

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
PEDAGOGICKÁ FAKULTA  
KATEDRA BIOLOGIE

**Výukový program o mravencích zaměřený na žáky ZŠ**

Nikola Papežová

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Tomáš Ditrich, Ph.D.

2014

**Poděkování:**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce RNDr. Tomáš Ditrichovi, Ph.D. za věcné rady a připomínky k tvorbě bakalářské práce, Bc. Andree Dvořákové, DiS. za jazykovou úpravu textu. Zvláštní poděkování patří Jitce Davidové. Též velmi děkuji mé rodině a příteli za podporu.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejné přístupové části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu výsledky obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum: 27.4 2014

Podpis studenta:

## **Anotace**

Bakalářská práce s názvem Výukový program o mravencích zaměřený na žáky ZŠ je návrh přírodovědná výukové trasy. Ta by měla sloužit nejen pro širokou veřejnost, ale i jako doplněk k výukovým metodám přírodopisu pro 2. stupeň základních škol a tomu odpovídající ročníky víceletých gymnázií.

V první části popisují vyučovací metody a formy při využívání naučných stezek, dále se zaměřuji na typy, členění a historii naučných stezek v České republice a zároveň i na využití naučných stezek pro děti. Jedna z částí se zabývá charakteristikou mravenců.

Obsahem druhé části bakalářské práce je návrh deseti textů jednotlivých zastavení a pracovních listů. Panely navíc poskytují řadu informací o životě mravenců. Naučná stezka je pak pojmenovaná „Po stopách mravenců“.

Cílem práce je přiblížit svět mravenců a tím i u lidí probudit větší zájem o přírodu.

## **Anotace**

This bachelor thesis is called Educational program about the ants focused on the students of elementary schools as a proposal of science educational paths. The educational paths should be used for general public as well as complement of teaching science for the second level of Primary school and for the adequate classes of High schools.

In the first part of my bachelor thesis I tried to describe a teaching methods and some forms of using educational paths.

Additionally, I consider on the types, distinguish and a history of educational paths in the Czech Republic and using of the educational paths for children. One part of the thesis draws attention on general characteristics of the ants.

The second part of my bachelor thesis contents the proposal of the texts of individual stations and working sheets. I suggested a text for the ten stations. These stations give information about the life of the ants. The educational path is called „In the footsteps of the ants“.

The aim of my thesis is drawing attention to the world of the ants and by this way I would like to arouse interest for people who are interested in the nature.

# Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Literární přehled</b> .....	<b>2</b>
2.1. Vyučovací metody a formy při využití naučných stezek .....	2
2.1.1. Výukový program .....	2
2.1.2. Vyučovací formy .....	4
2.2. Naučné stezky .....	5
2.2.1. Smysl a funkce naučných stezek .....	6
2.2.2. Historie naučných stezek .....	7
2.2.3. Typy naučných stezek .....	7
2.2.4. Budování a údržba naučných stezek .....	8
2.2.4.1. Projekt naučná stezka .....	8
2.2.4.2. Výběr trasy .....	9
2.2.4.3. Úprava trasy .....	9
2.2.4.4. Vybavení naučné stezky – turistické značení .....	9
2.2.4.5. Vybavení naučné stezky – vysvětlující panely .....	10
2.2.4.6. Speciální vybavení a průvodcovské publikace .....	10
2.2.4.7. Údržba naučné stezky .....	11
2.2.5. Propagace naučné stezky .....	11
2.2.6. Využití naučné stezky pro děti .....	12
2.3. Mravenci .....	12
2.3.1. Taxonomie .....	12
2.3.2. Morfologie .....	13
2.3.2.1. Hlava .....	13
2.3.2.2. Hrud' .....	14
2.3.2.3. Zadeček .....	14
2.3.3. Anatomie .....	15
2.3.3.1. Kostra .....	15
2.3.3.2. Svalstvo .....	16
2.3.3.3. Trávicí soustava .....	16
2.3.3.4. Oběhová soustava .....	16
2.3.3.5. Dýchací soustava .....	17
2.3.3.6. Nervová soustava .....	17

2.3.3.7. Pohlavní soustava .....	18
2.3.4. Kastovní systém .....	18
2.3.5. Nová kolonie .....	19
2.3.6. Vývoj mravence .....	21
2.3.6.1. Vývoj pohlavních jedinců .....	21
2.3.6.2. Vývoj nepohlavních jedinců .....	21
2.3.7. Funkce mravenců .....	22
2.3.8. Mraveniště .....	22
2.3.9. Komunikace .....	23
2.3.10. Potrava .....	25
2.3.11. Mezidruhové vztahy .....	27
2.3.11.1. Mravenec versus mravenec .....	27
2.3.11.2. Mravenec versus jeho hosté .....	28
2.3.11.3. Mravenec versus rostliny .....	32
2.3.12. Ekologický význam .....	33
2.3.13. Ohrožení .....	35
<b>3. Metodika .....</b>	<b>37</b>
<b>4. Vlastní projekt naučné stezky .....</b>	<b>38</b>
4.1. Obecné informace .....	38
4.2. Texty jednotlivých zastavení .....	38
4.2.1. Zastavení č. 1 - Mravenci .....	38
4.2.2. Zastavení č. 2 - Založení nové kolonie .....	40
4.2.3. Zastavení č. 3 - Voňavá slova .....	43
4.2.4. Zastavení č. 4 - Potrava .....	45
4.2.5. Zastavení č. 5 - Mravenčí sídliště .....	46
4.2.6. Zastavení č. 6 - Vývoj a funkce mravenců .....	48
4.2.7. Zastavení č. 7 - Mravenci parazitující na mravencích .....	51
4.2.8. Zastavení č. 8 - Soužití mravenců s rostlinami .....	53
4.2.9. Zastavení č. 9 - Mravenci a jejich hosté .....	55
4.2.10. Zastavení č. 10 - Význam a ohrožení mravenců .....	57
<b>5. Diskuze .....</b>	<b>59</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>61</b>
<b>7. Seznam použité literatury .....</b>	<b>62</b>

# 1. Úvod

Příroda není pouze dekorací a kulisou lidské zábavy, ale zároveň nabízí spoustu příležitostí k zamyšlení, bádání i studiu. Především toto by si měli uvědomovat zejména rodiče a vést své děti k poznávání přírodních krás, poněvadž v dnešní uspěchané době už ztratila pojem o tom co to příroda vlastně je. Neví, jak se k ní chovat, ani jak se v ní pohybovat. Skoro veškerý volný čas tráví u počítače, televize nebo jiné elektroniky. Rodina by si tak měla najít společný čas, který stráví na výletě či procházce.

Tak vznikla myšlenka na téma mojí bakalářské práce. Hlavním smyslem stezky je snaha o vytvoření vztahu nejen mezi dětmi a přírodou, ale zároveň i mezi přírodou a dospělými a vést určitým způsobem k jejímu poznání. Protože výchova a výuka, která proběhne přímo v přírodě, je pro děti zcela tou nejnázornější.

*„Každý člověk je o to lepší a ušlechtilejší, oč více si váží přírody. Kdo si váží přírody, ten ji i miluje. Láska k přírodě by se měla vštěpovat dětem v rodinách i ve škole jako jedna z nejvzácnějších vlastností člověka.“*

Jan Ámos Komenský

Na mnoha místech v České republice jsou budovány stále nové naučné stezky, které nejčastěji popisují okolí a přírodní zvláštnosti v místech kudy jsou vedeny. Chtěla jsem, aby se moje naučná stezka od ostatních odlišovala, a tak jsem si zvolila téma mravenci (*Formicidae*). K tomuto výběru mě inspirovala moje oblíbená dětská knížka od Ondřeje Sekory – Knížka Ferdy Mravence. Jeho postava zvolna prostupuje několika generacemi. Tuto knihu a ještě další o dobrodružstvích Ferdy Mravence jsem použila jako doplněk k textům na informačních tabulích. Čtenář se zde seznamuje především se skutečností, jak to v mravenčí říši funguje, a kde je O. Sekora uváděl v omyl nebo naopak.

## 2. Literární přehled

### 2.1. Vyučovací metody a formy při využití naučné stezky

#### 2.1.1. Výukový program

Převažuje dojemná pověra, že znalostí stále většího množství faktů se dosáhne poznání reality. Do hlav studentů se vtloukají stovky nesouvislých faktů bez vzájemného vztahu, jejich čas a energii zabírá učení se čím dál většimu množství informací, takže mají málo času na myšlení. Je jisté, že myšlení bez znalosti faktů zůstává prázdné a neskutečné, ale pouhé „informace“ mohou být pro myšlení právě tak překážkou jako jejich nedostatek (Fromm, 1993).

Výukový program je interaktivní výchovně vzdělávací lekce, jejímž cílem je upevnění, prohloubení a rozšíření učiva všech stupňů škol v souladu se školními vzdělávacími programy. Výukový program probíhá zpravidla mimo budovu školy, tj. ve středisku zájmového vzdělávání, ve středisku ekologické výchovy, v přírodě apod. (Máchal, 2007).

Úkolem výukového programu je přiblížit žákům různorodá témata přitažlivou a zábavnou formou. Smyslem programu je vedení dětí k samostatnému myšlení, žáci tak získají prožitky, vlastní zkušenosti a nové vědomosti, kterým lépe porozumí a snáze si je zapamatují. Můžeme se v nich setkat s praktickými úkoly, hry, dovednostmi a činnostmi, které jsou založeny na aktivní činnosti žáků. Většinou se nekonají přímo ve škole (není to ale vyloučeno, mohou se konat i tam), ale v prostorách střediska ekologické výchovy, domů dětí a mládeže nebo celý program je realizován v přírodě, kde se účastníkům naskýtá možnost pozorovat nejrůznější děje a jevy v přirozeném prostředí (Cermanová, 2004).

Díky výukovým programům se v dětech probouzí přátelský vztah k přírodě, touha pronikat do souvislostí přírodních dějů a v neposlední řadě rozvíjí jejich fantazii a představivost.

Výukové metody nejčastěji používané ve výukových programech (klasifikace je sestavena podle Zormanové (2012):

- Metody slovní
  - Monologické metody (vysvětlování, výklad, přednáška, ...)
  - Dialogické metody (rozhovor, dialog, diskuse, ...)



- Metody práce s učebnicí, odbornou knihou, textovým materiálem a pracovními listy
- Metody názorně demonstrační
  - Pozorování předmětů a jevů
  - Předvádění (předmětů, činností, pokusů, modelů)
  - Demontrace statických obrazů
- Metody praktické
  - Návčik pohybových a pracovních dovedností
  - Laboratorní činnosti žáků
  - Grafické a výtvarné činnosti
- Metody z hlediska aktivity samostatných žáků
  - Metody sdělovací
  - Metody samostatné práce žáků
  - Metody badatelské, výzkumné, problémové
- Aktivizující metody
  - Diskuzní metody
  - Situační metody
  - Inscenační metody
  - Didaktické hry
  - Specifické metody

Druhy výukových programů podle Tomana (2002) můžeme rozdělit:

- Podle typu školy
  - Mateřské školy
  - Základní školy
    - 1. stupeň
    - 2. stupeň
  - Zvláštní školy
  - Střední školy
  - Vysoké školy
- Podle opakování
  - Jednorázové – jde o ucelený program v rámci jednoho dopoledne, bývá zaměřen na jedno téma

- Cyklický – několik programů tvoří celek – cyklus, žáci by měli absolvovat všechny jeho části, aby snaha organizátorů byla úplná
- Podle zaměření
  - Odborné – objasnění nějakého jevu, např. z botaniky, zoologie, ekologie apod.
  - Simulační hry – navozují skutečnou situaci, děti jsou představeny před problémem a musí ho vyřešit
  - Tvořivá dramatika – rozvoj tvořivosti, představivosti, vyjadřování a komunikačních dovedností
  - Smyslové vnímání přírody

Dále se výukové programy třídí podle míry návaznosti na vyučovací osnovy, klasifikace je podle Máchala (1996):

- Výukové programy přímo navazující na určité téma osnov – využívají se jako motivační před vlastním probíráním tématu ve škole, nahrazují výklad ve škole nebo procvičují a rozšiřují již probrané učivo
- Komplexnější výukové programy – navazují na znalosti a dovednosti žáků získané ve více tematických okruzích i různých předmětech, prakticky je procvičují, rozšiřují a upevňují
- Specializované výukové programy – na osnovy navazují pouze volně, věnují se konkrétním problémům životního prostředí s cílem přispívat k utváření proekologických hodnotových orientací a zaměřovat aktivitu žáků žádoucím způsobem

### **2.1.2. Vyučovací formy**

Vyučovací forma je způsob organizace výuky vztahující se k uspořádání prostředí. Jedná se o stanovený způsob organizace výuky, který podléhá vývojovým a pedagogickým tendencím a rovněž způsob organizace činností vyučujícího a žáků nebo způsob organizace vyučování učitele a učení žáků (Podroužek, 2009 in Hůlová, 2010).

Vycházky a exkurze probíhají mimo školní budovu např. při procházení naučné stezky a jsou velmi důležitou organizační formou vyučování. Jejich význam spočívá v účasti dětí v přirozeném prostředí, žáci poznávají běžné kulturní, společenské a přírodní prostředí v terénu, poznávají vztahy, pozorují jevy a procesy v krajině nebo

v ekosystému. Vycházky i exkurze žáka aktivují, rozvíjejí pozorovací schopnosti a myšlení, dodávají prostor k objasnění a procvičení učiva, umožňují smyslové vnímání, jsou důležitým prostorem k vytváření mezipředmětových vztahů, vychovávají ke kulturnímu dědictví a správnému vztahu k přírodě, jsou také vhodné ze zdravotních důvodů. Vycházky bývají často využívány v jednotlivých ročních obdobích tzv. fenologické vycházky.

Obsah vycházky může mít charakter *monotematický* – žáci poznávají jeden proces, problém nebo jev, *polytematické (komplexní)* – hledání souvislostí mezi pozorovanými jevy a objekty nebo mají *integrovaný charakter* tj. více předmětové – zde jsou využívány mezipředmětové vztahy, obsah jiných předmětů jsou součástí cílů vycházky. Vycházky do vyučovacího procesu můžeme zařadit *v úvodu* (motivace k nové látce), *průběžně* (doplnění a konkretizace učiva) a *na závěr* (opakování, ověření teoretických poznatků a prohloubení učiva).

Hlavními přínosy vycházek pro žáky je *efektivní učení* – získané poznatky vlastní činností si žáci mnohem trvaleji zapamatují, *rozvíjí klíčové kompetence* žáků – další osvojení dovedností (např. týmová spolupráce, organizace práce, komunikační dovednosti, řešení problémů) a *integrace témat* z jiných předmětů.

Pro správný průběh vycházky je důležitá příprava nejen učitele, ale i žáků a dále pak provedení této vyučovací formy.

Na vycházce po naučné stezce lze prakticky využít všech vyučovacích metod slovních, demonstračních, tvořivých, metod využívajících smysly, práci s textem, bezprostřední manipulace s přírodninami, metody výzkumné, problémové, projektové, kooperativní a zážitkové pedagogiky.

Dalšími formami výuky vedle vycházek a exkurzí, které probíhají mimo školu, jsou také projekty, expedice a geocaching. Tyto formy znají děti spíše z televize, ale fyzicky se s nimi nesetkávají, jsou pro ně lákavé, dobrodružné a ve školním prostředí výjimečné (Region, 2012).

## **2.2.Naučné stezky**

Naučné stezky jsou vyznačené výchovně vzdělávací trasy vedoucí přírodně i kulturně pozoruhodnými územími a oblastmi. Na nich a při nich jsou vybrány některé

významné objekty a jevy, které jsou na určených zastaveních zvlášť vysvětleny (Čeřovský a Záveský, 1989).

Naučné stezky jsou jedním kamínkem z mozaiky možností, jak lidem pomoci přírodu znovu objevit a porozumět jí (Klonfarová, 1999 in Kalná, 2007).

Naučná stezka by neměla být jen katalogem přírodnin. Má poukazovat na vzájemné vztahy v přírodě, historické momenty vývoje přírody, krajiny a zásahy člověka s nimi spojené. Hlavní z cílů naučných stezek je aktivizovat návštěvníka, vzbudit zájem o přírodu, popřípadě tento zájem posílit, ukázat přírodu jako základní složku životního prostředí. Naučné stezky jsou velmi vhodné k ekologické výchově a aktivizaci dětí a mládeže (Čeřovský a Záveský, 1989).

### **2.2.1. Smysl a funkce naučných stezek**

Smyslem naučných stezek je, že pomáhají vychovávat člověka k ochraně životního prostředí, ať už v chráněných oblastech nebo mimo ně. Naučné stezky plní výchovně-vzdělávací funkci pomocí vysvětlujících panelů, ty v terénu nahrazují odborného průvodce.

Přírodovědné naučné stezky plní tyto funkce (Friedlová, 1991 in Příhodová, 2008):

- *Informační:* stezka poskytuje poučení o přírodě a způsobech její ochrany, o vývoji určité sledované oblasti, o zajímavostech okolí stezky, o hospodářské činnosti člověka, o složení přírodních společenstev.
- *Výchovně – vzdělávací:* učí praktické ochraně přírody, všímá si vzájemného vztahu živé a neživé složky ekosystému i vzájemných vztahů organismů, rozvíjí a doplňuje poznatky získané ve škole. Upozorňuje na negativní působení člověka.
- *Vybízející:* vede návštěvníky záměrně k aktivní účasti na ochraně přírody naší vlasti, bojuje proti lhostejnosti, apeluje na svědomí a uvědomělost návštěvníků a jejich citový postoj k přírodě a k živým organismům.
- *Estetická:* stezka ukazuje krásné a neopakovatelné přírodní prostředí, vhodně doplněné udržovanými panely se zdařilou grafickou úpravou. Vychovává k vnímání krásy přírody, poukazuje na krajínotvornou funkci zeleně.
- *Motivační funkce:* zajímavými údaji, které můžeme při návštěvě doplnit přírodovědnou hrou a úkoly na trase souvisejícími s pozorováním přírody, se

vzbuzuje zájem o samotnou stezku i o ochranu přírody a vyvolává ochotu spolupodílet se na budování.

- *Propagační:* naučné stezky propagují prospěšnou činnost dobrovolných ochránců přírody i profesionálních pracovníků ochrany přírody a její význam v současné době. Vyzdvihují kladný vztah člověka k přírodě.
- *Didaktická:* učí způsobům i ověřeným postupům při praktické ochraně přírody a zlepšování životního prostředí. Ukazuje například způsoby péče o staré stromy. Seznamuje s metodami práce státní ochrany přírody.
- *Komplexní působení:* naučné stezky podchycují více lidských zájmových oblastí a činností, mají vlastivědnou a turistickou náplň, zahrnují zajímavosti z archeologie či astronomie a vedou tak ke komplexnímu poznání přírody.“

### **2.2.2. Historie naučných stezek**

První naučné stezky byly jako přírodní obdoba organizovaných prohlídek památkových objektů.

Jako první naučná stezka byla u nás otevřena ke Dnům ochrany přírody 1965 ve státní přírodní rezervaci Medník na Sázavě ve Středočeském kraji. Velká část naučných stezek státní ochrany přírody vede chráněnými územími přírody různých kategorií. Řada stezek však vede na celé trase nebo její větší části nechráněnou volnou krajinou. Zřizování naučných stezek státní ochrany a přírody není tedy omezeno jen na chráněná území (Čeřovský a Záveský, 1989).

V České republice je jich kolem 700 (pravděpodobně ještě víc), a stále přibývají další (Naučnou stezkou, 2014)

### **2.2.3. Typy naučných stezek**

Naučné stezky můžeme dělit podle různých kritérií:

- Způsobu obsluhy (Čeřovský a Záveský, 1989)
  - S průvodcovskou službou – návštěvníky po trase doprovází osoba obeznámena s danou problematikou a podává jim výklad
  - Samoobslužná naučná stezka – návštěvník jde po trase sám a vysvětlení je mu poskytováno z informačních panelů nebo průvodcovských brožurek
  - Stezka s kombinovaným výkladem – kombinace dříve psaných dvou způsobů obsluhy

- Délka trasy (Čeřovský a Záveský, 1989)
  - Krátké trasy – do 5 km, obsahově bohaté, zpravidla okružní
  - Středně dlouhé trasy – nejčastěji 5-15 km, s poměrně bohatou obsahovou náplní, buď okružní, nebo s různým výchozím místem a cílem
  - Dlouhé trasy – přes 20 km, vlastivědně turistického charakteru, někdy rozdělené na etapy
- Podle zaměření (Kalná, 2007)
  - Monotematické – zaměřené na jednotlivé objekty neživé přírody, památkářské, historické zahrady, parky, sady či arboreta atd.
  - Polytematické (kombinované) – vyskytují se ve většině případů, např. historicko kulturní, přírodovědné, ochránářské
- Podle cílových skupin (Kalná, 2007)
  - Pěší, cyklistické, vodácké nebo pro osoby s omezenou schopností pohybu
  - Dále pak rozlišujeme, zda jsou určeny pro děti a mládež, širokou veřejnost či pro osoby se smyslovým, fyzickým nebo mentálním postižením

#### **2.2.4. Budování a údržba naučných stezek**

Na naučných stezkách má být co vidět, musí být využit kulturně výchovný potenciál území neboli obsahový fond krajiny. Důležitá je přitažlivost a názornost jevů, objektů, které jsou interpretovány.

Naučné stezky není možné vybudovat všude. Je možné vytvořit na turisticky značených cestách, ale ne všechny turistické trasy jsou vhodné k vytvoření naučné stezky. Nebo objevit neznámá místa mimo značené cesty, zpřístupnit naučnou stezkou a výchovně využít (Čeřovský a Záveský, 1989).

##### **2.2.4.1. Projekt naučné stezky**

Chceme-li zbudovat novou naučnou stezku, neobejdeme se bez písemného projektu. Projekt podle Čeřovského a Záveského (1989) má obsahovat:

- Poslání – co se sleduje zřízením dané naučné stezky
- Stručný popis – východiště, průběh, cíl
- Zastavení – pořadový výčet zastavení, lokalizace, tematika, interpretace

- Vyznačení a úprava trasy – zvolená značka (značka naučné stezky, běžná turistická značka), potřebné technické úpravy na trase (zpevnění povrchu stezky, vybudování můstků přes potok apod.)
- Způsob výkladu – učení typu stezky a formy výkladu
- Provoz naučné stezky – využití, případně jeho speciální formy, řízení provozu, údržba
- Přílohy – mapka nebo plánec s vyznačenou trasou a místy zastavení, dalšími přílohami mohou být – návrhy výtvarného řešení vysvětlujících tabulí, návrhy textů k jednotlivým místům zastavení atd.

