

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Jana Barborková

**Srovnání biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském
lese – indikátory biodiverzity**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: prof. doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

České Budějovice 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Srovnání biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském lese – indikátory biodiverzity“ vypracovala sama na základě vlastních zjištění a materiálů.

V Českých Budějovicích dne 30. listopadu 2012

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu práce prof. doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., za cenné rady, poskytnuté materiály, trpělivost a pomoc při determinaci materiálu.

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o biodiverzitě v hospodářských lesích a v přirozených horských lesích. V literárním přehledu diskutuje příčiny poklesu biodiverzity v lesích ovlivněných antropogenní činností. Dále poukazuje na význam mrtvého dřeva v přirozeném lesním ekosystému. Je diskutován vliv holosečné těžby na mikroklima daného stanoviště a biodiverzitu (významný mikrobiotop bezobratlých). Jako bioindikátory antropogenního ovlivnění lesa jsou navrhovány bioindikátory změn biodiverzity, v našem případě epigeičtí brouci (zejména střevlíkovití a drabčíkovití). Vlastní průzkum se týká epigeických bezobratlých brouků hospodářského lesa na Klatovsku (Černíč). Sběr materiálu byl proveden metodou zemních pastí během jedné vegetační sezóny. Výsledky byly porovnány s výzkumem v horské smrčíně na Šumavě provedené J. Boháčem a K. Matějkou. Bylo zjištěno, že hospodářský les má trojnásobně méně druhů. V hospodářském lese převažují na rozdíl od přirozené horské smrčiny ubikvistní druhy, adaptabilních druhů je málo. Zcela schází reliktní druhy původních lesních ekosystémů. Index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků ukázal na jejich významné antropogenní ovlivnění. Epigeičtí brouci jsou tedy významnými bioindikátory antropogenního ovlivnění lesních ekosystémů.

Klíčová slova: biodiverzita, epigeičtí brouci, hospodářský les a přirozená horská smrčina, společenstva a jejich struktura, bioindikátory antropogenního ovlivnění v lesích.

Abstract

Bachelor thesis deal with biodiversity in managed forests and in natural mountain forests. In the literature review discussions causes of the decrease of biodiversity in forests affected by anthropogenic activities. Further points to the importance of dead wood in a natural forest ecosystem. There is discussed effect of clear-cut mining on the microclimate of the certain habitat and biodiversity (significant microhabitats invertebrates). As bioindicators of anthropogenic impact on the forest are proposed bioindicators changes of biodiversity, in our case epigeic beetles (especially ground beetles and rove beetles). Own survey contains on epigeic invertebrates beetles of managed forest in Klatovy (Černíč). Collecting material was carried by method of the ground traps during one growing season. The results were compared with research in mountain spruce forests in Šumava by J. Boháč and K. Matějka. It was found that the managed forest has three times fewer species. In managed forest predominate expansive species, unlike natural mountain spruce forests, adaptable species is few. Completely missing relict species native forest ecosystems. Index of anthropogenic impact on epigeic beetle communities pointed to their significant anthropogenic influence. Epigeic beetles are therefore important bioindicators of anthropogenic impact on forest ecosystems.

Keywords: biodiversity, epigeic beetles, managed spruce forest and seminatural mountain spruce forest, structure of communities, bioindicators of human impact in forests.

OBSAH

1 Úvod.....	7
2 Literární přehled problematiky výzkumu biodiverzity	8
2.1 Biodiverzita lesních ekosystémů.....	8
2.2 Vliv člověka v lesích	10
2.3 Biodiverzita přírodě blízkého lesa	10
2.4 Epigeičtí brouci Šumavy	12
2.5 Biodiverzita hospodářského lesa.....	14
2.6 Bioindikátory přírodě blízkých lesů	16
2.7 Epigeičtí bezobratlí	17
2.7.1 Charakteristika hlavních čeledí	17
2.7.2 Drábčikoví (Staphylinidae).....	18
2.7.3 Střevlíkoví (Carabidae).....	21
2.8 Mrtvé dřevo v lesním ekosystému	23
2.8.1 Stupně rozpadu dřeva	24
2.9 Vliv holosečné těžby na strukturu společenstva	25
2.9.1 Vliv holoseče na strukturu hospodářského lesa	26
3 Metody sledování biodiverzity v lese	28
3.1 Prostorová struktura společenstva.....	28
3.2 Zemní pasti	29
3.2.1 Použití zemních pastí.....	29
4 Modelové území	31
5 Materiál a metodika	33
6 Výsledky.....	35
7 Diskuse	48
8 Závěr	50
Použitá literatura.....	51
PŘÍLOHOVÁ ČÁST	57

1 Úvod

Téma bakalářské práce „Srovnání biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském lese, indikátory biodiverzity“ jsem si zvolila, neboť jsem chtěla získat hlubší pohled do této problematiky. Myslím si, že pokles biodiverzity je způsoben především antropogenní činností, která tak zásadně ovlivňuje přirozenou funkci lesa. Za základní problémy považuji odstraňování mrtvého dřeva z porostu a holosečnou těžbu, které nevratně narušuje biotop žijících organismů. Jako modelovou skupinu jsem zvolila sledování epigeických bezobratlých brouků (střevlíkovití, drabčíkovití) a jejich funkci jako bioindikátorů diverzity na sledovaném stanovišti hospodářského lesa v Černíči na Klatovsku. V tomto lese proto také probíhal vlastní odchyt brouků za pomoci zemních pastí.

Bakalářská práce má vypracovat literární rešerši problematiky výzkumu biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském lese. Úkolem je seznámit se základními metodami sledování biodiverzity v těchto lesích a seznámit se také s metodikou odběru vzorků mrtvého dřeva. V závěru budou zhodnoceny získané výsledky, které budou probíhat na pokusných plochách. Dále je zapotřebí uvést hodnocení vlivu managementu lesa na biodiverzitu v modelových územích a vysvětlení základních indikátorů biodiverzity.

Cílem předložené bakalářské práce bylo shrnout poznatky o biodiverzitě hospodářského a přírodě blízkého lesa v ČR a využít bezobratlé živočichy (epigeičtí a hemiedafičtí brouci) pro pochopení toho, jak se mění v přírodě blízká lesní společenstva na Šumavě vlivem jejich přeměny na hospodářský les (les na Klatovsku). Základní hypotéza byla, že přeměna přírodě blízkého lesa na hospodářský významně ochuzuje biodiverzitu (snižuje se počet druhů, rozmanitost jejich životních forem a zejména mizí druhy citlivé k vlivu člověka – stenotopní, chráněné a červené druhy).

Je nezbytně důležité chránit biodiverzitu našich lesů, neboť lesy hrají na světě nezastupitelnou roli, kdy jejich důležitou součástí je druhová pestrost, co se týče rostlin a živočichů žijících v něm.

2 Literární přehled problematiky výzkumu biodiverzity v hospodářském lese a v přirozeném horském lese

Literární přehled se soustředil na následující oblasti: biodiverzita lesních ekosystémů, vliv člověka v lesích, biodiverzita přírodě blízkého lesa, epigeičtí brouci Šumavy, biodiverzita hospodářského lesa, bioindikátory přírodě blízkých lesů, mrtvé dřevo v lesním ekosystému, vliv holosečné těžby na strukturu a metody sledování biodiverzity.

2.1 Biodiverzita lesních ekosystémů

Biologická rozmanitost neboli biodiverzita představuje rozmanitost živých organismů a ekosystémů (Roudná, 2004). Biodiverzita se jako nová koncepce integrující všechny úrovně živého světa od genů po ekosystémy objevila v polovině 80. let 20. století (Wilson 1988). V současné době existuje jen v odborné literatuře více než 40 různých definic biologické rozmanitosti. Biodiverzitu můžeme chápat jako rozmanitost živých organismů, přírodních zdrojů a ekosystémů, jehož jsou součástí (Heywood, 1995). Nebo výraz biologická rozmanitost zahrnuje ekosystémy, druhy, geny a jejich relativní četnost. Biodiverzita bývá nejčastěji dělena do čtyř hierarchických kategorií (McNeely et al., 1990): ekologická diverzita, genetická diverzita, diverzita organismů a kulturní diverzita. Genetická diverzita vyjadřuje rozmanitost genů v rámci populací a druhů: zahrnuje odlišné populace v rámci téhož druhu a rozdílné jedince v rámci určité populace (cf. Hughes et al., 1997). Ekosystémová diverzita se určuje obtížněji než diverzita druhová nebo genetická, protože hranice společenstev a ekosystémů jsou v terénu obvykle těžko exaktně identifikovatelná (cf. Digregorio, Jansen, 2000). Druhovou bohatost neboli počet druhů v určitém území a v určitém čase lze vyjádřit různými způsoby (Hawksworth, 1995).

Biologická rozmanitost je spojena především s rozmanitostí živých organismů a ekosystémů. Je však potřeba mít na zřeteli, že biodiverzita zahrnuje i složitost vztahů v rámci společenstva organismů (biocenóza) či celých ekosystémů, kdy do hry vstupují rovněž abiotické složky prostředí (Švecová a kol., 2007).

Významnou úlohu biologické rozmanitosti objasnily rozsáhlé

environmentální a ekologické programy, které se od šedesátých let minulého století realizovaly pod patronátem mezinárodních organizací jako je UNESCO, FAO, ISCU, INTECOL, UNEP aj. Závažné poznatky a podkladové dokumenty byly například získány v rámci Mezinárodního biologického programu a později v rámci programu UNESCO Člověk a biosféra. Těchto projektů se aktivně účastnili také čeští odborníci. V jejich metodách byla položena váha na primární i sekundární biologickou produkci ve spojení s dominantními autochtonními populacemi a v návaznosti na komplexní ekosystémové a krajinné funkce. Lesní, mokřadní, luční a horské ekosystémy byly takto v ČR poprvé studovány v interdisciplinárním přístupu a s ohledem na udržitelný rozvoj krajiny (viz např. Květ, Jeník, Soukupová, 2001).

Les je jeden z nejpřirozenějších ekosystémů v České republice. Jako významný nositel druhové rozmanitosti představuje základ našeho životního prostředí. Původně lesní ekosystémy pokrývaly téměř celé území státu, dnes tvoří přibližně třetinu jeho rozlohy. Pokles lesnatosti je spojen s obhospodařováním krajiny člověkem již od neolitu. Postupující úbytek lesů, poptávka po dřevě a zároveň chápání lesa jako výrobního prostředku sebou přináší i dnes rozšířený holosečný způsob hospodaření. Z dnešního pohledu problematický hospodářský způsob zpravidla produkuje schématicky uspořádané stejnověké, monokulturní porosty. Je tak jednou z hlavních příčin nepříznivého stavu současných porostů a palčivým problémem současného lesnictví. Hospodaření vytvářející porosty se zjednodušenou strukturou se často neslučují s trvale udržitelným lesním hospodářstvím ani se zachováním druhové rozmanitosti (AOPK ČR, <http://www.ochranaprirody.cz>).

Nejdůležitějším úkolem evropského lesnictví je udržitelné hospodaření, a to jak z hlediska produkce dřeva, tak i udržení mimoprodukčních funkcí lesa včetně podpory biodiverzity (Lindenmeyer et al., 2000). Impulsem k tomu se staly mezinárodní ministerské konference na ochranu evropských lesů, které se konají od roku 1990. Výsledkem těchto jednání bylo přijetí celé řady rezolucí, z nichž pro biologickou rozmanitost je nejvýznamnější Helsinská rezoluce H2, přijatá v roce 1993 „Obecné zásady ochrany a trvale udržitelného zachování biodiverzity evropských lesů“. V rámci mezinárodní spolupráce, do níž je zapojena i Česká republika, byly rozpracovány indikátory biodiverzity lesních ekosystémů a zdokonaleny a upřesněny metody jejího měření a hodnocení. K dispozici je tedy

poměrně rozsáhlý soubor objektivních i subjektivních ukazatelů, které jsou v lesnický vyspělých zemích trvale sledovány a pravidelně vyhodnocovány (Buriánek, 2011).

