

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra agroekologie**

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**

**Vliv turismu a managementu krajiny v Šumavském národním
parku a Chráněné krajinné oblasti na společenstva
epigeických brouků**

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

Autor:
Bc. Jakub Šťastný

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **JAKUB ŠŤASTNÝ**

Studijní program: **Agroekologie**

Studijní obor: **Agroekologie**

Název tématu: Vliv turismu a managementu krajiny v Šumavském národním parku a Chráněné krajinné oblasti na společenstva epigeických brouků.

Zásady pro vypracování:

1. Vypracovat literární rešerši problematiky.
2. Provést průzkum bezobratlých (metoda zemních pastí) v modelových oblastech.
3. Provést srovnání biodiverzity společenstev epigeických brouků v oblastech s managementem krajiny a rekreačním zatížením.
4. Provést srovnání s dosavadními výsledky u nás a v zahraničí.
5. Navrhnout vhodný management podhorské krajiny v Šumavském národním parku a Chráněné krajinné oblasti s cílem ochrany biodiverzity a současným trvale udržitelným rozvojem.

Rozsah grafických prací: grafy a tabulky, mapová příloha, fotografická příloha

Rozsah průvodní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek

Seznam odborné literatury:

- Absolon K., 1993: Metodika biomonitoringu ve státní ochraně přírody. Český ústav ochrany přírody, Praha, 45 pp.
- Boháč J., 1999: Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74: 357–372.
- Boháč J. 2002: Integrovaný přístup ke krajině se zaměřením na rurální prostor. K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. Svazek 1. Zdroje a prostředí. Univerzita Karlova v Praze, Praha, pp. 175–187.
- Boháč J., Šrubař V., Matějka K., Šťastný J., 2006: The impact of tourism and landscape management in the Šumava National Park and the Šumava landscape protected area on the epigeic beetle communities. *Ekológia (Bratislava)*, 25: 41–52.
- Hůrka K., 1996: *Carabidae* of the Czech and Slovak Republics. *Carabidae České a Slovenské republiky*. Klabourek, Zlín, pp. 1–565.
- Hůrka K., Veselý P., Farkač J., 1996: Využití střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*) k indikaci kvality prostředí. *Klapalekiana*, 32: 15–26.

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, PhD., DrSc.

Konzultant: Ing. Karel Matějka, PhD.

Datum zadání diplomové práce: 9. 3. 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. 3. 2008

L.S.

Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

Vedoucí katedry

Prof. Ing. Martin Křížek, CSs.

Děkan

V Českých Budějovicích dne 9. 3. 2007

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv turismu a managementu krajiny v Šumavském národním parku a Chráněné krajinné oblasti na společenstva epigeických brouků“ vypracoval sám na základě vlastních zjištění a materiálů.

V Českých Budějovicích 15. dubna 2008

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., a konzultantovi práce Ing. Karlu Matějkovi, Ph.D., za cenné rady, poskytnuté materiály a pomoc při determinaci materiálu.

Abstract

The effect of tourism and different landscape management on beetle communities using pitfall trapping in the Šumava mountain area (National Park and Protected Landscape Area) was studied. The pitfall traps were arranged on left side plots of the Lipno dam with a different man-made pressure. The beetle communities of parking lots, dam shores and bushes were studied. The lowest number of species discovered by pitfall trapping was on plots strongly affected by man (parking lot). The highest number of species was found on plots of dam shores in consequence of ecotone effect. The community structure of the parking lots and dam shores was formed in 60 per cent by eurytopic species. Stenotopic species were dominant only on habitat of bushes. A regular and intensive management in the dam shores and the parking lots (mowing, herbicide application, fragmentation) was the main factor affecting the epigeic beetle communities.

Key words: epigeic beetles, beetle communities, tourism, landscape management, Šumava (National Park and Protected Landscape Area)

Abstrakt

Studie vlivu turismu a různého managementu krajiny na společenstva epigeických brouků byla prováděna metodou zemních pastí v horské oblasti Šumavy (Národní park a Chráněná krajinná oblast). Pasti byly rozmístěny na levé straně Lipenské nádrže s různou intenzitou antropogenního tlaku (parkoviště, břeh vodní nádrže a remízek). Nejméně druhů vykazovala plocha s nejsilnějším antropogenním ovlivněním (parkoviště). Nejvyšší počet druhů byl zjištěn, v důsledku ekotonálního efektu, na břehu. Struktura společenstva lokalit parkoviště a břehu byla z 60 % tvořena eurytopními druhy. Pouze na lokalitě remízku byly stenotopní druhy v dominanci. Hlavním faktorem působícím na společenstva epigeických brouků biotopů břehu a parkoviště je pravidelný a intenzivní management (sečení, aplikace herbicidů, fragmentace).

Klíčová slova: epigeičtí brouci, společenstva, turismus, management péče, Šumava (Národní park a Chráněná krajinná oblast)

1. ÚVOD	7
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
3.1. Charakteristika střevlíkovitých.....	15
3.2. Charakteristika čeledi drabčikovitých	19
4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	23
4.1. Geologie a geomorfologie	23
4.2. Pedologie.....	23
4.4. Vodní poměry.....	25
4.5. Rostlinstvo	26
4.6. Živočišstvo	27
5. POPIS STUDOVANÝCH LOKALIT	30
5.1. Plocha 1 – remízek.....	30
5.2. Plocha 2 – trávník parkoviště	30
5.3. Plocha 3 – břeh Lipna	30
6. METODIKA.....	32
7. VÝSLEDKY A DISKUSE.....	34
7.1. Společenstva brouků na jednotlivých lokalitách a jejich antropogenní ovlivnění.....	39
7.1.1. Břeh Lipna.....	39
7.1.2. Trávník parkoviště	40
7.1.3. Remízek	41
7.1.4. Porovnání sledovaných lokalit.....	42
7.1.5. Statistické vyhodnocení.....	45
8. ZÁVĚR	46
9. POUŽITÁ LITERATURA	47
PŘÍLOHOVÁ ČÁST	50

1. ÚVOD

Cílem této diplomové práce bylo zjištění druhové pestrosti společenstev epigeických brouků žijících na vybraných lokalitách. Podle početního zastoupení jedinců těchto druhů a příslušnosti těchto taxonů do jednotlivých ekologických skupin podle reliktnosti výskytu pak posoudit míru ovlivnění těchto společenstev lidskou činností, především turismem a managementem péče o daný biotop. Posoudit současné využívání těchto ploch ve vztahu k druhové diverzitě této skupiny bezobratlých, případně navrhnout opatření pro stávající využívání nebo navrhnout jeho alternativní změnu v rámci integrovaného managementu, jehož cílem by mělo být propojení požadavků ochrany přírody se socio-ekonomickým rozvojem modelových území.

Pro výzkum byly záměrně vybrány biotopy nacházející se v turisticky intenzivně využívané oblasti Lipenské přehrady v CHKO Šumava. Právě v této části Šumavy dochází k značnému rozvoji turismu a tím i ke změně managementu péče o zdejší území. To je spojeno především s budováním místní infrastruktury.

V práci je biodiverzita posuzována na úrovni druhové. Její posouzení je založeno nejen na početnosti zjištěných druhů epigeických brouků, ale především na znalostech jejich autekologie. Právě u bezobratlých, a především pak u střevlíkovitých, jsou poměrně dobře známy požadavky jednotlivých druhů na ekologickou niku. A to nejen po stránce biotické (např. potravní nabídky, konkurenční tlak, vegetační kryt) a stránce abiotické (vlhkost, světlo atd.), ale také z hlediska jejich citlivosti vůči některým antropogenním vlivům a zásahům (pesticidy, hnojiva apod.).

Pro bioindikaci byla použita skupina epigeických brouků, tj. brouků žijících na povrchu půdy. Tito jsou zastoupeni především čeledí střevlíkovitých (*Carabidae*) a drabčíkovitých (*Staphylinidae*). Vzhledem ke své početnosti (*Staphylinidae* asi 1400 druhů a přibližně 600 druhů u *Carabidae*), citlivosti na změnu podmínek prostředí, velkému areálu rozšíření a podrobnému popsání většiny druhů jsou jedněmi z nejvhodnějších a nejčastěji používaných indikátorů.

Zjištěná data by bylo možné použít pro dlouhodobé bioindikační sledování vývoje společenstev bezobratlých těchto biotopů nebo pro srovnání s údaji získanými na jiných plochách ve sledované oblasti (Šumava) či v oblastech jiných, v nichž je aplikován stejný, podobný nebo odlišný management.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Biologická rozmanitost, zkráceně biodiverzita, je souborný termín pro struktury a projevy spojené s rostlinami, živočichy a mikroorganismy, ať už přírodními, přírodě blízkými, pěstovanými či geneticky modifikovanými. Svou evoluční minulostí, zejména somatickou podstatou, je také lidská populace součástí biodiverzity, avšak z důvodů především kognitivních ji oddělujeme jako nositele fenoménu zvaného civilizace nebo kultura *sensu lato*. Mimořádně rozmanité civilizační projevy pak označujeme spojením socio-kulturní diverzity. Při tomto pragmatickém rozdělení pak diverzity tvoří na povrchu Země spolu s fyzikálními/abiotickými složkami přírodní oživenou součást ekobiosféry, zatímco socio-kulturní diverzity tvoří oduševnělou syntézu lidských osobností, společností a jejich artefaktů (JENÍK et al., 2001).

Vlivem nárůstu lidské populace, účinnosti moderních technologií, objemu dopravy a přenosu kulturní informace došlo na konci druhého tisíciletí k expanzi socio-kulturní diverzity a zákonitě tedy ke změnám nebo redukci v biodiverzitě Země. Četné disturbance a stresy v životním prostředí na souši i vodě signalizují zpětnovazební vliv úbytku, vymírání nebo přemnožování rostlinných a živočišných druhů na civilizaci (JENÍK et al., 2001).

Po červnu 1992, kdy byla na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v Riu de Janeiru podepsána 157 zeměmi a Evropským společenstvím (dnešní Evropská unie) Úmluva o biodiverzitě (MOLDAN, 1993 in JENÍK et al., 2001), se dostává problematika biodiverzity do popředí, včetně jejího zařazení do Agendy 21, čímž se stává součástí celosvětově cíleného programu „udržitelného rozvoje“ (MOLDAN, 1993; MOLDAN, BILLHARZ, 1997 in JENÍK et al., 2001).

Podle kvalifikovaných, leč různě se lišících odhadů (VAVROUŠEK, MOLDAN, 1989; PLESNÍK, 1998; JENÍK 1998a), je ve středoevropském regionu usídleno a zesílenému a uniformujícímu vlivu lidské činnosti na přelomu tisíciletí vystaveno kolem jednoho sta tisíc druhů/odrůd mikroorganismů, živočichů a rostlin (JENÍK et al., 2001).

Územní ochrana a péče o biodiverzitu na území České republiky se realizuje dvěma přístupy: vyhlášením zvlášť chráněných území podle zákona číslo 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny a cestou Územního systému ekologické stability (PLESNÍK, 1998; PETŘÍČEK et al., 1999; MÍCHAL, PETŘÍČEK et al., 1999 in JENÍK et al., 2001). Celé území ČR je pokryto sítí výše jmenovaného systému ekologické stability, který se stal zároveň základem pro napojení na ekologickou síť EECONET Evropské unie a na systém chráněných oblastí v rámci programu NATURA 2000 (JENÍK et al., 2001).

Podle JENÍKA (2001) lze pro posouzení a řízení komplikovaného spojení genofundu a osídlení v horských oblastech vyzkoušet různé indikátory. Jen málo z nich se zatím naplno osvědčuje. Na prvním místě je možno využívat opakovaný census a mapování druhů fyziognomicky nápadných životních forem (tracheofyty, obratlovci, motýli, střevlíci), dále pak změny v síle populací klíčových biot a podíl na biomase společenstev či ekosystémů, také posun v hranicích rozšíření jednotlivých druhů i celých ekosystémů nebo neočekávaný výskyt adventivních druhů, které lze podezírat z expanzivní strategie.

Podle JARKLOVÉ a PELIKÁNA (1999) je bioindikátorem živý organismus, jehož výskyt svědčí o přítomnosti některého faktoru na stanovišti.

Jestliže je bioindikátor definován jako druh ukazující stav prostředí, potom bioindikace je sledování vývoje prostředí pomocí bioindikátorů. Změna parametrů prostředí (vlhkost, teplota, chemismus půdy) vyúsťuje ve změnu druhového složení společenstva; jinak řečeno přítomnost organismu a jeho stav jsou dány podmínkami, při nichž organismus ve společenstvu existuje nebo existoval. Změny parametrů prostředí jsou v dnešní době nejčastěji způsobovány člověkem a jeho činností (SPELLERBERG, 1995 in HORÁK, 2008).

V posledních letech nastal rozvoj klasifikace společenstev bezobratlých na základě habitatů a tím také jejich využití pro bioindikaci a ochranu přírody. Zásahu na tom mají četné výzkumné práce, které přispívají ke znalostem o ekologických nárocích druhů, působení ekologických faktorů a jejich adaptace na ně; rozvoj záznamových databází (možnost vyhledávání – Internet) (EYRE, 2006 in HORÁK, 2008).

