

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra ekologie a životního prostředí**

**Obor Aplikovaná ekologie**



**Jan Albert**

**Vertikální stratifikace členovců v korunách stromů:  
přehled jejich studia**

**Vertical stratification of arthropods in forest canopy:  
review of methods**

**Bakalářská práce  
Praha, 2008**

**Vedoucí práce: Doc. Mgr. Jan Růžička, Ph.D.**

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně pouze s použitím citované literatury a za odborného vedení školitele.

## Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především vedoucímu mé práce Janu Růžičkovi za vstřícný přístup, rady, obětavou pomoc a trpělivost. Dále bych chtěl poděkovat Aleši Bezděkovi za laskavé zapůjčení literatury, Lukáši Čížkovi za poskytnutí obrazových materiálů a sekretariátu KEŽP FŽP za ochotné pořízení kopií.

## **Abstrakt**

Koruny stromů, jako biotop, přispívají velkým dílem k biodiverzitě na Zemi, na čemž má největší přínos právě skupina členovců, která se v tomto rozmanitém prostředí vyvíjela. Vyšší stromová patra byla dlouho pro vědce nedosažitelná, ale s vývojem pokročilejších technik a větším zájmem o děje v tomto biotopu se situace v posledních dvaceti letech změnila. Velkou roli hraje jak struktura lesa, tak druhové složení vegetace. Samozřejmě je velký rozdíl o jaký typ lesa se jedná, v nížinných tropických lesích můžeme pozorovat nejvyšší stupeň stratifikace na rozdíl od lesů temperátních. Tropické lesy hostí obrovské množství druhů hmyzu hlavně díky velkému počtu rostlinných druhů, které mnohdy slouží jako jejich potrava.

V této práci je zmíněn přehled přístupových metod s ohledem na jejich výhody i nevýhody, stejně tak se zabývá odchyťovými metodami bezobratlých živočichů vysoko nad zemí. Žádná se zmiňovaných metod není univerzální, proto je většinou nutné, s přihlédnutím k cílům výzkumu, tyto metody vzájemně kombinovat tak, aby se doplňovaly.

V další části jsou rozebrány hlavní otázky řešené v nynějších studiích, jako jsou prostorová a časová distribuce, hostitelská specifická a trofické řetězce. Vlastní bionomie jednotlivých druhů je známa pouze omezeně. Zmíněny jsou i dosavadní výsledky v publikovaných výzkumech.

**Klíčová slova:** koruny stromů, členovci, pasti, přístupové techniky, stratifikace.

## **Abstract**

Forest canopies contain great portion of the diversity of organisms living on the Earth, to which contribute mainly the arthropods. The upper canopy was unreachable for earlier researchers and thereby the observations were made just from the ground level. But few past decades contributed greatly to improving the methods of access. Main differences result from various physiognomy of forests and composition of flora. Tropical forests host a vast number of arthropod species mainly due to rich diversity of plant species, what is their major food resource.

In this thesis is presented a review of access techniques in the light of their advantages and disadvantages, as well as the list of sampling methods of invertebrates in the canopies. The best approach to studies lies somewhere between these methods.

The next part deals with the major questions currently addressed in canopy entomology, like spatial and temporal distribution, host-specificity and food webs. The life history of single species is known just briefly. The results of some published research are included to confirm some hypotheses.

**Keywords:** canopy arthropods, sampling methods, canopy access, trapping, vertical stratification.

# OBSAH

OBSAH.....	6
1. Úvod .....	7
2. Přístup do korun stromů .....	7
2.1. Lanové techniky .....	8
2.2. „Canopy boom“ .....	10
2.3. Pozorovací věže .....	10
2.4. Visuté mosty a plošiny („walkways“) .....	11
2.5. Jeřáby .....	12
2.6. Vzducholodě .....	13
3. Vzorkovací metody .....	13
3.1. Ruční metody .....	14
3.1.1. Ruční sběr .....	14
3.1.2. Sklepávání .....	14
3.1.3. Smýkání .....	14
3.1.4. Pozorování .....	15
3.1.5. „Gassing“ .....	15
3.1.5. Sací zařízení .....	15
3.1.6. Extrakce z epifytů .....	15
3.2. Pastování .....	16
3.2.1. Kmenové pasti .....	16
3.2.2. Padací pasti .....	16
3.2.3. Pasti na létající hmyz .....	17
3.2.4. Pasti s návnadou .....	18
3.3. Návnady na xylofágní hmyz .....	18
3.4. Mlžení pesticidy („fogging“) .....	19
4. Výzkum v korunách .....	20
4.1. Problémy spojené se vzorkováním v korunách .....	20
4.2. Zaměření výzkumu .....	21
4.2.1. Vertikální stratifikace .....	21
4.2.2. Časová distribuce .....	22
4.2.3. Hostitelská specifita .....	23
4.2.4. Manipulativní studie .....	25
4.2.5. Biologie jednotlivých druhů .....	26
5. Závěr .....	26
6. Vymezení tématu diplomové práce .....	28
7. Reference .....	29
8. Přílohy .....	38

## 1. Úvod

V lesních korunách probíhá obrovská absorpce energie a přeměna látek, což podmiňuje vznik velkého množství biomasy rostlin. Ta hostí rozmanitá společenství členovců i ostatní fauny. V korunách tropického lesa se nachází značná část světové biodiverzity. Nejvyšší koruny lesa zůstávaly v minulosti mimo dosah přírodovědců, a tak docházelo k postupnému vývoji přístupových technik, který v posledních dvaceti letech nabral na tempu (Lowman & Wittman, 1996).

Lesy také určují klima na všech úrovních: ovlivňují jak globální, tak do jisté míry určují klima regionální a do značné míry lokální. Hrají také nezastupitelnou roli v hydrologickém cyklu a chrání půdu před erozí (Basset et al., 2003a). Biotop v korunách je už sám o sobě tvořen různými živými organismy, z nich každý druh poskytuje jiné životní podmínky, například každý strom dle své struktury, olistění a typu kůry poskytuje různé mikroklima (Nicolai, 1986).

Lesy jsou také typické svou prostorovou strukturou, na níž lze pozorovat určitou stratifikaci ovlivněnou především přístupem světla. V tropických lesích pronikají do podrostu asi 2 % z celkového záření dopadajícího na porostní plášť (Basset et al., 2003a).

Prvotní studie na členovcích byly pouze deskriptivního charakteru, což nemá velkou vypovídací hodnotu, ovšem pro nedosažitelné stanoviště s mnoha novými druhy se není čemu divit a bylo zapotřebí takovéto průzkumy učinit. V posledních letech se výzkumy zaměřují na konkrétní otázky a provádějí se kvantifikovatelné odchvy (Stork et al., 1997).

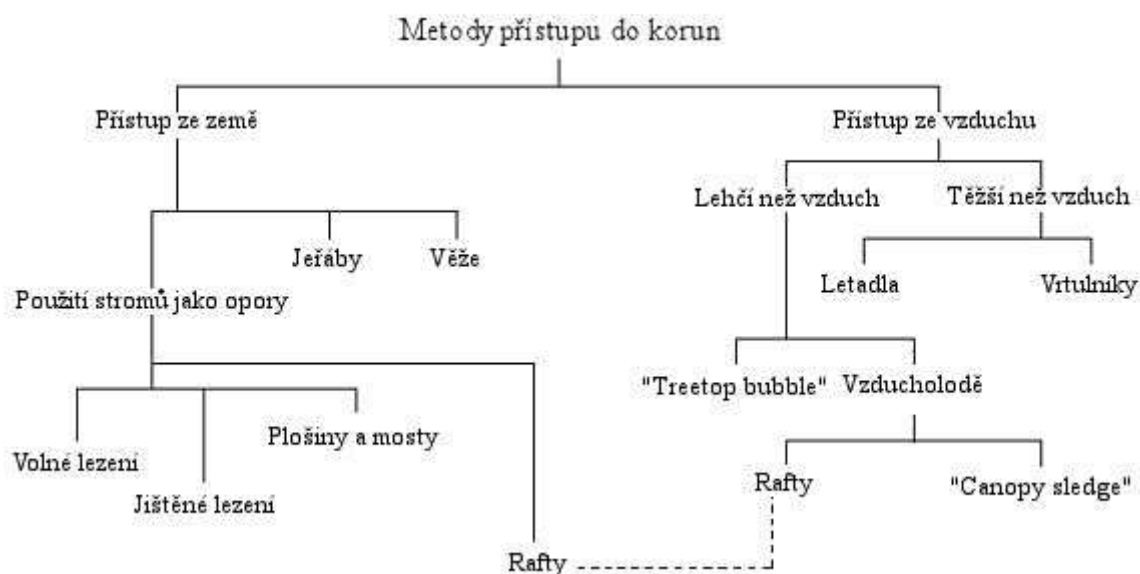
V této práci budou shrnuty dosavadní metody přístupu do korun, odchvy členovců a hlavní otázky směřované k této problematice.

## 2. Přístup do korun stromů

Abychom mohli spolehlivě pozorovat a odchyťovat bezobratlé živočichy žijící v korunách in situ, je třeba pozorovatele bezpečně dostat do korun stromů. V minulosti byly průzkumy prováděny pouze pozorováním dalekohledem, zprostředkovaně založeny na materiálu spadlém z korun na zem nebo použitím tzv. metody „reach-and-grab“, kdy se sbíral materiál z větví a kmenů pohodlně dostupných ze země (Lowman & Wittman, 1996).

Lowman (2004) uvádí jako nejstarší pokus s publikovanými výsledky W. C. Alleeho (1926), který prováděl výzkum v Panamě, kde vztyčili pozorovací plošinu. Naproti tomu podle Basset et al. (2003b) byl první pokus o kvantitativní výzkum na bezobratlých veden O.W. Richardsem, při němž byly v roce 1929 v Guyaně vytaženy do korun nárazové pasti. Další záznamy o studiích v korunách stromů jsou patrné až z 50. let 20. stol., kdy byli z věží pozorováni hmyzí přenašeči lidských chorob v Ugandě, což zůstává první aplikovaná studie z korun stromů (Lowman & Wittman, 1996). Basset et al. (2003b) ovšem uvádí podobná pozorování z Kolumbie provedená Batesem již roku 1944. Poté se sběr členovců z korun ztelně nevyvíjel až do doby vývoje mlhování „fogging“ ze země a současně používání světelných pastí (Basset et al., 2003b). Dále se metody vyvíjely více směry, které budou rozebrány v následujících kapitolách. Každá z metod má své výhody i nevýhody, ale u všech by měl být kladen důraz na bezpečnost výzkumníků.

Shrnutí všech technik je zobrazeno v tabulce v příloze (Tab.1) a schéma dělení přístupů na Obr. 1.



**Obr. 1** Schéma dělení přístupů do korun stromů (Dorrington, 2008).

## 2.1. Lanové techniky

Patří mezi nejméně finančně náročné techniky výstupu do korun. Používají zavedených postupů z arboristické, horolezecké a speleologické praxe (Lowman & Wittman, 1996). Dle Basset et al. (2003b) byl prvním, kdo modifikoval tyto techniky k lezení na vysoké stromy tropického lesa, D. R. Perry (1978).