2.2 Vliv člověka v lesích

Podle Míchala (1992) mají-li ekosystémy a celá krajina plnit své produkční a mimoprodukční funkce pro společnost, potřebujeme poznat hranice, po které je můžeme zatěžovat, aniž bychom je podstatně narušili. Přitom stabilitu lesních ekosystémů ovlivňuje řada faktorů, zejména:

- biotické faktory: hmyz, houby (mohou se v přírodních i hospodářských lesích vyvinout na úroveň ohrožující ekosystém)
- abiotické faktory: sníh, vichřice, požáry (v mnoha oblastech Země působí jako určující existenční faktory lesa). Zejména v hospodářských lesích je důležitá ochrana před těmito živly.
- Antropogenní faktory: vnášení cizích látek, pěstování alochtonních druhů, lesnická technika – narušení půdy a půdního krytu, nadměrné stavy spárkaté zvěře.

Velké ohrožení biodiverzity lesních porostů mají tedy antropogenní (lidské) činnosti. Bohužel bez zásahu člověka se ale hospodaření v lesích neobejde a proto je velice důležité věnovat se minimalizaci těchto následků.

Jednou objektivně srovnatelnou základnou pro hodnocení změn v prostředí a ve vlastnostech lesních geobiocenóz je přírodní stav nedotčený člověkem. Proto jsou poznatky o struktuře a vývoji přírodních lesů pro soudobé středoevropské lesní hospodářství jedním z důležitých vodítek (Leibundgut, 1959). Zejména na těchto poznacích bude záviset volba přírodě blízkých způsobů hospodaření, které má zaručovat maximální ekologickou stabilitu ekosystémů (porostů a jejich prostředí).

2.3 Biodiverzita přírodě blízkého lesa

Přírodě blízké lesy se při absenci lidských zásahů spontánně vyvíjejí k

vývojově vyspělejších formám. Jako hospodářské objekty vykazují relativně vysokou stabilitu (Míchal, 1991). Téměř veškeré naše lesy byly v minulosti ekonomickou činností, především těžbou dřeva a zemědělskou exploatací, silně pozměněny. Proto v českých podmínkách chybí některé důležité informace o přírodním vývoji, které by umožnily zlepšit péči o hospodářské porosty.

Pro místa, jež byla činností člověka v minulosti málo narušena nebo která byla ponechána již dlouhou dobu bez zásahů, se vžilo neformální označení pralesy. Zbylo jich velmi málo a staly se pečlivě ochraňovanými místy, v některých případech téměř zatajovanými před pozorností veřejnosti, můžeme např. jmenovat Boubínský, Žofínský či Trojmezenský prales. Biodiverzita těchto přírodě blízkých lesů je velmi vysoká. Také v Boubínském pralesi byl zjištěn vysoký počet půdních a epigeických brouků (Boháč, Matějka, 2004).

V transektu na vrchol Plechého (Šumava) bylo zjištěno a determinováno Boháčem a Matějkou (2009) cca 2 tisíce jedinců brouků na devíti pokusných plochách v devíti odběrech (červen až listopad 2009). Seznam zjištěných druhů je uveden v Tabulce 5. Druhy byly ekologicky charakterizovány (rozdělení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům, rozdělení do skupin podle nárokům k zastínění a podle trofických skupin). Celkem bylo zjištěno 126 druhů.

Ze zjištěných druhů jsou zvláště významné takzvané pralesní relikty, charakterizující zbytky původních lesních ekosystémů. Byl zjištěn jeden takový druh - pralesní reliktní druh druhé kategorie (Müller a kol., 2005) *Ceruchus chrysomeloides* (Hochenw., 1785) (Obr. 1). Dále mezi nejvzácnější nálezy patří pět druhů Červeného seznamu ČR (Farkač a kol., 2005). Jedná se o následující druhy (en – ohrožený, vu – zranitelný, tn – téměř ohrožený): *Anthophagus alpestris* (vu), *Bryoporus rufus* (vu), *Carabus irregularis* (tn), *Oxypoda brachyptera* (en) a *Quedius subunicolor* (vu). Indikátorem původních horských lesů je *Carabus irregularis* (Hůrka, 1996).



Obr. č. 1 - Samice roháčka
Ceruchus chrysomeloides (Foto J.
Matějčíček).

2.4 Epigeičtí brouci Šumavy

Relativně vysoký počet prací popisuje biodiverzitu Šumavy z hlediska rostlin nebo ptáků, avšak většina skupin hmyzu zůstává v tomto směru opomíjena. Proto si nyní ukažme druhovou rozmanitost šumavské fauny na příkladě jedné takové relativně málo známé skupiny živočichů: epigeických brouků, mezi které patří kupříkladu střevlíci, drabčící či hrobařici (Boháč, 2004). Tito brouci jsou jednou z nejlépe prozkoumaných skupin bezobratlých na Šumavě, ale nejsou obecně tak často prezentováni v literatuře, jako např. motýli (Spitzer, 1974; Spitzer a Ebehöh, 1967). Ve vyšších polohách můžeme z hlediska těchto brouků rozdělit lesní pásmo Šumavy do dvou částí dobře charakterizovatelných kvalitativním složením v našich podmínkách, ale především kvantitativním zastoupením jednotlivých druhů. Nižší lesní pásmo (tzv. kolinní zóna) zasahuje do výšky zhruba 1000-1100 m, vyšší lesní pásmo (tzv. subalpinní zóna) dosahuje až k horní hranici souvislého lesa. Nižší lesní pásmo je na Šumavě dobře charakterizované druhy epigeických brouků (Hůrka, 1990). Vyšší lesní pásmo je na Šumavě zastoupeno především v klimaxových společenstvech acidofilních horských bučin a klimatických smrčín. Dosahují zde maxima svého výskytu druhy brouků známé jen ze Šumavy a Novohradských hor – z

nich jmenujme např. střevlíky druhů *Pterostichus pumilio* a *Quedius obscuripennis* (obr. č. 2).



Obr. č. 2 - Střevlíci druhů *Pterostichus pumilio* (vlevo, foto: www.eurocarabidae.de) a *Quedius obscuripennis* (vpravo, foto: L. Borowiec) jsou známy jen ze Šumavy a z Novohradských hor.



Obr. č. 3 - Střevlíci druhů *Trechus alpicola* (vlevo, foto: www.eurocarabidae.de) a *Nebria castanea sumavica* (vpravo, foto: <http://www.zpcse.cz>) pocházejí z východních Alp.



Obr. č. 4 - Drabčiči druhů *Olisthaerus substriatus* (vlevo, foto: K.V. Makarov), *Atrecus longiceps* (uprostřed, foto: M. Deml, <http://www.biolib.cz>), *Lordithon bicolor* (vpravo, foto: M.E. Smirnov) jsou vázáni na život pod kůrou padlých stromů a v plodnicích hub.

V původních lesních biotopech tohoto pásma se vyskytují některé druhy drabčičků, označované jako pralesní relikty. Jsou to zejména druhy vázané na život pod kůrou padlých stromů a v plodnicích hub (např. *Olisthaerus substriatus*, *Atrecus longiceps*, *Lordithon bicolor*). Některé z těchto druhů (např. *Olisthaerus substriatus*) jsou v současné době známy z území ČR jen z těchto poloh Šumavy. Výrazný je úbytek nálezů některých druhů původních lesů, zejména v poslední době (např. nápadný kovařík *Danosoma fasciata*).

2.5 Biodiverzita hospodářského lesa

Lesní hospodářství nevzniklo v prostředí přírodních lesů, ale v územích dlouhodobě devastovaných neregulovanou těžbou a pastvou. Na začátku lesního

hospodářství stála oprávněná obava o trvalost užitků lesa ohrožovaného exploatací (Míchal, 1991). V minulosti byla většina původních lesů v podhorských a horských oblastech střední Evropy vykácena a přeměněna na smrkové monokultury. Tyto stejnověké smrkové porosty mají sice vysokou produkci, jsou však velmi citlivé k povětrnostním podmínkám (zejména větrným kalamitám) a hmyzím škůdcům. Okyselení půdy a zvýšený obsah dusíkatých sloučenin ve vodách a půdách tyto monokultury ještě více oslabuje. Také biodiverzita takových smrkových porostů je velmi nízká ve srovnání s přirozeným lesem (Boháč, 2010, 2011). Umělé stejnověké smrkové monokultury rostoucí na stanovištích přirozených smíšených a listnatých porostů se rozkládají v Evropě na milionech hektarů. Jsou málo stabilním lesním ekosystémem vyžadujícím víceméně trvalou cílenou pěstební péči, aby byl udržen a přinesl očekávaný hospodářský výsledek. Jeho velký hospodářský potenciál ohrožuje mnoho činitelů (Spiecker et al., 2004).

Jedním ze základních cílů lesního hospodářství podle zásad PRO SILVA je udržení a zlepšení všech hodnot lesa, jak těch které se vztahují na lidskou společnost, tak i těch, které jsou přírodní hodnotou lesa. K nim náleží celé spektrum všech životních forem a organismů, které se v lese vyskytují. Soubor všech organismů žijících v určitém lesním ekosystému je výrazem jeho specifické druhové diverzity. Druhová diverzita tedy zahrnuje jak vyšší, tak nižší rostliny a živočichy, které mají pro člověka komerční nebo obecně společenský užitek, tak i druhy bez tohoto užitku. Podle Míchala (1992) se přírodě vzdálené lesy bez lidských zásahů rozpadají a v případě spontánního vývoje jsou nahrazovány lesy lépe přizpůsobenými stanovišti a schopnými lépe odolávat vnějším faktorům. V hospodářských lesích je člověk hlavní hybnou silou, která ovlivňuje charakter lesa. Produkci dřeva, a tím spojený ekonomický zisk, je jedním z hlavních důvodů, proč člověk v lese hospodaří. Těžba dospělých stromů v hospodářských lesích nahrazuje proces přirozeného stárnutí a odumírání stromů v lesích původních. Hospodářské lesy lze rozpoznat dle těchto znaků (Šantrůčková, Vrba a kol., 2010):

- Chybí v nich staré stromy, stromy odumírající a stromy suché a popadané, tlející dřevo.
- Jsou často na první pohled výrazně změněny – obvykle ve prospěch jediné cílové dřeviny, v častém případě smrku. Proto se jim říká monokultury. Cílová dřevina nemusí být na daném stanovišti původní.
- Pěstují se v homogenních blocích. Stromy v každém bloku mají

relativně stejný věk a těží se ve stejnou dobu. Každý rok se těží určitý počet stromů v určitém bloku.

- Díky unifikaci podmínek prostředí a absenci mrtvého dřeva zde nachází domov omezené množství druhů rostlin a živočichů.
- Přírodní vlivy jako vichřice, lýkožrout a další narušují zavedený systém hospodaření, především ve smrkových monokulturách. Proto se tyto vlivy maximálně eliminují.
- Porosty jsou pouze výjimečně starší než 120 let.

V hospodářském lese je základní úlohou zachovat nebo vytvořit stabilní a zdravé lesní ekosystémy, aby došlo k naplnění základních funkcí a to zejména ekonomických, ekologických a sociálních, které jsou společností požadované. Dřívější pěstování lesů znalo jen poměrně malý počet postupů a technik (výsadba monokultur, holosečný obnovní způsob), tudíž můžeme dnes hovořit o významném pokroku v pěstování hospodářských lesů (Vacek, Podrázský, 2008)

2.6 Bioindikátory přírodě blízkých lesů

Abychom poznali stav biodiverzity v zájmových oblastech, používáme tzv. indikátory biologické rozmanitosti (bioindikátory). Výskyt, početnost nebo bionomické charakteristiky či změny některých druhů naznačují změnu vlastností vnějšího prostředí. Jedná se o organismy, jejichž charakteristiky se používají jako index obtížně nebo nákladně měřitelných vlastností prostředí nebo biologické rozmanitosti. Nejčastěji tímto termínem označujeme druhy planě rostoucích rostlin a volně žijících živočichů, jejich výskyt svědčí o přítomnosti určitého činitele vnějšího prostředí na stanovišti. Indikační druhy nás mohou informovat o zdraví ekosystémů, rozmanitosti prostředí nebo o tom, jaká živá složka ekosystémů může reagovat na určitý stresový činitel (Manne & Williams, 2003).