#### **2.2.4.2. Výběr trasy**

Volba trasy musí umožnit její jednoznačné vyznačení, aby se návštěvníci stezky dobře orientovali a nebloudili. Obtížným místům (strmé stráni, skalnímu srázu, přechodu přes vodu apod.) se vyhýbáme, nebo v projektu musíme pamatovat na jejich překonání (stupně, žebřík, můstek aj.). Na místech zvolených zastavení by měl být dostatečně velký prostor, neboť je třeba počítat s hromaděním návštěvníků.

Důležitá je také volba výchozího místa naučné stezky. Mělo by být dostupné veřejnými dopravními prostředky i individuálními vozidly. Dáváme přednost okružní trase, tedy s cílem ve výchozím místě. Není-li trasa okružní, snažíme se stezku vybudovat tak, aby se dala procházet oběma směry (Čeřovský a Záveský, 1989).

#### **2.2.4.3. Úprava trasy**

Jak píše Čeřovský a Záveský (1989), při budování naučných stezek je nejlepší držet se v co největší míře stávajících cest, pěšin apod. V řadě případů jsou však nezbytné některé úpravy nezapomínáme na zastavení, vyhlídky, na odpočívadla se sedátky, stolky, případně i přístřešky pro případ náhlého deště.

#### **2.2.4.4. Vybavení naučné stezky – turistické značení**

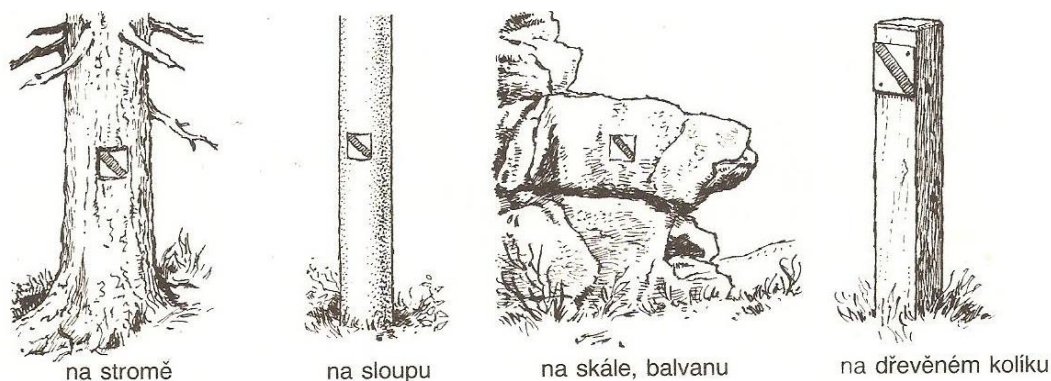
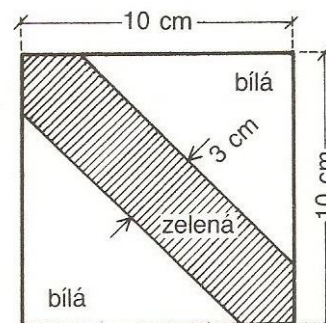
Smluvená turistická značka naučné stezky je bílý čtverec celkového rozměru 100 x 100 mm se zeleným pruhem o šířce 30 mm vedeným úhlopříčně z levého horního do pravého dolního rohu značky, s mezerou asi 5 mm mezi zeleným pruhem a oběma jím vytvořenými bílými trojúhelníky (obr. 1).

Značky se umísťují vzájemně na dohled ve směru prohlídky. Jsou jak značky malované (na stromy, skály apod.) nebo zhotoveny z plechu či papíru zalisovaného

v umělé hmotě a upevňují se na dřevěný sloupek nebo kovovou tyč (obr. 2). Pokud celá naučná stezka vede po existující turistické cestě, ponechá se jako základní značka turistické cesty (Čeřovský a Záveský, 1989).

Vyznačení naučné stezky v terénu zajišťují značkaři z KČT (Klub českých turistů). Naučné stezky by měly být také vyznačeny v cyklistických či turistických mapách.

Obrázek č. 1: Turistické značení (převzato z: Stezky z přírodě)



Obrázek č. 2: Typy umístění turistické značky (převzato z: Stezky k přírodě)

#### 2.2.4.5. Vybavení naučné stezky – vysvětlující panely

Samoobslužný výklad na místech zastavení může být podán na vysvětlujících tabulích – panelů umístěných přímo v terénu. Technika provedení bývá různá. Nejčastěji se jako podklad používá dřevo (Čeřovský a Záveský, 1989). Zvolený materiál by se měl co nejvíce hodit do přírodního prostředí a nepůsobit v něm rušivě, mít vysokou životnost, nízké náklady na pořízení a údržbu a měl by být odolný proti přírodním vlivům.

Nejlepší kombinací k použití na panel je text s obrazem. Málo atraktivní jsou tabule přeplněné drobným nahuštěným textem. Text na vysvětlujících tabulích musí být jasný, stručný, srozumitelný. Vyhýbáme se zbytečnému používání cizích slov a nahrazujeme je odpovídajícími českými termíny, popřípadě odborný cizí termín vysvětlíme. Nepoužíváme dvojznačné formulace. Text musí zaujmout především zajímavostí podávané informace. Obsah vysvětlující tabule musí být pro návštěvníka naučné stezky skutečným přínosem.



Z uvedených rad vyplývá, že zpracování vysvětlujících tabulí je rozhodně didakticky náročný úkol (Čeřovský a Záveský, 1989).

#### **2.2.4.6. Speciální vybavení a průvodcovské publikace**

K modernímu vybavení naučných stezek patří dětská hřiště (slouží nejen pro zábavu dětí, ale také pro učení se novým druhům pohybu a soužití v kolektivu vrstevníků), terénní expozice, výukový materiál, audio a video nahrávky, hry, úkoly, otázky, soutěže, dalekohledy, pozorovatelný a vyhlídkové věže.

Na několika naučných stezkách jsou k dispozici pracovní listy, které jsou převážně využívány k výukovým programům organizovaných zejména pro školní kolektivy. V průběhu putování po naučné stezce plní děti rozličné úkoly a vyhledávají odpovědi. Návštěvníci si poutavou formou procvičí, zopakují, prohloubí a upevní poznatky nabyté během návštěvy naučné trasy (Kalná, 2007).

Tištěné průvodcovské publikace po naučných stezkách vydávají správy NP, CHKO, obce, kraje a ekologická centra. Průvodcovská brožura má část textovou a obrazovou. Neměl by chybět seznam literatury, v níž návštěvník najde další poučení. Nezbytnou součástí každé průvodcovské brožury je mapa nebo alespoň plánec. Dobré je zařadit do průvodcovské publikace aktivizující doplněk např. soutěžní kvíz. Vhodný je i zvláštní metodický průvodce po naučných stezkách pro pedagogy – jako příloha či doplněk k základnímu průvodci (Čeřovský a Záveský, 1989).

#### **2.2.4.7. Údržba naučných stezek**

Jakmile tvůrci naučnou stezku připraví, vybudují a dají do provozu, dopouští se omylu, když se domnívají, že tím je práce hotová. Naučná stezka se musí stále udržovat – značení, vybavení, technický stav. Je třeba pečovat o úpravnost naučné stezky a jejího okolí. Vždycky se najdou návštěvníci, kteří odhodí odpadky do volné přírody, i kdyby bylo na stezce dostatek odpadkových košů (Čeřovský a Záveský, 1989).

#### **2.2.5. Propagace naučných stezek**

Vznikne-li naučná stezka, je samozřejmě třeba, aby se o tom veřejnost, pro niž je určena, dověděla. K tomu slouží propagace naučné stezky. Zprávy – kratší i delší – se objeví v denním tisku, populárních i odborných časopisech, rozhlase, televizi, internetu a akcích pro veřejnost. Každá naučná stezka se zpravidla předává do užívání slavnostním otevřením. Už sám tento akt je významnou propagací nejen naučné stezky.

Trvalým upozorněním na naučné stezky jsou poutače, tabule umístěné ve významných turistických bodech, na nádražích a autobusových zastávkách atd. (Čeřovský a Záveský, 1989).

### **2.2.6. Využití naučných stezek pro děti**

Využití naučných stezek pro děti a mládež je velmi obsáhlé. V první řadě mají naučné stezky výchovně-vzdělávací charakter. Tento charakter má podobu výchovy k přírodě, ochraně přírody a péči o životní prostředí. Rozhodně by se na naučných stezkách neměly ukazovat jenom kladné a hezké věci. Měli bychom upozorňovat i na záporné jevy, jako je neadekvátní zásah člověka do životního prostředí.

Proto jsou často naučné stezky využívány školními výlety, exkurzemi, ale i místem konání přírodovědných soutěží. Tyto školní naučné stezky jsou v blízkosti škol, jsou krátké a obsahově velmi bohaté. Náplň je koordinována se školními osnovami přírodopisu, biologie, zeměpisu i dalších předmětů.

Naučné stezky slouží i pro mimoškolní zájmovou činnost. Pro zájmové kroužky a oddíly jsou vhodné pro dlouhodobé a pravidelné pozorování jevů a přírodnin na trase stezky během celého roku. Tímto pozorováním si dítě doplňuje své vědomosti a znalosti o přírodě získané ve škole. Toto dlouhodobé pozorování je vhodné i pro pozorování ekologických jevů. Výhodou navštěvování stezky v rámci mimoškolní zájmové činnosti je, že děti mají více času na pozorování než při výuce (Čeřovský a Záveský, 1989; Friedlová, 1991 in Příhodová 2008).

## **2.3. Mravenci**

### **2.3.1. Taxonomie**

Mravenci patří k nejrozšířenějším suchozemským živočichům (Bezděčka a Bezděčková, 2011). Jejich zařazení v systému je Říše: *Animalia* (živočichové), Podříše: *Metazoa* (mnohobuněční), Oddělení: *Triblastica* (třílistí), Pododdělení: *Coelomata*, Kmen: *Arthropoda* (členovci), Třída: *Insecta* (hmyz), Podtřída: *Pterygota* (křídlatí), Řád: *Hymenoptera* (blanokřídlí), Podřád: *Apocrita* (štíhlopasí), Sekce: *Aculeata* (žahadloví), Nadčeleď: *Formicoidea* (mravenci), Čeleď: *Formicidae* (Křístek, 2004) a tu členíme na šestnáct podčeledí (Daňo, 2000). U nás se vyskytují mravenci jen z pěti podčeledí *Ponerinae*, *Proceathinae*, *Myrmicinae*, *Dolichoderinae* a *Formiciana*.

Ve volné přírodě na našem území žije 111 druhů mravenců a dosud popsanych druhů mravenců na celém světě je přes 12 000 (Bezděčka, 2014).

### 2.3.2. Morfologie

Tělo mravenců se skládá ze tří oddílů a to hlava, hrud' a zadeček, stejně jako u ostatních zástupců hmyzu.

#### 2.3.2.1. Hlava

Tvar mravenčí hlavy může být různý (Sadil, 1955). Hlava nese jeden pár tykadel čili *antenna*, které jsou u mravenců vždy lomené, na konci trochu paličkovitě ztlustlé, počet článků je variabilní, od 9 do 13 článků (Obenberger, 1940). Prvnímu článku říkáme násadec neboli *scapus*. Je značně prodloužený, kdežto ostatní část tykadla, tzv. bičík (*funiculus*), je vyvinuta normálně. Konec bičíku je obyčejně ztlustlý v tzv. kyj čili *clavus* (Sadil, 1955). Slouží jako orgán vzájemného dorozumívání, hmatu a čichu. Hlavu dále tvoří oči složené (*oculi*) většinou mají ledvinovitý nebo oválný tvar, tvořený z drobných oček, nazývaných *omatidia*.

Ústní ústrojí mravenců je typické ústrojí kousací. Nejsvrchnější část ústního ústrojí je nepárový svrchní pysk čili *labrum*. Pod ním se pohybují v horizontální rovině proti sobě, jako nůžky nebo kleště, dva páry kusadel. Kusadla svrchního páru se nazývají *mandibuly* a jsou daleko silnější nežli čelisti spodního páru *maxilly*. Mandibuly mravenců jsou různě dlouhé, vždy silné a ostré a na vnitřní straně mají jeden nebo více zoubků – podle druhu. Mandibuly jsou drtiče, tvrdé a pevné kleště, kterými je kořist nebo potrava zachycena, popřípadě protivník sevřen. Potrava se jimi drtí čili mechanicky nahrubo zpracovává. Pod mandibulami leží čelisti (*maxilly*). Dostávají potravu již zhruba zpracovanou shora a zpracovávají ji nadrobno. Mravenci mohou požívat pouze vlhkou nebo kašovitou potravu a proto jejich *maxilly* nejsou nijak zvlášť silné (Obenberger, 1940). *Maxilly* dále slouží k čištění nohou a tykadel (Sadil, 1955).

Pod *maxilami* leží zvláštní jednotný útvar, kterému říkáme spodní pysk čili *labidum*. Je to útvar značně složitý a jeho součást tvoří jazýček neboli *glossa*, která hraje při ohledávání a přijímání potravy značnou roli (Obenberger, 1940).

Poblíž základů mravenčích kusadel ústí navenek mandibulární žláza, pro mnohé druhy mravenců nesmírně důležitý orgán, jehož výměšek slouží mravencům za jakousi maltu nebo lepidlo, neboť ho používají k spojování, tmelení (Sadil, 1955).

### 2.3.2.2. Hrud'

Další důležitou částí mravenčího těla je hrud' (*thorax*), uzavřená, stejně jako ostatní části těla, do pevného článkovaného chitinového krunýře, který tvoří jakousi vnější kostru mravenců. Tato vnější kostra na hrudi se rozpadá celkem na čtyři hlavní oddíly, nazvané *prothorax* (předohrudí), *mesothorax* (středohrudí), *metathorax* (zadohrudí) a *epinotum*, přeměněný zadečkový článek tvořící původně spojení mezi hrudí a zadkem. Svrchní, hřbetní část těchto prstenců nebo kroužků obecně označujeme jako *tergum* (tergit), spodní (břišní) jejich část jako *sternum* (sternit), (Sadil, 1955).

Hrud' nese orgány pohybu a těmi jsou u mravenců jednak nohy, jednak křídla. Křídla jsou orgány jen pohlavních samiček a samců. Křídla jsou dorsální přívěšky druhého a třetího článku hrudního a odborně se jmenují *alae* (Obenberger, 1940). Nohy (*pedes*) mravenců se skládají z pěti samostatných oddílů: z kyčle (*coxa*), dále pak předkyčlí (*trochanter*), stehna (*femur*), holeně (*tibia*) a chodidla (*tarsus*), (Sadil, 1955). Na konci chodidla je dvojitý drápek. První článek tarsální bývá delší a proti němu leží vycházející z konečné části holeně, zvláštní ostruha. Jak tato ostruha, tak i první tarsální článek jsou na vnitřní straně opatřeny zvláštním hřebínkem brv – jsou to orgány čistící (Obenberger, 1940).

Ve třetím hrudním článku je umístěna metapleurální žláza, kde také vyúsťuje na povrch. Její sekret s antiseptickým účinkem je pravidelně nanášen rovnoměrně na celý povrch těla a slouží primárně jako ochrana před mikroorganismy (Seifert, 1996 in Petráková, 2009).

### 2.3.2.3. Zadeček

Zadeček mravenců čili *abdomen* je zpravidla oválného tvaru a prvé dva články vytvářejí jakousi „stopky“ čili *petiolus*. Tato stopka umožňuje velikou pohyblivost zadečku. Na konci zadečku leží uvnitř těla zvláštní jedová žláza (Obenberger, 1940).

U některých mravenců bývá na přední svrchní straně prvního článku zadečku malá rýhová ploška, na kterou dosedá rovněž rýhovaný výběžek *pospetiolu*. Je to tzv. *stridulační orgán*, v podstatě jakýsi ultrasonický přístroj k vysílání zvukových signálů, jimiž se mravenci také dorozumívají. Mravenci jej uvádí v činnost krátkými, rychle se opakujícími pohyby zadečku směrem nahoru a dolů, při nichž se rýhovaná destička tře o výběžek *pospetiolu*. Tím vzniká zvláštní, pro lidské ucho neslyšitelný tón.

Zvlášť důležitou vlastností mravenčího zadečku je roztažitelnost. Jeho jednotlivé články se mohou do sebe zasouvat jako články námořního dalekohledu a jsou spolu spojeny tenoučkou, lehce roztažitelnou, tak zvanou *intersegmentální blankou*.

Ještě zbývá povědět si něco o nejdlehlší (distální) části mravenčího zadečku, která je u mravenčích samic a dělnic často sídlem zvláštního obranného zařízení, žahadla, které má i některý jiný blanokřídlý hmyz. Jeho základem je jedová žláza, uložená u samic a dělnic v zadní ventrální části zadečku. Tato žláza ústí do tzv. jedového měchýřku, v němž se jedovatý výměšek hromadí. V čas potřeby se tento výměšek pomocí rytmických stahů zadečku dostává zvláštním vývodem jedové žlázy do žahadla a odtud do rány.

Její hlavní složkou je kyselina mravenčí (*acidum formicicum*)  $\text{H.COOH}$ , vyskytující se v přírodě dosti často. Jednou z charakteristik této kapaliny je ostrý zápach.

U mravenčích samečků jsou v této zadečkové části uloženy pohlavní neboli kopulační přívěsky. Tyto kopulační přívěsky, ačkoliv jsou nepatrné a měří obvykle jen desetiny nebo setiny milimetru, jsou orgány velmi složité. Slouží jednak jako orgány záchytné, jejichž pomocí se sameček při pohlavním styku chytí patřičné části těla samičky, jednak je jich k samotnému aktu (Sadil, 1955).

### **2.3.3. Anatomie**

#### **2.3.3.1. Kostra**

Vnější kostra (*exoskelet*) tvoří u mravenců vlastní povrch těla a má podobu jakéhosi krunýře, složeného z jednotlivých, těsně spolu spojených plátků nebo destiček, tzv. *skleritů*. Vnější kostra tvoří za živa neobyčejně pevný a nejrůznějším podmínkám mravenčího života dokonale přizpůsobený útvar, který zaručuje spolehlivou ochranu vnitřní orgánům.

Vnitřní kostrou (*endoskelet*) nazýváme nejrůznější, dovnitř mravenčího těla zasahující výběžky a výčnělky exoskeletu. Ty slouží nejen jako vzpěry vnější kostry, ale zároveň působí jako opora pro svalstvo a jiné vnitřní orgány. Podstatnou chemickou součástí mravenčí kutikuly (*cuticule*) je chitin, což je neobyčejně složitá organická látka. Kromě ní zde nacházíme i jiné látky, například různé vosky a uhlovodíky, fenoly nebo bílkoviny.

### 2.3.3.2. Svalstvo

Veškeré svalstvo mravenců je příčně pruhováno. Svaly jsou často mohutně vyvinuté, v mravenčím těle jich je neobyčejně mnoho a jejich síla (výkonnost) je zvláště velká (Sadil, 1955). Mravenčí dělnice unese objekt až 20x těžší než sama váží (Bezděčka, 2000).

### 2.3.3.3. Trávicí soustava

První, hrubé, ale ovšem pouze mechanické zpracování potravy se děje za pomoci kusadel a čelistmi. Odtud se potrava přesouvá dále do dutiny ústní, do tzv. požeráku (*pharyngu*). Následně putuje do vlastního jícnu (*oesophagu*) mravenců. To je poměrně úzká, za to ale dlouhá trubice, která vede od hlavy, přes hrudní a ústí tělní stopkou až do zadečku, kde se pod prvním zadečkovým článkem rozšiřuje a vytváří tzv. vole (*ingluvies*). Za ním postupně následují další oddíly zažívacího traktu: žvýkací žaludek (*proventriculus*), vlastní chylusový, žláznatý nebo také mízní žaludek (*stomachus*, *ventriculus*), tenké střevo (*intestinum*) a posléze konečník (*rectum*).

V tenkostěnném a nadmíru roztažitelném volátku shromažďují totiž mravenci potravu, nejenom pro vlastní potřebu, ale i pro pozdější potřebu svých hladových druhů i stále hladových mravenčích larev, takže tento orgán lze přiléhavě a bez nadsázky nazvat jakýmsi „sociálním“ žaludkem mravenců (Sadil, 1955). Vzájemné krmení mezi dospělci je každodenní samozřejmostí (Žďárek, 1980). Dělnice podnítí svou družku, aby vydávala tekutou potravu, například tím, že natáhne přední nohu a dotkne se její hlavy v oblasti labia (spodního pysku), která u lidí odpovídá zhruba jazyku. Odpovědí na to je dáivý reflex (Hölldobler a Wilson, 1997). Potrava z naplněného volátka jí počne proudit zpět do úst a odtud je opět přijímána druhým mravencem (Sadil, 1955). Jedna druhou krmí tak dlouho, dokud obě nemají stejně. Této výměně tekuté potravy se říká trofolaxe (Žďárek, 1980).

### 2.3.3.4. Oběhová soustava

Krevnímu oběhu u mravenců říkáme „volný“ nebo „otevřený“. Nemají žádné cévní ústrojí, a tak krev, které u hmyzu říkáme hemolymfa neboli krvomíza, obíhá volně tělní dutinou, omývá při čemž jednotlivé orgány. Tím zprostředkovává stálý přísun nezbytných živných látek a zároveň odvádí látky odpadní.

Největší podíl na ustavičném koloběhu (cirkulaci) krve v mravenčím těle má zvláštní tenkostěnná trubice, opatřená po stranách maličkými otvůrky či spíše

skulinkami, tzv. *ostii* a umístěné na hřbetní části zadku. Říkáme jí hřbetní (dorsální) céva a představuje nám vlastně mravenčí srdce. Přední část dorsální cévy, umístěné v hrudi, se nazývá aorta. Srdce, jehož stěny jsou tvořeny kruhovými svaly, se rytmicky stahuje a roztahuje (pulsuje) a tím vyvolává proudění krve (Sadil, 1955).

#### **2.3.3.5. Dýchací soustava**

Hmyzí tělo periodicky zvětšuje svůj objem, nasává při tom do sebe vzduch, který do něho proudí zvláštními a důmyslně proti vnikání prachu chráněnými postranními otvůrkami, tzv. průduchy (*stigmata, spiracula*). Těchto průduchů mají mravenci obvykle deset párů. Můžeme je pozorovat po obou stranách zadečku. Odtud se pak vzduch rozvádí pomocí zvláštního systému trubic, tzv. vzdušnic (*trachejí*) po celém těle. Vzdušnice se uvnitř mravenčího těla všelijak spletitě větví, a pomocí nesčetných droboučkových odnoží, tzv. tracheálních kapilár, větviček a tracheol pronikají jako kořenové vlášení do všech vnitřních orgánů (Sadil, 1955).

