

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Zemědělská fakulta**

**VLIV RŮZNÉHO MANAGEMENTU NA  
MIKROKLIMA A BIODIVERZITU EPIEGICKÝCH  
A HEMIPIEGICKÝCH BROUKŮ  
V MODELOVÝCH POVODÍCH NA ŠUMAVĚ**

Hana Chocová

Obor: Agroekologie

Diplomová práce

České Budějovice

Duben 2009

Vedoucí bakalářské práce:  
Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.  
katedra agroekologie

Konzultant: Ing. Jan Procházka, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použitou literaturu jsem řádně citovala.

V Českých Budějovicích 23. 4. 2009

.....

Poděkování patří především vedoucímu diplomové práce Doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc. za odborné vedení, a konzultantovi Ing. Janu Procházkovi, Ph.D., oběma pak za cenné rady, za ochotu a trpělivost při zpracování diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala Mgr. Ladě Záhlové, Ing. Jakobovi Bromovi, Ladislavu Havelkovi, kteří mi vycházeli vstříc při vzniku této práce.

## **SUMMARY**

Communities of epigeic beetles were studied on two water catchments with the different management in the submontaneous area of Bohemian Forest (South Bohemia, Czechia). The Mlýnský stream catchment was characteristic by high representation of unforested habitats (pastures and mowed meadows), Horský stream by higher proportion of forested habitats and non equal management (plots without management, mowed meadows). The microclimatic characteristics (average temperature, average humidity, average wind speed, average radiation) were measured. The method of pitfall trapping was used for beetle sampling. Beetles species were divided into two groups after its preferences to humidity: hygrophilous species and mesophilous species. The degree of human impact was studied by finding of frequency of species of different ecological groups. 57 species was found in the Mlýnský stream and 33 in the Horský stream. The activity of beetles was about five times higher in Mlýnský stream (511 individuals captured) than in the Horský stream (114 individuals found). Ubiquitous species prevail in Mlýnský stream and adaptive species in the Horský stream. Stenotopic species were found in the Mlýnský stream only. These results indicate less human impact in Horský stream than in the Mlýnský stream. Frequency of beetle species with the different requirement on the humidity in communities on studied plots indicates the dominance of mesophilous species in Mlýnský stream in comparison with Horský stream. Frequency of hygrophilous species was about three times higher in Horský stream than in Mlýnský stream. The intensity of management affected the beetle structure mainly on the less forested plot of Mlýnský stream. The structure of communities on plots with more intensive management differs from communities on plots with low management. Hygrophilous species prevail on plots with low management of the Mlýnský stream. The effect of management intensity is not documented in Horský stream with the greater proportion of trees.

**Key words:** epigeic beetles (*Coleoptera*); water catchment, microclimate, management, human impact, communities, species diversity

## **SOUHRN**

Společenstva epigeických brouků byla studována na dvou povodích v podhorském pásmu Šumavy, která se liší svým managementem. Povodí Mlýnského potoka je charakterizováno vysokým zastoupením odlesněných ploch (pastviny a kosené louky). Horský potok je z větší části zastoupen lesními plochami a odlišným managementem (plochy bez managementu, kosené louky). Byly měřeny mikroklimatologické charakteristiky (průměrná teplota, průměrná vlhkost, průměrná rychlost větru, průměrná radiace). Metoda zemních pastí byla použita pro odebrání vzorků brouků. Druhy brouků byly rozděleny na dvě skupiny podle preference k vlhkosti: hygrofilní druhy a mezofilní druhy. Vliv člověka byl studován pomocí frekvence druhů z různých ekologických skupin. 57 druhů bylo nalezeno v povodí Mlýnského potoka a 33 druhů v povodí Horského potoka. Aktivita brouků byla pětikrát vyšší v povodí Mlýnského potoka (511 jednotlivých ks) než v povodí Horského potoka (114 jednotlivých ks). Všudypřítomné (nenáročné) druhy převládají v povodí Mlýnského potoka a adaptabilní druhy v povodí Horského potoka. Stenotopní druhy byly nalezeny pouze v povodí Mlýnského potoka. Tyto výsledky ukazují, že povodí Horského potoka je ovlivněno člověkem méně, než povodí Mlýnského potoka. Frekvence druhů brouků s odlišnými nároky na vlhkost vykazují dominanci mezofilních druhů v povodí Mlýnského potoka ve srovnání s Horským potokem. Frekvence hygrofilních druhů byla třikrát vyšší v povodí Horského potoka než na Mlýnském. Intenzita managementu ovlivnila

strukturu brouků především v méně zalesněných plochách Mlýnského potoka. Struktura společenstev na plochách s více intenzivním managementem se liší od společenstev na plochách s nízkým managementem. V povodí Mlýnského potoka převládají na plochách s nízkým managementem druhy hygrofilní. Na Horském potoce s větším zastoupením stromů není vliv intenzivního managementu průkazný.

**Klíčová slova:** epigeičtí brouci (Coleoptera), povodí, mikroklima, management, lidský dopad, společenstva, druhová rozmanitost

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2. CÍL PRÁCE</b> .....	<b>6</b>
<b>3. LITERÁRNÍ REŠERŠE</b> .....	<b>8</b>
3.1 ŠUMAVA .....	8
3.1.1. Bezlesí na Šumavě a jeho význam .....	8
3.1.1.1. Kosené louky a pastviny .....	9
3.1.2. Mokřady a jejich význam .....	10
3.2. MIKROKLIMA .....	12
3.2.1. Sluneční záření .....	12
3.2.2. Energetická bilance krajiny .....	12
3.2.3. Teplota .....	12
3.2.4. Vlhkost vzduchu .....	13
3.2.5. Koloběh vody .....	13
3.2.6. Evapotranspirace .....	13
3.3. BIOINDIKACE A BIONDIKÁTORY .....	14
3.4. EPIGEIČTÍ A HEMIEDAFIČTÍ BROUCI A JEJICH NEJČASTĚJŠÍ POUŽITÍ V BIOINDIKACI .....	17
3.4.1. Střevlíkovití (Carabidae) .....	17
3.4.2. Drabčíkovití (Staphylinidae) .....	18
<b>4. MODELOVÉ ÚZEMÍ, METODIKA PRÁCE A MATERIÁL</b> .....	<b>19</b>
4.1. POPIS MODELOVÉHO ÚZEMÍ .....	19
4.2. VÝBĚR LOKALIT .....	22
4.3. METODIKA MĚŘENÍ MIKROKLIMATU .....	23
4.3.1. Stanovení energetické hodnoty biomasy, evapotranspirace a energetických toků .....	23
4.4. METODIKA SBĚRU BEZOBRATLÝCH .....	24
4.4.1. Rozdělení zjištěných taxonů (čeledí a druhů) podle jejich ekologických nároků (citlivost k mikroklimatu – vlhkosti) .....	25
4.4.2. Rozdělení zjištěných taxonů (čeledí a druhů) podle jejich ekologických nároků (citlivost k antropogenním vlivům) .....	25
4.4.3. Statistické zpracování výsledků .....	26
4.4.3.1. Ordinace společenstev brouků metodou CANOCO .....	26
<b>5. VÝSLEDKY</b> .....	<b>26</b>
5.1. MIKROKLIMATOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY MODELOVÝCH ÚZEMÍ .....	26
5.1.1. Vítr .....	28
5.1.2. Relativní vlhkost a teplota ovzduší .....	28
5.1.3. Energetická bilance .....	30
5.1.4. Primární produkce a energie vázaná v biomase .....	31
5.2. EPIGEIČTÍ BROUCI NA SLEDOVANÝCH BIOTOPECH .....	32
5.2.1. Zastoupení zjištěných čeledí .....	36
5.2.2. Ekologické nároky – mikroklima .....	39
5.2.3. Ekologické nároky – reliktnost .....	40
5.2.4. Statistické výsledky .....	42
5.2.4.1. Index antropogenního ovlivnění .....	46
5.2.5. Charakteristika jednotlivých čeledí a dominantních druhů .....	47
5.2.5.1. Reliktní druhy .....	59
<b>6. DISKUSE</b> .....	<b>61</b>
<b>7. ZÁVĚR</b> .....	<b>65</b>
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>67</b>
<b>9. PŘÍLOHY</b> .....	<b>73</b>

# 1. ÚVOD

Veškerý život na zemi spočívá na toku energie vyzařované sluncem do biosféry. Záření je tedy zdrojem energie, které ovlivňuje distribuci tepla, vody a organických látek. Příkon slunečního záření, které dopadá na horní hranici atmosféry osvětlené polokoule Země, se rovná přibližně  $1,8 \cdot 10^{14}$  kW. Tok energie slunečního záření k zemskému povrchu je pohlcován rostlinným pokryvem, povrchem půdy a vody (Larcher, 1988, Matejka a Huzulák, 1986). Rozhodující roli pro účinnou disipaci sluneční energie má vegetace a nezbytnou podmínkou je dostatečné množství vody v krajině pro evapotranspiraci. Vegetace je tak řídicím článkem pro fungování terestrických ekosystémů a voda představuje medium pro přeměnu energie, transportní a chemické procesy. Koloběh vody lze považovat za energetický převaděč, který umožňuje disipaci sluneční energie, tlumení teplotních výkyvů. Charakteristickými rysy dobře (setrvale) fungujících krajinných celků jsou efektivně uzavřené látkové cykly, vyrovnané odtokové poměry a minimalizované transportní ztráty látek (Procházka a kol., 2001, 2006). Tyto rysy se dají studovat ekosystémovými metodami, ale můžeme je postihnout i využitím bioindikátorů zdravotního stavu ekosystému. Jednou z metod ekologického monitoringu, kterou lze zjistit zdravotní stav ekosystému, změny v něm, resp. jeho narušenost či nenarušenost je bioindikace. Tato metoda vychází z faktu, že organismy citlivě reagují na změny v přírodním prostředí, které jsou často pro člověka nepostřehnutelné (Boháč, 1999a, 1999b).

Jako bioindikátory se dají používat nejrůznější organismy (např. lišejníky, řasy, vyšší rostliny, ryby, ptáci, atd.). Velmi často se také používají některé skupiny bezobratlých, např. brouků. Pro studium vlivu managementu se používají např. střevlíci (Carabidae) a drabčící (Staphylinidae), kteří obývají biotop lesa jako epigeické druhy (žijící na povrchu půdy) nebo hemiedafické druhy (žijící v půdě a na jejím povrchu) (Krajňák, 2006).

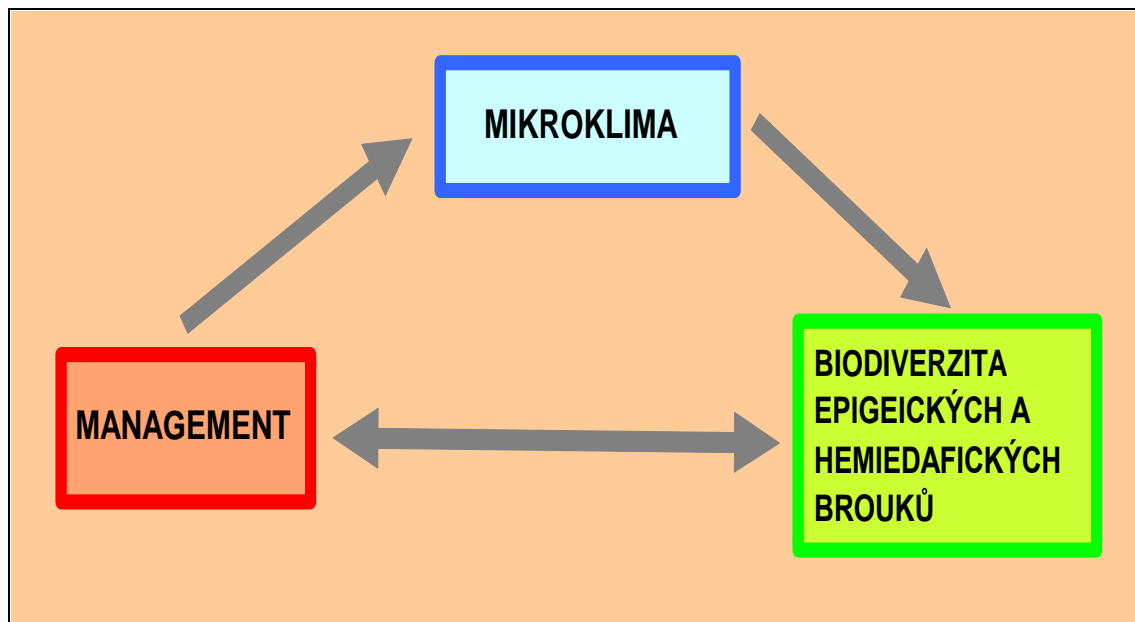
# 2. CÍL PRÁCE

Diplomová práce navazuje na moji bakalářskou práci, která byla zaměřena na hodnocení rozdílů v energetických tocích v závislosti na hospodaření člověka v krajině. Cílem mé diplomové práce je zjistit jak různý management může mít vliv na

mikroklima a výskyt epigeických a hemiedafických brouků v modelových povodích na Šumavě. Dílčími cíly diplomové práce bylo zjistit:

- Jak ovlivňuje management a mikroklima jednotlivých studovaných lokalit druhové složení a početnost brouků
- Jaký typ managementu je nejvhodnější z hlediska jejich ochrany (výskyt vzácných a ekologicky náročnějších druhů)
- Jak se liší charakteristiky společenstev brouků s různým managementem na modelových území v podhorské krajině Šumavy.
- Jaký druh managementu je vhodnější z hlediska ochrany výskytu vzácných, horských či dokonce chráněných druhů.