Bioindikátory jsou živé organismy, jejichž výskyt svědčí o přítomnosti některého faktoru na stanovišti (Jarklová, Pelikán, 1999). Jedná se o organismy nebo společenstva, jejichž životní funkce jsou vzájemně natolik ovlivňovány s faktory prostředí tak těsně, že mohou sloužit jako jejich ukazatele (Boháč, 1999).

Velmi dobrým indikátorem stavu prostředí je vegetace. Využívá se pro

nepřímé monitorování stavu prostředí, integruje rozmanité vlivy prostředí včetně antropogenních a včetně událostí, které se odehrály v minulosti. Lze ji tedy charakterizovat jako komplexní indikátor, který je velmi levný a snadno postižitelný díky svým rozměrům (Prach, 1994).

Jeden z prvotních cílů výzkumu bioindikátorů je identifikace druhu, který by spolehlivě signalizoval poruchy v prostředí a odrážel odpovědi dalších druhů nebo celkovou biodiverzitu. Neexistuje však perfektní bioindikátor a výběr toho nevhodnějšího záleží do značné míry na cíli průzkumu (Rainio, Niemelä, 2003). Vhodný indikátor lze tedy charakterizovat tak, že žije v hojném počtu na sledovaných stanovištích, měl by zde žít trvale na přiměřeně velkém teritoriu a také se živit potravou získanou právě z tohoto teritoria, měl by být také citlivý ke sledovanému faktoru (Boháč, 1999).

K výzkumu biodiverzity lze využít také bezobratlé, které jsou použitelné zejména v lokálním měřítku. Zvláště významné jsou takzvané pralesní relikty, charakterizující zbytky původních lesních ekosystémů. (Müller a kol., 2005). Kromě uvedeného roháčka *Ceruchus chrysoloides* jsou to např. tesařík *Tragosoma deparium*, drabčík *Atrecus longiceps*, *Olisthaerus substriatus*, *Lordithon bicolor*, atd.

2.7 Epigeičtí bezobratlí

2.7.1 Charakteristika hlavních čeledí

Jedním z nejdůležitějších úkolů evropského lesnictví je udržení mimoprodukčních funkcí lesa včetně podpory biodiverzity (Lindenmeyer et al., 2000). Zejména v této oblasti tedy bezobratlí živočichové zastávají nepřehlédnutelnou funkci. Mezi nejvýznamnější patří například střevlíci, pavouci, drabčíci, chvostoskoci, roztoči, hlístice a mnohé další. Jmenovaní bezobratlí živočichové patří k nejpočetnější skupině organismů ve středoevropských lesích. V této bakalářské práci se budeme nadále zabývat zejména sledováním epigeických brouků, kterými jsou drabčíci a střevlíci, dále pak jejich nezastupitelnou rolí v lesním hospodářství.

2.7.2 Drábčíkovití (*Staphylinidae*)

Drabčící patří druhově mezi nejpočetnější čeledi brouků, je známo asi 32 000 druhů z celého světa (Boháč, 1999; Arnett, Thomas, 2001) a přibližně 1 600 druhů žijících na našem území. Patří mezi brouky malé až středně velké. Ve střední Evropě se nejčastěji setkáváme s drabčíky o velikostech mezi 1 až 35 mm. Jinak však nejsou výjimkou ani drabčíkovití brouci, jejichž velikost kolísá mezi 0,5 – 60,0 mm. Menší druhy drabčíků žijí většinou v půdních pórech, větší druhy pak na jejich povrchu. Studium velikostního zastoupení drabčíkovitých v různých biotopech střední Evropy vedlo k určení pěti velikostních skupin (Boháč, Růžička, 1990): skupina I s délkou těla do 3,0 mm, skupina II s velikostí těla 3,1-4,5 mm, skupina III 4,6-7,0 mm, skupina IV 7,1-11,0 mm a skupina V zahrnující druhy větší než 11,0 mm. (Boháč, 1999). Pro tyto brouky je charakteristické štíhlé tělo, zkrácené krovky, blanitá křídla a ohebný zadeček. Barvu mají většinou nažloutlou až tmavě hnědou či černou, jiné barvy jsou poměrně vzácné. Jejich larvy nejsou příliš známé, ačkoli jsou poměrně častou součástí půdní fauny. Jednotlivé části těla a tvar končetin jsou přizpůsobeny k jejich pohybu. Nijak výjimečné nejsou ani druhy, které dobře létají. Díky svým migračním schopnostem nejsou výjimečné druhy, které žijí vysoko v horách, zejména v posledních desetiletích se můžeme s některými druhy setkat i v jihovýchodní Asii. Většina drabčíků patří mezi dravce, kteří se živí nejrůznějšími druhy bezobratlých jako jsou hlístice, roztoči, chvostoskoci, malé druhy hmyzu a jejich larvy atd. Jsou známy druhy drabčíků, kteří se živí řasami nebo pylem kvetoucích rostlin. Velkou skupinu také zastupují jedinci, kteří se živí houbami, jsou tedy mykofágní. Druhy, jež nacházejí svou potravu v hnízdech, jsou například foleobiontní, foleofilní nebo foleoxenní (Boháč, Matějček, 2003). Jak ukazuje Tabulka č. 1, jsou drabčíkovití rozdělení podle potravní specializace do pěti tříd životních forem.

Tabulka č. 1 - Životní formy evropských drabčků (podle Boháč 1999a).

Třída: Zoofágové

Podtřída: Epigeobionti

Skupiny: Epigeobionti běžající, velcí (typ *Staphylinus*)

Epigeobionti běžající, malí (typ *Philonthus*)

Podtřída: Stratobionti

Skupiny: žijící na půdním povrchu a v opadu (typ *Othius*)

žijící v opadu (typ *Medon*)

žijící v opadu a pod kůrou (typ *Dinaraea*)

žijící v podzemních chodbách (typ *Quedius*)

žijící v jeskyních (typ *Apteranillus*)

Podtřída: Geobionti

Skupiny: Geobionti běžající a hrabající (typ *Phytosus*)

Půdní geobionti (typ *Meotica*)

Podtřída: Psamokolimbeti

Skupiny: pobřežní (typ *Stenus*)

žijící na lehkých a písčitých půdách (typ *Astenus*)

Podtřída: Petrobionti (typ *Lesteva*)

Podtřída: Torfobionti (typ *Pachnida*)

Třída: Fytofágové

Skupiny: Dendrochortobionti (typ *Eusphalerum*)

pobřežní (typ *Bledius*)

Třída: Saprofágové

Skupiny: žijící v opadu (typ *Omalium*)

žijící na povrchu půdy, malých rozměrů (typ *Oxytelus*)

žijící v jeskyních (typ *Ochthephilus*)

Třída: Mycetofágové (typ *Gyrophana*)

Třída: Myrmekofilové a termitofilové

Skupiny: symfilové (typ *Atemeles*)

synechtři (typ *Lamprinodes*)

synoekenti (typ *Thiasophila*)

Někteří druhy drabčků se také živí dospělci kůrovců – viz tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 - Přehled subkortikálních drabčkovitých pronásledujících kůrovce zjištěných na Šumavě na následujících lokalitách směrem od východu k západu: Kopka (1), Bulík (2), Smrčina (3), Jelenská hora (4), Spáleníště (5), Radvanovický hřeben (6), Boubín (7), Modrava (8). Vazba na kůrovcovité brouky (podle Boháče, 2002).

Druh	Lokalita	Vazba na kůrovce
<i>Phloeocharis subtilissima</i> Mannh.	3, 8	<i>Scolytus</i> spp., <i>Pityophthorus</i> spp., <i>Dryocoetes</i> spp.
<i>Phloeonomus punctipennis</i> Thoms.	3	<i>Ips typographus</i> , <i>Tomicus piniperda</i> , <i>Orthomicus longicollis</i> , <i>Hylesinus crenatus</i> , <i>Scolytus ratzeburgi</i> , <i>Hylurgops palliatus</i>
<i>Phloeonomus pusillus</i> (Grav.)	8	dtto
<i>Xylostiba monilicornis</i> (Gyll.)	7	<i>Ipidae</i>
<i>Nudobius lentus</i> (Grav.)	1,2,3,4,5,6,7,8	<i>Ipidae</i> , <i>Orthomicus longicollis</i> , <i>Tomicus piniperda</i>

<i>Quedius plagiatus</i> Mannh.	1,2,3,4,5,6,7,8	<i>Ipidae</i>
<i>Placusa complanata</i> Er.	3	<i>Ips sexdentatus</i> , <i>Ips acuminatus</i> , <i>Tomicus piniperda</i> , <i>Scolytus scolytus</i>
<i>Placusa depressa</i> Maekl.	8	<i>Ips acuminatus</i> , <i>Tomicus piniperda</i> , <i>Orthomicus laricis</i>
<i>Placusa pumilio</i> (Grav.)	8	<i>Ips typographus</i>
<i>Phloeopora testacea</i> Mannh.	8	<i>Ips typographus</i> , <i>Ips acuminatus</i> , <i>Ips sexdentatus</i> , <i>Scolytus</i> spp., <i>Dryocoetes</i> spp., <i>Pityogenes</i> spp,
<i>Phloeopora corticalis</i> (Grav.)	8	<i>Ips typographus</i>

Boháč, J (2002): Drabčíkovití brouci (Staphylinidae). In Skuhřavý V.: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Agrostroj, Praha, 2002, 196 pp.

Svou aktivitu vyvíjí zejména během dne a je ovlivněna intenzitou světla.

Většina druhů preferuje zastíněné biotopy a žijí pod kameny, v dřevě, v listí a opadu.

2.7.3 Střevlíkovití (*Carabidae*)

Čeď střevlíkovitých čítá v celosvětovém měřítku přibližně 40 000 druhů, v České republice se pak jedná o skupinu s 526 druhy (Hůrka, 1996). Počtem druhů se u nás řadí mezi třetí nejpočetnější čeď bezobratlých. Velikost tohoto druhu se většinou pohybuje mezi 1,6 – 40 mm. Jedná se o štíhlé běžce, kteří jsou obdařeni dlouhými a silnými nohama. Některé druhy pomocí svých nohou dobře hrabou. Mnohé druhy rodu *Carabus* ztratili schopnost letu. Většina samců má rozšířené články předních chodidel. Larvy střevlíků jsou protáhlé, rovnoběžné s mohutnými kusadly. Nejčastějším místem kuklení je komůrka v půdě. Známé jsou i fytofágní druhy, především semenožravé a některé jsou i všežravé (Hůrka, 1995). Střevlíkovití obývají nejrůznější stanoviště od mokřých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní, žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou nebo v hničícím dřevě. Některé druhy vyžadují lesní zastínění, ale jsou známy i druhy

heliofilní pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Existují druhy střevlíků, kteří žijí v odlišných biotopech, někteří v nížině, jiní jen v alpínském pásu hor. Většina našich druhů je obdařena noční aktivitou. Zbarvení střevlíků je většinou černé nebo tmavě hnědé, charakteristický je i kovový lesk. V případě ohrožení některé druhy vystřikují ze střev a análních žláz sekret, který má zastrašit nepřítele. Jedná se tedy většinou o nesespecializované masožravce. Mají mimotělní trávení, nejčastěji se živí hmyzem, plži, chvostoskoky, larvami drabčků, žížalami, mšicemi. Známe i vyslovené býložravce (Hůrka, 1992). Podle Tabulky č. 3 se střevlíkovití řadí většinou mezi epigeické predátory, mezi kterými můžeme nalézt i polyfágní nebo fytofágní druhy.