Mezi nejhojnější a nejčastěji využívané skupiny pro hodnocení diverzity epigeických společenstev patří vedle pavouků (*Araneae*) především střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*) brouci.

Střevlíkovití a drabčíkovití brouci patří k nejpočetnějším čeledím brouků – celkem je známo více než 100 000 druhů z celého světa. Z našeho území je známo asi 600 druhů střevlíků a 1600 druhů drabčíků. Střevlíci a drabčíci se vyskytují prakticky ve všech typech terestrických ekosystémů. Asi polovina druhů žije v opadu a tvoří důležitou součást půdní fauny. Znalost ekologických nároků většiny středoevropských druhů a přítomnost zástupců čeledi ve všech polopřirozených i člověkem ovlivněných ekosystémech jsou důvodem, že tyto brouci jsou citlivými bioindikátory antropogenních změn prostředí (BOHÁČ, 1988, 1999; HŮRKA et al., 1996).

HORÁK (2008) ve své práci zmiňuje, že rozsáhlost databáze o střevlíkovitých broucích a znalost jejich vlastností umožňují klasifikaci biotopů a bioindikaci nejen na lokální úrovni, tedy na úrovni jednotlivých biotopů a společenstev, ale i na vyšších prostorových úrovních – regionální, subkontinentální až kontinentální (pomocí lokálních faun). V dnešní době dynamických změn v krajinné sféře (hlavně klimatických) pomáhají vlastnosti čeledi *Carabidae* využitelné v bioindikaci tyto děje postihnout. A dále uvádí, že výše uvedenou oblast využití střevlíkovitých se zabýval PENEV (1996).

Podle MARTIŠE (1980) jsou střevlíkovití vhodnou modelovou skupinou pro indikaci změn v ekologické rovnováze krajiny a pro jejich hodnocení, protože:

- náleží mezi ekologicky významné činitele epigeonu;
- velká část druhů je těsně spjata se svým prostředím a je citlivá na jeho změny;
- jedná se o poměrně dobře zpracovanou skupinu z hlediska systematického, geografického rozšíření, ekologických nároků a způsobu života;
- biologický materiál lze získat jednoduchými standardními metodami;
- jsou docela hojně rozšířeni ve všech typech biotopů.

BOHÁČ (2005) uvádí následující důvody vhodnosti využití střevlíků:

1. Jsou stanoveny hlavní abiotické a biotické faktory ovlivňující strukturu společenstev střevlíkovitých ve středoevropské kulturní krajině (vlhkost, rostlinný pokryv,

- teplota, geologický substrát, disperzní schopnosti, preface a kompetice). To umožňuje lepší implementaci ekologických výzkumů společenstev střevlíkovitých.
2. Střevlíkovití brouci byli zavedeni v biomonitorování antropogenních vlivů v krajině střední Evropy a byl zaveden biotický index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických bezobratlých (BOHÁČ, 2005). U společenstev střevlíkovitých vybraných typů člověkem ovlivněných a neovlivněných ekosystémů byl popsán stupeň jejich antropogenního ovlivnění. Byla zjištěna reakce střevlíkovitých na některé vybrané způsoby managementu kulturní krajiny.
 3. Byl zaveden systém životních forem střevlíků, který je založen na jejich potravní specializaci a prostorovém rozšíření v půdě. Tento systém umožňuje objektivnější posuzování změn ve společenstvech střevlíků, a to nejen z hlediska změny počtu druhů a jedinců.
 4. Střevlíkovití byli rozděleni do velikostních skupin, což umožňuje popis velikostní struktury jejich společenstev. Toto dělení by mohlo v budoucnosti umožnit, kromě jiných ekologických charakteristik, posouzení konkurence mezi třemi významnými a dominantními skupinami půdních bezobratlých – pavouky, střevlíky a drabčíky.

První využití střevlíků pro účely bioindikace bylo provedeno HEYDENMANNEM v Německu na agrobiocenózách již v roce 1955 (HŮRKA, VESELÝ, FARKÁČ, 1996).

Střevlíkovití jsou často využíváni jako modelová skupina pro různé ekologické studie (DUFRÊNE & BAGUETTE, 1990 in DEDEK, 2006).

Důvodů je několik: tvoří významnou složku epigeonu přirozených i umělých biocenóz, jedná se o poměrně dobře prozkoumanou skupinu, mnoho druhů má vyhraněné ekologické nároky, a proto jsou řazeni k indikátorům kvality stanovišť. V neposlední řadě je důvodem jejich oblíbenosti také fakt, že můžeme jednoduchými metodami získat početný materiál (DEDEK, 2004).

Podle BOHÁČE (2003) jsou střevlíkovití citlivými bioindikátory změn vlhkostních poměrů v krajině a mohou být využiti pro tyto účely.

FARKAČ (1994) poukazuje na to, že pro posouzení kvality a ovlivněnosti přírodního prostředí lze využít procentuálního zastoupení druhů a jedinců daných ekologických skupin střevlíků.

Pro odchyt epigeických bezobratlých se nejčastěji užívá metody zemních (padacích) pastí.

Past tvoří skleněná, plastická či kovová nádoba (průměr cca 5–20 cm, obsah 100 ml až 5 l – podle sbírané skupiny a typu biotopu) zapuštěná po okraj do země, která zachytí náhodné „kolemjdoucí“ bezobratlé, zejména jedince pohybující se po povrchu půdy (BEJČEK, ŠŤASTNÝ et al., 2001).

V nádobě je zpravidla fixáž (nejčastěji 4% vodný roztok formaldehydu, tzv. formalín, solný roztok, ethylen či propylenglykol (obchodní název Fridex či Fridex-eko), pro snížení odparu tekutiny se často přidává ještě glycerol (jako vyšší alkohol má nízký odpar) nebo smáčedlo (snížení povrchového napětí kapaliny sníží procento jedinců, kterým se podaří z pasti uniknout). Často je přidána stříška, chránící obsah pasti před srážkami, případně před odparem fixáže (stříška může být průhledná, aby selektivně nelákala bezobratlé do tmy, tedy do „úkrytu“, nebo plastová či plechová). Více pastí bývá umístěno v liniích s pravidelnými rozestupy (BEJČEK, ŠŤASTNÝ et al., 2001).

Mezi formalínovými a ethylenglykolovými pastmi bez atraktantu byl zjištěn statisticky malý rozdíl, naproti tomu ethylenglykolové pasti s atraktantem vykazovaly signifikantní rozdíly u těchto druhů: *Abax parallelepipedus*, *Carabus glabratus*, *C. hortensis*, *C. violaceus* a *Pterostichus niger*. Ve výzkumu čeledi *Carabidae* tak může být karcinogenní formaldehyd v zemních pastech plně nahrazen ethylenglykolem (BENEŠ, 2002).

Pastí se vybírají procezením zachyceného materiálu přes sítko, u drobných druhů někdy i vysáváním pomocí pipety (také proto, aby se neporušil okraj pasti a okolí). Materiál se přebírá pomocí pružné pinzety či pipety, např. ve fotomisce nebo Petriho misce, popř. pod binokulární lupou (záleží na průměrné velikosti těl bezobratlých) (BEJČEK, ŠŤASTNÝ et al., 2001).

Šumava je nejrozsáhlejší souvisle zalesněná oblast ve střední Evropě a po právu se stala předmětem ochrany. V současné době je na české straně vyhlášen Národní park Šumava, jehož ochranné pásmo má statut Chráněné krajinné oblasti (BOHÁČ et al., 2005).

Jak uvádějí BOHÁČ et al. (2005), v minulosti byla pro sledování biodiverzity bezobratlých na území Šumavy spíše volena místa s menším nebo prakticky žádným antropogenním ovlivněním, například Boubín (BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2004).

3. CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÝCH ČELEDÍ

3.1. Charakteristika střevlíkovitých

Zástupci čeledi střevlíkovitých (*Carabidae*) se poprvé objevují v časném terciéru v tropech coby generalisté vlhkých biotopů (LÖVEI & SUNDERLAND, 1996).

V celosvětovém měřítku čítá tato čeleď cca 40 000 druhů (LÖVEI & SUNDERLAND, 1996). V České republice patří s 526 druhy (HŮRKA, 1996) mezi třetí nejpočetnější čeleď brouků našich bezobratlých.

Střevlíci obývají nejrozličnější stanoviště od mokrých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu půdy pod kameny nebo v hrabance. Žijí i na bylinách, keřích a stromech, někteří i pod kůrou (*Tachyta tana*) a v hničícím dřevě (*Rhysodina*). Známe druhy vyžadující zastínění (lesní), ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Vyskytují se jako mikrokavernikolní druhy žijící v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny, známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině, jiné jen v alpinském pásmu hor. Většina středoevropských druhů je však spíše vlhkomilných, s noční aktivitou (HŮRKA, 1992).

Podle BOHÁČE (2005) jsou primárními faktory ovlivňujícími výskyt střevlíkovitých (*Carabidae*) typ vegetace, zastínění, teplota, charakter půdního podkladu a především vlhkost. To potvrzují i THIELE (1977) a LUFF (1996).

Dále pak podle HŮRKY (1992) jsou naši zástupci potravně nesespecializovaní masožravci lovcí aktivně kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce. Část z nich jsou potravní specialisté vázaní např. na housenky motýlů (*Calosoma*), chvostokoky (*Leistus*, *Loricera*, *Notiophilus*), plicnaté plže (*Cychrus*, *Licinus*), larvy i imaga drabčičků rodů *Bledius*, *Carpelimus* a *Trogophloeus* (někteří *Dyschirius*) nebo žížaly (některé druhy rodu *Carabus*). Jako predátoři mšic jsou uváděny některé druhy rodu *Bembidion* a *Anchomenus dorsalis*. Mnoho druhů je všežravých s převahou masožravosti nebo býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Známe i vysloveně specializované býložravce (*Zabrus*,

Ophonus), a to jak v imaginálním, tak i v larválním stadiu. Larvy druhů *Lebia* jsou ektoparazitoidi a vyvíjejí se na larvách a kuklách různých mandelinkovitých.

Vývoj naprosté většiny našich druhů je monovoltinní (jen jedna generace v roce), jednoletý, probíhající ve dvou základních vývojových typech, kdy začátek rozmnožování je synchronizován buď diapauzou (zastavení či drastické zpomalení vývoje, které není přímým důsledkem aktuálních podmínek) v larválním stadiu, nebo diapauzou pohlavních orgánů imág. Přebývá typ vývoje bez larvální diapauzy (s diapauzou gonád), při kterém k rozmnožování a vývoji larev dochází na jaře a v časném létě, a imaga nové generace se líhnou v pozdním létě a na podzim téhož roku a přezimují. U druhého základního typu s larvální diapauzou přezimují larvy i imaga a nová generace se líhne na jaře nebo začátkem léta následujícího roku. Existují modifikace obou základních typů lišící se zvláště časovým obdobím rozmnožování a délkou především larválního vývoje. Variantou typu s larvální diapauzou je v našich podmínkách mírného pásma i dvouletý vývoj některých druhů horských lesů (*Carabus silvestris*, *C. linnei*, *Pterostichus burmeisteri* aj.) nebo alpského pásma hor (*Pterostichus negligens*) s imaginální diapauzou rozmnožujících se až po přezimování imág nové generace. Zcela výjimečně byl u střevlíkovitých mírného pásma zjištěn vývojový typ bez obligatorní diapauzy a tedy bez stabilní doby rozmnožování – *Abax parallelepipedus* –, bylo však zjištěno, že nižší teplota příznivě ovlivňuje jak rychlost vývoje larev, tak i dozrávání gonád. Příbuzné druhy v rámci druhových skupin, podrodů a druhově málo početných rodů patří pravidelně k témuž základnímu vývojovému typu (HŮRKA, 1992, 1996).

U několika tribů byla zjištěna péče o potomstvo. Samice obou našich druhů rodu *Pterostichus* (*P. hungaricus*, *P. anthracinus*) byly nalezeny, jak hlídají svou vaječnou snůšku na dně jamky ukryté pod kamenem nebo dřevem. Vajíčka hlídají a ošetřují do vylíhnutí larev, aniž by přijímaly potravu. Počet vajíček ve snůšce je relativně malý. Samice některých druhů rodu *Ophonus* shromažďují pod zemí semena miříkovitých (např. *O. punticeps*) jako zásobu potravy pro vylíhlé larvy (HŮRKA, 1992, 1996).