Základní hypotéza mé diplomové práce byla, že různý management, který ovlivňuje mikroklima na horských bezlesých lokalitách má významný vliv na společenstva epigeických a hemiedafických brouků (Obr. 1).



Obr.1. – Vzájemná vazba managementu, mikroklima a biodiverzity epigeických a hemiedafických brouků.



## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 ŠUMAVA

Význam Šumavy jak v regionálním tak i v širším měřítku, zejména z hlediska hydrologického a klimatologického byl znám odedávna. Podle Antonína Fleischera (1875) je Šumava považována za naši hlavní zásobárnu vody, a proto má velký vliv na klimatické poměry (Boháč, 2003a).

Národní park Šumava chrání území představující středoevropskou horskou krajinu. K nejcennějším přírodním společenstvům zde patří zejména rašeliniště, zbytky pralesovitých porostů horských lesů a ledovcová jezera (Horváthová a kol. 2007). Mnoho druhů rašeliništních rostlin a živočichů je chráněno mezinárodně (např. velký střevlík *Carabus menetriesi*. Další zvláštností je demontánní výskyt některých alpských prvků, např. některých druhů střevlíčků rodu *Nebria* (Boháč, 2005). Charakteristický ráz však Šumavě dává prolínání míst jen málo ovlivněných člověkem s krajinou člověkem utvářenou (Horváthová a kol. 2007).

#### 3.1.1. Bezlesí na Šumavě a jeho význam

Místa, kde se dřevinám přirozeně nelíbí a kde se pravděpodobně od poslední doby ledové nikdy ve větší míře nevyskytovaly, označujeme jako bezlesí primární. Primární bezlesí v krajině často představuje vzpomínku na doby dávno minulé a je útočištěm pro zbytek druhů, které se na něm drží už od dávných dob. V dnešní krajině je ho poskrovnu a je jejím cenným obohacením. Většinu bezlesí v krajině však představuje tzv. sekundární bezlesí. Nazývá se i bezlesím kulturním, protože stejně jako mnohé stavební památky či umělecká díla i ono je výsledkem lidské činnosti. Sekundární bezlesí vzniklo na úkor lesa, a pokud se o něj nepečuje, má les tendenci se zase vracet. Aby však nedocházelo k jeho znehodnocení, aby si udrželo svoji jedinečnost a cenu, pro kterou si zaslouží ochranu, je zapotřebí o něj pečovat správným způsobem (Horváthová a kol., 2007).

Převážnou část rozlohy Národního parku Šumava dnes zaujímá lesní vegetace (přes 80% rozlohy). Na bezlesé plochy připadá jen malý podíl, ale právě společenstva nelesních enkláv představují hlavní potenciál druhové pestrosti a rozmanitosti šumavské flóry. Na nelesní biotopy je vázána většina významných, ohrožených a zvláště

chráněných druhů rostlin vyskytujících se na Šumavě. Vzhledem k tomu, že vznik bezlesí na Šumavě byl z převážné části podmíněn lidským faktorem, je tedy jeho existence na lidské údržbě v podstatné míře závislá dodnes (Šraitová, Horváthová, 2006). Do bezlesí můžeme zařadit – mokřady (nejvýznamnější, často člověkem málo ovlivněné s cennou biodiverzitou). Dále jsou to i plochy člověkem obhospodařované (louky, pastviny). Následuje stručná charakteristika na základě literárních pramenů těchto rozdílných biotopů.

#### **3.1.1.1. Kosené louky a pastviny**

Při sečení je z porostu odstraňována většina biomasy, což podporuje růst i méně konkurenčně zdatných druhů a ve většině případů zajišťuje uchování druhové pestrosti porostu. Při cíleném managementu na lokalitách kde se vyskytují zvláště chráněné rostliny nebo živočichové, je termín sečení posunut na dobu, stanovenou jako optimální pro ochranu určitého druhu nebo společenstva (Mládek a kol., 2006).

Z hlediska půdní fauny i entomofauny nepředstavuje pastevní hospodaření jednoznačně negativní faktor vedoucí k ochuzování a degradaci společenstev těchto živočichů. Intenzivní pastva může v různé míře snižovat hustoty některých půdních živočichů, eliminovat některé druhy specificky vázané na povrchové struktury nepasených lučních porostů. Na druhé straně diverzifikace stanovištních podmínek v souvislosti s extenzivní pastvou může významně přispívat k diverzifikaci společenstev půdních bezobratlých i entomofauny (Anonymus 5).

V povodí Mlýnského potoka v rámci bezlesí (Obr. 2.) převládají druhově bohatší extenzivně obhospodařované pastviny svazu *Cynosurion* (pohánky) a druhově chudé polointenzivně obhospodařované trvale travní porosty (Procházka a Brom, 2006).



Obr. 2. - Kosené louky a pastviny na Šumavě (Mlýnský potok).

Obě povodí jsou srovnatelná rozlohou, expozicí, nadmořskou výškou a klimatickými podmínkami, liší se jen ve způsobu využití území (Tab. 1). Obecnou charakteristiku zastoupených rostlin v povodí Mlýnského a Horského potoka lze najít v příloze 2.)

Oblast	Plocha (ha)	Nadmořská výška (m.n.m.)	Nelesní plocha %	Management bezlesí
Mlýnský	214,1	784-884	90	Pastviny, kosené louky
Horský	201,7	826-1026	45	Plochy bez manag., kosené louky

Tab. 1. - Srovnání sledovaných území

### 3.1.2. Mokřady a jejich význam

Hydrologické funkce mokřadů jsou často spojovány s rozšířením představy , že to jsou v podstatě velké „houby“, zachycující a absorbující dešťové srážky, které v suchých obdobích zásobují krajinu uvolněnou vodou (Kolmanová a kol., 1999). Poskytují vhodné podmínky pro existenci specifických mokřadních organismů. Hostí rostliny a živočichy, kteří by bez mokřadů vyhynuli, navíc se v nich vyskytují mnohé vzácné druhy, vzácné právě dnes z důvodu dřívějšího masivního ničení mokřadů.

Mokřad má ale i další úlohy, některé i přímo zasahující do života společnosti. Jsou považovány za vysoce cenné biotopy.

Podle Ramsarské úmluvy v článku 1.1. je mokřad definována jako „území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozená i uměle vytvořená, trvalá či dočasná s vodou tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje šest metrů (Chytil a kol., 1999). Mokřady jsou velmi složitější než pouze vodní či suchozemský ekosystém, protože představují 3 fáze jako je vzduch, voda a půda. Mimo to, mají důležitý význam na změny vztahující se na prostor a čas. Přesto ve velkém měřítku vykazují jednotnost mokřadních rostlin, ale značnou odlišnost v mikroprostředí v prostoru a čase. Je to způsobené hlavně změnami výšek vodních hladin, na hustotě rostlin a hospodařením (Krolikowska a kol., 1998).

Necitlivé hospodaření člověka v krajině narušilo koloběh vody i jeho propojení s tokem energie a transportem látek. Nezbytným předpokladem pro snížení ztrát vody a látek z krajiny je obnova vegetace a vodou nasycených půd. Mokřady, jež účinně disipují energii v prostoru a čase, pomáhají zvlhčovat podnebí (Eiseltová, 1996).



Obr. 3. – Mokřady na Šumavě (Horský potok).

Na sledované části povodí Horského potoka (Obr. 3.) jsou zastoupeny druhově bohatá společenstva mokřatých luk a pramenišť podsvazu *Calthenion* (pcháče) a podsvazu *Filipendulenion* (tužebník), druhově nejbohatší společenstva rašelinných luk se značným zastoupením chráněných druhů rostlin (Procházka a Brom, 2006).

## **3.2. MIKROKLIMA**

### **3.2.1. Sluneční záření**

Sluneční záření pronikající do rostlinného porostu se mnohonásobně odráží, rozptyluje, částečně se absorbuje a částečně prochází listy, takže jenom malá část dosáhne povrchu půdy bez změny spektrálního složení. Tak vzniká v porostu radiační režim. Listy rostlin se vyznačují selektivní absorpcí sluneční energie (Matejka a Huzulák, 1986).

### **3.2.2. Energetická bilance krajiny**

Mezi zemí a atmosférou dochází k významné výměně záření dlouhovlnného. Složky zemského povrchu většinou velmi dobře přijímají a vydávají dlouhovlnné záření a mají tedy v této oblasti spektra vlastnosti absolutně černých těles. To znamená, že bez ohledu na barvu a různé vlastnosti ve vztahu ke krátkovlnnému záření pohlcují všechny druhy přirozených povrchů dlouhovlnné záření na ně dopadající téměř dokonale a vydávání energie závisí na jejich absolutní teplotě. Bilanci krátkovlnného a dlouhovlnného záření obecně vyjadřuje rovnice (směr toku k povrchu) (Penka, 1985). Tok energie slunečního záření k zemskému povrchu je pohlcován rostlinným pokryvem, povrchem půdy a vody. Čisté záření, spotřeba energie a tepelná výměna jsou hlavní faktory, jenž mají vliv na energetickou, a tím i na tepelnou bilanci rostlin. Odraz energie od povrchu (albedo) je daleko vyšší na odvodněných půdách než na půdách pokrytých vegetací v úzkém pásmu blízko horního povrchu porostu (Forman a Godron, 1993). V této aktivní vrstvě jsou teplotní rozdíly mezi různými rostlinnými částmi nejpatrnější a časová proměnlivost teplot je největší (Larcher, 1988). Ve dne má energetická bilance tento průběh: Na aktivní povrch dopadá přímé rozptýlené sluneční záření (krátkovlnné) a dlouhovlnné záření oblohy. V případě travního, keřového, případně lesního porostu, nepronikne na povrch žádné záření. V tom se liší od zemědělských kultur, které mají po značnou dobu během roku část půdy nepokrytou (Pokorný a Květ, 2001).

### **3.2.3. Teplota**

Teplota je termodynamická veličina, která udává stav termodynamické rovnováhy objektu. Může existovat stav rovnovážný i nerovnovážný. Teplota se vyjadřuje jako termodynamická teplota, jejíž jednotkou je Kelvin (K), který je

1/273,16 částí teploty trojného bodu vody (Havlíček a kol., 1986). Soustava, jenž má všechny tři fáze (tuhá, kapalná, plynná) v rovnováze, se nazývá trojný bod. Pro trojný bod je charakteristická teplota a tlak trojného bodu (Klouda, 2002). Nejběžněji se teplota vyjadřuje ve stupních Celsiových (°C) a stupních Fahrenheitových (°F). Termodynamická teplota se značí  $T$ , Celsiova  $t$ , mezi kterými je vztah :  $t = T - T_0$   
Kde  $T_0 = 273,16$  K (Havlíček a kol., 1986).

Rostliny jsou poikilotermní organismy (jejich vlastní teplota má tendenci přibližovat se teplotě okolí). Nadzemní části rostlin vyměňují energii se svým okolím, může se jejich teplota lišit od teploty vzduchu značně. Proto musí být tepelná výměna rostlin vždy dána do souvislosti s energetickou bilancí stanoviště (Larcher, 1988).