#### **2.3.3.6. Nervová soustava**

Na břišní straně těla probíhají od hlavy až na konec zadku dva nervové provazce (*konektivy*), vytvářející v každém tělním článku jeden pár nervových uzlin (*ganglií*), spojených kratičkými příčnými spojnicemi. Mozková uzlina, vlastní mravenčí „mozek“, je v podstatě složen ze tří samostatných složek (*ganglií*) nazvaných *protocerebrum, deutocerebrum* a *tritocerebrum* a je uložena v horní polovině hlavy nad jícnem. Proto se jí též říká ganglion nadjícnové (*supraoesophagiální*). Proti ní leží tzv. uzlina podjícnová (*suboesophagiální*). Obě tyto ganglia jsou spolu kolem jícnu spojena dvěma nervovými provazci (*konektivy*), takže kolem něho vytvářejí jakýsi nervový prstenec. Za nimi pak následuje ventrální řetězec nervový, vlastně spojitá řada ganglií hrudních (*thorakálních*) a zadečkových (*abdominálních*).

Mravenčí mozek se podstatně liší od mozku jiného hmyzu, a to především velikostí. Mozek mravence, zejména mravenčích dělnic, zaujímá podstatnou část zadní poloviny hlavy (Sadil, 1955).

#### **2.3.3.7. Pohlavní soustava**

##### **Samčí**

Základ pohlavních orgánů tvoří párovitá varlata (*testes*), uložena uvnitř zadní části zadečku a spojená úzkými, trubicovitými vývody (*vasa deferentia*) se společným chámovodem (*vesicula seminalis*). Samčí pohlavní buňky (*spermata*), přicházejí do

chámovodu, dostávají se odtud při pohlavním spojení zvláštním vývodem zvaným *ductus ejaculatorids* do tzv. *aedeagu*, vlastního kopulačního orgánu samečků, jehož vnější, distální část tvoří chitinosní penis.

### **Samičí**

Základ tohoto orgánu tvoří párovité vaječníky (*ovaria*), dva nápadně veliké, kompaktní útvary ležící v zadní části zadečku po obou stranách zaživací trubice, skládají se z velkého počtu oddělených vaječných trubic, tzv. *ovariol*. Vajíčka, samičí pohlavní buňky, které vycházejí z ovariol, dostávají se párovými vejcovody (*ovidukty*) nejprve do zvláštního jejich společného vývodu, zvaného společný vejcovod (*oviductus communis*), v jehož zvláštní vychlípenině, položené v předu nahoře, dochází k jejich oplodnění, a odtud pak již putují rozšířenou trubicovitou pochvou (*vagina*) navenek.

Nezbytnou součástí pohlavních orgánů mravenčí samičky je vedle vaječníků, vejcovodů a pochvy ještě jeden zvlášť důležitý orgán. Je to tak zvaný semenný váček (*spermatheca*), spojený jednak se zvláštní párovitou spermathekální neboli přídatnou žlázou, jednak zvláštním kanálkem, zvaným *ductus seminalis*, se společným vejcovodem. Toto zvláštní zařízení umožňuje, aby si samička uchovala v těle dlouhou dobu po spáření dostatečnou zásobu samčího semene, nutné k oplození snášených vajíček. U mravenců dochází totiž k vlastnímu páření jen jedenkrát v životě a pomocí semenného váčku mohou být oplozena i vajíčka, která se vyvinou později a která nebyla ještě při vlastní kopulaci zralá (Sadil, 1955).

#### **2.3.4. Kastovní systém**

Entomologové nazývají mravence eusociální (což znamená „skutečně“ sociální), do této skupiny patří spolu s mravenci ještě vosy, včely a termiti (Hölldobler a Wilson, 1997). Jako tzv. eusociální živočichové představují mravenci vrchol evoluce sociálního hmyzu. Žijí ve vysoce organizovaných společenstvích, v nichž probíhá dělba práce a kooperace při zajišťování základních životních potřeb, a také dělba práce při reprodukci (rozdělení na pohlavní a nepohlavní jedince). Mravenčí kolonie je fascinující ukázkou funkčního propojení různých úrovní biologické organizace, proto bývá někdy označována jako superorganismus (Bezděčka a Bezděčková, 2011). Jejich společenství (kolonie) je tvořena třemi kastami – neplodnými dělnicemi, plodnými královnami a samci (Bezděčka, 2014).



Samečkové jsou (skoro) vždy okřídleni, mají malou hlavu a zadečky dlouhé, štíhlé s genitálními přírůsky na spodních člancích. Oči velmi veliké.

Samičky (plodné) jsou v mládí okřídleny, po spáření křídla ztrácejí. Bezokřídle samičky poznáme po široké hrudi z několika švy oddělených destiček, po stranách hrudi spatříme i stopy po křídlech. Zadeček je značně vyvinutý, veliký a objemný. Samičky bývají zpravidla značně větší nežli dělnice.

Dělnice, jichž počet je vždy relativně značný, poznáme po úzké, štíhlé hrudi a malém zadečku. Také oči bývají menší a očka temenní často scházejí. Tvarově bývají velmi proměnlivé. Nejčastěji mluvíme o mnohotvárnosti (polymorfismu) dělnic. Vyskytují se skoro vždy v téže kolonii dělnice malé a velké a všechny přechody (Soudek, 1922).

### **2.3.5. Nová kolonie**

Rozmnožování je i u mravenců výsadou pohlavní kasty. Okřídlené samičky a samci se rodí většinou jen jednou ročně. V našich zeměpisných šířkách to bývá zpravidla v létě, v nejvhodnější dobu zakládání kolonie (Žďárek, 2013). Lesní mravenci (*Formica rufa*, *F. fusca*, *F. pratensis*) se rojí nejčastěji od května do září (Sadil, 1955).

Svatební obřad se odehrává podle jednoho ze dvou základních scénářů. U primitivních druhů, žijících v nepočetných koloniích, a také u otrokářských a parazitických mravenců se samičky před pářením od hnízda daleko nerozlétávají. Někdy v něm i zůstanou a spáří se s prvním nápadníkem, který přiletí na jejich voňavé zavolání. U většiny mravenců jsou ale svatební rituály okázalejší. Aby nedocházelo k příbuzenským sňatkům, pohlavní jedinci se většinou páří daleko od rodného hnízda.

Pářící shromaždiště volí samečkové. Z různých mravenišť na ně slétají celé mraky a sborově vypouštěným feromonem lákají samičky. S každou návštěvnicí se jich obvykle spáří několik. Vlastní páření mravenců se odehrává na zemi, i když partneři najdou jeden druhého ve svatebním roji ve vzduchu. Samci po spáření hynou. Po svatebním letu oplozené samičky ztrácejí křídla, která už nikdy potřebovat nebudou, a odletí vybudovat první plodovou komůrku svého budoucího mraveniště (Žďárek, 2013). Královna vychová první potomstvo dělnic, aniž by jí po celé týdny či měsíce někdo pomáhal. Pak se náhle během několika dnů tato role změní a dělnice se o ni začínají starat tak, že z ní učiní „stroj na kladení vajíček“, který putuje za dělnicemi

přecházejícími z jedné komůrky či chodby hnízda do druhé (Hölldobler a Wilson, 1997).

Způsob zakládání kolonií je různý, buď nezávisle jednotlivými samicemi (tzv. *haplometróza*) nebo skupinou několika samic (tzv. *pleometróza*) nebo v hnízdech cizích druhů (tzv. *sociální parazitismus*), kde nahrazují hostitelskou královnu nebo se k ní přidružují a jejich potomstvo pak vychovávají cizí dělnice. Podle počtu královen jsou hnízda *monogynní* (s jednou královnou) nebo *polygynní* (s více královnami), (Bezděčka, 2014).

Dělnice typické mravenčí kolonie jsou všechny dcerami stejné královny. Samečci její synové vznikají v době rojení. Žijí až na několik výjimek, které nastávají za zvláštních okolností, pouze několik týdnů či měsíců a nepracují. Královna určuje pohlaví svého potomstva (Hölldobler a Wilson, 1997).

Mravenci jsou totiž tzv. *haplodiploidní*. Z oplozených (diploidních) vajíček se líhnou dělnice, které jsou tím pádem diploidní a z těch neoplozených haploidní samečci (Mihulka, 2009). Tento fenomén jim dovolil dosáhnout jednoho z vrcholů sociálního chování v živočišné říši. Haplodiploidie totiž umožňuje snižovat genotypovou variabilitu příbuzných a je tedy významnou predispozicí k evoluci sociálního chování. Samice blanokřídlého hmyzu jsou diploidní stejně jako drtivá většina ostatních živočichů. Samci jsou ale haploidní, to znamená, že nesou jen jednu sádku chromozomů: každý chromozomový pár je v jejich genomu zastoupen jedním chromozomem. V důsledku toho jsou si sestry navzájem příbuznější, než by byly svým vlastním potomkům samičího pohlaví. Sestry haploidních blanokřídlých mají v průměru 75% DNA totožné (Forman a Král, 2010). V tomto případě je altruistická péče o příbuzné (sourozence (sestry) = ostatní dělnice, resp. plodící matku) výhodnější než péče o vlastní potenciální potomstvo.

### **2.3.6. Vývoj mravence**

Stejně jako ostatní hmyz s tak zvanou proměnou dokonalou procházejí i mravenci před dobou dospělosti třemi stádii individuálního vývoje, a to stádiem vajíčka, larvy a kukly čili pupy. Této postupné proměně tvarové, anatomické a fyziologické říkáme metamorfóza (Sadil, 1955). Královny jsou dlouhověké, u některých druhů rodu *Formica* nebo *Lasius* se mohou dožít i více než dvacet let, dělnice i déle než pět let (Bezděčka, 2014).

### **2.3.6.1. Vývoj pohlavních jedinců**

Již velmi záhy v předjaří kladou samičky první, tzv. zimní vajíčka. Z nich se líhnou malé bílé larvy, které jsou krmeny velmi hodnotnou stravou získávanou z tělních zásob dělnic, nashromážděných již v předchozím roce. Jejich vývoj probíhá velmi rychle, dospějí, zakuklí se a již během asi pěti týdnů jsou z nich toho roční okřídlení pohlavní jedinci, samci i samice, kteří se za pěkného počasí objevují již koncem dubna a v květnu na povrchu hnízd (Bezděčka a kol., 2000).

### **2.3.6.2. Vývoj nepohlavních jedinců**

Po snůšce zimních vajec při povrchu hnízda zalézají samičky do spodních podzemních partií mraveniště, kde setrvávají až do jara příštího roku. Tam kladou již jen tzv. letní vajíčka, z kterých se vyvíjejí pouze dělnice. Mravenčí královna snáší až do zří průměrně asi 30 vajíček za den. O vajíčka se královny nestarají (Bezděčka a kol., 2000). Noví jedinci vznikají z maličkého vajíčka o velikosti asi 0,5 mm (Daňo a kol., 2002). Po čtrnácti dnech se líhnou z vajíček mladé larvy, kterým je věnována rovněž potřebná péče. Jsou beznohé, slepé a bez tykadel a musí být krmeny. Nejsou však holé, jak na první pohled vyhlížejí. Mají zvláštní drobné ochlupení, které jim umožňuje, aby se vzájemně spojily do balíčků a usnadnili tak přenos dělnicím. Potrava, různá ulovená kořist a medovice, je jim donášena z blízkosti hnízda. Dospívají velmi rychle a již asi po deseti dnech se zakuklují (Bezděčka a kol., 2000). Vykrmené larvy mravenců rodu *Formica* musí být před zakuklením zahrabány do země. Tam si upředou kokon a v něm se zakuklí. Pak je chůvy zase vyhrabou, očistí a umístí k ostatním kokonům do jedné ze sušších plodových komůrek (Žďárek, 1980). Velké jarní kukly pohlavních jedinců i malé pozdější kukly dělnic jsou lidově nesprávně nazývány mravenčí vajíčka. Z kukel se líhnou dospělí mravenci asi po čtrnácti dnech a po krátké době, kdy jim zpevní vnější chitinová kostra, se již zapojují do práce v mraveništi (Bezděčka a kol., 2000).

### **2.3.7. Funkce mravenců**

Stejně jako u včel dochází i u mravenčí dělnice během života ke změnám profesí, tedy k *věkovému polyetismu*. Nejmladší dělnice pečují o kladoucí samičky – matky a o plod, později razí chodby a stavějí hnízdo a teprve časem se z nich mohou stát zásobovačky. Mezi průzkumnice se dostanou jen nejzkušenější dělnice, protřelé životem i mnoha profesemi, znalé různé lovecké způsoby, ovládající techniku transportu nejrozmanitější kořisti i stavebního materiálu a schopné orientovat se

i v neznámém terénu. Na sklonku života se nejstarší a nejzkušenější průzkumnice vracejí sloužit do mraveniště. Na jeho povrchu zastávají funkci pozorovatelek. Při mimořádných událostech v teritoriu nebo při jarním probuzení hnízda zajišťují obnovu cest (Žďárek, 2013).

### 2.3.8. Mraveniště

Většina mravenců se zabydluje právě v zemi, kde chodby některých mravenišť sahají do šestnáctimetrové hloubky. Mnozí ale půdu opustili a využívají dutých trnů, stvolů a jiných přírodnin (Žďárek, 1980).

V podstatě rozeznáváme tyto základní typy mravenišť: zemní hnízda, kombinovaná hnízda, hnízda ve dřevě, hnízda v dutinách a kartonová hnízda (Sadil, 1955).

Lesní mravenci si budují charakteristická kupovitá mraveniště (Žďárek, 2013). Jsou to velké stavby rodu *Formica* v chladných částech mírného pásu (Hölldobler a Wilson, 1997) Mohou být výjimečně i dva metry vysoká a mít až pět metrů v průměru. Větší část mraveniště je ale pod zemí a může sahat až dva metry hluboko. Hlína, kterou mravenci při budování podzemního mraveniště, tvoří kolem kupy val. V jádru mraveniště je spleť komor vyztužených větvičkami jako důlní výdřevou. Překrývá ho plášť z jehličí a jiného materiálu, fungující jako voděodolná a zateplovací vrstva termostatu, neboť mravenci se v létě snaží udržovat v jádru víceméně stálou vlhkost a teplotu v rozmezí 25 až 30°C. Teplo vytváří buď metabolicky vlastními tělíčky, nebo pomocí mikrobiálních pochodů. Často jsou vystavěny tak, že v nich dochází k účinné klimatizaci a větrání (Žďárek, 2013).

Hnízda některých druhů rodu *Formica* mají také delší jižní svah, což dále zvyšuje množství pohlcené sluneční energie. Tyto svahy jsou orientovány tak pravidelně, že je místní obyvatelé z Alp po staletí používali jako primitivní kompas (Hölldobler a Wilson, 1997).

S příchodem zimy mravenci utěsní vchody a stáhnou se hlouběji pod zem, kde přežívají v chladové strnulosti (hibernace), (Žďárek, 2013). Je to klidový stav organismu, při kterém je spotřebována jen nepatrná část rezervních tělních zásob (Daňo a kol., 2002). Jakmile vysvitne jarní slunce dělnice i s matkami vylézají houfně na povrch a sluní se. Ohřáté dělnice se jako „teplonoši“ vracejí do nitra mraveniště a tím je postupně prohřívají. Některé se vydají hledat potravu, jiné se zabývají opravami hnízda.

Za příznivých okolností se v jednom mraveništi vystřídá řada generací a hnízdo může prosperovat i několik desítek let.

Základní jednotkou obrovské usedlé společnosti lesních mravenců je kolonie, které říkáme rodinný roj. V rámci mraveniště se pak utvářejí menší samosprávné celky, označované jako dílčí roje. Mezi nimi a mateřskou kolonií nedochází k žádnému nepřátelství a kolonie si mohou vzájemně vyměňovat matky, neboť na obsazeném území jsou všichni mravenci jedna velká rodina neboli monokolonie či unikonie. Teritorium takové „superkolonie“ se může rozkládat na území o rozloze stovek až tisíců čtverečních kilometrů a superstát mohou tvořit miliony hnízd, které se už nemusejí starat o obranu svého teritoria před vetřelci vlastního druhu, ale veškerou energii mohou věnovat shánce potravy pro další překotné množení a dobývání dalšího území (Žďárek, 2013).

### **2.3.9. Komunikace**

Když se potkají dva mravenci, nepodají si ruce, ale tykadla. Tak se pozdraví, jeden druhému představí a pak místo o počasí začnou hovořit o stavu svých žaludků. Ukáže-li se, že jeden ho má zrovna plnější ochotně se s kamarádem rovným dílem podělí. Tento společný styk sociálního hmyzu zprostředkují povrchové feromony (Žďárek, 1980).

Hlavním dorozumívacím prostředkem mravenců jsou chemické látky – feromony, vylučované nejméně deseti žlázami s vývody na různých částech těla. Tato voňavá „slova“ jsou součástí neuvěřitelně bohatého slovníku mravenců. Podle Hölldoblera a Wilsona mravenci používají asi 10 až 20 různých druhů chemických sdělení a každé má svůj určitý obecný význam. Jedna a tatáž látka může mít podle okolností nejrozličnější funkce (Žďárek, 2013). Společenský hmyz dovede podle stupně nebezpečí regulovat i sílu pachu. Drobné problémy vyřeší jen několik nejbližších jedinců a v takovém případě jsou výstražné signály slabé. Naopak rozsáhlé ohrožení hnízda vyvolá všeobecný poplach šířící se od jedince k jedinci a zachvacuje nakonec celé společenstvo (Žďárek, 1980).

Pro lepší orientaci si můžeme feromony shrnout do několika kategorií podle funkcí nebo chování, které vyvolávají.

Lovecký revír kolonie si mravenci označují tzv. *teritoriálním feromonem*. Při setkání s vetřelcem přivolávají dělnice posily *poplašným feromonem*. Poplašných

feromonů mravenci užívají celou řadu a alarmují se jimi při nejrůznějších příležitostech. Při ohrožení hnízda, při loupeživých výpravách, nebo i při nálezů příliš velkého sousta, na které jedinec nestačí (Žďárek, 2013). Chemicky jsou poplašné feromony rozmanité těkavé látky, pro nás obyčejné čpavé vůně (Žďárek, 1980). Voňavé jednotky mají i nedospělá stádia. Říká se jim *plodové feromony*. Pečovatelky podle nich poznají nejen vlastní plod od cizího, ale i jeho stáří.

K ovládnutí dělnic slouží mravenčí matce *mateří feromon*. Pro členky jejího doprovodu je neodolatelně přitažlivý a nutí je svou velitelku všude sledovat, chránit, vydatně ji krmit a čistit. Na všechny dělnice má mateří feromon sterilizační účinky – potlačuje u nich pářicí pudy a brzdí činnost vaječnicků.

Každý mravenec trvale vylučuje dva druhy pachů. Jeden je signálem smrti, ale je maskován jiným chemickým signálem oznamující tzv. funebračkám, že jejich čas ještě nepřišel. Tyto těkavé sloučeniny jsou trvalou součástí povrchových feromonů živých mravenců. Po smrti se ale do 40 minut obě látky z kutikuly odpaří a převládne signál (*mrtvolný feromon*) přivolávající uklízečky specializované na pohřební službu.

Průkazem totožnosti a příslušnosti k určité komunitě je i u mravenců tzv. *domovský pach*. Celý povrch těla je jím načichlý. V podrobnostech složení se tato chemická informace liší i mezi obyvateli různých hnízd téhož druhu. Zčásti se s ní mravenec rodí, něco získá pobytem v mraveništi (Žďárek, 2013).

Při verbování pomocníků existuje tzv. běh v závěsu, který byl pozorován u několika druhů mravenců. Mravenčí průzkumník, který našel větší množství potravy, upozorní na svůj nález originálním způsobem. Několika nejbližším dělnicím dá nejprve ochutnat tekutý vzorek nálezů, který vyvrhne z volátka. Pak se k nim postaví zády, zvedne vysoko zadeček a na konci vysunutého žihadla se objeví kapička tekutiny. Pro ostatní dělnice je to silný atraktant a agitátor jím vyzývá k následování. Jakmile se ho některá dělnice dotkne na zadních nohou nebo na zadečku, rozběhne se s žihadlem stále vytaseným nejkratším směrem k nalezišti. Sleduje ho pravidelně jen jediná dělnice a trvale se ho dotýká v běhu tykadly. Stane-li se náhodou, že se opozdí a ztratí kontakt, vůdce se zastaví, vztyčí zadeček a opakuje výzvu k následování.

Při běhu v závěsu vůdce ještě nezanechává na podkladu žádnou chemickou stopu a vedený jedinec pouze sleduje obláček prachové vůně u jeho zadečku. U většiny mravenců však vývoj pokračoval. Vůdce sklání zadeček až k zemi a značkovací látku

uvolňuje místo do vzduchu na podložku, po které běží. Voňavá stopa má delší dobu trvání a může ji sledovat i více jedinců. Zprvu jsou značky velmi pomíjivé, takže vůdce může být sledován jen asi tuctem mravenců. Později se trvanlivost značek prodlužuje a mravenci sledující značkovače se naučí stopu obnovovat. Tímto způsobem se vyvinul fantasticky dokonalý systém chemické komunikace pomocí tzv. *stopovacích feromonů* (Žďárek, 1980).

Většina druhů mravenců také komunikuje zvuky. Vyluzují vysoké vrzavé tóny drhnutím tenkého, na stopce příčně umístěného stridulačního orgánu o plošku z jemných rovnoběžných žeber na přilehlé straně zadečku. Entomologové nazývají toto chování stridulaci (vrzání, cvrkot), (Hölldobler a Wilson, 1997).

### **2.3.10. Potrava**

Lesní mravenci jsou všežravci, jejich potrava je velmi pestrá. Dělnice z jednoho hnízda mohou ulovit za den až 100 tisíc kusů kořisti a nečiní jim problémy přemístit do hnízda i větší úlovky, protože utáhnou až dvacetinásobek své váhy (Daňo a kol., 2002). Pro stejně velké tvory slouží jako četa hrobařů, neboť seberou přes 90% mrtvých těl, které jako potravu přenášejí do svých hnízd (Hölldobler a Wilson, 1997). Větší úlovky na místě rozporcují (Daňo a kol., 2002). Mravenci se živí sladkými šťávami rostlin a plody, živočišnou potravou (hmyzem, hlavně housenkami, larvami, masem mrtvých obratlovců), část jich se živí sladkými výkaly mšic (Soudek, 1922).