Tabulka č. 3 - Životní formy evropských střevlíků (Boháč, Kohout, 2011).

Třída: Zoofágové

Podtřída: Epigeobionti

Skupiny: Epigeobionti běhající, velcí (typ *Carabus*)

Epigeobionti běhající, malí (typ *Pterostichus*)

Podtřída: Stratobionti

Skupiny: žijící na půdním povrchu a v opadu (typ *Harpalus*)

žijící v opadu (typ *Trechus*)

žijící v opadu a pod kůrou (typ *Tachyta*)

žijící v podzemních chodbách (typ *Laemosthenus*)

Podtřída: Geobionti

Skupiny: Geobionti běhající a hrabající (typ *Clivina*)

Podtřída: Psamokolimbeti

Skupiny: pobřežní (typ *Dyschirius*)

žijící na lehkých a písčítých půdách (typ *Clivina*)

Podtřída: Petrobionti (typ *Bembidion*)

Podtřída: Tyrfobionti (typ *Carabus menetriesii*)

Podtřída: Dendrochortobionti (typ *Dromius*)

Třída: Polyfágové

Podtřída: Stratobionti

Skupiny: žijící na půdním povrchu (typ *Amara*)

Třída: Fytofágové

Podtřída: Stratobionti

Skupiny: žijící na půdním povrchu (typ *Ophonus*)

Střevlíky je možno označit za významnou skupinu živočichů. Jsou velmi užiteční jako predátoři různých bezobratlých. Citlivě reagují na nejrůznější toxické látky, insekticidy a herbicidy. Mnozí jsou citliví na změnu pH a především na změnu vlhkosti, tudíž mohou být využiti jako bioindikátory změn prostředí (Hůrka, 1992).

2.8 Mrtvé dřevo v lesním ekosystému

Termín mrtvé dřevo se používá pro dřevo v různém stádiu rozkladu, označujeme tak odumírající strom, na kterém se nachází dřevo živé i mnoho dřeva mrtvého. V přírodě má nezastupitelnou roli, ať už se jedná o dřevo u stojících či ležících stromů, celistvých i prohnílených. V tomto dřevě nachází úkryt velké množství živočichů, či plní funkci substrátu, dokáže tedy zásobovat půdu živinami. Mrtvé dřevo je útočištěm například pro plazy, ptáky, obojživelníky, netopýry a další savce. Právě arborikolní hmyz je vázaný svým vývojem na mrtvé dřevo.

Dokáže ho nejen využívat, ale i vytvářet. Existuje jen málo druhů brouků, kteří dokážou strom napadnout a usmrtit, většinou dřevo odumírá zcela z jiných příčin, jedná se například o dlouhodobé sucho, podmáčení nebo důsledkem větru se strom vyvrátí či zlomí. Za nejlepší dřevinu zejména pro brouky se považuje dub, který mezi ostatními dřevinami vyniká svou odolností a dlouhověkostí. U listnatých stromů můžeme jmenovat jasan, javor, jilmy a buky. Velký význam má i protipovodňová funkce mrtvého dřeva, neboť prohnílá kláda dokáže pojmout více

vody, než sama váží. Naopak v době sucha dokáže zásobovat své okolí dostatkem vody (Horák, 2007).

Podle výsledků zjištěných národní inventarizací z let 2001-2004 se v České republice vyskytuje průměrně 6,8 m³ ležícího tlejícího dřeva na hektar a celkem odumřelého dřeva na hektar je to 11,6 m³/ha. Procentuálně se jedná o 30-40 % všech organismů žijících v lese, kteří jsou závislí na tlejícím dřevě ve všech jeho formách. Absence hroubů (tlející dřevo) v lese má za následek vymizení těchto skupin organismů z lesa a následně pokles biologické diverzity.

2.8.1 Stupně rozpadu dřeva

Jednotlivé druhy hmyzu vázané na dřevo jsou odlišné v tom, v jakém stádiu odumírání se právě dřevo nachází. Proto toto dřevo rozdělujeme do několika základních skupin (Anonymus, 2012).

Skupiny odumírání dřeva:

0 – oslabený strom

Do skupiny 0 patří živý strom, který je pouze oslaben, nebude však toto dřevo díky dalším vlivům dále poškozováno, bude se nadále vyvíjet normálním způsobem. Druh hmyzu, který žije na rozhraní živého a mrtvého dřeva se nazývá xylofágní.

A – odumírající strom

U takového stromu je již většina větví suchých a do roka či několik let vyschne úplně.

B – zavadající strom

Jedná se již o usmrcený strom, kterému ještě zcela nevyschlo lýko. Řadíme sem například čerstvě pokácené stromy. V této fázi se nachází strom, který je přibližně 1–2 roky po usmrcení či pokácení.

C – odumřelý strom

Dřevo bez větších náznaků hniloby, které již postrádá mízu, zelené větve či listy. Tomuto dřevu odpovídá období zhruba 1-2 či 3-4 roky po odumření. V případě, že takové dřevo zůstane bez dotyku země, prodlužuje se tato doba na dobu neomezenou.

D – mrtvý strom

Jedná se o stromy, kde se kůra dá lehce odloupnout nebo kůra na místech již chybí. Dřevo má znatelné známky hniloby, které bývají červené nebo bílé barvy, barva

hniloby je specifická druhy hmyzu, který takový strom obývá. Jedná se o dřevo 4-7 let po odumření. Takové dřevo již často leží na zemi, nebo jde pouze o pahýly stromů.

E – Rozpadající se strom

Dřevo měkké, ztrouchnivělé, mající měkkou hnilobu. Pokud ještě takový strom má kůru, objevují se pod ní žížaly. Takové dřevo je v období 6-7 až 15-18 let po pokácení.

Pokud se odumřelé či odumírající stromy mají ponechat v přírodě, je důležité je zakomponovat do lesních hospodářských plánů. Měly by se ponechávat některé vývraty po vichřici a ve zvláště chráněných územích by mělo zůstat veškeré dřevo. Zajímavostí je ve Švédsku fakt, že ten, kdo chce získat zvláštní ocenění FSC (Forest Stewardship Council), musí ponechat na holoseči pahýly odříznuté ve výšce 4-5 metrů, běžně se však v hospodářských lesích ponechávají části kmenů k samovolnému rozpadu (Horák, 2007).

Důležitým faktem je, že tradičně pojaté přírodě blízké hospodaření nemusí vždy z biologického hlediska zajistit dostatečné množství tlejícího dřeva v lese. Například ve Švýcarsku, které je považováno za jednu z nejvyspělejších zemí, co se lesního hospodářství týče a kde je v lesním zákoně definován princip přírodě blízkého hospodaření, se objem tlejícího dřeva v lesích pohybuje na stejné úrovni jako v České republice. Na rozdíl od ostatních evropských zemí se Česká republika na tuto problematiku zatím nijak zvlášť nesoustřeďuje. V blízké budoucnosti je potřeba učinit kroky, které povedou ke zvýšení množství tlejícího dřeva a starých stromů v našich lesích.

2.9 Vliv holosečné těžby na strukturu společenstva

Srovnání druhového složení ukazuje na odlišnost paseky po těžbě na rakouské straně (Boháč, 2010, 2011). Převládají zde ubikvistní druhy brouků. Počet druhů pravidelně se zde vyskytujících je nižší než na ostatních plochách.

Plochy na české straně s ponechaným mrtvým dřevem se také liší od ostatních. Je to zejména prezence podkorních druhů, z nichž některé (např. pestrokrovečník *Thanasimus formicarius*, lesknáček *Pityophagus ferrugineus*, některé druhy drabčků, zvláště *Nudobius lentus*) jsou význačnými predátory lýkožrouta smrkového. Na těchto plochách se vyskytovalo několik horských druhů

často charakteristických pro alpské bezlesí Krkonoš (např. *Eucnecosum brachypterum*, *Anthophagus alpestris*).

2.9.1 Vliv holoseče na strukturu hospodářského lesa

Holosečná těžba ve velké míře negativně zasahuje do hospodářského lesa (např. Baláž, Perry, Warnaffe, 2008, 1994, 2004).

Jedná se o celkové odstranění mateřského porostu bez následného výskytu přirozeného omlazení. Dochází tedy k dočasnému odkrytí půdy a následnému jejímu vystavení negativním vlivům. Díky takovému způsobu těžby se během velmi krátké doby zcela změní struktura danému ekosystému, jeho biologická rozmanitost a důležité funkce. Tyto negativní změny způsobují natolik závažné narušení lesa, jež je vidět i po staletí. Pokud dochází k opakované holosečné těžbě na velkých územích, stabilita krajiny bude nezvratně narušena.

Příklady vlivů holoseče:

- mikroklima holosečí
- vliv holosečí na půdu – dochází k destrukčním procesům, mezi nejzávažnější řadíme erozi půdy, narušení koloběhu látek mineralizací humusu a vyplavování živin, degradace půdní struktury (Baláž a kol., 2008)
- vliv na půdní organismy – půdní organismy jsou holosečí odstaveny od zdrojů energie ve formě cukernatých látek produkovaných stromy, a jelikož bakterie a houby tvoří základ potravní pyramidy pro jednobuněčné a bezobratlé, zastavení přísunu energie tedy spustí lavinu změn ve struktuře půdního biologického společenstva (Perry, 1994)
- vliv holoseče na biodiverzitu – odstraněním lesního prostředí taktéž dochází k odebrání biotopu řady druhů, jenž jsou na něm závislé, většina těchto druhů nenachází vhodné místo k životu na vzniklé pasece (Baláž a kol., 2008), naopak důkazem je řada prací, které dokazují, že například počet střevlíků na holoseči se výrazně zvýšil (Warnaffe a Lebroun, 2004)
- vliv holosečí na vodní režim – destrukcí vrstvy opadu zrychleným rozkladem a změnou jeho fyzikálních vlastností
 - vytvářením erozních rýh
 - stlačováním půdy těžkými mechanismy
 - prostřednictvím vlivu na půdní organismy a

půdní strukturu

- snížením transpirace a změn struktury nadzemní části lesa (Baláž a kol., 2008).

Nejčastější formou těžby dřeva v České republice zůstává nadále holoseč. Každoročně tak vzniká v průměru něco přes 18 000 hektarů holin, které musí být opět do dvou let uměle zalesněny (Zelená zpráva, 2007).

3 Metody sledování biodiverzity v lese

V roce 1997 byla zpracována metodika monitoringu přízemní vegetace v lesích na síti trvalých ploch, který je prováděn ve většině evropských zemí. Vegetace je hlavním komponentem lesních ekosystémů. Jednotlivá vegetační patra obsahují velkou část celkové biodiverzity. Vegetace má přímý vliv na koloběh vody a živin a silně interaguje s jinými biotickými složkami. Vegetace jako celek i jednotlivé druhy jako indikátory jsou považovány za specifický subjekt pro studium úrovně kritického zatížení ekosystémů. Je dobrým bioindikátorem změn prostředí. Znalosti autekologie mnohých druhů umožňují interpretovat změny vegetace jako odpovídající změny faktorů prostředí. Dlouhodobé studium dynamiky vegetace poskytuje informace o změnách jiných veličin v lesních ekosystémech (např. půda, mikroklima) (Buriánek, 2011).

3.1 Prostorová struktura společenstva

Jednou ze základních sledovacích metod biodiverzity v lese, je sledování prostorové struktury lesa. Prostorovou strukturu lesního společenstva můžeme sledovat ve dvou rovinách a to vertikální a horizontální.

