*Anoplura*) nebo čmelíkovci (*Mesostigmata*) (Obenberger, 1952).

3.6 Nohy upravené pro chůzi po vodě

Některé druhy hmyzu tráví část svého života na vodní hladině. Chůze po vodě je jejich přirozený pohyb. Tento pohyb jim umožňují speciálně upravené nohy. Poslední článek chodidla je rozštěpen do tvaru připomínající vějíř a nese velké množství nesmáčivých jemných chloupků, které jsou na sobě nahuštěny. Právě husté chloupky jim umožňují pohyb po vodní hladině stojatých nebo tekoucích vod. Tyto chloupky mohou nést všechny páry nohou nebo jenom některé. U zástupců čeledi bruslařkovití (*Gerridae*) nesou tyto chloupky pouze druhý a třetí pár nohou, zatímco zástupci vodoměrkovití (*Hydrometridae*) mají tyto chloupky na všech končetinách (Obenberger, 1952).

3.7 Nohy plovací

Jako plovací nohy označujeme většinou třetí pár končetin. Tento pár nohou funguje jako vesla, díky plochým stehnům a dlouhým holením, která jsou zploštělá. Chodidlové články jsou na vnitřní straně směrem k tělu pokryty brvami. Hmyz, který má plovací nohy může plavat dvěma způsoby. Zástupci čeledi potápníkovití (*Dytiscidae*) provádějí pohyb nohama současně, a tím konají odrazy. Jiní pohybují nohama střídavě. Takto se pohybují např. zástupci čeledi klešťankovitých (*Corixidae*) (Obenberger, 1952).

3.8 Nohy kormidlovací

Kormidlovací nohy se od plovacích liší hlavně stavbou článků. Oproti plovacím, nejsou články těchto nohou dlouhé, ale jsou kratší a mohutnější. Všechny články jsou rozšířené a přisedají na šířku holeně a tím tvoří větší plochu. Holeně pokrývají husté brvy. Tyto nohy také fungují jako vesla. Nohy kormidlovací zastupují poslední pár nohou a mohou být pozorovány u čeledi vírníkovitých (*Gyrinidae*) (Obenberger, 1952).

4 Lokomoce nohou hmyzu

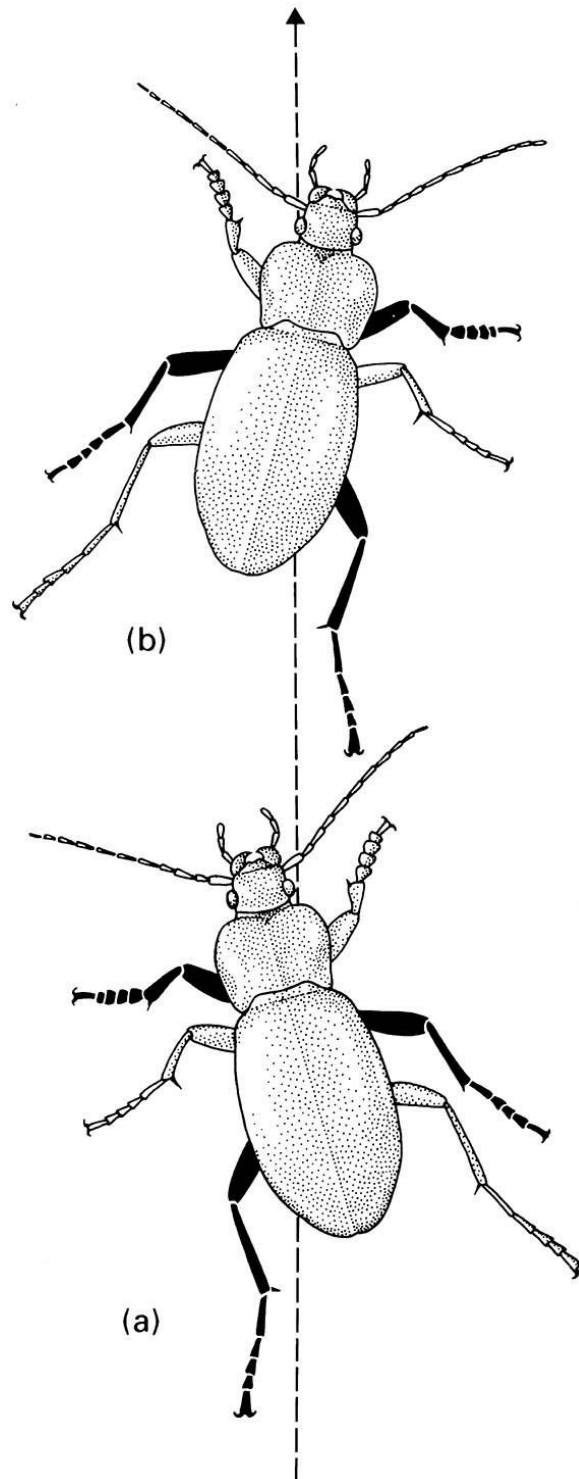
Životní styl hmyzu do jisté míry závisí na lokomoci. Lokomoce usnadňuje hmyzu přemísťovat se z jednoho místa na druhé. Každý druh hmyzu se může pohybovat různými způsoby v závislosti na způsobu života a na prostředí, ve kterém žije. Mezi hlavní lokomoční pohyby hmyzu patří chůze, běh, skákání, plavání, plazení a létání. Většina hmyzu má šest nohou, tedy tři páry, které jsou rozložené do stran a jeví dojem širokého postoje. Pohyb svalů zajišťuje přeměna chemické energie na mechanickou, což vede k prodlužování a zkracování svalů, které hmyz využívá k udržení postavení a lokomoci. Stabilitu během pohybu zajišťuje těžiště, které je uprostřed těla. Každá noha funguje jako vzpěra, která podpírá tělo a usnadňuje tím pohyb (Kordík, 2004). Některé z těchto pohybů jsou následně popsány.

4.1 Tripedální lokomoce

Jedním, ze základních typů lokomoce, který může být pozorován u hmyzu je tripedální lokomoce. Při této lokomoci se povrchu dotýkají vždy tři ze šesti nohou, z každého páru jedna (Obr. 2). Tři nohy se tedy dotýkají povrchu, zatímco zbylé tři se zvedají kývavým pohybem (Gullan, Cranston, 2005).

„Přední noha je při tomto pohybu natažena dopředu a zvíře, opřené o drápky a tarsy, svalovým pohybem mezi holení a stehnem táhne tělo dopředu. Střední noha funguje spíše jako pouhý opěrný bod, kdežto zadní noha rozevíráním úhlu mezi holení a stehnem táhne tělo dopředu.“ (Obenberger, 1952, s. 260). Kdyby jsme tyto tři nohy, které se dotýkají povrchu spojili do trojúhelníku, může být pozorováno, že těžiště těla pohybujícího se hmyzu leží vždy uvnitř tohoto trojúhelníku, což zajišťuje velkou stabilitu při této klátivé chůzi (Kordík, 2004).

Tripedální lokomoce také umožňuje hmyzu pohybovat se rychle, což hmyz využívá nejen jako pohyb k přemístění, ale jako způsob rychlého úniku před nebezpečím. Při střídání těchto trojic nohou mluvíme jako o klátivé chůzi, která je nejlépe pozorovatelné u čeledi švábovitých (*Blattidae*) nebo střevlíkovitých (*Carabidae*) (Gullan, Cranston, 2005).



Obr. 2: Tripedální lokomoce
(Gullan, Cranston, 2005)

4.2 Lokomoce nohou při chůzi po vodě

Jak už bylo zmíněno v předešlé kapitole, některé druhy hmyzu mají nohy přizpůsobené k pohybu po vodě. Zástupci hmyzu, kteří se pohybují po vodní hladině mají nohy postavené do šířky, takže hmotnost hmyzu je rozložena po celém jeho těle a zajišťuje tak velkou stabilitu. Někteří zástupci hmyzu první pár nohou nepoužívají k pohybu, nýbrž k ulovení potravy, nacházející se na vodní hladině. K pohybu tedy používají druhý a třetí pár nohou. Druhý pár nohou používají jako vesla a třetí má funkci kormidla. Proto se zdá, že se pohybují klouzavým pohybem po hladině (Obr. 3) (Chapman, 2013).

Chůzi po vodě jim ale neumožňují pouze upravené končetiny s jemnými chloupky na chodidlových člancích, ale také voda samotná. Díky povrchovému napětí vody se hmyz může pohybovat po vodní hladině (Šulc, 2021). Jedná se o efekt, kdy se povrch kapaliny chová jako elastická blána, která se snaží dosáhnout minimální plochy s co nejmenší energií. Povrchové napětí je definováno v rovnici č. 1 a jednotkou tohoto povrchového napětí kapaliny je newton na metr ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$) (Rosina, Vránová, Kolářová, 2021).

$$\sigma = \frac{dF}{dl}$$

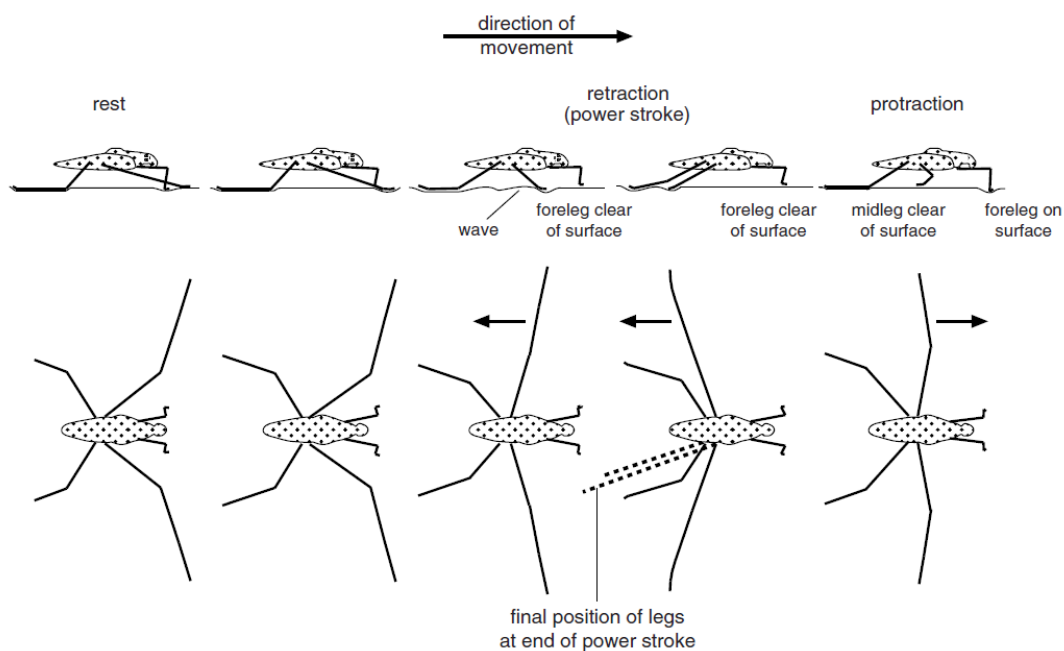
Rovnice č.1 (Rosina, Vránová, Kolářová, 2021)

σ : povrchové napětí kapaliny

dF : povrchová síla

dl : délka okraje povrchové blány

Vodíkové vazby udržují molekuly vody pohromadě. Molekuly vody jsou tedy k sobě přitahovány a hmyz může pomocí svých speciálně upravených nohou vytvořit povrch, na který jsou molekuly vody přitahovány. Hmotnost hmyzu je rozložena po celém jeho těle, takže síla vody tlačící nahoru je rovna přibližně síle hmotnosti hmyzu (Tyc, 2009).



Obr. 3: Pohyb po vodní hladině (Chapman 2013)

4.3 Lokomoce nohou při skoku

Skoky jsou způsob pohybu hmyzu, který má mnoho využití. Někteří je používají k úniku, jiní skáčou, aby ulovili kořist nebo aby dosáhly svých hostitelů. Některé druhy hmyzu používají ke skoku jen třetí pár nohou, jiní k tomuto páru používají ještě druhý pár nohou. Nohy přizpůsobené ke skoku mají velké stehenní svaly. Ti, co používá skoky jako únikový manévr mají ve většině případů nekontrolovatelné dopady (Gullan, Cranston, 2005).

Aby hmyz mohl vůbec skok provést, musí vynaložit určité množství energie. Skoky jsou založené na synchronním pohybu v kloubech příkyčlí kolem kyčlí a kloubu mezi stehnem a holení posledního páru nohou. Stehno je s holení v sevření a těsně před skokem je holeň natažena do polohy, která je rovnoběžná se zemí. Skok je následně způsoben postupnou kontrakcí svalů a jejím rychlým uvolněním. Energie, která je potřebná ke skoku je uložena v samotném svalu a kutikule (Chapman, 1998).

Těžiště těla hmyzu je ve střední části těla (u druhého páru nohou), což pomáhá hmyzu při natažení nohou připravených ke skoku. Dochází ke zmenšení točivého momentu, takže hmyz může letět vzduchem, aniž by se převrátil (Chapman, 1998).

Skoky ovšem nemusí probíhat pouze pomocí nohou, ale někteří mohou skákat pomocí ventrálního tubusu, což je skákající aparát umístěn na zadečku připomínající vidlici, který je typický pro zástupce řádu chvostoskoci (*Collembola*) (Obenberger, 1952).

4.4 Lokomoce nohou při plavání

Pro některé druhy hmyzu je přirozené se pohybovat ve vodě, kde mohou získávat potravu. K tomuto způsobu pohybu mají náležitě vyvinuté nejen tělo, ale i končetiny. Pohyb hmyzu ve vodě zajišťuje hlavně třetí pár končetin, který funguje jako vesla a je opatřen velkým množstvím brv. Tyto brvy se při pohybu roztahují a zvyšují plochu nohou, čímž zvyšují účinnost záběru. Při plavání je pohyb třetího páru nohou částečně omezen kvůli kyčlím, které jsou srostlé s hrudí a tím jsou nepohyblivé. Pohyb ve vodě nemusí zajišťovat pouze třetí pár nohou. U některých druhů hmyzu se k tomuto páru připoje ještě druhý pár nohou (Chapman, 1998).

Hmyz pohybující se ve vodním prostředí má třetí pár nohou delší, a to zejména chodidlové články. Druhy hmyzu, které používají pouze třetí pár nohou používají při pohybu obě nohy synchronizovaně. Při přitažení zadních končetin k tělu vytváří silový tah, kterým je hmyz následně hnán dopředu. Takovýto pohyb využívají zástupci čeledi znakoplavkovitých (Notonectidae). Tento pohyb se liší u zástupců rodu vodomilů (*Hydrophilus*), kteří používají k plavání jak druhý, tak třetí pár nohou, kdy se prostřední noha na jedné straně stahuje současně se zadní nohou na opačné straně (Chapman, 2013).

4.5 Lokomoce nohou hmyzu s hrabavýma nohama

V přírodě se nacházejí druhy hmyzu, kteří žijí pod zemí, kde stráví celý svůj život nebo jeho část. Někteří se zavrtávají pod zem, aby přečkali zimní období, jiní v zemi vytvářejí chodbičky nebo kladou vajíčka. Pod zemí tak můžeme najít jedince jak dospělé, tak v larválním stádiu, kteří jsou opatřeny končetinami, což můžeme vidět u larev chroustů nebo cikád (Chapman, 1998).

K hrabání mají některé druhy dobře vyvinutý první pár končetin, který je vybaven hrabavými zuby a někdy i útvarem připomínající hřebínek (Obenberger, 1955).

I když mají některé druhy první pár nohou přizpůsobený k hrabání, používají k pohybu speciální tripedální lokomoci nohou (viz kapitola 4.1). Mohutný první pár hrabavých končetin není u těchto druhů hmyzu tak funkční, jako u ostatních, kteří používají tripedální lokomoci (Zhang et al., 2011).

5 Metody sběru hmyzu

Pro sběr a odchyt hmyzu existuje mnoho metod. Jednotlivé metody se vybírají podle druhů hmyzu a v jakém prostředí se dané skupiny hmyzu nacházejí. Sběr a odchyt hmyzu se provádí pouze v určitém období v roce. Jedná se tedy o sezónní záležitost. Nejvhodnější období pro odchyt hmyzu jsou měsíce od dubna do listopadu. Záleží na oblasti a na vnějších podmínkách (Ross, 1966).

5.1 Individuální sběr

Individuální nebo také ruční sběr se většinou využívá pro odchyt středně velkých až větších lezoucích či létajících druhů hmyzu. Tato metoda se využívá za předpokladu, že daný hmyz není nebezpečný a nepředstavuje zdravotní riziko pro člověka během odchyty a následné manipulaci. Pro individuální odchyt je možné použít řadu pomůcek. Některé z nich jsou blíže specifikovány níže (Millar, Uye, Urban, 2000).

5.1.1 Pinzeta

Různé pinzety se využívají se sběru a manipulaci s menšími druhy hmyzu. Tvrdost, délka a tvar se volí podle druhů a velikosti hmyzu. Pro nejmenší druhy hmyzu je nejlepší použít jehlovou pinzetu. Je to z důvodu, aby nedošlo k poškození těchto velmi malých vzorků hmyzu (Mourek, Lišková, 2010).

5.1.2 Jemné štětce a vatové tyčinky

Pro sběr vzorků drobného hmyzu a roztočů, lze použít jemné malířské štětce nebo vatové tyčinky či tampóny. Vatové tyčinky se mohou použít buď suché, nebo mohou být namočené v alkoholu nebo jiné kapalině (Hanel, 2018).

5.1.3 Exhaustory (aspirátory)

Exhaustory se využívají pro sběr nejdrobnějších vzorků hmyzu, aniž by bylo třeba se jich dotýkat. Tato zařízení se skládají z nádoby, která má dva vývody, ze kterých vede

většinou hadička. Exhaustory fungují na principu podtlaku, kdy se ústy na jednom konci exhaustoru nasává vzduch (Kundrata, 2012).

5.2 Smýkání

Smýkání je metoda, která se využívá pro odchyt hmyzu z bylinného patra nebo z nižších stromových a keřových pater vegetace (Mourek, Lišková, 2010).

5.2.1 Smýkací síť

Smýkací síť, jinak známá jako smýkačka se používá ke sběru hmyzu, který není lehce viditelný ve vegetaci. Smýkačka se skládá z rukojeti, na které je připevněn pevný rám o různé velikosti. K rámu je připevněn pytel z pevné tkaniny, do kterého se hmyz vyskytující se v dané oblasti zachytává (Gibb, Oseto, 2006).

Proces smýkání je založen na předem určeném počtu smyků, kdy se neustálým a plynulým tahem pohybuje síť v podobě ležící osmičky. Takto můžeme odchytit zástupce hmyzu, kteří trvale žijí na rostlinách jako jsou např. škůdci nebo opylovači (Holý, Skuhrovec, Saska, Papoušek, 2020).

5.2.2 Síťka na odchyt vodního hmyzu

Existuje mnoho různých typů sítí pro odchyt vodního hmyzu. Některé jedince lze chytat obyčejnými síťkami na akvarijní ryby. Mezi ně patří zástupci čeledi klešťanek (*Corixa*), bruslařkovití (*Gerridae*) nebo larvy komárů (Mourek, Lišková, 2010).

Pro sběr druhů hmyzu žijícího na dně vod se využívají sítě s rukojetí, které mají rám trojúhelníkového, čtvercového nebo půlkruhového tvaru. Tyto sítě jemným pohybem proti proudu narušují půdu a kameny na dně tekoucích vod, čímž se hmyz vyskytující na dně zachytí do sítě (Gibb, Oseto, 2006).

5.3 Prosívání

Spousta drobných druhů členovců se vyskytuje nebo žije v půdě. Nejlepší způsob, jak tento hmyz odchytit, je odebrat ho i s půdou, kde se vyskytuje. Nemusí to být však jen zemitá půda, ale i mechy, lišejníky, spadané listí nebo troucha stromů. Při této metodě se může použít buď prosívadlo nebo Berlese-Tullgrenův fotoeklektor (Kundrata, 2012).

5.3.1 Prosívadlo

Prosívadlo je zařízení skládající se obvykle z rámu se sítím a dlouhým pytlek, do kterého spadá prosívaný materiál. Do rámu se vloží substrát, který chceme prosívat a krouživými pohyby jej roztočíme, čímž se oddělí jednotlivé části. Zbylý materiál se následně manuálně roztřídí (Hanel, 2018).

5.3.2 Berlese-Tullgrenův fotoeklektor

Tento fotoeklektor je uzavřené zařízení skládající se z nálevky se zdrojem světla umístěným v horní části, síta se substrátem a nádobou obsahující kapalinu, do které daná nálevka ústí. Spousta druhů hmyzu žijící v půdě reaguje na světlo negativně, proto jsou v tomto zařízení zdrojem tepla odpuzovány. Hmyz se tedy snaží dostat z dosahu světla, takže propadne sítím do nádoby obsahující alkohol nebo fixační médium. Toto zařízení je určeno pro odchyt drobnějších živočichů (Kundrata, 2012).

5.4 Vlajkování

Metoda vlajkování se využívá ke sběru hmyzu nejčastěji v travnatých porostech a má velký význam v akrologii pro mapování výskytu klíšťat v dané oblasti.

Pro tuto metodu se používá tyč, ke které je připevněn kus lana, na kterém je připevněn kus bílé bavlněné látky o velikosti jeden metr čtvereční. Tato látka však může být připevněna i přímo na tyči (Salomon, Hamer, Swei, 2020).

Princip spočívá v tažení bavlněné látky po povrchu země, čímž se daný hmyz zachytí na látce. Po několika metrech tažení po zemi, je třeba zkontrolovat, zda se nějaký hmyz na látce zachytil. Po skončení vláčení, se látka kontroluje nejlépe pomocí lupy a následně se manuálně uchycený hmyz sbírá do uzavíratelné nádoby (Salomon, Hamer, Swei, 2020).