Některé vývojově pokročilé rody mravenců jsou zcela závislé na čerstvé vegetaci, z níž si vybírají substrát pro své houbové zahrady. Tito mravenci pěstují na tlejících částech rostlin *mycelium* (podhoubí) určité druhy hub. Vyrážející vlákna mycelií uhryzávají a v místě ranky se pak utvoří drobné světlé nádory. A právě pro tato tělíka, která jsou pro ně nejvyhledávanější pochoutkou, houby pěstují (Kovář, 1995).

Ať se mravenci živí čímkoliv, polykat mohou jen potravu tekutou, pevné částičky rozmělnují a natráví ve zvláštní ústní kapse a tekutou ji teprve polykají (Hölldobler a Wilson, 1997). Bylo zjištěno, že mravenci z jednoho středně velkého mraveniště o průměru základny asi 100 cm a výšky 60cm vysbírají za rok během aktivní sezóny na ploše 0,5 ha asi 8 milionů kusů hmyzu, přemístí na 50 tisíc semen a jimi ochraňované mšice vyprodukují asi 200 litrů medovice (Daňo a kol., 2002).

Cestu ke každému novému zdroji nejprve označuje průzkumník, který ho objevil. Po jeho stopách se k nalezišti vydají první dělnice a ty na zpáteční cestě posilují

mizející stopy průzkumníka svými značkami. To vyláká další a další pomocnice, které také při návratu domů přidávají ke stopě své značky, takže procesí ke zdroji exponenciálně roste. To vše trvá jen tak dlouho, dokud není nalezená kořist mravenci zcela obsazena. Nemají-li další příchozí ke zdroji potravy přístup, vracejí se, aniž by zpáteční cestu označovali. Značkují jen ty dělnice, které se vracejí s plnými žaludky. Stopa si tak udržuje intenzitu odpovídající vydatnosti zdroje a přísun dělnic je automaticky regulován množstvím práce požadovaných na nalezišti.

Další způsob vzájemné mobilizace mravenců ke společné akci je geniálně prostý. Jeden druhého prostě na místo konání přinese. Nosičky bývají starší zkušenější dělnice a nosit se nechávají jen jejich mladé „spolubydlící“ pečující doposud jen o plod a zásoby v hnízdě. Dá se tedy říci, že nosičky je v kusadlech transportují na nové pracoviště. Různé druhy mají své metody, jak živé břemeno uchopit a nést. Mravenci rodu *Myrmica* uchopí svého druhu kusadly za temeno, zatímco příslušníci rodu *Formica* naopak pod krkem a rodu *Crematogaster* v pase (Žďárek, 1980).

### **2.3.11. Mezidruhové vztahy**

#### **2.3.11.1. Mravenec versus mravenec**

Sociální parazitismus je forma příživnictví (Žďárek, 2013). Označujeme tak soužití různých druhů mravenců (Sadil, 1955) Na rozdíl od „pravých“ parazitů společenší parazité nenapadají jednotlivce, ale těží z hodnot celé parazitované společnosti např. požíváním zásob nebo plodu, svěřování vlastních larev do péče hostitelů (Žďárek, 2013). Někteří mravenci parazitují jen příležitostně, jiní trvale a nezbytně. Někteří svým hostitelům ani neškodí, jiní si z nich naopak dělají nesvéprávné sluhly a otroky, případně je přivádějí až do záhuby.

Mezi mravenci můžeme rozlišit několik typů sociálního parazitismu. U našich druhů naprosto nejrozšířenějším je parazitismus dočasný, kdy je hostitelských (pomocných) mravenců třeba pouze během zakládání nové kolonie V tom případě vniká mladá samička parazita do hnízda hostitelského druhu, zabije přítomnou královnu a je pak dělnicemi adoptována. Její potomstvo, které vychovávají hostitelské dělnice, je plně vyvinuté a soběstačné; v průběhu času se populace parazita zvětšuje, dělnic hostitele ubývá a smíšená kolonie přechází v čistou kolonii dočasně parazitického druhu (Pech, 2008). Tento druh závislého zakládání kolonie se vyskytuje např. u našeho známého mravence lesního (*Formica rufa*). Jsou tu možné dvě varianty. Oplodněná samička je



buďto přijata dělnicemi téhož druhu, avšak příslušející jiné kolonii, anebo dělnicemi druhu *Formica fusca* (Sadil, 1955).

Samičky otrokářských mravenců zakládají hnízdo stejným způsobem jako dočasní sociální paraziti – samice se zmocňují hnízda hostitelského mravence, přičemž původní královnu zabijí. Na rozdíl od dočasných parazitů nejsou ale jejich dělnice schopné zabezpečit normální chod hnízda, podnikají proto nájezdy na okolní kolonie hostitele a odnášejí z nich larvy a kukly, které pak dochovávají. Tento typ parazitismu se nazývá duloza. Otrokáři využívají toho, že pro mravence je domácí kolonie ta, ve které se vylíhli z kukly, chovají se tedy v kolonii otrokáře stejně nebo podobně jako v kolonii svého vlastního druhu (Pech, 2008).

Nepřekonatelným profesionálem mezi podrobitelskými druhy je mravenec otrokářský (*Polyergus rufescens*). Není divu, že patří k nejprostudovanějším druhům mravenců, ač není nijak zvlášť hojný. Dělnice mnohých otrokářských druhů již nedovedou nic jiného než bojovat a krást, takže všechna ostatní civilní zaměstnání jako je shánka potravy, stavba a oprava mraveniště nebo péče o potomstvo otrokářů, leží na bedrech otroků. Podrobených dělnic je asi pětkrát až sedmkrát víc než otrokářů.

Otrokářské choutky občas posednou i ty nejběžnější druhy z našich mravenců, například mravence travního (*Formica pratensis*). Jistě bude pro mnohé překvapením, že k nim patří i náš pracovitý, zákonem chráněný mravenec lesní (*Formica rufa*) (Žďárek, 1980).

U dalších druhů postoupila degenerace dělnic ještě dále. Tento typ sociálního parazitismu se často označuje jako *inkvilinní*. U inkvilinních parazitů chybí kasta funkčních dělnic – buď se dělnice nevyvíjejí vůbec, nebo jen v omezené míře a jsou morfologicky i chováním degenerované a pro kolonii bezvýznamné. Místo produkce nefunkčních a zbytečných dělnic dává samice přednost plození velkého množství pohlavních jedinců (Pech, 2008). Extrémním případem může být druh *Teleutomyrmex schneideri*. Tento výstřední parazit žije pouze jako host dalšího druhu mravence *Tetramorium caespitum*. Druh nemá kastu dělnic a je závislý na péči dělnic hostitele. Královny, jež jsou v porovnání s většinou mravenců malé, měří v průměru asi 2,5 mm a nepodílejí se na hospodářství kolonie hostitele (Hölldobler a Wilson, 1997). Sama se většinu času drží pevně přichycená na zádech hostitelské matky, a buď se nechává krmit jejími dělnicemi, nebo ji krade při krmení potravu přímo z úst.

Někdy se stává, že si dva druhy mravence budují mraveniště tak blízko sebe, že při rozšiřování spolu splynou. Ke konfliktu dochází jen zřídka, nejčastěji, když se jejich chodby náhodou zkrříží. Určité druhy malých mravenců si záměrně staví mraveniště v těsné blízkosti hnízd velkých mravenců, a buď se živí na odpadcích jejich smetiště, nebo je přepadají na jejich vlastních stezkách a obírají o živobytí. Jiné drobné druhy bydlí přímo ve stěnách mraveniště svých velkých příbuzných, kradou jim ze zásobáren potravu, nebo se dokonce živí jejich plodem. Uzounké vlastní chodbičky je bezpečně chrání před mohutnějším hostitelem (Žďárek, 1980). Takovým druhem je náš drobný žlutavý mravenec příživný (*Solenopsis fugax*), (Žďárek, 2013).

Ale jsou zaznamenány i příklady vzorného vzájemného soužití a spolupráce mravenců dvou i více druhů sdílejících společně mraveniště (Žďárek, 1980).

### 2.3.11.2. Mravenec versus jeho hosté

Mnoho druhů hmyzu a mezi nimi zejména brouků je svým způsobem života úzce spjato s mravenci nebo termity (Dvořák, 1989). Těmto živočichům, kteří žijí téměř výhradně v mraveništích, říkáme myrmekofilové nebo mravenčí hosté, a jejich vztah k mravencům nazýváme individuální symbiózou nebo myrmekofilií, na rozdíl od symbiózy sociální, jak označujeme soužití různých druhů mravenců.

Myrmekofily dělíme obvykle na tzv. pravé hosty (*symfily*), hosty pouze trpěné (*synekenty*) a hosty pronásledované (*synechtry*). K těmto vlastním mravenčím hostům můžeme pak přidat užitková „domácí“ mravenčí zvířata (*trofobionty*), vnější a vnitřní parasity a nepřátele (*škůdce*), (Sadil, 1955).

Předně jsou to hosté nevítaní, draví a samozřejmě též pronásledovaní. Odborně se tomuto nepřátelskému soužití říká synechtrie. Draví brouci se sice živí mravenci, ale musí žít v neustálém střehu před nimi. Je-li neopatrný, mravenci jej při dopadení okamžitě rozkoušou. Potravní specializace a závislost láká brouka k mraveništi i přes toto nebezpečí, žije však většinou na obvodu mraveniště, kde číhá u mravenčí cestičky na osamělého mravence (Živa 5 Dvořák, 1989). K pronásledovaným mravenčím hostům (*synechtrům*) počítáme nejrozumnější škůdce mravenců. Jsou to převážně různí brouci z čeledi drabčíků. Celkem podobně se na účet mravenců živí i příbuzné broucí rody *Leptacinus*, *Xantholinus*, *Quedius* aj. Mezi synechtry musíme počítat i některé drobné stonožky, a také některé drobné pavoučky, kteří se stavbou těla podobají mravencům (Sadil, 1955).

Symfilie, se vyznačuje tím, že mravenci svého hosta chovají, krmí, vychovávají od larvy, brání ho proti vetřelcům, ale také ho trvale v hnízdě vězní. Takový hmyz je pak většinou degenerovaný, často bývá slepý, mívá redukován počet tykadlových a chodidlových článků a je neschopen samostatného života v přírodě. Tito hosté však mají silně vyvinuta ústrojí produkující různé šťávy a výměšky, které mravenci v odměnu za svou péči trvale olizují (Dvořák, 1989). K pravým mravenčím hostům (symfilům) řadíme ponejvíce různé druhy brouků z čeledi drabčíců, hmatavců aj. Nejobvyklejším mravenčím hostem u nás je malý brouk, drabčík druhu *Lomechusa strumosa*. Jinými dobře známými symfily jsou drabčící z rodu *Atemeles*. Podivným tvarem těla, zejména kyjovitě ztloustlými tykadly, jsou zvláště nápadní brouci kyjorožci z čeledi hmatavců (*Pselaphidae*), kteří se dokonale přizpůsobili ryze podzemnímu způsobu života mravenčího hosta (Sadil, 1955).

Jiným typem soužití je tzv. synekencie, kdy mravenčí hosté brouka úplně přehlížejí nebo trpí buď pro jeho nepatrnou velikost, únikovou schopnost, silně sklerotizovaný povrch těla apod. Tito brouci se v mraveništi živí různými odpadky, zbytky kukel, mrtvými mravenci, obaly z vajíček, zbytky potravy, ovšem často též loupí nehlídaná vajíčka nebo larvy či kukly (Dvořák, 1989). Paří sem např. bělavá beruška *Platyarthrus hoffmannseggii*, připomínající tvarem těla mnohem větší berušku zední. Za syneky mravenců můžeme považovat i některé drobné roztoče z čeledi Gamasidae. Zvláště často nacházíme v mravenišťích droboučky, primitivně stavěný hmyz, bezkřídle rybenky (*Zygentoma*). Mezi syneky mravenců nacházíme i některé brouky a motýly. Z brouků jsou to např. někteří mršníci (*Histeridae*), drabčící (*Staphylinidae*) a mandelinky (*Chrysomelidae*). Jedním z nejzajímavějších hostů trpěných v mraveništi je mravenčí cvrček (*Myrmecophyllia acervorum*), mnohem menší, než podobný známý cvrček polní (*Gryllus campestris*), (Sadil, 1955).

Soužití, které je pro oba organismy oboustranně výhodné, se nazývá potravní mutualismus nebo trofobióza (Žďárek, 2013). Patří k nim kromě pověstných mšic i někteří červci a cikády (*Tettigometra a Centrotus*), a dále některé housenky motýlů modrásků (*Lycaenidae*) aj. (Sadil, 1955).

V obecných rysech jde o zdroj potravy pro mravence, který je v určitých obdobích jejich sezónní aktivity i převažující (Starý, 1988). Proto jim také na oplátku poskytují ochranu, takže soužití je vzájemně výhodné. Mšice a jejich příbuzní stráví a zužitkují z rostlinných šťáv převážně jen dusíkaté látky – aminokyseliny, které jsou

nezbytné pro tvorbu bílkovin. Cukerných látek, jenž slouží jako palivo pro práci svalů, při svém usedlém způsobu života moc nespotřebují. Proto je spolu s přebytečnou vodou z těla vylučují. Zaživacím traktem jim může za hodinu projít tolik tekutiny, co sami váží. Sladkým výkalům se říká medovice a některé druhy jich nahromadí tolik, že se i člověku vyplatí sbírat (Žďárek, 2013).

Mezi mravencem a mšicí existuje při „dojení“ řada signálů, které mají za následek vypouštění kapičky medovice, na niž mravenec čeká (Starý, 1988). Nejprve ji olizovali jen z povrchu vegetace, později už přímo od zadečku producentů, a dokonce se naučili mšice dojit. Tykadly je dráždí okolo řitního otvoru a mšice na to reagují vypouštěním sladké kapky. U některých mravenců šel vývoj ještě dál, naučili se své krávy přenášet na nejvhodnější části rostlin nebo pro ně v podzemí mraveniště budují zvláštní stáje.

Mšice si většinou vyvinuly zajímavý poplašný systém. Mšice napadená dravcem dá ostatním na listě výstrahu vyloučením poplašného feromonu z růžkatých přívěsků na konci zadečku (Žďárek, 2013). Ten po vypuštění dává ostatním mšicím, ale i mravencům výstrahu „pozor je tu nepřítel“ (Žďárek, 1980). Její družky v okruhu asi jednoho centimetru se po tomto varování chvatně rozutečou nebo se pustí a spadnou na zem (Žďárek, 2013). Poplašným feromonem tedy mšice mohou nejen altruisticky varovat své družky, ale dovolávat se pomoci svých ochránců (Žďárek, 1980). Mravenci zuřivě kolonie mšic chrání a odhánějí v zásadě všechny dravce a často je i přímo napadají a fyzicky likvidují (Starý, 1988).

Když se ke kolonii mšic, kterou chrání mravenci, přiblíží dravé slunéčko, mravenci se na poplašnou výzvu první oběti vrhnou na brouka a donutí ho k útěku (Žďárek, 1980). Většina slunéček při napadení mravenci využívá některý typ obranného chování. Larvy nejčastěji utíkají nebo padají na zem, zatímco dospělci mohou uletět. U dospělců je alternativou tzv. „*clamp down*“, kdy jedinec stáhne končetiny těsně pod tělo, přitlačí hlavu k toraxu a přitiskne se k substrátu. Hlavní fyzikální obranou dospělých slunéček proti útokům mravenců je jejich tvrdý dorsální povrch (Rozsypalová, 2009).

Z podobných prospěchářských důvodů jako o mšice se mravenci starají o housenky modrásků (*Lycaenidae*) a pestrobarvců (*Riodinidae*), (Žďárek, 2013). Výhoda spojení s mravenci je tak velká, že je hybnou silou vývoje motýlů. Dospělé

samičky mnoha druhů modrásků hledají pro naklazení vajíček rostliny s určitým druhem mravenců, aby tak již od počátku zajistily svému potomstvu ochranu. Kromě toho, že mravenci poskytují housenkám ochranu, zkracují i dobu nutnou pro jejich vývoj, a tedy i dobu, po níž jsou larvy vystaveny ohrožení ze strany svých nepřátel. Ochrana však není úplně zadarmo. Energie, kterou housenky odevzdávají se svými cukrovými sekrety, je tak velká, že snižuje velikost, jíž mohou jako dospělí motýli dosáhnout (Hölldobler a Wilson, 1997).

Mravenci mají také vnější nepřátele (škůdce) z řad hmyzu, obratlovců i některých rostlin. Obecně lze říci, že nepřáteli mravenců je především většina živočichů živících se hmyzem. Žijí u nás např. někteří drobní pavouci z rodu *Theridium*, přepadávající skokem ze stébla travin nebo jiných rostlinek osamocené mravence, známe larvy dravých brouků svižníků (*Cicindelidae*), číhající na osamělé mravenčí poutníky poblíž ústí svých podzemních šachet, vyhloubených někde v písčitém okolí mraveniště, a máme u nás i pověstného mravkolva (*Myrmeleon*), jehož larva, loví mravence a jiný hmyz (Sadil, 1955).

Mravkolev obecný (*Myrmeleon formicarius*) je zástupcem síťokřídleho hmyzu z čeledi *Myrmeleontidae* (mravkolvovití) a je, jak napovídá jeho jméno, je specialistou na mravence. Nikoliv však dospělec, ale jeho dravá larva. Zavalité larvy s velkou hlavou a silnými ozubenými kusadly žijí v lesní hrabance nebo jemné sypké půdě na dně nálevkovité jamky (o průměru 1 až 5 cm), kde číhají na kořist. Jamky bývají na slunných místech, často pod keří či skalními převisy, aby byly chráněny před deštěm. Mravenec na sypkém podkladu snadno sklouzne do jamky, je uchopen mohutnými kusadly, usmrcen a vysát. Když se kořist snaží z pasti uniknout, metá po ní larva zrnečka písku, až ji znovu srazí do jamky.

Larva obvykle dvakrát přezimuje. Druhým rokem vytvoří asi 20 mm dlouhý kokon, v němž se zakuklí a většinou v červenci se z něj líhne imago. Dospělec má štíhlé tělo a dlouhá úzká křídla o rozpětí 65 až 75 mm, krátká paličkovitá tykadla a dlouhá pysková makadla (Patočka, 2006).

### **2.3.11.3. Mravenec versus rostliny**

Mravenci zasahují do konkurenčních vztahů mezi některými druhy rostlin a současně podporují početní rovnováhu mezi jinými druhy rostlin. Mravenci využívají dutiny, které jim poskytují rostliny, na hnízda i nektar a výživné části rostlin jako

potravu. Na oplátku chrání své rostlinné hostitele před herbivory, transportují jejich semena a doslova je zasazují do půdy bohaté na živiny (Hölldobler a Wilson, 1997).

Specializovanými potravními lákadly a jejich adaptacemi je rostlina schopna způsobit, že hmyz odnáší její semena, aniž by je poškodil. Mravenci přemísťují vzklíčení schopná semena různým způsobem. První závisí na nedbalosti mravenců – uklízečů, kteří sbírají velké množství semen a transportují je do hnízda jako potravu. Některá ze semen jsou však ztracena cestou, jiná mohou být uschována do půdy a tam dělnicemi mravenců „zapomenuta“.

Druhý způsob šíření rostlin je zcela odlišný a má daleko širší význam. Zahrnuje rostliny, které vytvářejí elaiosóm – tučné výživné tělísko připojené k semeni. Elaiosómy lákají mravence a ti odnášejí semena i s elaiosómy do hnízd. Kolonie pak elaiosómy konzumuje a semena zůstávají nepoškozena např. vlašovičnick.

Základní prospěch ze šíření semen mravenci je zvětšení pásma, v němž se rostlina vyskytuje. Mravenci tedy umožňují jinak nepohyblivým zeleným organismům kolonizovat nové plochy (Kovář, 1995).

Mezi mravenci a rostlinami se vyvinuly takové kombinace vzájemných vztahů, kdy je každý z nich specializován na využívání služeb toho druhého (Hölldobler a Wilson, 1997). Řada autorů sumarizovala klíčové interakce do různého počtu kategorií, jako např. R. C. Buckley (1982):

- Kořistění rostlin mravenci: 1. Sběrači semen; 2. sběrači (sklízeči) listů.
- Mutualismus: 1. mimokvětní nektária; 2. potravní tělíška (Beltova, Müllerova); 3. epifytická myrmekodia (připravené hnízdní útvary); 4. Mravenčí zahrady (pěstování hub); 5. šíření semen (myrmekochorie); 6. opylování.
- Nepřímé vztahy: 1. vztahy mezi mravenci a jinými bezobratlými s vazbou na rostliny (např. mravenci – housenky modrásků, kteří jsou opylovači určitých druhů rostlin); 2. modifikace půdních vlastností (Kovář, 2012).

### **2.3.12. Ekologický význam**

Mravenci patří k nejrozšířenějším suchozemským živočichům (Hölldobler a Wilson 1990, 1995 in Bezděčka a Bezděčková, 2011). Nejstarší nalezené zkameněliny mravenců pochází z období křídý (tj. před 90 až 100 milióny lety), (Žďárek, 2013). Osidlují v ohromném množství téměř všechny suchozemské biotopy od severních polárních oblastí až po Ohňovou zemi či Mys dobré naděje. Díky specializacím ve

stavbě těla i chování mohou obsazovat různé ekologické niky a jsou dokonce schopni žít i v prostředí, které jiné skupiny hmyzu kolonizovat nedokážou (Hölldobler a Wilson 1990, 1995 in Bezděčka a Bezděčková, 2011). I když představují pouhá 2% z téměř miliónu dosud popsaných druhů hmyzu, tvoří více než polovinu biomasy veškerého hmyzu na Zemi. Na každého člověka připadá přibližně milión mravenců, a i když mravenčí dělnice váží podle druhu v průměru 1 až 5 miligramů, všechny mravenci dohromady váží přibližně stejně jako celé lidstvo (Žďárek, 2013).