Lezec si nejprve musí vybrat strom svého zájmu, poté by měl uvážit vitalitu stromu podle stavu kmene a kořenů. Pokud se strom nejeví jako stabilní, neměl by se rozhodnout k výstupu. Po vyhledání stromu přichází výběr vhodného větvení pro podporu lana. Dále následuje nahození závaží s upevněným tenkým lankem příp. vystřelení speciálním prakem nebo kuší. Pokusy se opakují dokud není přestřeleno vhodné větvení. Následuje přepouštění obou konců lanka s pomocí závaží tak, aby oba konce lanka vedly souběžně kolmo na zem. Na jeden konec lanka se naváže lezecké statické lano a přetáhne se přes větvení.

Nyní se nabízí volba mezi technikou jednolanovou a dvoulanovou. U jednolanové techniky ukotvíme jeden konec lana pevně na patu stromu nebo příp. jiný pevný bod a do koruny se stoupá na druhém volném konci lana pomocí blokantu. Po dosažení kotvící větve je nutné přepnout stoupací systém na systém slaňovací. Měli by se vždy dodržovat bezpečnostní zásady, tzn. lezec by měl být vždy jištěn, a to buď lanem nebo polohovací smyčkou kolem kmene a kotvící bod se musí vždy nacházet nad polohou lezce.

Dvoulanová technika spočívá v použití obou konců lana, přičemž jeden konec je uvázan k sedáku napevno a druhý pomocí francouzského prusíku či slaňovací brzdy. Tato metoda tak vytváří jednoduchý kladkový systém, kde se lezec přitahuje za jeden konec lana a zvedá tak sám sebe s polovičním úsilím než na laně jednoduchém. Po výstupu ke kotvícímu větvení může lezec použít konec lana pod sebou na přehození vyšších větvení, stejnou technikou se přivázat a následně uvolnit původní systém (Dial & Tobin, 1994).

Nevýhodou jednolanové techniky je nemožnost při výstupu začít sestupovat, pokud na to nejsme připraveni a hlavně nemožnost postupovat výše než je náš původní kotvící bod bez použití dalšího lana. Slabou stránkou dvoulanového postupu je nutnost souběžného vedení lana od země až ke kotvícímu bodu, přičemž se nesmí mezi oběma prameny lana nacházet žádná větev stromu. Současné vybavení a zkušenosti ovšem nabízí množství modifikačních a tak nepřehledné množství kombinací těchto technik (Maher, 2006).

Do této kapitoly by se daly zahrnout také stromolezecké stupačky a jiné přímé kmenolezecké metody. Ovšem těmito by se mělo vyhýbat, neboť ničí přímo strom nebo jiné organismy žijící na kmeni (Moffett & Lowman, 1995). Jediná z těchto metod se hojněji užívá, a to peconha, což je technika užívaná brazilskými indiány a spočívá v obyčejné smyčce, která spojuje nohy, obtočené kolem kmene. Tento výstup je ale použitelný pouze na stromy s průměrem kmene do 40 cm (Moffett & Lowman, 1995).

Dial et al. (2004) popisuje pokročilé techniky k přemístování mezi korunami vysokých stromů bez potřeby slézat na zem. Toho lze dosáhnout pouze ve dvou osobách bez žádné další pomoci, ovšem je vyžadováno lepší vybavení (kuš, kladky, blokanty atd.).

Největší výhodou lanových technik je jejich relativní cenová nenáročnost a možnost jednotlivce provést výstup do korun stromů. Na druhé straně je lezec omezen na pevné větve v horních částech stromu, přičemž je nemožné dosáhnout úplně nejvyšších konců větví, pokud bude dodržena bezpečnost nebo pokud není lezec jištěn z koruny vyššího stromu (Basset et al., 2003b).

## **2.2. „Canopy boom“**

Zařízení se skládá z teleskopické roury o průměru 20 cm vyrobené z hliníkové slitiny. Pomocí lan je vytaženo do korun stromů a upevněno mezi dva kmeny. Na tomto horizontálním trámu je zavěšen výzkumník v sedacím úvazkovém pásu, který je vytažen na požadované místo na obvodu koruny (Ashton in Moffett & Lowman, 1995).

Tento postup není entomology příliš využíván, jelikož vyžaduje na přenášení jednotlivých dílů konstrukce větší skupinu lidí, ale byl využit při studiích opylování v Malajsii (Basset et al., 2003b).

## **2.3. Pozorovací věže**

Věže mohou být postaveny volně pouze na základech nebo být kotveny ke kmenům stromů, přičemž mohou být vztyčeny i nad hranici zápoje korun. Liší se svými rozměry i možnostmi využití různým počtem lidí (Moffett & Lowman, 1995). Nemohou být ale postaveny na jakémkoliv místě, protože potřebují pevný základ a promýcení korun. Staví se z různých druhů materiálů a mohou být nahrazeny i různými typy lešení (Basset et al., 2003a).

Nadkarni (1988) popisuje své pozorování ptáků v korunách stromů z přenosné plošiny. Plošina je vyrobena ze silné nylonové látky napnuté na skládacím rámu, který je připevněn pomocí šesti krátkých lan mezi větvemi v korunách stromů. Oproti věžím představují jednoduchou, mobilní a méně rušivou variantu pohodlného pozorování.

Dlouhodobější pozorování v korunách umožňuje i konstrukce nazvaná Ikos, což je rám ve tvaru pravidelného dvacetistěnu o průměru 3,2m (Obr. 12) (Basset et al., 2007).

Podobné věže jsou v dnešní době využívány jako lákadlo tzv. ekoturismu například v Ekvádoru (Napo Wildlife Center, 2007).

#### 2.4. Visuté mosty a plošiny („walkways“)

Pro kolektivní práce v korunách je tento přístup kompromisem mezi finanční náročností a komfortem přístupu ke studovaným místům. Jsou vhodné jak pro krátkodobé studie, kdy se užívají lana a průmyslové lepicí pásy, tak pro studie víceleté, při kterých se používají materiály s delší životností (nerezové kovové kabely atd.), a navíc mohou být použitelné i při zhoršeném počasí (Moffett & Lowman, 1995).

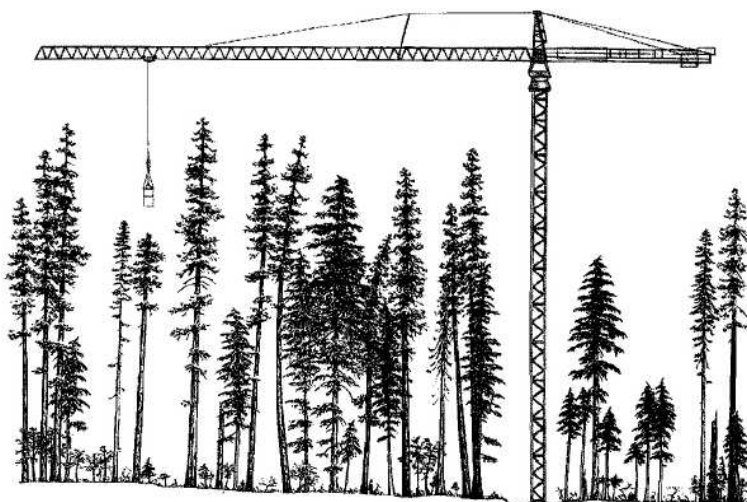
Systém se skládá z plošin umístěných v horních větveních stromů a visutých mostů spojujících vzájemně více korun. Lokace musí být vybírány se zřetelem jak na biologické ukazatele, tak na hlediska vhodnosti k instalaci, tedy stavební předpoklady. Z biologických hledisek jsou to například reprezentativnost stanoviště pro daný výzkum a biotop. Umístění plošin a mostů tak, aby byl možný přístup k vnějšímu obvodu koruny a minimalizovaly se vlivy na stanoviště. Pro vhodnost z hlediska stavebního se musí vybírat stromy větších rozměrů a přitom vitální, blízko stojící a s vhodným větvením pro konstrukci plošiny. Je vhodné také počítat s dalším rozšířením a proto je přínosný výskyt takovýchto stromů v okolí. Musí se také vyhýbat místům blízkým k okraji lesa, příp. holým místům po pádech stromů, aby bylo minimalizováno nebezpečí poškození větrem (Lowman & Bouricius, 1995).

Mosty jsou tvořeny dvěma nosnými kabely s uchycenou podlázkou z hliníku nebo upraveného dřeva, dvou kabelů jako zábradlí, které jsou spojeny s nosnými lanovou sítí, a bezpečnostního kabelu umístěného nad hlavami pracovníků, ke kterému jsou připnuty sedací úvazky (Bouricius et al., 2008). Kotvící body jsou tvořeny šrouby s oky vrtané skrz kmen a adekvátně zajištěny. Tento způsob je preferován před různými typy objímek, které zraňují kambium (Lowman & Bouricius, 1995). Bouricius et al. (2008) uvádí potřebné výpočty k projektování visutých mostů, přičemž uvažuje značné nadhodnocení nosnosti jednotlivých prvků. Značné množství těchto systémů bylo zbudováno za turistickým účelem (Canopy Construction Associates, 2005). Kresba takovéto instalace v korunách stromů je vyobrazena v příloze na Obr. 7.

## 2.5. Jeřáby

Jedná se o klasické stavební jeřáby, které byly poprvé použity roku 1990 A. P. Smithem (Smithsonian Tropical Research Institute, STRI) v Panamě. Skýtají nesporné výhody v rychlém, bezpečném přístupu s poměrně velkým rozsahem (Wright in Moffet & Lowman, 1995).

Jeřáby mohou být vztyčeny pomocí vrtulníku nebo mobilního jeřábu, v závislosti na vzdálenosti lokality. Výzkumníci nastoupí ze země do gondoly, která je následně přepravuje na určená místa (Obr. 2, Obr. 8). Tímto způsobem je možné dostat na



**Obr. 2** Názorná kresba stojícího výzkumného jeřábu v jehličnatém lese (Wind River Canopy Crane) (Lowman, 2004).

stanoviště, která jsou jinou metodou těžko dosažitelná, i více pracovníků najednou (Basset et al., 2003b). Dosah jeřábu není limitován pevností a strukturou stromových korun, a tak je možné dostat se ke stromům odumřelým, napadeným houbou nebo termity, popř. stromům s křehkým dřevem (Lowman & Wittman, 1996). Pohyb jeřábu a gondoly je kontrolován pomocí radiové komunikace s obsluhou jeřábu nebo přímo dálkovým ovládáním v gondole. Další výhodou této techniky je možnost použití těžšího vybavení a někde také možnost využít elektrických přípojek přímo v gondole (Basset et al., 2003a).