Povrch těla je u valné většiny střevlíkovitých dobře sklerotizován, jen výjimečně, a zřejmě druhotně, jsou především krovky tenké a měkké. Zbarvení je většinou černé nebo tmavě hnědé, poměrně častý bývá mosazný, měděný, zelený nebo i modrý kovový lesk (často u druhů s denní aktivitou) těla nebo jeho částí jako nohou, ústního ústrojí, tykadel,

spodní strany těla aj. Lesklost nebo matnost povrchu těla je do značné míry závislá na jeho hladkosti nebo strukturnosti. Hrubší struktury představují žebra, hrbolky, zrnění, jamky nebo tečky, jemnější buď množství mnohoúhelníkových políček dvou základních typů (izodiametrických a příčných), nebo hustých příčných linií. Povrch střevlíkovitých nese vždy jemnější či silnější sety, smyslové orgány hmatu, zakotvené v menších či větších jamkách. Jejich názvosloví je nejednotné (chloupky, chlupy, brvy, štětiny), jsou však v zásadě dvojího typu: (1) chloupky s jamkou bez dvůrku pokrývající různé části těla v různé pokryvnosti, (2) silnější sety umístěné v hlubších jamkách s dvůrkem a membránou, daleko méně početné a rozmístěné v druhově nebo rodově stabilním plánu a souhrnně nazývané porojamky, poměr světlosti sety a průměru jamky bývá u různých porojamek různý (HŮRKA, 1996).

Hlava je prognátní, v podélné ose těla. Je na ní zpravidla jediný patrný šev oddělující nejvíce vpředu položený sklerit (klyperus) od čela (frons), které přechází bez zjevné hranice za složenými očima v temeno (vertex). Postranní a spodní část od očí dopředu jsou líce (genae), za očima spánky (tempora). Na spodní straně hlavy je švy oddělené úzké hrdlo (gula), které přechází dopředu v příčný podbradek (submentum). Hlavové přívěsky tvoří pár jedenáctičlankových tykadel a ústní ústrojí kousacího typu. Svrchu je ústní ústrojí kryto nepárovým horním pyskem (labium), destičkou velmi různého tvaru, pohyblivě spojenou klypeem. Pár nečlankovaných kusadel (mandibulae), rovněž tvarově různých v závislosti na typu potravy, slouží k uchvacování a hrubému zpracování kořisti (potravy), ale také k obraně. Je to protáhlý trojhranný útvar s vnější horní a dolní hranou a s vnitřní hranou opatřenou zpravidla jedním zubem nebo více zuby. Pod kusadly leží pár článkovaných čelistí (maxillae), připojených základním článkem (cardo) po stranách ústního otvoru. Na cardo navazující stipes nese na vnější straně tříčlankové čelistní makadlo (palpus maxillaris), připojené krátkým nosičem makadla (palpifer), k apikální a vnitřní straně jsou připojena galea, nejčastěji dvoučlanková, a vnitřní protáhlá, dovnitř zobákovitě zahnutá lacinia, nesoucí na vnitřním okraji husté pole smyslových cest. Zespodu je kryta ústní dutina spodním pyskem (labium) sestávajícím z příčné brady (mentum), na kterou vpředu shora uprostřed nasedá nepárový jazýček (ligula, glossa) a po stranách tříčlanková pysková makadla (palpi labiales). Jazýček nese po stranách pár blanitých nebo sklerotizovaných paraglos velmi proměnlivého tvaru. Bazální část brady je často pohyblivě spojena švem s podbradkem (HŮRKA, 1996).

Horní tergální část předohrudí (pronotum) tvoří velký, často více nebo méně srdčitý štít, jehož přehnutá spodní úzká část jsou epipleury. Spodní strana předohrudí (prosternum) vybíhá mezi předními kyčlemi ve výběžek, jehož tvar, vroubení či cheotaxe jsou taxonomicky využívány. Postranní část předohrudí (popleura, proepisternum) je od horní části (štítu) oddělena notopleurálním, od spodní části pleurosternálním švem. Středohrudí a zadohrudí jsou shora kryty krovkami. Ze středohrudí vyrůstají krovky a z její horní části je patrný jen, nejčastěji trojúhelníkovitý, štítek (scutellum) na bázi krovek, ze zadohrudí vyrůstá druhý, blanitý pár křídel. Na spodní straně jsou taxonomicky využívány oba sklerity pleurální části, a to především zadohrudí, zvláště metepisterna, která bývá delší než širší u druhů plně okřídlených, kdežto druhy neokřídlené mají často episterna kratší. Krovky (první, přeměněný pár křídel) se stýkají při švu a odtud směrem k vnějšímu okraji jsou počítány rýhy a prostory mezi rýhami, mezirýží. Rýh bývá nejčastěji 8, mezirýží 9. Mezi štítkem a 1. rýhou nebo mezi 1. a 2. rýhou bývá krátká skutelární rýžka (HŮRKA, 1996).

První krovková rýha se u tribů *Trechini*, *Tachyini* a mnohých *Bembidiini* zahýbá u konce krovek zpět a vytváří apikální rýžku. Na spodní stranu přehnutý vnější okraj krovek jsou epipleury. Krovky jsou připojeny ke středohrudí dvěma hrbolky na spodní straně vnitřního horního okraje. Část přiléhající ke středohrudí je báze krovek a je nejčastěji vroubená. Na krovkách rozeznáváme podle jejich polohy několik skupin porojamek. Při bázi skutelární rýžky leží skutelární porojamky, dorzální porojamky jsou nejčastěji umístěny v 3., někdy 5. nebo 7. mezirýží krovek. Před koncem krovek leží preapikální porojamky, při apikální rýžce apikální porojamky. Při 8. rýze bývají za rameny posthumerální porojamky. U některých druhů rodu *Harpalus* bývají porojamky v apikální části 5., 7. nebo 8. mezirýží, u druhů *Amara* před koncem 7. rýhy (HŮRKA, 1996).

Křídla střevlíkovitých patří k adepthagoidnímu typu křídelní žilnatiny brouků. Mají více nebo méně zachovány všechny žilky a vytvořeno zvláštní oválné políčko (oblongum) mezi větvemi žilek M_1 a M_2 . U některých menších forem (např. *Tachyini*) bývá i při plném vývinu křídel (makropterie) křídelní žilnatina redukována a oblongum neuzavřené. Plně vyvinutá křídla bývají pravidelně v apikální části přehnutá, aby je bylo možno složit pod krovky. U mnoha druhů jsou křídla částečně (brachypterie) nebo skoro úplně (apterie) redukována. U některých druhů se setkáváme s křídelním polymorfismem, tedy různou délkou křídel, zpravidla u různých populací. Nohy jsou u většiny druhů běhavé, méně často

kráčivé nebo (alespoň přední pár) hrabavé. Nejrůzněji utvářené bývají v souvislosti se způsobem života holeně. Chodidla předního, někdy i středního páru (např. *Harpalini*) bývají u samců rozšířená. Počet rozšířených článků kolísá od jednoho do čtyř. Rozšířené články nesou na spodní straně různě hustě uspořádané sety či brvy s přísavnou funkcí (HŮRKA, 1996).

Na spodní straně zadečku je u většiny střevlíkovitých patrných jen 6 článků (3. až 8.), u tribu *Brachinini* u samic 7, u samců 8 článků. Svrchu je viditelných článků 8 (2. až 9.), všechny mají v pleurální části stigmata. Tergální část posledního viditelného článku, pravidelně vyčnívající z krovek, se nazývá pygidium. Zbývající články zadečku jsou vtaženy dovnitř a podílejí se na utváření vnějších pohlavních orgánů (HŮRKA, 1996).

Samčí pohlavní orgán (aedeagus) je v klidu uložen v koncové části zadečku a je pohyblivě spojen s prstencovitým skleritem vzniklým z 10. zadečkového článku (genitální segment). Vzhledem k ose těla je aedeagus otočen o 90°, a to zpravidla doprava, zřídka doleva. Sestává se ze střední, nejčastěji více či méně trubkovité části vlastního penisu a párových paramer, které jsou jen u nejpůvodnějších zástupců stejně veliké a stejného tvaru, na konci s různým počtem set. Penis má uvnitř často druhově různě utvářený vnitřní vak, do něhož ústí ductus ejaculatorius a který je při kopulaci vychlípen. Vnitřní vak je vybaven nejrůzněji utvářenými sklerotizovanými útvary vnitřního vaku, jako zuby, trny, destičkami, ale i skupinkami šupinek, mikrotrichií aj., opět často specifického charakteru. Parametry u odvozených skupin mají na pravé a levé straně různý tvar, v extrémních případech na jedné straně vůbec chybí. Samičí vnější pohlavní orgány (kladélko) tvoří pár stylů (gonapophys), často dvoučlánkových, nejčastěji na konci zaostřených, s charakteristickou cheotaxí, připojených k mohutnějším, rodově nebo i tribově typicky utvářeným gonobázím (valvifer). K odlišení druhů je možno využít u některých tribů (např. *Bembidiini*, *Brachinini*), rovněž utváření spermatheky i jiných sklerotizovaných částí samičích pohlavních orgánů (Hůrka, 1996).

3.2. Charakteristika čeledi drabčíkovitých

Podle BOHÁČE a MATEJÍČKA (2003) drabčíkovití brouci jsou od ostatních brouků dobře odlišitelní zkrácenými krovkami, které pokrývají jen část jejich ohebného zadečku.

Ve výjimečných případech, např. u podčeledi *Dasycerinae*, pokrývají krovky celý zadeček. Tělo je oválné až dlouze protáhlé, nažloutlé až tmavě hnědé či černé, jiné barvy (červená, modrá, žlutá) jsou vzácné. Tvar těla, struktura jednotlivých částí těla (hlava, štít, zadeček), tvar končetin a sensorické vybavení je přizpůsobeno k způsobu jejich pohybu (COIFFAIT, 1972; TIKHOMIROVA, 1973 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Ústní orgány odráží potravní specializaci drabčků a způsob přijímání potravy (EVANS, 1964; TIKHOMIROVA, 1973 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Tvar očí se mění od velmi redukovaných (terikolní druhy) po silně zvětšené (např. u dravých drabčků rodu *Stenus*). Morfologií drabčkovitých se zabývají některé rozsáhlejší práce (např. BLACKWALDER, 1936; SMETANA, 1958; LOHSE, 1964; COIFFAIT, 1972; TIKHOMIROVA, 1973; NEWTON, 1987 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Larvy drabčkovitých brouků jsou velmi málo známy, přestože jsou relativně častou součástí půdní fauny. Většinu larev drabčků lze na první pohled odlišit od larev ostatních brouků podle přítomnosti páru článkovitých přívěsků (urogomfi) na konci devátého zadečkového terga. Larvy mají většinou tři larvální stadia s druhým a třetím stadiem morfologicky podobnějším než stadiu první. Větší detaily o morfologii larev lze nalézt v pracích některých autorů (PAULIAN, 1941; POTOTSKAYA, 1967; TOPP, 1978 a BOHÁČ, 1982 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Vajíčka drabčků jsou kulatá nebo oválná s dobře vyvinutým chorionem, který má často povrch druhově specifický (BOHÁČ, 1982 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Vajíčka absorbují během vývoje vodu a zvětšují se. Klidové stadium ontogeneze je typu pupa libera nebo pupa obtecta (BOHÁČ, 1982, 1988). Pupa libera se může aktivně pohybovat v substrátu.

Velikost těla drabčkovitých kolísá mezi 0,5–60,0 mm. Ve střední Evropě je nejčastější velikost mezi 1 až 35 mm. Druhy s tak rozdílnou velikostí těla mají různou úlohu v ekosystémech a často se nedostanou do vzájemného kontaktu, protože malé druhy žijí v půdních pórech a velké druhy na jejím povrchu. Studium velikostního zastoupení drabčkovitých v různých biotopech střední Evropy vedlo k určení pěti velikostních skupin (BOHÁČ, RŮŽIČKA, 1990 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003): 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 až 11,0 mm a skupina V zahrnující druhy větší než 11,0 mm. Frekvence velikostních skupin byla v různých biotopech různá, velké druhy převládaly v ruderálních biotopech (BOHÁČ, 1999).

Potravní vztahy u drabčíkovitých jsou mnohem rozmanitější než u střevlíků a slouží jako základ klasifikace jejich životních forem. Velká část druhů drabčíků je známa jako nespécifiční predátoři živící se různými půdními bezobratlými, jako jsou hlístice, roztoči, chvostoskoci, malé druhy hmyzu a jejich larvy atd. Některé druhy podčeledi *Oxytelinae* se živí rozličnými organickými zbytky a jejich trávicí soustava obsahuje různé množství organických zbytků. Druhy rodu *Bledius* se živí řasami. Druhy rozsáhlého rodu *Eusphalerum* se živí pylem kvetoucích rostlin. Velká skupina drabčíkovitých je mykofágní čili živí se houbami (např. NEWTON, 1981 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Z houbožravých druhů drabčíků jsou na plodnice hub nejvíce vázány druhy mycetobiontní, jejichž vývoj je zcela nebo aspoň jedním vývojovým stadiem vázán na houby. Některé druhy drabčíkovitých mají na kusadlech speciální otvory k přenosu spor hub, takzvaná mykangia (CROWSON, 1981 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003).

Řada druhů drabčíků je vázána na hnízda a podzemní chodby drobných savců. V těchto hnízdech, která mají specifické mikroklima, se živí především jinými bezobratlými, obyvateli hnízd (blechy, roztoči atd.). Podle typu vazby na hnízda je možné tyto druhy rozdělit na druhy foleobiontní (druhy prodávající larvální vývoj v hnízdech a dospělci zde také žijí), foleofilní (druhy upřednostňující chodby a hnízda jako své prostředí) a foleoxenní (druhy vyskytující se v hnízdech z důvodu jejich zvýšené vlhkosti, organických zbytků atd.) (BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003).