5.5 Vysávání

Využívá se ke sběru hmyzu z nízkých travnatých porostů a polí. Jedná se většinou o jedince hmyzu žijící a pohybující se při povrchu půdy nebo jejich ještě nevyvinuté formy jako jsou vajíčka a larvy hmyzu. K odebírání vzorků hmyzu se používá vysavač hmyzu, který připomíná zahradní vysavač listí a pracuje na stejném principu. Zařízení se skládá z trubky, někdy kuželovitého tvaru, sběrné nádoby a elektrickým nebo benzínovým motorem, kterým je celé zařízení poháněno. Hmyz je z povrchu půdy nasáván a sbírán do sběrné nádoby (Gibb, Oseto, 2006).

5.6 Sklepávání

Využívá se ke sběru hmyzu vyskytujícího se na keřích nebo v korunách stromů. Ke sklepávání se používá sklepávadlo, které může být síťované nebo plátěné. Látka čtvercového nebo obdélníkového tvaru je napnutá pomocí tyčí spojených do kříže (Hanel, 2018).

Sklepávání se provádí údery tyčí nebo pogumovanou palicí na kmen stromů nebo přímo na jejich větve. Spadaný hmyz se zachycuje do sklepávadla, ze kterého se následně sbírá. Vše se musí provádět opatrně, aby nedocházelo ke zbytečnému poškození stromů nebo keřů (Hanel, 2018).

5.7 Malaiseho past

Malaiseho past je jednou z nejčastěji používaných pastí pro odchyt nízko létajícího hmyzu. Tvarem tato past připomíná stan, který se skládá z lana, která slouží k

uchycení ke stromu, stanových tyčí kvůli stabilizaci a jemné síťoviny, která sahá až na zem (Kundrata, 2012).

Hmyz vletí (vleze) do bariérové pasti. Následně se hmyz pokusí uniknout letem nebo šplháním směrem vzhůru, kde se uchytí v síti. V nejvyšším bodě střechy se obvykle nachází sběrné nádoby obsahující kapalinu nebo prostředek k usmrcení, do kterých zachycený hmyz vleze, a ze které se nedostane ven (Millar, Uye, Urban, 2000).

Tato past neslouží pouze k odchytu hmyzu, ale napomáhá i s pozorováním celkové hojnosti různých zástupců hmyzu vyskytujících se v daném prostředí a zároveň pomáhá s celkovým monitorováním prostředí lesů a sledování biodiverzity. Výhodou této pasti je, že není náročná na sestavení a její přesouvání. Také není zapotřebí ji nepřetržitě hlídat. Obvykle se tato past staví na místo, kde se nechává po dobu jednoho týdne (Gibb, Oseto, 2006).

5.8 Barevné (Moerickovy) misky

Některé skupiny hmyzu dokáží rozlišovat barvy a jsou jimi přitahovány. Proto se k odchytu hmyzu používají mělké barevné misky, které napodobují květy rostlin. Používají se misky žluté, modré, bílé a červené barvy. Nejčastěji se však využívají žluté misky, které jsou z poloviny naplněné vodou s přísadkou mycího prostředku (saponátu), který naruší povrchové napětí a tím způsobí, že se chycený hmyz potopí a usmrtí (Schauff, 2001).

Tyto pasti se využívají ke zkoumání rozmanitosti a hojnosti druhů hmyzu v dané lokalitě. Jelikož misky připomínají květy, využívají se tyto pasti převážně na odchyt opylovačů a dalších zástupců dvoukřídlých (*Diptera*), blanokřídlých (*Hymenoptera*), třásnokřídlí (*Thysanoptera*) a další (Mourek, Lišková, 2010).

5.9 Lepové desky

Lepové pasti jsou účinné pro odhalení a následný odchyt škůdců na rostlinách nebo v domácnostech. Nejčastěji se zavěšují v okolí rostlin nebo se upevňují přímo do půdy. Jedná se o destičky zavěšené na drátku nebo provázku, potažena lepkavým médiem, na kterém hmyz přistane na lepkavém povrchu, kde se zachytí (přilepí)

a nevyprostí se. Následně zahyne. Obvykle se používají žluté leповé desky, které připomínají žluté květy, ke kterým je hmyz lákán (Millar, Uye, Urban, 2000).

5.10 Světelné pasti

Další účinná metoda lovu hmyzu jsou světelné pasti. Tyto pasti slouží především k odchytu hmyzu, který je aktivní v nočních hodinách. Pasti využívají toho, že některé druhy hmyzu mají přirozenou pozitivní fototaxi¹ (orientovaný pohyb k umělému světlu) (Kundrata, 2012).

Jako světelná past se jednoduše používá bílý kus látky (plátno, prostěradlo), napnutý mezi tyčemi nebo v lese mezi stromy. Na látku je namířen paprsek vycházející ze zdroje světla. Příkladem jsou ultrafialové zářivky nebo i světlomety automobilu. Hmyz je světlem lákán k látce, na kterou usedá. Následně se manuálně odchytí do nádoby (Millar, Uye, Urban, 2000).

5.11 Zemní pasti

Často využívanou metodou na odchyt bezobratlých je instalování zemních pastí. Používá se nejčastěji pro monitorování biodiverzity živočichů žijících na povrchu půdy a sledování četnosti zástupců hmyzu. Zemní pasti se umísťují samotné nebo s konzervačním médiem. Někdy se tyto pasti kombinují spolu s návnadami (Hanel, 2018).

Instalování této pasti je velmi jednoduché. Pro vyrobení stačí hlubší nádoba (obvykle plastový kelímek nebo zavařovací sklenice), která se zahrabe do země tak, aby vrchní část okraje nádoby byla na úrovni zemského povrchu. Vrchní okraje nádoby se pak lehce přikryjí kameny, mechem nebo okolním substrátem, který se v místě pasti nachází. Takto se past nechá přes noc nebo i delší dobu a následně se kontroluje zachycený hmyz (Kundrata, 2012).

1 Fototaxe - schopnost organismů reagovat na různé světelné podněty

5.12 Pasti s návnadou

Další možnost jak odchytit hmyz, je přilákat ho na návnadu složenou z potravin. Nemusí to být pouze potraviny nýbrž i feromony nebo exkrementy. Tyto pasti se často kombinují s jiným druhem pasti, jako jsou zemní nebo lepové pasti. Pasti s návnadou mohou být volně ležící nebo zavěšené. Jako potravinová návnada se používá například maso, sýry, ovoce, ovocné šťávy nebo pivo (Kundrata, 2012).

5.12.1 Pivní pasti

Pivní pasti na hmyz bývají většinou závěsné. Past zavěšená většinou na stromu se skládá z nádoby, ve které je nalitá tekutina (v tomto případě pivo) a upraveného víka, které zabraňuje hmyzu dostat se ven. Tuto past lze vyrobit i doma z PET láhve, kdy se láhev rozřízne na dvě části. Vrchní část se otočí hrdlem dolů a připojí k druhé části, která slouží jako sběrná nádoba s pivním lákadlem (Tuf, 2013).

5.12.2 Masové pasti

Masové pasti se používají v kombinaci se zemní pastí, kdy se instaluje zemní past (viz kapitola 5.11) s rozdílem, že se na vrchní část položí mřížka, na které je směrem dolů zavěšen kus masa, který je uložen v propíchnutém pytlíku. Hmyz je lákán na maso a při pokusu dostat se k němu spadne do sběrné nádoby, ve které bývá konzervační médium. Masové pasti mohou být i zavěšené jako pivní pasti, ale místo piva je zde umístěn propíchaný pytlík obsahující kus masa. V tomto případě hmyz vletí dovnitř a už se nedostane ven (Tuf, 2013).

6 Smrcení hmyzu

Pro usmrcení hmyzu se využívá celá řada způsobů. Odchyt hmyzu neprobíhá pouze za účelem přímého pozorování živých jedinců, ale také se hmyz odchyťává k dalšímu bližšímu zkoumání. Pro další pozorování a případnou preparaci se hmyz musí řádně usmrtit, případně ho konzervovat pro pozdější zkoumání. Je potřeba použít nejlepší způsob, který neznehodnotí odchycené vzorky. K usmrcení se používají tekutá média nebo výpary těkavých látek (Hanel, 2018).

Nejčastěji se k usmrcení hmyzu používá ethanol. Tento způsob je však nevhodný, pokud chceme hmyz následně preparovat. Při použití ethanolu dochází k tomu, že hmyz dostane svalovou křeč a ztuhne. Také může znehodnotit vzorky zástupců motýlů (*Lepidoptera*). Ethanol se používá pro kapalinové preparáty na uchování vajíček nebo larev hmyzu (Hanel, 2018).

Jako další média se používají chloroform nebo octan ethylnatý. Jejich výpary hmyz omámí a následně usmrtí. Tyto látky jsou vhodné pro preparaci hmyzu, protože hmyz zůstane vláčný a dá se s ním snadno manipulovat. Spousty konzervačních médií jsou součástí pastí na odchycení hmyzu. Tyto média můžeme vidět jako součást Malaiseho pastí nebo pastí s návnadou (Kundrata, 2012). Při odchytu a usmrcení hmyzu je třeba dbát na vyhlášku č. 395/1992 Sb. ministerstva životního prostředí, která zakazuje až na výjimky odchyt, smrcení a preparování vybraných ohrožených druhů živočichů (Ministerstvo životního prostředí ČR, 1992).

7 Zobrazovací metody

7.1 Binokulární lupa

Optická mikroskopie je metoda používaná k detailnímu zkoumání vzorků v trojrozměrném obraze pomocí čoček a viditelného světla. Tato metoda má využití v mnoha oborech. Většinou se používá k pozorování anatomických struktur biologických organismů, preparátů a různých materiálů (Lednický, 2009).

Jedním z optických mikroskopů je stereoskopický mikroskop, známý také jako binokulární lupa. Toto zařízení využívá dvou objektivů, které jsou pod daným úhlem namířené na téže místo. Výsledkem je prostorový obrazec složený ze dvou podobrazů, které se navzájem překrývají. Součástí tohoto mikroskopu může být i kamera, která umožní digitálně zdokumentovat pozorování daných vzorků, pro následné hlubší zkoumání (Schreier, Garcia, Sutton, 2004).

7.2 Elektronový mikroskop

Elektronová mikroskopie je jedna z metod, umožňující nahlédnout do světa, který je lidským okem nepozorovatelný. Díky této metodě mohou být získány podrobné informace o struktuře, chemickém složení a další vlastnosti zkoumaných materiálů v nanoměřítku. Elektronová mikroskopie má široké využití. Velký význam má zejména v biomedicíně, kde se touto metodou zkoumají detailní struktury tkání a buněk (Lednický, 2009). Dále tato metoda využívá v entomologii, při zkoumání struktur a morfologické stavby těla hmyzu (Weyda, 2007).

Pro pozorování mikrostruktury se používá elektronový mikroskop, který pro zobrazení využívá svazek elektronů. Tento elektronový paprsek je pomocí elektronové trysky emitován ve vakuu, což způsobí zvětšení a zaostření zkoumaného vzorku. U těchto zařízení se využívají sady elektromagnetických čoček, které usměrňují paprsek elektronů, který dopadá na vzorek (Rosina, Vránová, Kolářová, 2021).

Rozlišují se dva typy elektronových mikroskopů. Transmisní (prozařovací) elektronový mikroskop (TEM) a rastrovací (skenovací) elektronový mikroskop (SEM). Transmisní elektronový mikroskop se používá k pozorování tenkých vzorků, kterými

mohou procházet elektrony a vytvářet projekční obraz. Rastrovací elektronový mikroskop naopak poskytuje detailní snímky povrchu buněk a celých organismů. Aby ovšem vše fungovalo, musí být vzorek pokryt vodivou vrstvou. Ta umožní elektronům se při průchodu vzorkem odrazit, a tím se nám zobrazí trojrozměrná vizualizace mikroorganismů (Lednický, 2009).

8 Vybrané nohy sledovaných druhů hmyzu

8.1 Hrobařík slídivý (*Nicrophorus investigator*)

Nicrophorus investigator je zástupce hmyzu, patřící do čeledi mrchožroutovitých (*Silphidae*). Tento druh je u nás pozorovatelný zejména v lesích, na loukách nebo na polích. Hrobaříci jsou snadno poznatelní podle svého zbarvení. Jejich tělo je černé a nese prvky oranžové. Krovky jsou zbarvené oranžovými a černými nerovnými pruhy. Dominantní částí je také jejich štít černé barvy. Nápadná jsou jejich paličkovitá tykadla, která jsou na koncích oranžově zbarvená. Chodidlové články na nohách jsou pokryté zlatavými chloupky (Zahradník, 2020).

Hrobaříci mají důležitou roli v přírodě, protože odklízají drobné mršiny zvířat, které zahrabávají do země tak, že jí postupně podhrabávají, až se nakonec úplně proboří. Během tohoto procesu zároveň z mršiny odstraňují její tělní pokryv a zpracovávají ji do kulovitěho tvaru, kolem kterého vytvoří chodbičku, kde samička naklade vajíčka. Mrtvá těla zvířat takto uchovávají jako potravu pro další generaci (Zahradník, 2020).

Nohy těchto hrobaříků jsou černé a nesou zlatavé prvky. Podle způsobu života, musejí mít náležitě přizpůsobené nohy. Jejich nohy jsou vyvinuty tak, aby se dokázali pevně uchytit na různém typu povrchu, jako je třeba srst mršin. Také jsou uzpůsobené k hrabání, ale nejedná se o nohy hrabavé. Holeně prvního páru jsou rozšířeny do lopatkovitěho tvaru a jsou lemovány mohutnými štětinami a opatřeny dvěma trny. Jejich chodidla se skládají z pěti článků. Na prvním páru jsou tyto články kratší a širší než na ostatních párech a jsou hustě pokryty jemnými štětinami, které zajišťují pevné přilnutí k povrchu. Mohou mít také senzoryckou funkci. Nohy druhého a třetího páru si jsou podobné. Holeně jsou na konci rozšířené a opatřeny dvěma trny, chodidlové články jsou nepatrně protáhlejší. Všechny končetiny jsou pokryté chloupky a zakončeny dvěma drápy (Liesa et al. 2019).

8.2 Sršeň obecná (*Vespa crabro*)

Vespa crabro patří mezi největší zástupce čeledi sršňovitých (*Vespidae*), žijící v České republice. Výrazné jsou hlavně díky svému zbarvení. Jejich tělo nese několik barev. Převládá žlutá a tmavě hnědá barva, která budí varovný dojem. Jejich zadeček nese tyto barvy, které se pravidelně střídají. Na hlavě, hrudi a částech nohou jsou ještě načervenalé zbarvené. Zadeček samiček je opatřen žihadlem, které slouží k usmrcení kořisti. Při jejím bodnutí nedochází k odtržení zadečku a jejímu úhynu, proto jej může používat opakovaně (Anděra, 2018). Tento druh však není agresivní a na člověka útočí jen v případě, že se cítí ohrožený nebo se snaží chránit své hnízdo (Helb, 2017).

Sršně jsou velmi společenský druh. Tvoří velká společenství, která mohou obsahovat i tisíce jedinců. Svá hnízda staví v dutinách stromů a někdy pod střechami lidských obydlí. Jejich hnízda jsou postavena ze ztrouchnivělého dřeva a sekretu ze slinných žláz. Hnízdo je neustále hlídáno dělnicemi. Jejich potrava se skládá ze spadaného ovoce a menšího hmyzu (Macek at al. 2020).

Jejich nohy mají několik funkcí. Přední pár používají hlavně při lovu k uchopení kořisti, zatímco zbylé dva páry slouží hlavně k přichycení jejich těla k povrchu. K přilnutí jim pomáhá přísavný váček, který je umístěn mezi drápky pretarsu. Jejich holeně jsou opatřené trny a chodidlové články jsou pokryté háčkovitými chloupky, které jim pomáhají přichytit se k hrubým povrchům. Délka chodidlových článků sršně se u každého páru nohou liší (Frantsevich, Gorb, 2004).

8.3 Škvor obecný (*Forficula auricularia*)

Forficula auricularia je jeden ze zástupců řádu škvoři (*Dermaptera*) žijící na území České republiky. Tento hojně se vyskytující druh můžeme nalézt v různých zeměpisných nadmořských výškách. Škvory můžeme pozorovat po celý rok na různých místech jako jsou lesy, louky, pole a někdy i v lidských obydlí. Nejaktivnější bývají hlavně ve večerních a nočních hodinách (Helb, 2017).

Škvoři mají protáhlé tělo zbarvené různými odstíny hnědé barvy, kdy nohy bývají světlejší. Jejich chodidlové články se skládají ze tří tarsomerů (Gullan, Cranston,

2005). Charakterističtí jsou svými kleštěmi, které jsou umístěny na konci zadečku. Tyto kleště jsou hlavním znakem pohlavního dimorfismu, kdy samice mají tyto kleště spíše rovné, oproti samcům, kteří je mají masivnější, zakřivené do oblouku a na vnitřní straně jsou pokryty drobnými zoubky (Kolibáč, Hudec, Laštůvka, Peňák, 2019).

Tento druh je všežravý. Živí se zejména různými částmi rostlin nebo drobným hmyzem, který parazituje na rostlinách. Samice se po naklazení stará o vajíčka, než se vylíhnou. Následně se stará o larvy, a když samička zahyne, slouží její tělo jako potrava pro tyto larvy (Bellmann, 2017).

8.4 Octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*)

Drosophila melanogaster je velmi často vyskytující se drobný hmyz řádu dvoukřídlých (*Diptera*). Tento druh je často pozorovatelný v lidských obydlích, hlavně v blízkosti potravin, jako je zralé a hnijící ovoce. Vidět je také můžeme v okolí kompostů (Helb, 2017).

Jejich tělo má světle hnědou až hnědožlutou barvu. Jejich zadeček je pokryt tmavými proužky, díky kterým se rozeznává samička od samce. Samičky mají celý zadeček pokrytý jednotlivými proužky, zatímco samci na něm mají jen několik proužků a špička jejich zadečku je celá tmavě zbarvená (Bellmann, 2017).

Octomilky jsou charakteristické svými očima, která mají jasně červenou barvu (Bellmann, 2017). Tento druh je zajímavý tím, že dokáže využívat geny, které jim pomáhají regenerovat tkáň nebo části orgánů v poměrně krátké době. Díky této schopnosti jsou octomilky využívány jako modelové organismy při studování genetiky (Brookfield, 2010).

Jejich nohy jsou celé pokryté malými štětinami. Na posledním tarsomeru se nacházejí pulvilli. Poslední chodidlový článek nese také drápky, mezi kterými jsou umístěny štětiny. Jejich nohy slouží hlavně k uchycení na povrchu. Samci své končetiny také používají při namlouvacích rituálech. Jejich chodidlové články jsou opatřeny hřebínky, které slouží k uchycení samičky při kopulaci (Mirth, 2005).

8.5 Bzučivka zelená (*Lucilia sericata*)

Lucilia sericata je jedním ze zástupců čeledi bzučivkovitých (*Calliphoridae*), který se hojně vyskytuje na různých kontinentech. Tento druh bzučivek je pozorovatelný na mnoha místech jako jsou lesy, zahrady nebo lidská obydlí. Nejčastěji se objevují v okolí mršin, výkalů, odpadků, kompostů nebo jídla. Bzučivky jsou považovány za významné rozkladače v různých ekosystémech (Kolibáč, Hudec, Laštůvka, Peňák, 2019).

Larvy bzučivek mají své využití rovněž v lékařství při larvoterapii, kdy se larvy bzučivek přikládají na rány, kde vyžírají odumřelou tkáň, zatímco zdravá tkáň zůstává nepoškozená. Tím pomáhají vyčistit ránu a usnadňují proces hojení. Další využití mají např. ve forenzní entomologii, kdy pomocí larev kriminalisté dokáží určit přesnou dobu smrti oběti (Pruna, Guarderas, Donoso, Barragán, 2019).

Na první pohled si lze všimnout jejího nápadného zlatavě lesknoucího zeleného zbarvení. Nohy mají černě zbarvené. Hlava nese velké červené až červenohnědé oči, které tvoří velkou část jejich hlavy. Jejich tělo je celé pokryté černými chloupky. Křídla mají průhledná s viditelnou žilnatinou (Anděra, 2018).

Tito zástupci mají své nohy uzpůsobené tak, aby se mohli uchytit na jakémkoliv druhu povrchu. Stehna jsou silným a nejdelším článkem nohy. Holeně jsou kratší a štíhlé, nesoucí trny. Chodidla se skládají z pěti článků. Celé nohy jsou pokryté chloupky a různě dlouhými štětinami. Velkou roli hraje poslední chodidlový článek, který obsahuje pár drápků, mezi kterými jsou umístěny dva přilnavé polštářky. Všechny tyto zmíněné části pomáhají bzučivkám přilnout k povrchům pod jakýmkoliv úhlem (Niederegger, Gorb, Jiao, 2002).

8.6 Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*)

Leptinotarsa decemlineata čeledi mandelinkovitých (*Chrysomelidae*) patří mezi velmi známé škůdce, vyskytující se na zemědělských plodinách. Jejich dospělé a

larvální formy můžeme nejčastěji vidět na polích, kde sídlí a okusují listy brambor nebo jiných plodin a tím znehodnocují úrodu (Zahradník, 2020).