Jako vysoce dominantní živočichové ovlivňují mravenci výrazně živé i neživé složky svých ekosystémů. Mravenci patří mezi vrcholné predátory bezobratlých. Jsou proto schopni zřetelně reagovat na změny potravní nabídky a regulovat množství ostatních členů ve svém teritoriu. Zároveň jsou však sami potravou některých živočichů (Seifert, 2007 in Bezděčka a Bezděčková, 2011). Jsou především účinnými regulátory přemnožujícího se hmyzu, který může způsobovat velké škody na lesních porostech. Týká se to především motýlů (píd'alky, bekyně, obaleči, bourovci) a blanokřídlého hmyzu (pilatky, ploskohřbetky, hřebenule) a to jak dospělců, tak především jejich vývojových stadií, housenek a housenic. Mravenci slouží též za potravu četným druhům živočichů, ať je to různý dravý hmyz, či i obratlovci, především žluny, datlové a lesní kurovití ptáci. Je např. málo známo, že jeden z našich vzácných chráněných ptáků, krutihlav obecný, se živí takřka výhradně mravenci (Bezděčka a kol., 2000). Ze savců poškozují mraveniště zejména divoká prasata, lišky, jezevci i vysoká zvěř (Daňo a kol., 2002).

Mravenci jsou jediný evropský hmyz, který komunikuje s producenty medovice a navazuje s nimi velmi těsný vztah, zvaný trofobióza (Seifert, 2007 in Bezděčka a Bezděčková, 2011). Např. mšice vylučují na svém těle sladké výměšky, které jsou pro mravence cenným zdrojem potravy. Mravenci proto tyto mšice chrání a rozšiřují. Sladké výměšky jsou též potravou mnoha dalších druhů užitečného hmyzu, které jsou pro les obohacem (Bezděčka a kol., 2000). Mravenci mají také velký význam pro včelaře při produkci medu v lesích (Daňo a kol., 2002). V blízkosti kolonií lesních mravenců se silně zvyšuje produkce medu lesních včel (Bezděčka a kol., 2000).

Hnízda mravenců jsou také místy vývoje a přebývání značného počtu myrmekofilních živočichů (Seifert, 2007 in Bezděčka a Bezděčková, 2011). Mraveniště jsou domovem i mnoha dalších druhů živočichů, z nichž nejznámější jsou velké larvy brouků zlatohlávků, mandelinky, vrbaře čtyřtečného, housenky některých motýlů

(modrásků), někteří pavouci, mnohonožky, rybenky a další živočichové. Tím se rovněž zvyšuje druhová diverzita živočichů v lese, což přispívá k zachování a udržení jeho ekologické stability (Bezděčka a kol., 2000).

Mravenci mohou výrazně měnit fyzikální a chemické vlastnosti svého prostředí (Bezděčka a Bezděčková, 2011). Přemísťují větší množství půdy než žížaly (Hölldobler a Wilson, 1997). Jejich přispěním vznikne během jednoho století asi centimetr nové ornice (Žďárek, 2013). Na méně úživných a skalních stanovištích mravenci obohacují nezralé půdy o dusík, fosfor, vyměnitelné ionty a humusové částičky, čímž vytvářejí předpoklady pro osídlení prvními vyššími rostlinami (Bezděčka a Bezděčková, 2011).

Mravenci také sbírají a roznášejí semena čtených rostlin a přispívají tím k zachování a udržení druhové rozmanitosti vegetačního krytu. Některé rostliny (tzv. myrmekochorní druhy) jsou dokonce na mravencích přímo existenčně závislé. Jsou to např. violky, lecha a další čtené druhy. Semena těchto rostlin mají výrůstky obsahující tukové, bílkovinné či sladké látky (tzv. elaiosomy), které mravenci konzumují a semena při tom roznášejí na nová stanoviště (Bezděčka a kol., 2000). Rozmělnováním mrtvého dřeva a jiných odumřelých zbytků rostlin se také podílejí na dekompozičních procesech (Bezděčka a Bezděčková, 2011).

Můžeme v některých oblastech procházet desítky kilometrů a nespatříme jediné mraveniště. To svědčí často o špatném stavu lesa, jehož mají být lesní mravenci významnou součástí. Lesní mravenci náleží k organismům, které jsou citlivé na změny prostředí lesního ekosystému a lze je považovat za indikátory stavu prostředí (Bezděčka a kol., 2000).

### **2.3.13. Ohrožení**

Lesní mravenci jsou na své existenci ohrožováni celou řadou činitelů. Především špatně prováděným lesním hospodařením. Velkoplošné holoseče, rozsáhlá výstavba lesních dopravních sítí, nešetrné používání těžké mechanizace při lesních těžbách, nadměrná aplikace pesticidů. Negativní dopady měl způsob pěstování lesů, který vedl ke vzniku rozsáhlých komplexů zapojených stejnověkových porostů bez dostatku světlin a sníženou potravní nabídkou. Tím docházelo ke snížení rozlohy vhodných biotopů pro existenci některých druhů lesních mravenců (Bezděčka a kol., 2000). Velmi závažným ohrožením je imisní poškození porostů a kyselá deště vedoucí k mizení celých biotopů vhodných pro lesní mravence (Daňo a kol., 2002) Dochovaly se zprávy, že některá



mravenišťe byla dokonce záměrně ničena a vypalována, aby mravenci nebyli obtížní při lesních pracích či rekreaci.

Také při výstavbě různých objektů a rekreačních zařízení byla přítomná mravenišťe často bez okolků likvidována. K chovatelským účelům byl organizován sběr mravenčích kukel, které byly používány hlavně jako krmivo hmyzožravých ptáků.

K jejich zániku přispívala i lidská zvědavost a bezohlednost, kdy mravenišťe byla narušována a ničena i bez zjevné příčiny.

Lesní mravenci r. *Formica* jsou chráněni vyhláškou MŽP 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny (Bezděčka a kol., 2000). Zahrnuje řadu druhů či vyšších taxonů hmyzu, korýšů, pavoukoců a měkkýšů rozdělených do 3 kategorií podle požadovaného stupně ochrany. Jedním z taxonů, jež se v seznamu objevují, je i rod mravenců *Formica*, který je zařazen do 3. kategorie, tj. mezi druhy "ohrožené" (Miles, 1998).

Program Formica je součástí národního programu Ochrana biodiverzity České republiky. Patří k nejstarším programům Českého svazu ochránců přírody – neboť byl vyhlášen již v roce 1982 (pod názvem Akce Formica). Cílem programu Formica je prosazování a realizace aktivní ochrany hnízd lesních mravenců a podpora jejich přirozeného šíření. K základním aktivitám patří vyhledávání a mapování hnízd lesních mravenců, jejich dlouhodobý monitoring, omezení negativních dopadů lidských aktivit na hnízda a populace lesních mravenců, propagace jejich významu a zejména jejich ochrany (Bezděčka, 2014).

### **3. Metodika**

Prvotním podkladem pro bakalářskou práci bylo opatření odborné literatury týkající se dané problematiky, tedy mravenců. Bylo potřeba prostudovat nejen odbornou literaturu, ale také literaturu zabývající se výukovými programy a prací se žáky v přírodě.

K jednotlivým zastavením byly vytvořeny texty a pracovní listy. Celou stezku jsem nazvala „Po stopách mravenců“.

V lokalitě vhodné k realizaci výukového programu proběhla v jarním termínu 22. 3. 2014 půldenní vycházka s deseti členy skautského oddílu z Kamenice nad Lipou. Věk účastníků se pohyboval v rozmezí od 12 do 15 let. Realizací této vycházky byla ověřena reálnost výukového programu.

K vytvoření bakalářské práce byly použity tyto počítačové programy Microsoft Word, Adobe Reader XI a Adobe Photoshop CS6.

## **4. Vlastní projekt naučné stezky**

### **4.1. Charakteristika naučné stezky**

Trasa je cíleně zaměřená pro žáky druhého stupně základních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Naučná stezka „Po stopách mravenců“ je zpracována ve dvou částech.

V první části jsou obsaženy texty jednotlivých zastavení. Ty se věnují obecně mravencům, dále pak zakládání kolonií, feromonům, potravě, mraveništi, vývoji a funkcím mravenců, mravencům parazitujícím na mravencích, soužití mravenců s rostlinami, mravenčím hostům nebo významu a ohrožení mravenců. Texty jsou doplněny o výňatky z knih Ondřeje Sekory: Knížka Ferdy Mravence, Ferda cvičí mraveniště a Mravenci se nedají. Tyto výňatky jsou do textu vsazeny tak, aby návštěvník mohl porovnat, zdali se informace z dětských knih shodují se skutečností či nikoli.

Druhá část má za úkol, pomocí vytvořených pracovních listů, ověřit získané znalosti žáků nejen z hodin přírodopisu, ale i z informačních tabulí. Kontrola probíhá odpovídáním na otázky nebo vypracováním jednotlivých úkolů.

### **4.2. Texty jednotlivých zastavení**

#### **4.2.1. Zastavení č. 1 - Mravenci**

Entomologové je nazývají eusociálním neboli společenským hmyzem. Eusociální znamená, že příslušníci jednoho hnízda spolu spolupracují, mají rozdělené funkce při rozmnožování a nejméně dvě generace se překrývají. Do této elitní skupiny patří včely, vosy, termiti a mravenci. Mravenci jsou hned po člověku zeměpisně nejrozšířenější společenští tvorové. Mají dominantní roli skoro ve všech suchozemských ekosystémech. Můžeme se s nimi setkat od afrického mysu Dobré naděje, až po arktickou hranici severských lesů. Díky jejich všudypřítomnosti je můžeme označit jako nejúspěšnější skupinu hmyzu.

Věřili byste, že:

- Nejstarší nalezené zkameněliny mravenců pochází z období křídly (tj. před 90 až 100 miliony let).

- V dnešní době na každého člověka připadá přibližně milión mravenců, a i když mravenčí dělnice váží podle druhu v průměru 1 až 5 miligramu, všichni mravenci dohromady váží přibližně stejně jako celé lidstvo.
- Dodnes je známo téměř milión druhů hmyzu, mravenci z toho představují pouhá 2 %, ale tvoří více než polovinu biomasy veškerého hmyzu na planetě Zemi.
- Slouží jako četa hrobařů, dokáží sebrat přes 90 % mrtvých těl stejně velkých tvorů, která přenášejí jako potravu do hnízda.
- Za přispění mravenců vznikne během jednoho století centimetr nové půdy.
- Celá kolonie nejmenšího druhu mravenců se vejde do hlavové části toho největšího mravence.
- V blízkosti kolonie lesních mravenců se silně zvyšuje produkce medu lesních včel.
- Jedna mravenčí dělnice dokáže unést až 20ti násobek své váhy a společnými silami ještě více.

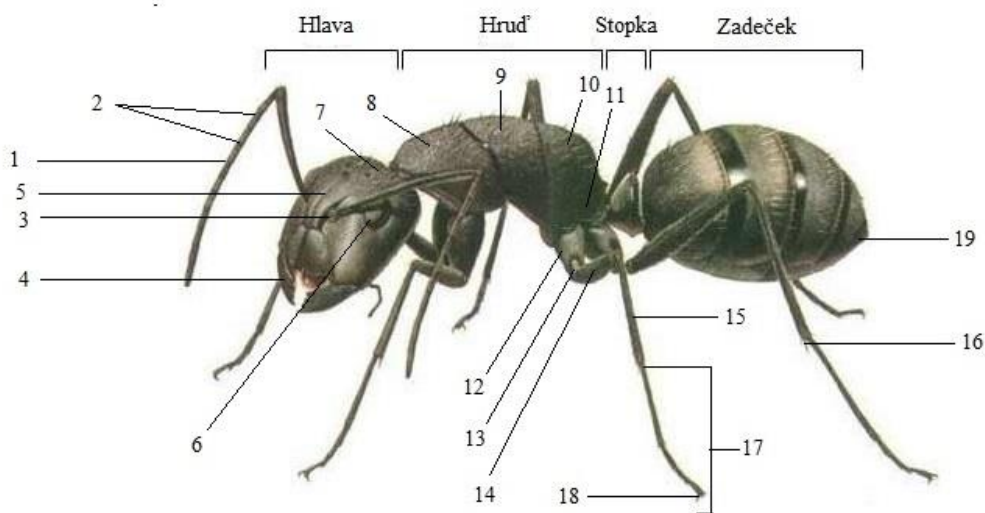
*Každý chtěl vědět, kdo ti siláci asi jsou. Zvedli jako nic činku, která byla dvacetkrát těžší než oni sami. Skoro se mně zdá, že to dovedou jenom mravenci. Nikdo je neznal. Přišli oblečení jako nějakí moli, ale když shodili své pláště, podobali se opravdu spíše černým mravencům.*

*Ferda se dal také do vzpírání a hle, zvedl zrovna tolik, co oni. (Sekora – Knižka Ferdy Mravence).*

Do dnešní doby bylo popsáno přes dvanáct tisíc druhů mravenců. Jen na území České republiky žije volně v přírodě 111 druhů z pěti podčeledí (*Ponerinae*, *Procerathinae*, *Dolichoderinae*, *Myrmicinae*, *Formiciana*). Mezi nejznámější patří mravenci lesní, Běžně vytváří několik druhů, které se od sebe navzájem liší svými nároky na prostředí a styl života. Rozlišit je můžeme podle různých tělesných znaků. *Formica polyctena* je na našem území nejhojnějším a nejrozšířenějším druhem, ale zároveň i druhem nejmenším. *Formica rufa* neboli mravenec lesní je nám nejznámější. V otevřeném terénu na pasekách a při okrajích lesa nalezneme našeho největšího lesního mravence *Formica pratensis* a také *Formica truncorum* – mravence travního. Žijí tu také dva druhy horských lesních mravenců. První se běžně vyskytuje ve vysokých polohách Alp a na dalekém severu. Jedná se o *Formica aquilonia*, jehož najdeme na svazích Kletě, Novohradských horách a v CHKO Blanský les a *Formica lugubris*. Tohoto nalezneme na Šumavě a v Jeseníkách.

Nesmíme zapomenout, že všichni mravenci rodu *Formica* jsou u nás chráněni zákonem 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny. V něm jsou zařazeny do 3. kategorie – druhy ohrožené. Není dovoleno ani poškozování jejich hnízd.

Mravencovo tělo (obr. 3) je rozděleno do čtyř částí: hlava, hrud', stopka a zadeček. Na hlavě je tykadlová jamka (3) v níž je uloženo tykadlo (1), sídlo čichu a hmatu. Skládá se z 10 – 12 článků (2). Čelo (5), složené oko (6), temeno (7) a kusadla (4), (ty jsou pro mravence to samé co pro nás ruce). Vnitřní okraj je ozubený, pohybují se široce do stran. Hrud' je příčnými rýhami rozdělena na předohrud' (8), středohrud' (9), zadohrud' (10). Ve spodní části zadohrudí vyúsťuje metapleurální žláza (11). Ta produkuje antimikrobiální sekret, který mravenci pravidelně nanášejí na svůj povrch těla, slouží jim jako primární ochrana před mikroorganismy. Při větším vyloučení může tato látka sloužit i jako repelent. Z hrudi vychází tři páry končetin. Každá končetina se skládá z kyčle (12), příkyčlí (13), stehna (14), holeně (15), holení ostruhy (16), chodidla (17) zakončeného drápkem (18). Stopka je z jednoho nebo dvou článků a umožňuje větší pohyblivost zadečku. Ten může být oválný, podlouhlý nebo stopkatý, zakončený řitním otvorem (19). Někteří mravenci zde mají žihadlo, jiným zakrnělo a jeho funkci nahradily anální žlázy. U lesních mravenců umožňuje jedová žláza nahromadění jedu. V případě obrany jsou schopni vystříkovat sekret až do vzdálenosti 20 cm.



Obrázek č. 3: Stavba mravence (upraveno podle <http://bloodyangels.webgarden.cz/rubriky/hmyz/stavba-tela-mravence>)

#### 4.2.2. Zastavení č. 2 - Založení nové kolonie

Svatební let mravenců je výsadou pohlavní kasty. Rozlišujeme dva typy svatebních obřadů. Ten první je typický pro primitivní druhy, jako jsou mravenci parazitičtí (*Lasius reginae*) nebo otrokářští (*Formica fusca*). Samičky buď zůstávají v hnízdě, nebo letí jen do jeho bezprostřední blízkosti a spáří se s prvním nápadníkem. Druhý typ páření, který je využíván větší skupinou mravenců je okázalejší a početnější. Páří se daleko od rodného hnízda, aby nedocházelo k příbuzenskému křížení.

Místo pro páření vybírají samečkové, slétají se sem v celých mračnech z různých mravenišť a společně vypouštějí voňavý feromon, kterým lákají samičky mezi sebe. S každou z nich se spáří hned několik okřídlených samečků. Partneri jeden druhého najdou ve vzduchu ve svatebním roji, ale vlastní páření se odehrává na zemi.

*Najednou kdosi zvolal: „Už se letí!“ a ukázal nad les. Nad vysokým smrkem vlál hustý závoj. Zmítal se, kroutil se, chvěl. Opodál, také tak vysoko ve vzduchu, se vznášel jiný podobný závoj. Jako kouř to vypadá, a tam také ... Byly to roje ženichů a nevěst, které už vzlétaly z jiných mravenišť.*

*„Zzzz ...“ zabzučelo a zašumělo to najednou nad naším mravenišťem, až se všichni přikrčili a přivřeli oči. Když se pak vzpřímili a ohlédli, nebyl kolem nich už ani jeden ženich, ani jedna nevěsta. Všichni odletěli do veliké výšky za ostatními do svatebních rejů.*

*(...) Až do večera vydrželi všichni na mraveništi dívat se dalekohledy na svatební reje a pozorovat, jak si tam ženichové namlouvají nevěsty. Jak si každý vybírá toho, kdo se mu nejvíce líbí, jak se objímají a jak se jeden párek po druhém ztrácejí, aby si někde na zemi založili vlastní mraveniště. (Sekora - Knižka Ferdy Mravence).*

Pro každou matku se svatební let odehrává pouze jednou za život. Zásoba spermatu, kterou obdrží, jí musí postačit na celý život. Po oplození se matka vymaní z objetí nápadníků, odletí, snese se dolů na zem, odlomí křídla a vybuduje první plodovou komůrku svého budoucího mraveniště (např. *Myrmica rubra*). U jiných druhů se matky vracejí do svého rodného hnízda, kde kolonie získá další reprodukční potenciál a hnízdo přechází do vlastnictví další generace (např. *Formica polyctena*), nebo se vetře do hnízda příbuzného druhu, kde zabije jejich královnu a zaujme její místo (např. *Formica rufa*, *Polyergus rufescens*).

Po vybudování plodové komůrky vychová královna první potomstvo dělnic. Nikdo jí po celou dobu, týdnů či měsíců nepomáhá.

*„Když já nevím, co si počnu. Co já budu dělat? Já to nedovedu, vždyť já ještě nic neumím,“* bědovala. *„Ach já nebohá, ach já nebohá!“*

*To bylo pláče, to bylo nařikání! Nebylo však divu. Mravenčí maminka bude muset nyní po svatbě sama založit celé nové mraveniště, klást vajíčka, živit červíčky, opatrovat kukly a nikdo, nikdo jí při tom nepomůže, dokud se jí z kukel nenarodí první dělnice. Do té doby bude muset sama, samotinká stavět komůrky mraveniště a nebude smět, jako žádná mravenčí maminka, ani na krok ven, ani pro jídlo si nesmí odskočit.*

*„Vždyť já na všechno nestačím!“* zavzlykala ještě a byla by se znovu usedavě rozplakala, kdyby najednou před ní nebyl zazněl odhodlaný hlas:

*„Vezmi mě do služby, mravenčí maminko! Uvidíš, že nebudeš litovat. Vezmi mě do práce a já ti pomohu postavit nejlepší mraveniště v lese.“*

*(...) Jestliže si Ferda nepospíší, mravenčí vajíčka zmoknou.*

*Ani chvilka se nesměla ztratit. Ferda se míhal jako střela, nosil, stavěl a brzy složil nad maminkou takovou stříšku z větviček a jehličí a postavil kolem ní takové stěny z kamínků, lístků a trav, že byla jako v chaloupce (Sekora – Mravenci se nedají).*

Spisovatel Ondřej Sekora v knize *Mravenci se nedají*, pěkně popisuje, co čeká mravenčí královnu po svatebním letu. Vše je vystiženo tak, jak se to opravdu děje i v přírodě. Vyjímkou je fakt, že žádná mravenčí královna by si nenechala při zakládání nového mraveniště pomáhat od jiného mravence, ale postavila by ho sama.

Poté během několika dnů dojde ke změně. Nově vylíhlé dělnice se o matku sami začínají starat, zabezpečují ji veškerý servis a z ní se stává „stroj“ na kladení vajíček.

*Ode dneška už budou všechno dělat jen chůvičky. Poklidí kolem, nakrmí ji, každý den ji očistí, ve všem jí poslouží, právě tak, jak to dělají chůvičky v každém mraveništi (Sekora – Mravenci se nedají).*

Dělnice, kterých je mraveniště plné, jsou pouze její dcery. Samečkové se v našich zeměpisných šířkách rodí zpravidla v létě, kdy je nejvhodnější doba pro rojení a založení nové kolonie. Žijí pouze několik týdnů či měsíců a v mraveništi nepracují. Pohlaví svých potomků určuje královna. Říká se tomu haplodiploidie. Z vajíček, která nejsou oplodněná - haploidní, se narodí „synové“ (došlo k uzavření vývodů

přivádějících spermií ze spermatéky) a z vajíček oplodněných – diploidních se narodí „dcery“. Dělnice jsou malé, bez křídel a nefunkčních vaječníků. Když se kolonie zvětší, tak se některé samičí larvy plně vyvinou v mladé královny. Ty mají vytvořené vaječníky, křídla a jsou připraveny založit novou kolonii. Nové reprodukční potomstvo se vydá na svatební let a cyklus založení nové kolonie začíná od začátku.

Ondřej Sekora uvádí mladé čtenáře v omyl, když o Ferdovi Mravencovi píše v mužském rodě. Jistě by nikoho nenapadlo, že ve skutečnosti je dělnice - samice. Pár příkladů:

- „*Kluci, kdo se mnou půjde lovit krávy?*“ *zavolal na ně Ferda. Mladí mravenci byli trochu zaraženi.*
- *A co z nich potom vyrostlo? Z těch, kteří neměli křídla? Samí dobří dělníci. Všechno postavili, všechno dovedli, všechno donesli, všechno spravili.*
- *Plesk! – a Ferda ležel na zemi. To byla kapka! Nohama třepal ve vzduchu a prskal vodu, která mu vstříkla do úst.*

Při založení nové kolonie rozlišujeme *haplometrózu* (mraveniště zakládá jedna samice), *pleometrózu* (zakládá několik samic) nebo *sociální parazitismus* (založení vlastního rodu v cizím hnízdě). Dále pak podle počtu královen, které jsou v hnízdě *monogynní* (s jednou královnou) nebo *polygynní* (s více královnami).