Nejvíce potravně specializováni jsou myrmekofilní a termitofilní druhy drabčíků. Existují velmi komplikované vztahy mezi hmyzími hostiteli a drabčíky (např. WILSON, 1971, KISTNER, 1979 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Zástupci rodu *Aleochara* jsou známi jako paraziti pupáří dvoukřídlých (FULDNER, 1960, FRANK, 1982 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003).

Drabčiči jsou aktivní hlavně během dne (TIKHOMIROVA, 1971 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003). Většina druhů preferuje zastíněné biotopy a žije pod kameny, v dřevě, v listí a opadu atd. Jejich aktivita je ovlivňována intenzitou světla. Mnoho drabčíkovitých má značné migrační schopnosti (CROWSON, 1981 in BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003), které se liší u různých skupin. Mnoho druhů dobře létá (např. druhy rodů *Oxytelus*, *Philonthus*, *Amischa*, *Atheta*). Některé druhy žijící v kulturní krajině jsou nalézány vysoko v horách. Další jsou rozšiřovány dopravou a osídlují takřka celý svět

(např. *Lithocharis nigriceps*). V posledních desetiletích jsme svědky invaze některých druhů hlavně z jihovýchodní Asie do nových oblastí (např. *Oxytelus migrator*, *Philonthus spinipes*, *Trichiusa imigrata* a další) (BOHÁČ, 1999). Vysoká frekvence druhů s dobrými migračními možnostmi ve společenstvech drabčků indikuje silný vliv člověka na biotopy (BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2003).

4. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

4.1. Geologie a geomorfologie

Oblast Šumavy je částí krystalinika Českého masivu, a sice tzv. šumavskou větví moldanubika. Budují ho silně přeměněné horniny (krystalické břidlice, pararuly a migmatity) a hlubinné vyvřeliny (granitoidy). Na plošinách a mírných svazích jsou čerstvé výchozy moldanubických hornin překryty poměrně hlubokým pláštěm hlinitopísčitých zvětralin s kolísajícím podílem suti, které zejména na granitoidech mívají podobu hrubých balvanů, nápadně vystupujících na povrchu. Odolnější partie vynikají jako skalní stupně na svazích, tvoří skalní hradby, vrcholová skaliska a skalní rozvaliny (např. na Medvědí stezce u Jelení nebo v oblasti Stožce). Otevřená kamenná moře a sutě se vyskytují jen místy. Charakteristickým, ale plošně málo významným pozůstatkem dob ledových jsou balvanité morénové akumulace při ledovcových karech. V plošinných okrscích se porůznu zachovaly i zbytky starých předčtvrtohorních zvětralin, které bývají jílovité a v důsledku toho podmiňují zamokření vedoucí k tvorbě rašelin. Čtvrtohorní pokryvné sedimenty jsou zastoupeny především svahovinami (spodní úseky svahů, úpady). Na dně řady větších údolí nacházíme ploché pokryvy písčito-hlinito-kamenitých materiálů svahového původu (diamiktitů), do nichž je vložena mnohem užší současná niva, kterou uvedené uloženiny často lemují jako zřetelné stupně, připomínající svou formou terasy vodních toků. Díky nivě Vltavy připadá významná úloha i fluvialním uloženinám, k nimž kromě čtvrtohorních písků a štěrků patří i jemnější hlinité písky pobřežních valů, jemnozrné okaly v klidných úsecích nivy a výplně starých ramen. Převážně holocénního stáří jsou četné rašeliny, které se vyvíjely jak na zamokřených nivách a v úpadech (luhy), tak na náhorních pláních (vrchoviště) (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

4.2. Pedologie

Oblast Šumavy náleží do regionu horských podzolů se subregionem, ve kterém mezi doprovodnými složkami převažují hydromorfní půdy. Velkou část území pokrývají vrchovištní i přechodové organozemě (typická a glejová). Na nich nalezneme společenstva vrchovišť a podmáčených rašelinných smrčín. Na podobných stanovištích jako organo-

země se vyvinuly i glejové půdy (glej organozemní na nevápnitých deluviofluviálních a fluviálních sedimentech, glej kambický na polygenetických hlínách). Na glejích se vyskytují především podmáčené smrčiny. Plošně nejvíce zastoupenou půdní skupinou jsou podzoly, osídlené společenstvy klimaxových smrčin, převážně pak podzol kambizemní a humusový (lokálně také podzol typický), vzniklý po celém území národního parku především na svahovinách rul a migmatitů. Skupinu podzolových půd zde doplňují kryptopodzoly (typický a rankrový), na nichž nalezneme zpravidla smrkové bučiny a jejich kulturní smrkové deriváty. U Českých Žlebů, Lenory a podél Vltavského luhu se na svahovinách kyselých vyvřelin a metamorfik vyskytují větší celky kambizemě dystrické spolu s menšími okrsky pseudogleje typického a kambizemě pseudoglejové na polygenetických hlínách s eolickou a šterkovitou příměsí. Mělké výchozy pevných hornin i jejich okolí pokrývají rankery (ranker kambický a typický), často s vegetací borůvkových nebo kaprad'ových smrčin nebo bučin. V oblasti Skalky a Jezernice se v zónách podzolu vytvořily vložky nevyvinutých půd, a to litozemě typické (střídavě i rankeru litického) na svahovinách rul. Nevápnité nivní sedimenty řek Teplé Vltavy a Řasnice pokrývá fluvizem typická, méně fluvizem glejová, se společenstvem *Alnus incana-Betula pubescens* (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

4.3. Klima

Šumava se nachází v oblasti přechodného střeoevropského klimatu a podle klimatického členění ČR patří hlavní část pohoří do chladné klimatické oblasti. Zdejší podnebí má přechodný ráz, uplatňují se zde vlivy oceánského i kontinentálního klimatu, tzn. že jsou zde v průběhu roku poměrně malé teplotní výkyvy a poměrně vysoké srážky. Teplotní gradient se mění především s nadmořskou výškou (průměrné teploty jsou ve výšce 750 m n. m. asi 6 °C a v 1300 m n. m. asi 3 °C), ovšem v terénních depresích a horských údolích (např. horní tok Vltavy a Otavy) jsou vlivem teplotních inverzí teploty výrazně nižší než na vrcholech a hřebenech nad hladinou inverze. Nejchladnějším měsícem bývá leden, nejteplejším červenec. Období s průměrnou teplotou < -0 °C začíná v nejvyšších polohách počátkem listopadu (koncem října) a končí na konci března, popř. v dubnu (zima trvá pět měsíců, ranní mrazíky trvají ještě o dva měsíce déle). Celkové množství srážek se také zvyšuje s rostoucí nadmořskou výškou, přičemž největší je v centrální části Šumavy (Březník 1486–1552 mm v třicetiletém průměru) a liší se

samozřejmě na návětrné a závětrné straně pohoří. Na vývoj vegetace má velký vliv trvání a mocnost sněhové pokrývky. Na množství sněhu má vliv nadmořská výška a také mezoreliéf (nejvíce sněhu je v nejvyšších polohách příhraničního hřebene, nejméně na severovýchodním okraji Šumavy). Souvislá sněhová pokrývky leží v nejvyšších polohách 120–150 dní (na vrcholu Großer Arber 200 dní). Pohybující se sníh (laviny, plazivý sníh, sněhové závalky), který má vliv na utváření vegetace, nalezneme na Šumavě pouze na karových stěnách. Ve vrcholových polohách a v místech teplotních inverzí značně působí mlha, na vrcholcích a hřebenech je významným faktorem působícím na vegetaci vítr a námraza (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

4.4. Vodní poměry

Šumava tvoří hlavní evropské rozvodí mezi Severním a Černým mořem (tuto hranici lze pozorovat např. poblíž pramenů Vltavy, kde Teplá Vltava odvádí vody do Labe a potok Reschbach do Dunaje). Nespočet pramenišť a rašelinišť, potůčků, bystřin až po hlavní vodní toky Šumavy – Vltavu a Otavu – ji řadí mezi významné pramenné oblasti (CHOPAV). Vzhledem k velké rozloze na evropské poměry mimořádně zachovalých mokřadů (hydromorfni půdy zaujímají celkem 36,8 % plochy lesů v NP Šumava, na rašeliny o mocnosti nad 0,5 m připadá 8,0 % plochy lesů) je od roku 1993 většina šumavských rašelinišť zapsána na seznamu mezinárodně významných mokřadů – tzv. Ramsarská konvence. Nejrozsáhlejší rašeliniště nalezneme v klidovém území Vltavský luh a klidovém území Modravské slatě. Řeka Vltava pramení v horském rozvodnicovém vrchovišti na jihovýchodním úbočí Černé Hory při hranici s Německem ve výšce cca 1172 m n. m. (zde je nazývána Teplá Vltava) a svými přítoky odvodňuje téměř celou jižní část NP Šumava. Otava odvádí svými přítoky vodu z většiny území západní části parku. Vzniká u Čeňkovy Pily soutokem Vydry a Křemelné. Řeka Vydra pramení na severním svahu Luzného v nadmořské výšce 1192 m (odsud je též nazývána mladou Otavou). Od pramene nese název Luzenský potok a dále Modravský potok. Od soutoku s Mlýnským (Roklanským) potokem nese tok jméno Vydra. Řeka Křemelná pramení 1,4 km od Pancíře na východním svahu Můstku ve výšce 1090 m n. m. Od pramene nese též jméno Zhůrecký (Černý) potok. Významnou součástí hydrologických poměrů Šumavy a Bavorského lesa je osm ledovcových jezer. Pět z nich se nachází na české straně Šumavy – jezero Laka, Prášilské a Plešné na území NP, Černé a Čertovo jezero v CHKO Šumava. Jezera jsou

vytvořena v ledovcových karech, uzavřených čelními morény v přibližně stejné nadmořské výšce 1000–1100 m (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

Z uměle zbudovaných nádrží je to pak nádrž Lipno (48,7 km²) na řece Vltavě, sloužící pro vodoochranné, zásobní, energetické a rekreační účely.

4.5. Rostlinstvo

Větší část Šumavy má poměrně mírný reliéf, takže vegetace je diferencována spíše vlivem nadmořské výšky, vodních poměrů a vzdušného proudění než členitostí terénu. Převažujícím typem je lesní vegetace, která se do své dnešní podoby zformovala během dlouhodobého vývoje v postglaciálu. Pro horskou část Šumavy jsou charakteristické porosty květnatých bučin, horských acidofilních bučin a klimaxových smrčín, jejichž rozložení víceméně odpovídá výškovým vegetačním stupňům. Přirozený charakter těchto zonálních společenstev byl silně pozměněn především dlouhodobým lesnickým hospodařením – zaváděním smrku do všech lesních typů, ve kterých se dříve nevyskytoval, i zvýšením jeho podílu v místech přirozeného výskytu. Lesní vegetace tak v současné době představuje širokou mozaiku od silně pozměněných, nepůvodních společenstev (především monotónní smrkové plantáže) až po přírodě blízké zbytky lesních porostů, které zůstaly zachovány na více lokalitách Šumavy (Boubín, Smrčina, Stožec apod.) (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

Obecně je pro flóru území Šumavy typické výrazné zastoupení lesních druhů typických pro výškové vegetační stupně Šumavy – smrkové bučiny (cca 750–1100 m), bukové smrčiny (cca 1100–1200 m), klimatické smrčiny (nad 1200 m), nižší druhová bohatost v závislosti na silikátovém podloží chudém na vápník a hořčík (žuly, ruly), výskyt alpských druhů v šumavské flóře (např. hořec šumavský) díky migračním vlnám z postglaciálu, zastoupení druhů pro Šumavu endemických (např. hořeček český) a glaciálních reliktních (bříza zakrslá), dále pak významné zastoupení různých typů azonální vegetace (díky extrémním půdním podmínkám a vysoké hladině podzemních vod), jako jsou: rašeliniště – vrchoviště údolního typu (nivy, luhy) se stromovitou i keřovitou borovicí blatkou, vrchoviště horská (slatě) s „bažinnou klečí“, suťové svahy a kamenná moře s reliktními bory a v neposlední řadě i stěny jezerních karů – přirozená nelesní až vzácná subalpínská vegetace pod horní hranicí lesa a společenstva historicky vzniklého bezlesí, která vznikla

díky zemědělskému obhospodařování odlesněných ploch. Zahrnují celou škálu významných společenstev, zejména antropogenně podmíněná společenstva lučního bezlesí (vlhké, podmáčené a rašelinné louky, vodou neovlivněné květnaté louky a pastviny, vysychavá travinná společenstva, vrchovištní a kamenitá lada aj.) (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

4.6. Živočišstvo

Druhá pestrost fauny Šumavy je dána dvěma důvody. Prvním z nich je rozsáhlost celého území a tím i pestrost mozaiky různých specifických biotopů (karové stěny ledovcových jezer, kamenná moře, vodní stanoviště atd.). Druhým důvodem je fakt, že v této oblasti dochází k prolínání výskytu druhů příslušných několika různým geografickým oblastem. Do první z nich spadají zástupci středoevropské fauny, jež jsou v této oblasti převažující, dále pak zástupci alpské oblasti, okrajově i druhy karpatské soustavy a také glaciální severské relikty.