Tento druh mandelinky je velmi nápadný svým zbarvením, podle kterého lze tento druh snadno určit. Jejich larvy jsou opatřeny nohama a mají oranžové tělo s řadami černých teček. Dospělý jedinci jsou poznatelní díky krovkám, které mají střídající se světle žluté a černé pruhy. Hlava a štít jsou zbarvené sytě oranžovou barvou a nesou černé prvky v podobě skvrn (Brandt, 2016).

Jejich nohy jsou oranžové, místy černé. První pár je ze všech nejkratší a poslední je nejdelší. Holeně jsou delší a štíhlejší než stehna. Jejich nohy jsou uzpůsobeny k pohybu po rostlinách. Mají pět chodidlových článků, ale čtvrté a páté články jsou srostlé, takže se jeví, že mají pouze čtyři články. První tři články jsou rozšířené a na spodní straně se nacházejí smyslové brvy a pulvilli, které napomáhají uchycení k povrchu. Poslední články nohy jsou úzké, delší než ostatní články, nesoucí dva dlouhé drápy (Rivnay, 1928; Prüm, Seidel, Bohn, Speck, 2012).

8.7 Střevlík kožitý (*Carabus coriaceus*)

Carabus coriaceus je největší zástupce čeledi střevlíkovitých (*Carabidae*), vyskytující se nejen na území České republiky, ale i po celé Evropě. Vyskytuje se v lesích, loukách, polích nebo na zahradách, ale není snadno pozorovatelný. Tento druh patří k těm, co jsou aktivní hlavně v noci. Přes den bývají zalezlí na vlhkých místech jako jsou trouchnivějící dřeva, skuliny nebo pod kameny. Po západu slunce začínají vylézat ze svých úkrytů a vydávají se na lov potravy (Zahradník, 2020).

Tělo tohoto střevlíka je mohutné, zbarvené matnou černou barvou. Zatímco jejich hlava a vrchní štít mají poměrně hladký povrch, jejich krovky jsou jemně hrbolaté (Anděra, 2018). Hlavu mají opatřenou silnými kusadly, které používají k ulovení kořisti. Tito zástupci svou potravu tráví mimotělně. Po ulovení střevlík vpustí do své kořisti trávicí látky, které ji usmrtí a následně rozloží. Jeho potravu tvoří jiní zástupci hmyzu, žížaly nebo menší suchozemští mlži (Zahradník, 2020).

Vzhledem k mohutnému tělu střevlíka, jsou jeho nohy poměrně dlouhé, silné a dobře uzpůsobené k rychlému pohybu po nerovném povrchu, což je pro ně důležité

během lovu, kdy svou kořist pronásleduje (Forsythe, 1983). Jeho nohy jsou pokryty krátkými ostny. Dlouhé holeně jsou opatřeny dvěma dlouhými trny. Tarsy se skládají z pěti článků. Všechny páry jsou zakončeny dvěma drápkami (Kult, 1947).

8.8 Chroustek letní (*Amphimallon solstitiale*)

Amphimallon solstitiale je zástupce čeledi vrubounovitých (*Scarabaeidae*), objevující se zejména v teplých letních měsících a pozorovatelní jsou v lesích nebo na zahradách. Larvy jsou světle žluté, opatřené třemi páry nohou. Žijí v zemi, kde se živí malými kořínky rostlin. Larvám trvá několik let, než se vylíhnou v dospělé jedince (Kolibáč, Hudec, Laštůvka, Peňák, 2019).

Dospělý chroustek má tělo světle hnědé až hnědožluté. Krovky mají viditelná žebra a jejich tělo je pokryté světlými zlatavými chloupky. Ochlupení mají na spodní straně těla a u štítu velmi husté. Dospělí jedinci se pohybují na stromech, kde se živí listy nebo jehlicemi. Nejvíce jsou pozorovatelní během stmívání, kdy hromadně vylétávají za účelem páření (Brandt, 2016).

Nohy chroustků jsou dlouhé a mohutné. Podle prvního páru se určuje pohlavní dimorfismus. Nohy prvního páru samičky mají holeně na koncích vnějších stran tvarované do zubů. Povrchy holení jsou vybavené krátkými ostny a jejich konce jsou opatřeny trny. Chodidla se skládají z pěti jednoduchých článků. Poslední článek je opatřen dvěma mohutnými drápy, které spolu s ostny pomáhají pevně se uchytit na listech nebo větvích stromů (Montreuil at al. 2000).

8.9 Včela medonosná (*Apis mellifera*)

Apis mellifera je jedním z nejznámějších opylovačů na světě. Mají význam v hospodářství, protože produkují vosk, med a propolis. Včely jsou velmi sociální hmyz, který tvoří velké kolonie, skládající se z desítek tisíc jedinců, kteří jsou rozděleni na kasty. Včely žijí u úlech, postavené lidmi nebo si staví hnízda v různých dutinách. Společenství se skládá z matky, která je někdy označovaná jako královna, dělnic a trubců. Matka je větší, než dělnice a její tělo je jinak vyvinuté. Oproti dělnicím nemá zcela vyvinutý sosák, voskotvorné žlázy ani sběrací košíčky. Jejím hlavním úkolem je

kladení vajíček. Dělnice tvoří nejhojnější část celé kolonie. Některé se starají o matku, kterou spolu s larvami krmí. Jiné hledají potravu, stavějí plástve, zpracovávají pyl nebo hlídají úl. Trubci se líhnou z vajíček, která nejsou oplozená a jejich jediný úkol je oplodnit královnu. Po oplození zahynou vyčerpáním nebo jsou na podzim vyhnáni z úlu (Macek at al. 2010).

Včely mají tělo oválného tvaru, z velké části zbarveno jantarově hnědou barvou a celé je pokryto chloupky. Jejich zadeček nese hnědé a zlatavé pruhy. Konec zadečku je opatřen žihadlem. Dělnice mají žihadlo opatřeno zpětnými háčky, které brání po bodnutí vytažení. Žihadlo tak zůstane zabodnuté a ve snaze ho vytáhnou se spolu s ním vytrhnou i vnitřní orgány včely, což má za následek její uhynutí. Matky mají žihadlo bez zpětných háčků, aby nedošlo k předčasnému zahynutí. Trubci žihadlo nemají vůbec (Anděra, 2018).

Stejně jako ostatní hmyz, mají i včely nohy, které neslouží pouze k přemísťování. Jejich nohy slouží také jako nástroj pro sběr a manipulaci pylu a nektaru. Každý pár nohou je pro danou funkci jinak stavěný. Na prvním chodidlovém článku prvního páru nohou se nachází kruhovitý útvar s jemnými chloupky, které používají k čištění tykadel. Druhý pár je charakteristický svým trnem, který je umístěn na holeni a slouží k manipulaci s pylem nebo propolisem v úlech. Nejznámější ze všech párů nohou, je třetí pár, na kterém jsou umístěny sběrací košíčky. Jsou to řady dlouhých štětín, které jsou umístěny na vnější straně holeně. Na prvním článku chodidla, který se označuje také jako pata, jsou umístěné pylové kartáčky, které slouží ke sběru pylu z chloupků na těle včely. Všechny tři páry nohou jsou zakončené drápky a přísavným polštářkem (Hoopingarner, 2011).

8.10 Zlatoočka obecná (*Chrysoperla carnea*)

Chrysoperla carnea je zástupce hmyzu patřící do řádu síťokřídlých (*Neuroptera*). Tento nevelký druh se hojně vyskytuje v přírodě po celý rok. Běžně je můžeme spatřit na loukách, zahradách nebo v ovocných sadech. Na zimní měsíce se stěhují do lidských obydlí, kde přečkávají zimu (Bellmann, 2017).

Larvy mají tělo dlouhé, válcovité, pokryté štětinami a opatřené třemi páry končetin. Tělo larev je zbarvené světle hnědožlutou barvou s tmavou kresbou. Larvy se živí mšicemi, které loví pomocí velkých srpovitých kusadel a tráví je mimotělně (Dmitrijev, 1987).

Dospělí jedinci se poznají podle jasně zeleně zbarveného podlouhlého těla. Zelenou barvu však na zimní období ztrácejí a nahrazuje ji světle hnědožlutá barva. Charakteristická jsou jejich křídla, která jsou oproti tělu poměrně velká, s hustou jasně viditelnou žilnatinou. Na hlavě mají dvě velké zlatolesklé oči s načervenalým pigmentem a tenká dlouhá tykadla. Dospělí jedinci se živí nektarem, pylem nebo medovicí (Helb, 2017).

Nohy tohoto zástupce hmyzu jsou štíhlé a relativně dlouhé. Mají jasně zelenou barvu, jako zbytek jejich těla. Stehna jsou nejsilnějším článkem nohy, holeně jsou dlouhé a chodidla pětičlánková. Celé nohy jsou pokryté drobnými ostny a chloupky, které pomáhají přichytit se k povrchu. Poslední chodidlový článek nese dva drápky, mezi kterými je umístěn přísavný polštářek (*arolium*) (Devak, 1996).

II. Praktická část

9 Metodologie

Praktická část této práce je zaměřena sběr vzorků a následného pozorování vybraných druhů hmyzu pod binokulární lupou a elektronovým mikroskopem. Z obou těchto přístrojů byla provedena fotodokumentace, ze které byl vytvořen atlas končetin pozorovaného hmyzu.

Pro určení druhové příslušnosti hmyzu bylo využito konkrétních knižních určovacích klíčů. Mezi tyto knihy patřily například Příroda České republiky: průvodce faunou od Jiřího Kolibáče a spol., Atlas fauny České republiky od Miloše Anděry nebo Hmyz: nový průvodce přírodou od Bellimanna Heika.

Určování proběhlo také za spolupráce s odborníky zaměřené na entomologii, kteří pomohli určit některé druhy hmyzu a zároveň provést kontrolu již určených druhů podle knižních určovacích klíčů. Tuto spolupráci jsme vedli s panem Jiřím Preislerem a panem Mgr. Michalem Tkočem, Ph.D., kurátorem dvoukřídlých z Národního muzea.

9.1 Typy pastí

Pro sběr hmyzu byl použit manuální odchyt a pastí s návnadou. Jako návnadové pastí byly použity ručně vyrobené dvě pivní a dvě masové pastí, které byly následně umístěné na různá místa v přírodě. Podrobnější popis lokalit odchyty je v následujících kapitolách.

9.1.1 Individuální odchyt

Manuální odchyt hmyzu z prostředí byl prováděn pomocí pomůcek, jako jsou pinzeta a štěteček nebo byly odebrány manuálně. V přírodě byli také nalezeni již uhynulí jedinci. Při manuálním odchyty byly použity gumové a pracovní rukavice, které měly spodní stranu pokrytou polyuretanovou vrstvou. Rukavice byly použity, aby se snížilo riziko poranění rukou a zároveň, aby hmyz zůstal nepoškozen. Odchycený hmyz byl

umístěn do uzavíratelné plastové nebo skleněné nádoby. Tento odchyt byl prováděn na zahradě, louce, poli a v lese. Všechny tyto oblasti se nachází v oblasti obce Loučky ležící v Libereckém kraji nedaleko města Turnova.

Zahrada leží vedle rodinného domu v obci Loučky u Turnova. Tato zahrada se nachází na okraji obce a je v těsné blízkosti lesa.

- Souřadnice zahrady: 50.6176842N, 15.2167894E

Pro odchyt byly vybrány dvě louky. První se nachází mezi obcemi Loučky a Michovka. Jedná se o louku, obklopenou lesem a třešňovými sady.

- Louka se nachází v okolí souřadnic: 50.6191100N, 15.2126569E

Druhá louka leží mezi obcemi Loučky a Klokočí. Tato louka je oproti té předchozí rozsáhlejší. Dříve se jednalo o pastvinu. Z jedné strany této louky vede pozemní komunikace, jinak je tato louka z velké části obklopena lesem a z části sousedí s polem.

- Louka se nachází v okolí souřadnic: 50.6114886N, 15.2203397E

Pole se nachází v obci Loučky. Jedná se o malé pole, které je určeno k pěstování lilku brambor (*Solanum tuberosum*).

- Souřadnice pole: 50.6204581N, 15.2180072E

Část lesa, ve které se sbíraly vzorky, leží v odlehlé části obce. Jelikož v této části lesa se nacházejí vysoké stráně, byl odchyt prováděn v okolí lesní cesty, která zde vede.

- Les se nachází v okolí souřadnic: 50.6182581N, 15.2149286E

9.1.2 Pivní pasti

Na výrobu pivní pasti bylo použito dvě prázdné PET láhve bez víčka. Nejprve byla vrchní část lahve oddělena pomocí nože a nůžek. Tato část představovala přibližně jednu třetinu celé lahve. Poté byla tato oddělená část vložena do druhé, větší části lahve,

a to tak, že byla postavena hrdlem dolů. Tímto způsobem byl vytvořen trychtýř vedoucí do nádoby. Aby tyto dvě části drželi pohromadě, byly spojeny průhlednou lepicí páskou. Dále byly pomocí jehly, asi dva centimetry pod okrajem, vytvořeny dva protilehlé otvory, skrz které byl protažen drátek. Na konci byl drátek spojen a vytvořilo se tak oko, které sloužilo k zavěšení. Pasti byly detailně popsány datem a místem umístění (Obr. 4). Jako poslední krok bylo dna pasti naplněna pivem. Pro lepší manipulaci, byly pasti naplněny pivem až na určeném místě v přírodě.



Obr. 4: Zhotovené pивní pasti

9.1.3 Masové pasti

Konstrukce masové pasti byla zhotovena podobným způsobem jako pasti pивní. Stejný postup byl použit až do okamžiku, kdy bylo třeba spojit dvě části pasti lepicí páskou. Nejdříve byl do horní části pasti vložen drát, na který byl zavěšen plastový sáček naplněný syrovým masem. Pro protažení tohoto drátku se sáčkem byly vytvořeny další dvě díry. Teprve po zavěšení sáčku byly dvě části plastové lahve spojeny páskou. V horní části pasti byl jako u pивní pasti protažen drátek a spojen, aby vytvořil očko. Pasti byly také popsány konkrétním datem a místem, kde byly umístěny (Obr. 5). Nakonec byly pasti obaleny novinami, aby vytvořily tmavé prostředí (Obr. 6), které pro hmyz působilo lákavěji. Pasti byly následně umístěny do terénu.



Obr. 5: Zhotovené masové pasti



Obr. 6: Masová past v tmavém prostředí

9.2 Umístování pastí

Pasti byly umístěné v oblasti malé obce Loučky, ležící v semilském okrese Libereckého kraje, nedaleko měst Turnov a Železný Brod. Tato obec se nachází v blízkosti Klokočských a Besedických skal a je součástí Geoparku Český ráj. Loučky jsou obklopeny třešňovými a višňovými sady a v okolí obce se nacházejí louky a smíšené lesy.

- Všechny pasti byly umístěné dne 5.8. 2022

9.2.1 Lesní ekosystém

Lesní ekosystém tvoří velká společenství živých a neživých organismů, které se navzájem ovlivňují. V lesích se vyskytuje mnoho druhů rostlin, hub, živočichů a mikroorganismů. Důležitou součástí ekosystému je hmyz, který je nezbytný pro opylování, rozklad organických materiálů nebo koloběh živin v tomto prostředí.

Právě kvůli druhové rozmanitosti hmyzu byl les vybrán jako lokalita pro umístění pastí. Jelikož se v tomto lese vyskytuje nejčastěji buk lesní (*Fagus sylvatica*), byly pasti umístěné na těchto stromech. Pivní past byla pomocí větve uložena mezi kmeny stromu (Obr. 7, 8). Masová past byla zavěšena přímo na větev stromu (Obr. 9).

- Souřadnice umístění pivní pasti: 50°37'04.0"N, 15°12'48.1"E
- Souřadnice umístění masové pasti: 50°37'04.8"N 15°12'46.4"E



Obr. 7: Pivní past v lese



Obr. 8: Umístění pivní pasti v lese



Obr. 9: Umístění masové pasti v lese

9.2.2 Třešňové sady

Třešňové sady poskytují životní prostředí a potravu pro různé druhy hmyzu a další organismy, které hrají v ekosystému důležitou roli. Vyskytují se zde zejména opylovači, kteří jsou nezbytní pro opylení květů rostlin a následné vytvoření plodů. V sadech se nachází také řada škůdců, kteří parazitují na těchto ovocných stromech.

Pivní a masové pasti byly umístěny na stromech třešně ptačí odrůdy Kordie (*Prunus avium* 'Kordia') . Zavěšeny byly na krátkých větví v těsné blízkosti kmenu (Obr. 10, 11, 12, 13).

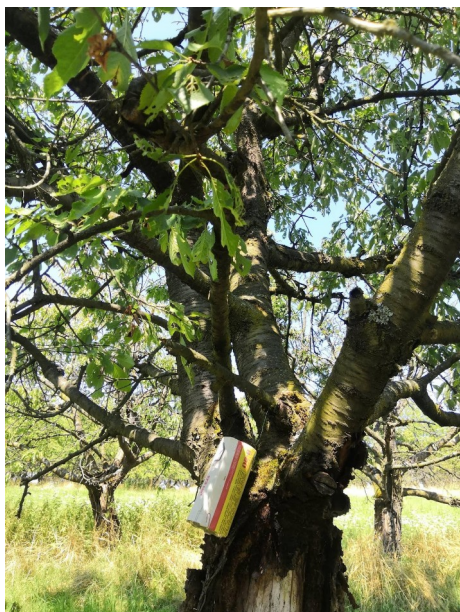
- Souřadnice umístění pivní pasti: 50°37'09.9"N, 15°12'49.2"E
- Souřadnice umístění masové pasti: 50°37'13.3"N, 15°12'53.1"E



Obr. 10: Umístění pivní pasti v sadech



Obr. 11: Pivní past v sadech



Obr. 12: Umístění masové pasti v sadech



Obr. 13: Masová past v sadech

9.3 Sběr vzorků

Pasti byly v pravidelných intervalech kontrolovány a vyprazdňovány. Během každé kontroly byly sebou brány pomůcky, kterými se hmyz odebíral a uchovával. Odebírání hmyzu z pastí se provádělo většinou stejným způsobem. Živý hmyz byl z pasti přemístován pomocí sítě, do které hmyz vletěl během otevírání pastí. Z této sítě byl přesunut do uzavíratelné nádoby, ve které byly vatičky namočené v chloroformu, který hmyz usmrtil.

V případě, že se v pasti nacházelo větší množství uhynulého hmyzu, bylo použito síto, do kterého byl vyprázdněn celý obsah pasti. Obsah z pivní pasti se navíc velmi opatrně proplachoval malým množstvím vody, aby se z těl hmyzu odstranily lepkavé zbytky piva. Ze síta byl hmyz opatrně vybírán pinzetou a umístěn do papírové krabičky, která nasála zbytky tekutiny. Následně byl umístěn do plastové nebo skleněné nádoby s víkem. Vše se provádělo v rukavicích, aby nedošlo k poranění rukou nebo poškození hmyzu.

Ze vzorků hmyzu z pastí společně se vzorky z manuálního odchyty byli vybráni jedinci, kteří byli následně podrobeni detailnímu zkoumání pod binokulární lupou

a elektronovým mikroskopem. Výběr zástupců hmyzu je přehledně vypsán v následující tabulce.

Tabulka 1: Zkoumaní zástupci hmyzu

Metoda sběru	Český název	Latinský název	Čeleď	Latinský název čeledi
Individuální sběr	Mandelinka bramborová	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	mandelinkovití	<i>Chrysomelidae</i>
	Střevlík kožitý	<i>Carabus coriaceus</i>	střevlíkovití	<i>Carabidae</i>
	Chroustek letní	<i>Amphimallon solstitiale</i>	vrubounovití	<i>Scarabaeidae</i>
	Včela medonosná	<i>Apis mellifera</i>	včelovití	<i>Apidae</i>
	Zlatoočka obecná	<i>Chrysoperla carnea</i>	zlatoočkovití	<i>Chrysopidae</i>
Masová past	Bzučivka zelená	<i>Lucilia sericata</i>	bzučivkovití	<i>Calliphoridae</i>
	Škvor obecný	<i>Forficula auricularia</i>	škvorovití	<i>Forficulidae</i>
	Sršeň obecná	<i>Vespa crabro</i>	sršňovití	<i>Vespidae</i>
Pivní past	Octomilka obecná	<i>Drosophila melanogaster</i>	octomilkovití	<i>Drosophilidae</i>
	Hrobařík slídivý	<i>Nicrophorus investigator</i>	mrchožroutovití	<i>Silphidae</i>

9.4 Práce s binokulární lupou

První část pozorování odchyceného hmyzu bylo prováděno pomocí binokulární lupy. Práce s binokulární lupou při pozorování odchyceného hmyzu byla realizována prostřednictvím propojení tohoto zařízení s počítačem. Toto propojení umožnilo promítat obraz z pod lupy na obrazovku počítače, což nám umožnilo důkladněji pozorovat odchycený hmyz a zároveň provádět přímou fotodokumentaci. Díky těmto snímkům jsme tak mohli přesněji určit o jaký druh hmyzu se jedná.

Nejprve bylo potřeba připravit vzorky již usmrceného hmyzu. Tyto vzorky hmyzu byly připravovány na ploše u binokulární lupy, která byla nejprve vyčištěna a připravena tak, aby nám poskytovala optimální prostředí pro manipulaci s pečlivě vybranými vzorky hmyzu.

Po přípravě vzorku byla zapnuta binokulární lupa, která byla již propojená s počítačem. Následně byl spuštěn program, který umožnil zobrazování obrazu z pod lupy na obrazovku počítače. Vzorky byly pinzetou umístěny na podložku pod objektiv. Pomocí ovládacích prvků bylo upravováno zvětšení a ostrost obrazu, což umožnilo podrobnější pohled na strukturu hmyzu. Díky programu v počítači byla prováděna průběžná fotodokumentace jednotlivých vzorků. V případě, že vzorky byly příliš velké, aby bylo možné je pozorovat pod binokulární lupou jako celek, byly pozorovány pouze určité části jejich těla.