### **3.2.4. Vlhkost vzduchu**

Vlhkost vzduchu je množství vodních par které jsou ve vzduchu obsažené. Dostávají se do něj vypařováním vodních hladin a půdy. Díky vodním páram obsažených ve vzduchu vzniká oblačnost a srážky. Míru nasycení vzduchu vodní parou udává relativní vlhkost (poměr mezi skutečným obsahem vodních par a maximálním možným obsahem par při dané teplotě). Relativní vlhkost je udáván v procentech (%), kdy 100% relativní vlhkost znamená plné nasycení vzduchu vodní parou. Takový případ nastává např. při mlhách. V momentě kdy se pára obsažená ve vzduchu nasýtí vzniká rosný bod. Vlhkost vzduchu se měří vlhkoměrem neboli hygrometrem.

### **3.2.5. Koloběh vody**

Podmínkou vyrovnaného stavu vody v přírodě je její oběh. Působením tepla se voda vypařuje v množství přibližně  $518\ 600\ \text{km}^3$  a přechází do ovzduší jako vodní pára. Kondenzací vodních par v ovzduší se vznikají srážky, které v množství asi  $411\ 600\ \text{km}^3$  spadnou zpět do oceánů a moří a v množství asi  $107\ 000\ \text{km}^3$  na pevninu (Tlapák a kol., 1992 ). Po dopadu dešťových srážek se většina této vody zase vypaří rostlinami, volnou půdou a vodními plochami, zbytek se po povrchu či podzemní cestou dostává do vodních toků a opouští území (Martiš a Šolc, 1977).

### **3.2.6. Evapotranspirace**

Evapotranspirace je proces, který vrací vodu do atmosféry, a tudíž dokončuje hydrologický cyklus. Evapotranspirace je rozdělena do dvou subsystémů, evaporace a transpirace. Evaporace nezbytně nastává na povrchu vodní otevřené hladiny jako jsou

jezera, nádrže či louže, nebo z vegetace a půdního povrchu. Transpirace zahrnuje přemístění vody z půdy rostlinnými kořeny, jež transportují vodu rostlinou až do listu a vypařováním voda odchází do atmosféry (Ward, 1995). Faktory určující velikost evapotranspirace krajiny a porostů jsou teplota, relativní vzdušná vlhkost a pohyb vzduchu (Jelínek, Zicháček, 1999). Vysoká teplota signalizuje snížení evapotranspirace zatímco relativně nízká teplota signalizuje, že více sluneční energie je spotřebováno na evaporaci (Vymazal, 2001). Variabilita v evapotranspiraci je převážně dána rozdíly v zářivé energii a větru. Vlivem proudění vzduchu se ztenčuje hraniční vrstva na povrchu listu, v níž je vlhčí vzduch, a vytváří turbulence (promíchává vzduch) uvnitř zápoje. Vítr zrychluje difúzi vody z listu do okolního prostředí tím, že jeho vlivem se snižuje vlhkost v těsném okolí listu. Evaporace se více méně liší od evapotranspirace v závislosti na struktuře porostu a vodním režimu půd. Na obnažené půdě je výpar až třikrát vyšší než na louce nebo v lese. Proto se velmi mnoho autorů zabývalo metodami stanovení evapotranspirace a zejména pak výpočtem evapotranspirace jako jsou (Penmann 1948, 1956 a Monteith 1965, 1975, Penka, 1985).

### **3.3. BIOINDIKACE A BIODIVERSITÁTORŮ**

Popsat celkovou druhovou bohatost společenstva/ekosystému nebo celé geografické oblasti je velmi obtížné, protože organismů existuje i v relativně jednoduchých ekosystémech velké množství (Boháč, 1995). Někteří autoři (Paoletti, 1999) vidí perspektivu ve sledování indikátorů biodiversity. Indikátory jsou chápány jako měřitelné „náhražky“ pro sledování celkové biodiversity. Předpokládá se tak například, že dojde-li k ústupu nějakého indikátoru ze společenstva, druhová diversita se snižuje, což může být pravda, ale též nemusí, protože vždy rozhoduje konkrétní mechanismus, který změnu vyvolal (Boháč, 2003a).

Jako bioindikátory mohou sloužit různé skupiny organismů splňující určité předpoklady: citlivost a dostatečně rychlou reakci na změny vyvolané činností člověka, velký areál svého rozšíření, snadnost a ekonomickou dostupnost jejich sledování standartními metodami a relativní nezávislost zjištěných výsledků na velikosti vzorku. Jako příklad takových indikátorů biodiversity mohou například sloužit některé skupiny bezobratlých živočichů (např. střevlíkovití brouci). Takové indikátory je třeba sledovat na různých prostorových úrovních. Jsou to čtyři základní hierarchické úrovně genetická

úroveň, úroveň organismus a populace, úroveň společenstva a ekosystému a krajiny nebo biomu (Boháč, 2003a).

### **Brouci jako bioindikátory změn biotopů (vlivu managementu)**

Brouci představují nejen nejpočetnější řád hmyzu, ale i nejpočetnější řád v rámci celé živočišné říše (více než 350 000 druhů). Je to proto, že byli schopni se přizpůsobit se životu v nejrůznějších stanovištích souše, včetně půdy a podzemních prostor, ale i pro jejich poměrně dobrou schopnost adaptace k životu ve sladké vodě (Hůrka, 2005).

Pro využití drabčíkovitých jako indikátorů změn biodiverzity v biotopech mluví následující fakta:

1. Jsou stanoveny hlavní abiotické a biotické faktorů ovlivňujících strukturu společenstev drabčíkovitých ve středoevropské kulturní krajině (vlhkost, rostlinný pokryv, teplota, geologický substrát, dispersní schopnosti, predace a kompetice) (Boháč 1999a, Boháč, Matějčíček, Rous, 2003). To umožňuje lepší interpretaci ekologických výzkumů společenstev drabčíkovitých.
2. Zavedení drabčíkovitých brouků (Coleoptera, Staphylinidae) pro biomonitorování antropogenních vlivů v krajině střední Evropy (Boháč, 1999). Byla zavedena metoda ekologické analýzy společenstev. Tato metoda spočívá na rozdělení druhů ve společenstvech na ekologické skupiny podle jejich citlivosti a porovnání výsledků ve škále biotopů. Dále byly zavedeny další postupy ekologické analýzy společenstev (frekvence ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu, frekvence druhů s letní a zimní aktivitou, poměr okřídlených a neokřídlených druhů, různých skupin podle velikosti těla, termo a hygropreference a zoogeografického rozšíření). Drabčíkovití jsou v některých případech citlivější bioindikátory než střevlíci. Uvedená metoda je vhodná i pro další skupiny epigeických bezobratlých.
3. Zavedení biotického indexu antropogenního ovlivnění společenstev epigeických bezobratlých (Boháč, 1990, Boháč, Matějčíček, Rous, 2003). Tento index je úspěšně používán pro drabčíkovité a střevlíkovité brouky a může být použit pro další skupiny bezobratlých živočichů.
4. Zavedení systému životních forem drabčíků založeném na jejich potravní specializaci a prostorovém rozšíření v půdě. Tento systém umožňuje objektivnější posuzování změn



ve společenstvech drabčků a to nejen z hlediska změny počtu druhů a jedinců. Může být v modifikované formě použit pro střevlíkovité brouky.

5. Rozdělení drabčkovitých do velikostních skupin, umožňující popis velikostní struktury jejich společenstev. Toto dělení by mohlo v budoucnosti umožnit, kromě jiných ekologických charakteristik, posoudit konkurenci mezi třemi významnými a dominantními skupinami půdních bezobratlých – pavouky, střevlíky a drabčiky.

6. U společenstev drabčkovitých vybraných typů člověkem ovlivněných a neovlivněných ekosystémů byl popsán stupeň jejich antropogenního ovlivnění (Boháč 1999a, Boháč, Matějček, Rous, 2003). Byla zjištěna reakce drabčkovitých na některé vybrané způsoby managementu kulturní krajiny, zejména aplikaci hnojiv a některých pesticidů, strukturu kulturní krajiny a vesnických sídel, vliv imisí na vybrané biotopy, vliv odvodňování biotopů, vliv chřadnutí horských smrkových ekosystémů, atd. na společenstva drabčků.

7. Zjištění dlouhodobých změn ve fauně drabčkovitých hl. m. Prahy a pravděpodobných příčin vyhynutí některých druhů (Boháč & Matějček 2003b, Boháč, Matějček, Rous, 2003). Jedná se zejména o úpravu břehů, změny v lesním a zemědělském hospodaření, zarůstání krajiny a změna vodního režimu (absence kosení a pastvy), zánik pastvin, písčin, pískoven a přirozeného vodního režimu, změny ve využívání zemědělských budov, stájí a sklepů a přímá likvidace lokalit zástavbou. Tato zjištění mají význam z hlediska dlouhodobé strategie ochrany biodiverzity v Praze.

8. Zjištění, že některé potravní skupiny drabčkovitých významně kumulují některé těžké kovy (olovo, rtuť) a mohou být využity jako bioindikátory jejich zvýšeného obsahu v ekosystémech. Tyto druhy umožňují postup těchto těžkých kovů v potravních řetězcích (Boháč, 1999a, Boháč, Matějček, Rous, 2003)

Výskyt střevlíků a drabčků a struktura jejich společenstev závisí na kombinaci řady biotických a abiotických faktorů, na jejich migračních schopnostech a na kompetici s příbuznými skupinami (střevlíci). Z abiotických a biotických faktorů ovlivňují společenstva nejvíce vlhkost, charakter vegetace, teplota (nadmořská výška, expozice), geologický substrát, migrační schopnosti druhů, predace a kompetice a v neposlední řadě vliv člověka (management) (Boháč, 2003).

### **3.4. EPIGEIČTÍ A HEMIEDAFIČTÍ BROUCI A JEJICH NEJČASTĚJŠÍ POUŽITÍ V BIOINDIKACI**

Epigeičtí brouci jsou velmi citliví na stav vegetace jak v lesních biotopech tak i v bezlesí (Boháč, 1999). Střevlíkovití i drabčíkovití brouci patří k významným skupinám hmyzu používaným při bioindikačních studiích, zejména v krajinném měřítku. Je to způsobeno relativně jednoduchým způsobem odběru vzorků v terénu metodou zemních pastí a půdních vzorků (Absolon, 1993, Krásenský, 2004).

Epigeičtí brouci, zvláště střevlíkovití a drabčíkovití jsou neobyčejně různorodí, vyskytující se ve všech typech suchozemských ekosystémů. Hrají důležitou roli v kulturní krajině jako predátoři nebo i škůdci. Jsou používáni jako bioindikátory reagující na chemické polutanty (pesticidy, těžké kovy) nebo management (mokřady, pastviny) (Hopkins a kol., 2008).

V současné době je známo z České republiky 600 druhů střevlíkovitých a 1406 druhů drabčíkovitých brouků. Střevlíci a drabčici se vyskytují prakticky ve všech druhích terestrických ekosystémů. Řada druhů drabčíků vede také semiakvatický způsob života na nejrůznějších typech mokřadů. Asi polovina druhů žije v opadu a tvoří důležitou součást půdní fauny (Boháč, Matějček, Rous, 2003, Kolektiv, 2003 ).

#### **3.4.1. Střevlíkovití (Carabidae)**

K bioindikaci změn prostředí již byla navržena řada více či méně vhodných organismů. Použití střevlíkovitých jako bioindikátorů navrhl poprvé Heydemann (1995), a to v Německu pro podmínky agrocenóz. Výhodou využití střevlíkovitých je tradiční zájem širšího okruhu specialistů, dobře vypracovaná metodika sběru a determinace, bohatý literární a sbírkový fond a konečně i velký počet druhů (Hůrka a kol., 1996). Díky své sběratelské oblibě je čeleď Carabidae jednou z nejlépe prozkoumaných skupin hmyzu. Střevlíkovití brouci slouží již několik desítek let jako modelová skupina pro různé studie, především ekologické a biocenologické. Jedním z důvodů je jejich relativně dobrá identifikovatelnost a celkem dobrá znalost bionomie a ekologických nároků (Resl, 2003).