Významnou součástí Šumavy představuje fauna horských smrkových lesů. Typickými druhy pro tato stanoviště jsou tetřev hlušec, datlík tříprstý, sýc rousný nebo kos horský. Na prosvětlených okrajích létají horské druhy motýlů, z nichž nejtypičtější je okáč rudopásný. Pod kůrou stromů nebo padlými kmeny žije boreoalpinní plž vrásenka pomezní.

Bohatší faunu hostí smíšené lesy buku, jedle a smrku, často s příměsí jilmu nebo klenu. Takové lesy jsou domovem rýsa ostrovida nebo netopýra velkouchého, v bucích hnízdí puštík bělavý a strakapoud bělohřbetý. Poměrně dobře prozkoumána je fauna brouků. Z typických i nápadných druhů je možno jmenovat stěvlíka *Carabus irregularis*, kovařika *Danosoma fasciata* nebo roháčka bukového *Sinodendron cylindricum*. Velmi významnou složkou smíšených lesů jsou měkkýši. Vyskytuje se zde celá řada vzácných druhů, jako např. alpská chlupatka bezzubá, karpatská větrenatka nadmutá nebo borealpinní vrkoč *Vertigo ronneyensis*.

Velmi typickými biotopy jsou horská a údolní rašeliniště. Tyto biotopy nehostí žádné typické druhy obratlovců, volnější vazbu na ně mají např. myšivka horská, tetřívka obecná nebo bekasína otavní. Mnohem významnější je fauna bezobratlých, mezi kterými je velké množství tyrfobiontů a tyrfofilů. V rašelinných jezírcích žijí vzácné druhy znakoplavek (*Notonecta reuteri*, *N. lutea*), larvy vážek (šídlo rašelinné, lesklice horská) nebo potápníci

Ilybius crassus a *Agabus wasastjernaee*. Ze suchozemských bezobratlých jsou typičtí střevlík Menetriésův *Carabus menetriesi pacholei*, mandelinka *Chrysomela lapponica*, nosatec *Coelotes nigratarsis* a velké množství pavouků (slídák *Pardosa sphagnicola*, zápredník *Clubiona norvegica* a další). Také mezi motýly je velké množství druhů vázaných na rašeliniště. Z denních je to žluťásek borůvkový, perleťovec mokřadní nebo modrásek stříbrooký, z nočních např. můra *Xestia rhaetica* nebo píďalka klikvová.

Dalším významným nelesním stanovištěm Šumavy jsou druhotná bezlesí. Tyto ekosystémy vznikly převážně po zbourání dřívějších osad, nyní se nacházejí v různých stadiích sukcese. Jedná se zejména o velmi významná hnízdiště ptáků, jako jsou chřástal polní, tetřívka obecná, hýl rudý nebo slavík modráček střeoevropský. Typickými druhy bezobratlých jsou například kobylka hnědá, okáč rosičkový, majky rodu *Meloe*, svižníci rodu *Cicindela* nebo střevlík *Amara nigricornis*.

Zcela specifickým stanovištěm jsou balvanité sutě a kamenná moře. Přestože většina živočichů žijících na těchto stanovištích jsou druhy okolní přírody, vyskytují se zde velmi specifické obyvatelé, zejména mezi bezobratlými. Velmi charakteristickými obyvateli jsou pavouci (např. *Bathypantes simillimus* nebo *Porrhomma egeria*), mnohonožka *Leptoiulus montivagus* nebo střevlík *Pterostichus negligens*. Z obratlovců se zde pravidelně vyskytují plch velký a plch zahradní.

Velmi typickými a neobvyklými stanovišti jsou ledovcová jezera a jejich kary. Jezera samotná jsou druhově poměrně chudá, ovšem i zde se objevují velmi typické druhy, jako jsou perloočka *Ceriodaphnia quadrangula*, jepice *Leptophlebia propinqua* nebo klešťanka *Glaenocoris propinqua*. V karech žije mj. endemický střevlík Šumavy *Oreonebria castanea sumavica* a hnízdí zde sokol stěhovavý. Stojaté vody na Šumavě zahrnují jak rašelinná jezírka, o kterých byla řeč výše, tak různé drobné tůňky a rybníky až po přehradní nádrže Nýrsko a Lipno. Menší nádrže obývá více druhů obojživelníků – čolek horský a obecný, ropucha obecná, skokan hnědý, ale též rosnička zelená nebo kuňka obecná a žlutobřichá. Pro velké nádrže je zase charakteristický výskyt mnoha druhů ptáků, kteří se zde zastavují během tahu, popř. se sem vzácně zatoulají. Jsou to mimo jiné volavka bílá, racek stříbřitý, kajka mořská, orel mořský, hohol severní, kormorán velký a mnoho druhů bahňáků. Novodobým průzkumem Lipna byl zjištěn výskyt mnoha druhů vzácnějších měkkýšů, jakými jsou lištovka lesklá, velevrub nadmutý nebo velevrub malířský.

Podobně bohatá a pestrá je fauna tekoucích vod a jejich břehů. Ze savců zde pravidelně žijí vydra říční a rejsek horský, z ptáků skorec vodní, ledňáček říční, konipas horský. Dominantními rybami potoků Šumavy jsou pstruh potoční, vranka obecná a střevele potoční, na některých místech je stále poměrně hojná mihule potoční. Z bezobratlých živočichů patří k typickým obyvatelům čistých úseků tekoucích vod perlorodka říční nebo rak říční. Vyvíjí se zde velké množství vodního hmyzu (jepice, pošvatky, chrostíci), z nichž mnohé patří k boreoalpinním či alpsko-šumavským druhům. Stejně bohatá je i fauna břehů, kde žijí např. střevlíci *Bembidion ascendens*, *Epaphius rivuralis* nebo mrchožrout *Pteroloma forstroemii* (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

Velmi specifíční obyvatelé Šumavy se nacházejí v mnoha skupinách bezobratlých. Není v lidských silách vybrat některé zajímavé druhy, ale mezi dvojkřídlymi, blanokřídlymi, brouky, plošticemi, křísy nebo mšicemi je mnoho nesmírně vzácných druhů potvrzujících jedinečnost Šumavy. Několik druhů bylo v posledních letech právě ze Šumavy popsáno jako nových pro vědu (ANONYMUS, 8. 3. 2006).

5. POPIS STUDOVANÝCH LOKALIT

Pro sledování byly vybrány antropogenně ovlivněné plochy při hranici CHKO Šumava v blízkosti rekreačního centra Marina na levém břehu Lipenské přehrady (viz Přílohy obr. 7.).

5.1. Plocha 1 – remízek

Jedná se o volené seskupení různých druhů dřevin (např. bříza, smrk, jeřáb) různé věkové skladby, sousedící z jedné strany se silniční komunikací a z druhé s lučním porostem. V blízkosti se nachází golfové hřiště. Terén je zde svažité.

Přímé antropogenní ovlivnění je zde minimální, lze však předpokládat druhotné ovlivnění spojené s provozem na místní komunikaci (provoz na ní je však jen sporadický) a s opatřeními souvisejícími s obhospodařováním sousední louky (sečení, hnojení apod.).

5.2. Plocha 2 – trávník parkoviště

V tomto případě se jedná o biotop přímo antropogenního původu, konkrétně umělé travní společenstvo (viz Přílohy obr. 8.). Slouží jako doplňková zeleň parkovacích ploch rekreačního střediska Marina. Sousední plochy jsou betonová parkovací plocha a ruderalní společenstvo (pozůstatek stavebních a terénních prací).

Antropogenní vliv je zde značný. Jedná se především o umělou preferenci některých druhů trav (již při výsevu), intenzivní údržba (časté sečení) a nelze vyloučit ani přihnojování či použití herbicidů. Trávníky jsou také zbaveny větších kamenů, tedy přirozených útočišť některých druhů bezobratlých.

5.3. Plocha 3 – břeh Lipna

Tuto lokalitu lze označit jako terestrický biotop v blízkosti litorálního pásma. Jedná se o travní společenstvo s dominancí rákosu obecného (*Phragmites australis*). Sousedícími plochami jsou pak křoviny, trávníky a již zmiňovaný břeh Lipenské přehrady (viz Přílohy obr. 9.).

Lidská činnost se tu projevuje dvěma způsoby. V první řadě se jedná o péči o tuto část pobřeží (sečení – ke konci letní sezóny ne již tak důsledné) a následně pak o její využívání, jak pěšími turisty (vyšlapané cestičky, psí exkrementy) tak i pobytovými (ohnišťe, odpadky).

6. METODIKA

Základem bylo užití modifikace metodiky pro sběr brouků (KRÁSENSKÝ, 2004) vypracované pro AOPK ČR, konkrétně pak metody zemních pastí. Ta spočívá v zahloubení sběrné nádoby (v mém případě ji tvořil plastový kelímek o objemu 0,3 l) do země tak, aby její okraj splýval s povrchem půdy (viz Přílohy obr. 10.). Zahloubeny byly vždy dva do sebe vsunuté kelímky, z nichž jeden sloužil jako korpus vyhloubené díry, a druhý kelímek, sloužící pro samotný odchyt, se do něho vsouval. Tento postup usnadňoval obsluhu pastí a zabraňoval deformaci stěn jamky při vyjmutí odchytové části. Nebylo užito žádných návnad. K usmrcení a fixaci chycených brouků byl použit ethylenglykol (Fridex), jímž byl vnitřní kelímek naplněn asi do jedné třetiny. Vrch pastí byl zakryt plochým kamenem, který sloužil jako ochrana před dešťovými srážkami (viz Přílohy obr. 11.). Pasti byly umístěny vždy liniově po třech kusech. Výběr odchyceného hmyzu z pastí byl praktikován v pravidelných intervalech, přibližně každé tři týdny, v období od 16. 8. do 9. 11. 2005.

Po odstranění hrubých nečistot a vyřazení nesledovaných skupin hmyzu (např. škvoři *Dermaptera*, blanokřídli *Hymenoptera*, rovnokřídli *Orthoptera*) a jiných bezobratlých (např. plži *Gastropoda*, pavouci *Araneae*, stejnonozí *Isopoda*) byli brouci fixováni v 75% ethanolu.

Získaný materiál byl následně determinován (HŮRKA, 1992, 1996), zařazen a vyhodnocován na základě frekvence výskytu druhů podle reliktnosti výskytu (BOHÁČ, 1988, 1990, 1999; HŮRKA et al., 1997; BOHÁČ, MATĚJÍČEK, 2004; BOHÁČ, MATĚJÍČEK, ROUS, 2005). V této kategorizaci jsou druhy rozděleny do následujících ekologických skupin:

- relikty I. řádu (RI – druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka),
- relikty II. řádu (RII – druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků),
- expanzivní druhy (E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka).

O původnosti stanovišť vypovídá vysoký podíl reliktnů I. řádu. Naopak vysoký podíl expanzivních druhů svědčí spíše o opaku. Byl vypočten index antropogenního ovlivnění společenstev brouků (ISD) (BOHÁČ, 1990, 1999). Ten se stanoví podle vzorce:

$$\text{ISD} = 100 - (\text{E} + 0,5 \text{R2}),$$

kde E = frekvence jedinců skupiny E (%) a R2 = frekvence jedinců skupiny R2 (%). Hodnota indexu se pohybuje od 0 do 100, přičemž hodnoty blíže 0 ukazují na lokalitu silně ovlivněnou činností člověka, ve které se vyskytují jen expanzivní a hojné druhy. Hodnoty blízké 100 pak poukazují na krajinu zachovalou, neovlivněnou činností člověka. Zde se vyskytují především i druhy skupiny R1.

Vztahy mezi ekologickými preferencemi jednotlivých taxonů skupiny epigeických brouků byly vyhodnoceny ordinační analýzou pomocí programu Canoco s použitím metody PCA (TER BRAAK, ŠMILAUER, 1998). Ke grafickému zobrazení výsledků ordinační analýzy byl použit program Cano Draw ver. 3.1.

Po druhovém určení a zařazení do příslušné ekologické skupiny byli odchycené exempláře preparovány a uloženy do sbírky.

7. VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkově bylo na sledovaných lokalitách zjištěno 10 různých čeledí (*Carabidae*, *Curculionidae*, *Geotrupidae*, *Hydrophilidae*, *Chrysomelidae*, *Latridiidae*, *Leiodidae*, *Silphidae*, *Staphylinidae*, *Tenebrionidae*) řádu brouci (*Coleoptera*), z nichž nejpočetnější byla čeleď střevlíkovitých (*Carabidae*) s 25 druhy. Co do počtu druhů i odchycených jedinců vychází jako nejbohatší lokalita břeh Lipna (Tabulka 1.).

Tabulka 1.

Druhy byly zařazeny podle počtu nalezených exemplářů a aktivity do čtyř základních skupin: **** – dominantní (počet zjištěných jedinců větší než 20), *** – subdominantní (počet zjištěných jedinců 10–20), ** – recedentní (počet zjištěných jedinců 2–10, * – subrecedentní (1 zjištěný exemplář).