Nejslabší stránkou této metody je její obrovská finanční náročnost. První prototyp v Panamě byl 40 m vysoký s dosahem ramene 31 m byl pronajat za 2000 amerických dolarů měsíčně. V roce 1993 STRI koupil jeřáb za 240 000 dolarů, přičemž údržba a obsluha stála dalších 40 000 ročně. S rozměry jeřábu rapidně stoupají i náklady. Použití jeřábů je vhodné zejména pro studie opylování, herbivorie, měření respirace a fotosyntézy listové plochy (Wright in Moffet & Lowman, 1995).

Sít' těchto jeřábů po celém světě je zaštitěna organizací International Canopy Crane Network, nyní ji tvoří šest jeřábů v lesích mírného pásma a pět v tropických lesích (Basset et al., 2003a).

V této části bych zmínil i použití vysokozdvíhových plošin. Je to poměrně mobilní způsob přístupu do korun od spodu, ovšem použitelný pouze do řídkých suchých lesů, kde je možno projíždět s vozidlem (Moffet & Lowman, 1995).

## 2.6. Vzducholodě

„Canopy raft“ má plochu zhruba  $580 \text{ m}^2$  a tvoří jej plošina šestiúhelníkového tvaru. Skládá se ze vzduchem naplněných nosníků podobných nafukovacímu člunu, mezi kterými je natažena aramidová síť (Obr. 14 a 15). Řízená vzducholod' o objemu  $7500 \text{ m}^3$  zvedne tento aparát a umístí jej na požadované místo v korunách stromů, kde raft setrvá potřebnou dobu a poté je opět přemístěn vzducholodí či vrtulníkem. Během doby, kdy leží na stromech, výzkumníci k přístupu používají lanové techniky ze země (Basset et al., 2003b). Tento systém umožňuje společnou práci množství výzkumníků, například při projektu v Kamerunu roku 1991 umožnil pracovat zároveň 74 vědcům přímo v korunách stromů (Lowman & Wittman, 1996).

Používá se i jiná modifikace nazývaná „canopy sledge“, což trojúhelníková plošina o ploše  $16 \text{ m}^2$  zavěšená na vzducholodi místo raftu. Na rozdíl od raftu není odložena na korunách, ale je pomalu smýkána po okrajových větvích. Slabinou těchto metod je opět jejich finanční náročnost a použitelnost pouze za dobrých povětrnostních podmínek. Přístup k samotným listům a jiným objektům studia je hlavně omezen na okraje raftu, dá se ovšem také spouštět z plošiny pomocí lan směrem k zemi (Basset et al., 2003b).

Obdobný systém avšak určený pouze pro jednoho výzkumníka se nazývá „treetop bubble“ (Obr. 9). Pozorovatel je upevněn v sedáku pod heliem naplněným balonem o objemu  $180 \text{ m}^3$  a pohybuje se po kabelu, který je natažen přes koruny pomocí vrtulníku nebo výše zmiňované vzducholodi. Tato metoda je ideální pro umístování různých menších pastí pro bezobratlé a je také vhodná pro sběr více prostorových vzorků (Basset et al., 2003b). Vhodné je užití této metody v brzkém ránu, kdy je pohyb v korunách příjemnější než v přímém slunci, které helium ohřeje a tak pozorovatel pouze visí na vodícím kabelu a další práce jsou značně ztíženy (Lukáš Čížek, 2008, pers. comm.).

## 3. Vzorkovací metody

Dříve byl zájem ohledně členovců žijících v korunách soustředěn spíše na taxonomické studie nežli na specifická ekologická témata. Pokud má mít výsledek určitého ekologického výzkumu nějakou vypovídací hodnotu, je třeba pečlivě vybírat odchytové

postupy. S vývojem přístupových metod popsaných výše se rozšiřují i způsoby odchyty v korunách stromů. Každá metoda má své výhody i jisté dispozice ke zkreslení složení odchytávaných taxonů, proto je výhodné jednotlivé postupy kombinovat (Basset et al., 1997).

### **3.1. Ruční metody**

#### ***3.1.1. Ruční sběr***

Nejpřímější metodou je sbírání členovců přímo z povrchu borky, listů nebo jiných rostlinných orgánů. To může být prováděno buď rukama nebo pomocí entomologických pomůcek jako jsou exhaustory či sítě. Je dobře znám původ jednotlivých exemplářů a mohou být sbírány živé, přesto není tato metoda produktivní a výsledky jsou značně závislé na zkušenosti sběrače (Basset et al., 1997). Tento způsob je vhodný zejména pro sociální hmyz jako jsou mravenci či termity (Basset et al., 2007).

Méně pohyblivý herbivoři se dají sbírat pomocí uzavíratelného pytle umístěného na tyči, do kterého jsou stříhány větve housením („branch clipping“). Ze vzorků jsou později vybíráni členovci a spočtena listová plocha. Tento typ sběru je dobře proveditelný z visutých mostů (Reynolds & Crossley, 1995).

#### ***3.1.2. Sklepávání***

Pod vybrané větve se umístí tzv. sklepávač („beating tray“) a na větve se poté poklepe tyčí nebo gumovou palicí. Spadaný hmyz se ihned sbírá do exhaustorů (Southwood, 1978). Lze užít sklepávače se zešíkmenou plochou směrem ke sběrné nádobce a občas smést hmyz jemným kartáčem. Metoda je vhodná především pro větší hmyz a housenky (Basset et al., 1997).

#### ***3.1.3. Smýkání***

Tato metoda oblíbená na lučních stanovištích není v korunách stromů příliš využívána, jelikož se těžko odhaduje velikost smýkané plochy a pohyb při smýkání může být v korunách dosti obtížný (Basset et al., 1997). Nicméně Lowman et al. (1996) porovnávali smýkání se sklepáváním a mlžením insekticidy v nízkých korunách podrostu subtropického lesa.

#### **3.1.4. Pozorování**

Pozorování ve skupině bezobratlých je víceméně omezeno na lehce rozpoznatelné a velké taxony, jako jsou například některé čeledi motýlů. Počítání musí být omezeno na určité chování daných živočichů, například navštěvování květů, přičemž počty musí být určitým způsobem standardizovány, aby nedocházelo k přílišnému zkreslení. Zapisuje se například maximální počet jedinců viditelných najednou (Schulze et al., 2001).

#### **3.1.5. „Gassing“**

Jedná se o úpravu mlžení na menší omezené stanoviště. Vybraná větev je celá uzavřena do plastového pytle, do něhož je následně vpuštěn oxid uhličitý, který hmyz udusí. Ten zůstává po odebrání v pytlí. Při takovémto odchytu je možné spočítat listovou plochu a na základě toho hustotu populace (Basset et al., 1997). Je možné použít i pevný kontejner, který je opatřen na doléhajících hranách molitanovým těsněním, které umožní uzavření živé větve. Použít lze také jiný plyn, například etylacetát (Southwood, 1978). Nevýhodou je, že při náhlém pohybu reaguje nějaký hmyz únikem odletem nebo odpadnutím. Není tedy divu, že se při uzavírání studované větve musí počítat se ztrátou nějakých jedinců (Stork & Hammond, 1997).

#### **3.1.5. Sací zařízení**

Do korun stromů se hodí především sací zařízení s dlouhými nástavci poháněné spalovacím motorem, aby byl docílen co největší dosah z přístupových míst. Jsou použitelné na listí, větve, kůru i epifyty (Basset et al., 1997).

#### **3.1.6. Extrakce z epifytů**

Bezobratlí obývající epifyty a zachycený humus ve větveních se extrahují ze sebraného materiálu pomocí Berlese - Tullgrenova přístroje (Basset et al., 1997). Vzorek materiálu se umístí na síto do nálevky a zahřívá se, přičemž se unikající jedinci chytají do nádoby s fixáží umístěné pod nálevkou (Southwood, 1978).

## 3.2. Pastování

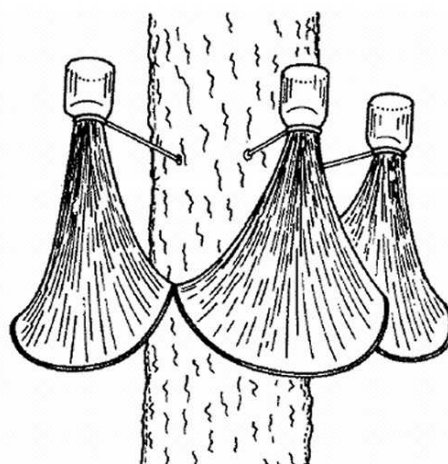
### 3.2.1. Kmenové pasti

Jelikož jsou kmeny důležitou spojnicí především pro nelétavé bezobratlé, přímo se nabízejí k umístění pastí. První, kdo popsal past s tímto zaměřením, byl Funke (1971). Tato past nazvaná „arboreal photo-elector“ (Obr. 3) se skládá z textilního vyztuženého polotrychtýře, v jehož ústí je umístěna sběrná nádobka, a je připevněna ke kmeni stromu. Několik těchto pastí lze umístit kolem kmene, aby odpovídaly expozici světovým stranám. Takto je možné sledovat závislost distribuce na expozici (Nicolai, 1986).

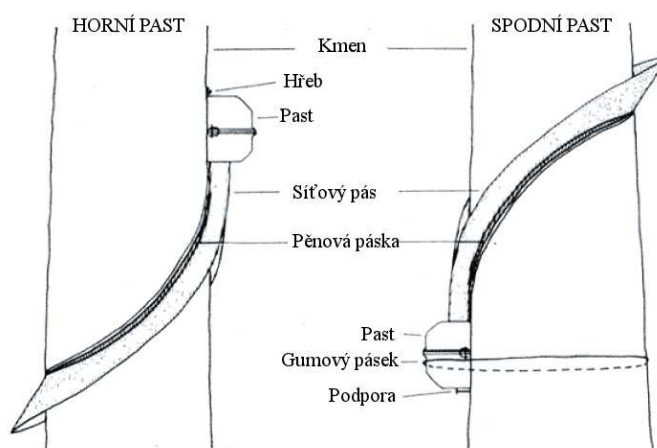
Moed & Meads (1983) použili pasti s šikmým límcem z jemné drátěné sítě kolem kmene, která navádí jedince do pasti s fixací. Hanula & New (1996) vytvořili jednoduchou modifikaci této pasti z plechového trychtýře, plastové krabičky a kelímku na vzorky, který může být snadno vyměňován. Past se také používá spolu s různými typy límců kolem kmene, aby navedly lezoucí hmyz do pastí. Tyto pasti se dají používat obousměrně, a tak sledovat rozdíly v migracích jak směrem do koruny, tak opačným směrem. Této metody se dá úspěšně užít u hromadných přesunů nosatcovitých brouků do korun, například Nicolai (1986) uvádí pozorování průměrně více než sta jedinců čtyř druhů této čeledi za hodinu lezoucí vzhůru po kmeni buku.