9.5 Práce s elektronovým mikroskopem

Příprava vzorků pro elektronový mikroskop vyžaduje přesný a pečlivý postup. Je nezbytné dodržovat správné techniky a pracovat s precizností, aby byly zajištěny kvalitní a spolehlivé výsledky.

Prvním krokem přípravy vzorků pro elektronový mikroskop bylo odpreparování nohou hmyzu. Nohy byly odpreparovány pomocí pinzety, skalpelu a dalších preparačních pomůcek. Následovalo umístění připravených vzorků nohou na terčíky určené pro elektronový mikroskop. Na samotné terčíky byla nejprve umístěna oboustranná lepicí páska, která zajišťovala lepší fixaci vzorků. Tím bylo dosaženo

pevného přichycení vzorků na terčíky a zabráněno jejich nežádoucímu pohybu. Dalším krokem bylo umístit terčíky se vzorky do přístroje, který je pokryl tenkou vodivou vrstvou. Teprve pak byly umístěny do elektronového mikroskopu.

Při práci s elektronovým mikroskopem jsem se soustředila na přípravu samotných vzorků na terčíky. Přímou práci s elektronovým mikroskopem jsem však neprováděla sama. Tato část procesu byla svěřena panu Ing. Pavlu Kejzlarovi Ph.D., zkušenému odborníkovi specializující se na práci s mikroskopem. Ten svými bohatými zkušenostmi a znalostmi v oblasti mikroskopie byl zodpovědný za další kroky, jako je fixace vzorku, dehydratace a povrchové pokrytí tenkou vrstvou kovu. Jeho odborné dovednosti zaručily správné provedení těchto procesů a vytvoření optimálních podmínek pro pozorování nohou hmyzu elektronovým mikroskopem.

10 Výsledné popisy struktur

10.1 Hrobařík slídivý (*Nicrophorus investigator*)



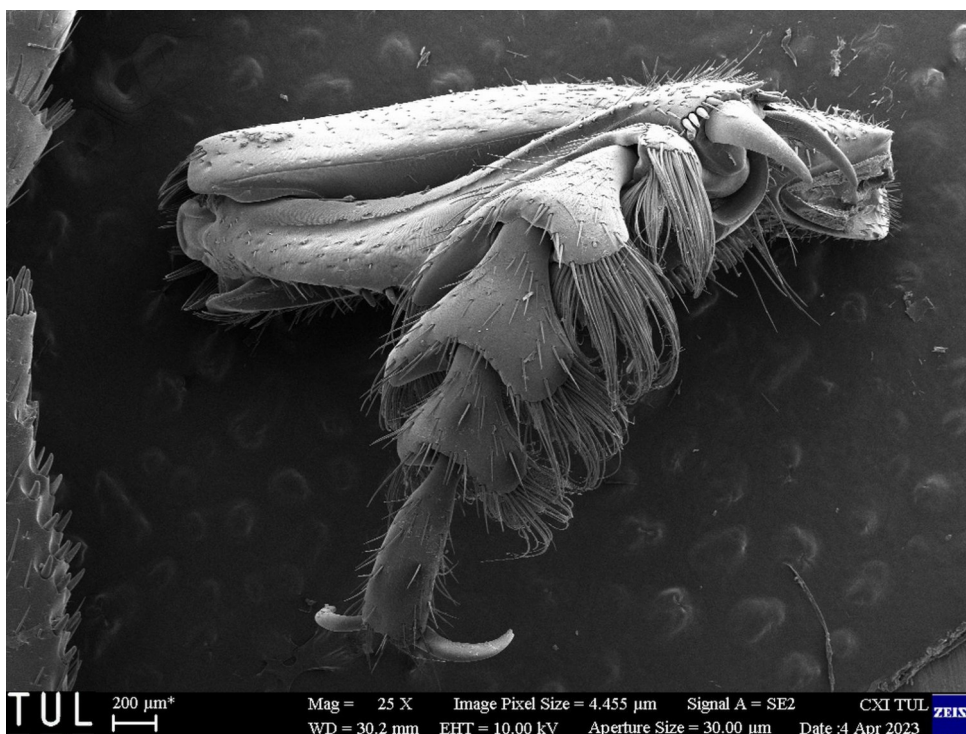
Obr. 14: Hrobařík slídivý

Z pozorování hrobaříka slídivého pod binokulární lupou (Obr. 14) byly zřetelně viditelné jednotlivé články jeho nohou. Už při tomto zkoumání byly pozorovatelné zlatavé chloupky na prvním páru nohou. Dále bylo vidět, že všechny páry nohou jsou pokryté různě dlouhými ostny.

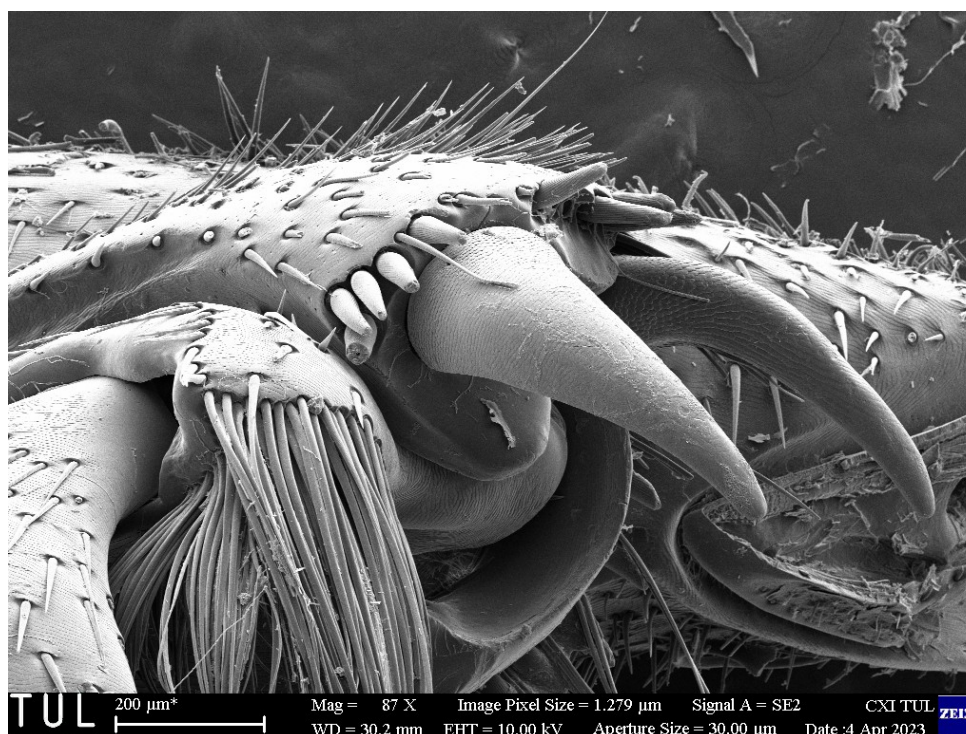
Ze snímků z elektronového mikroskopu je blíže pozorovaná končetina prvního páru tohoto zástupce hmyzu (Obr. 15). Na první pohled můžeme pozorovat dlouhé chloupky umístěné na spodních stranách jednotlivých chodidlových článků. Holeň je zakončena dvěma trny, které jsou z vrchní strany ohraničeny dalšími menšími ostny (Obr. 16).

Noha třetího páru se stavbou liší od prvního páru. Holeň je značně rozšířena a její spodní strana je tvořena dlouhým zářezem, který je ohraničen řadou ostnů (Obr. 17). Holeň u tohoto páru nohou je zakončena dvěma různě dlouhými trny.

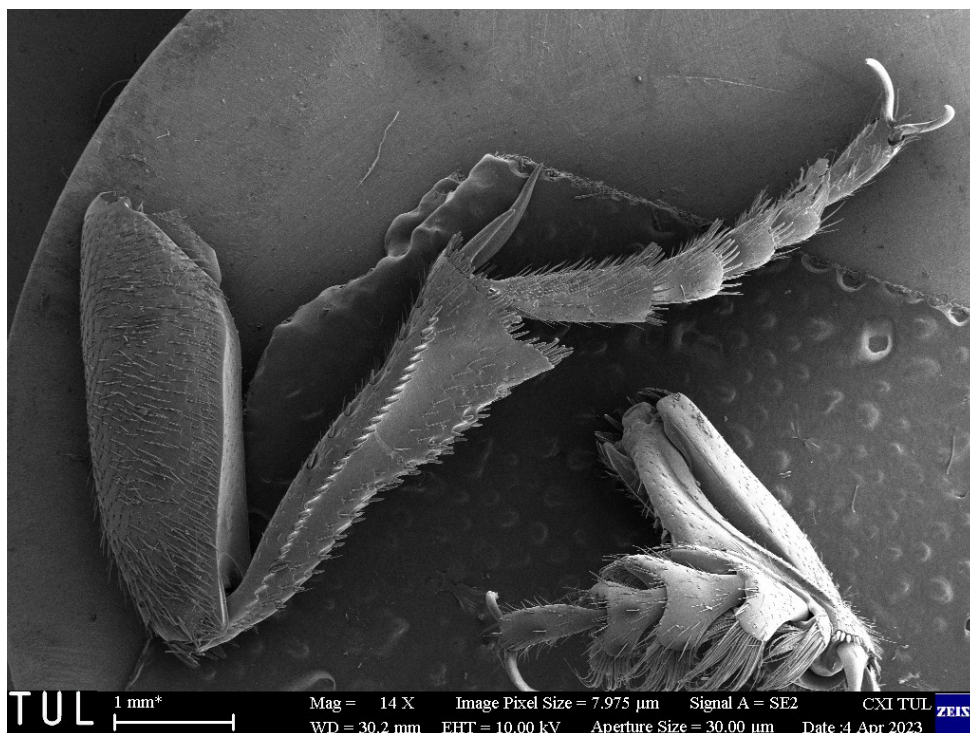
Každá noha má poslední chodidlový článek zakončený dvěma lehce zakřivenými drápy (Obr. 18).



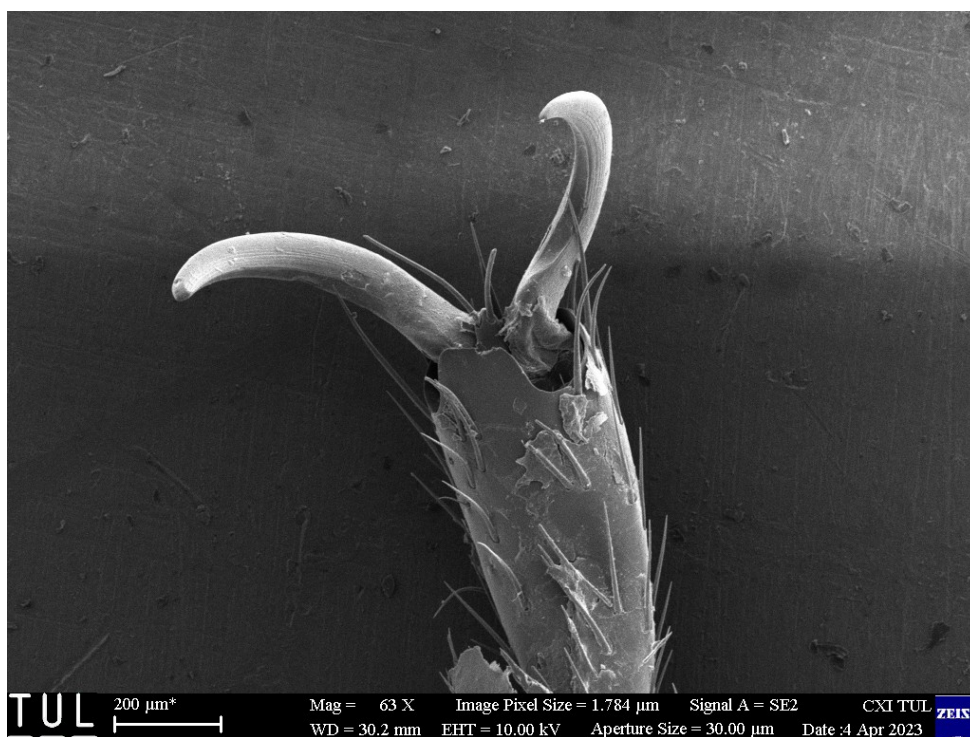
Obr. 15: SEM - noha prvního páru



Obr. 16: SEM - zakončení holeně prvního páru



Obr. 17: SEM - noha třetího páru



Obr. 18: SEM - poslední chodidlový článek

10.2 Sršeň obecná (*Vespa crabro*)



Obr. 19: Sršeň obecná

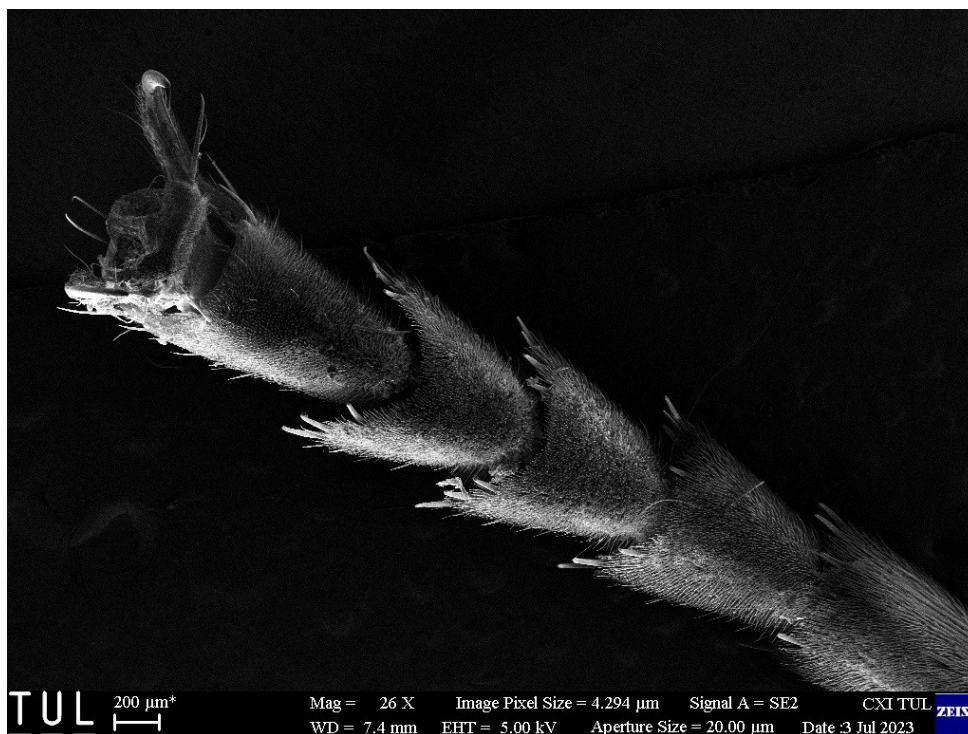


Obr. 20: Nohy sršně obecné

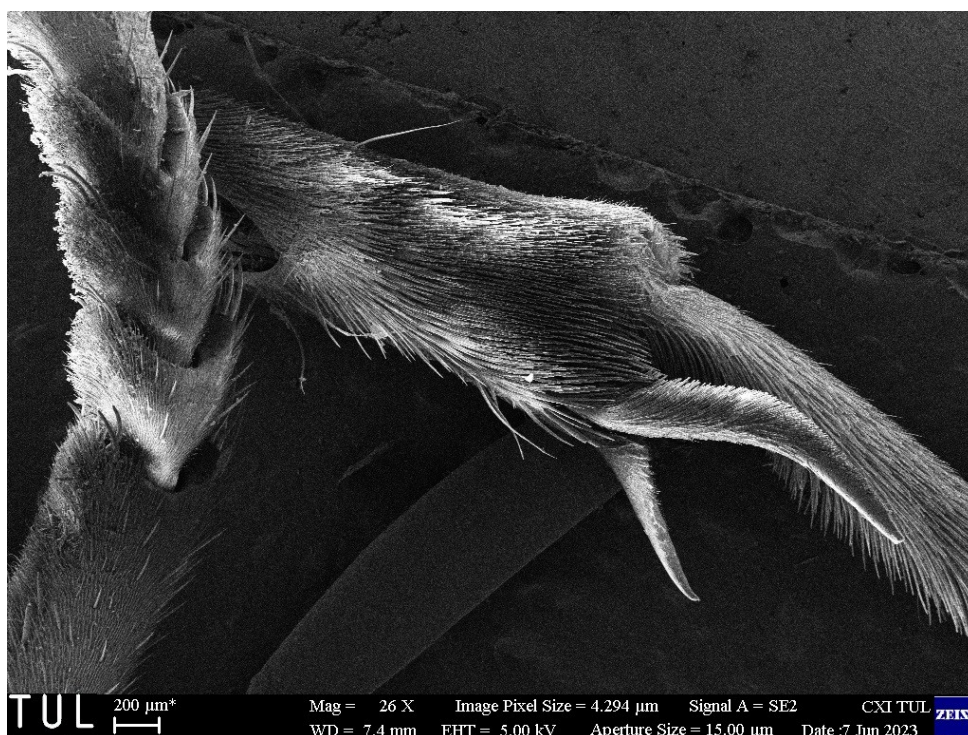
Nohy sršně obecné jsou složeny z několika článků, které jsou jasně viditelné pod binokulární lupou (Obr. 19). Nohy jsou pokryté chloupky, stejně jako zbytek jejího těla. Holeně jsou zakončeny dlouhými lehce zakřivenými trny, které jsou také zřetelně viditelné (Obr. 20). Chodidla se skládají z pěti článků, z nichž je první vždy viditelně delší, než ostatní.

Na snímcích z elektronového mikroskopu můžeme pozorovat, že nohy sršně jsou celé pokryty hustými chloupky (Obr. 21). Husté ochlupení mají i dva trny vycházející z koncové části holeně (Obr. 22). Na spodní straně chodidlových článků se mezi hustými chloupky nacházejí i pulvilli. Na okrajích těchto článků jsou krátké ostny. Z posledního chodidlového článku vyrůstá několik dlouhých štětín a je zakončen dvěma

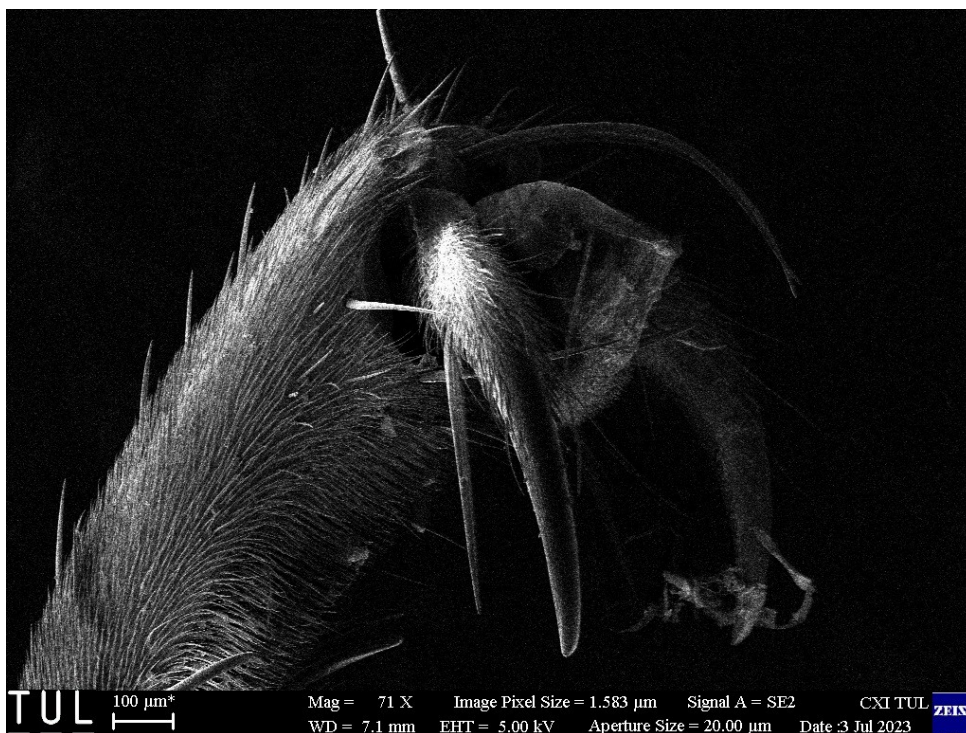
zakřivenými drápy, které jsou u kořene také značně ochlupené. Mezi drápky se nachází přísavný váček (Obr. 23). Na spodním okraji přísavného váčku se nacházejí řady výrůstků. Můžeme zde vidět řadu delších štětín, krátkých ostnů a brv (Obr. 24).