Čeleď/druh	břeh Lipna	trávník parkoviště u Mariny	remízek
<i>Carabidae</i>			
<i>Agonum lugens</i> (Duftschmid, 1812), R1	*		
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774), E	*		
<i>Bembidion tetragrammum</i> <i>illigeri</i> (Netolitzky, 1914), E		*	
<i>Carabus granulatus</i> (Linnaeus, 1758), E	**		
<i>Carabus hortensis</i> (Linnaeus, 1758), R2			**
<i>Carabus nemoralis</i> (O. F. Müller, 1764), R2	*		
<i>Carabus problematicus</i> (Herbst, 1786), R2	**		

<i>Carabus scheidleri</i> (Panzer, 1799), R2	****	***	*
<i>Carabus violaceus</i> (Linnaeus, 1758), R2	**	*	
<i>Cychrus rostratus</i> (Linnaeus, 1761), R2	**		*
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781), E	**	*	
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812), E	***	**	
<i>Molops piceus</i> (Panzer, 1793), R2			*
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792), R2		**	
<i>Platynus assimilis</i> (Paykull, 1790), R2	*		
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E			*
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824), E	**	**	**
<i>Pseudoophonus pubescent</i> (O. F. Müller, 1776), E		*	
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	****	****	*
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783), R2	****	**	
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1790), E	**		

<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787), R2			*
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797), E	**		
<i>Trechus pulchellus</i> (Putzeys, 1846), R2	**		
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781), E	**		
<i>Curculionidae</i>			
<i>Polydrusus cervinus</i> (Linnaeus, 1758)	*		
<i>Sitona hispidulus</i> (Fabricius, 1776)	*		
<i>Sitona lineatus</i> (Linnaeus, 1758)			*
<i>Geotrupidae</i>			
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)			**
<i>Hydrophilidae</i>			
<i>Cercyon Pygmeus</i> (Illiger, 1801)	**		
<i>Chrysomelidae</i>			
<i>Chaetocnema concinna</i> (Marsham, 1802)	**		
<i>Psylliodes dulcamarae</i> (Koch, 1803)		****	
<i>Latridiidae</i>			
<i>Cortinicara gibbona</i> (Herbst, 1793)	*		

<i>Leiodidae</i>			
<i>Catops chrysomeloides</i> (Panzer, 1798)	***		
<i>Choleva oblonga</i> (Latreille, 1807)	*		
<i>Silphidae</i>			
<i>Nicrophorus humator</i> (Gleditsch, 1767)	*		*
<i>Nicrophorus vespilloides</i> (Herbst, 1784)	*	*	
<i>Silpha obscura</i> (Linnaeus, 1758)	**		
<i>Staphylinidae</i>			
<i>Atheta brunneipennis</i> (Thomson, 1852), R2			*
<i>Bisnius fimetarius</i> (Gravenhorst, 1802), E			*
<i>Ocypus fuscatus</i> (Gravenhorst, 1802), E	*		*
<i>Ocypus melanarius</i> (Heer, 1839), E			*
<i>Olophrum assimile</i> (Paykull, 1800), R2		**	
<i>Philonthus laevicollis</i> (Lacordaire, 1853), R2		**	
<i>Philonthus rectangulus</i> (Sharp, 1874), E			*
<i>Philonthus rotundicollis</i> (Ménétriés, 1832), R2			*

<i>Philonthus succicola</i> (C. G. Thomson, 1860), R2	*		
<i>Quedius fuliginosus</i> (Gravenhorst, 1802), R2	*		
<i>Quedius paradisianus</i> (Heer, 1839), R2	*		
<i>Rugilus erichsonii</i> (Fauvel, 1867), R2	*		
<i>Stenus boops</i> (Junghe, 1804), E	*		
<i>Tachinus pallipes</i> (Gravenhorst, 1806), E	*		
<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802), E	****		*
<i>Tasgius melanarius</i> (Heer, 1839), E	**		
<i>Tenebrionidae</i>			
<i>Lagria hirta</i> (Linnaeus, 1758)	**		

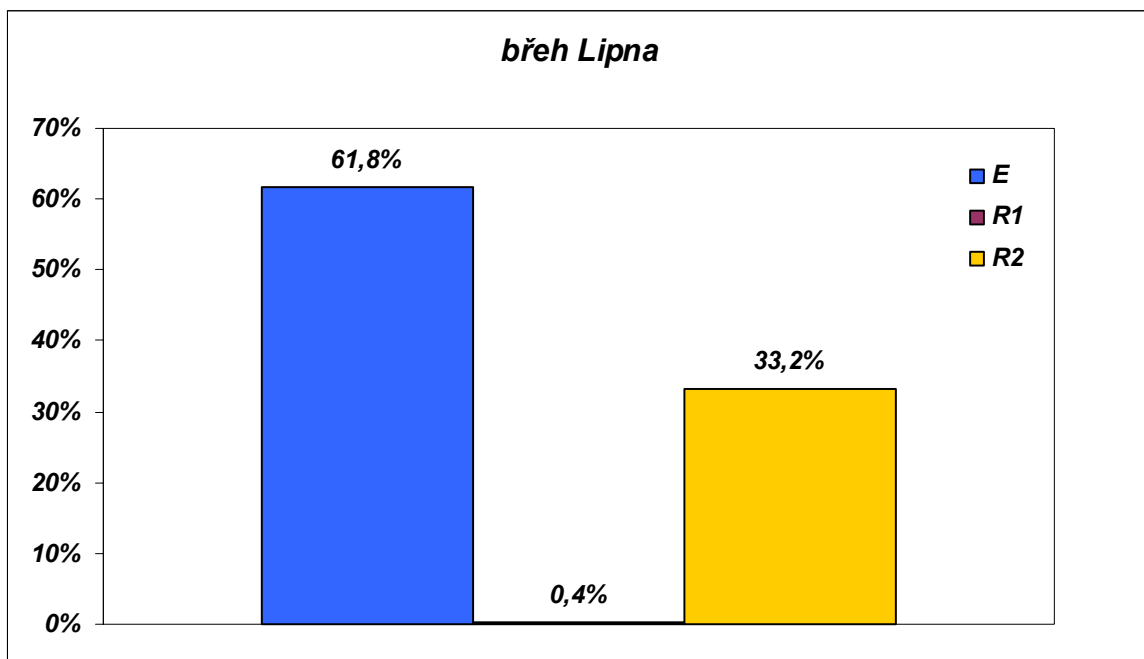
Z uvedené tabulky (Tabulka 1.) jasně vyplývá takřka úplná absence reliktních druhů 1. řádu (R1), tato skupina je zde zastoupena pouze jedním druhem *Agonum lugens* (Přílohy obr. 12.). Mezi výrazně dominantní expanzivní druhy (E) patří *Tachinus signatus*, *Harpalus rubripes*, *Pterostichus melanarius* (Přílohy obr. 13.). Ze skupiny R2 jsou pak nejpočetněji zastoupeny druhy *Carabus scheidleri* a *Pterostichus niger*.

7.1. Společenstva brouků na jednotlivých lokalitách a jejich antropogenní ovlivnění

Ze zjištěných frekvencí druhů různých ekologických skupin na sledovaných lokalitách (Tabulka 1.) byl následně proveden výpočet IDS pro jednotlivé biotopy (břeh Lipna, trávník parkoviště, remízek).

7.1.1. Břeh Lipna

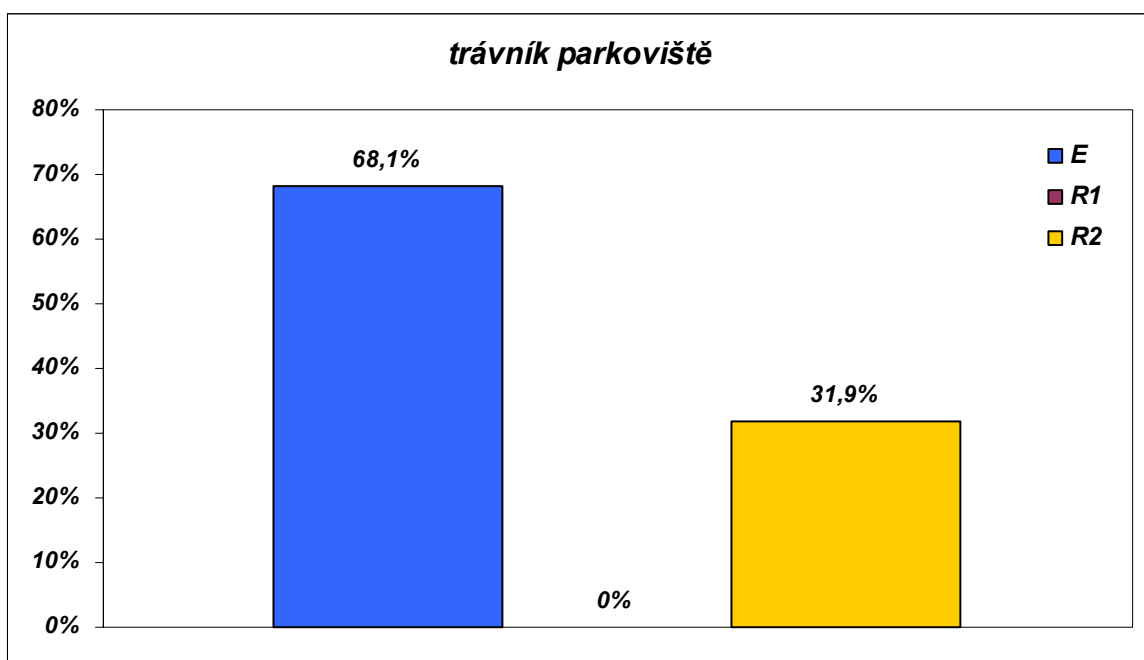
Na této lokalitě dominují druhy ubikvistní (E). Jejich převaha nad druhy adaptabilními (R2) je takřka dvojnásobná (Obr. 1.). Jedná se především o druh *Harpalus rubripes*, jehož dominance na biotopu břehu Lipna je dána právě preferencí písčitých břehů (Hůrka, 1996), stejně tak je tomu i u druhu *Pterostichus melanarius*. Skupina R1 je zde zastoupena pouze jedním, a to poměrně vzácným, druhem *Agonum lugens*. I přes tuto výjimku lze označit tento biotop za silně antropogenně ovlivněný. Hodnota jeho ISD je 21,6 tedy nízká. Z ekologického pohledu je zajímavostí výskyt některých druhů ze skupiny R2, konkrétně *Carabus scheidleri* a *Pterostichus niger*. U těchto druhů je zajímavé, že početnost jejich dominance je téměř shodná, ačkoli první (*C. scheidleri*) preferuje stanoviště spíše sušší a druhý (*P. niger*) naopak vlhká (DEDEK, 2004), což by nasvědčovalo ekotonálnímu charakteru biotopu břehu Lipna.



Obr. 1. Procentuální zastoupení brouků různých ekologických skupin (R1 – relikty prvního řádu, R2 – relikty druhého řádu, E – ubikvistní druhy) v biotopu břehu Lipna

7.1.2. Trávník parkoviště

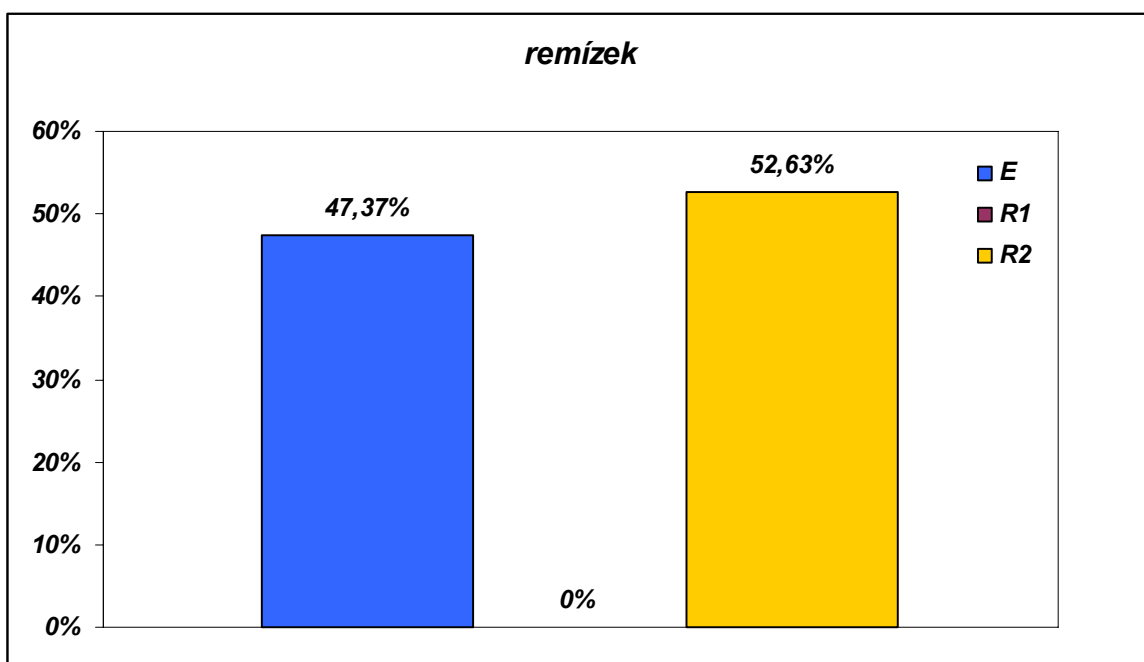
I na této lokalitě je spektrum zastoupení ekologických skupin tvořeno z více než dvou třetin druhy expanzivními (E) a z jedné třetiny relikty druhého řádu (R2). Zastoupení skupiny R1 je nulové (Obr. 2.). Hodnota ISD je 15,95 což opět značí silné antropogenní ovlivnění. To je již dáno samotným původem biotopu, jedná se o uměle vytvořené travní společenstvo, tudíž zde nelze ani předpokládat výskyt původních druhů. Paradoxně k tomu vyznívá silné zastoupení vzácnějšího střevlíka *Carabus scheidleri* (R2), což nemusí značit jeho trvalý výskyt na daném biotopu, ale spíše zvýšenou migrační aktivitu, vzhledem k tomu že se jedná o druh s redukovanými křídly (DEDEK, 2004). Protipólem v početnosti zastoupení je tomuto druhu pak střevlík *Pterostichus melanarius*, který je typickým euryektním druhem s vysokou ekologickou plasticitou (THIELE in DEDEK, 2004).