### 3.2.2. Padací pasti

Nejedná se tu přímo o typické zemní pasti, i když v určitých případech se dají použít, jako je tomu například při odchycích v dutinách stromů, kde se zahrabávají do trouchu (Ranius, 2001). Koponen et al. (1997) zkonstruovali past určenou na horizontální větve. Skládá se



**Obr.3** Funkeho pasti s černými textilními tunely umístěné kolem kmene (Funke, 1971).



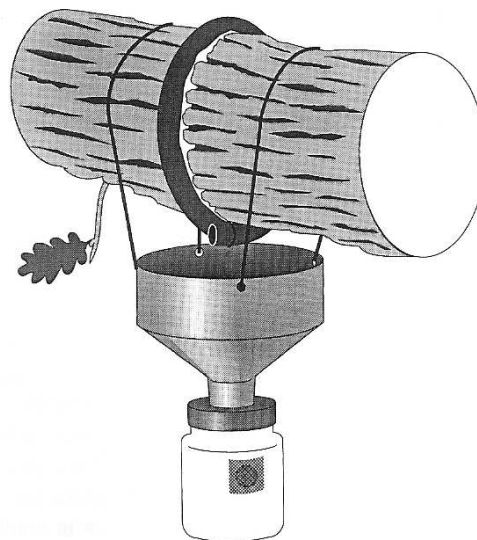
**Obr. 4** Obě postavení kmenové pasti s límcem (Moed & Meads, 1983).



z plastové trubky průměru zhruba 1 cm obtočené kolem větve a utěsněné tmelem, přičemž je trubka ošetřena přípravkem Fluon, což jí dodává kluzký povrch. Pod tímto límcem je umístěn trychtýř se sběrnou nádobkou (Obr. 5). Oproti pasti U. Simona sbírá tato past jedince pohybující se oběma směry a není krytá, což může jednotlivé druhy přitahovat nebo naopak odpuzovat (Koponen, 2004).

### 3.2.3. Pasti na létající hmyz

Jako první stojí za zmínku lepové pasti („sticky trap“), které stojí na pomezí mezi tímto typem pasti a předchozím. Patří mezi levné metody a proto je vhodná pro rozsáhlejší studie na prostorové uspořádání a stratifikaci hmyzu. Instalace je snadná, avšak odstranění hmyzu se musí provádět nepolárními rozpouštědly a někdy je těžké dostat rozpoznatelné vzorky křehkých jedinců (Basset et al., 1997). Velké množství (993) těchto pastí použili Basset et al. (2007) v rozsáhlém výzkumu IBISCA v Panamě, přičemž je líčili v podrostu, korunách i na vertikálních transektech.



**Obr. 5** Padací past zavěšená na horizontální větvi (Koponen et al., 1997).

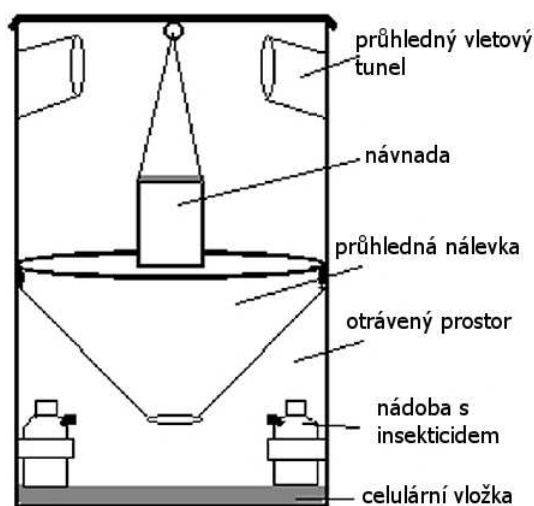
Nárazové pasti („flight-interception trap“) mají různý design, ale nejčastěji se skládají z průhledných panelů spojených do kříže, pod kterými je umístěna sběrací nádoba s fixází. Tyto pasti jsou určeny především pro řád brouků, jelikož při nárazu padají dolů, kdežto většina ostatního létajícího hmyzu při nárazu na překážku letí směrem vzhůru (Basset et al., 1997). Pro tuto skupinu hmyzu se užívá Malaisův lapák, ovšem pro svou konstrukci není v korunách stromů příliš používán. Použití připadá v úvahu spíše jenom na raftech.

Basset (1988) popsal past kombinující nárazovou past a menší modifikaci Malaiseho lapáku, který je umístěn místo stříšky nad nárazovými plexiskly. Ještě flexibilnější úpravu této pasti použili Springate & Basset (1996). Tento odchyt lze také účinně kombinovat s kairomony přitahujícími xylofágní hmyz (McIntosh et al., 2001, Groot & Nott, 2001). Nárazová past se používá ještě v úpravě připevňovaná ke kmenům stromů se zaměřením na saproxylické brouky (Økland, 1996, Hyvärinen, 2006).

Pro získání vzorků nočních motýlů jsou vhodné světelné pasti. Na plošinách v korunách se dají pomocí lampy a nataženého plátna sbírat přilákaní jedinci ručně (Schulze et al., 2001) nebo je možnost použít pasti s insekticidem, které se dají vytáhnout do korun lankem (Obr. 13) (Basset et al., 2007). U těchto pastí je vhodné použít nízkopříkonové černé světlo, což umožňuje použití baterií a minimalizuje atrakci jedinců z ostatních vegetačních vrstev.

### 3.2.4. Pasti s návnadou

Tato kategorie zahrnuje pasti navržené speciálně pro určitou taxonomickou skupinu, proto se užívají různé konstrukce a návnady (Basset et al., 1997). Jako návnady lze užit rozpuštěný cukr, melasu, kvasnice nebo ovoce (Landolt, 1995). Laaksonen et al. (2006) vylepšil model pasti na motýli tak, aby nalákaní jedinci z pasti hůře unikali, čímž zvýšil její efektivitu (Obr. 6). Past je vyrobena z plastového kýble, který je rozdělen na dvě části trychtýřem. Nalákaný hmyz propadá trychtýřem, kde je usmrčen insekticidem. Kompaktnost této pasti umožňuje její snadné využití v korunách.



**Obr. 6** Schéma pasti na motýly (Laaksonen et al., 2006).

### 3.3. Návnady na xylofágní hmyz

Tato metoda spočívá v exponování čerstvě nařezaných větví různých průměrů (nejméně 15kg) dřevin určitého sledovaného druhu na vybraných stanovištích po nezbytně dlouhou dobu, aby zde mohly samičky xylofágních druhů hmyzu naklásat svá vajíčka a následně započít žít larvy. V podmínkách ČR je vhodné období od dubna do konce srpna. Po této době se návnady seberou, uloží na místě co možná nejbližší klimatem původnímu stanovišti a obalí pletivem s okem malé velikosti, což zamezí úniku líhnoucích se jedinců (Vodka, 2007). Pro ulehčení sběru hmyzu se návnady balí do tmavého pletiva se sběrnou nádobkou s fixází v horním rohu (Basset et al., 2007).

Obdobný systém lze užít i na ještě stojící stromy s tím, že odchytení jedinci mohou ve dřevě i pouze přezimovat. Stojící či ležící kmen se obalí tmavou textilí, kde se umístí několik východů se sběrnou nádobou (Økland, 1996).

### 3.4. Mlžení pesticidy („fogging“)

Jedná se o velmi často užívanou techniku, která poskytuje vzorky s velkou početností jedinců. Výhodou je studium stromových bezobratlých bez nutnosti přímého přístupu výzkumníků do korun. Pod studovaný strom se nejprve umístí bílé obdélníkové desky (Paarmann & Kerck, 1997) nebo zavěsí sběrné trychtýřovité nádoby (Stork & Hammond, 1997). Za použití směsi účinné látky a nosného oleje je pomocí přístroje tvořena zahřátá mlha, jež stoupá vzhůru do koruny (Obr. 10 a 11). Při sbírání vzorků ze stromů vysokých zhruba více než 30m se používá kladkový systém společně s rádiově ovládaným přístrojem, aby nedošlo k nežádoucímu otrávení spodních stromových pater. Zde působí na bezobratlé organismy, přičemž je neškodná vůči obratlovcům. V recentních studiích se užívají přírodní nebo syntetické pyrethroidy (např. Reslin E), které se působením slunečního záření rychle rozkládají (Stork & Hammond, 1997). Pro snížení odvanutí drobných druhů při mlžení ve větších výškách se mohou sběrné nádoby umístit přímo pod studované části koruny (Basset et al., 2003b).

Účinná látka působí na nervový systém hmyzu tak, že se jedinci po zasažení ještě nějakou dobu nekontrolovatelně pohybují, což zvyšuje šanci na spadnutí do sběrných nádob při zachycení v listoví. Mlžení se ale nehodí na odchyt druhů žijících v dutinách, hnízdech, pod kůrou nebo zavrtaných do dřeva, ačkoliv se dospělce některých xylofágních brouků žijících v mělkých závrtch daří odchyťávat (Stork & Hammond, 1997).

Množství odchytených jedinců a rychlost jejich padání se nad určitou hranici koncentrace insekticidu (zhruba 0,5%) nijak zvlášť nemění. Doporučená doba čekání od vypuštění insekticidu do ukončení odchytu a sběru je 2 hodiny (Stork & Hammond, 1997, Paarmann & Kerck, 1997, Adis et al., 1998). Mlžení pyrethroidy bez použití usmrcující látky je vhodné i pro získání živých jedinců. Poměr přeživších členovců není závislý na koncentraci, spíše na interakcích mezi jedinci a nevhodných životních podmínkách po odchytu (Paarmann & Kerck, 1997).

Rekolonizace takto odchytaných stromů se značně liší na jednotlivých stanovištích a je závislá na podílu neodchytené fauny a rychlosti disperze z okolních stromů (Stork & Hammond, 1997).

Pomocí této techniky lze během relativně krátkého času získat početné vzorky, na druhou stranu je poměrně finančně náročná, nelze ji použít za větrných podmínek a nelze určit přesněji prostorový původ jedinců ve vzorku (Stork & Hammond, 1997). Modifikace této metody zvaná „spraying“ se používá pro nižší koruny nebo studie pouze částí stromu. Narozdíl od mlžení je roztok insekticidu vpouštěn do proudu vzduchu z větráku, který jej rozptyluje na drobné kapičky (Stork & Hammond, 1997, Speight et al., 2003).

Protože se postupy jednotlivých autorů liší, je těžké porovnávat mezi jednotlivými výzkumy. Adis et al. (1998) sestavili jednoduchý návod na standardizaci postupu.

## 4. Výzkum v korunách

V této kapitole jsou shrnuty dosavadní výzkumy určené bezobratlým v korunách stromů. Zaměřena je na jednotlivé otázky při studiích, realizaci sběru dat a interpretaci výsledků.

### 4.1. Problémy spojené se vzorkováním v korunách

Vědcům specializujícím se na tento biotop stěžuje práci především nesnadný přístup do korun stromů. Výběr techniky by měl být v souladu se zaměřením studie a vhodný pro vybrané stanoviště. Problémem je též určitá míra disturbance studovaného objektu, jíž je nutné co nejvíce snížit, a práce v heterogenním trojrozměrném prostoru (Barker & Pinard, 2001). Potíže ve statistické analýze způsobuje i nedostatek vzorků, ne ve smyslu počtu exemplářů, spíše nedostatečný počet opakování i na jiné lokalitě, což je způsobeno např. finanční náročností a složitým získáváním vzorků (Basset et al., 2003b).