#### **4.2.3. Zastavení č. 3 - Voňavá slova**

Mravencům jako hlavní dorozumivací prostředek slouží feromony. Jsou vylučovány nejméně deseti žlázami s vývody na různých částech těla. Mravenci používají 10 až 20 různých chemických druhů sdělení, z nichž každé má svůj význam. Existuje celá řada poplašných a alarmujících feromonů, které využívají u nejrůznějších příležitostí např. při loupeživých výpravách, při ohrožení hnízda, nálezů velkého množství potravy nebo k upoutání pozornosti, také podle nich rozlišují příslušnost k určité kasty, svá vývojová stádia a cizí mravence.

Chemickým složením jsou feromony těkavé látky, z nichž mají některé pro člověka ostré čpavé vůně. Podle ohrožení dokáží regulovat i sílu pachu. Pokud jsou problémy malé a dovede je vyřešit pár nejbližších jedinců, stačí, když signály budou slabé. Naopak při rozsáhlém ohrožení hnízda se šíří poplach postupně po celém společenstvu. Mravenčí kyselina je jedna z nejjednodušších organických kyselin. Je součástí poplašného feromonu, ale není jedinou látkou, kterou mravenci produkují.



Další látky vylučují z jedové žlázy, zadečkové žlázy Dufouroy nebo z kusadlové žlázy. Feromony můžeme rozdělit do několika kategorií podle funkce nebo chování, které vyvolávají.

Každá domácnost má svoji specifickou vůni a stejně tak je tomu i u mravenců. Je průkazem příslušnosti k dané komunitě a nazývá se *domovský pach*. Mravencovo tělo je tímto feromonem zcela prosyceno. Tento specifický pach se však liší mezi obyvateli různých hnízd téhož druhu. S vůní se mravenec zčásti rodí a část získá pobyttem v mraveništi. Pokud do něj pronikne vetřelec, domácí rozpoznají cizí pach, uvědomí o nebezpečí své druhy a mobilizují ke společné obraně mraveniště. Pěkně je to popsáno v knize Ondřeje Sekory – Knížka Ferdy Mravence.

*Neštěstí! Hrůza! Tady nezbude nic jiného než se bránit. V mraveništi nastal poplach. „Tradá, tradá, tata-tatá! Kdo je venku honem do mraveniště. Všechny dveře zavřít. Všechna okna zabednit. A utíkejte někdo do komory, kde spí mravenci s největšími kusadly. Vzbudte je. Do boje!“*

*Trubač vletěl do světnice siláků: „Trututú!“ zazněla trubka ve dveřích. Silní mravenci s největšími kusadly seskočili z postelí a protřeli si oči. „Tutútutú nepřítel je tu!“ volala je trubka do boje. Mravenci se rozběhli s rozevřenými kusadly k hlavní bráně.*

Spisovatel si nic nevymyslel, analogií k trubkám jsou nejspíš akustické i chemické signály, které mravenci v některých situacích vydávají. K mobilizaci mravenci použili *poplašný feromon*. Kolonie mravenců si označuje svůj lovecký revír tzv. *teritoriálním feromonem*. Naopak díky *plodovému feromonu* rozeznávají mravenci pečovatelky vlastní plod od cizího a zároveň i jeho stáří. Chůvy tak mají v plodových komůrkách vzorně roztríděny plody podle vývojových stádií.

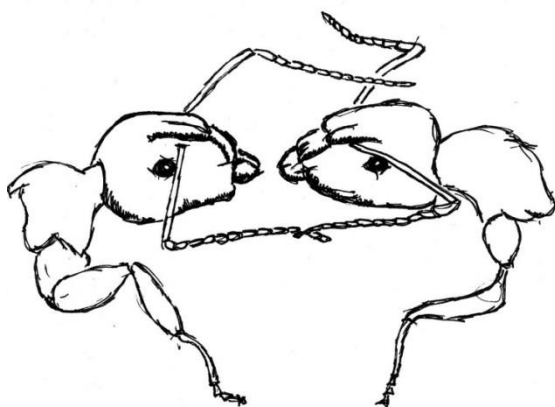
Jeden z dalších typů feromonu slouží mravenčí matce k ovládnutí dělnic - je to *mateří feromon*. Má sterilní účinky, potlačuje u dělnic pářící pudy a brzdí činnost jejich vaječnic. Ty pak kladou pouze vajíčka výživná, s nimiž krmí matku. Tato vejce bývají nepravidelného tvaru a menší velikosti. Mateří feromon nutí členky královského doprovodu, aby svojí velitelku všude sledovaly, chránily, čistily a krmily.

Velmi významný je také *mrtvolný feromon*. Je zajímavé, že mravenci s chutí konzumují mrtvá těla různých druhů hmyzu, ale své nebožtíky zhruba po jedné až dvou hodinách odnášejí na smetiště, aniž by byli využiti jako potrava. Mravenec během

života vylučuje dva druhy pachů, tyto dvě látky tvoří tzv. „signál života“. Po smrti se jedna z látek odpaří a zbývající látka dává svým „signálem smrti“ oznámit „funebračkám“, že přišel jejich čas.

Komunikace mravenců je založena hlavně na jejich chemickém slovníku, např. při verbování pomocníků je znám tzv. běh v závěsu. Mravenčí průzkumník, který našel potravu, vyvrhne z volátka nejbližším dělnicím tekutý vzorek a dá jim ho k ochutnání. Poté se postaví zády, zvedne vysoko zadeček a na jeho konci se objeví kapička tekutiny. Vyzývá tím dělnice k následování. Jakmile se dělnice dotkne tykadly zadních nohou nebo zadečku, průzkumník se rozběhne (se zadečkem stále zvednutým), nejkratší cestou k nalezené potravě. Dělnice se ho celou dobu dotýká tykadly. Pokud dojde ke ztrátě kontaktu, průzkumník se zastaví a výzvu opakuje. Při běhu v závěsu nedochází k zanechání chemické stopy na povrchu, jedinec sleduje pouze prchavou vůni u průzkumníkova zadečku.

Vývoj této komunikace pokračoval dál a vyvinul se ve *stopovací feromon*. Průzkumník sklání zadeček k zemi a uvolňovanou látku vypouští místo do vzduchu na podklad, po kterém běží. Zanechaná stopa má takto delší dobu trvání a může ji sledovat i více jedinců, kteří stopu obnovují. Při pozorování mravenců si všimneme, že nikdy neběží po své „voňavé“ cestě rovně, ale kličují, jako by se odráželi od neviditelných mantinelů. Oni nesledují voňavou tekutinu na zemi, ale běží jakoby v tunelu, který je tvořen parami feromonů nad stopou. Hranice tunelu pak vnímají tykadly.



Obrázek č. 4: Dorozumívání mravenců tykadly

Tykadla mravencům slouží stejně tak jako nám ruce konkrétně k pozdravu a představení (obr. 4). Jen místo o počasí začnou povídat o momentálním stavu svých žaludků. Pokud ho má jeden mravenec právě plnější než druhý, ochotně se se svou kamarádkou rovným dílem rozdělí.

Jak se již psalo více, mravenci spolu komunikují také zvuky. Ty vznikají drhnutím tenkého stridulačního orgánu umístěného na stopce. Vzniklé zvuky jsou vysoké a vrzavé. Zdůrazňují jimi naléhavost chemického sdělení, například pokud dojde

k propadu stropu jejich podzemní chodby - zdůrazňují svůj *úzkostný feromon* akustickým signálem, aby zvýšili volání o pomoc.

#### 4.2.4. Zastavení č. 4 - Potrava

Přijímání potravy patří mezi jedny ze základních fyziologických podmínek. Dospělí mravenci se navzájem krmí, volátka mají umístěná v zadečku a jsou značně roztažitelná. Sběračky v nich přinášejí potravu, o kterou se v hnízdě podělí s ostatními. Každý jedinec je velmi nesobecký, o potravu se dělí rovným dílem, to vedlo k vytvoření sociálního neboli „*společného žaludku*“.

Dělnice podnítí svou družku k vyzvracení potravy tím způsobem, že se jí přední nohou nebo tykadlem dotkne hlavy v oblasti spodního pysku. Odpovědí na tento podnět, je dávicí reflex, říká se tomu *trofolaxe*, neboli výměna tekuté stravy (Obr. 5). Mravenec je všežravec, ovšem polykat může jen potravu tekutou. Částičky rozmělní a natráví ve zvláštní ústní kapse a v této podobě ji posléze polyká.



Obrázek č. 5: Předávání potravy (převzato z Jan Žďárek: Cesta k mravencům)

Cestu k novému zdroji potravy jako první označuje stopovacím feromonem průzkumník, který ji i objevil. Po vůni, kterou po sobě zanechal, se k nalezišti vydají první dělnice. Na zpáteční cestě svými feromony zesilují stopu průzkumníka, jež pomalu mizí. Procesí ke zdroji exponenciálně roste. To trvá pouze tak dlouho, dokud nalezená kořist není zcela obsazena mravenci. Pokud další příchozí nebudou mít přístup k potravě, vrátí se zpět aniž by cestu svým feromonem více zvýrazňovali. Jen dělnice vracející se s plným žaludkem stopu obnovují. Ta si tak udržuje intenzitu, která odpovídá množství zdroje. Přisun potřebných dělnic je tak automaticky regulován.

Další způsob jak mobilizovat mravence je velmi jednoduchý - jeden druhého přenese na určité místo. Tento způsob transportu je u dospělců dosti rozšířen. Silnější a zkušenější dělnice nesou své družky stočené do klubíčka. Nosit se nechávají mladé dělnice, které doposud pečovali jen o zásoby v hnízdě a plod. Nosičky je ve svých

kusadlech takto přemísťují na nová pracoviště, nebo pokud se kolonie stěhuje z jednoho hnízda do druhého. Takto je transportována i matka - královna.

Každý druh má svůj způsob, jak živého spolupracovníka uchopit a nést. Mravenci rodu *Formica* drží svého druha kusadly pod krkem, naopak příslušníci rodu *Myrmica* za temeno a mravenci rodu *Crematogaster* v pase

#### 4.2.5. Zastavení č. 5 - Mravenčí sídliště

Většina mravenců bydlí pod zemským povrchem. Mnozí ale půdu opustili a vytvořili si domov jinde, například v dutých trnech akácie, stvolech a různých dutinách. Další vytvářejí kupovitá hnízda, což jsou velké nadzemní části mravenišť mravenců rodu *Formica*, vyskytujících se v mírném pásu. Jsou to města plná mravenců a jejich potomků. Patří k nejdokonaleji zmapovaným typům mravenišť.

Lesní mravenci vytvářejí kupovitá mravenišť, která se mohou tyčit až dva metry nad povrch země a v průměru mít přes pět metrů. Větší část takto zbudovaných mravenišť je pod zemí. Tyto stavby jsou složitě stavěny, mají hustou síť chodeb a komůrek, jsou vyztužené větvičkami a pryskyřicí. To co my vidíme, je pouze plášť, který mravenišťe překrývá. Je tvořen z jehličí, kamínků, listí a dalšího materiálu, který mravenci přinášejí ze širokého okolí. Tato svrchní část má za úkol být voděodolná, snižovat ztrátu vlhkosti a tepla, funguje jako zateplovací vrstva. Teplota uvnitř jádra se pohybuje mezi 25 až 30°C. Některé druhy rodu *Formica* vystavují svoji jižní stranu viditelně delší, aby se zvýšilo množství přijaté sluneční energie. Tento ukazatel světové strany, můžeme v přírodě použít jako primitivní kompas.

Další teplo vzniká pomocí mikrobiálních pochodů, což je rozklad rostlinného materiálu, který v mraveništi mravenci nahromadili, nebo z metabolických vlastností jejich tělíček. Teplota a vlhkost je velmi důležitá pro vývoj mravenců od vajíčka po dospělého jedince. Dělnice mravenčí kukly přenášejí z jedné komůrky do druhé, kde jsou právě lepší teplotní podmínky pro vývoj nového jedince nebo je nosí vyhřívat ven na sluníčko.

*„Ochladilo se,“ pokývaly hlavou starostlivé chůvičky. „Musíme odnést děťátka do teplejší světničky“ (Sekora – Knižka Ferdy Mravence).*

V mravenišťích může žít od tisíce až po několik miliónu mravenců. Mravenišťe jsou postavena tak, že v nich dochází k účinnému větrání a klimatizaci.

V okolí mraveniště si můžeme povšimnout vyšlapaných steziček, po nichž oběma směry putují dělnice. Když budeme jednu takovouto dálnici sledovat, často nás přivede k dalšímu mraveništi, jenž může být až desítky metrů vzdálené, a od kterého vedou další stezky k jiným mraveništím. Takovýto útvar nazýváme superkolonie. Vytvářejí je především mravenci rodu *Formica*. Základní jednotkou superkolonie je rodinný roj, v jeho okolí pak vznikají dílčí roje. Jednotlivá hnízda mezi sebou komunikují a spolupracují, probíhá mezi nimi výměna potravy, ale také larev, kukel a mladých dělnic. Tento výměnný obchod udržuje celistvost celé kolonie, která tak udržuje jednotný domovský pach, díky němuž se mravenci poznávají.

Když přichází zima, mravenci se stahují hlouběji do svého hnízda a utěšují vchody. Zimu přečkávají v chladové strnulosti.

*Byl čas zařizovat se na zimu. Všichni mravenci snášeli teplé ucpání, aby mohli na zimu zavřít všechny vchody. Stěhovali všechno do dolejších pater, hlouběji do země, aby jim bylo tepleji. Snášeli zásoby jídel, aby bylo co jíst.*

*(...) Na obloze se objevily vločky sněhu. Ještě mokré. Jak spadly, roztály. Ferda se konečně také uložil na své lože a všechno ztichlo. (Sekora – Ferda cvičí mraveniště)*

Hned jak vysvitne první jarní slunce, dělnice s matkami vylezou na povrch a zde se sluní. Je to jediné období, kdy můžeme královny vidět na povrchu, jinak jsou po celý rok v mraveništi. Dělnice se, spolu s teplem nakumulovaným v těle, vrací zpět do mraveniště, a takto postupně prohřívají. Jsou označovány i jako „teplonoši“. Ostatní dělnice opravují hnízda, obnovují cesty nebo hledají potravu.

Mraveniště představuje mnogogenerační obydlí, sloužící po delší dobu než je život jedné dělnice či královny a funguje jako ochrana mravenců před nepřáteli.

#### **4.2.6. Zastavení č. 6 - Vývoj a funkce mravenců**

Na mravencích si budeme demonstrovat typické znaky pro vývoj hmyzu. Rozlišujeme ho na vývoj dokonalý a nedokonalý. Mravence řadíme do skupiny s proměnou dokonalou. (proměna nedokonalá: vajíčko – larva, ta se několikrát svléká – dospělý jedinec; proměna dokonalá: vajíčko – larva, ta se několikrát svléká – zakuklení – dospělý jedinec).

Když na jaře mravenčí teplonoši prohřejí mraveniště a sama královna nakumuluje dostatek tepla od sluníčka, vrátí se zpět do spodních, podzemních pater

a začne klást vajíčka. V těchto patrech zůstává až do příštího jara, kde se tento cyklus opakuje. Královna snáší za den v průměru asi 30 vajíček, o která se dále nestará, protože tuto funkci přebírá skupina dělnic. Vajíčka královně odebírají, olizováním je čistí, navlhčují, slepují do balíčků a odnášejí do plodových komůrek. Po čtrnácti dnech se z vajíček vylíhnou larvy. Nemají tykadla ani nohy, jsou slepé a musí být krmeny. Na povrchu těla mají drobné ochlupení. To jim umožňuje spojit se do balíčků, a dělnicím tak usnadnit práci při přenosu do komůrek, kde jsou momentálně nejvýhodnější vlhkostní a teplotní podmínky. Chůvy je krmí medovicí, kterou získali od mšic nebo šťávou z volátek. Po deseti dnech se larvy zakuklí do svého hedvábného kokonu, který si kolem sebe samy vytvořily.

Po odlovení, například kůry ze starého pařezu, kde je mraveniště, si můžeme všimnout pěkně vyrovnaných bílých kukel. Lidově se jim nesprávně říká mravenčí vajíčka. Larvy mravenců rodu *Formica* musí být zahrabány do země, aby se mohly zakuklit. Po zakuklení je chůvy zase vyhrabou, očistí a dají k ostatním kokonům. Kukly pohlavních jedinců (samců a nových matek) jsou větší než kukly dělnic.

Po čtrnácti dnech se z kukel vylíhnou dospělí jedinci. Při líhnutí pomáhají dělnice svým novým spoluobvatelkám vylézt z kokonu, očistit, a krmí je po dobu, než se jim zpevní vnější chitinová kostra. Poté se zapojují do práce v mraveništi.

*Bylo tu opravdu veliké ticho. Královniny komorné chodily po špičkách, aby ani trochu nevyrušily vládkyni mraveniště v jejím královském zaměstnání – ve snášení vajíček. To totiž nedovedl v celém mraveništi nikdo, jen královna. A ta už vajíček snesla bezpočtu. Žádná z jejích komorných si nepamatovala, kdy se to snášení začalo. Každou chvíli přicházelo nějaké nové vajíčko na svět a už je komorné odnášely chůvičkám. Vajíčko je na světě, teď se o ně starejte vy.*

*(...) Když se vylíhne z vajíčka, je to mrňavounký, beznohý červíček. Takové malé, bezmocné miminko. (...) Cucají ještě z lahvičky med, sladké šťávy a jedí jen to nejmenší, nejlepší a nejjemnější.*

*Když miminka trochu povyroستou, ani byste neřekli, najednou se na nich objeví malé chloupky a doma jim začnou říkat mrňata.*

*(...) Z jejich chloupků se opravdu stávají později vousy. A když jsou z nich potom velcí, tlustí červíci, říká se jim škvřnata.*

*(...) Když škvřnata docela dorostou a tak se napapají, že by jim už puklo břicho, zabalí je chůvičky do plínek a udělají z nich kukly. Děťátku, které spí v kukle, se říká kuklínek. Na ty se už nepokřikuje nic, protože kuklínek spí v hajárně jako zabítí neprobudí se dříve, dokud se nepromění v mravence. To je pak opravdu slavný den. Jakmile přijde jejich chvíle, prokoušou kuklu, vylezou ven – a jsou z nich velcí mravenci. (Sekora – Knížka Ferdy Mravence).*

Společenství mravenců je tvořeno třemi kastami – plodnou královnou, samci a neplodnými dělnicemi. Celému mraveništi vévodí královna – matka, která zajišťuje početnost společenstva a šíření druhu. Královny u druhů rodu *Formica* se dožívají dvaceti až třiceti let. Samci se rodí jen v období, kdy má dojít ke svatebnímu letu, jinak se po celou dobu roku v mraveništi nevyskytují. Jejich funkce je čistě reprodukční, jejich funkcí je pouze oplodnit nové matky. Všechny dělnice, vyskytující se v mraveništi, jsou neplodné samičky dožívající se zhruba pěti let.

*Nemocniční sestry položily Ferdu jemně na nosítka a odnesly ho opatrně, náramně opatrně dolů, do nejtíššího pokojíčku v mraveništi. Bylo to až docela dole, až v nejspodnějším poschodí, zrovna vedle královniny komnaty. Tam ovázaly Ferdovi hlavu a on usnul.*

*(...) „Já bych vám pomohl,“ zašeptal, když poznal, že se už může hýbat. Už se docela sám posadil, už byl plný síly a už se chtěl pustit do nějakého zaměstnání.*

*(...) Vlastně je to štěstí, že mně natloukli, pomyslel si. Jinak bych se sem ani nikdy nepřišel. A neviděl bych to. A zatím je to tak zajímavé.*

*„Víte co?“ Ferda ukázal na kupu miminek. „O tato děťátka se budu starat já!“ (Sekora - Knížka Ferdy Mravence).*

Z knihy mladým čtenářům vyzní, že každý mravenec má v mraveništi svůj úkol a ten dělá po celý život. Ve skutečnosti tomu tak není. Během života dochází u mravenčích dělnic ke změnám profesí tzv. *věkový polyteismus*. Nejmladší dělnice, chůvy a pečovatelky se starají o blahobyt královny a výživu plodu. Nosičky přenášejí kukly. Později budují chodby, nosí hrudky hlíny, jehličí a jiný stavební materiál, jsou to stavitelé hnízda. Zásobovači putují po stezkách a nosí potravu do mraveniště. Ty nejzkušenější dělnice se stanou průzkumníci. Umí se dobře orientovat i v neznámém terénu, znají různé lovecké techniky, ví, jak transportovat nejrůznější kořist. Ke konci života se nejstarší a nejzkušenější dělnice vracejí sloužit zpět do hnízda, kde zastávají

funkci pozorovatelky. Je to stráž mraveniště, která kontroluje tykadly příchozí, a brzy z jara zajišťují obnovu cest.

V mraveništi můžeme najít i další funkce dělnic jako jsou lovkyně, bojovnice, skladnice, dojičky, pastevkyně nebo koordinátorky.

*Vysoký kopec z jehličí a po něm se míhali zedníci, tesaři, chůvy, lovci, cestovatelé a učedníci. Nu, jako na každém mraveništi. Každý něco nesl, každý se s něčím pachtil.*

*(...) Všude, ale všude jich bylo plno, plničko, jen se před očima míhali. Jeden mravenec běžel sem, druhý tam, každý něco nesl, každý něco dělal, podívejte se na tohohle mraveněčka, jak se žene s malým průhledným kamínkem do mraveniště! Kam utíkáš s tím pokladem?*

*Snad si nemyslíš, že je to diamant? Nebo tím chceš zasklít okna?*

*A podívejte se sem! Tenhle mravenec je jistě nějaká chůva. Nese kuklu, malé mravenčí děťátko v peřince, někam na sluníčko. Pořád šťouchá do uschlého lístku a neví, chudák, jak jej přelézt. Lez víc napravo, chůvičko! Tam je lepší cesta. Nebo podlez!*

*A tady? Tři mravenci, siláci, táhnou mrtvou vosu do mraveniště, ale sotva ji utáhnou. No, to by nikdo neřekl, co lze všechno vidět, když se člověk dostane tak blízko k mraveništi! (Sekora - Knížka Ferdy Mravence).*

#### **4.2.7. Zastavení č. 7 - Mravenci parazitující na mravencích**

V mravenčí říši se najdou takové druhy mravenců, které využívají ostatní mravence. Říká se tomu sociální parazitismus - neboli forma příživnictví. Společenství parazitů nenapadají jednotlivce, ale zotročují a využívají celé společenstvo. Například pojídají jejich plod a zásoby a oni jsou nuceni starat se o jejich larvy.