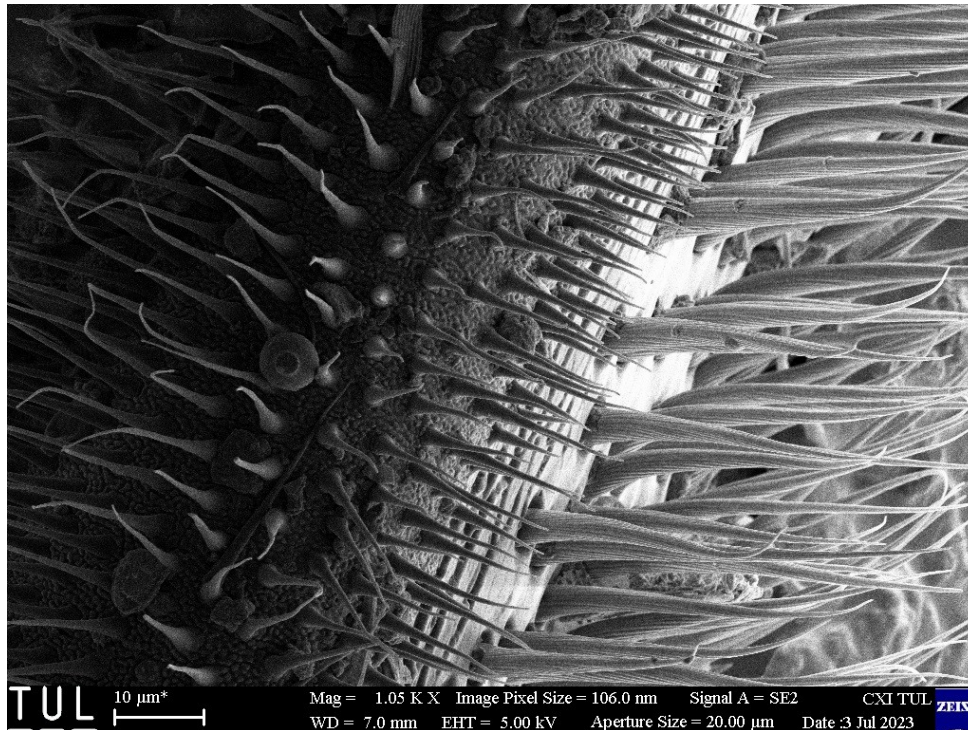
Obr. 21: SEM - noha sršně obecné



Obr. 22: SEM - zakřivené trny



Obr. 23: SEM - poslední chodidlový článek



Obr. 24: SEM - spodní strana přísavného váčku

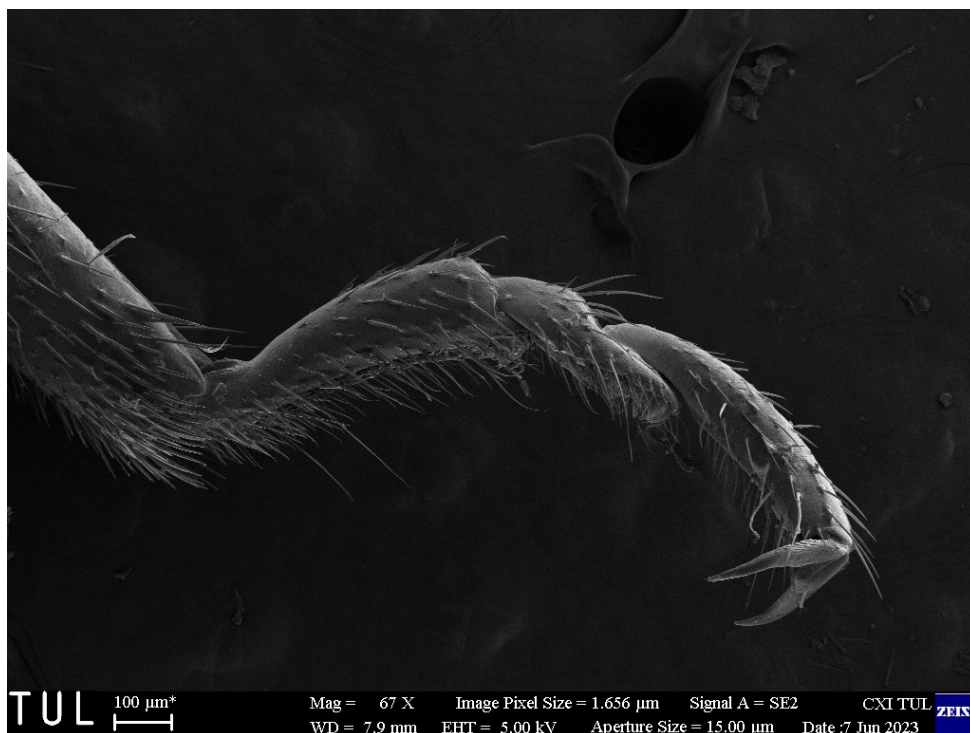
10.3 Škvor obecný (*Forficula auricularia*)



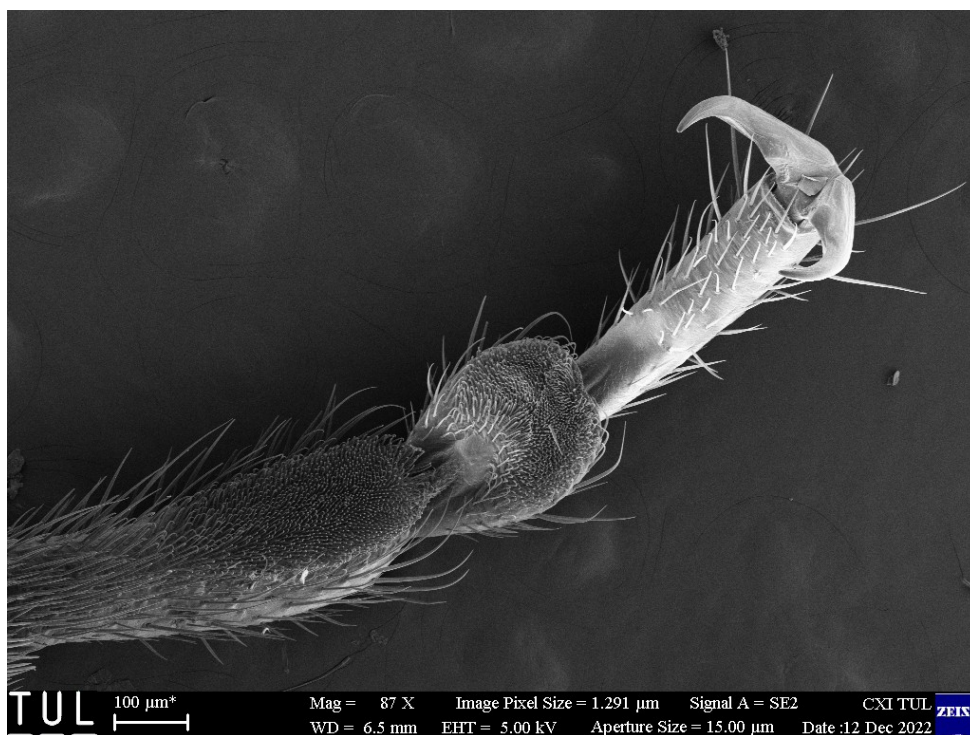
Obr. 25: Škvor obecný

Škvor obecný zachycený prostřednictvím binokulární lupy má dobře viditelné článkované tělo (Obr. 25). Můžeme zde pozorovat celou strukturu těla od článků tykadel, krovek až po zakončení zadečku. Podle tvaru kleští na konci zadečku se jedná o samici škvara obecného.

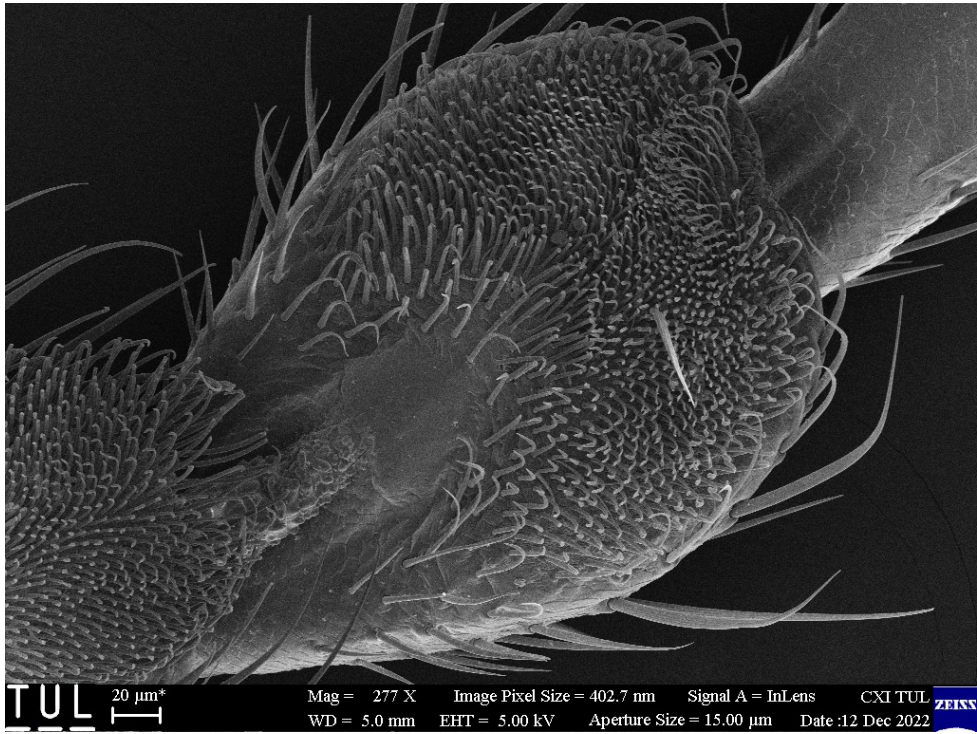
Noha škvara pozorovaná elektronovým mikroskopem je po celém povrchu pokryta chloupky (Obr. 26). Můžeme vidět, že škvor obecný má pouze tři chodidlové články, nikoliv pět, jako většina druhů hmyzu. Spodní strana prvních dvou chodidlových článků je lehce zploštělá (Obr. 27) a hustě pokryta pulvilli (Obr. 28). Třetí a poslední chodidlový článek má protáhlý válcovitý tvar. Na spodní straně má malý počet pulvill a je zakončen dvěma mohutnými drápy, které jsou na konci zakřivené (Obr. 29).



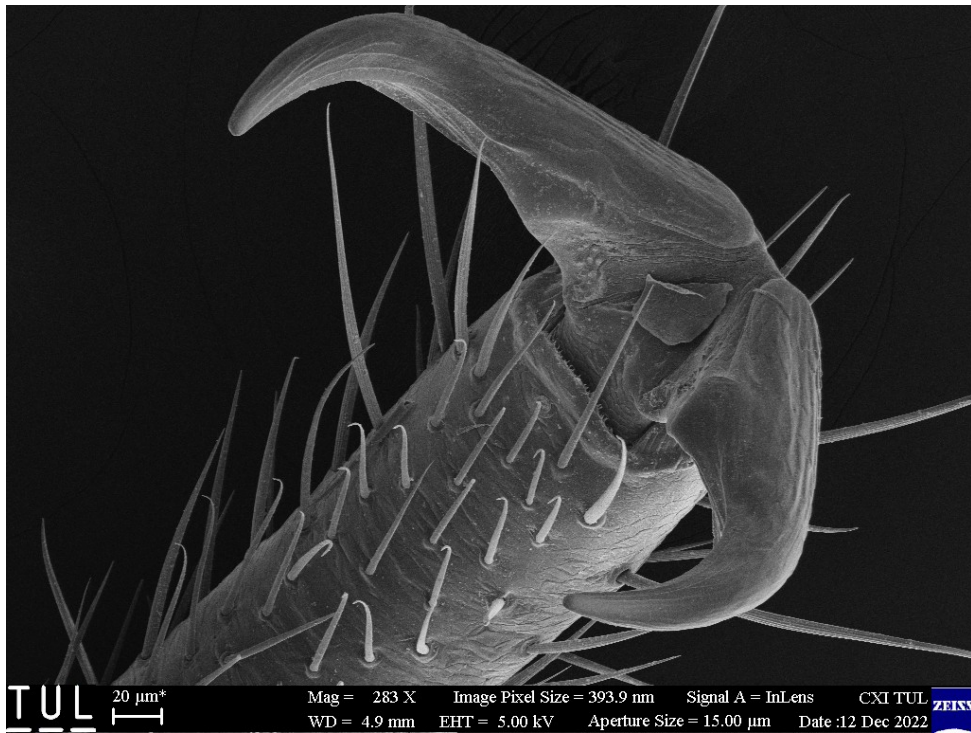
Obr. 26: SEM - noha škvora obecného



Obr. 27: SEM - spodní strana nohy



Obr. 28: SEM - pulvilli



Obr. 29: SEM - drápy

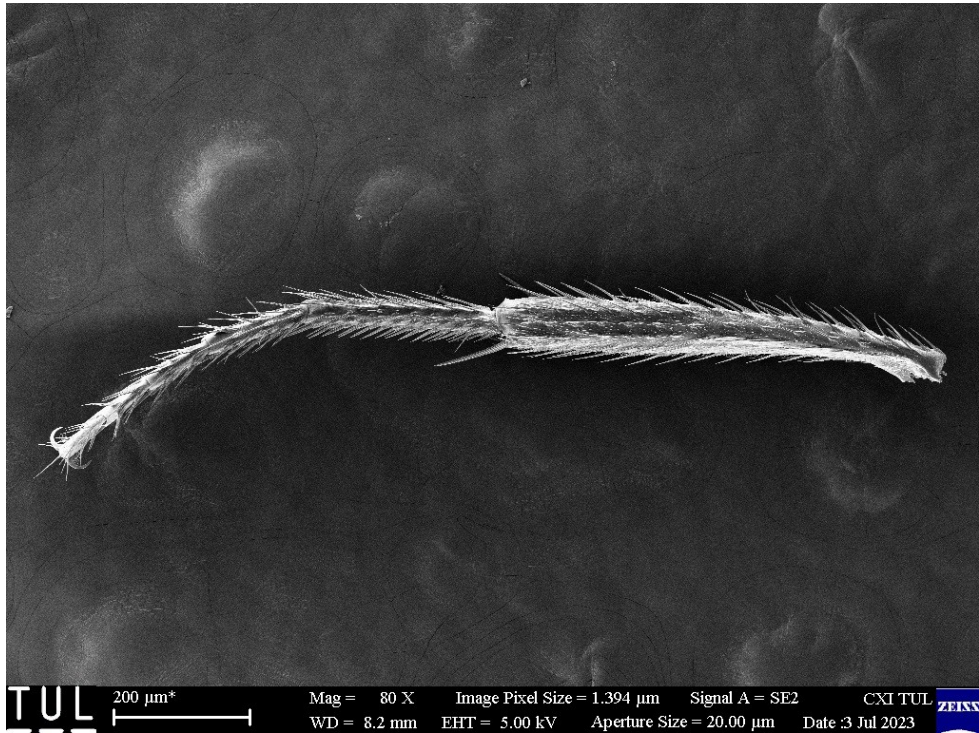
10.4 Octomilka obecná (*Drosophila melanogaster*)



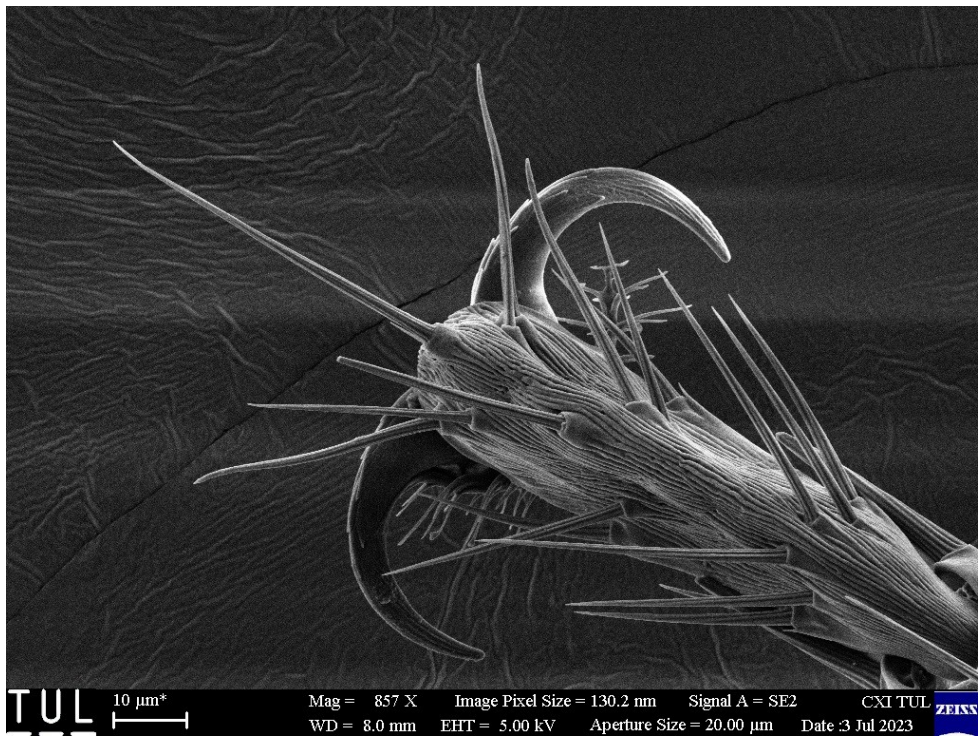
Obr. 30: Octomilka obecná

Při pozorování octomilky obecné pod binokulární lupou (Obr. 30) si okamžitě všimneme jejího světle žlutohnědého těla. Na první pohled je rovněž zřejmé červené oko, které je pro tyto octomilky typické. Nohy octomilek mají stejnou barvu jako jejich tělo a při bližším pohledu jsou na nich pozorovatelné tmavé chloupky.

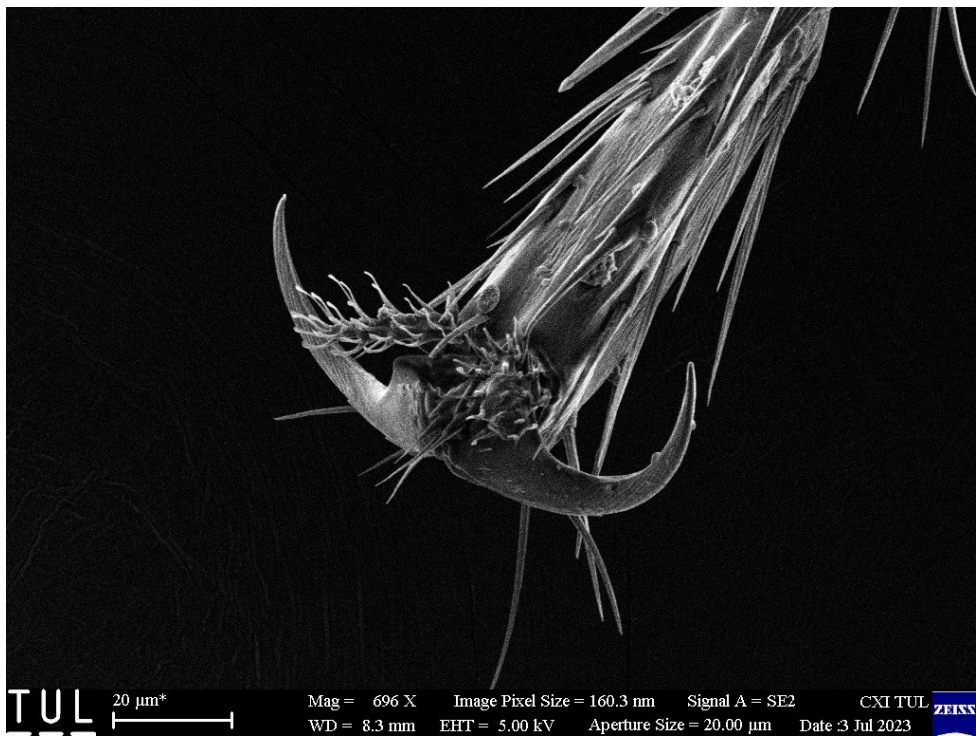
Nohy octomilky zkoumané pod elektronovým mikroskopem jsou po celém povrchu pokryty štětínami (Obr. 31). Vidíme zde dlouhou holeň, která má na konci dlouhý trn. Velikost štětín můžeme jasněji pozorovat na vrchní straně posledního chodidlového článku (Obr. 32). Tento článek je zakončený doširoka rozevřenými dvěma drápky, mezi kterými se nacházejí krátké štětiny. Ze spodní strany tohoto článku vyrůstají dva úzké lalůčky, které jsou pokryté dlouhými pulvilli (Obr. 33).



Obr. 31: SEM - noha octomilky obecné



Obr. 32: SEM - vrchní strana posledního chodidlového článku



Obr. 33: SEM - spodní strana posledního chodidlového článku

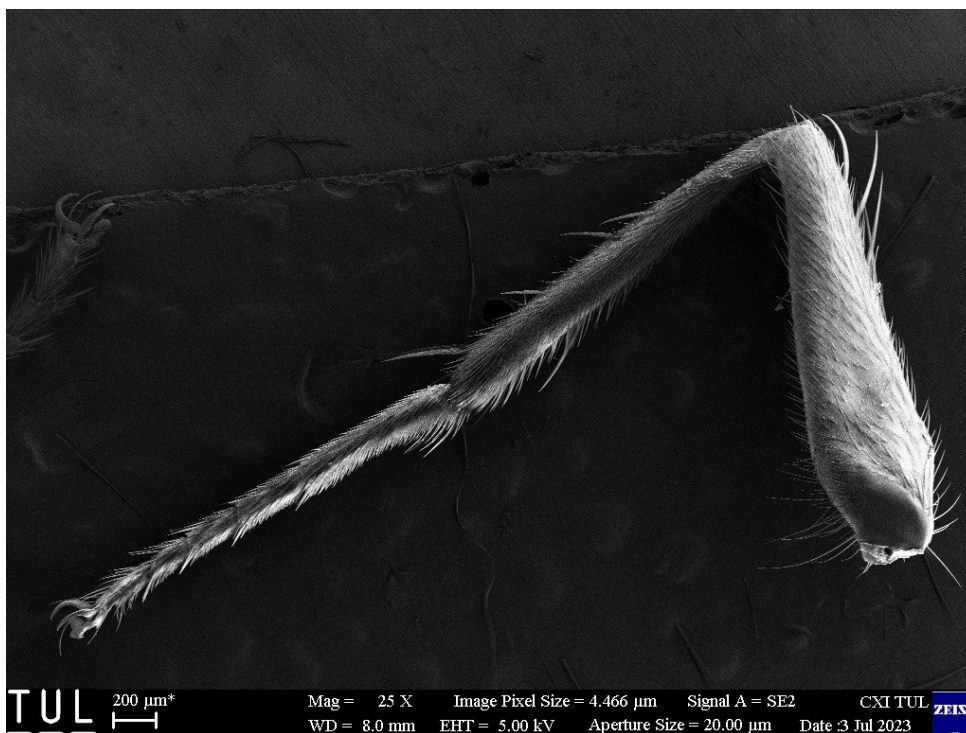
10.5 Bzučivka zelená (*Lucilia sericata*)



Obr. 34: Bzučivka zelená

Bzučivka zelená, která byla pozorovaná pod binokulární lupou díky svému zbarvení zaujala na první pohled. Můžeme pozorovat, že její zelenozlaté tělo, které je pokryté jak krátkými, tak i dlouhými chloupky černé barvy (Obr. 34). Hlava bzučivky dominuje svými velkýma očima, kolem nichž rostou dlouhé chloupky. Její nohy jsou také hustě ochlupené. Na jejích stehnech si můžeme všimnout výrazných dlouhých chloupků, které vystupují mezi krátkými chloupky. Při pečlivějším zkoumání pod binokulární lupou můžeme zpozorovat drápky a dva přilnavé polštářky umístěné na koncích jejích nohou.