Analýzu získaných vzorků dále ztěžuje nedostatečná znalost taxonomie především bezobratlých korun tropického lesa, což znamená, že průzkum je ztížen ještě o určení jedinců do taxonomické skupiny na úroveň potřebnou pro danou otázku. Většina studií si musí vystačit pro interpretaci s určením na morphospecies (Basset et al., 2003b).

Samotná dostupnost jednotlivých přístupových metod může ovlivnit zaměření výzkumu, jak výběr stanoviště, tak např. výběr studovaného druhu. Chybná interpretace může být způsobena srovnáními mezi vzorky, které nejsou kvůli stíženému přístupu opravdu nezávislé (Barker & Pinard, 2001).

Sporná je také otázka, zda mohou být koruny ve smyslu habitatu bezobratlých studovány nezávisle na okolí, jelikož mnoho herbivorů (např. mandelinkovití a nosatcovití brouci) se vyvíjí v půdě a později migrují do korun (Basset et al., 2003b).

## 4.2. Zaměření výzkumu

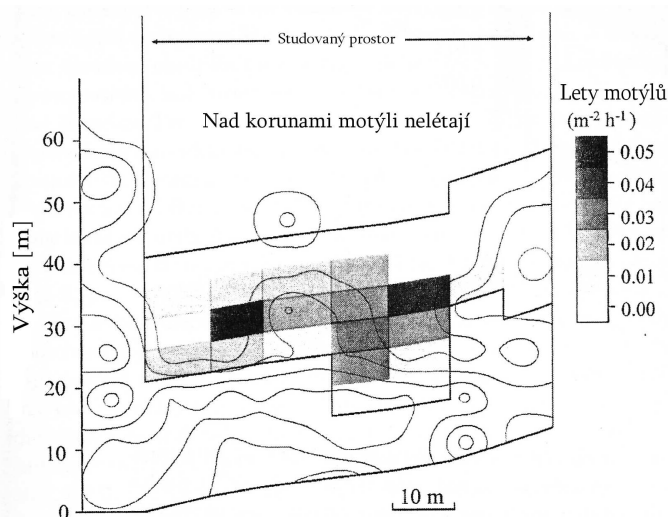
### 4.2.1. Vertikální stratifikace

Nejedná se o stratifikaci ve smyslu gradientu nadmořské výšky, ale výšky vrstev pater lesa nad zemí či dle struktury korunového zápoje. Hlavními určujícími znaky vertikální distribuce bezobratlých jsou abiotické faktory, fyziognomie lesa, dostupnost zdrojů a chování druhů. Takovéto členění je zvláště markantní v tropických lesích. Z abiotických faktorů jde především o množství radiace, teplotu, vlhkost a působení větru, ty mohou mít jak přímý tak i nepřímý vliv na druhové složení členovců. Strukturou lesa se zabývají např. Ishii et al. (2004). Mnoho členovců se nejraději živí v určitých úrovních, kde se nacházejí jimi preferované zdroje potravy. Znatelná stratifikace je známa především pro fungivory, herbivory a mravence, naopak je méně zřetelná pro nevybíravé predátory a parazity. Z příkladů chování ovlivňujících preferenci jednotlivé vrstvy se může zmínit kryptické zbarvení, jež váže druh k určitému prostředí (Basset et al., 2003c). Různý stupeň stratifikace je možno vysvětlit rozdílností v souvislosti dostupného habitatu ve vertikálním gradientu, tedy od země až do horní koruny (Basset et al., 2003d).

Provedené výzkumy se zaměřují především na rozdíly v druhovém složení taxonomických skupin bezobratlých mezi korunami a podrostem (např. Preisser et al., 1998, Schulze et al., 2001, Stork & Grimbacher, 2006), případně rozdělení dle vertikálního gradientu na více vrstev (např. Rodgers & Kitching, 1998, Koike & Nagamitsu, 2003, Leksono et al. 2005).

Grimbacher & Stork (2007) porovnávali rozdělení společenství brouků do jednotlivých potravních cechů („feeding guild“) a velikost jedinců mezi povrchem země a korunou. Odchyt byl prováděn v australském deštném lese. Rozebíraly složení jak z hlediska počtu druhů, tak z hlediska počtu jedinců. Výsledky ukázaly, že není značný rozdíl v procentuálním rozdělení do cechů mezi korunou a podrostem. Statisticky byl významný pouze větší absolutní počet xylofágních brouků v korunách oproti zemi. Zaznamenali také, že brouci žijící v korunách byli průměrně trochu větší, což dle autorů může být způsobeno větším počtem druhů živících se rostlinami.

Dalším typem studia může být nepřímé pozorování v podobě fotografií. Koike & Nagamitsu (2003) rozmístili v nížinném tropickém lese na lanech mezi stromy vzdálenými 80 m po 10 m vertikální transekty s fotoaparáty, které v pravidelných intervalech pořizovaly hemisférické fotografie, dle kterých byla učena hustota olistění na vertikální rovině a hustoty letové aktivity motýlů (Obr. 7). Největší hustotu zaznamenali v tzv. údolích mezi nadúrovňovými stromy, přičemž motýli jen zřídka létají v hustém porostu. Letová distribuce hmyzu by proto neměla být zvažována pouze z vertikálního hlediska, ale také z horizontálního, což je příklad těžké interpretace ve složité prostorové struktuře. Horní patra nejsou plně stratifikována, oproti spodním od zhruba 25 m níže (záleží na typu lesa), kde jsou koruny již plně zapojeny.



**Obr. 7** Letové hustoty motýlů na vertikální rovině. Izočary zobrazují hustotu olistění (Koike & Nagamitsu, 2003).

Jiný přístup představuje rozbor složení společenstva chvostoskoků z půdy a depositů humusu v nižších a vyšších korunách lesa (Rodgers & Kitching, 1998). Z výsledků jsou rozpoznatelné dva gradienty rozdílnosti. První zaznamenali mezi jednotlivými vertikálními vzorky, přičemž rozdíl v druhovém složení mezi půdou a nižší korunou je menší oproti srovnání půdy a vyšší koruny. Druhý gradient pak objevili v rozdílném složení v horizontálním měřítku a to tak, že různorodost druhového složení vzorků ze stejně vzdálených lokalit stoupala od země směrem do koruny. Což značí menší schopnost migrace chvostoskoků ve vyšších stromových patrech.

#### 4.2.2. Časová distribuce

V případě změn populací a společenstev v čase můžeme rozlišovat denní, sezónní, roční a víceleté variace ve složení. V denním a diurnálním měřítku nelze příliš uvažovat nad populační dynamikou jako spíše migračních zvyčích a aktivitě daného druhu. Temperátní lesy jsou známé silnými sezónními trendy v abundanci a diverzitě. Překvapivě i tropické lesy, které nejsou limitovány vegetačním obdobím, vykazují obdobné změny během roku (Didham & Springate, 2003).

Mnoho temperátních i tropických členovců využívá specifické teplotní, vlhkostní či světelné podmínky jako podněty pro iniciaci vývoje. Avšak se ve většině případů mohou lišit od faktorů řídících variabilitu růstu, přežívání a reprodukce, což určuje populační dynamiku. Jasně rozlišení těchto veličin je nutné pro pochopení mechanismů ovlivňujících distribuci druhů v čase. Řídící mechanismy můžeme dělit na abiotické a biotické a dále na přímé a nepřímé. Mnoho druhů členovců tedy závisí na fenologických cyklech hostitelských rostlin (Didham & Springate, 2003).

Itioka et al. (2003) hledali souvislost mezi masovým kvetením dipterokarpních stromů a abundancí hmyzu v tropické lese v Malajsii. Tyto stromy kvetou vždy v několikaletém cyklu (4 - 5 let) a v období jejich květu značně stoupne potravní nabídka. Hmyz byl odchyťován do světelných pastí po dobu 3,5 roku v třech výškových úrovních, přičemž za tuto dobu proběhlo masové kvetení pouze jednou. Předpokládali zvýšený výskyt jak antofilních druhů, tak i druhů na květech nezávislých díky zvýšené potravní nabídce plodů, odpadu i kořisti. Výsledky ovšem ukázaly zvýšenou početnost pouze u brouků a ploštic v nejvyšší výšce, protože tyto skupiny obsahují největší poměr antofilních druhů. Ovšem zvýšenou abundanci u ostatních skupin se nepodařilo dokázat.

Leksono et al. (2005) studovali vertikální a sezónní distribuci brouků v příměstském opadavém lese mírného pásma, přičemž odchyťovali z věže ve třech výškových úrovních (0,5 m, 10 m, 20 m). Zaznamenali obligátní vrchol početnosti pro herbivory v jarním aspektu, kdy se vyvíjejí asimilační orgány stromů. Početnost predátorů kopírovala přibližně početnost herbivorů díky větší nabídce kořisti. Saprofágové však v korunách vykazovali dva vrcholy abundance, a to na jaře a v září.

Populační dynamiku lze také sledovat z migračních letů slunéčka (*Coccinella septempunctata*) (Sárospataki & Markó, 1995). Sledoval migraci slunéčka z věže postavené v lese, přičemž jedince odchyťoval do Malaiseho pastí na zemi a ve výškách 12 m v korunách a 25 m nad porostním pláštěm lesa. Letová aktivita slunéčka vykazuje silné kladné korelace k teplotě vzduchu a záporné k rychlosti větru. V roce 1988 byly vhodné povětrnostní podmínky pro migrace na velkou vzdálenost. Tyto probíhají ve větších výškách, čemu odpovídali početnější odchyt v korunách a nad lesem než v roce 1987.

#### **4.2.3. Hostitelská specifita**

Koruny lesů, především tropických, nabízejí členovcům široké pole potravních zdrojů, jelikož jsou hlavním dějištěm primární produkce. Tento fakt se odráží ve vysoké

atraktivitě těchto biotopů pro fytofágní členovce, zejména hmyz a roztoče (Novotný et al., 2003).

Hlavním rozdílem v rostlinných zdrojích mezi temperátními a tropickými lesy je mnohem vyšší výskyt lián a cévnatých epifytů v druhém jmenovaném biomu. V mírném pásu jsou epifyty limitovány nedostatkem vláhy v korunách a hlavně suchými mrazy přes zimní období (Nieder et al., 2001).

Potravou pro fytofágy jsou především listy, dále ale i květy, plody, semena a míza. Dalším bohatým zdrojem je množství mrtvého dřeva, jak stojícího tak padlého, které skýtá mnoho potravy pro xylofágní hmyz. Poměr mrtvého dřeva k živému by měl být také vyšší v tropických lesích, i když v pár zbývajících primárních lesích mírného pásma může být srovnatelný. Prostorová distribuce všech těchto zdrojů je v korunách heterogenní. Přestože je v korunách obrovské množství listů, většina může být pro herbivory nevhodná, protože jsou příliš tuhé a nepoživatelné. Mnoho druhů hmyzu preferuje mladé listy oproti zralým, což je patrné na větším poškození. Výjimkou jsou např. minující druhy žijící uvnitř listu („leaf-mining“), či druhy tvořící háčky (Novotný et al., 2003).