U většiny druhů je dobře známé jejich současné rozšíření i ekologické nároky. Střevlíkovití jsou považováni za jednu z nejvýznamnějších bioindikačních skupin

organismů a často se využívají při posuzování stavu přírodních i pozmeněných lokalit (Farkač, Král a Škorpík, 2005). Podle Purcharta a kol. (2006) jsou uplatňováni jako indikátoři znečištění prostředí imisemi, k indikaci urbanistického tlaku a narušení krajiny, protože jsou citliví na nejrůznější toxické látky, na změnu pH, teploty, světla, vlhkosti.

Střevlíkovití jsou také velmi citlivými indikátory změn vlhkostních poměrů v krajině. Nejdůležitějšími formačními skupinami biotopů pro střevlíkovité z hlediska výskytu ohrožených druhů jsou v pořadí podle jejich významu: sekundární trávníky a vřesoviště, mokřady a pobřežní vegetace, lesy, prameniště a rašeliniště, alpské bezlesí, skály a sutě. Tři druhy jsou vázány na biotopy silně ovlivněné a přeměněné člověkem (aleje). Nejdůležitějšími faktory podmiňujícími jejich výskyt je vlhkost, teplota, zastínění, typ vegetace a charakter půdního podkladu. Naprostá většina druhů žije a pohybuje se na povrchu půdy. Mnoho druhů je vázáno na vlhká až velmi vlhká stanoviště na březích vod. Na druhou stranu známe druhy vysloveně suchomilné žijících na suchých travnatých biotopech a písččných přesypech (např. *Masoreus wetterhallii*, Gyllenhal 1823). Některé specializované druhy dávají přednost životu na vegetaci. Zejména žijí na rákosí a jiných pobřežních rostlinách, na travinách a jiné vegetaci na sušších místech (Boháč 1999a, Boháč, Matějček, Rous, 2003).

### 3.4.2. Drabčíkovití (Staphylinidae)

Drabčáci se vyskytují prakticky ve všech druzích terestrických ekosystémů. Asi polovina druhů žije v opadu a tvoří důležitou součást půdní fauny. Jen asi 17,7 % druhů naší fauny patří k ubikvistním druhům vyskytujícími se i v člověkem silně ovlivněných biotopech. Naopak řada druhů je vázána na původní lesní porosty, mokřadní biotopy či lesostepní biotopy. Drabčáci jsou často vázáni svým výskytem na hnízda sociálního hmyzu či drobných savců a ptáků. 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. Z celkového počtu 1406 druhů vyskytující se na našem území bylo 129 druhů zařazeno mezi kriticky ohrožené (CR), 227 druhů mezi ohrožené (EN) a 204 druhů mezi zranitelné (VU) (Farkač, Král, Škorpík, 2005, Boháč, 2005).

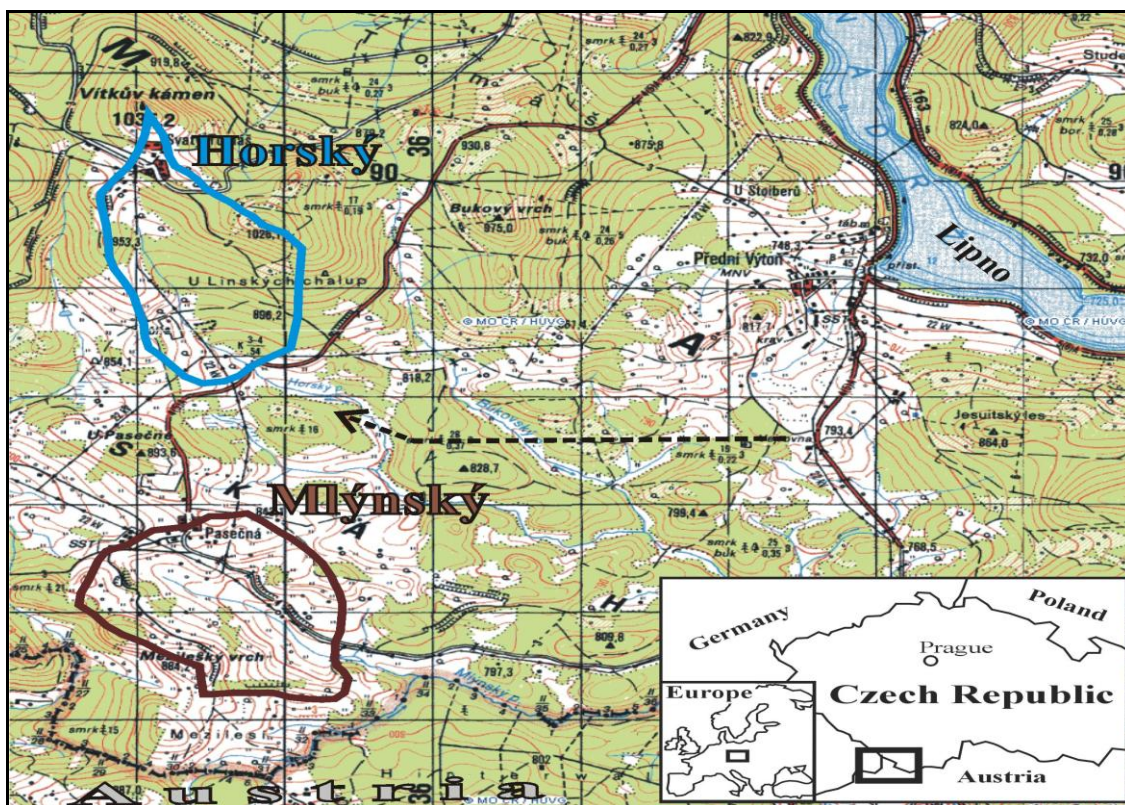
Boháč (Boháč, 1990, Boháč, 1999) navrhl index společenstev drabčků pro hodnocení antropogenních vlivů na ekosystém, který je počítán na základě rozdělení drabčků do ekologických skupin vzhledem k jejich vztahu k přirozenosti biotopu (Boháč, 2003d). Nejdůležitějšími formačními skupinami biotopů pro drabčíkovité z hlediska výskytu okrožených druhů jsou v pořadí podle jejich významu: lesy, mokřady a pobřežní vegetace, sekundární trávníky a vřesoviště, prameniště a rašeliniště, lesy, alpské bezlesí, skály a sutě, křoviny. Drabčíkovití jsou bionomicky velmi různorodá skupina vyskytující se prakticky ve všech typech terestrických biotopů. Řada mokřadních druhů může dlouhodobě přežívat i pod vodní hladinou. Na základě potravní specializace jsou drabčíkovití rozděleni do pěti tříd životních forem (Boháč 1999a, Boháč, Matějíček, Rous, 2003). Podle potravní specializace převládají mezi drabčíky zoofágové. Značnou část drabčků (předpoklad je kolem 20 % druhů naší fauny) však můžeme zařadit mezi mycetofágy nebo saprofágy. Menší část drabčků (kolem 10 % druhů naší fauny) je možné charakterizovat podle potravní specializace jako fytofágy nebo myrmekofily (Boháč, Matějíček, Rous, 2003).

## **4. MODELOVÉ ÚZEMÍ, METODIKA PRÁCE A MATERIÁL**

CHKO Šumava byla vyhlášena roku 1963 na ploše 1630 km<sup>2</sup> (zřízena výnosem MŠK ČSSR č. 53855/63 ze dne 27.12. 1963, zpřesněno výnosem MK ČSR č. 5954/75 ze dne 17.3. 1975 . V roce 1991 byl vyhlášen Národní park Šumava o výměře 680 km<sup>2</sup> nařízením vlády ČR č. 163/1991 Sb..

### **4.1. POPIS MODELOVÉHO ÚZEMÍ**

Zájmové území se nachází v CHKO Šumava a je součástí Trojmezenské hornatiny označované jako Svatotomášské pohoří. Obě vybraná povodí Mlýnského a Horského potoka náleží k povodí Dunaje (Obr. 4).



Obr. 4. - Sledovaná území na pravobřeží Lipna s vyznačením zájmových povodí.

Lipenské pravobřeží bylo osídlováno od 13. století. Vytvořila se postupně sídelní struktura založená na extenzivním využívání celého území. Poválečný odsun obyvatel německé národnosti, vybudování železné opony a přehradní nádrže Lipno oddělující tuto oblast od vnitrozemí byly příčinou zániku většiny sídel. Výrazně tak poklesla hustota obyvatelstva z původních 40 na 2.3 obyvatele na km<sup>2</sup>. Po dobu půl století zde probíhal specifický způsob hospodaření daný režimem hraničního pásma a odlišný od okolního území. Na většině dříve zemědělsky obhospodařovaných ploch povodí Horského potoka došlo k postupnému zalesnění převážně smrkem a byla navíc podstatná část území ponechána přirozené sukcesi. Pouze povodí Mlýnského potoka si dochovalo charakter zemědělsky využívaného území. Převažující pastevní hospodaření bylo provázáno systematickým odvodněním většiny bezlesích ploch (Procházka a kol., 2001). Z geologického hlediska lze zájmové území zařadit k moldanubiku. Dominantní postavení zde mají hnědé půdy kyselé, které zaujímají více než 95% plochy zemědělských půd (Chábera, 1978).

Území patří do oblasti chladné, klimatický okrsek mírně chladný s průměrnou roční teplotou 5,5 °C a s ročním úhrnem srážek 910 mm. Během vegetačního období je průměrná teplota 11,2 °C a srážky 550 mm, maximum srážek je posunuto do letního

období, minimum srážek je v lednu a zejména v únoru, průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou je 110, s průměrným maximem sněhové pokrývky 0,70 m (Brom, 2003).

V rámci sledovaného území byla vybrána dvě srovnatelná malá povodí, lišící se vegetačním pokryvem a způsobem využití. Povodí Mlýnského potoka (obr. 5.) bylo v minulosti systematicky odvodněno, potok napřímen a zahlouben. Dnes tvoří 90% plochy povodí polointenzivně obhospodařované louky a pastviny. Na podzim roku 1998 se uskutečnila revitalizace Mlýnského potoka, což umožňuje sledovat a hodnotit změny a výsledný efekt vlastní revitalizace (Procházka a kol, 1999).



Obr. 5. – Povodí Mlýnského potoka.

Povodí Horského potoka (obr. 6.) je více než z poloviny pokryto lesními porosty, zůstaly zde však z minulosti plochy bezlesí extenzivně obhospodařované a navíc zde vznikla plošně významná území přirozené sukcese (mokřady a mezofilní lada).



Obr. 6. – Niva Horského potoka.

## 4.2. VÝBĚR LOKALIT

Na povodí Horského a Mlýnského potoka byly vymezeny transekty. Zaměření příčných profilů přes povodí Mlýnského a Horského potoka proběhlo digitálním nivelačním přístrojem Zeiss-DiNi 22. Na ose profilu, bylo zvoleno 8 lokalit (M1-M8, Mlýnský potok a H1-H8, Horský potok) (Procházka a Brom, 2006). Fytocenologické snímkování a vyhodnocení produkce biomasy prováděla pro účely své bakalářské práce kolegyně L. Kissová, která se zabývala produkční charakteristikou porostů v závislosti na antropogenní činnosti. Mým úkolem bakalářské práce bylo vypracovat obecnou charakteristiku stanoviště a následně provést srovnávací měření. Na každé lokalitě byly vytyčeny 4 trvalé studijní plochy o výměře 1 m<sup>2</sup>, na kterých bylo v průběhu vegetační sezóny 2006 odebráno a zpracovááno celkem 264 vzorků biomasy. Na povodí Mlýnského potoka proběhlo během sezony celkem 5 odběrů nadzemní biomasy (příloha 1.). V povodí Horského potoka se odebírala biomasa pouze dvakrát. Měření teplot a vlhkostí bylo provedeno na 4 lokalitách v povodí Horského potoka a 5 v povodí Mlýnského potoka (zn. Comet). Na těchto plochách byl i charakterizován jejich stav pokryvnosti, výšky porostu a zastoupení převažujících rostlin. Vzhledem k způsobu hospodaření byla biomasa na Mlýnském povodí (pastvina) odebrána pětkrát za sezónu a na Horském (lado) dvakrát. U všech vzorků byla zjišťována hmotnost čerstvé biomasy a

po usušení (15 hodin při 85 °C) hmotnost sušiny (pro energetické bilance) (Procházka a Brom, 2006).