Pod elektronovým mikroskopem můžeme detailněji pozorovat hustotu ochlupení na povrchu celé její nohy (Obr. 35). Vidíme, že stehno je nejmohutnějším článkem celé nohy. Holeň je úzká, dlouhá a nese několik dlouhých štětín, připomínající ostny. Chodidlo se skládá z pěti článků, z nichž je první nejdelší (Obr. 36). Poslední článek je zakončen dvěma zahnutými drápkami, pod kterými se nacházejí dva ploché přísavné polštářky pokryté pulvilli (Obr. 37, 38).



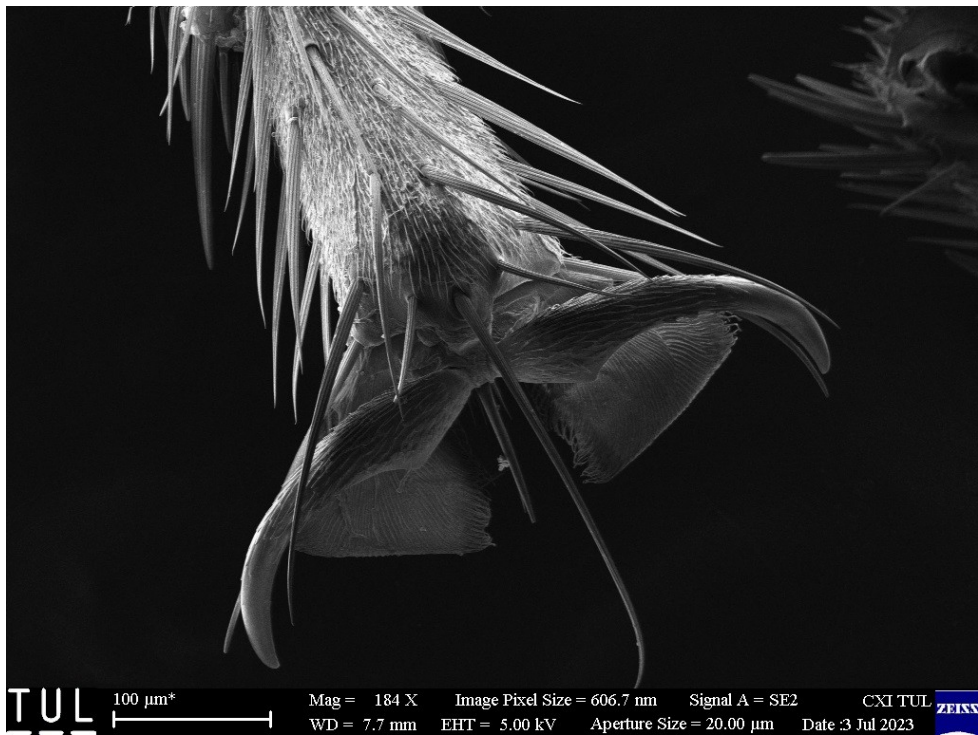
Obr. 35: SEM - noha bzučivky zelené



Obr. 36: SEM - chodidlové články



Obr. 37: SEM - poslední chodidlový článek



Obr. 38: SEM - drápky a přísavné polštářky

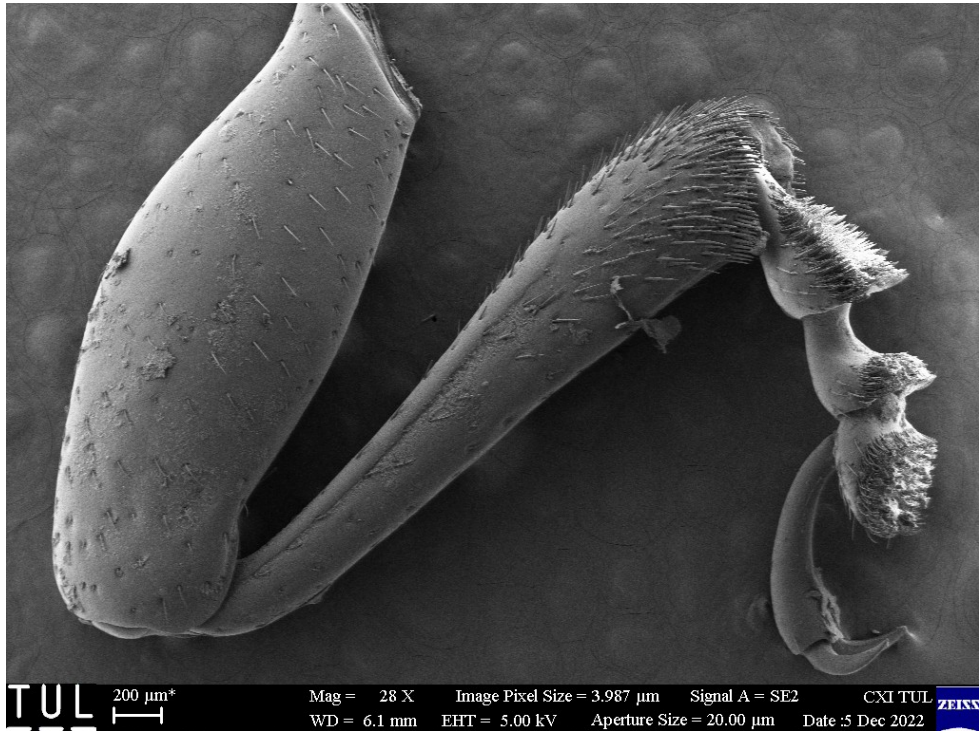
10.6 Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*)



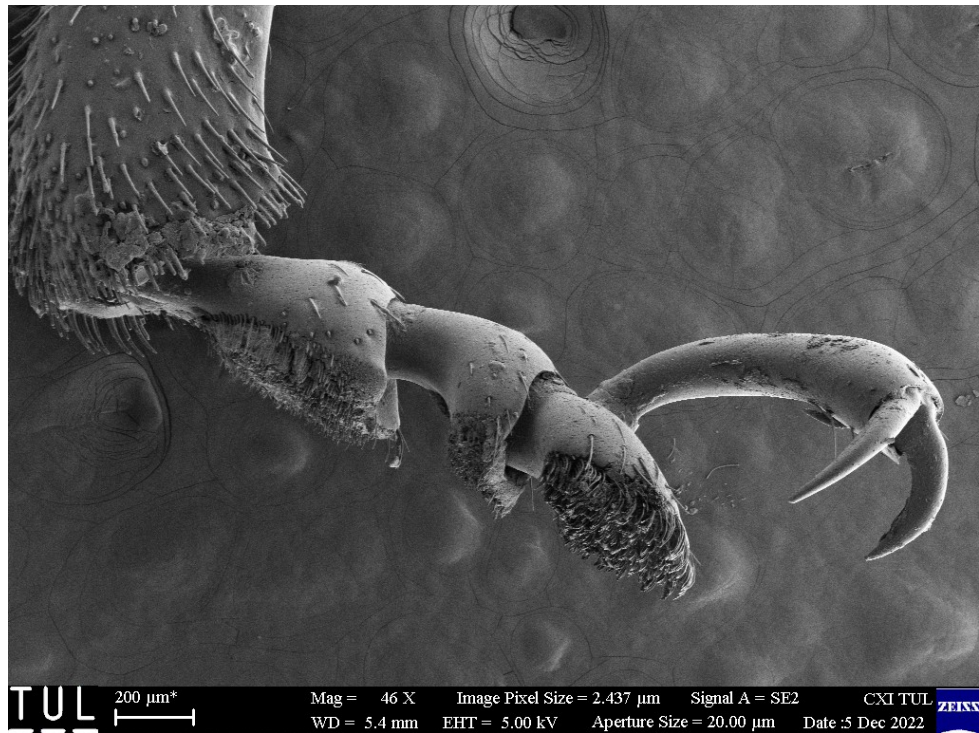
Obr. 39: Mandelinka bramborová

Mandelinka bramborová pozorovaná pod binokulární lupou měla jasně viditelnou strukturu těla (Obr. 39). U této mandelinky si lze všimnout zbarvení jejích nohou. Stehna a holeně mají oranžovohnědou barvu, ale konce těchto dvou článků přecházejí do tmavě hnědé barvy. Tuto tmavou barvu nesou všechny její chodidlové články.

Ze snímku z elektronového mikroskopu (Obr. 40) můžeme vidět mohutné stehno, které je téměř bez chloupků. Chloupky se ve větším počtu objevují až na koncové části dlouhé holeně. Jak je zmíněno v teoretické části, mandelinka má poslední dva chodidlové články srostlé, má tedy opravdu viditelné čtyři chodidlové články. Spodní strany prvních třech chodidlových článků jsou hustě pokryty krátkými pulvilli. Poslední srostlé články vyrůstají z vrchní strany třetího chodidlového článku a je zakončen dvěma zahnutými drápy (Obr. 41).



Obr. 40: SEM - noha mandelinky bramborové



Obr. 41: SEM - chodidlové články

10.7 Střevlík kožitý (*Carabus coriaceus*)



Obr. 42: Nohy střevlíka kožitého

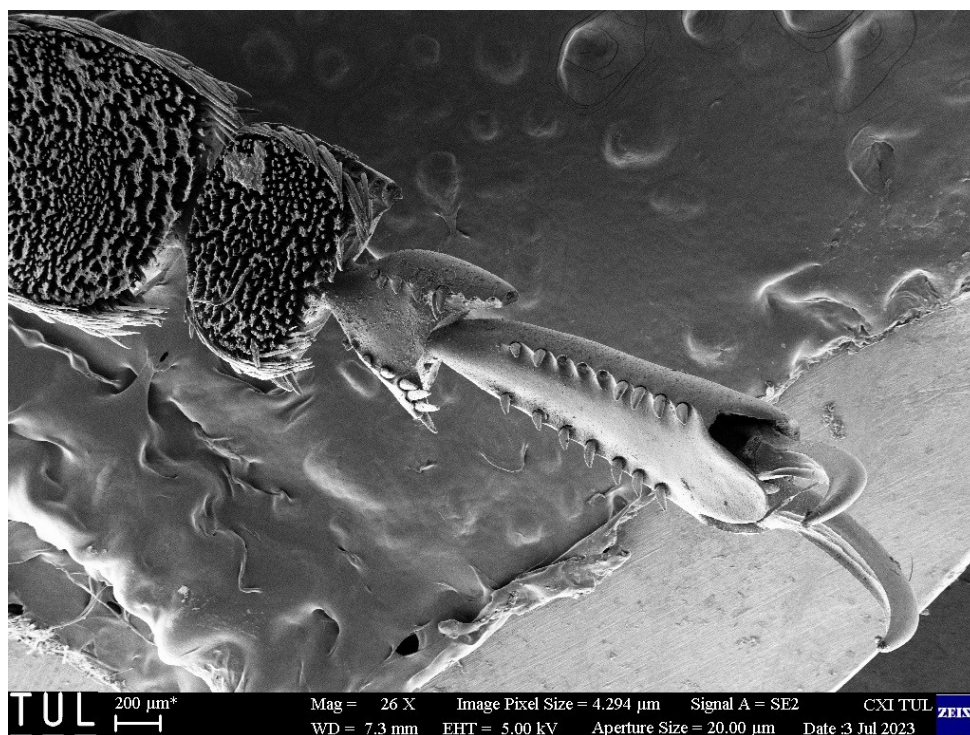
Vzhledem k velikosti tohoto zástupce hmyzu, byl binokulární lupou pořízen snímek pouze jeho nohou (Obr. 42). Z tohoto snímku vidíme jasně strukturované články nohou. Vidíme zde krátké ostny, které pokrývají všechny články nohy. Dobře pozorovatelné jsou dlouhé trny, vycházející z koncové části holeně, a že noha je zakončená dvěma dlouhými drápy.

Pod elektronovým mikroskopem byly pozorovány nohy prvního páru dvou jedinců střevlíka kožitého. Jak můžeme vidět, přední nohy těchto dvou jedinců stejného druhu se značně liší. Na prvním snímku pozorujeme, že první chodidlové články jsou na spodní straně zploštělé a hustě pokryté přísavnými brvami (Obr. 45). Ze stran jsou lemované delšími chloupky a krátkými ostny (Obr. 43).

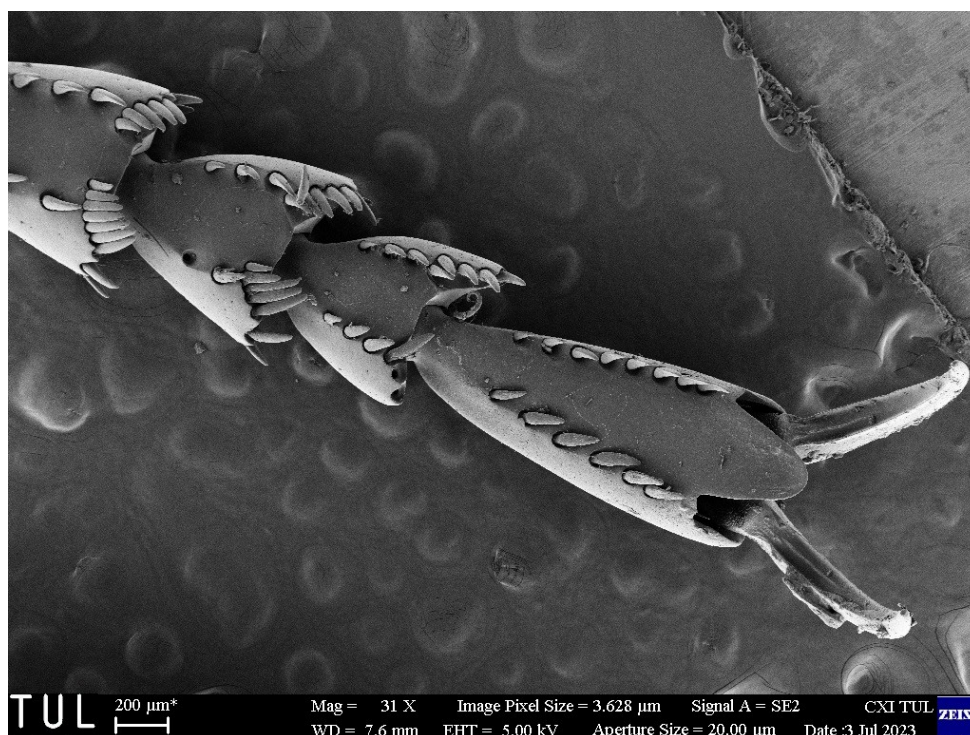
U druhého jedince vidíme, že spodní strana chodidlových článků se výrazně liší od předešlého jedince. Zde můžeme pozorovat, že spodní strany chodidlových článků nejsou tak zploštělé. Spodní strana je zde opatřena dvěma řadami různě dlouhých ostnů (Obr. 44). U těchto dvou jedinců můžeme na základě rozdílnosti předních párů pozorovat jejich pohlavní dimorfismus, kdy samci mají na prvním páru přísavné polštářky a samice nikoliv. Pravděpodobně tyto přilnavé polštářky slouží samcům k přichycení samice při kopulaci.

Podobnost pozorujeme až na posledních dvou chodidlových člancích, které mají stejnou strukturu a jsou opatřeny dvěma zakřivenými drápy (Obr. 43, 44).

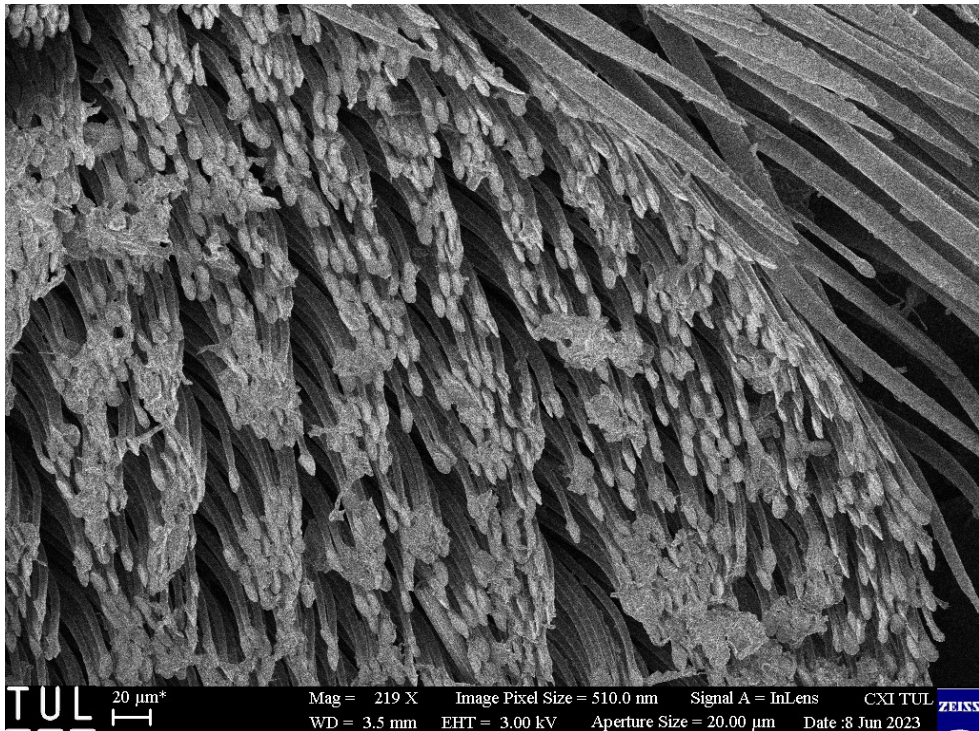
Dále byla pozorována noha druhého páru, kde byl snímek zaměřen na koncovou část holeně, která byla lemovaná krátkými ostny a zároveň z ní vycházely dva dlouhé trny (Obr. 46).