Novotný et al. (2002) zjistili oproti předpokladům, že většina herbivorního hmyzu na Nové Guinei není monofágní. Překryv mezi společenstvími brouků byl značný i na poměrně fylogeneticky vzdálených rostlinách (přes 40 %), nejmenší překryv vykazoval řád motýlů. Nepotvrdila se ani hypotéza, že druhově málo početné rody rostlin podporují oddělené společenstvo herbivorů. Předpokládají spíše specializaci na druhově početné rody, protože představují větší základnu potravních zdrojů. Hlavním určujícím znakem distribuce brouků bude hostitelský rozsah jejich larev žijících na kořenech či ve dřevě, o nichž je známo jen velmi málo.

V navazující studii porovnávali Novotný et al. (2006) hostitelskou specificitu mezi společenstvími herbivorů temperátních a tropických lesů na základě fylogenetické vzdálenosti hostitelských dřevin. Díky velkému počtu tropických dřevin bylo možné vybrat soubor 14 druhů rostlin z tropů s velmi podobnou fylogenetickou příbuzností k souboru z mírného pásma na základě molekulárních genových analýz. Celková diverzita i specificita herbivorů těchto dřevin byla pro oba biotopy srovnatelná, přičemž se významně lišila pouze v zastoupení jednotlivých rodů hmyzu a poměru larev a dospělců. Larvy vykazovaly větší abundanci v temperátních lesích a naopak, což může být vysvětleno až osmnáctkrát vyšším predančním tlakem na listech tropických stromů. Dokonce byla na temperátních stromech pozorována celkově větší hustota folivorů. Proto vysvětlení pro velkou diverzitu hmyzu v tropech není úzká specificita, nýbrž mnohem větší



druhové bohatství v rostlinné říši (v tomto případě sedminásobné), což se odráží i na skladbě členovců.

Ødegaard (2003) se zaměřil na diverzitu a hostitelskou specifitu fytofágních brouků, které studoval z jeřábu v Panamě. Své výsledky ze sběrů na 50 rostlinných druzích sahajících do korun (stromy a liány) extrapoloval na efektivní specializaci pro soubor všech druhů lesa, což by znamenalo 7 - 10 % monofágních druhů brouků při 300 - 500 hostitelských rostlinách.

Vodka (2007) zaznamenal podobné výsledky pro naše domácí xylofágní druhy. Specialisté byli vychováni z návnad dřeva především dubu, lípy a jilmu. Na dubu a jilmu je toto způsobeno celkově vysokou diverzitou xylofágního hmyzu, kdežto na lípě, která hostí druhově chudší společenstvo, je větší poměr specialistů přisuzován nejvyšší fylogenetické vzdálenosti od ostatních našich dřevin.

#### **4.2.4. Manipulativní studie**

Pokud máme k dispozici stromy s navzájem izolovanými korunami, jeví se jako ideální stanoviště pro experimenty s trofickými řetězci, protože je toto stanoviště poměrně dobře vymezené oproti sousední a korunu spojuje se zemí pouze kmen. Dial & Roughgarden (1995) využili takto strukturovaného lesa v Portoriku a vyznačili 14 izolovaných stromů. Na sedmi z nich odstranili ještěrky rodu *Anolis* a zároveň jim zamezili rekolonizaci v době experimentu instalací límců na kmenech u paty stromu. Zbylých sedm stromů posloužilo pro sběr kontrolních vzorků. Na stromech, kde byli ještěrky odstraněny, bylo z výsledků pozorováno zvýšení abundance hmyzu s velikostí větší než 2 mm, naopak mírné snížení ve velikostní třídě pod 2mm, což je způsobeno větším predáčním tlakem hlavně ze strany pavouků. Větší početnost hmyzu měla za následek i větší míru žíru na listech.

Při studiu potenciální potravy na kmenech borovice použili Hanula & Franzreb (1998) také těchto límců ale naopak za účelem zamezení migrace hmyzu. Poté srovnávali, zda jsou kmene obohacovány o jedince migrující ze země. Na stromech s bariérou zjistili značný pokles biomasy hmyzu, ale abundance byla srovnatelná, což lze vysvětlit tím, že límce plně nebránily překonání všech druhů nebo strom byl částečně doplňován o nalétlé jedince.

#### 4.2.5. *Biologie jednotlivých druhů*

Studium biologie jednotlivých druhů v korunách je důležité pro správnou interpretaci prostorových i časových distribucí společenstev, avšak zůstává opomíjeno pro obrovskou druhovou bohatost těchto biotopů a relativní vzácnost jednotlivých druhů. Proto je studium *in situ* téměř nemožné. Paarmann & Paarmann (1997) vyčlenili z odchyty hmyzu mlžením omračujícími insekticidy podniknutém v Indonésii dva jedince opačného pohlaví brouka *Colpodes buchanani*. Potomky tohoto brouka se jim podařilo vychovat v Německu v laboratorních podmínkách navozujících jejich přirozené klima. Jejich chování bylo pozorováno na umělém kmenu vysokém 3m a při změněném klimatu. Zjistili kupodivu schopnost tohoto druhu brouka přežívat v temperátních podmínkách, když byl vystaven klimatickým podmínkám (teplota, fotoperioda) přirozeným v místě laboratoře (Göttingen, Německo), přičemž vstupoval do stádií dormance v nepříznivých příliš chladných či teplých obdobích.

Dalším příkladem výzkumu ekologie a biologie omezené skupiny druhů může být práce Davise et al. (1997) zaměřená na koprofágní brouky žijící v korunách. Studovali distribuci těchto druhů žijících v korunách a živících se trusem hlavně opic zachyceným na větvích a listech a jejich chování.

Zajímavým nástrojem nepřímého pozorování nejen hmyzu může být bioakustický monitoring. Spočívá v nahrávce zpěvů mikrofony do digitální podoby a následné analýze frekvenčního spektra vhodným softwarem. Riede (1997) tuto techniku využil na Borneu. Při stmívání pozoroval přesné načasování a rozdělení akustických projevů mezi jednotlivými druhy oproti chaotickému uspořádání během dne a noci, z čehož lze usoudit řízení těchto signálů na základě odezvy na změnu světelných podmínek.

## 5. Závěr

Výše popsané metody a záměry studia nebývají zvláště v okruhu členovců žijících v korunách stromů užívány samostatně, nýbrž v takto komplikované prostorové struktuře jsou ve většině případů kombinovány rozdílné techniky přístupu jakožto i různé odchytové metody. Je také vhodné, aby výzkumy členovců byly začleněny do rozsáhlejších studií ostatních skupin organismů a komplexních ekologických procesů. Ovšem důsledkem různorodých přístupů ke studiu je nemožnost srovnání výsledků i v případě podobného zaměření (Stork et al., 1997). Za účelem vizualizace a zjednodušení interpretace jsou vyvíjeny i různé softwarové pomůcky, jako například Canopy View, který zobrazí

trojrozměrný výstup z databáze zpracované dle připravených vzorů (The Evergreen State College, 2008).

Za účelem sjednocení výzkumu lesních biotopů, a hlavně jejich vyšších pater, vznikla důsledkem International Canopy Science Workshop aliance 29 organizací nazvaná The Global Canopy Programme. Toto spojení by mělo lépe působit na zákonodárce a mezinárodní organizace a lépe organizovat získávání financí z nejrůznějších sektorů (GCP, 2008). Výzkum korun jsou poměrně složité a vyžadují spolupráci mnoha vědců, jak lze vidět například na seznamu referencí na konci práce. Příkladem rozsáhlé studie s mnoha přispívajícími může být IBISCA - Panama (Investigating the Biodiversity of Soil and Canopy Arthropods) (Basset et al., 2007).

Pro rozsáhlé vzorky tropických korunových členovců je zapotřebí velkého úsilí zejména na třídění odchycených exemplářů do taxonů, přičemž je velká část tvořena dosud nepopsanými druhy. Příkladem může být výzkum Storka (1987), kterému trvalo roku 1981 pouze 12 dní na odchyt hmyzu mlžením insekticidy z 10 stromů nížinného tropického lesa na Borneu. Další 2 roky zabralo více než 20 taxonomům vytřídit 24 000 jedinců do skoro 4000 druhů. V mnoha případech byla srovnávána podobnost společenství členovců mezi různými druhy stromy, výsledkem jsou skoro vždy nízké hodnoty podobnosti, dokonce i mezi stejnými druhy stromů, což je způsobeno velkým množstvím vzácných druhů zastoupeným například i pouze jediným jedincem (tzv. singletonem) a neznámý poměr druhů nerezidenčních pro danou dřevinu (Stork et al., 1997).

Získávání a určování obsáhlých vzorků členovců z tropických lesů je dosahováno pomocí parataxonomů. Tuto skupinu pracovníků tvoří domorodí lidé znalí místních podmínek a trénování odbornými zoology, aby byli schopni hmyz efektivně odchytávat a hlavně určovat ideálně na morfospecies. Využití těchto místních odborníků umožňuje rychlejší zpracování dat a v neposlední řadě budí uvědomění mezi domorodci, což zdůrazňuje ochranu přírody (Basset et al., 2004).

Samozřejmě se objevují výzkumy snažící se objasnit vliv lesního managementu na společenstva bezobratlých. Ozanne et al. (1997) zjišťovali ekotonový efekt na faunu korun smrku a borovice v Británii. Překvapivě zjistili nižší hustoty členovců blíže k okraji lesa, přičemž úbytek v abundanci byl pozorován hlavně u velikostně malých taxonů. Malcolm (1997) sledoval biomasu fragmentů tropického brazilského lesa ve srovnání se souvislým porostem. Abundance v okrajových lemech lesa byla oproti předchozímu autorovi sledována vyšší oproti vnitřním částem a těžiště biomasy členovců se přesunulo z korun směrem k podrostu.

Výběrová seč v tropických lesích nijak zásadně nesnižuje diverzitu členovců, naopak ji na určitých lokalitách dokonce obohacuje, ovšem pozměňuje kompozici společenstva. Horší situace je na monokulturních plantážích, kde je společenstvo hmyzu pozměněno mnohem více a takovéto plantáže jsou náchylné k přemnožení škůdců, jejichž přirození nepřátelé nenacházejí v těchto podmínkách vhodný habitat (Speight et al., 2003).

Nové poznatky o specializaci tropických členovců zredukovaly odhady diverzity z 31 milionů druhů publikované Erwinem (1982) na 4 - 6 milionů. Původní odhad Erwina byl založen pouze na členovcích z jednoho druhu stromu, což nemůže dostatečně zohlednit rozsah preferencí jednotlivých druhů. Nový odhad Novotného et al. (2002) byl založen na efektivní specializaci a na počtu rostlinných rodů. Na nadhodnocené odhady poukázal i Ødegaard (2003), vzhledem k nízké pozorované specializaci a velkému poměru (zhruba 40 %) pojmenovaných druhů ve studovaném vzorku.