### 4.3. METODIKA MĚŘENÍ MIKROKLIMATU

V průběhu vegetační sezóny roku 2006 byly na obou sledovaných povodích měřeny vybrané mikrometeorologické charakteristiky pomocí automatických meteorologických stanic Vantage Pro (Davis Instruments – USA, obr. 7.). Teplota a relativní vlhkost byla měřena ve 2 m (s přesností  $\pm 0,5$  °C, resp.  $\pm 3\%$ ). Dále byla měřena krátkovlnná globální radiace, rychlost a směr větru a srážky. Hodnoty byly měřeny každých 15 minut. Na všech stanovištích byly měřeny teploty a relativní vlhkosti opět ve 2 m a na povrchu porostu. Teplota na povrchu půdy a 0,15 m pod půdním povrchem byla měřena na dvou stanovištích pro každé sledované povodí teplotním záznamníkem Comet. Pro zhodnocení množství srážek, rychlosti a směru větru byla použita pro měsíce červen, červenec a srpen opět data ze stanic Vantage Pro.



Obr.7. – Datalogger pro měření teplot a vlhkostí firmy Comet (vlevo) a automatická meteorologická stanice Vantage Pro (Davis Instruments – USA).

#### 4.3.1. Stanovení energetické hodnoty biomasy, evapotranspirace a energetických toků

##### Stanovení energetické hodnoty biomasy

Energetický obsah v biomase byl stanoven kalorimetricky na pracovišti ČZU v Praze (Dr. Hnilička – Katedra botaniky a fyziologie rostlin, AF) kalorimetrickým systémem C200, který je určen pro stanovení spalného tepla pevných materiálů a tekutin (Procházka a Brom, 2006).



## Stanovení evapotranspirace a energetických toků

Pro hodnocení evapotranspirace byla použita data která se měřila po 15 minutách. Měření byla provedena na obou povodích ve dnech 10. - 12.7. 2006. Poskytnutá LI-1400 pro zjištění dopadajícího a odraženého globálního záření na povodí Mlýnského byla zaznamenávána 10. – 12. 7. 2006 v 5ti minutovém intervalu. Hodnoty globální radiace a albeda měřené 11. – 12.7. 2006 v povodí Horského byly měřeny v 1hodinovém intervalu od 9:30 do 7:00 přístrojem Li-250A.

### 4.4. METODIKA SBĚRU BEZOBRATLÝCH

Na každé ploše Mlýnského (M1-M8) a Horského potoka (H1-H8) byla pokladena modifikace zemních pastí na odchyt bezobratlých podle (Krásenský, 2004). Zemní past (bílý plastový kelímek o průměru 7 cm) byl umístěna u červeného kolíku (příloha 3.) v hloubce cca 15 cm. Kelímek byl zčásti naplněn ethylenglykolem (Obr. 8.). Pasti byly zakopány 6. 6. 2006. Každý měsíc (červen až říjen) proběhl odběr zachycených bezobratlých. Celkem tedy proběhly čtyři odběry, a to 18. 7. 2006, 15. 8. 2006, 1. 9. 2006 a 10. 10. 2006. Na povodí Mlýnského potoka došlo k devastaci některých pastí pasoucím se stádem dobytka (příloha 4.).



Obr. 8. - Umístění zemní pastí.

Zachycení bezobratlí byly z pastí přes sítko umístěny do skleněných nádob s identifikačními údaji o místě a datu sběru. V laboratoři byly vzorky roztrženy a zařazeny do příslušné taxonomické skupiny. Brouci větších rozměrů byly určeny „pouhým okem“, pro přesné určení byla použita binokulární lupa. K určování epigeických a hemiedafických brouků (Coleoptera) byly použity určovací klíče (Hůrka, 2005, Hůrka, 1996) a Lohseho (1964) a Benicka (1974). Materiál byl určován vlastními silami a výsledky konzultovány s J. Boháčem. Část materiálu byla zpreparována na sucho jako dokladový materiál, zbytek byl uložen v 70 % alkoholu.

#### **4.4.1. Rozdělení zjištěných taxonů (čeledí a druhů) podle jejich ekologických nároků (citlivost k mikroklimatu – vlhkosti)**

Podle ekologických nároků na mikroklima (vlhkost), byly zjištěné druhy z povodí Mlýnského a Horského potoka rozděleny na druhy mezofilní (M) a hydrofilní (H).

#### **4.4.2. Rozdělení zjištěných taxonů (čeledí a druhů) podle jejich ekologických nároků (citlivost k antropogenním vlivům)**

Zjištěné druhy brouků byly rozděleny podle Boháče (2003d) do následujících skupin:

- **Skupina RI** zahrnuje druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka. Jedná se především o druhy s arktoalpinním, borealpinním a boreomontánním rozšířením, dále druhy charakteristické pro rašeliniště (tyrfobionti a tyrfofilové), druhy vyskytující se jen v původních lesních porostech, atd.
- **Skupina R2** zahrnuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků)
- **Skupina E** reprezentuje druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka.

Označení skupin je různé, označení RI používané Boháčem (2003d) se rovná označení R používaném Hůrkou, Veselým, Farkačem (1996), RII podle Boháče (2003d) se rovná skupině A podle Hůrky, Veselého, Farkače (1996), označení E podle Boháče (2003d) je totožné s označením E podle Hůrky, Veselého, Farkače (1996). Celkový postup rozdělení byl převzat podle Krajňáka (2006).

## INDEX ANTROPOGENNÍHO OVLIVNĚNÍ (I)

Vyhodnocení struktury společenstev brouků pro účely stanovení jejich antropogenního ovlivnění se provádí podle frekvence počtu exemplářů druhů jednotlivých ekologických skupin. Hodnota indexu tak umožňuje jedním číslem charakterizovat antropogenní ovlivnění biotopů bez porovnávání s náhodnými kontrolami (Boháč, 2003).

### 4.4.3. Statistické zpracování výsledků

Pro vyhodnocení výskytu druhů brouků (podle ekologických nároků na mikroklima a reliktnost) na jednotlivých plochách povodí Mlýnského (M1-M8) a Horského potoka (H1-H8) byla použita statistická analýza.

#### 4.4.3.1. Ordinace společenstev brouků metodou CANOCO

Pro statistické vyhodnocení materiálu brouků byl použit program CANOCO verze 4.51. Grafické výstupy byly pořízeny programy CANODRAW a CANOPOST (ter Braak & Šmilauer, 1998). Přímá RDA analýza byla použita pro porovnání výskytu brouků na plochách obou lokalit. Antropogenní vliv byl vyhodnocován na základě frekvence výskytu druhů podle reliktnosti výskytu (Boháč, 1999, Hůrka, Veselý & Farkač, 1996).

## 5. VÝSLEDKY

Výsledky se skládají ze dvou částí. První částí je kapitola 5.1., která představuje zjištěné mikroklimatické charakteristiky, kterými jsem se zabývala ve své bakalářské práci. Druhá kapitola 5.2. tvoří přehled zjištěných společenstev druhů epeigeických a hemiedafických brouků vyskytujících se v modelových povodích Mlýnského a Horského potoka. Kapitola 5.2.4. se zabývá statistickým vyhodnocením pomocí metody CANOCO.

### 5.1. MIKROKLIMATOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY MODELOVÝCH ÚZEMÍ

Průměrné teploty, relativní vlhkosti, rychlost větru, globální radiace a srážky byly za měsíc červen až srpen zpracovány do přehledné tabulky 2. a 3. Největší rozdíly v teplotách jsou za měsíc červen kdy na povodí Horského potoka dosahovala průměrná

teplota o něco nižších hodnot než na pastvině Mlýnského potoka a kde jsou naopak i nižší relativní vlhkosti. Povodí Mlýnského potoka ukazuje největší rozdíl v průměrné teplotě za měsíc červen, která je vyšší než na povodí Horského potoka. Zároveň ale dosahuje nižších hodnot relativní vlhkosti a mnohonásobně větší rychlosti větru. U globální radiace se hodnoty neliší. Nejvíce srážek napadlo za měsíc srpen.

Tab. 2. - Průměrné hodnoty teploty, vlhkosti, větru, radiace a srážek v povodí Horského potoka (hodnoty uvedené v závorkách představují směrodatnou odchylku naměřených hodnot) za rok 2006. Průměrné hodnoty za období červen-srpen jsou zaokrouhlené na celé číslo.

Horský potok	Červen	Červenec	Srpen	Průměr za červen - srpen
Průměrná teplota ve 2 m (°C)	11,39 (6,48)	17,9 (4,9)	12,1 (3,7)	14
Průměrná rel. Vlhkost ve 2 m (%)	78,6 (15,9)	78,9 (16,7)	87,9 (11,6)	82
Průměrná rychlost větru ve 2 m (m.s <sup>-1</sup> )	0,4 (0,5)	0,3 (0,5)	0,4 (0,5)	0,3
Průměrná globální radiace (W.m <sup>-2</sup> )	202,7 (259,9)	213,8 (271,7)	127,9 (199,8)	181
Srážky suma (mm)	91	66	148	---

Tab. 3. - Průměrné hodnoty teploty, vlhkosti, větru, radiace a srážek v povodí Mlýnského potoka (hodnoty uvedené v závorkách představují směrodatnou odchylku naměřených hodnot) za rok 2006. Průměrné hodnoty za období červen-srpen jsou zaokrouhlené na celé číslo.

Mlýnský potok	Červen	Červenec	Srpen	Průměr za červen - srpen
Průměrná teplota ve 2 m (°C)	13,66 (7,59)	17,84 (6,20)	12,32 (4,16)	15
Průměrná rel. vlhkost ve 2 m (%)	75,17 (17,28)	75,92 (18,14)	83,56 (11,73)	78
Průměrná rychlost větru ve 2 m (m.s <sup>-1</sup> )	1,07 (1,07)	0,78 (0,96)	1,59 (1,27)	1
Průměrná globální radiace (W.m <sup>-2</sup> )	201,8 (255,5)	214,3 (264,8)	129,0 (191,7)	182
Srážky suma (mm)	67	52	156	---

Z výsledků v tabulce 4. nejsou viditelné téměř žádné rozdíly v celkové sumě sluneční radiace mezi lokalitami. Nejvíce záření dopadlo za měsíc červenec 159 kWh.m<sup>-2</sup>, nejméně za měsíc srpen 96, resp. 95 kWh.m<sup>-2</sup>.

Tab. 4 . - Sumy globální radiace v kWh.m<sup>-2</sup> za měsíc červen až srpen za rok 2006

Suma globální radiace (kWh.m <sup>-2</sup> )	Měsíc	ČERVEN	ČERVENEC	SRPEN
	Mlýnský	145	159	96
	Horský	146	159	95

### 5.1.1. Vítr

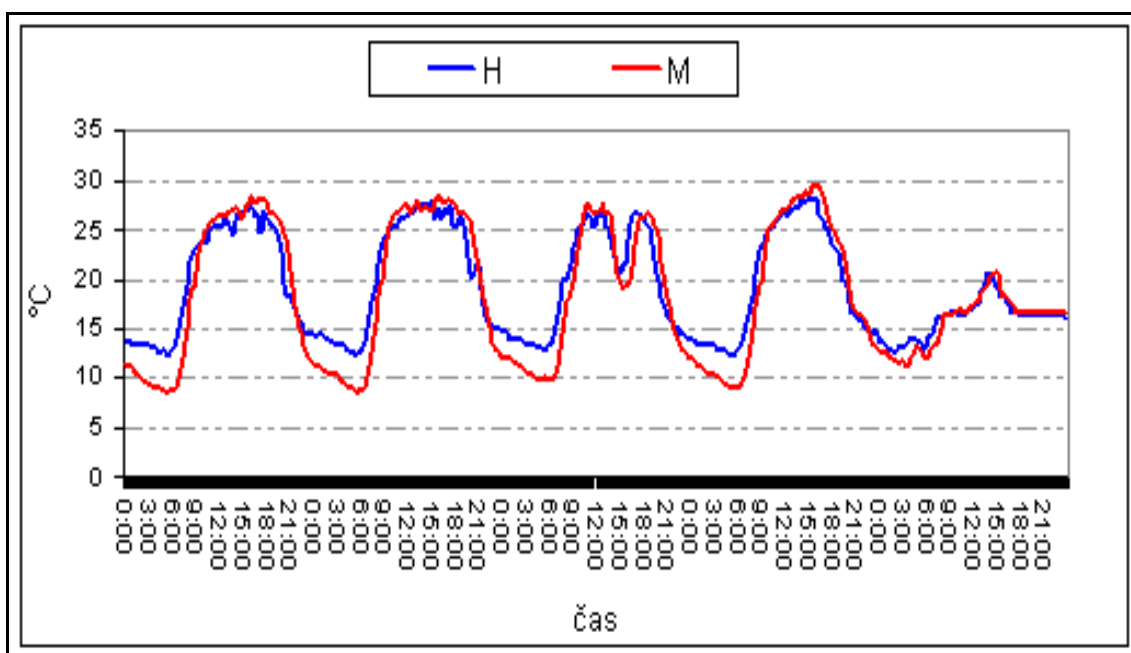
Výsledky zjištěné z měření větru (tab. 5.) ukazují, že hodnoty rychlosti větru jsou na obou lokalitách velmi rozdílné. V průměru jsou rychlosti na lokalitě Mlýnského potoka 2-4x vyšší než na lokalitě potoka Horského. Naproti tomu hodnoty směru větru jsou pro obě lokality velmi podobné. Zatímco v červenci bylo rozděleno proudění rovnoměrně mezi SV-VSV a ZJZ-JZ, tak v srpnu převládalo proudění JZ-Z.