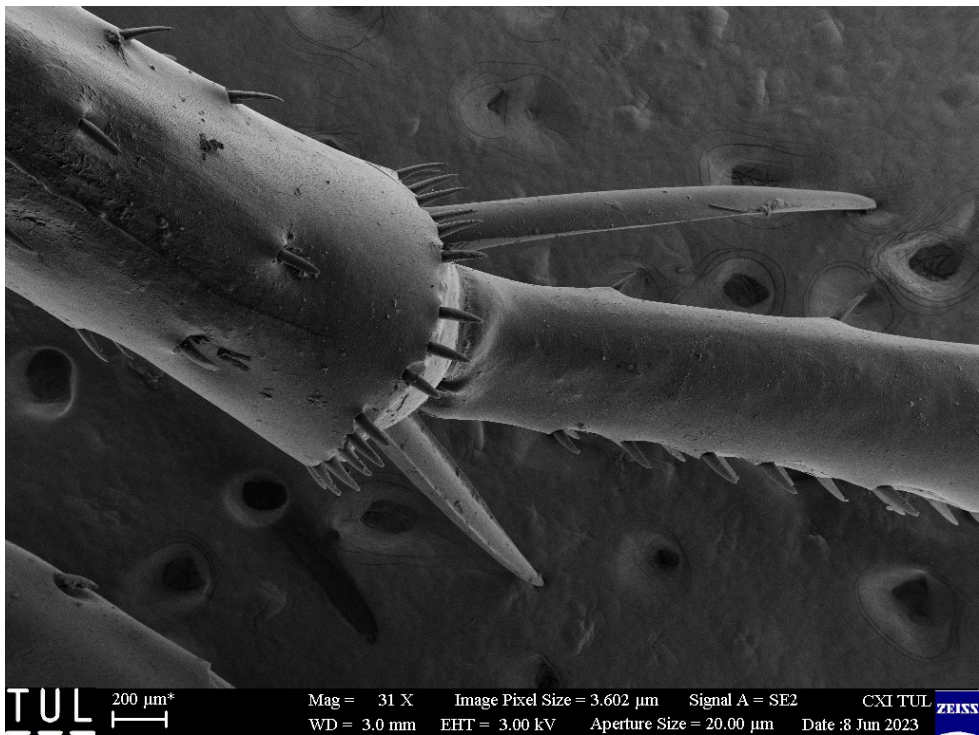
Obr. 43: SEM - spodní strana prvního páru nohou prvního jedince



Obr. 44: SEM - spodní strana prvního páru nohou druhého jedince



Obr. 45: SEM - přísavné brvy (pulvilli)



Obr. 46: SEM - zakončení holeně

10.8 Chroustek letní (*Amphimallon solstitiale*)

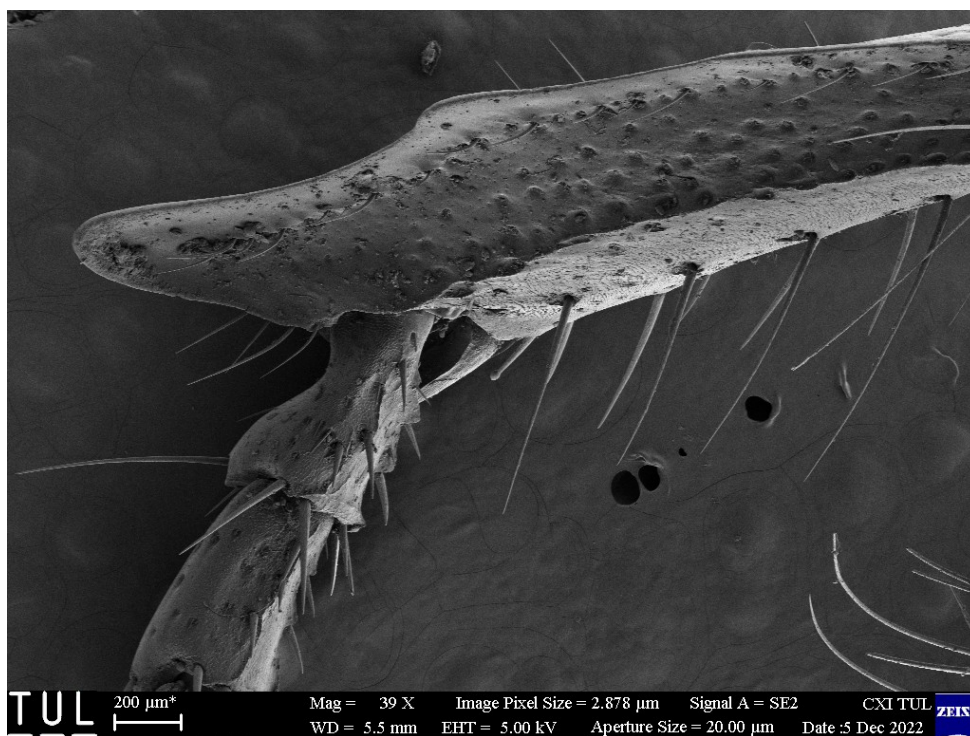


Obr. 47: Chroustek letní

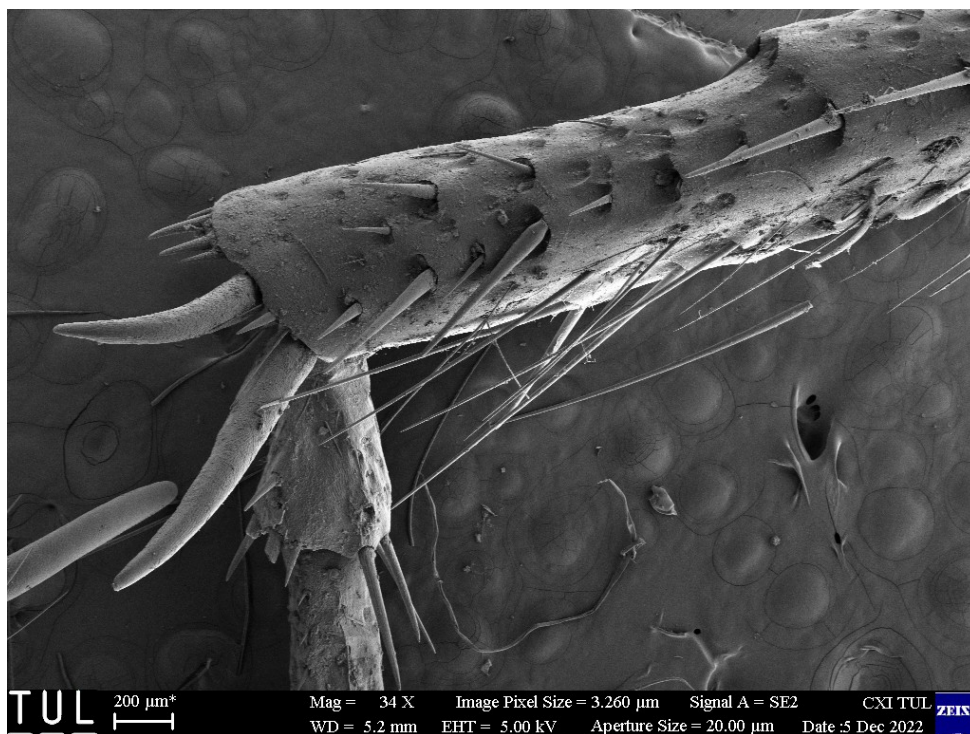
Pohled na chroustka letního pozorovaného binokulární lupou poskytl poměrně detailní pohled na jeho stavbu těla (Obr. 47). Chroustek má z velké části tělo hustě pokryté světlými chloupky. Ze snímku je také patrné, že se každý pár nohou liší stavbou článků, které jsou pokryty různě dlouhými ostny.

Elektronovým mikroskopem byly zkoumány nohy z prvního a třetího páru nohou tohoto zástupce hmyzu. U těchto dvou párů byly snímky zaměřeny na jejich holeně. Holeň prvního páru je lehce prodloužená a na konci je tvarovaná do špičky (Obr. 48). Holeň třetího páru se od prvního značně liší. Holeně třetího páru je pokryta dlouhými chloupky a krátkými ostny. Konec tohoto článku je opatřen dvěma trny, každý o různé délce (Obr. 49).

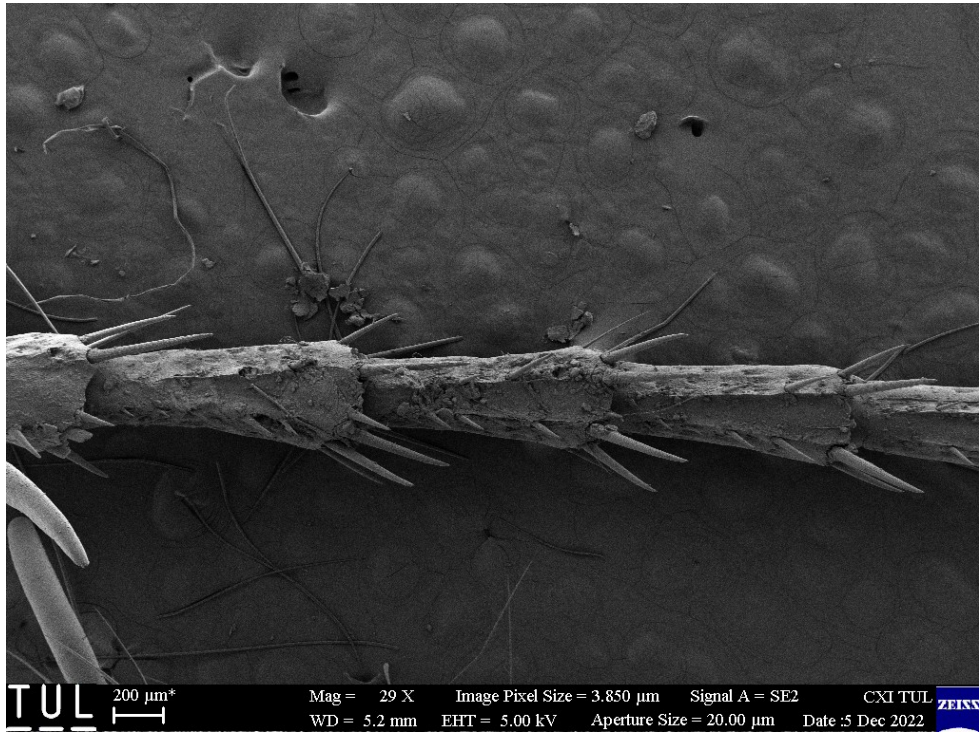
Konce prvních čtyř chodidlových článků chroustka letního jsou lemovány kratšími ostny (Obr. 50). Poslední chodidlový článek není opatřen ostny, ale je pokryt několika chloupky a je zakončen dvěma drápy. Tyto drápy nejsou na spodní straně hladké, ale mají zde ještě další, menší špičatý výběžek tvořící jakýsi zub (Obr. 51).



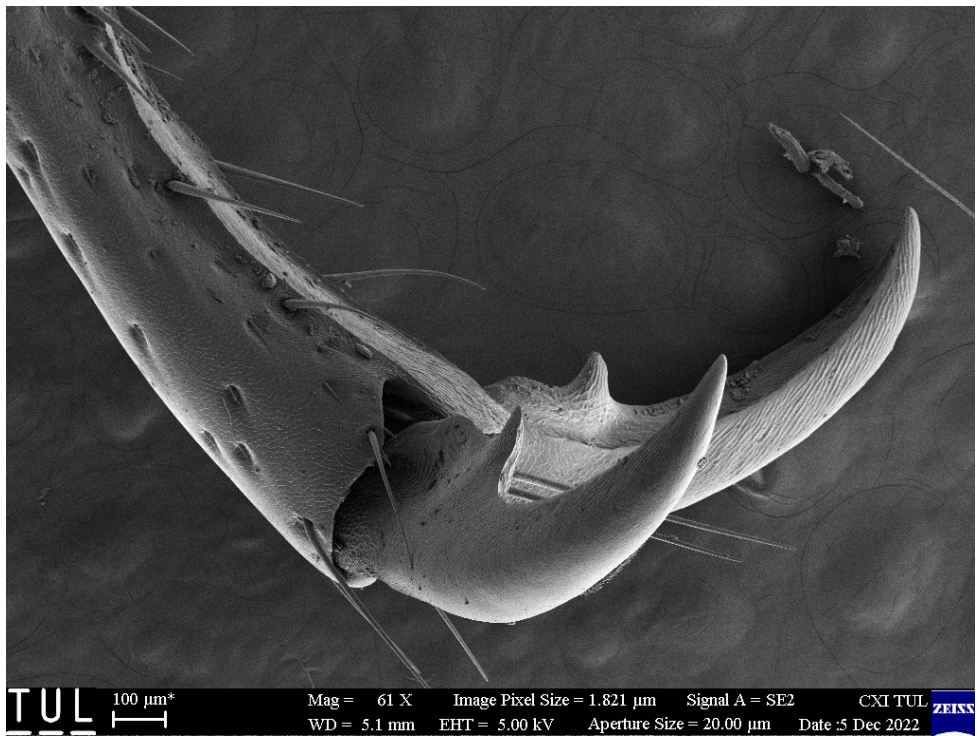
Obr. 48: SEM - holeň nohy prvního páru



Obr. 49: SEM - holeň nohy třetího páru



Obr. 50: SEM - chodidlové články



Obr. 51: SEM - drápy

10.9 Včela medonosná (*Apis mellifera*)



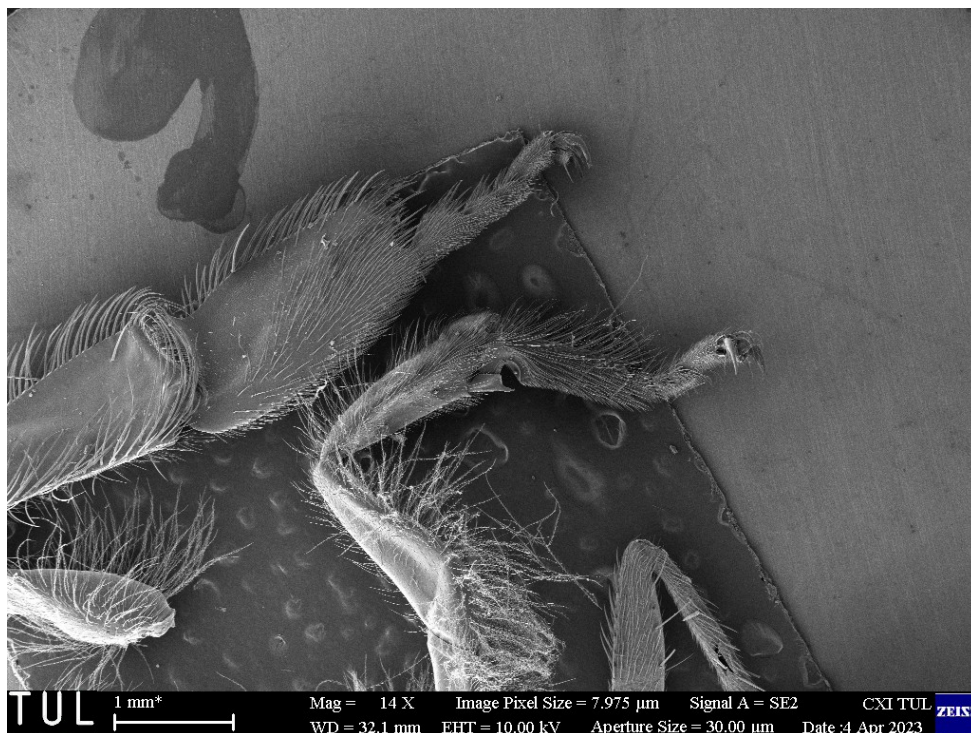
Obr. 52: Včela medonosná

Tělo včely medonosné pozorované pod binokulární lupou je z velké části pokryto hnědožlutými chloupky (Obr. 52). Můžeme zde pozorovat nohu třetího páru, která je značně mohutnější oproti druhému páru.

Na snímcích z elektronového mikroskopu byly pozorovány nohy prvního a třetího páru (Obr. 53). Obě tyto nohy jsou celé pokryty dlouhými chloupky. První chodidlový článek (pata) je mnohem větší, než ostatní chodidlové články. U prvního páru nohou tento článek obsahuje půlkruhový útvar lemovaný řadou štětinovitých kartáčků (Obr. 54).

U druhého páru jsou jasně viditelné pylové kartáčky. Vidíme je zde jako dlouhé štětiny, které jsou hustě uspořádané v řadách. Takovéto dlouhé štětiny se nacházejí i na vrchní straně ostatních chodidlových článků (Obr. 55). Poslední článek je zakončen dvěma širokými drápy, které mají na spodní straně další zub. Mezi těmito drápy se nachází jeden přísavný polštářek a několik dlouhých štětín (Obr. 56).

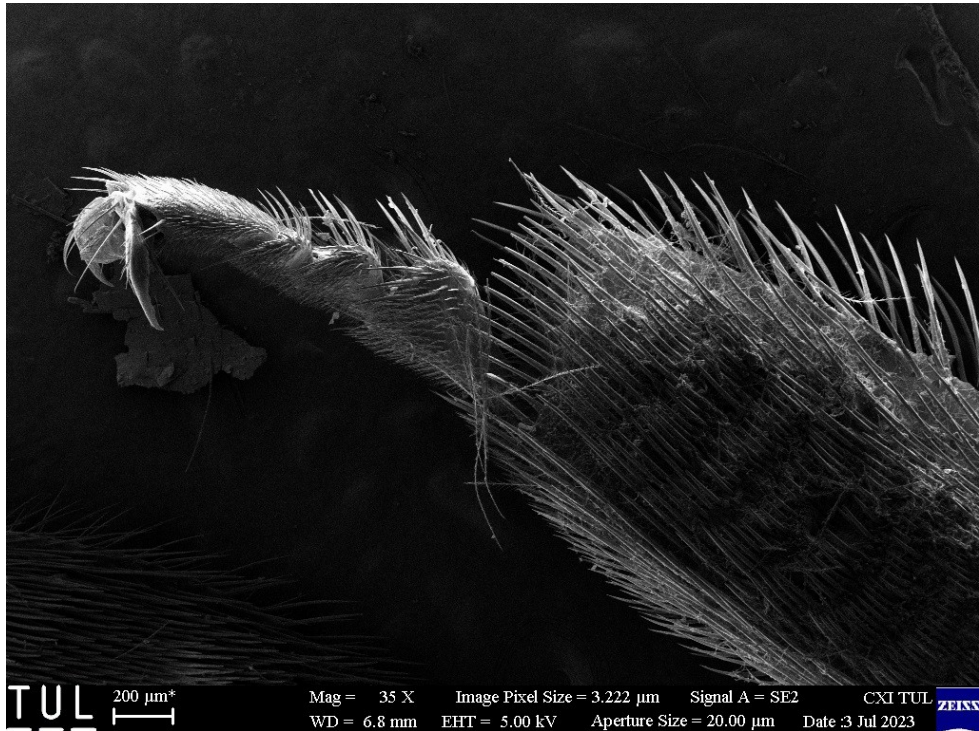
U nohy třetího páru, zejména na jejích okrajích, můžeme pozorovat dlouhé, silné štětiny, sloužící jako sběrací košíčky na pyl (Obr. 53).



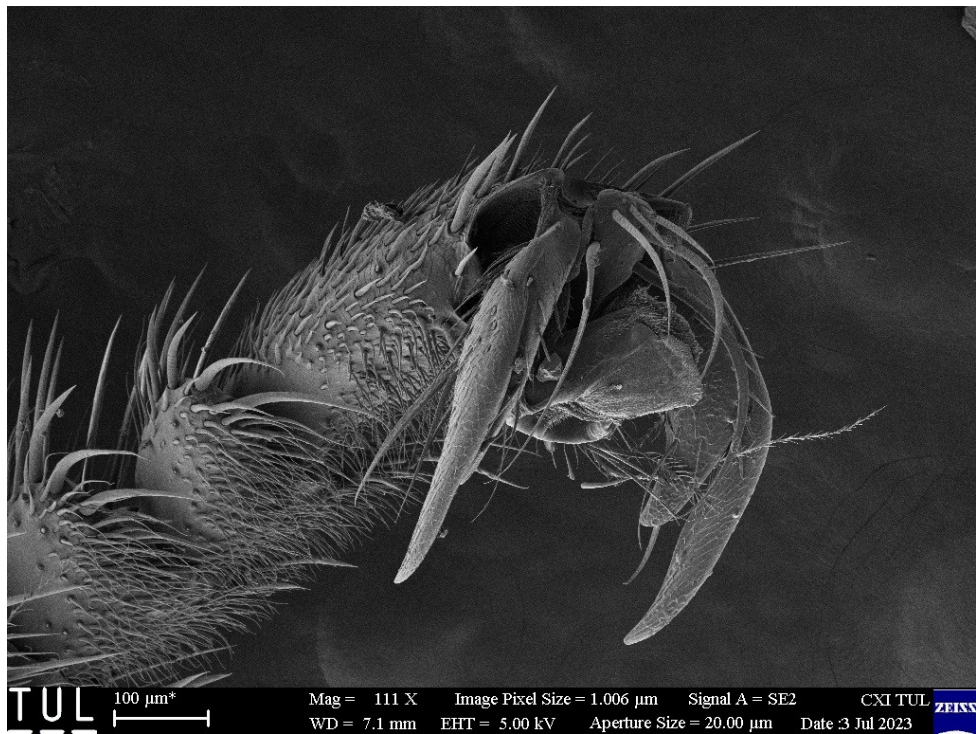
Obr. 53: SEM - nohy prvního (vlevo) a třetího páru (vpravo)



Obr. 54: SEM - půlkruhový útvar s kartáčky



Obr. 55: SEM - pylové kartáčky



Obr. 56: SEM - poslední chodidlový článek

10.10 Zlatoočka obecná (*Chrysoperla carnea*)



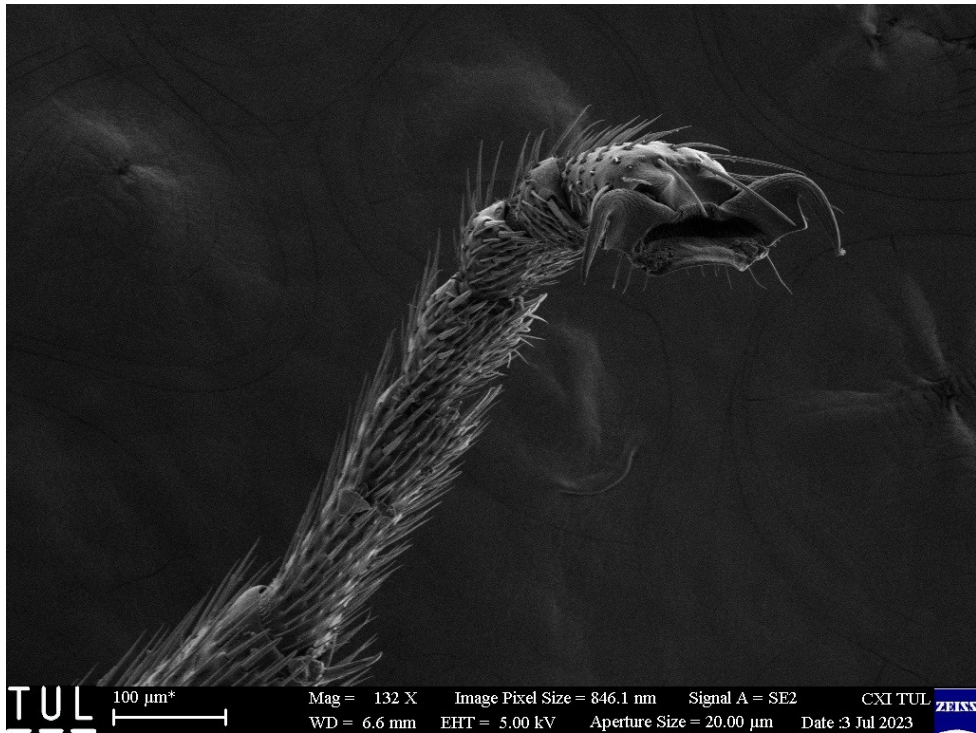
Obr. 57: Zlatoočka obecná

Zlatoočka obecná zobrazená binokulární lupou má na první pohled ve srovnání s tělem velká křídla s dobře viditelnou žilnatinou (Obr. 57). Velkou dominancí hlavy jsou její velké oči a dlouhá tykadla. Nohy zlatoočky jsou velmi úzké a poměrně dlouhé. Značnou délku můžeme vidět na stehnech a holeních nohou zlatoočky.