Vertikální rovinou se rozumí patrovitost porostu ve svislém stavu, kde se rozdělují patra následovně:

stromové patro – obvykle ho tvoří rostliny vyšší než 3 m (označuje se E3);

keřové patro – je tvořené rostlinami vyššími než 1 m a nižšími než 3 m (označuje se E2);

bylinné patro – je tvořeno rostlinami s výškou do 1 m (označuje se E1);

mechové a lišejníkové patro – tvoří ho rostliny, které pokrývají půdu (označuje se E0).

Rovněž v půdním prostoru je možno rozlišit několik pater v kořenových systémech rostlin:

svrchní kořenové patro – zasahuje do hloubky 20 cm pod povrch půdy;

střední kořenové patro – od 20 do 100 cm hloubky;

spodní kořenové patro – jde do hloubky větší než 100 cm.

Vytvoření patrovitosti ve společenstvu je výsledkem vzájemného konkurenčního vylučování druhů podle vertikálních gradientů prostředí, přičemž rozhodující měrou se uplatňuje sluneční záření. Ve spodních patrech mohou přežívat pouze druhy stínomilné, jež mají menší nároky na světelné záření. Tento gradient sílí tím více, čím více pater je nad nimi vytvořeno (Anonymus, 2012).

Horizontální rovinou se rozumí pokryvnost daného porostu, nejčastěji ve směru půdního povrchu.

3.2 Zemní pasti

V současné době je jednou z nejoblíbenějších metod pro sběr epigeických brouků používání zemních pastí. Lze říci, že za zásadní výhody zemních pastí se považuje nízká cena a snadná instalace. Těmito pastmi se zabývali autoři vědeckých prací již v roce 1914. V roce 1931 uvedl H. S. Barber tuto metodu jako nový způsob odchytu střevlíků. Dle Skuhravého (1957) ovšem nedošlo k většímu rozšíření metody dříve, než po druhé světové válce, protože Barberův článek byl vydán v poměrně těžko dostupném časopise. O toto rozšíření se zasloužil později Stammer (1948), který na základě použití zemních pastí ke studiu pavouků píše o přednostech pastí: „Dosavadní metody podléhají značným subjektivním chybám, získáme jimi namátkové výsledky, nebo kladou značné nároky na čas. Zemní pasti lze užít s nepatrnými časovými nároky, pracují mechanicky a nepodléhají subjektivním chybám sběratele. Protože mohou být otevřeny po celý rok, dávají dobrý obraz o zastoupení druhů a hustotě jedinců, o vývoji, o dospívání a době kopulace, o konkurenci mezi druhy a o populační dynamice“ (Stammer, 1948 in Skuhravý, 1957). U nás byla tato metoda použita poprvé v roce 1953.

3.2.1 Použití zemních pastí

K použití těchto pastí je vždy nutné zapustit nádobu do země. Materiál, ze kterého je nádoba vyrobena může být různá, jsou používány skleněné, plastové či kovové. Za nejefektivnější materiál je považováno právě sklo, neboť byl zjištěn nejnižší počet uprchlých jedinců. Naopak z kovových nádob uprchne nejvyšší počet

živočichů a zároveň kovové nádoby nejvíce rezivějí. Rozdílné jsou zároveň i tvary těchto nádob. Nejčastěji se setkáváme s kulatými otvory, ale nejsou výjimkou ani čtvercové či obdélníkové pasti. Velikost se pohybuje od několika centimetrů až například po dva metry. Je obecně známo, že do větších pastí se lapí více jedinců, ovšem například pavouci jsou schopni větší pasti vnímat zrakem. Vědci postupem času vynalézají různé možnosti zdokonalení zemních pastí. Jedná se například o vložení dvou nádob do sebe, použití trychtýře, sítky k oddělení lapených živočichů či návnady. Použití dvou nádob na jednu past vede k usnadnění vybírání chycených živočichů, neboť se ze země nemusí vyjímat celá past, ale jen vnitřní nádoba. Tento způsob nevede k dalšímu porušení hrabanky v lesním ekosystému (Fryčka, 2012). Trychtýře mají plnit funkci ochranou, neboť by měly zabránit zachycení brouků o ostrou hranu, či jejich opětovnému úniku po chycení (Knapp, 2007). Některé studie kladou důraz i na barvu materiálu. Právě podle těchto studií je nejlepší barva bílá, neboť střevlíci ji považují za návnadu. Dále byl zkoumán vliv stříšek na zemních pastích. Zatímco kladnější výsledky získaly pasti bez stříšek, průhlednost těchto stříšek nevykazovala žádné rozdíly v množství chycených zvířat. Aby polapení jedinci byli usmrceni a zůstali zachováni v co nejlepším stavu, používají se různé konzervační tekutiny. Používá se například voda, voda se solí, ethanol, ethylenglykol, propylenglykol, roztok formaldehydu, parafin či ocet. Právě jmenovaný formaldehyd je dnes nejčastěji používanou tekutinou. Ovšem různé chemikálie mají odlišné účinky na jednotlivá zvířata, tím mohou být ovlivněny získané výsledky (Fryčka, 2012).

4 Modelové území

Materiál byl sebrán v Šumavsko-Novohradském podhůří (Klatovsko) v oblasti Horažďovicko. Oblast Horažďovice leží v Plzeňském kraji a spadá pod region Klatovy. Přírodní podmínky jsou velmi rozmanité. Leží v nadmořské výšce 427 m n.m. Všechny řeky v tomto kraji jsou středoevropského typu. Průměrná roční teplota tohoto kraje se pohybuje kolem 8-9°C. Lesy zauímají v Plzeňském kraji cca 39,6% celkové rozlohy kraje, nejčastěji se však jedná o lesy jehličnaté. (Cenia, 2007).

Zkoumaný hospodářský les (Obr. 5), ze kterého byly odebírány vzorky potřebné pro vypracování této práce, se nachází u obce Černíč u Hradešic na Horažďovicku. Les je o výměře 4 337 m². Les je umístěn mezi poměrně rozlehlou loukou a zemědělsky obhospodařenou půdou. Nejčastějším porostem v tomto lese je smrk ztepilý a borovice lesní. Stáří lesa je cca 80 let. Les byl v roce 2000 poznamenán ničivou vichřicí, která zapříčinila nemalé škody v podobě zlomů a vývrátů. Důsledkem toho les prošel hospodářskou úpravou v podobě odstranění padlých stromů a vyčištěním tlejícího dřeva, na místo kterého zde byly vysazeny nové stromky. Mrtvé dřevo bylo prakticky odstraněno a jeho množství v m³/ha bylo odhadnuto na 6 – 7 (jako základ výpočtu bylo použito 10 čtverců o m²). Pro srovnání lze uvést, že v přirozených horských lesích v ČR je uváděno množství 58 – 258 m³/ha, tedy desetkrát až skoro čtyřicetkrát více.

Byla provedena inventarizace bylinného podrostu metodou čtverců. Bylo zjištěno, že podrost je velmi chudý (pokryvnost 0 – 20 %). Keřové patro zastupuje hlavně bez černý. Za zástupce bylinného patra lze považovat kapradiny, jahodník obecný, pryskyřník kosmatý nebo kopřiva dvoudomá. Kvůli výsadbě nových stromků je les vysekáván od keřů a vyšších bylin, aby bylo zabráněno zastínění mladého porostu.

Obr. 5 – Zkoumaný les



Zdroj: Vlastní fotografie

5 Materiál a metodika

Pro odchyt epigeických brouků v kulturní smrčtině byla využita metoda zemních pastí. Deset kelímků o objemu 250 ml a průměru 7,5 cm bylo zakopáno do země ve dvou řadách po pěti kelímcích v odstupech deseti metrů. Jako fixační roztok byl použit rozředěný ethylenglykol. Pasti byly vybírány jednou týdně v období květen až září 2012. Nejprve byly odstraněny hrubé nečistoty a nesledované skupiny hmyzu a jiných bezobratlých živočichů (pavouci, škvoři). Získaný materiál byl přefiltrován, zakonzervován denaturovaným lihem a za pomoci pana profesora Boháče následně determinován. Bylo provedeno vyhodnocení struktury společenstev brouků podle frekvence počtu druhů jednotlivých kategorií reliktnosti výskytu (Boháč, 1990, 1999). V této kategorizaci byly druhy rozděleny na relikty I. řádu (RI nebo R – druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka), relikty II. řádu (RII nebo A – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale I druhy neregulovaných a původnějších břehů toků) a expanzivní (ubikvistní) druhy (E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka). Byl vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev brouků (ISD) (Boháč, 1990, 1999). Ten se stanoví podle vzorce: $ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$, kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (A) (%). Hodnota indexu se pohybuje od 0 do 100. Hodnota blízká nule ukazuje na krajinu silně ovlivněnou činností člověka, na které se vyskytují jen expanzivní a hojné druhy. Hodnoty blízké 100 poukazují na krajinu zachovalou neovlivněnou činností člověka.

Obr. 6 - Zemní past



Zdroj: Vlastní fotografie

6 Výsledky

V kulturní smrčtině bylo celkem zjištěno 11 druhů (Tabulka 4). Odchycení jedinci byli zástupci jen třech čeledí brouků. Nejpočetnější skupinou jsou střevlíkovití (*Carabidae*), kterých bylo nalezeno 7 druhů. Skupinu o třech zástupcích tvoří drabčíkovití (*Staphylinidae*), pouze s jedním nalezeným druhem je zastoupena čeleď mrchožroutovitých (*Silphidae*). Nejvíce nalezených jedinců (přes 290 jedinců) patří do čeledi střevlíkovitých. Z nich dominoval se 120 exempláři druh *Pterostichus melanarius*. Poměrně početní byli také zástupci *Carabus scheidleri*, *Poecilus versicolor* a *P. cupreus*. Drabčíkovití patřili mezi méně aktivní druhy, jejich zastoupení v pastech bylo malé (subdominantní nebo recedentní druhy).

Tabulka č. 4 – Brouci zjištění v kulturní smrčtině na Klatovsku byly rozděleny do čtyřech základních skupin: **** dominantní druhy, kde počet odchycených jedinců byl vyšší než 30, subdominantní druhy ***, do této skupiny jsou zařazeni jedinci, jejichž počet je v rozmezí 20-30, recedentní druhy **, kde počet odchycených jedinců je v rozmezí 10-20, subrecedentní druhy *, do této skupiny jsou zařazeni jedinci, jejichž počet je v rozmezí 1-10. Rozdělení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům: r – reliktní druhy, a – adaptabilní druhy, e – ubikvistní druhy (Hůrka a kol., 1996).