Tab. 5. – Průměrné rychlosti větru (m.s<sup>-1</sup>).

Rychlost větru	ČERVEN	ČERVENEC	SRPEN
Horský	0,45	0,32	0,46
Mlýnský	1,07	0,78	1,59

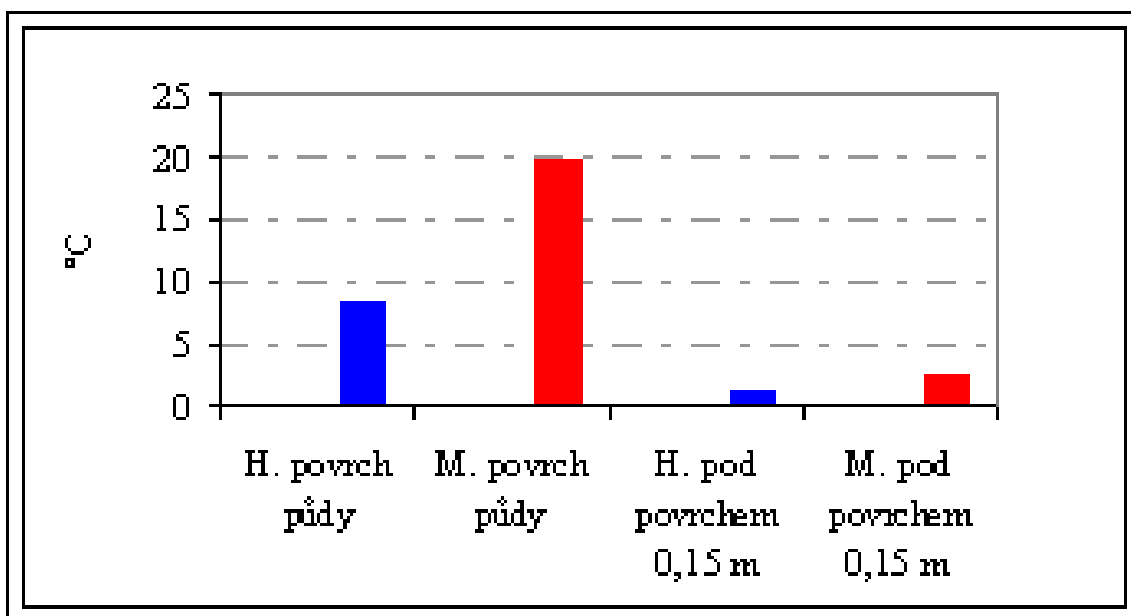
### 5.1.2. Relativní vlhkost a teplota ovzduší

Aby se daly tyto dvě charakteristiky pro sledované lokality co nejpřesněji porovnat (obr. 10.), bylo vybráno za měsíc červenec pět dní, kdy vítr dosahoval minimální rychlosti a sluneční radiace dosahovala nejvyšších hodnot. Tomu odpovídaly dny od 25. – 29. 7. 2006, kdy byl interval mezi měřeními opět 15 minut. Na průběhu teplot (obr. 10) v povodí Mlýnského potoka je vidět, že hodnoty dosahovaly vyšších výkyvů (amplitud) mezi dnem a nocí, na rozdíl od Horského povodí, kde jsou denní výkyvy nižší.



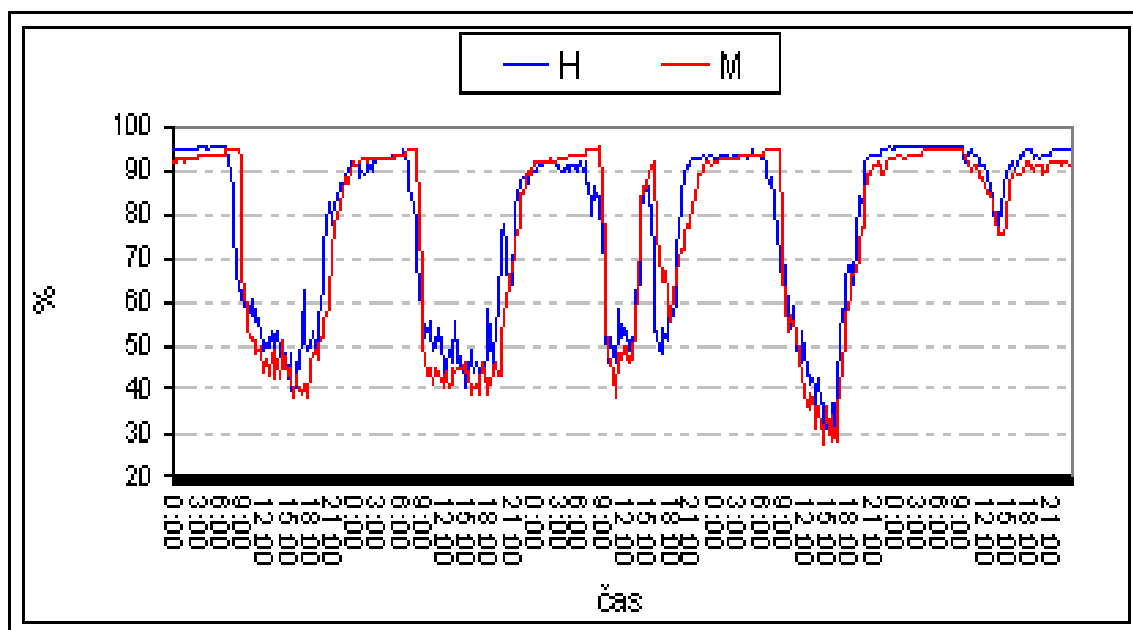
Obr. 10. – Průběh teplot ve 2 m na obou povodích v průběhu 24 hodin (25. – 29.7 2006).

Na obrázku 11. jsou znázorněny průměrné denní amplitudy, kdy na pastvině Mlýnského potoka jsou evidentně vyšší než v mokřadu na Horském povodí. Na povrchu půdy je rozdíl v amplitudě mezi lokalitami na povrchu půdy 11,3 °C a v půdě 1,5 °C.



Obr. 11. - Srovnání teplotních amplitud na povrchu a 0,15 m pod povrchem půdy (11. - 12. 7. 2006 od 9:30 – 18:00 a 4:00- 7:00 ).

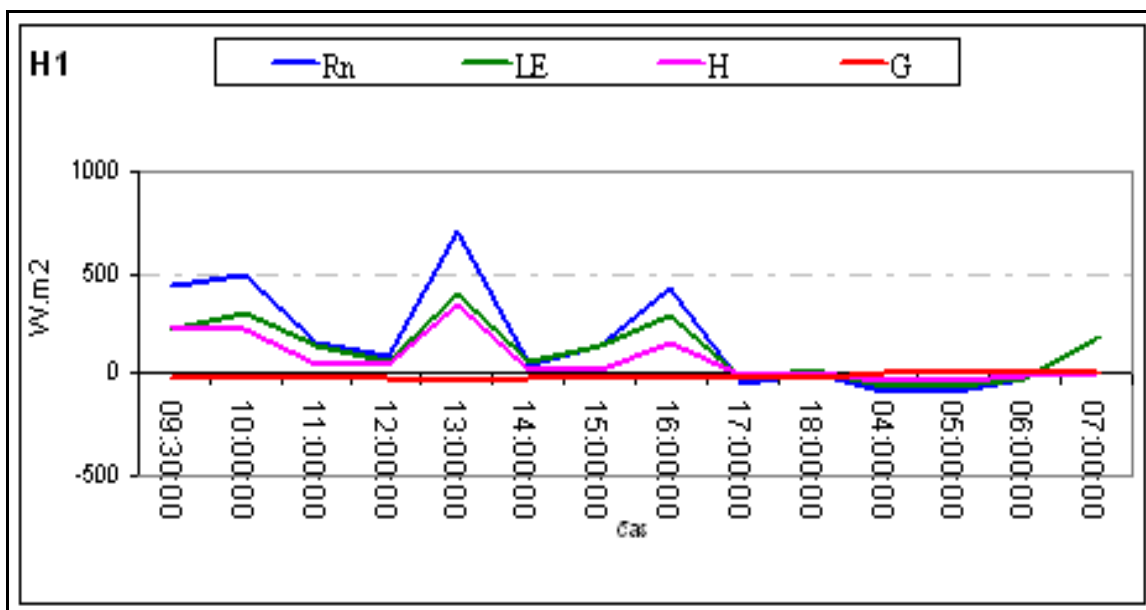
Hodnoty relativní vlhkosti (Obr. 12) byly na Mlýnském povodí nižší než na Horském, zejména přes den, kdy se zřejmě více projeví rozdíly ve vegetačním pokryvu a vodním režimu stanovišť.



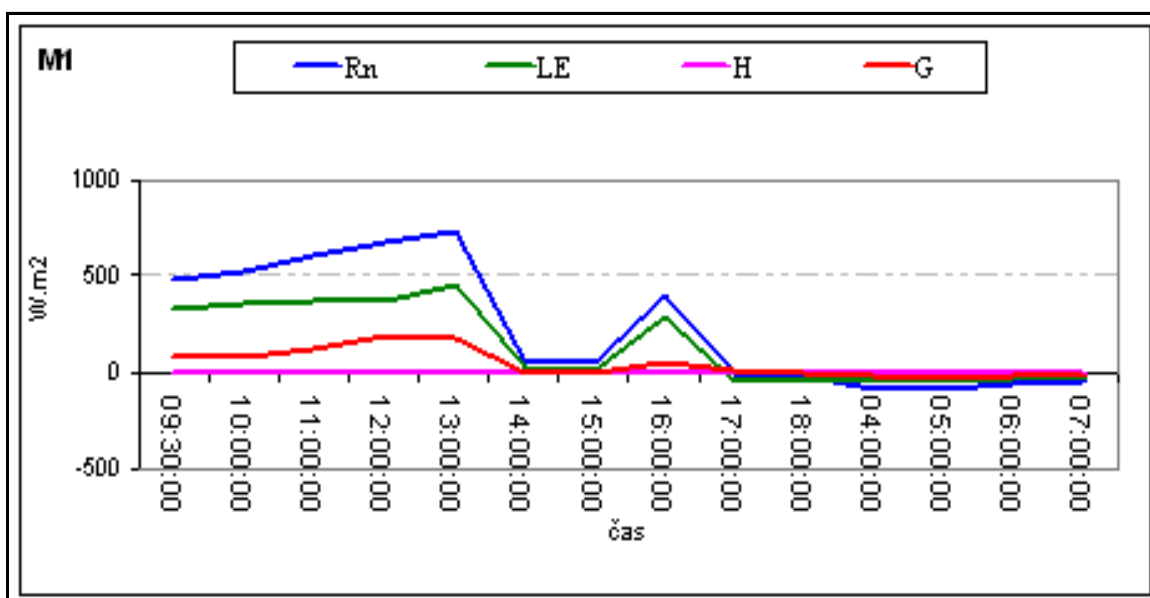
Obr. 12. - Průběh relativních vlhkostí ve 2 m na obou povodích (25. – 29. 7. 2006).