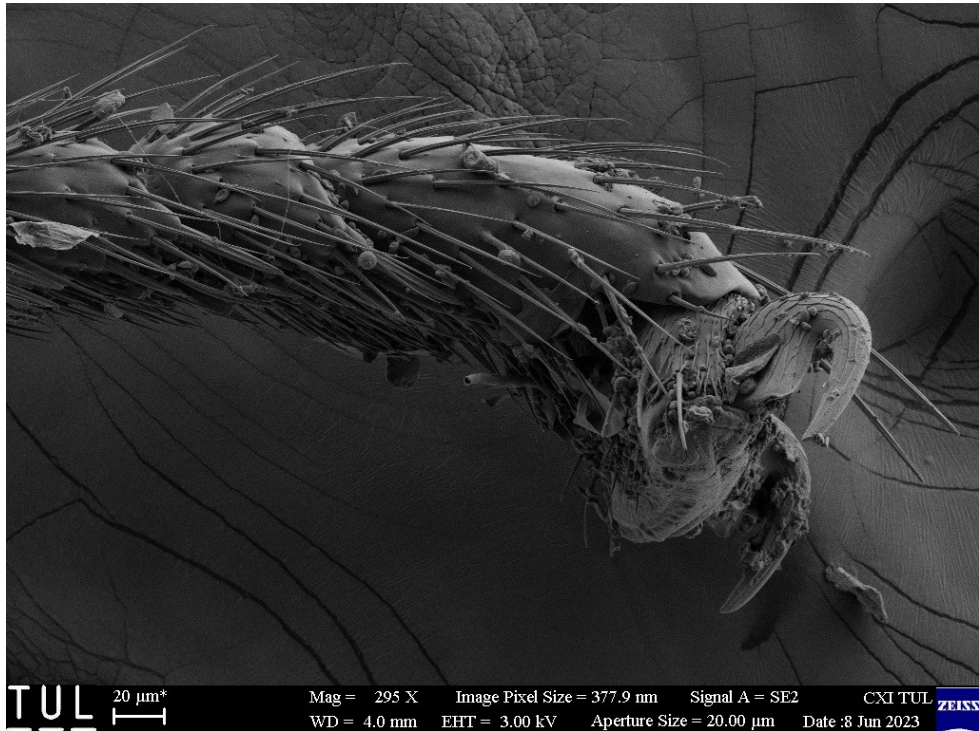
Z elektronového mikroskopu je patrné, že stehno je nejsilnější článek celé nohy a holeň je zas nejdelší článek. Celá noha je pokrytá chloupky (Obr. 58). Chodidlo se skládá z pěti článků. Spodní strana těchto článků je opatřena krátkými ostny, které nejsou v množství chloupků dobře viditelné (Obr. 59). Poslední článek nese přísavný polštářek, ohraničený dvěma drápy, na jejichž spodní straně se nachází další výběžek (Obr. 61). Přísavný polštářek na noze hmyzu je pozorovatelný, avšak jeho viditelnost není zcela zřetelná (Obr. 60). Vzhledem k poškození vzorků, není na zbylých snímcích tento přísavný polštářek pozorovatelný.



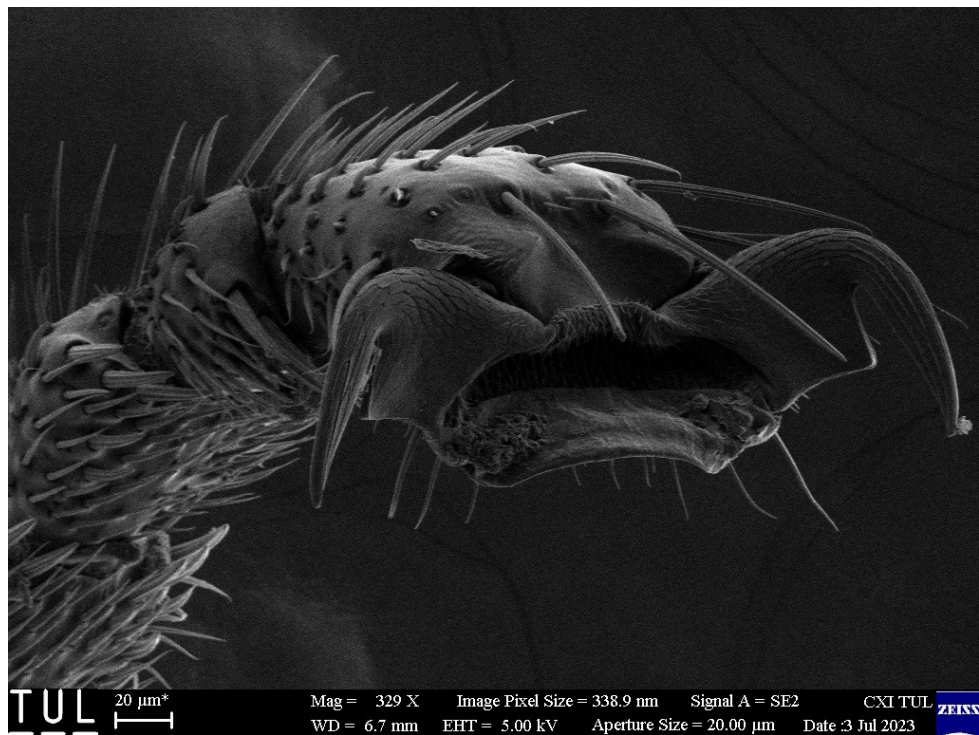
Obr. 58: SEM - noha zlatoočky obecné



Obr. 59: SEM - chodidlové články



Obr. 60: SEM - poslední chodidlový článek s přísavným polštářkem



Obr. 61: SEM - drápy

III. Diskuze

Diskuze se zabývá typy zhotovených pastí a jejich účinností. Je důležité vzít v úvahu, že se nejednalo o profesionální pasti, což mohlo ovlivnit jejich účinnost.

Pivní pasti se ukázaly jako účinné při přilákání létajícího hmyzu, zejména dvoukřídlých (*Diptera*) a blanokřídlých (*Hymenoptera*). Masové pasti měly podobně lákavé účinky na tyto skupiny hmyzu a také na zástupce škvorů (*Dermaptera*).

Velkou roli hrál výběr vhodných lokalit pro umístění pastí. Protože byly pasti umístěny ve stejném regionu, bylo pravděpodobné, že zástupci chyceni v těchto pastech byli druhově omezení. Důležitým faktorem bylo, že pasti byly zavěšené na stromech v různých výškách nad zemí, což zvýšilo pravděpodobnost odchyty létavého hmyzu.

Pokud bychom chtěli odchytit rozmanitější hmyzí populaci, bylo by potřeba použít i jiné druhy pastí. U pastí s návnadami by bylo vhodné zvážit použití různých potravinových lákadel nebo návnad založených na feromonech. Například bychom mohli použít různé druhy potravin, které jsou atraktivní pro odlišné skupiny hmyzu, což by přispělo k rozmanitosti odchycených druhů. Důležitým faktorem je také umístění pastí v různých lokalitách. Pokud bychom chtěli zvýšit šanci na odchyt různorodého hmyzu, měli bychom zvážit umístění pastí na místech, která jsou od sebe více vzdálená. To by nám umožnilo zachytit hmyz z odlišných typů ekosystémů. Různé prostředí a ekosystémy přitahují odlišné druhy hmyzu, takže bychom mohli očekávat širší spektrum zástupců. Je důležité si také uvědomit, že odchyt hmyzu není pouze o výběru lokalit a umístění pastí. Další faktory, jako jsou období a doba odchyty nebo klimatické podmínky, které mohou ovlivnit úspěšnost odchyty.

Dále se diskuze zaměřuje na posuzování zjištěných informací o nohách vybraných zástupců hmyzu. Pozorované struktury nohou u vybraných zástupců hmyzu se ve většině případů shodovaly se zjištěnými informacemi v teoretické části.

Všichni zástupci, kteří byli zkoumáni měli nohy pokryté různými výrůstky, jako jsou chloupky nebo ostny. Pozorování pod elektronovým mikroskopem bylo také

zaměřeno na stavbu chodidlových článků, na kterých byly pozorovány štětiny a přísavné brvy.

Odlišný počet chodidlových článků byl pozorován u dvou zkoumaných druhů hmyzu. Prvním byl škvor obecný, jehož chodidlo bylo složené ze tří článků. Dalším byla mandelinka bramborová, která má pozorované chodidlo složené ze čtyř článků.

Různé struktury byly pozorovány na prvních párech nohou dvou jedinců zástupce střevlíka kožitého. Pravděpodobně se jedná o znak pohlavního dimorfismu, kdy samci mají na prvním páru přísavné polštářky a samice nikoliv. Funkci těchto přilnavých polštářků bych přiřadila k uchycení samic při kopulaci.

IV. Závěr

Během zkoumání nohou hmyzu jsme získali cenné poznatky o anatomii a morfologii nohou různých zástupců druhů hmyzu. Na základě pozorování se nám naskytl detailní pohled na stavbu a strukturu jednotlivých článků nohou hmyzu. Naše výsledky potvrzují, že stavba nohou hmyzu se značně liší u jednotlivých druhů.

Zaměřili jsme se zejména na stavbu chodidlových článků nohou, kde jsme pozorovali širokou škálu struktur, které hmyzu pomáhají uchytit se na různých typech povrchů. Každý zkoumaný zástupce hmyzu měl tyto články odlišně stavěné a vybavené různými výrůstky. Každá noha byla zakončena dvěma drápy, které se lišily ve svém tvaru a délce.

Zvláštní pozornost jsme věnovali přísavným polštářkům na chodidlových člancích, které jsme pozorovali především u létajícího hmyzu. U nelétavého hmyzu jsme na spodních stranách chodidlových článků pozorovali převážně přichycovací brvy.

Seznam použité literatury

ANDĚRA, Miloš, 2018. *Atlas fauny České republiky*. Ilustroval Jan SOVÁK. Praha: Academia, 664 s. Atlas. ISBN 978-80-200-2756-6

BELLMANN, Heiko, 2015. *Hmyz: nový průvodce přírodou*. Přeložil Pavla DOUBKOVÁ. Praha: Knižní klub. Nový průvodce přírodou. ISBN 978-80-242-4708-3.

BRANDT, Ingrid von, 2016. *Hmyz*. Přeložil Vladimír MOTYČKA. Praha: Svojtka & Co. Průvodce přírodou (Svojtka & Co.). ISBN 978-80-256-1725-0.

BROOKFIELD, John F.Y., 2010. *Experimental Evolution: The Rate of Adaptive Evolution*. *Current Biology* [online]. 20(1), R23-R25 [cit. 2023-03-24]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2009.11.044

ČESKO. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Vyhláška č. 395/1992 Sb. Ze dne 11. června 1992 o ochraně přírody a krajiny. Dostupné z: https://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/7698185C778DA46FC125654B0044DDBC/%24file/V%20395_1992.pdf

DEVETAK, Dusan, 1996. *Staining of two scolopidial organs in the legs of the green lacewing, Chrysoperla carnea (Stephens)*. *Znanstvena Revija, Maribor*. 8. 121-128. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/286088202_Staining_of_two_scolopidial_organisms_in_the_legs_of_the_green_lacewing_Chrysoperla_carnea_Stephens

DMITRIJEV, Jurij Dmitrijevič, 1987. *Hmyz známý i neznámý, pronásledovaný, chráněný*. Přeložil Jan ZUSKA, přeložil Libuše ZUSKOVÁ. Praha: Lidové nakladatelství. Žijeme na jedné planetě.

FORSYTHE, T.G., 1983, *Locomotion in ground beetles (Coleoptera carabidae): An interpretation of leg structure in functional terms*. *Journal of Zoology*, 200: 493-507. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1983.tb02811.x>

FRANTSEVICH, Leonid a Stanislav GORB, 2004. *Structure and mechanics of the tarsal chain in the hornet, Vespa crabro (Hymenoptera: Vespidae)*. *Arthropod Structure & Development* [online]. 33(1), 77-89 [cit. 2023-03-23]. ISSN 14678039. Dostupné z: doi:10.1016/j.asd.2003.10.003

GIBB, Timothy J. OSETO, Christian Y., 2006. *Arthropod collection and identification field and laboratory techniques*, Boston: Academic Press. ISBN 0-12-369545-7. Dostupné z: <https://agrifs.ir/sites/default/files/b.pdf>

GULLAN, P. J. CRANSTON, P.S., 2005. *The Insects: An Outline of Entomology*, 3rd Edition. MA: Blackwell Pub. ISBN 1-4051-1113-5

HANEL, Lubomír, 2018. *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin suchozemských šestinožců (Hexapoda)*. [Praha]: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7603-050-3.

HELB, Matthias, 2017. *Hmyz kolem nás*. Přeložil Kateřina HOMUTOVÁ. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0383-6.

HOLÝ, Kamil, Jiří SKUHROVEC, Pavel SASKA a Zdeněk PAPOUŠEK, 2020. *Pokles diverzity hmyzu v zemědělské krajině a možnosti jejího zvýšení: Decline in insect diversity in agricultural landscape and measures for improvement*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-7429-345-2. Dostupné z: https://www.ctpz.cz/media/upload/1623672652_8-diverzita-hmyzu-4.pdf

HOOPINGARNER, Roger, 2011. *To Be Or Not To Be . . . A Bee. Bee Culture* [online]. Vol. 139, no. 11, s. 48-49. ISSN 10713190. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/902185568/fulltextPDF/DE9E8511B88045F9PQ/1?accountid=17116>

CHAPMAN, R. F., 1998. *The Insects Structure and Function*, 1998, 4th edition. Cambridge University Press [online]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511818202>

CHAPMAN, R. F., 2013. *The Insects Structure and Function*, 5th edition. Cambridge University Press, Online ISBN 978-0521113892 Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/downloadChapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf

KOLIBÁČ, Jiří, Karel HUDEC, Zdeněk LAŠTŮVKA a Milan PEŇÁZ, 2019. *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2993-5.

KORDÍK, Dalibor, prosinec 2004. *Fyziologie hmyzu*, učební texty, České Budějovice. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/sci/podzim2009/Bi7630/um/fyz-hmyz-2004.pdf>

KROFTA, Karel, 2012. *Integrovaný systém pěstování chmele*. [Žatec]: Petr Svoboda. Metodika (Chmelařský institut). ISBN 978-80-86836-82-9. Dostupné z: <https://metodiky.agrobiologie.cz/PDF/KRV/Integrovaný-systém-pestování-chmele.pdf>

KULT, K., 1947. *Klíč k určování brouků čeledi CARABIDAE Československé republiky*. Praha: Československá společnost entomologická.

KUNDRATA, Robin, 2012. *Entomologie Metody sběru hmyzu*. Dostupné z: <https://is.cuni.cz/studium/predmety/index.php?do=download&did=196867&kod=OPBB2B111Ahttps://is.cuni.cz/studium/predmety/index.phpdo=download&did=196867&kod=OPBB2B111A>

LEDNICKÝ, František, 2009. *Mikroskopie a morfologie polymerů*. Díl 1., Mikroskopie polymerů a preparační techniky. V Liberci: Technická univerzita. ISBN 978-80-7372-486-3.

LIESA, S., BENJAMIN, S., MÜLLER, J.,K. and BETZ, O., 2019. *A Comparison of Tarsal Morphology and Traction Force in the Two Burying Beetles (Coleoptera, Silphidae)*. Beilstein Journal of Nanotechnology, vol. 10, pp. 47-61 ProQuest Central;

Publicly Available Content Database. Dostupné z:
<https://www.beilstein-journals.org/bjnano/content/pdf/2190-4286-10-5.pdf>

MACEK, Jan et al., 2010. *Blanokřídli České republiky*. Praha: Academia. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-1772-7.

MACEK, Jan, Ladislav ROLLER, Karel BENEŠ, Kamil HOLÝ a Jaroslav HOLUŠA. *Blanokřídli České a Slovenské republiky*. Praha: Academia, 2020. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-2999-7.

MILLAR, I. M., UYE, V. M., URBAN, R.P., 2000. *Collenting and Preseerving Insect and Arachnids, A manual for entomology and archeology*. ISBN 1-868-49144-7.

MIRTH, Christen, 2005. *Ecdysteroid control of metamorphosis in the differentiating adult leg structures of Drosophila melanogaster*. *Developmental Biology* [online]. 278(1), 163-174 [cit. 2023-03-24]. ISSN 00121606. Dostupné z:
<https://doi.org/10.1016/j.ydbio.2004.10.026>

MONTREUIL, OLIVIER, et al. 2000. *Cladistic systematics of the genus Amphimallon (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae)*. *European Journal of Entomology*, [online] 97.2: 253-270. ISSN 1210-5759. Dostupné z:
<https://www.eje.cz/pdfs/eje/2000/02/17.pdf>

MOUREK, Jan, LIŠKOVÁ Eva, 2010. *Biologické sbírky - metody sběru, preparace a uchovávání: příručka k projektu Alma Mater Studiorum*. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-450-1.

NEDVĚD, Oldřich, 2013/2. *Broučí tlapka pod vodou*. *Vesmír* 92, 79. ISSN 1214-4029. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2013/cislo-2/brouci-tlapka-pod-vodou.html>

NIEDEREGGER, Senta, Stanislav GORB a Yuekan JIAO, 2002. *Contact behaviour of tenent setae in attachment pads of the blowfly Calliphora vicina (Diptera, Calliphoridae)*. *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral*

Physiology [online]. 187(12), 961-970 [cit. 2023-03-27]. ISSN 0340-7594. Dostupné z: doi:10.1007/s00359-001-0265-7

OBENBERFER, Jan, 1952. *Entomologie I.*, Praha, Přírodovědecké vydavatelství.

OBENBERGER, Jan, 1955. *Entomologie*. Praha: ČSAV. Práce Čs. akademie věd.

PRŮM, Bettina, Robin SEIDEL, Holger Florian BOHN a Thomas SPECK, 2012. *Impact of cell shape in hierarchically structured plant surfaces on the attachment of male Colorado potato beetles (Leptinotarsa decemlineata)*. Beilstein Journal of Nanotechnology [online]. 57-64 [cit. 2023-03-26]. ISSN 2190-4286. Dostupné z: doi:10.3762/bjnano.3.7

PRUNA, W., GUARDERAS, P., DONOSO, D.A. and BARRAGÁN, Á, 2019. *Life Cycle of Lucilia Sericata (Meigen 1826) Collected from Andean Mountains*. Neotropical Biodiversity, vol. 5, no. 1 ProQuest Central; Publicly Available Content Database. doi: <https://doi.org/10.1080/23766808.2019.1578056>

RIVNAY, E. 1928. "External Morphology of the Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa Decemlineata* Say)." Journal of the New York Entomological Society, vol. 36, no. 2, pp. 125–45. JSTOR, [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/25004248>

ROSINA, Jozef, Jana VRÁNOVÁ a Hana KOLÁŘOVÁ, 2021. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory. 2.*, doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-2526-5.

ROSS, H. H., 1966. *How to collect and preserve insects*, (Eighth Printing), [online]. Dostupné z: <https://www.gutenberg.org/files/59883/59883-h/59883-h.htm>

SALOMON, Jordan & HAMER, Sarah & SWEI, Andrea, 2020. *A Beginner's Guide to Collecting Questing Hard Ticks (Acari: Ixodidae): A Standardized Tick Dragging Protocol*. International Journal of Insect Science (2020) 20(6): 11; 1–8. DOI: 10.1093/jisesa/ieaa073

SCHAUFF, M. E., 2001. *Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools*. Systematic Entomology Laboratory, USDA, Washington. Dostupné z: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/ad_hoc/12754100CollectingandPreservingInsectsandMites/collpres.pdf

SCHREIER, H.W., D. GARCIA a M.A. SUTTON, 2004. *Advances in Light Microscope Stereo Vision. Experimental Mechanics* [online]. 44(3). ISSN 17412765. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02427894>

ŠULC, Miroslav. *I. Mechanika tekutin* [přednáška]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, 29. 9. 2021.

TUF, Ivan H., 2013. *Praktika z půdní zoologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3479-7.

TYC, Tomáš, 2009. *Povrchové napětí všude kolem nás*. Věda & výzkum | věda.muni.cz. Magazín M: Zprávy z MUNI | em.muni.cz [online]. Dostupné z: <https://www.em.muni.cz/veda-a-vyzkum/1654-povrchove-napeti-vsude-kolem-nas>

WEYDA, František, 2007. *Mikrosvět a jeho zobrazení*. OBILNÁŘSKÉ LISTY Časopis pro agronomy nejen s obilnářskými informacemi [online]. XV.(1). ISSN 1212-138X. Dostupné z: https://www.vukrom.cz/userfiles/files/obilnarske_listy/2007/2007_1/1_2.pdf

ZAHRADNÍK, Jiří. *Brouci*. Ilustroval Květoslav HÍSEK. Praha: Aventinum, 2020. ISBN 9788074421181

ZHANG, Yan, He HUANG, Xiangyang LIU a Luquan REN, 2011. *Kinematics of Terrestrial Locomotion in Mole Cricket Grylotalpa orientalis*. Journal of Bionic Engineering [online]. 8(2), 151–157. ISSN 1672-6529. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/S1672-6529\(11\)60013-9](https://doi.org/10.1016/S1672-6529(11)60013-9)