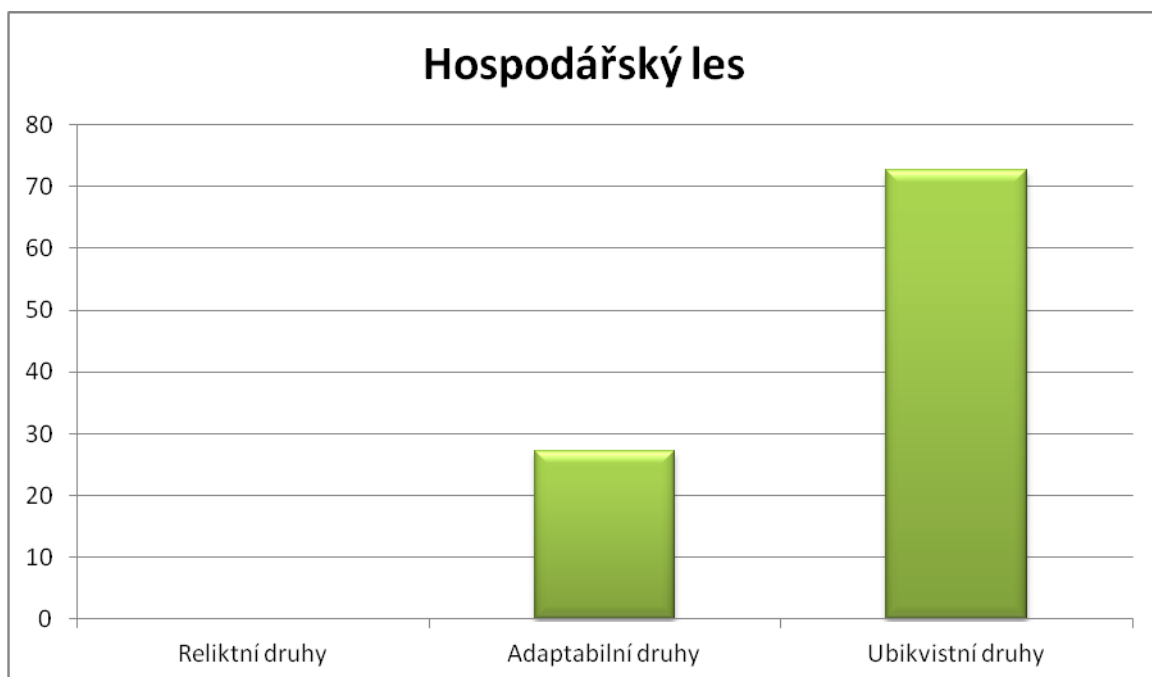
Čeleď	Četnost v hospodářském lese
<i>Carabidae</i>	
<i>Agonum gracilipes</i> (Duftschmid, 1812), E	*
<i>Carabus scheidleri</i> (Panzer, 1799), A	****
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812), E	**
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790), A	*
<i>Poecilus versicolor</i>	**

(Sturm, 1824), E	
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E	***
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	****
<i>Silphidae</i>	
<i>Silpha obscura</i> (Linnaeus, 1758), E	**
<i>Staphylinidae</i>	
<i>Omalium caesum</i> (Gravenhorst, 1806), E	***
<i>Philonthus cognatus</i> (Stephens, 1832), E	**
<i>Philonthus laevicollis</i> (Lacordaire, 1853), A	*

Zdroj: vlastní

Ve společenstvu brouků kulturní smrčiny naprosto schází reliktní druhy charakteristické pro přírodě blízké biotopy, např. horskou smrčinu (Graf. 1). Celkově převládají ubikvistní druhy (skupiny E), 8 z 11 druhů. Citlivější adaptabilní druhy jsou reprezentovány jen 3 druhy.

Graf č. 1 – Zastoupení (%) reliktních, adaptabilních a ubikvistních druhů epigeických brouků v hospodářském smrkovém lese.



Zdroj: vlastní

Společenstvo brouků horské smrčiny bylo výrazně druhově bohatší (Tabulka 5). Podle tabulky je tedy zřejmé, že výrazně vyšší počet zjištěných druhů je v horské smrčíně, kde těchto druhů bylo nalezeno 129, zatímco v kulturní smrčíně 11. Stejně výrazně se liší i další zjištěná čísla. Zatímco v kulturní smrčíně nebyl zjištěn žádný reliktní druh, pouze 3 adaptabilní druhy a 8 ubikvistních, v horské smrčíně bylo chyceno 7 reliktních druhů, 82 adaptabilních a 40 ubikvistních druhů.

Tabulka č. 5 - Přehled zjištěných druhů brouků na studovaných plochách lokality Plechý a jejich ekologické rozdělení (podle Hůrka, 1996, 2005, Hůrka a kol., 1996, Boháč, Matějček, 2004, Boháč a kol., 2005, 2008, Koch, 1989). Rozdělení do skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům: r – reliktní druhy, a – adaptabilní druhy, e – ubikvistní druhy. Rozdělení do skupin podle nároků k zastínění: z – druhy vyžadující zastínění, n – druhy nevyžadující zastínění. Trofická skupina: p – predátoři, s – saprofágové, n – nekrofágové, k – koprofágové, m – mycetofágové, f – fytofágové, x – xylofágové, p – živí se pylem, b – živí se mechy. (Podle Boháč, Matějka, 2009).

Druh	Citlivost k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
<i>Abax ovalis</i> (Duftschmid, 1812)	a	z	p
<i>Abax parallelus</i> (Duftschmid, 1792)	a	z	p
<i>Acidota crenata</i> (Fabricius, 1792)	a	n	s
<i>Acidota cruentata</i> (Mannerheim, 1831)	a	z	s
<i>Acritus sp.</i>	a	z	p
<i>Acrotrichis sp.</i>	a	z	s
<i>Agathidium badium</i> (Erichson, 1845)	a	z	m
<i>Agabus guttatus</i> (Daykull, 1798)	e	n	p
<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	e	n	f
<i>Amara consularis</i> (Duftschmid, 1812)	e	n	p
<i>Ampedus pomorum</i> (Herbst, 1784)	a	z	p
<i>Anatis ocelata</i>	e	n	p

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Linnaeus, 1758)			
<i>Amara convexior</i>	e	n	p
(Stephens, 1828)			
<i>Anotylus rugosus</i>	e	n	s
(Fabricius, 1775)			
<i>Anoplotrupes stecorosus</i>	a	z	k
(Scriba, 1791)			
<i>Anotylus tetracarinatus</i>	e	n	s, k
(Block, 1799)			
<i>Anthophagus alpestris</i>	r	n	p
(Heer, 1839)			
<i>Anthobium melanocephalus</i>	a	z	s, m
(Illiger, 1794)			
<i>Anthophagus omalinus arrowi</i>	r	n	p
(Koch, 1933)			
<i>Atheta crassicornis</i>	e	n	s, m
(Fabricius, 1792)			
<i>Atheta ebenina</i>	a	z	m
(Mulsant a Rey, 1873)			
<i>Atheta picipennis</i>	a	z	m
(Mannerheim, 1842)			
<i>Athous subfuscus</i>	a	z	p
(O. F. Muler, 1767)			
<i>Atomaria sp.</i>	-	-	-
<i>Atrecus affinis</i>	a	z	p
(Paykull, 1789)			
<i>Barypeithes araneiformis</i>	a	z	f
(Schrank, 1781)			
<i>Bembidion lampros</i>	e	n	p
(Herbst, 1784)			

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
<i>Bryoporus rufus</i> (Erichson, 1839)	r	n	m
<i>Byrrhus fasciatus</i> (Forster, 1771)	e	n	b
<i>Bythinus bulbifer</i> (Denny, 1825)	e	n	p
<i>Calathus micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	a	z	p
<i>Cantharis fusca</i> (Linnaeus, 1758)	e	n	p
<i>Carabus auronitens</i> (Fabricius, 1792)	a	n	p
<i>Carabus glabratus</i> (Paykull, 1790)	a	n	p
<i>Carabus irregularis</i> (Fabricius, 1792)	r	z	p
<i>Carabus linnei</i> (Panzer, 1810)	a	z	p
<i>Carabus problematicus</i> (Herbst, 1786)	a	z	p
<i>Carabus sylvestris</i> (Panzer, 1793)	a	z	p
<i>Carabus violaceus</i> (Linné, 1758)	a	z	p
<i>Catops fumatus</i> (Panzer, 1794)	e	n	n
<i>Catops morio</i> (Fabricius, 1792)	e	n	n
<i>Cercyon sp.</i>	e	n	s, k
<i>Ceruchus chrysomeloides</i>	a	z	x

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Hochenwarth, 1785)			
<i>Cis boleti</i>	a	z	m
(Scopoli, 1763)			
<i>Coccinella septempunctata</i>	e	n	p
(Linnaeus, 1758)			
<i>Cryptophagus sp.</i>	-	-	s, m
<i>Dexiogyia corticina</i>	a	z	p
(Erichson, 1837)			
<i>Dinaraea aequata</i>	a	z	s,m
(Erichson, 1837)			
<i>Domene scabricollis</i>	a	z	p
(Erichson, 1840)			
<i>Enicmus transversus</i>	e	n	s, m
(Oliver, 1790)			
<i>Epuraea depressa</i>	a	z	p
(Illiger, 1798)			
<i>Epuraea variegata</i>	a	z	p
(Herbst, 1793)			
<i>Eucnecosum brachypterum</i>	r	n	p
(Gravenhorst, 1802)			
<i>Gabrius splendidulus</i>	a	z	p
(Gravenhorst, 1802)			
<i>Glischrochilus quadripunctatus</i>	e	n	s
(Linnaeus, 1758)			
<i>Hylobius abietis</i>	e	n	f
(Linnaeus, 1758)			
<i>Hylastes cunicularius</i>	e	n	x
(Erichson, 1836)			
<i>Chaertharhia seminulum</i>	e	n	f
(Herbst, 1797)			

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
<i>Ips typographus</i> (Linnaeus, 1758)	e	n	x
<i>Isarthron fuscum</i> (Fabricius, 1787)	a	z	x
<i>Isarthron castaneum</i> (Linnaeus, 1758)	a	z	x
<i>Ischnoglossa prolixa</i> (Gravenhorst, 1802)	a	z	p
<i>Lathrobium fulvipenne</i> (Gravenhorst, 1806)	e	n	p
<i>Leistus piceus</i> (Froelich, 1799)	a	z	p
<i>Leptusa pulchella</i> (Mannerheim, 1830)	a	z	p
<i>Lordithon lunulatus</i> (Linnaeus, 1761)	a	z	m
<i>Meligethes aeneus</i> (Fabricius, 1775)	e	n	f, p
<i>Melanotus rufipes</i> (Herbst, 1784)	a	z	p
<i>Mycetoporus erichsonianus</i> (Fagel, 1965)	a	n	m
<i>Mycetoporus lepidus</i> (Gravenhorst, 1802)	a	n	m
<i>Mycetoporus sp.</i>			m
<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784)	e	n	n
<i>Nudobius lentus</i> (Gravenhorst, 1806)	a	z	p
<i>Notiophilus biguttatus</i>	a	z	p

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Fabricius, 1779)			
<i>Omalium caesum</i>	e	n	s, m
(Gravenhorst, 1806)			
<i>Omalium rivulare</i>	e	n	s, m
(Paykull, 1789)			
<i>Othius angustus</i>	a	n	p
(Stephens, 1833)			
<i>Othius myrmecophilus</i>	a	z	p
(Kiesenwetter, 1843)			
<i>Otiorhynchus subdentatus</i>	e	n	f
(Bach, 1854)			
<i>Otiorhynchus singularis</i>	e	n	f
(Linnaeus, 1767)			
<i>Oxypoda brachyptera</i>	r	z	p
(Kirby, 1832)			
<i>Oxypoda rufa</i>	a	z	p
(Kraatz, 1856)			
<i>Oxypoda soror</i>	a	n	p
(Thomson, 1855)			
<i>Philonthus cognatus</i>	e	n	p
(Stephens, 1832)			
<i>Phosphuga atrata</i>	a	z	p
(Linnaeus, 1758)			
<i>Phyllobius arborator</i>	e	n	f
(Herbst, 1797)			
<i>Phyllopertha horticola</i>	e	n	f
(Linnaeus, 1758)			
<i>Pityophagus ferrugineus</i>	a	z	p
(Linnaeus, 1761)			
<i>Plataraea nodifrons</i>	a	z	p