### 5.1.3. Energetická bilance

Pro srovnání vyjádření průběhů čisté radiace, zjevného a latentního tepla a toku tepla do půdy byly vybrány dvě plochy (M1 a H1). Z porovnání průběhů grafů (Obr. 13. a 14.) je zřejmé, že obě stanoviště dosahují maximálních hodnot radiace ( $R_n$ ) kolem 13. hodiny, obdobně je to i u zbývajících ukazatelů. Minimální hodnoty vykazují po 17. hodině, kdy mají až zápornou tendenci. U plochy M1 na pastvině jsou výrazně vyšší hodnoty toku tepla do půdy ( $G$ ) než na ploše H1 v mokřadu. Výraznější výkyvy v průbězích radiací má za následek střídavá oblačnost.



Obr. 13. - Průběh čisté radiace (Rn), zjevného (H) a latentního tepla (LE) a toku tepla do půdy (G) na H1 (11. - 12. 7. 2006 od 9:30 do 07:00).



Obr. 14. – Průběh čisté radiace (Rn), zjevného (H) a latentního tepla (LE) a toku tepla do půdy (G) na M1 (11. - 12. 7. 2006 od 9:30 do 07:00).

#### 5.1.4. Primární produkce a energie vázaná v biomase

Pro přehlednost byly výsledné hodnoty zpracovány do tabulky 6., kde se ze zjištěné netto energie a produkce biomasy získala energie v biomase a využití slunečního záření nadzemní biomasou. Z nich je patrné, že průměrná roční produkce nadzemní biomasy v sušině se v obou povodích pohybovala kolem 0,5 kg.m<sup>-2</sup>. Celková energie, která se v průběhu vegetační sezóny naváže do biomasy je něco málo přes 2



kWh.m<sup>-2</sup>. Za rok 2006 se tedy navázalo do nadzemní biomasy pouze kolem 0,3 % z dopadajícího slunečního záření.

Tab. 6.- Celková průměrná primární produkce a množství energie vázané v biomase.

Povodí	Produkce biomasy v (kg.m <sup>-2</sup> )	Energie v biomase (kWh.m <sup>-2</sup> )	Využití sluneční energie nadzemní biomasou (%)
Horský	0,51	2,17	0,32
Mlýnský	0,52	2,16	0,33

## 5. 2. EPIGEIČTÍ BROUCI NA SLEDOVANÝCH BIOTOPECH

Pro přehled byly vytvořeny tabulky (tab. 7. a 8.), které vyjadřují zjištěné čeledi z obou modelových území, zastoupení a počet jednotlivých druhů, místo jejich výskytu (plochy M1 – M8, H1- H8). Ekologické nároky (mikroklima, zastínění, relikt) všech druhů byly určeny na základě konzultace s J. Boháčem (mikroklima: H – hygrofilní druh, M – mezofilní druh a zastínění: Z – druh vyžadující zastínění, N – druh nevyžadující zastínění). Relikty vyjadřují písmena E – expanzivní, A - adaptabilní, R – reliktní druh (viz. kapitola 4.4.2).

Do tabulek byly vytvořeny zkratky zjištěných druhů. Každá zkratka se skládá ze 6ti písmen (první tři začáteční písmena z rodového a první tři začáteční písmena z druhového jména, př. *Cercyon analis* = *Cerana*). Aby se některé zkratky neshodovaly, nebo pro jejich lepší výslovnost se použily první čtyři začáteční písmena z rodového jména a první dvě začáteční písmena z druhového jména (př. *Bembidion lampros* = *Bembla*).

Pro účely mé diplomové práce jsem se zabývala ekologickými nároky na mikroklima a reliktnost druhů. Z tabulky 7. lze spočítat, že v povodí Mlýnského potoka se vyskytuje celkem 47 mezofilních a 10 hygrofilních druhů. Dále lze zjistit, že se zde vyskytovalo celkem 34 expanzivních druhů (E), 20 adaptabilních (A) a 3 reliktní druhy (R). V nivě Horského potoka (tabulka 8.) bylo zjištěno 14 mezofilních, 19 hygrofilních druhů a 12 expanzivních (E), 21 adaptabilních druhů (A). Reliktní druh (R) se zde nevyskytoval žádný.

Tab. 7. - Přehled zjištěných čeledí v povodí Mlýnského potoka. Příslušnost k mikroklimatu udávají zkratky (M – mezofilní, H – hygrofilní), k zastínění (Z – druh vyžadující zastínění, N – druh nevyžadující zastínění), relikty (E – expanzivní, A – adaptabilní, R – reliktní). Počet jednotlivých druhů a místo výskytu v jednotlivých plochách.

Mlýnský	zkratky	Plochy								relikty	mikroklima	zastínění	Celk. počet	
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8					
ČELEĎ/DRUH														
<b>Carabidae</b>														
<i>Carabus scheidleri scheidleri</i> Panzer, 1799	<i>Carsch</i>		+								A	M	N	1
<i>Carabus granulatus granulatus</i> Linnaeus, 1758	<i>Cargra</i>				+			+			E	M	N	2
<i>Carabus hortensis hortensis</i> Linnaeus, 1758	<i>Carhor</i>							+			A	M	Z	1
<i>Nebria rufescens</i> (Stroem, 1768)	<i>Nebruf</i>							+			R	H	N	1
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1755)	<i>Lorpil</i>			+							E	M	N	3
<i>Trechus splendens</i> Gemminger et Herold, 1786	<i>Trechsh</i>							+			A	H	Z	5
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	<i>Bembla</i>	+		+	+						E	H	N	27
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	<i>Poecve</i>	+		+				+			E	M	N	115
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	<i>Pterme</i>	+		+				+			A	M	N	27
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1789)	<i>Pterni</i>		+					+			E	H	N	16
<i>Pterosichus ovoideus</i> (Sturm, 1824)	<i>Pterov</i>			+							E	H	N	1
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	<i>Calfus</i>	+									A	M	N	5
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Calmel</i>	+	+	+				+	+		E	M	N	20
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	<i>Amarae</i>	+		+	+						E	M	N	22
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmid, 1812)	<i>Amafan</i>		+	+							E	M	N	3
<i>Amara montivaga</i> Sturm, 1825	<i>Amamon</i>	+	+	+							E	M	N	68
<i>Harpalus rubripes</i> (Duftschmid, 1812)	<i>Harpru</i>	+									E	M	N	1
<b>celkem</b>														<b>318</b>
<b>Hydrophilidae</b>														
<i>Cercyon analis</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Cerana</i>							+			E	H	N	3
<b>celkem</b>														<b>3</b>
<b>Histeridae</b>														
<i>Hister sepulchralis</i> Erichson, 1834	<i>Hissep</i>	+									E	M	N	2
<b>celkem</b>														<b>2</b>
<b>Silphidae</b>														
<i>Silpha obscura obscura</i> Linnaeus, 1758	<i>Silpob</i>			+				+			E	M	N	4
<b>celkem</b>														<b>4</b>
<b>Leiodidae</b>														
<i>Catops fuscus</i> (Panzer, 1794)	<i>Catfus</i>							+			A	M	Z	1
<i>Hydnobius multistriatus</i> (Gyllenhal, 1813)	<i>Hydmul</i>		+								R	M	Z	1
<b>celkem</b>														<b>2</b>
<b>Staphylinidae</b>														
<i>Olophrum assimile</i> (Paykull, 1800)	<i>Olopas</i>							+	+		A	M	Z	7
<i>Stenus providus</i> Erichson, 1839	<i>Stepro</i>			+							E	H	Z	1
<i>Rugilus mixtus</i> (Lohse, 1956)	<i>Rugmix</i>			+							R	M	N	1
<i>Philonthus carbonarius</i> (Gravenhorst, 1802)	<i>Philca</i>		+	+	+						E	M	N	7
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	<i>Philco</i>	+	+	+							E	M	N	21
<i>Philonthus laminatus</i> (Creutzer, 1799)	<i>Philam</i>	+		+							E	M	N	11
<i>Philonthus laevicollis</i> (Lacordaire, 1853)	<i>Philae</i>		+								A	M	N	2
<i>Philonthus mannerheimi</i> Fauvel, 1869	<i>Philma</i>		+								A	M	N	1
<i>Gabrius trossulus</i> (Nordmann, 1837)	<i>Gabtro</i>		+								A	H	N	1
<i>Staphylinus aeneocephalus</i> De Geer, 1774	<i>Stapae</i>								+		A	M	N	16
<i>Staphylinus fuscatus</i> Gravenhorst, 1802	<i>Stafus</i>	+									A	M	N	1
<i>Quedius paradisiensis</i> (Heer, 1839)	<i>Quedpa</i>			+							A	H	Z	1
<i>Mycetoporus clavicornis</i> (Stephens, 1832)	<i>Myccla</i>							+			A	M	Z	2
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Tachch</i>	+									E	M	N	2
<i>Tachinus corticinus</i> Gravenhorst, 1802	<i>Tachco</i>							+			E	M	N	2
<i>Tachinus signaticornis</i> (Gravenhorst, 1802)	<i>Tachsi</i>			+							E	M	N	76
<i>Dinaraea linearis</i> (Gravenhorst, 1802)	<i>Dinali</i>		+								E	M	N	1
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	<i>Athfun</i>			+							E	M	N	2
<b>celkem</b>														<b>155</b>

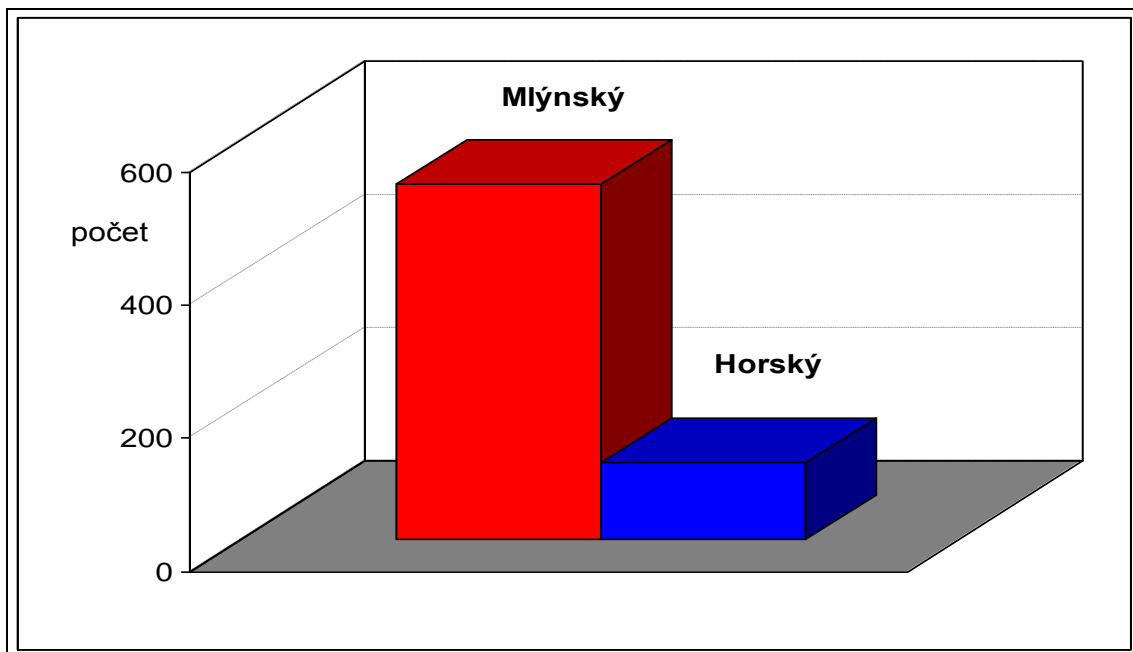
Tab. 7. pokračování - Přehled zjištěných čeledí v povodí Mlýnského potoka. Příslušnost k mikroklimatu udávají zkratky (M – mezofilní, H – hygrofilní), k zastínění (Z – druh vyžadující zastínění, N – druh nevyžadující zastínění), relikty (E – expanzivní, A – adaptabilní, R – reliktní). Počet jednotlivých druhů a místo výskytu v jednotlivých plochách