Mezi nejčastější typy sociálního parazitismu patří:

Určité druhy mravenců si záměrně staví svoje hnízda v blízkosti hnízd velkých mravenců, kde se živí na smetištích jejich odpadky, nebo je na jejich vlastních stezkách přepadají a obírají o potravu.

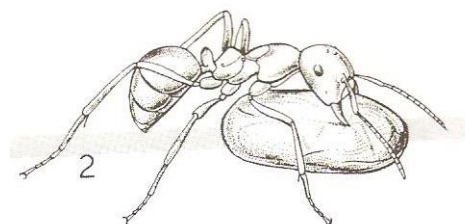


Drobnější parazitující druhy žijí ve stěnách mraveniště větších mravenců. Jejich úzké chodbičky je chrání před hostiteli a umožňují jim, aby vykrádali jejich zásoby a živili se jejich plody.

Další druhy mravenců jsou na svého hostitele tak odkázaní, že již neplodí žádné dělnice. Samička je pevně přichycena na zádech hostitelské matky, krade jí potravu přímo z úst, nebo se nechá krmit jejími dělnicemi. Vajíčka klade vedle vajíček své nosičky a hostitelské dělnice se o ně starají.

Existují také kolonie smíšené, kde je dělba práce velmi nerovnoměrná. Jedni žijí z práce druhých a jde tedy o otrokářství. Rozlišuje se otrokářství příležitostné, dočasné nebo úplné, kde se mravenci bez péče otroků ani nenají.

Profesionál mezi otrokáři je mravenec otrokářský (*Polyergus rufescens*). Jeho kusadla připomínají srpovitě zahnuté dýky. Mravenci, kteří jsou závislí na svých otrocích, pořádají loupeživé nájezdy na své příbuzné druhy, násilně vnikají do mravenišť, oberou mravence o kukly a odnesou je do vlastního hnízda (Obr. 6). Z uloupených kukel se zde narodí nové dělnice a ty se starají o své pány. Shánějí jim potravu, staví a opravují hnízdo, pečují o potomstvo. Otrokáři v mraveništi sedí v nečinnosti, leští a čistí svoje zbraně - kusadla.



Obrázek č. 6: Odnášení uloupené kukly (převzato z Hölldobler a Wilson: Cesta k mravencům)

*„Co by s ní dělal jiného, než co děláme my. Chodí s ní na sluníčko jako my, vyhřívá ji jako my, aby se kuklínkovi uvnitř hezky spalo a aby potom z kukly vylezl hezký a zdravý mravenec,“ vysvětlovala mu nejstarší chůvička.*

*„A ten nový mravenec jim potom práskne do bot!“ vpadl vítězoslavně Kuřihlásek.*

*„Kdepak!“ opravila ho chůvička. „To máš tak, když takový mravenec vyleze z kukly v cizím hnízdě, nepozná vůbec, že je v cizím hnízdě. Tam, kde vylezl z kukly, tam se skutečně narodil, tam je teď doma. A hned začne pracovat pro to mraveniště, ve kterém se narodil, a ani ho nenapadne, že patří jinam. Proto mravenci, kteří mají doma*

*málo dělníků, chodí krást kukly, aby se jim z těch nakradených kukel rodili doma pilní dělníci.“ (Sekora - Knižka Ferdy Mravence).*

Otrokářské choutky můžeme najít i u našich nejběžnějších mravenců, jako je mravenec travní (*Formica pratensis*), mravenec loupeživý (*Formica sanguinea*) nebo mravenec lesní (*Formica rufa*). U mravence travního je otrokářem matka – královna. Někdy se stane, že po svatebním letu nenajde cestu zpět do rodného mraveniště. Tak vyhledá hnízdo příbuzného mravence otročícího (*Formica fusca*). Pokud se jí podaří, že ji dělnice adoptují, zneškodní královnu a usedne na její místo. Po čase je všechno další potomstvo v mraveništi její vlastní. Pro mravence travního je to to příležitostný způsob zakládání nových kolonií, ale pro mravence lesního je to výhradní způsob jak založit hnízdo nové. Mravenec loupeživý ve svém hnízdě ještě samostatně hospodaří, ale občas si opatří i otroky.

Takto viděl výpravu na otroky mravenci loupeživými v roce 1910 W. M. Wheeler, ve své době věhlasný americký myrmekolog.

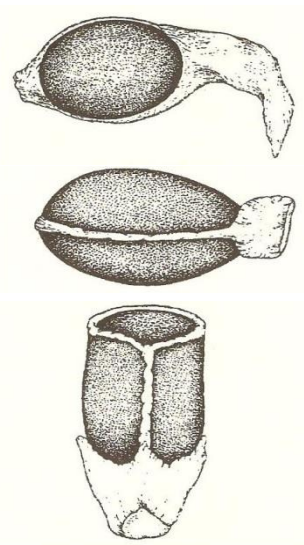
*„Armáda dělnic vyráží obyčejně ráno a vrací se odpoledne, ale to záleží na vzdálenosti od hnízda, které se bude plnit. Své mraveniště opouští v otevřeném šiku, širokém někdy až několik metrů, často rozděleném na několik setnin. Pohybuje se ke svému cíli po nejprímější cestě, jakou překážky dovolují. Čelo voje není vedeno ani jedním ani několika vojevůdci, ale mravenci se ve vedení neustále střídají. Ti co odpadnou, jsou nahrazeni druhými a není snadné pochopit, jak celé těleso může tak neomylně postupovat přímo k hnízdu otročícího druhu, zejména je-li umístěno, a to často, ve vzdálenosti padesát až sto metrů. Když první dělnice dorazí ke hnízdu určeného k vydrancování, nevniknou do něho hned, ale obklíčí jej a čekají, až dorazí zbytek voje. Mezitím obklíčení mravenci stříkají na přibližující se nepřátele kyselinu mravenčí, a buď se připravují mraveniště bránit, nebo se chápou mladých a snaží se prorazit kordón útočníků a uprchnout. Drápou se na listy trav s larvami a kuklami v kusadlech, ale útočníci je strhávají zpět, rvou jim jejich břemena a začínají se hrnout všemi vchody do mraveniště. Brzy z něho po jednom vycházejí se zbytkem larev a kukel a vracejí se domů. Otročí dělnice zabíjejí jen tehdy, stavějí-li se jim nepřátelsky na odpor. Jednotka loupeživých mravenců obtížená kokony se hrne domů, zatímco oloupení mravenci pomalu zalézají do svého vydrancovaného mraveniště, aby se ujali péče o těch pár zapomenutých mladých a aby čekali, až se objeví nový plod,“ (Žďárek, 1980).*

Jsou také zaznamenány i příklady vzorného vzájemného soužití a spolupráce, dvou a více druhů mravenců, kteří společně sdílejí mraveniště.

#### 4.2.8. Zastavení č. 8 - Soužití mravenců s rostlinami

Rostliny jsou velmi důležité nejen pro člověka, ale i pro další živé organizmy. Téměř každá rostlina, která má dutinu nebo dřeň ve stonku, může sloužit jako prostor pro mravenčí hnízdo. Existují druhy mravenců obývajících rostliny trvale, na druhou stran můžeme nalézt druhy, které žijí v rostlinách pouze příležitostně. Zaznamenáváme druhy rostlin, které tvoří zduřené části okvěti nebo báze listů vypadající jako měchýřky. Ty bývají velmi často obydleny koloniemi malých druhů. Některé stromy a keře mají naběhlé a duté části kmenů, které jsou vhodným domovem mravenců. Rostliny, které žijí v minerálně chudém prostředí mohou čerpat živiny z tzv. odpadního stolu mravenců. Ty svou přítomností mravenci chrání svého hostitele před útoky hmyzích škůdců.

Mravenci nemají zvláštní vztah jen k zeleným rostlinám, ale také dokáží využívat houby. Některé rody jsou zcela závislé na svých „houbových zahradách“. Tito



mravenci pěstují podhoubí (*mycelium*) určitých druhů hub na tlejících částech rostlin a rašící vlákna mycelií ukusují. V místě ranky pak vznikají drobné nádory a právě tyto nádory jsou pro mravence nejvyhledávanější pochoutkou.

Dlouho nebylo známo, jak si nová kolonie mravenců opatří „sazenici“ příslušné houby, bez níž by nemohla existovat. Z pozorování se zjistilo, že mladá matka, která při rojení opouští staré hnízdo, aby byla oplodněna, si nese ve zvláštní dutině v ústech jako výbavu malý chomáček houbových vláken.

Obrázek č. 7: Příklady semen s elaiosomy. Zastoupeny rody (shora): bika, violka, hluchavka. (převzato ze Živa 1/95).

Mravenci plní pro rostliny jednu další velmi důležitou službu a to roznášku zralých semen (*myrmekochorie*). Různými adaptacemi je rostlina schopna způsobit, že mravenci odnáší její semena, aniž by je poškodila. Přemísťují je různým způsobem. Zprv jde spíše o nepozornost. Mravenci sbírají velké množství semen a přenášejí je do mraveniště jako potravu. Některá však cestou ztratí a jiná uschovávají do půdy.

Dělnice na ně však zapomenou a semeno později vyklíčí. Rostlina tak vyrostе na zcela novém místě.

Druhý způsob šíření rostlin je zcela jiný. Patří sem rostliny, které vytváří elaiosom (Obr. 7). *Elaiosom* = *tučné a výživné tělísko připojené k semeni*. Elaiosomy přitahují svým pachem mravence, které je jako svou potravu odnášejí do mraveniště. Po konzumaci elaiosomu zůstanou semena nepoškozena a jsou buď vyhozena, nebo odnesena na podzemní smetiště, kde za vhodných podmínek mohou vyklíčit. Naši běžnou rostlinou spoléhající na mravence je nejen fialka, ale také například jaterník, pomněnka, bika, ostřice nebo vlašovičník.

Mravenci rozšiřují pásmo, v němž se rostliny vyskytují. Semena jsou do mravenišť přinášena nejčastěji z bezprostřední blízkosti, ale bylo zjištěno, že překážkou není vzdálenost ani 70 metrů. Tato symbióza umožňuje nepohyblivým zeleným organismům kolonizovat nové prostory.

#### **4.2.9. Zastavení č. 9 - Mravenci a jejich hosté**

Spousta druhů hmyzu, především brouků, je svým způsobem života úzce spjata se životem mravenců. Je zvláštní, že mravenci většinou nesnesou ve svém hnízdě příslušníka téhož druhu, který je z jiného mraveniště. Nechají se však často přelstít brouky, roztoči, mnohonožkami, cvrčky, plošticemi nebo housenkami. Trpí je u sebe a dokonce jim i slouží. Všechny tyto druhy označujeme jako mravencomilní (*myrmekofilní*). Tyto mravenčí hosty můžeme podle své závislosti rozdělit do tří skupin.

První skupinu tvoří hosté nevitání, draví, mravenci pronásledovaní. Tomuto nepřátelskému soužití se odborně říká *synechtrie*. Jsou to lupiči a predátoři. Synechtři žijí blízko mravenčího hnízda, většinou na jeho obvodu, kde číhají u mravenčí cesty na osamělého mravence. Nebo se pravidelně v noci odváží do hnízda, kde vykrádají mravenčí zásoby a požírají mravenčí plody. V této době bývají mravenci malátní a pomalí. Synechtři se však musí mít stále na pozoru. Jsou-li neopatrní, mravenci je při dopadení okamžitě usmrtí. Patří sem například druhy drabčků rodu *Lomechusa* a *Lomechusoides*, ploštice zákeřnice *Philocerus ochraceus*, pavouk snovačka břehová *Cryptachaea riparia*.

Dalším typem soužití je *synekencie* neboli *inkvilinizmus*. Živočichům můžeme také říkat soustolovníci. Tito hosté jsou v mraveništi trpění a přehlíženi. Žijí na tzv. mravenčích smetištích, kde se živí odpadky celé kolonie, zbytky kukel, mrtvými

mravenci, ale často také loupí nehlídaná vajíčka, larvy a kukly. Je to například brouk *Amorphocephalus coronatus*, lesknáček *Amphotis marginata*, pavouk *Myrmarachne plataleoides*.

A posledním typem soužití je *symfilie*. Patří sem hosté vyhledávání, hýčkaní a mravenci oblíbení (např. mšice, červci, křísi). Mravenci svého hosta vychovávají od larvy, krmí ho, plní jeho potřeby, brání ho proti vetřelcům. Dalo by se říci, že to jsou domácí mazlíčci mravenců. Symfilové bývají velmi často degenerovaní, jsou slepí, došlo u nich k redukci počtu tykadel, chodidel, ke ztrátě pigmentu. Jsou neschopní samostatného života v přírodě. Ale za to mají silně vyvinuté ústrojí, produkující různé šťávy a výměšky, které jsou pro mravence odměnou za jejich péči.

Velmi známý vztah je mezi mravenci a mšicemi. Jedná se o soužití pro oba dva organismy oboustranně prospěšné, takovýto vztah se nazývá potravní mutualismus. I v knize Ferdy Mravence se píše, jak Ferda spolu se svými kamarády šel na lov mšic. Ve skutečnosti jejich odchyt nevypadá tak, jak popisuje tuto událost Ondřej Sekora - býčí zápas s mravenci přeměněnými v toreadory.

*To si ovšem nemyslete, že šli lovit nějaké obyčejné rohaté krávy! Kdepak. Mravenčí krávy, to jsou přece zelené mšice, které ze sebe vypouštějí sladkou šťávu. Tu mají mravenci rádi, a proto mšice chytají.*

*„Tam jsou!“ vykřikli mladí mravenci, když uběhli pěkný kus cesty. A opravdu. Po travičkách, po květinkách se to hemžilo mravenčími kravami. Přešlapovaly, lezly přes sebe a pásly se.*

*Několik mravenců vyběhlo s klacky na květinke, jiný na trávy a začali krávy nahánět. Ostatní se snažili, aby je chytili. Jej, krávy trkaly, kopaly, oháněly se a vyhazovaly. Mravenci kolem nich lítali jako peříčka ve větru.*

*(...) Mšice s nejostřejšími tykadly napřaženými jako rohy se rozeběhla proti němu. Šup, lup, už ho napíchne. Ale Ferda jen před sebou zamával šátkem, uskočil a mšice s pěnou u huby proletěla kolem něho, až se za ní zaprášilo. Hlavou házela na všechny strany, jako by už Ferdu měla napíchnutého na tykadlech. Ale zatím tam měla jen turban, který Ferdovi spadl z hlavy. (Sekora - Knížka Ferdy Mravence).*

Mšice a jejich příbuzní sají rostlinné šťávy, z nichž stráví a zužitkují jen dusíkaté látky - aminokyseliny. Sloučeniny cukru slouží jako palivo pro práci svalů. Mšice žijí celý svůj život usedle a moc jich nespotřebují. Proto je z těla vylučují ven jako výkaly.

Těmto sladkým výkalům se u mšic a červců říká medovice, kterou kromě sloučenin cukrů vytváří také přebytečná voda.

Mravenci se naučili tuto sladkou medovici sbírat a uchovávat v podobě živých medových soudků. Sbíráni medovice se říká „dojení“. Mravenci dráždí mšice tykadly okolo jejich řitního otvoru, na což reagují vypuštěním sladké kapky (Obr. 8). Tomuto potravnímu vztahu se říká trofobióza - soužití podmíněné potravou (Žďárek, 2013). Zároveň se mravenci naučili své mšice – „krávy“ v okolí mraveniště přenášet na nejvhodnější části rostlin. Také pro ně budují podzemní stáje. Mravenci své mšice střeží, jsou tedy jako pastevci, kteří hlídají své krávy před vlky.

Mšice si vyvinuly poplašný feromon, kterým v případě nebezpečí alarmují své družky, aby se rozutekly nebo pustily z rostlin na zem. Tímto feromonem se především dovolávají pomoci svých ochránců. Mravenci při zaznamenání poplašné výzvy oběti vrhnou na vetřelce a přinutí ho k útěku. Hlavními predátory, kteří napadají mšice, a mravenci s nimi svádějí nelítostný boj, jsou slunéčka. Ta si během let dokázaly vytvořit určité obranné mechanismy, například tvrdý a voskový povrch, nebo stáhnou končetiny pod tělo, přitlačí hlavičku k toraxu a přitisknou se k substrátu.

Další z omylů uvedených v knize Ferda Mravenec je, že Ferda se chce se slunéčkem (Beruškou) kamarádit, i když ve skutečnosti, jak už jste se dověděli, jsou v přírodě nepřátelé.

*„Jen tak ze žertu! Kdybyste chtěla sama jezdit, musila byste mít koníka. Třeba nějakého zeleného. Ti hnědí, víte, jsou divocí. – Kdybyste chtěla, já bych vám takového koníka ochočil!“ nabízel se s nadšením Ferda.*

*„Já se zeptám maminky,“ řekla Beruška. Jen tak, jakoby nic, pohodila hlavou, rozevřela krovky a frrr! odletěla pryč. Ferda se za ní dlouho díval, až se mu v dálce ztratila. Moc se mu líbila ta Beruška!*

*(...) Když zase zastavili u kamínku, Ferda sestoupil z vozu a řekl jí slavnostně: „Beruško, ten vůz i ten kuň, to všechno je vaše. Chcete je?“*

*A co myslíte, že Beruška na to odpověděla? Nic, jen se tak usmála: „Checheche!“ a práskla do koníka. Na mravence se ani nepodívala a ujela pryč.*

*Ferda stál a čekal. Myslil, že se Beruška vrátí, že seskočí z vozu a že zavolá: „Ty můj hodný Ferdo, já tě mám za to ráda!“ a že mu dá pěknou pusku. Anebo že přijede*

*a aspoň se na něj hezky podívá. Ale beruška už nepřijela, (Sekora - Knížka Ferdy Mravence).*

Ze stejných důvodů jako se mravenci starají o mšice, starají se i o housenky některých modrásků a pestorbarevců. Dospělci modrásků cíleně kladou vajíčka na rostliny v blízkosti mravenců, tak zajistí svým potomkům ochrannou péči už od samého narození.

#### **4.2.10. Zastavení č. 10 - Význam a ohrožení mravenců**

Mravenčí život se odehrává v mikrosvětě přírody, v rozměrech pouze několika desítek či stovek centimetrů. Kdyby všichni mravenci zmizeli, došlo by k rychlejšímu zániku suchozemských ekosystémů, protože už by neexistovaly služby, které mravenci poskytují.

Lesní mravenci jsou velmi významnou složkou pro ekosystém lesa a zachování jeho stability. Regulují přemnožený hmyz, který může způsobovat škody v lesních porostech. Týká se to hlavně blanokřídlého hmyzu, motýlů (obaleč, bourovec, bekyně), brouků (nosatci, chrousti, mandelinky) a především v jejich vývojových stádiích. Mravenci loví hmyz vyskytující se hojně v jejich bezprostřední blízkosti. Jejich útokům nejlépe odolávají silně ochlupené housenky, brouci s tvrdými krovkami a sliz vylučující měkkýši. Mravenci svou činností mohou snižovat používání chemických látek člověkem. Provzdušňují, přemísťují a obohacují zeminu. Touto činností vyprodukují více humusu než žížaly. Pomáhají zeleným rostlinám rozšiřovat se a udržují tak rozmanitost vegetačního krytu. Mravenišť, je domovem i pro jiné živočichy, například housenky některých druhů modrásků, mnohonožky, pavouky, larvy brouků zlatohlávků a mnohé další. Druhová diverzita organismů žijících v lese se tím zvyšuje.

Mravenci jsou také potravou jiného dravého hmyzu (např. mravkolva) nebo obratlovců. Především jsou to žáby, ještěrky, lesní kurovití ptáci (tetřev, tetřívek, koroptev), žluny, datlové, ze savců pak divoká prasata, jezevec, krtek, liška. Například krutihlav obecný – jeden z našich vzácných a chráněných ptáků, se výhradně živi mravenci.

*„Mravkolev! To je divné jméno,“ řekl mravkolev Ferdovi důvěrně. „Pro mne se asi nehodí. Copak já, takové neviňátko, vypadám jako nějaký lev? Ale já se tak vlastně jmenuji kvůli svému synovi. Ten je totiž lev. Mravenčí lev. Opravdový divoký mravenčí lev!“*

*„Uááááá!“ zařvalo to v dálce. Všichni, kdo byli okolo, se ihned rozprchli, jen Ferda musel zůstat, protože byl na provázku.*

*„Slyšíš ho?“ otázal se pyšně tatínek Neviňátko. „To je on. Můj syn!“ Ferda zbledl. Už v mraveništi slychal o malém mravenčím lvu, který požívá samé mravence.*

*(...) „Tady si udělám důlek.“ Na měkkém místě začalo jezdit pozpátku po zemi kolem dokolečka. Rylo zadečkem do země a hlavou kolem sebe vyhazovalo písek, až si vyhrabalo pěkný důlek a bylo v něm až po krk zavrtáno. V samém měkkém písku. Nic z něho nebylo vidět, jen hlava s těmi dlouhatánskými zuby vyčnívala.*

*(...) A jejej! Ted' mohlo být opravdu po Ferdovi. Vždyť on stál na krajíčku Ťutínkovy jamky, a jak ho kamarád plácl, Ferda sjel po písku dolů. Honem nahoru, pryč od Ťutínkových zubů!*

*„Á, chahachá! Už tu mám mravence!“ zajásal Ťutínek. „To si pochutnám!“ mlaskal. Už byl přesvědčen, že mu Ferda nadehnal tučného mravence. Hned po něm začal házet písek. A to bylo zlé. Písek podrážel Ferdovi nohy. Ferda se dral zoufale nahoru, ale jak udělal krok nahoru, vletěl mu pod nohy nový písek a on zase sklouzl o krok dolů. (Sekora - Knížka Ferdy Mravence).*

Mravence ohrožuje celá řada činitelů, jako je špatně prováděné lesní hospodářství (stejnověké porosty bez dostatku světlin), nešetrné používání těžké techniky při lesních těžbách, velkoplošné holoseče, nadměrná aplikace pesticidů, dále je to záměrné ničení člověkem, jejich vypalování a likvidace. Toto je důvod, proč dochází ke snižování prostoru vhodných biotopů pro existenci některých druhů lesních mravenců. K ničení přispívá i lidská zvědavost a bezohlednost, kdy jsou mravenišťe narušována bezdůvodně.