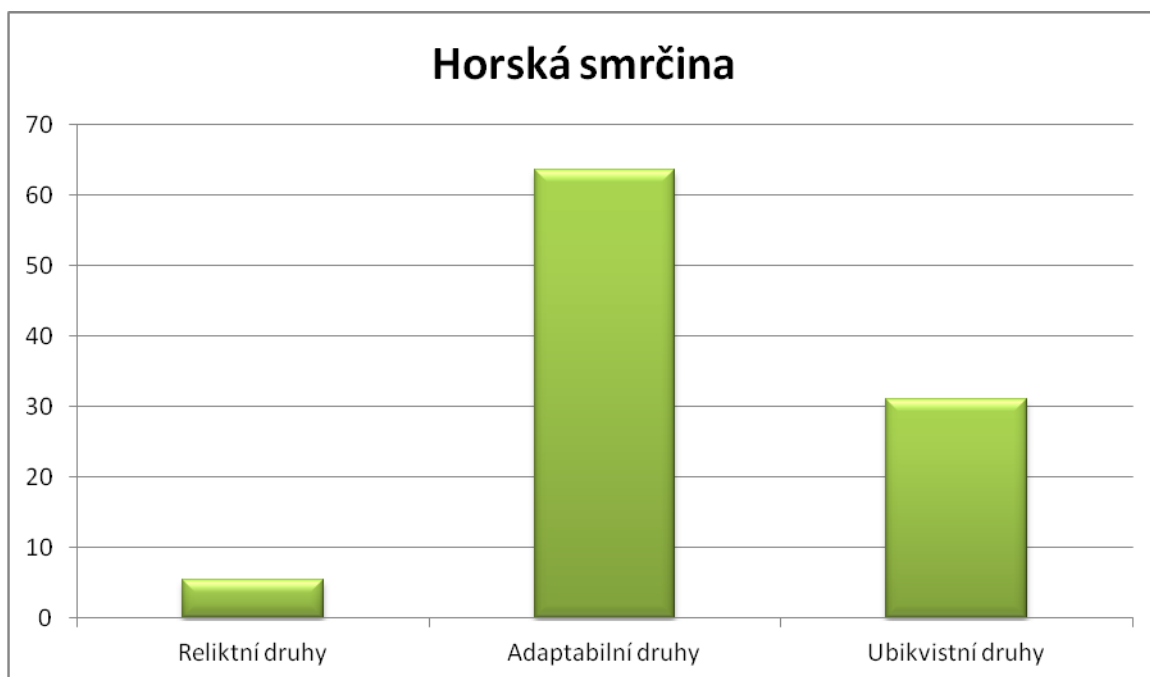
Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Marsham, 1802)			
<i>Platynus assimilis</i>	a	z	p
(Paykull, 1790)			
<i>Poecilus versicolor</i>			p
(Sturm, 1824)			
<i>Pogonocherus decoratus</i>	a	z	x
(Fairmaire, 1855)			
<i>Proteinus atomarius</i>	a	z	m
(Erichson, 1840)			
<i>Proteinus brachypterus</i>	a	z	m
(Fabricius, 1792)			
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	a	z	p
(Heer, 1838)			
<i>Pterostichus niger</i>	a	z	p
(Schaller, 1783)			
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	a	z	p
(Fabricius, 1787)			
<i>Pterostichus pumilio</i>	a	z	p
(Dejean, 1828)			
<i>Quedius boopoides</i>	a	z	p
(Munster, 1923)			
<i>Quedius cincticollis</i>	a	z	p
(Kraatz, 1857)			
<i>Quedius cruentatus</i>	e	n	p
(Benick, 1940)			
<i>Quedius fuliginosus</i>	a	z	p
(Gravenhorst, 1802)			
<i>Quedius lucidulus</i>	a	z	p
(Erichson, 1839)			
<i>Quedius nitipennis</i>	a	z	p

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Stephens, 1833)			
<i>Quedius obscuripennis</i>	a	z	p
(Bernhaver, 1900)			
<i>Quedius paradisianus</i>	a	z	p
(Heer, 1839)			
<i>Quedius plagiatus</i>	a	z	p
(Mannerheim, 1843)			
<i>Quedius puncticollis</i>	a	z	p
(Thomson, 1867)			
<i>Quedius subunicolor</i>	r	z	p
(Korge, 1961)			
<i>Rhagium bifasciatum</i>	a	n	x
(Fabricius, 1775)			
<i>Rhagium inquisitor</i>	a	n	x
(Linnaeus, 1758)			
<i>Rhagonycha fulva</i>	e	n	p
(Scopoli, 1763)			
<i>Rhizophagus dispar</i>	a	z	p
(Paykull, 1800)			
<i>Rhizophagus grandis</i>	a	z	p
(Gyllenhal, 1827)			
<i>Salpingus planirostris</i>	a	z	p
(Fabricius, 1787)			
<i>Sciodrepoides fumatus</i>	e	n	n
(Spence, 1815)			
<i>Sciodrepoides watsoni</i>	e	n	n
(Spence, 1815)			
<i>Scolytus ratzeburgi</i>	a	z	x
(Janson, 1856)			
<i>Sphaerites glabratus</i>	a	z	p

Druh	Citlivost k k antropogenním vlivům	Nároky k zastínění	Trofická skupina
(Fabricius, 1773)			
<i>Tachinus laticollis</i>	e	n	p
(Gravenhorst, 1802)			
<i>Tachyporus nitidulus</i>			p
(Fabricius, 1781)			
<i>Tachinus pallipes</i>	e	n	p
(Gravenhorst, 1806)			
<i>Tachinus signatus</i>	e	n	p
(Gravenhorst, 1802)			
<i>Thanasimus formicarius</i>	e	n	p
(Linnaeus, 1758)			
<i>Trachodes hispidus</i>	a	z	f
(Linnaeus, 1758)			
<i>Trechus pulchellus</i>	a	z	p
(Putzeys, 1846)			
<i>Xyleborus dispar</i>	a	z	x
(Fabricius, 1792)			
<i>Xyleborus saxeseni</i>	a	z	x
(Ratzeburg, 1837)			
<i>Zyras humeralis</i>	a	n	p
(Gravenhorst, 1802)			

V horské smrčtině se nacházejí zástupci všech třech skupin (Graf č. 2) . Nejvíce se na dané lokalitě vyskytují druhy adaptabilní s 82 druhy, následují ubikvistní se 40 druhy a na konec reliktní se 7 druhy.

Graf č. 2 – Zastoupení (%) reliktních, adaptabilních a ubikvistních druhů epigeických brouků v horském smrčkovém lese.



Zdroj: vlastní

V kulturní smrčtině vyšel IDS 13,65, zatímco v horské smrčtině 37,22 (Tabulka 7). To znamená, že kulturní smrčina je mnohem více ovlivněna lidskou činností na rozdíl od horské smrčiny.

Tabulka 7 - Srovnání počtu druhů epigeických brouků a jejich citlivosti k antropogenním vlivům u kulturní a horské smrčiny.

	Kulturní smrčina	Horská smrčina
Počet zjištěných druhů	11	129
Počet reliktních druhů (r)	0	7
Počet adaptabilních druhů (a)	3	82
Počet ubikvistních druhů (e)	8	40
Hodnota indexu antropogenního ovlivnění společenstev	$ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$ ISD = 13,65 %	$ISD = 100 - (E + 0,5 R2)$ ISD = 37,22 %

7 Diskuse

Při odchytu epigeických bezobratlých brouků v kulturní smrčtině bylo zjištěno jedenáct druhů (380 jedinců), které byly rozděleny do třech základních čeledí. Převažovaly dravé druhy čeledí *Carabidae* a *Staphylinidae* a nekrofágové čeledi *Silphidae*. Z hlediska citlivosti k antropogenním vlivům převažovaly ubikvistní druhy či druhy adaptabilní schopné žít v kulturním lese. Reliktní druhy původnějších lesních ekosystémů nebyly zjištěny. Tento můj výsledek se značně liší od výsledku získaných studií epigeických brouků horské smrčiny na Šumavě (Boháč, Matějka, 2009, 2010). Tito autoři zjistili 129 druhů, což je mnohonásobně více než v hospodářském lese.

Také potravní variabilita byla v horské smrčtině mnohonásobně vyšší. Kromě dravých druhů a nekrofágů, kteří se vyskytovali v kulturní smrčtině, byli zjištěni saprofágové, koprofágové, mycetofágové, fytofágové, xylofágové a druhy živící se pylem nebo mechy. Je zcela zřejmé, že biotop horské smrčiny poskytuje mnohem více potravních zdrojů pro epigeické druhy a také větší množství úkrytů a míst pro vývoj jejich vývojových stádií. Přítomnost rozmanitých druhů xylofágů souvisí s mrtvým dřevem. Mycetofágové se živí houbami, které jsou vázány právě na opad a mrtvé dřevo. Přítomnost saprofágů je také vázána na mrtvou organickou hmotu. U této skupiny lze často těžko říci, zda se jedná o pravé saprofágy. Mnoho těchto druhů se zřejmě živí také houbami. Je to však těžké prokázat, vzhledem k tomu, že potravní specializaci většiny druhů exaktně prokázanou nemáme. K tomu by bylo třeba udělat analýzu jejich zažívací soustavy a spolupracovat s mykologem. Koprofágové jsou zřejmě vázáni na trus jelenů či drobných savců. Fytofágové jsou zastoupeni několika málo druhy žijícími v podrostu.

V horské smrčtině jsem zjistila jen eurytopní druhy a několik adaptabilních druhů charakteristických pro kulturní les. Eurytopní druhy více jak dvojnásobně převažovaly nad adaptabilními druhy. Je zřejmé, že čištění lesa od mrtvého dřeva, ochrana před škůdci a další management výrazně ochuzuje druhovou diverzitu. Tento výsledek potvrdilo moje srovnání s výsledky Boháče a Matějky (2009, 2010) z horské smrčiny Šumavy. Zde výrazně převažovaly adaptabilní druhy a ubikvistních druhů bylo minimum. Na rozdíl od kulturní smrčiny zde byly přítomny takzvané reliktní druhy, které indikují původní lesní porosty. Epigeické brouky tak, podle mého názoru, můžeme použít k indikaci antropogenního ovlivnění lesa.

Předešlé výsledky (silné antropogenní ovlivnění kulturní smrčiny, úbytek druhů, převaha ubikvistů, atd.) potvrdil výpočet indexu antropogenního ovlivnění společenstev brouků (Boháč, 1999). Ten jedním číslem prokázal velmi silné ovlivnění společenstev brouků kulturní smrčiny. Tato smrčina zcela zřejmě postrádá jakékoliv další mikrostanoviště (mrtvé dřevo, plodnice hub, různorodý opad a podrost) pro přežití většiny druhů. Dominují zde ve společenstvech méně náročné, velké a rychle se pohybující druhy po povrchu či druhy dobře létající. To těmto druhům umožňuje lépe vyhledávat potravu a nalézt úkryt ve sterilním prostředí hospodářského lesa.

Hospodářské lesy jsou předurčeny především k těžbě dřeva a jsou ve své podstatě jediným zdrojem dřevní hmoty vedle například rychle rostoucích dřevin, které nejsou bohužel v ČR natolik rozšířeny. Hospodářské lesy vlastníci soukromé osoby nebo stát jsou pěstovány hlavně pro svou výtěžnost, tím pádem je pro ně značně neekonomické ponechávat jakékoli dřevní hmoty na daném stanovišti. Řešení této problematiky je v této chvíli dosti složité, neboť ekologické a ekonomické hledisko stojí ve velké míře stále ještě proti sobě. Východisko by mohlo být takové, že by se tato problematika měla podložit zákonem o zanechání určitého procenta dřevní hmoty v hospodářském lese.

8 Závěr

V modelové lokalitě hospodářského lesa v Černíči na Klatovsku probíhal odchyt epigeických bezobratlých brouků za použití deseti zemních pastí. Odchyt probíhal v období pěti měsíců, a to květen-září 2012. Získaný materiál byl následně zkoumán a determinován. Celkem bylo zjištěno 380 jedinců 11 druhů řádu brouci náležících do třech různých čeledí.

Získané výsledky byly rozděleny do 3 základních skupin podle čeledi, z čehož střevlíkovití byly zastoupeny 8 druhy, drabčíkovití 3 druhy a mrchožroutovití pouze 1 druhem. Ubikvistní skupinu reprezentovalo 8 druhů, zatímco adaptabilní byla zastoupena pouze 3. Byl vypočítán index antropogenního ovlivnění. Ten vyšel velmi nízký, což ukazuje na velké antropogenní ovlivnění.