Budoucí výzkumy by se měly věnovat porovnáním stratifikace mezi jednotlivými lesními typy, jakož i rozšíření jednotlivých druhů z geografického hlediska. Většinou je výskyt daného druhu pozorován pouze v lokalitě výzkumu a mnoho druhů se vyskytuje pouze lokálně. Výzkum je také nerovnoměrně rozčleněn po regionech. Většina je soustředěna do neotropické oblasti, přičemž vysoce ohrožené lesy Afriky zůstávají skoro bez povšimnutí. Výzkum by se měl více rozšířit horských a suchých tropických lesů představujících jeden z nejohroženějších tropických biotů. I přes mnoho získaných dat ohledně stromových živočichů, potravní řetězce v korunách stromů jsou málo odhaleny. S technickým pokrokem je možné podnikat důslednější práce a sdílet shromážděná data na internetu. Vysoké koruny tropického lesa jsou stále označovány za jakousi „poslední frontu“ v biologickém výzkumu (Basset et al., 2003d).

## 6. Vymezení tématu diplomové práce

Na závěr bych uvedl, že nabyté znalosti při zpracování této bakalářské práce využiji při výzkumu pro diplomovou práci. Tato práce bude zaměřena na vertikální stratifikaci výletových otvorů tesaříka obrovského (*Cerambyx cerdo*). K přístupu na stromy bude použita lanová technika a na vertikálním transektu budou zaznamenávány počty výletových otvorů a jednotlivé environmentální faktory, jako je tloušťka kmene, oslunění, expozice. Výstupem této práce by měl být poznatek k vývojovým preferencím tohoto druhu.

## 7. Reference

- Adis J., Basset Y., Floren A., Hammond P. M. & Linsenmair K. E., 1998:** Canopy fogging of an overstory tree - recommendations for standardization. - *Ecotropica* 4: 93 - 97.
- Allee W. C., 1926:** Measurement of environmental factors in the tropical rain-forest of Panama. - *Ecology* 7: 273 - 302.
- Basset Y., 1988:** A composite interception trap for sampling arthropods in tree canopies. - *Journal of the Australian Entomological Society* 27: 219 - 219.
- Barker M. G. & Pinard M. A., 2001:** Forest canopy research: sampling problems, and some solutions. - *Plant Ecology* 153: 23 - 38.
- Basset Y., Corbara B., Barrios H., Cuénoud P., Leponce M., Aberlenc H. P., Bail J., Bito D., Bridle J. R., Castanomeneses G., Čížek L., Cornejo A, Curletti G., Delabie J. H. C., Dejean A., Didham R. K., Dufrene M., Fagan L. L., Floren A., Frame D. M., Hallé F., Hardy O. J., Hernandez A., Kitching R. L., Lewinsohn T. M., Lewis O. T., Manumbor M., Medianero E., Missa O., Mitchell A. W., Mogia M., Novotný V., Ødegaard F., Oliveira E. G., Orivel J., Ozanne C. M. P., Pascal O., Pinzón S., Rapp M., Ribeiro S. P., Roisin Y., Roslin T., Roubik D. W., Samaniego M., Schmidl J., Sorensen L. L., Tishechkin A., Van Osselaer Ch. & Winchester N. N., 2007:** IBISCA-Panama, a large-scale study of arthropod beta-diversity and vertical stratification in a lowland rainforest: rationale, study sites and field protocols. - *Entomologie* 77: 36 - 69.
- Basset Y., Horlyck V. & Wright J. W., 2003a:** The study of forest canopies. In : **Basset Y., Horlyck V. & Wright J. W. [eds.]:** *Studying Forest Canopies from Above: The International Canopy Crane Network*. - Smithsonian Tropical Research Institute, Bogota, pp. 57 - 59.

- Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L., 2003b:** Methodological advances and limitations in canopy entomology. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 7 - 16.
- Basset Y., Hammond P. M., Barrios H., Holloway J. D. & Miller S. E., 2003c:** Vertical stratification of arthropod assemblages. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17 - 27.
- Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L., 2003d:** Conclusion: arthropods, canopies and interpretable patterns. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 394 - 405.
- Basset Y., Springate N. D., Aberlenc H. P. & Delvare D., 1997:** A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 27 - 52.
- Basset Y., Novotny V., Miller S. E., Weiblen G. D., Missa O. & Stewart A. J., 2004:** Conservation and biological monitoring of tropical forests: the role of parataxonomists. - *Journal of Applied Ecology* 41: 163 - 174.
- Bouricius W.G., Wittman P.K. & Bouricius B., 2008:** Designing canopy walkways - Canopy Construction Associates. Online: <http://www.canopyaccess.com/English/Design/CCADesign.html>, cit. 27.2.2008.
- Canopy Construction Associates, 2005:** World Map. Online: <http://www.canopyaccess.com/English/WorldMap/CCAWorldMap.html>
- Davis A. J., Huijbregts J., Kirk-Spriggs A. H., Krikken J. & Sutton S. L., 1997:** The ecology and behaviour of arboreal dung beetles in Borneo. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 419 - 432.

- Dial R. & Tobin S.C., 1994:** Description of arborist methods for forest canopy access and movement. - *Selbyana* 15: 24 - 37.
- Dial R. & Roughgarden J., 1995:** Experimental Removal of Insectivores from Rain Forest Canopy: Direct and Indirect Effects. - *Ecology* 76: 1821 - 1834.
- Dial R., Sillett S. C., Antoine M. E. & Spickler J. C., 2004:** Methods for Horizontal Movement Through Forest Canopies. - *Selbyana* 25: 151 - 163.
- Didham R. K. & Springate N. D., 2003:** Determinants of temporal variation in community structure. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 28 - 39.
- Dorrington G. E., 2008:** Dendronautics: Access to Tropical Rain Forest Canopy using Aeronautical Methods, Department of Engineering, University of London. Online: [www.ambiotek.com/ejournals/file.php/2/moddata/forum/10/43/Dendronautics.pdf](http://www.ambiotek.com/ejournals/file.php/2/moddata/forum/10/43/Dendronautics.pdf), cit. 23.2.2008.
- Erwin T. L., 1982:** Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. - *Coleopterists Bulletin* 36: 74 - 75.
- Funke W., 1971:** Food and energy turnover of leaf-eating insects and their influence on primary production. In: Ellenberg H. [ed.] : *Ecological studies*. – Integrated Experimental Ecology, Springer, Berlin, pp. 81 - 93.
- GCP, 2008:** The Global Canopy Programme, Wytham, United Kingdom. Online: <http://www.globalcanopy.org/>, cit. 25.2.2008.
- Groot P. & Nott R., 2001:** Evaluation of traps of six different designs to capture pine sawyer beetles (Coleoptera: Cerambycidae). - *Agricultural and Forest Entomology* 3: 107 - 111.

- Hanula J. L. & New K. P., 1996:** A Trap Capturing Arthropods Crawling Up Tree Boles. - United States Department of Agriculture, Research Note SRS-3. (nepublikováno)
- Hanula J. L. & Franzreb, 1998:** Source, distribution and abundance of macroarthropods on the bark of longleaf pine: potential prey of the red-cockaded woodpecker. - *Forest Ecology and Management* 102: 89 - 102.
- Hyvärinen E., 2006:** A comparison of three trapping methods used to survey forest-dwelling Coleoptera. - *European Journal of Entomology* 10 : 397 - 407.
- Ishii H. T., Van Pelt R., Parker G. G. & Nadkarni N. M., 2004:** Age-Related Development of Canopy Structure and Its Ecological Functions. In: **Lowman M. D. & Rinker H. B.:** *Forest Canopies*. Elsevier Press, San Diego, pp. 102 - 117.
- Itioka T., Kato M., Kaling H., Merdeck M. B., Nagamitsu T., Sakai S., Mohamad S. U., Seiki Y., Hamid A. A. & Inoue T., 2003:** Insect responses to general flowering in Sarawak. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 126 - 134.
- Koike F. & Nagamitsu T., 2003:** Canopy foliage structure and flight density of butterflies and birds in Sarawak. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 86 - 91.
- Koponen S., 2004:** Arthropods from High Oak Branches – Comparison of Two Trap Types, with a Special Reference to Spiders. - *Latvijas Entomologs* 41: 71 - 75.
- Koponen S., Rinne V. & Clayhills T., 1997:** Arthropods on oak branches in SW Finland, collected by a new trap type. - *Entomologica Fennica* 3: 177 - 183.
- Laaksonen J., Laaksonen T., Itämies J., Rytönen S. & Välimäki P., 2006:** A new efficient bait-trap model for Lepidoptera surveys - the “Oulu” model. - *Entomologica Fennica* 17: 153 - 160.



- Landolt P. J., 1995:** Attraction of *Mocis latipes* (Lepidoptera: Noctuidae) to sweet baits in traps. - *Florida Entomologist* 78: 523 - 530.
- Leksono A. S., Takada K., Shinsaku K., Nakagoshi N., Anggraeni T. & Nakamura K., 2005:** Vertical and seasonal distribution of flying beetles in a suburban temperate deciduous forest collected by water pan trap. - *Insect Science* 12: 199 - 206.
- Lowman M. D. & Bouricius B., 1995:** The construction of platforms and bridges for forest canopy access. - *Selbyana* 16: 179 - 184.
- Lowman M. D. & Wittman P.K., 1996:** Forest canopies: methods, hypotheses and future directions. - *Annual Review of Ecology & Systematics* 27: 55 - 81.
- Lowman M. D., Kitching R. L. & Carruthers G., 1996:** Arthropod sampling in Australian subtropical rain forests - How accurate are some of the more common techniques? - *Selbyana* 17: 36 - 42.
- Lowman M.D., 2004:** Tarzan or Jane? The history of canopy ecology. In: **Lowman M. D. & Rinker H. B.:** *Forest Canopies*. Elsevier Press, San Diego, pp. 453 - 464.
- Maher J., 2006:** Canopy Access: Beyond Basic Single Rope Technique. - Institute for Tropical Ecology and Conservation. Online: <http://www.treeclimbercoalition.org/pdfs/CFR.pdf>, cit. 25.2.2008.
- Malcolm J. R., 1997:** Insect biomass in Amazonian forest fragments. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 510 - 533.
- McIntosh R. L., Katinic P. J., Allison J. D., Borden J. H. & Downey D. L., 2001:** Comparative efficacy of five types of trap for woodborers in the Cerambycidae, Buprestidae and Siricidae. - *Agricultural and Forest Entomology* 3: 113 - 120.

**Moed A. & Meads M. J., 1983:** Invertebrate fauna of four tree species in Orongorongo valley, New Zealand, as revealed by trunk traps. - *New Zealand Journal of Ecology* 6: 39 - 53.

**Moffett M. W. & Lowman M. D., 1995:** Canopy access techniques. In: **Lowman M. D. & Nadkarni N. M. [eds.]:** *Forest canopies*. Academic Press, San Diego, pp. 3 - 26.