Obr. 2. Procentuální zastoupení brouků různých ekologických skupin (R1 – relikty prvního řádu, R2 – relikty druhého řádu, E – ubikvistní druhy v biotopu trávník parkoviště

7.1.3. Remízek

U tohoto biotopu je poměr ubikvistních (E) druhů k reliktním druhého řádu (R2) téměř 1:1. Je zde však úplná absence druhů skupiny R1 (Obr. 3.). Lesní druhy jsou zde zastoupeny dominancí stěvlíka *Carabus hortensis* (R2). Nejčastějším zástupcem eurytopních druhů je *Poecilus versicolor*, který preferuje nezastíněné biotopy, louky, pastviny, pole, ale i lesní paseky (Hůrka, 1996). Jeho přítomnost naznačuje ekotonální efekt ve vztahu k sousednímu lučnímu biotopu. Index antropogenního ovlivnění (ISD) je 26,32. V kombinaci s převažujícím zastoupením druhů skupiny R2 lze tuto lokalitu označit jako středně ovlivněnou lidskou činností.

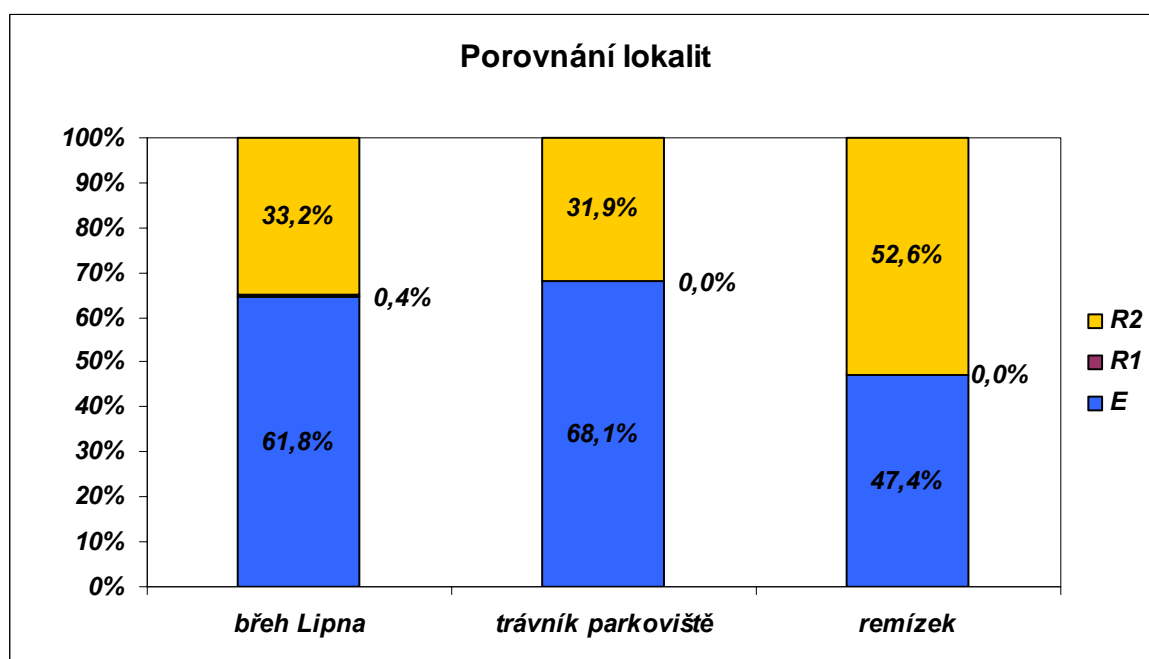


Obr. 3. Procentuální zastoupení brouků různých ekologických skupin (R1 – relikty prvního řádu, R2 – relikty druhého řádu, E – ubikvistní druhy v biotopu remízku

7.1.4. Porovnání sledovaných lokalit

Z grafického porovnání (Obr. 4.) je zřejmá podobnost lokalit břeh Lipna a travní parkoviště v zastoupení ekologických skupin. Rozdíl těchto ploch je však v početnosti druhů (Tabulka 1.). V travním porostu u parkoviště byl potvrzen výskyt 14 druhů náležících do 4 čeledí, přičemž převažující je co do počtu zástupců čeleď *Carabidae*. Zatímco na břehu Lipna bylo zjištěno 38 druhů z 9 čeledí. Dominantní čeledí jsou taktéž střevlíkovití (*Carabidae*). Břeh Lipna je vůbec druhově nejbohatší lokalitou ze sledovaných ploch. Na druhém místě je pak remízek s 5 čeleděmi a 18 druhy. Jako u předchozích zde převažují střevlíkovití (*Carabidae*). Právě na této skupině lze demonstrovat dopady rozdílnosti managementu uplatňovaného na sledovaných biotopech. Na biotopech s tvrdým managementem (sečení, hnojení, umělá preference rostlinných druhů), tedy parkoviště a částečně břeh, jsou převažující menší až střední eurytopní druhy upřednostňující otevřená stanoviště – *Poecilus versicolor*, *Pterostichus melanarius*. Převahu stejně charakterizovaných druhů potvrzuje i BOHÁČ et al. (2006). Výrazný výskyt *Carabus scheidleri*, preferujícího spíše lesní společenstva, lze přisuzovat zastoupení stromů a keřového patra v blízkosti obou lokalit (břeh i parkoviště). Tento druh je

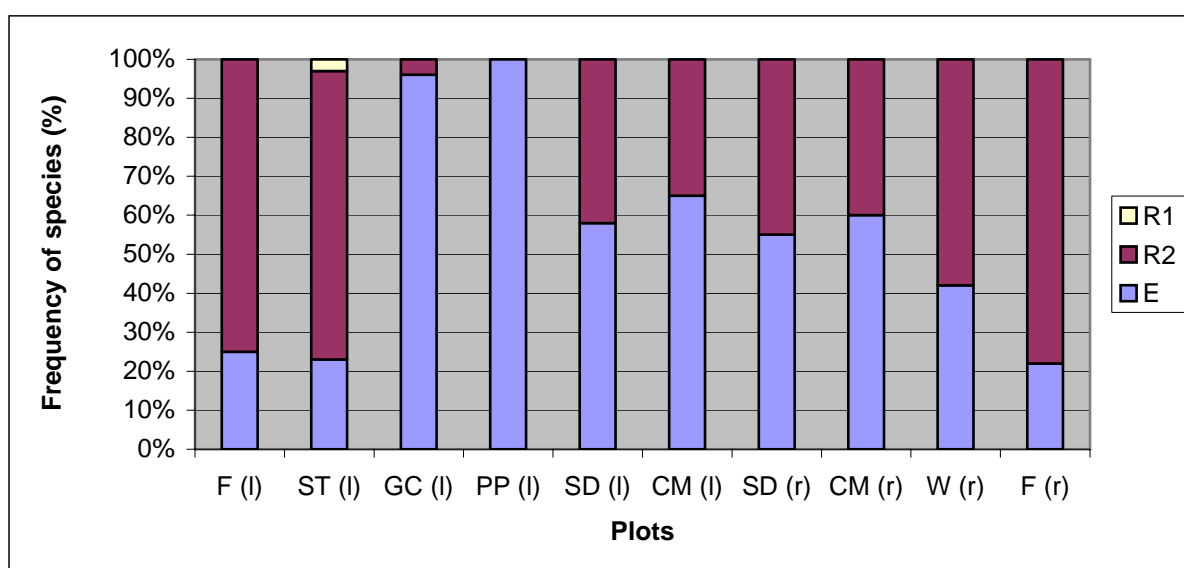
některými autory považován za druh charakteristický pro lužní lesy (DIVOKÝ, 1989 in DEDEK, 2004). Tím by daná lokalita splňovala minimálně dva požadavky na ekologickou niku tohoto druhu, tj. zastínění a vlhkost. BOHÁČ et al. (2006) zaznamenali výskyt tohoto střevlíka právě na březích s nižším antropogenním využíváním a tudíž i přirozenější skladbou biotopu. Ekologickou hodnotu pobřežního biotopu pak zvyšuje přítomnost jediného druhu spadajícího do skupiny reliktnů prvního řádu (R1) – poměrně vzácného střevlíka *Agonum lugens*. Jedinou lokalitou, na níž nepřevažují euryektní druhy nad reliktními, je remízek (Obr. 4.). Vyrovnanost obou skupin potvrzuje určité ovlivnění lidskou činností (možný splach hnojiv ze sousední výše položené louky, prořezávky dřevin při silnici), ale zároveň jistou stabilitu, dokazující splnění základních charakteristik lesního biotopu. To dokazuje přítomnost typicky lesních druhů *Carabus hortensis*, *Carabus scheidleri*, *Cychrus rostratus*, *Molops piceus*, *Pterostichus oblongopunctatus*.



Obr. 4. Porovnání procentuálního zastoupení brouků různých ekologických skupin (R1 – relikty prvního řádu, R2 – relikty druhého řádu, E – ubikvistní druhy) na sledovaných lokalitách

Hodnocením míry vlivu turismu a různého managementu ploch v okolí Lipna na biodiverzitu epigeických brouků se již v minulosti zabývali BOHÁČ et al. (2006), přičemž bylo dosaženo obdobných zjištění v poměrném složení ekologických skupin epigeických brouků na jednotlivých lokalitách podobného nebo stejného charakteru (Obr. 5). U břehových biotopů se dominance eurytopních druhů pohybuje okolo 60 %. Rozdíly jsou malé a

lze předpokládat, že jsou dány rozdílnostmi mezi sledovanými plochami, například absencí některých prvků (křoviny apod.). Rozdíl oproti absolutní dominanci skupiny E je na mnou sledovaných plochách dán blízkostí rozdílných sousedních biotopů. S rostoucí vzdáleností od nich, lze tedy předpokládat nárůst početnosti euryektních druhů. K porovnání biotopu remízku je pak nejvhodnější biotop kulturního lesa. Zde je o více než 20 % vyšší dominance reliktních druhů druhého řádu. Tento rozdíl by mohl být dán menší rozlohou a tudíž relativně větší expozici vůči sousedním biotopům (louka), což dokládá i přítomnost právě lučních druhů, např. *Poecilus versicolor*.