Někde můžeme najít oblasti, kde desítky kilometrů v krajině nenalezneme žádné mravenišťe a ani mravence. To vypovídá o špatném stavu lesa, jehož mají být součástí. Lesní mravenci jsou citliví na změnu prostředí lesního ekosystému, můžeme je považovat za indikátory životního prostředí.



## 5. Diskuse

Naučná stezka „Po stopách mravenců“ byla vytvořena ve dvou částech. První část obsahuje informační tabule, kde jsou uvedeny texty jednotlivých zastavení. Ty jsou koncipovány pro nejširší veřejnost. Druhou část vytváří pracovní listy, které podněcují k hlubšímu zkoumání a měly by sloužit jako doplňující prvek.

Bylo potřeba vytvořené zastávky a úkoly ověřit v praxi. Zjistit zda jsou úkoly dobře formované a pro žáky vzhledem k jejich věku přiměřené. K ověření výukového programu bylo osloveno skautské středisko z Kamenice nad Lipou, kde bylo 22. 3. 2014 připravena pro deset členů půldenní vycházka. Účastnily se děti ve věku od 12 – 15 let.

Nejprve bylo dětem vysvětleno, o jaký návrh naučné stezky se jedná, dále byly seznámeny s průběhem, organizací a bezpečností. Pracovní listy děti vypracovávaly ve dvojicích. Tím byla snížena obtížnost a děti si s nimi lépe poradily. Každá dvojice dostala tvrdé desky, aby si měla na co položit pracovní listy a tím se jim s nimi venku lépe pracovalo. Z toho jak děti pracovní list bavily, bylo usouzeno, že zadaným aktivitám a úkolům rozuměly, četly celé pracovní listy, žádné pasáže s úkolů nepřeskakovaly. Každý úkol dětem zabral 8 – 12 minut (přečtení, provedení a následné zapsání). Úkoly děti plnily na jednom z druhů lesních mravenců.

Děti nejvíce bavily úkoly č. 3 – Haló tady je potrava a úkol č. 7 – Mravenčí cesty. Úkol č. 5 – Vyvolání „dávicího reflexu“ se nikomu nepovedl, i když ho děti na mravencích dlouho zkoušely. Úkol č. 8 – Kdo se nebojí, ať ochutná, byl vyzkoušen jen z části, v okolí mravenišť nebyla najata žádná rostlina s mšicemi, ale děti našli slunéčko. Tak viděly jen, jak mravenci slunéčko zaženou. To, že děti nenašly rostlinu s mšicemi a nemohly tento úkol udělat, je přisouzeno ročnímu období, ve kterém byla naučná stezka ověřována.

Podle toho jak děti pracovaly, bylo usouzeno, že pracovní listy jsou pro cílovou skupinu vhodné, zadání jsou jednoduchá a srozumitelná, jednotlivé úkoly jsou přiměřené věku, schopnostem a dovednostem. Každý úkol jeho zadání a následná aktivita má svůj zřejmý smysl. Po pozorování práce dětí s pracovními listy bylo zjištěno, že pracovní listy nevyžadují jen bezduchou činnost, ale podněcují k hlubšímu zkoumání a přemýšlení. Je v nich dostatek místa pro vlastní činnost dětí (dostatek místa na doplnění a poznámky). Pracovní listy pro školní skupinu jsou kompatibilní s RVP.

Navržená naučná stezka nebyla, vkládala do terénu. Takto volně vytvořená naučná stezka se může použít na více vhodných tras, kam by tematicky zapadla, tedy míst, kde se vyskytuje větší množství mravenců. Nebo by mohla sloužit jako výukový program v ekocentru. Bylo by dobré k pracovním listům přidat tematicky zaměřené hry, které by se mohly hrát mezi přechody jednotlivých zastavení.

Každá naučná stezka by měla splňovat funkce, o kterých bylo psáno v kapitole Naučné stezky. Myslím si, že se tyto funkce podařilo splnit.

- Informační funkce: Naučná stezka poskytuje základní informace o životě mravenců.
- Výchovně vzdělávací funkce: Návštěvníci se blíže seznámí s mravenci a jejich ochranou.
- Vybízející funkce: Návštěvník je veden k tomu, aby chránil mravence a nebyl lhostejný k životnímu prostředí, ve kterém žijí.
- Estetická funkce: Stezka zatím není vsazená do terénu a nejsou vytvořeny návrhy informačních tabulí a textů, abych tuto funkci hodnotila.
- Motivační funkce: Naučná stezka je doplněna tematicky zaměřenými úkoly, které souvisejí s jednotlivými zastaveními. Jejím úkolem je vzbudit větší zájem o mravence.
- Propagační funkce: Naučná stezka propaguje kladný vztah k přírodě.
- Didaktická funkce: Učí a seznamuje návštěvníky s životem mravenců a jejich ochranou.
- Komplexní působení: Touto naučnou stezkou se snažím vzbudit zájem o přírodu. Chtěla bych, aby každý návštěvník, který tuto stezku projde, byl obohacen o nějaké znalosti, vědomosti a odpočinul si od uspěchaného života.

## 6. Závěr

Jednou z důležitých součástí výuky přírodopisu je i přímý kontakt s přírodou, při kterém mohou žáci něco prožít, pochopit a vypořádat. Vycházky a exkurze jsou proto vhodným doplňkem školní výuky. Žáci se při nich nejen vzdělávají, ale zároveň také zde využívají své již získané znalosti a mohou pozorovat vztahy mezi jednotlivými složkami přírody.

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření výukové trasy, která by nejen dospělým, ale hlavně dětem přiblížila svět mravenců a tím probudila větší zájem o přírodu.

Bylo vytvořeno deset zastavení s tematickými informačními texty a pracovními listy. Díky nim se děti učí pracovat ve skupinách, pomáhat si, chovat se k sobě přátelsky a zároveň podněcují k hlubšímu zkoumání. Na trase se mohou rovněž hrát různé hry a soutěže, které mají za úkol naučit děti poznávat a chránit přírodu.

Věková skupina, pro niž byla trasa navržena, je starší školní věk tedy 2. stupeň základních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Funkčnost celé výukové trasy jsem prakticky ověřila s dětmi.

Stezka je určena nejen pro školy, ale také pro rodiče s dětmi. Úkoly jsou koncipovány tak, aby se i rodiče mohli aktivně zapojit. Rodina má tak možnost upevnit vnitřní vztahy mezi sebou, zábavnou formou získat znalosti a smysluplně využít čas.

## 7. Seznam literatury

**Bezděčka P., Miles P. a Schönberg M., 2000:** Formica: Zpravodaj pro aplikovaný výzkum a ochranu lesních mravenců 3. Liberec: ZO Českého svazu ochránců přírody, 88 s

**Bezděčka P., Bezděčková K., 2011:** Mravenci ve sbírkách českých, moravských a slezských muzeí. Jihlava: Muzeum vysočiny, 147 s

**Bezděčka P., 2014:** Formica stránka o mravencích. [cit. 21.1. 2014]. Dostupné z: <http://lesnimravenci.cz>

**Cermanová Z., 2004:** Návrh výukového programu pro Centrum ekologické a globální výchovy Cassiopeia v Českých Budějovicích. Diplomová práce, školitel PaedDr. Radka Závodská. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 74 s

**Čeřovský J., Záveský A., 1989:** Stezky k přírodě. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 239 s

**Daňo J., Kůsová P. a Miles P., 2002:** Lesní mravenci. Liberec: ZO Českého svazu ochránců přírody, 19 s

**Dvořák M., 1989:** Soužití brouků s mravenci. Academia: Živa 5, 240 s

**Forman M., Král J., 2010:** Změny v organizaci genomu a vznik sociality u bezobratlých. Academia: Živa 3, 128 – 130 s

**Friedlová L., Souček Z. a Kocourek P., 1991:** Budování a využití naučných stezek. Praha: Propagační tvorba, 64 s

**Fromm E., 1993:** Strach ze svobody. Praha: Naše vojsko, 240 s

**Hölldobler B., Wilson E. O., 1990:** The Ants. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 736 pp

**Hölldobler B., Wilson E. O., 1995:** Journey to the Ants: A Story of Scientific Exploration. Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachusetts, 196 pp

**Hölldobler B., Wilson E. O., 1997:** Cesta k mravencům. Praha: Academia, 200 s

- Hůlová J.**, 2010: Návrh přírodovědné výukové trasy Údolím Mže u Pavlovic (Tachovsko). Diplomová práce, školitel Mgr. Rostislav Černý, CSc. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 123 s
- Kalná I.**, 2007: Didaktické využití naučných stezek v prvouce. Diplomová práce, školitel Doc. RNDr. Jiří Matyášek, CSc. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Pedagogická fakulta, 151 s
- Klonfarová H.**, 1999: Naučné stezky. Zpravodaj ekologické výchovy Sisyfox, roč. 12, č. 3, 37 s
- Kovář P.**, 1995: Šíření semen mravenci: evoluce vztahu? Academia: Živa 1, 48 s
- Kovář P.**, 1995: Rostlinstvo a mravenci ekologické významy vztahu, Academia: Živa 2, 96 s
- Kovář P.**, 2012: Co a jak sdílejí mravenci s rostlinami – je myrmekofilie významná pro utváření ekosystémů? Academia: Živa 4, 216 s
- Křístek J., Urban J.**, 2004: Lesnická entomologie. Praha: Academia, 446 s
- Máchal A.**, 1996: Špetka dobromysli: kapitoly z praktické ekologické výchovy. Brno: EkoCentrum, 153 s
- Máchal A.**, 2007: Praktický průvodce ekologickou výchovou. Brno: Rezekvítek, 206 s
- Mihulka S.**, 2009: Mravenci ze světa bez sexu, O.S.E.L. [online] [cit. 3.2 2014] Dostupné z: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=4358>
- Miles P.**, 1998: Formica: Zpravodaj pro aplikovaný výzkum a ochranu mravenců 1. Liberec: ZO Českého svazu ochránců přírody, 80 s
- Naučnou stezkou**, 2014: O našem webu [cit. 8.1 2014] Dostupné z: <http://www.naucnoustezkou.cz/o-webu>
- Obenberg J.**, 1940: Ze života mravenců a všekazů. Praha: Vesmír, 401 s
- Patočka J.**, 2006: Mravkolev alias Ťutínek. Vesmír: Vesmír 7, 55 s
- Pech P.**, 2008: Jak na sobě naši mravenci sociálně parazitují. Academia: Živa 6, 96 s
- Petráková L.**, 2009: Interakce mezi *Liometopum microcephalum* (Formicidae) a jinými dominantními mravenci se sympatrickým výskytem. Diplomová práce, školitel Dipl.

Biol. Jiří Schlaghamerský, Ph.D. Brno: Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, 76 s

**Podroužek L.**, 2009: Didaktika přírodovědné zájmové činnosti (pro vychovatele a pedagogy volného času). Plzeň: Západočeská univerzita, 34 s

**Příhodová A.**, 2008: Využití naučných stezek pro aktivizaci dětí. Diplomová práce, školitel PhDr. Marie Bezečná. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Teologická fakulta, 137 s

**Region - Projekt environmentální výchovy v Ústeckém a Karlovarském kraji**, 2012: Metodika realizace environmentální výchovy v terénu. PF UJEP, 18 s, [cit. 12.2 2014]. Dostupné z: <http://enviregion.pf.ujep.cz/exkurze/ucitele/data/metodika.pdf>

**Rozsypalová A.**, 2009: Chemická obrana slunéček proti mravencům. Magisterská práce, školitel doc. RNDr. Oldřich Nedvěd, CSc. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, 42 s

**Sadil J.**, 1955: Naši mravenci. Praha: Orbis, 228 s

**Seifert B.**, 1996: Ameisem beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag: Augsburg, 352 pp

**Seifert B.**, 2007: Die Ameisen Mittel – und Nordeuropas. Lutra Verlags – und Vertriebsgesellschaft, 368 pp

**Sekora O.**, 1962: Knižka Ferdý Mravence. Praha: Státní nakladatelství dětské knihy, 184 s

**Sekora O.**, 2006: Ferda cvičí mraveniště. Praha: Knižní klub, 1.vydání 1947, 128 s

**Sekora O.**, 2008: Mravenci se nedají. Praha: Knižní klub, 1. vydání 1954, 100s

**Soudek Š.**, 1922: Mravenci. Soustava, zeměpisné rozšíření, oekologie a určovací klíč mravenců žijících na území Československé republiky. Praha: Československá Společnost Entomologická, 100 s

**Starý P.**, 1988: Mšice, mravenci a kleptoparazitismus. Academia: Živa 4, 160 s

**Toman J.**, 2002: Výukový program stromy pro centrum ekologické výchovy. Diplomová práce, školitel Mgr. Jan Petr Ph.D. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 67 s

**Zormanová L.**, 2012: Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod. Praha: Grada, 155 s

**Žďárek J.**, 1980: Neobvyklá setkání. Praha: Panorama, 304 s

**Žďárek J.**, 2013: Hmyzí rodiny a státy. Praha: Academia, 584 s

## 8. Přílohy

### 8.1. Pracovní listy

#### Úkol č. 1 – Mravenčí voňavka

Přivoň si k mravenčímu poplašnému feromonu - voní ti?

Přilož dlaň pár centimetrů nad mraveniště, chvílku ji tu ponech a pak si k ní přivoň. Celou dobu pozoruj chování mravenců.

Cítíš něco? ANO NE

Co ti daná vůně připomíná?

---

---

---

Dívej se a popiš, jak mravenci feromon vypouštějí:

---

---

---

---

#### Úkol č. 2 – Komunikace

Pomůcky: lupa

Mravenci mezi sebou komunikují nejen feromonem, ale i dalšími prostředky. Pozoruj, jestli u nich dochází k nějakému kontaktu (pokud máš lupu, použij ji).

Dochází u mravenců k nějakému kontaktu? ANO NE

Popiš kontakt mezi dvěma mravenci, který jsi zpozoroval:

---

---

---

---



### Úkol č. 3 – Haló, tady je potrava

Potřeby: kostka cukru, stopky

V blízkém okolí mraveniště polož kostku cukru a sleduj chování mravenců (hlavně toho, který potravu našel).

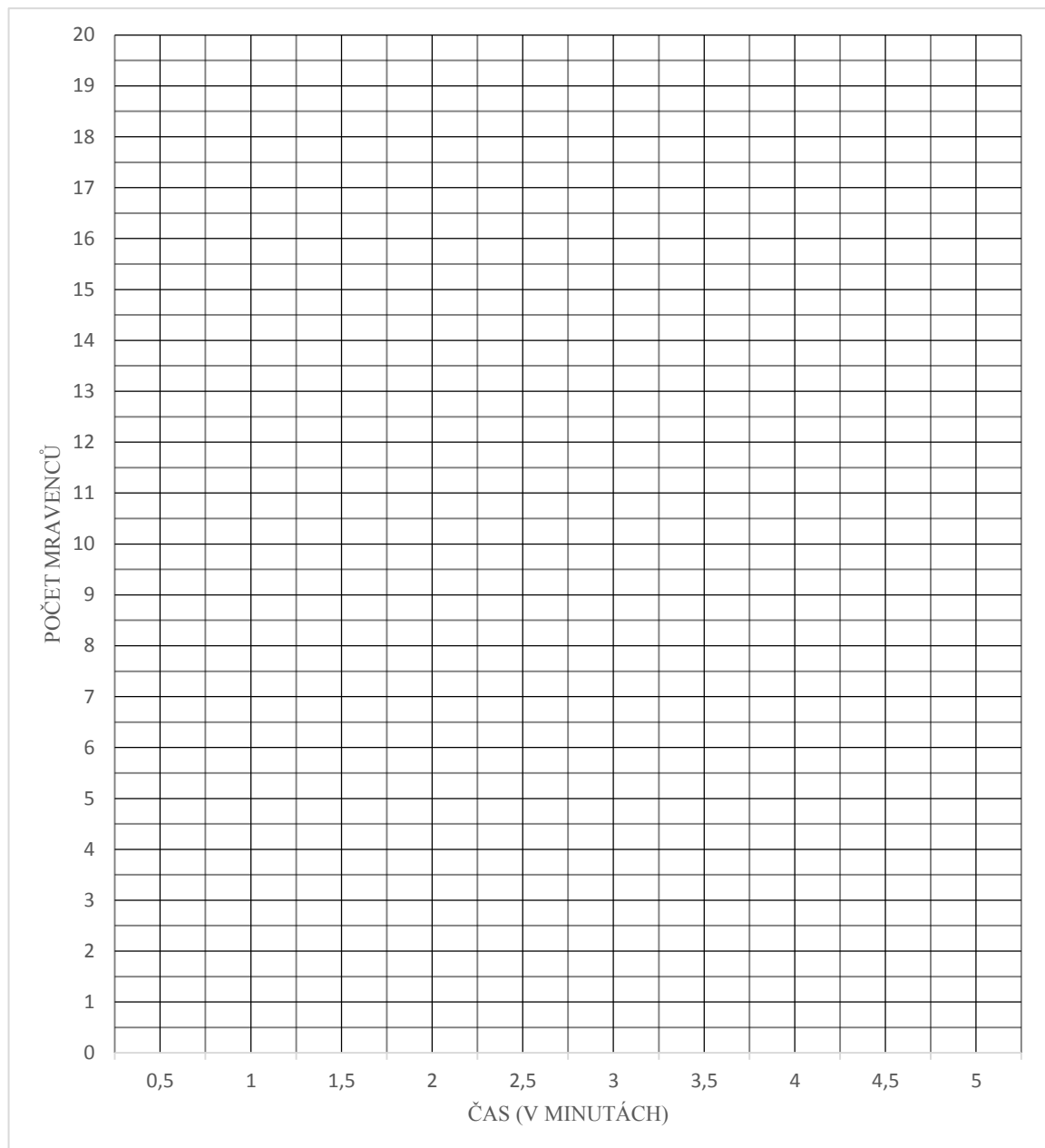
Jak se zachoval první mravenec, který potravu našel?

---

---

---

V závislosti na čase nakresli graf, kolik mravenců bude u cukru.



## Úkol č. 4 – Krysař

Pomůcky: skleněná tyčinka

Skleněnou tyčinku podrž chvíli (cca 30 sekund) nad mravenišťem, pak podrž tyčinku poblíž mraveniště.

Co se děje v nejbližším okolí tyčinky?

---

---

---

Co se děje, když tyčinkou pomalu pohybuješ?

---

---

---

Čím je tento úkaz způsoben?

---

---

---

## Úkol č. 5 – Vyvolání „dávicího reflexu“

Pomůcky: vlas

Pohlád' mravenčí dělnici, která se právě vrací do mraveniště, na spodní straně kusadel vlasem.

Co je odpovědí na tento dotek?

---

---

Proč tomu tak je?

---

---

---

---

## Úkol č. 6 – Materiál pro celou kolonii

Pozoruj, jaký materiál mravenci přenášejí (vše co jsi viděl, napiš):

---

---

---

Jakého materiálu přenášejí nejvíce?

---

---

Čím mravenci materiál přenášejí?

---

---

## Úkol č. 7 – Mravenčí cesty

Pomůcky: stopky

Pozorně se podívej kolem sebe a sleduj mravence, kteří odbíhají z mraveniště ven a zase se vrací. Někteří se vrací bez nákladu, jiní táhnou velký kus potravy. Určitě si všimneš, že stále chodí jednou a tou samou cestičkou.

Nasliň si prst a jednu z cestiček, po které mravenci chodí, protni.

Změnilo se chování mravenců v místě, kde jsi protnul jejich stezku?      ANO    NE

Jak se jejich chování změnilo?

---

---

---

Jak dlouho jim trvá, než se některý z nich odváží, a neviditelnou překážku překoná?  
(k přesnějšímu určení času použij stopky)

---

---

---

Proč mravenci nemohou pokračovat v cestě, kterou jsi přetrnul nasliněním prstem?

---

---

## Úkol č. 8 – Kdo se nebojí at' ochutná

Pomůcky: vlas

Pokus se v okolí mraveniště najít rostlinu, na které jsou mšice.

Jsou na rostlině s mšicemi ještě jiný živočich/živočichové? ANO NE

Pokud ano, napište jací živočich/živočichové?

---

---

Proč se tam vyskytuje?

---

---

---

Vytrhni si jeden vlas a polechtej jím mšici na zadečku. Co se stalo?

---

---

---

Napiš jak se této tekutině říká? Jestli se nebojíš, naber kapičku na vlas a ochutnej ji.

---

---

Podívej se po okolí a zkus najít slunéčko sedmítečné, vezmi ho a přidej na rostlinu s mšicemi. Pozoruj co se bude dít, událost popiš.

---

---

---

---

---

## Úkol č. 9 – Sběr myrmekofilních brouků

Pomůcky: igelitová plachta, krabičkové lupy, klíč k určování brouků

Synechtrie – živočich vyhledává hnízda mravenců, živí se dospělými mravenci nebo jejich larvami a kuklami

Synekencie – mravenci brouka přehlízejí, tito brouci se v mraveništi živí zbylou potravou, mrtvými mravenci, zbytky kukel a vajíček

Symfilie – druh mutualismu, hostitel poskytuje druhému živočichovi potravu, ochranu, úkryt a oni produkují na oplátku různé výměšky a šťávy ze žláz

Blízko mraveniště rozprostři igelitovou plachtu, prudce a rychle na ni hod' shrábnuté listí, mech a ostatní organickou hmotu, která je v blízkém okolí mraveniště. Takto by se měli ulovit synechři. Velmi důležitá je rychlost, jak shrábnutí, tak i přenosu na igelit. Brouci jsou velmi hbití, už při nejmenším vyrušení zalézají do prasklin půdy. Na igelitu, se ale nikde neschovají a ty se je můžeš pokusit najít, polapit do krabičkových lup a za pomoci klíčů určit.

Co se stane, když po vysypání na igelit na sebe narazí:

Synechr x 1 mravenec

---

---

Synechr x více mravenců

---

---

Počet nalezených druhů.

---

Názvy jednotlivých druhů brouků určených pomocí klíčů.

---

---

---

## Úkol č. 10 – Zvuky mraveniště

Pomůcky: fonendoskop

Fonendoskop přilož na mraveniště a naslouchej jeho zvukům.

Co jsi slyšel?

---

---

---

## Úkol č. 11 – Pohádka versus realita

Napište hlavní rozdíly, které vidíte na obrázku mezi Ferdou Mravencem z knihy Knížka Ferdy Mravence od Ondřeje Sekory a skutečným mravencem.



X



Napiš hlavní rozdíly:

---

---

---

---

---

---