**Nadkarni N. M., 1988:** Use of a portable platform for observations of tropical forest canopy animals. - *Biotropica* 20: 350 - 351.

**Napo Wildlife Center, 2007:** The Canopy Tower at the Napo Wildlife Center. - Napo Wildlife Center. Online: <http://www.ecoecuador.org/tower.html>, cit. 12.2.2008.

**Nicolai V., 1986:** The bark of trees : thermal properties, microclimate and fauna. - *Oecologia* 69: 148 - 160.

**Nieder J., Prosperí J. & Michaloud G., 2001:** Epiphytes and their contribution to canopy diversity. - *Plant Ecology* 153: 51 - 63.

**Novotný V., Basset Y., Miller S. E., Weiblen G. D., Bremer B., Čížek L. & Drozd P., 2002:** Low host specificity of herbivorous insects in a tropical forest. - *Nature* 416: 841 - 844.

**Novotný V., Drozd P., Miller S. E., Kulfan M., Janda M., Basset Y. & Weiblen G. D., 2006:** Why Are There So Many Species of Herbivorous Insects in Tropical Rainforests?. - *Science* 313: 1115 - 1118.

**Novotný V., Basset Y. & Kitching R. L., 2003:** Herbivore assemblages and their food resources. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 40 - 52.

**Ødegaard F., 2003:** Taxonomic composition and host specificity of phytophagous beetles in a dry forest in Panama. In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L.**

- [eds.]: *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 220 - 236.
- Økland B., 1996:** A comparison of three methods of trapping saproxylic beetles. – *European Journal of Entomology* 93: 195 - 209.
- Ozanne C. M. P., Hambler C., Foggo A. & Speight M. R., 1997:** The significance of edge effects in the management of forests for invertebrate biodiversity. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 534 - 550.
- Perry D. R., 1978:** A method of access into crowns of emergent and canopy trees. – *Biotropica* 10: 155 -157.
- Paarmann W. & Kerck K., 1997:** Advances in using the canopy fogging technique to collect living arthropods from tree-crowns. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 27 - 52.
- Paarmann W. & Paarmann D., 1997:** Studies on the biology of a canopy-dwelling carabid beetle collected by canopy fogging in the rainforest of Sulawesi. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 433 - 441.
- Preisser E., Smith D. C. & Lowman M. D., 1998:** Canopy and ground level insect distribution in a temperate forest. - *Selbyana* 19: 141 - 146.
- Ranius T., 2001:** Constancy and asynchrony of *Osmoderma eremita* populations in tree hollows. - *Oecologia* 126: 208 - 215.
- Reynolds B. C. & Crossley D. A., 1995:** Use of a canopy walkway for collecting arthropods and assessing leaf area removed. - *Selbyana* 16: 21 - 23.

- Riede K., 1997:** Bioacoustic monitoring of insect communities in a Bornean rainforest canopy. In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 442 - 452.
- Rodgers D. J. & Kitching R. L., 1998:** Vertical stratification of rainforest collembolan (Collembola: Insecta) assemblages: description of ecological patterns and hypotheses concerning their generation. - *Ecography* 21: 392 - 400.
- Sárospataki M. & Mikló M., 1995:** Flight activity of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) at different strata of a forest in relation to migration to hibernation sites. - *European Journal of Entomology* 92: 415 - 419.
- Schulze C. H., Linsenmair K. E. & Fiedler K., 2001:** Understorey versus canopy: patterns of vertical stratification and diversity among Lepidoptera in a Bornean rain forest. - *Plant Ecology* 153: 133 - 152.
- Southwood T. R. E., 1978:** Absolute Population Estimates by Sampling a Unit of Habitat - Air, Plants, Plant Products and Vertebrate Hosts. In: **Southwood T. R. E.:** *Ecological Methods*. - Chapman & Hall, London, pp. 130 - 169.
- Speight M. R., Intachat J., Khen C. V. & Chung A. Y. C., 2003:** Influences of forest management on insects. In: In: **Basset Y., Novotny V., Miller S. E. & Kitching R. L. [eds.]:** *Arthropods of Tropical Forests: Spatio-Temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy*. - Cambridge University Press, Cambridge, pp. 380 - 393.
- Springate N. D. & Basset Y., 1996:** Diel activity of arboreal arthropods associated with Papua New Guinean trees. - *Journal of Natural History* 30: 101 - 112.
- Stork N. E. & Hammond P. M., 1997:** Sampling arthropods from tree-crowns by fogging with knockdown insecticides: lessons from studies of oak tree beetle assemblages in Richmond park (UK). In: **Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall, London, pp. 27 - 52.

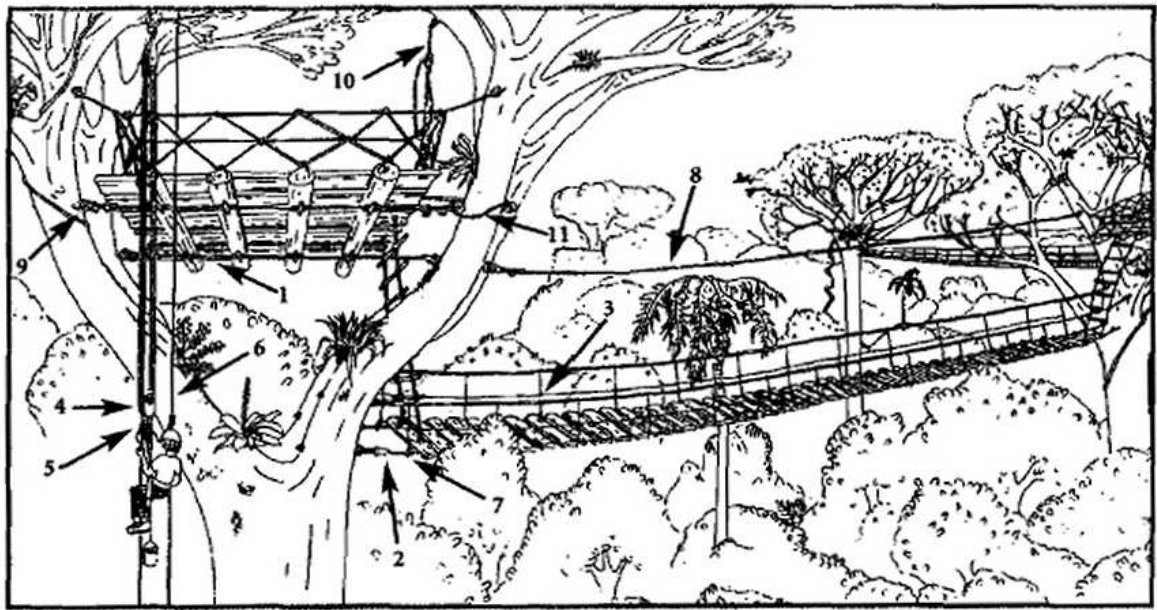
**Stork N. E., Didham R. K. & Adis J., 1997:** Canopy arthropod studies for the future. In:  
**Stork N. E., Adis J. & Didham R. K. [eds.]:** *Canopy Arthropods*. - Chapman & Hall,  
London, pp. 551 - 561.

**Stork N. E. & Grimbacher P. S., 2006:** Beetle assemblages from an Australian tropical  
rainforest show that the canopy and the ground strata contribute equally to biodiversity.  
- *Proceedings of the Royal Society* (published online).

**The Evergreen State College, 2008:** Canopy View. Online: <http://scidb.evergreen.edu/CanopyView>, cit. 12.3.2008.

**Vodka Š., 2007:** Společenstva xylofágního hmyzu v lužním lese: distribuce a hostitelská  
specifická. - Diplomová práce, Biologická fakulta JČU České Budějovice: 69 pp.  
(nepublikováno).

## 8. Přílohy



**Obr. 7** Kresba konstrukce mostů a plošin (Lowman & Bouricius, 1995). Očíslované komponenty :

1. Nerezové kovové lano
2. Ukotvení nosného lana umožňující přesné napínání
3. Nerezová spona spojující dva kabely k sobě do pravého úhlu
4. Kladka s blokantem
5. Blokant k výstupu - zabezpečení před neúmyslným sestupem
6. Bezpečnostní lano
7. Svorka spojující nosné lano se zábradlím - rozděljuje zátěž a zabraňuje nadměrnému napínání lana
8. Kabel pro připevnění bezpečnostní smyčky při chůzi po mostu
9. Nosné kovové oko vedené skrz kmen
10. Nastavitelná bezpečnostní smyčka

Metoda	Cena - efektivita	Jednoduchost přípravy před použitím	Snadnost pro vědce	Snadnost konstrukce	Jednoduchost přesunu na jiné stanoviště	Snadnost vyvarovat se disturbancím	Nutnost asistence (N= žádná, U= netrénovaná, T= trénovaná)	Velikost skupiny pracující najednou	Tvar přístupného prostoru	Vodorovný přístup mezi stromy (A= ano, N= ne)	Přístup k nejvyšším větším (A= ano, N= ne)
Peconha	10	9	1	10	10	8	N	1-2	vertikální linie	N	N
Žebříky	8	10	9	8	5	8	N	1-3	vertikální linie	N	N
Lanové t.	8	8	6	9	9	8	N	1-3	vertikální linie	N	N
Věže	5	10	9	5	2	8	N	1-4	vertikální linie	N	A
Lanová síť	8	6	4	4	2	9	N	1-3	válec	A	A
"Boom"	8	8	7	7	8	9	U	1	válec	A	A
Vysokozdvížná plošina	2	10	10	10	5	8-9	U	1-2	horizontální linie	A	A
Jeřáb	1	10	10	4	2	6-9	T	1-3	válec	A	A
Raft	1	10	10	1	7	6	T	1-6	válec	A	A
"sledge"	1	10	10	1	10	6	T	2-3	horizontální linie	A	A
Visuté mosty	5	10	10	5	1-3	6	N	1-10+	horizontální linie	A	N

**Tab. 1** Hodnocení jednotlivých přístupových technik na základě zkušeností autorů na škále od 1 (nejhorší) do 10 (nejlepší) (Moffet & Lowman, 1995).



Následující fotografie byly pořízeny v průběhu programu IBISCA, v závorkách jsou uvedeni autoři fotografie :



**Obr. 8** Stavební jeřáb užívaný k výzkumným účelům v deštném lese, lokalita San Lorenzo (R. Le Guen).



**Obr. 9** Tzv. "treetop bubble", balon naplněný heliem s jednou osobou v sedáku. Z obrázku je patrný kabel natažený přes koruny stromů (J. Orivel).



**Obr. 10** Příklad přístroje k výrobě mlhy s insekticidem ("fogging machine"). Na obrázku model Swingfog (S. Ribeiro).



**Obr. 11** Práce s mlžícím přístrojem ze země (M. Leponce).





**Obr. 12** Konstrukce Ikos umístěná ve větvení (J. Orivel).



**Obr. 13** Světelná past pro použití v korunách (N. Baiben).



**Obr. 14** Raft položený na korunách stromů (R. Le Guen).



**Obr. 15** Raft nesený vrtulníkem na stanoviště (N. Baiben).