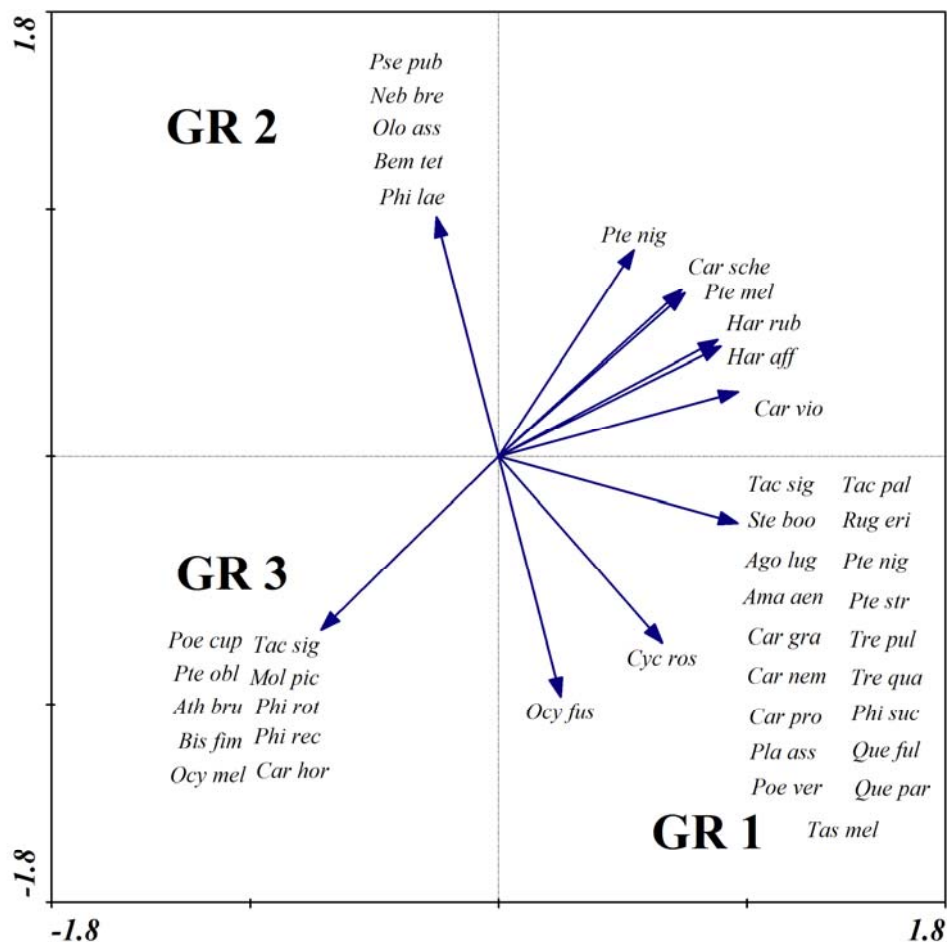


Obr. 5. Antropogenní vliv na biodiverzitu společenstva epigeických brouků (R1 –relikty prvního řádu, R2 – relikty druhého řádu, E – ubikvistní druhy) na studovaných plochách na levé (l) a pravé (r) straně VN Lipno s rozdílnou intenzitou turistického ruchu. F – kulturní les (l), ST – sjezdovka, GC – golfové hřiště, PP – parkoviště, SD – břeh (l), CM – kulturní louka (l), SD – břeh (r), CM – kulturní louka (r), W – mokřad, F – kulturní les (r). (BOHÁČ et al., 2006).

Při porovnání vypočtených indexů antropogenního ovlivnění (ISD) lze hodnotit břeh Lipna s hodnotou 21,6 za poměrně silně antropogenně ovlivněnou lokalitu. Parkoviště, hodnota ISD je 15,95, za velmi silně ovlivněnou plochu. A remízek, ISD 26,32, je spíše středně ovlivněným biotopem. Ve srovnání s přirozenými plochami lesního typu je však tato hodnota malá. KRAJNÁK (2006) studoval společenstva epigeických brouků lesních porostů s různým ovlivněním kůrovcem a následnými antropogenními zásahy. Hodnoty IDS na těchto plochách se pohybovaly v rozmezí 49,7–66,2. Hodnoty lokalit břeh Lipna (21,6) a trávník parkoviště (15,95) jsou blízké hodnotám zjišťovaným v oblasti lidských sídel (ČERNÝ, 2006).

7.1.5. Statistické vyhodnocení

Z grafického vyhodnocení (Obr. 6.) je zřejmá odlišnost ekologické niky a tudíž i druhového složení biotopu remízku od zbývajících sledovaných ploch (břeh, parkoviště). Naopak je viditelná podobnost podmínek ploch na břehu přehrady a parkoviště následkem antropogenního vlivu aplikováním stejného nebo podobného managementu (např. sečení). To dokládá příslušnost společných zjištěných druhů (*Pterostichus melanarius*, *Harpalus rubripes*, *Harpalus affinis*), které spadají do skupiny eurytopních. Schopnost adaptace některých druhů na změnu původních podmínek vyjadřuje společný výskyt reliktní druhého řádu (*Carabus scheidleri*, *Pterostichus niger*, *Carabus violaceus*). Absence zástupců reliktního prvního řádu jen dokládá změnu původních podmínek v rozsahu podobnosti obou biotopů.



Obr. 6. PCA ordinační diagram znázorňující ekologické preference jednotlivých druhů (první tři písmena rodového a druhového názvu, viz Tab. 1.) zjištěných na sledovaných lokalitách (GR1 = břeh, GR2 = parkoviště, GR3 = remízek).

8. ZÁVĚR

Na třech lokalitách s různým způsobem využití a péče sledovaných za účelem stanovení míry vlivu turismu a managementu krajiny na biodiverzitu epigeických brouků bylo odchyceno celkem 413 jedinců 55 druhů řádu brouci (*Coleoptera*) náležících do 10 různých čeledí. Nejpočetněji zastoupenou čeledí byli střevlíkovití (*Carabidae*) s 25 druhy. Druhově i početně nejbohatším byl biotop břehu vodní nádrže Lipno. Po vypočtení indexu antropogenního ovlivnění (ISD) vycházejícího z poměru procentuálního zastoupení ekologických skupin a zohlednění druhového spektra byly lokality břeh Lipna a trávník parkoviště u rekreačního centra zhodnoceny jako silně antropogenně ovlivněné. Na těchto lokalitách z přibližně 60 % dominovaly eurytopní druhy. U lokality remízku bylo antropogenní ovlivnění stanoveno jako středně silné. Zde bylo zastoupení druhů skupiny reliktních druhů řádu více než 50%. Příslušníci ekologické skupiny R1 (relikty 1. řádu) s výjimkou *Agonum lugens* (břeh Lipna) se na sledovaných lokalitách nevyskytují.

Obecně lze říci, že na strukturu biodiverzity epigeických brouků má vliv tvrdý management, tj. pozměnění vegetačního krytu, změna druhového složení rostlin stanoviště – umělá preference kulturních druhů, intenzivní sečení, hnojení a chemická ochrana či odstraňování přirozených úkrytů, tím i následné změny stanovištních podmínek. Naopak zachování některých původních přirozených prvků bývá přínosem k udržení pestrosti těchto společenstev. V budoucnosti by tedy bylo vhodné uplatňovat při rozvoji turistické a rekreační infrastruktury šetrnější formy péče o krajinu a jejích úprav. Právě při zachování co největšího poměru původních charakteristik dané oblasti lze předejít změně pestrého druhového spektra na degradované populace bezobratlých lidských sídlišť.

Díky malé finanční náročnosti, dobré vhodnosti k srovnání údajů z podobných lokalit, možnosti dlouhodobého užití a výpovědní hodnotě se jeví využití bezobratlých k bioindikaci jako velmi vhodné. Především pak v horských oblastech jako je Šumava, v nichž se často nacházejí až unikátní horská společenstva, často tvořená i endemickými druhy nebo druhy s omezeným areálem výskytu, a kde zároveň dochází k nárůstu antropogenního tlaku.

9. POUŽITÁ LITERATURA

- ANONYMUS. *Příroda NP a péče o ni*. [cit. 8. 3. 2006] Přístup z: <http://www.npsumava.cz/>
- BEJČEK, V. – ŠŤASTNÝ, K., et al. *Metody studia ekosystémů*. Praha, ČZU, 2001. 56 s.
- BENEŠ, J. „Chodí brouci na pivo?“ aneb vliv fixační tekutiny zemních pastí na kompozici střevlíkovitých brouků (*Coleoptera: Carabidae*) ve dvou rozdílných biotopech. Abstrakta referátů z konference Zoologické dny, Brno, Ústav biologie obratlovců AV ČR, 2002, s. 46.
- BOHÁČ, J. Brouci – střevlíkovití. In KUČERA, T. (ed.). *Červená kniha biotopů*. 2005. [cit. 12. 10. 2007] Přístup z: http://www.usbe.cas.cz/cervenakniha/texty/tax_skupiny/
- BOHÁČ, J. – MATĚJÍČEK, J. *Katalog brouků Prahy. Drabčíkovití – Staphylinidae*. Sv. IV. Praha, Clarion Production, 2003. 256 s.
- BOHÁČ, J. Využití společenstev drabčíkovitých (*Coleoptera, Staphylinidae*) k bioindikaci kvality životního prostředí. *Zprávy Čs. Spol. Ent.* (Praha), 1988, roč. 24, s. 33–41.
- BOHÁČ, J. Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, vol. 74, p. 357–372.
- BOHÁČ, J. – MATĚJÍČEK, J. – ROUS, R. Check-list drabčíkovitých (*Coleoptera, Staphylinidae*) České republiky (2004) se zařazením druhů do skupin podle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům a podle stupně ohrožení. 2004. [cit. 10. 11. 2007] Přístup z: www.uek.cas.cz/docs.
- BOHÁČ, J., et al. *Vědecké základy pro implementaci integrovaného managementu na území Šumavy a Novohradských hor*. České Budějovice, ÚSBE AV ČR, 2005. 37 s.
- BOHÁČ, J. Střevlíkovití a drabčíkovití (*Coleoptera, Carabidae, Staphylinidae*) brouci NPR Brouskův mlýn a jejich využití pro biomonitorování stavu biotopů. In MOLEK, V. (ed.). *Národní přírodní rezervace Brouskův mlýn*. České Budějovice, Calla, 2003, s. 14–18.

BOHÁČ, J. – ŠRUBAŘ, V. – MATĚJKA, K. – ŠŤASTNÝ, J. The effect of tourism and management of landscape in Šumava National Park and Landscape Protected Area on communities of epigeic beetles. *Ekológia* (Bratislava), 2006, vol. 30, p. 41–52.

ČERNÝ, J. *Vesnická sídla jako biocentra*. (Diplomová práce). České Budějovice, ZF JCU, 2006. 52 s.

DEDEK, P. *Vliv mýcení lužního lesa na střevlíkovité brouky*. (Bakalářská práce). Olomouc, Univerzita Palackého, 2004. 41 s.

DEDEK, P. *Ekology of carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae) in floodplain forest conditions*. (Diplomová práce). Olomouc, Univerzita Palackého, 2006. 64 s.

FARKAČ, J. Využití střevlíkovitých v bioindikaci. *Vesmír*, 1994, roč. 73, č. 10, s. 581–583.

HORÁK, P. *Epigeičtí střevlíkovití (Coleoptera: Carabidae) vybraných stanovišť v horní části údolí Rakovce*. (Diplomová práce). Brno, Masarykova univerzita, 2008. 96 s.

HŮRKA, K. *Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky*. Zlín, Kabourek, 1996. 565 s.

HŮRKA, K. – VESELÝ, P. – FARKAČ, J. Využití střevlíkovitých (*Coleoptera: Carabidae*) k indikaci kvality prostředí. *Klapalekiana*, 1996, roč. 32, s.15–26.

HŮRKA, K. *Střevlíkovití Carabidae I*. Praha, Academia, 1992. 196 s.

JARKLOVÁ, J. – PELIKÁN, J. *Ekologický slovník terminologický a výkladový*. Praha, Fortuna, 1999, 144 s. ISBN 80-7168-644-1

JENÍK, J., et al. Biodiverzita, udržitelný rozvoj horských oblastí; K udržitelnému rozvoji České republiky: vytváření podmínek. Sv. 1. *Zdroje a prostředí*. Praha, Univerzita Karlova v Praze, 2001, s. 242–259.

KRAJŇÁK, J. *Vliv chřadnutí horského smrkového lesa na společenstva epigeických brouků Šumavy*. (Diplomová práce). České Budějovice, ZF JCU, 2006. 73 s.

KRÁSENSKÝ, P. *Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých*. 2004. [cit. 20. 3. 2006] Přístup z: http://www.nature.cz/publik_syst/files12/III_05_Brouci.doc.

LÖVEI, GL. – SUNDERLAND, KD. Ecology and behavior of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*). *Annual Reviews Entomological*, 1996, vol. 41, p. 231–256.

LUFF, M. Use of carabids as environmental indicators in grasslands and cereal. *Annales Zoologici Fennici*, 1996, vol. 33, p. 185–195.

MARTIŠ, M. *Střevlíkovití brouci (Coleoptera, Carabidae) jako bioindikátory ekologické rovnováhy krajiny*. (Autoreferát disert. práce). Praha, UK, 1980. 25 s.

TER BRAAK, CJF. – ŠMILAUER, P. CANOCO release 4. Reference manual and users guide for CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination, Micro-computer Power, Ithaca N.Y. 1998.

THIELE, LU. *Carabid Beetles in Their Environment*. Berlin, Springer-Verlag, 1977. 369 p.

PŘÍLOHOVÁ ČÁST



Obr. 7. Schéma umístění pastí (červeně)



Obr. 8. Biotop trávníku (umělé travní společenstvo) v blízkosti parkoviště



Obr. 9. Biotop břehu vodní nádrže Lipno



Obr. 10. Detail zemní pasti



Obr. 11. Umístění zemní pasti v terénu (nepůsobí rušivě ani nepřitahuje zbytečnou pozornost)



Obr. 12. *Agonum lugens* (Duftschmid, 1812) – jediný zjištěný druh kategorie reliktnů prvního řádu – R1 (foto F. Köhler)



Obr. 13. *Pterostichus melanarius* (Illiger, 1798) – jednoznačně dominující expanzivní druh – E, lokalit břeh Lipna a parkoviště (foto F. Köhler)



Obr. 14. *Carabus scheidleri* (Panzer, 1799) – jeden z nejčastějších zástupců adaptabilních druhů – R2 (foto J. Dvořák)