Pro srovnání s kulturní smrčínou jsem použila společenstva brouků horské smrčiny (Boháčem a Matějkou, 2010, 2011). Tato společenstva se silně lišila od společenstev brouků kulturní smrčiny. Zásadní rozdíl byl v počtu získaných druhů, neboť v horské smrčíně jich bylo odchyceno 129. Odchyt epigeických brouků v horské smrčíně probíhal za použití stejné metody jako v kulturní smrčíně, tedy použitím zemních pastí. Převládaly dravé druhy, ale velmi početné byly i mycetofágní, sapofágní, fyto-fágní a xylofágní druhy. Nalezeny byly také druhy reliktní, žijící pouze v lesích málo ovlivněných člověkem. Zjištěny byly také druhy ohrožené podle kritérií IUCN (pět druhů Červeného seznamu ČR). Na rozdíl od kulturní smrčiny byl nalezen v horské smrčíně jeden pralesní relik. Důvodem tohoto zjištění je velké množství mikrostanovišť (mrtvé dřevo, houby, různorodý opad a podrost) v horské smrčíně na rozdíl od hospodářské smrčiny, kde je mrtvá dřevní hmota cíleně odstraňována a je zasahováno proti škůdcům.

Obecně lze říci, že zkoumaný hospodářský les v Černíči na Klatovsku je silně ovlivněn lidskou činností. Nedostatek vhodných mikrobiotopů výrazně snižuje druhovou pestrost. Důkazem pro toto zjištění byl odběr epigeických bezobratlých brouků ve zkoumané lokalitě, kteří mohou sloužit jako indikátory antropogenního ovlivnění.

Použitá literatura

- Anonymus (2012): Společenstva a biomy. etext.czu.cz/img/skripta/68/081_093-1.pdf
- Baláž, E., a kol. (2008): Vliv holosečného hospodaření na půdu, vodu a biodiverzitu. Duha, Praha, 48 s.
- Barber, HS. (1931): Traps for cave – inhabiting insects. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 46:259-266.
- Boháč, J. (1990): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) pro indikaci kvality životního prostředí. Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV, 26:119125.
- Boháč, J. (1999): Staphylinid beetles as bioindicators Agriculture, Agriculture, Ecosystems and Environment, 74: 357-372.
- Boháč, J. (2002): Drabčíkovití brouci (Staphylinidae). In Skuhravý V.: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Agrostroj, Praha, 196 pp.
- Boháč, J. (2003): Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (case study). www.infodatasy.cz.
- Boháč J., Kohout P. (2011): Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin – půdní a epigeičtí brouci. Acta Pruhoniciana 97: 85-96
- Boháč, J., Matějčík J. (2003): Katalog brouků Prahy. Drabčíkovití – *Staphylinidae*. Sv. IV. Praha, Clarion Production, 256 s.
- Boháč, J., a Matějčík, J. (2004): Inventarizační průzkum brouků (*Coleoptera*) na monitorovacích plochách v lesích Boubínského masivu z hlediska dalšího monitorování stavu biotopů (Beetle assamlages on the monitoring plots of the Boubín massive in the Bohemian Forest and perspectives of long term monitoring of biotopes state). pp. 212-217. Aktuality šumavského výzkumu II, ŠUNAP, Vimperk.
- Boháč, J., Matějčík J., Rous, R. (2005): Staphylinidae (drabčíkovití). In: F a r k a č J., K r á l D. & Š k o r p í k M. (eds.), Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threated species in the Czech Republic. Invertebrates. AOPK ČR, Praha, pp. 435-449.

- Boháč, J., Matějčíček, J., Rous, R. . (2008): Check-list of staphylinid Beetles (*Coleoptera, Staphylinidae*) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. – Čas. Slez. Muz. Opava (A), 56: 227-276.
- Boháč, J., Matějka, K. (2004): Participativní management chráněných území – klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiversity a socioekonomickým rozvojem místních lokalit.
www.infodatasys.cz/vav2003/docs8641/zprava_03.pdf
- Boháč, J., Matějka, K. (2009): Sledování epigeických brouků na výškovém transektu na Plechém (Šumava) v roce 2009. - URL:
http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2009_Bohac.pdf
- Boháč, J., Matějka, K. (2010): Sledování epigeických brouků na výškovém transektu na Plechém (Šumava) v roce 2009. - URL:
http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2009_Bohac.pdf
- Boháč, J., Matějka, K. (2011): Communities of epigeic beetles in the montane spruce forests of different dechne stages in the Modrava area (Bohemian Forest). - URL: http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2010_Bohac.pdf
- Boháč, J., Růžička, V. (1990): Size groups of staphylinid Beetles (*Coleoptera, Staphylinidae.*) Acta ent. Bohemoslov. 87:342-348.
- Buriánek, V. (2011): <http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/mezinarodni-rok-lesu-2011/tema-mesice/duben-biodiverzita-lesnich-ekosystemu.html>
- Digregorio, A – Jansen, L. J. M. (2000): Land cover classification koncept (LCCS). Classification concepts and user manual. Rome, FAO.
- Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. (eds.) (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threated species in the Czech Republic. Invertebrates. 760 pp., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha
- Fryčka, P. (2012): Trapabilita epigonu – chování modelových druhů u zemních pastí. (Bakalářská práce). Olomouc, Univerzita Palackého, 34 s.
- Green, R. N. (1993): Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science, 39, Monograph 29, 49 pp.

- Hawksworth, D. L. (1995): Biodiversity measurement and estimation. London, Champan – Hall.
- Heywood, V. H. (ed) – 1995: Global biodiverzity assessment. Cambridge, Cambridge University Press.
- Horák, J. (2007): Proč je důležité mrtvé dřevo. Pardubický kraj.
<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1107>
- Hughes, J. B. et al. (1997): Population diversity: its extent and extincion. Science 278:689-692.
- Hůrka, K. (1990): Srovnání horské fauny Carabidae Šumavy, Českého lesa a Krušných hor. Zpráv. Zpč. pob. ČSE v Plzni, Suppl. 4, III Coloquium Coleopter., Železná Ruda: 11-13.
- Hůrka, K. (1992): Střevlíkovití (Carabidae). Československá akademie věd, Praha, 192 s.
- Hůrka, K. (1996): *Carabidae* of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- Hůrka, K., Veselý, P., Farkač, J. . (1996): Využití střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*) k indikaci kvality prostředí. Klapalekiana, 32: 15-26.
- Jarklová, J., Pelikán, J. Ekologický slovník terminologický a výkladový. Praha, Fortuna, 1999, 144 s.
- Knapp, M. (2007): Metoda zemních pastí. (Diplomová práce), Fakulta lesnická a environmentální, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Koch, K. (1989): Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie Bd. 1. 439 pp., Goecke & Evers, Krefeld.
- Květ, J., Jeník, J., Soukupová L. (2001): Freshwater Wetlands and Their Sustainable Future: Evidence from UNESCO's Třeboň Basin Biosphere Reserve. UNESO/The Parthenon Publishing, London.
- Leibundgut, M. (1959): Über Zweck und Metodik der Struktur und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Zeitschr. F. Forstwesen. 127 s.

- Lindenmayer D. B. (1999): Future directions for biodiversity conservation in managed forests: indicator species, impact studies and monitoring programmes. *Forest ecology and Management* 115: 277-287.
- Lindenmayer D. B., Margues C. R. & Botkin D. B. (2000): Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Conservation Biology* 14: 941-950.
- Manne, L. L., Williams, P. H. (2003): Building indicators gross based on species characteristics can improve conservation planning. *Biogeography and Conservation Lab, The Natural History Museum, Cromwell Road, London, UK*
- McNeely, J. A. et al (1990): *Conserving the world's biological diversity*. IUCN Gland, Switzerland, World resource Institute, Conservation International, Washington, D.S., WWF – US and The World Bank. 153 s.
- Míchal I., Buček A., Hudec, K., Lacina J., Macků J., Šindelář J., 1992: *Obnova ekologické stability lesů*. Academia, Praha, 169 s.
- Müller, J. Bussler, H., Bense, U., Brustel, H., Fretchner, G., Fowles, A., Kahlen, M., Möller, G., Mühle, H., Schidl, J., Zabransky, P. (2005): *Urwald relict species – saproxylic beetles indicating structural qualities and habitat tradition*. - *Waldoekologie online*, 2: 106-113.
- Perry, D. A. (1994): *Forest Ecosystems*. The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 649 p.
- Podrázský, V. (2007): Stav lesních půd ve výškovém transektu na lokalitě Plechý - NP Šumava. *Lesnícky časopis (Forestry Journal)*, 53: 333-345.
- Prach, K. (1994): *Monitorování změn vegetace, metody a principy*. ČUOP, Praha, 69 s.
- Rainio J. & Nimemelä J. 2003: Ground beetles (Coleoptera. Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12: 487-506.
- Röhle H. 1991: *Entwicklung der wichtigsten ertragskundlichen Kenngrößen des Fichtenwalbestandes Högwald in der 6-jährigen Beobachtungs Periode 1083-1988*. *Forstwissenschaftlichen Forschung* H. 39: 30-34.

- Roudná, M. (2004): Genetické zdroje rostlin a živočichů. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 60 s.
- Sharova, I. Ch., (1981): Life forms of Carabids . Nauka, Moskva., 359 pp.
- Skuhřavý, V. (1957): Metoda zemních pastí. Časopis Československé Společnosti Entomologické, 54:27-40.
- Spiecker, H., et al. 2004. Norway spruce conversion – options and consequences. European Forest Institute Research Report 18. Brill, Leiden: 269 s.
- Spitzer, K. (1974): Výzkum fauny motýlů (*Lepidoptera*) státní přírodní rezervace Jezerní slat'. Šumava 4: 6-8.
- Spitzer, K., Ebenhoh, J. (1967): Glaciální relikty z čeledi Noctuidae (Lepidoptera) nové pro faunu Šumavy. Zpravodaj CHKOŠ, 5:10-16.
- Stammer, H. J. (1948): Die Bedeutung der Aethylenglykolfallen für tierökologische und phänologische Untersuchungen. Verhandl. Deutsch. Zoll. Kiel.: 387-391.
- Šantrůčková, H., Vrba, J., (2010): Co vyprávějí šumavské smrčiny. Správa národního parku a chráněné krajinné oblasti Šumava, Vimperk, 153 s.
- Švecová, M., Smrž, J., Petr, J. (2007): Biodiverzita a udržitelný rozvoj. Praha, REGO, 72 s.
- Vacek S., Krejčí F., Remeš J., Ulbrichová I., Svoboda J. M., Zatloukal V., Poustka V., Simon J., Minx T., Bílek L., Bednařík J., Štícha V., Malík K., Jankovský L., Vojtíšek R., Baláš M., Kozel J., Malík V. & Matějka K. 2009: In: Vacek S., Krejčí F. (eds.), Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, pp. 135-320.
- Vacek, S., Podrázský, V. (2008): Stav, vývoj a management lesních ekosystémů v průběhu existence Národního parku Šumava. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 97s.
- Warnaffe, G., Lebrun, P. (2004): Effects of Forest Management on Carabid Beetles in Belgium: Implications for Biodiversity Conservation. Biological Conservation 118:219-234.
- Wilson, E. O. (1988): Biodiversity. National academy Press. (Fourteenth Printing 1999), Washington D.C. xiii + 496 pp.

Elektronické zdroje

Ochrana přírody [online], Dostupné z WWW:

<<http://www.ochranaprirody.cz/wps/portal/cs/aopkcr/aopk-cr.doc>

www.cenia.cz

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Příloha č. 1 – *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) byl dominantní v hospodářském lese.



Foto (J. Dvořák)

Příloha č. 2 – *Poecilus cupreus* (Linnaeus, 1758) se kromě lesních stanovišť hojně vyskytuje i v otevřené zemědělské krajině a je indikátorem silného vlivu člověka na ekosystémy.



Foto: Stanislav Krejčík