Mlýnský	zkratky	Plochy								relikty	mikroklima	zastínění	Celk. počet
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8				
ČELEĐ/DRUH													
<b>Geotrupidae</b>													
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Geoste</i>					+				E	M	Z	1
<i>Anoplotrupes stercorosus</i> (Hartmann in L. G. Scriba, 1791)	<i>Anoste</i>								+	E	M	Z	1
<b>celkem</b>													2
<b>Byrrhidae</b>													
<i>Byrrhus pilula</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Byrrpil</i>	+		+						E	M	N	4
<b>celkem</b>													4
<b>Elateridae</b>													
<i>Agripus murinus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Agrimu</i>	+								E	M	N	1
<i>Cidnopus aeruginosus</i> (Olivier, 1790)	<i>Cidaer</i>	+								A	M	Z	4
<i>Liotrichus affinis</i> (Paykull, 1800)	<i>Liotaf</i>		+							A	M	Z	2
<i>Agriotes obscurus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Agrobs</i>	+			+					E	M	Z	10
<b>celkem</b>													17
<b>Coccinellidae</b>													
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Proqua</i>				+					E	M	N	1
<b>celkem</b>													1
<b>Chrysomelidae</b>													
<i>Galeruca pomonae pomonae</i> (Scopoli, 1763)	<i>Galepo</i>						+			A	M	Z	1
<i>Galeruca tanaceti tanaceti</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Galeta</i>							+		A	M	Z	1
<i>Psylliodes affinis</i> (Paykull, 1799)	<i>Psylaf</i>			+		+				E	M	Z	3
<b>celkem</b>													5
<b>Curculionidae</b>													
<i>Apion spencei</i> Kirby, 1808	<i>Apispe</i>		+	+						E	M	N	4
<i>Apion fulvipes</i> (Fourcroy, 1785)	<i>Apiful</i>				+					E	M	N	1
<i>Sitona hispidulus</i> (Fabricius, 1776)	<i>Sithis</i>	+	+	+	+					E	M	N	8
<i>Sitona striatellus</i> Gyllenhal, 1834	<i>Sitost</i>					+				E	M	N	1
<i>Liparus glabrirostris</i> Küster, 1849	<i>Lipgla</i>				+					A	H	Z	1
<i>Hypera subspiciosa</i> (Herbst, 1795)	<i>Hypesu</i>							+		A	M	Z	1
<b>celkem</b>													16

Tab. 8. - Přehled zjištěných čeledí v nivě Horského potoka. Příslušnost k mikroklimatu udávají zkratky (M – mezofilní, H – hygrofilní), k zastínění (Z – druh vyžadující zastínění, N – druh nevyžadující zastínění), relikty (E – expanzivní, A - adaptabilní, R - reliktní). Počet jednotlivých druhů a místo výskytu v jednotlivých plochách.

Horský	zkratky	Plochy								relikty	mikroklima	zastínění	Celk. počet	
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8					
ČELEĎ/DRUH														
<b>Carabidae</b>														
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1755)	<i>Lorpil</i>									+	E	H		7
<i>Trechus splendens</i> Gemminger et Herold, 1786	<i>Trech</i>									+	A	H	Z	1
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	<i>Bembla</i>	+									E	H	N	1
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	<i>Poeve</i>					+	+			+	E	M	N	31
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	<i>Pterob</i>	+									A	M	Z	2
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	<i>Ptenig</i>		+				+	+	+		A	M	N	9
<i>Pterostichus nigrita</i> (Paykull, 1789)	<i>Pterni</i>		+								E	H	N	1
<i>Pterosichus ovoideus</i> (Sturm, 1824)	<i>Pterov</i>		+								A	H	N	1
<i>Pterostichus pumilio</i> (Dejean, 1828)	<i>Pterpu</i>							+			A	M	Z	1
<i>Europhilus fuliginosus</i> (Panter, 1809)	<i>Eurofu</i>									+	A	H	Z	3
<i>Oodes helopoides</i> (Fabricius, 1792)	<i>Oodhel</i>	+		+				+	+		A	H	N	5
<b>celkem</b>														<b>62</b>
<b>Dytiscidae</b>														
<i>Agabus congener</i> (Thunberg, 1794)	<i>Agacon</i>						+				A	H	N	1
<b>celkem</b>														<b>1</b>
<b>Hydrophilidae</b>														
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Hydfus</i>					+					E	H	N	1
<i>Anacaena limbata</i> (Fabricius, 1792)	<i>Analim</i>					+					E	H	N	1
<i>Laccobius minutus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lacmin</i>						+				A	H	N	1
<b>celkem</b>														<b>3</b>
<b>Silphidae</b>														
<i>Phosphuga atrata atrata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Phosat</i>						+		+		A	M	Z	2
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784	<i>Nicrve</i>		+								E	M	N	1
<b>celkem</b>														<b>3</b>
<b>Staphylinidae</b>														
<i>Olophrum assimile</i> (Paykull, 1800)	<i>Olopas</i>	+		+							A	M	Z	6
<i>Anotylus sculpturatus</i> (Gravenhorst, 1806)	<i>Anoscu</i>			+							E	M	N	1
<i>Stenus biguttatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Stebig</i>								+		E	H	N	1
<i>Quedius fuliginosus</i> (Gravenhorst, 1802)	<i>Quedfu</i>	+									A	H	Z	1
<i>Quedius umbrinus</i> Erichson, 1839	<i>Quedum</i>	+									A	H	Z	2
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	<i>Drucan</i>	+									E	M	N	6
<i>Ocalea picata</i> (Kirby, 1832)	<i>Ocapic</i>	+									A	H	N	1
<b>celkem</b>														<b>18</b>
<b>Chrysomelidae</b>														
<i>Plateumaris braccata</i> (Scopoli, 1772)	<i>Plabra</i>			+	+	+			+	+	A	H	Z	14
<i>Plateumaris consimilis</i> (Schrank, 1781)	<i>Placon</i>		+						+	+	A	H	Z	2
<i>Galeruca pomonae pomonae</i> (Scopoli, 1763)	<i>Galepo</i>	+									A	M	Z	3
<i>Crepidodera fulvicornis</i> (Fabricius, 1792)	<i>Creful</i>	+									A	M	Z	1
<i>Chaetocnema hortensis hortensis</i> (Geoffroy, 1785)	<i>Chahor</i>								+		E	M	N	1
<b>celkem</b>														<b>21</b>
<b>Curculionidae</b>														
<i>Otiorhynchus scaber</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Otisca</i>									+	E	M	N	1
<i>Rhinomias forticornis</i> (Boheman, 1843)	<i>Rhifor</i>	+							+		A	M	Z	3
<i>Liophloeus lentus</i> Germar, 1824	<i>Liolen</i>	+									A	H	Z	1
<i>Pelenomus quadricorniger</i> (Colonnelli, 1986)	<i>Pelqua</i>		+								A	H	Z	1
<b>celkem</b>														<b>6</b>

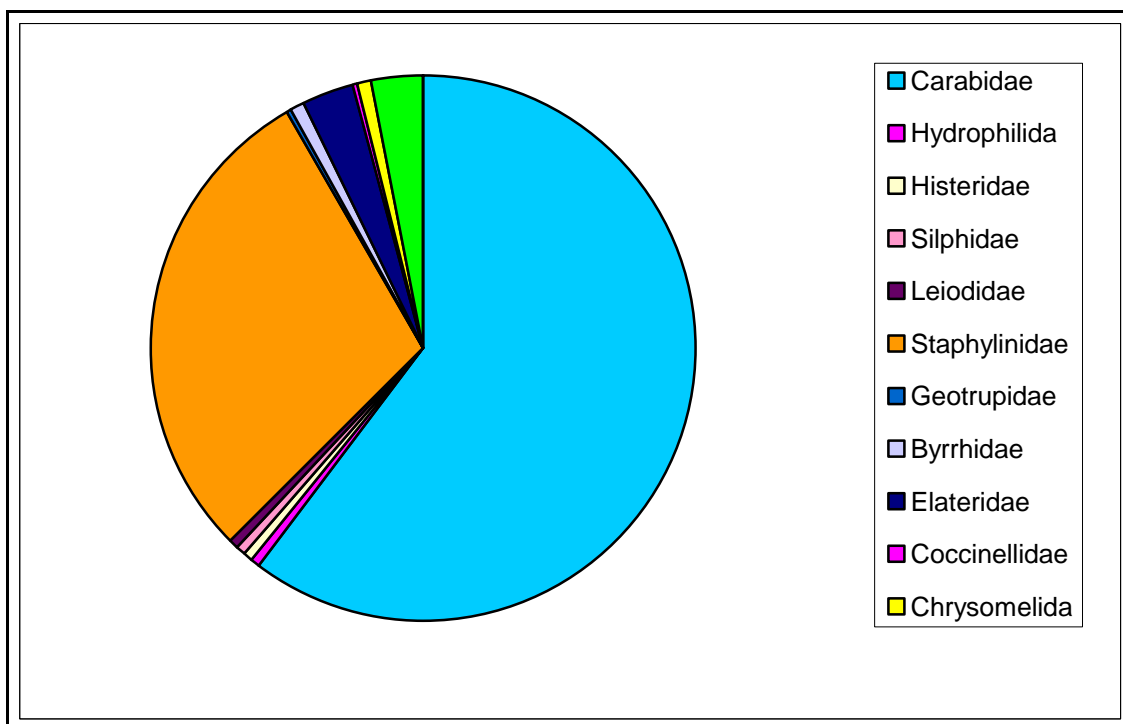
Následující graf (obr. 15.) znázorňuje celkový počet zachycených epigeických a hemiedafických brouků v povodí Mlýnského a Horského potoka. Na povodí Mlýnského potoka byl zjištěno 3-4krát větší počet těchto brouků. Zastoupení všech zjištěných druhů na jednotlivých plochách v obou povodích je graficky znázorněno v příloze 5. a 6.



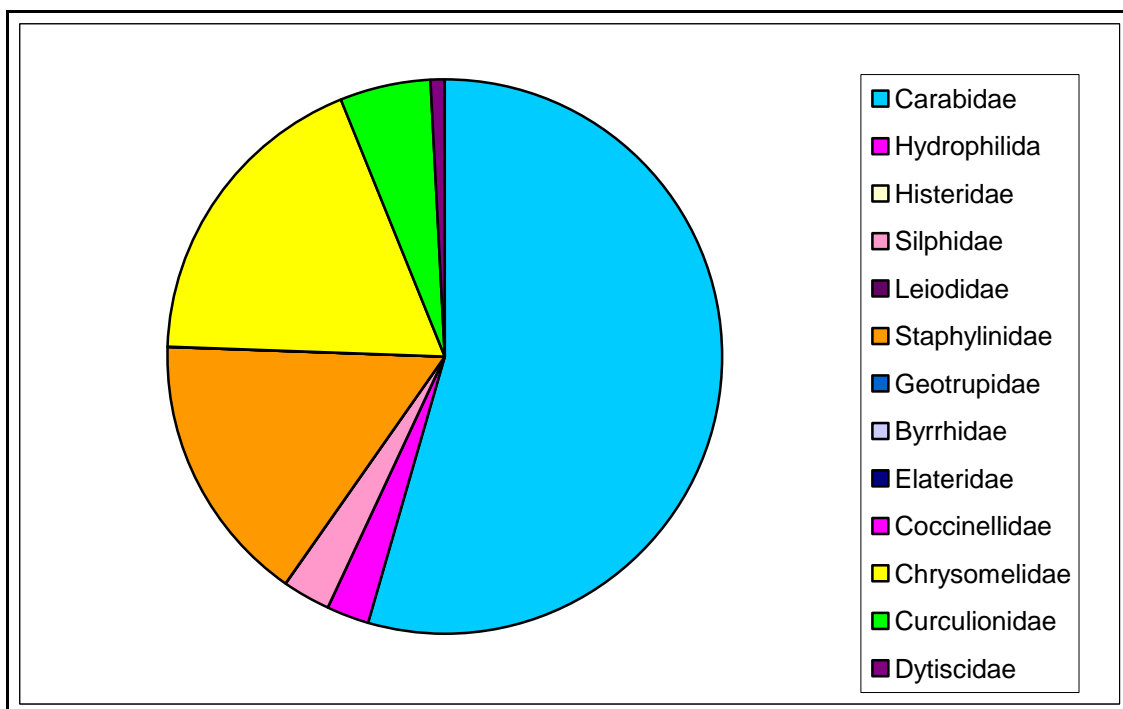
Obr. 15. - Srovnání celkového počtu nalezených druhů v povodí Mlýnského i Horského potoka.

### 5.2.1. Zastoupení zjištěných čeledí

Obrázek 16. a 17. graficky znázorňuje zastoupení zjištěných druhů v čeledích. V povodí Mlýnského potoka dominují dvě čeledi Carabidae, Staphylinidae. V nivě Horského potoka pak čeledi Carabidae, Chrysomelidae.



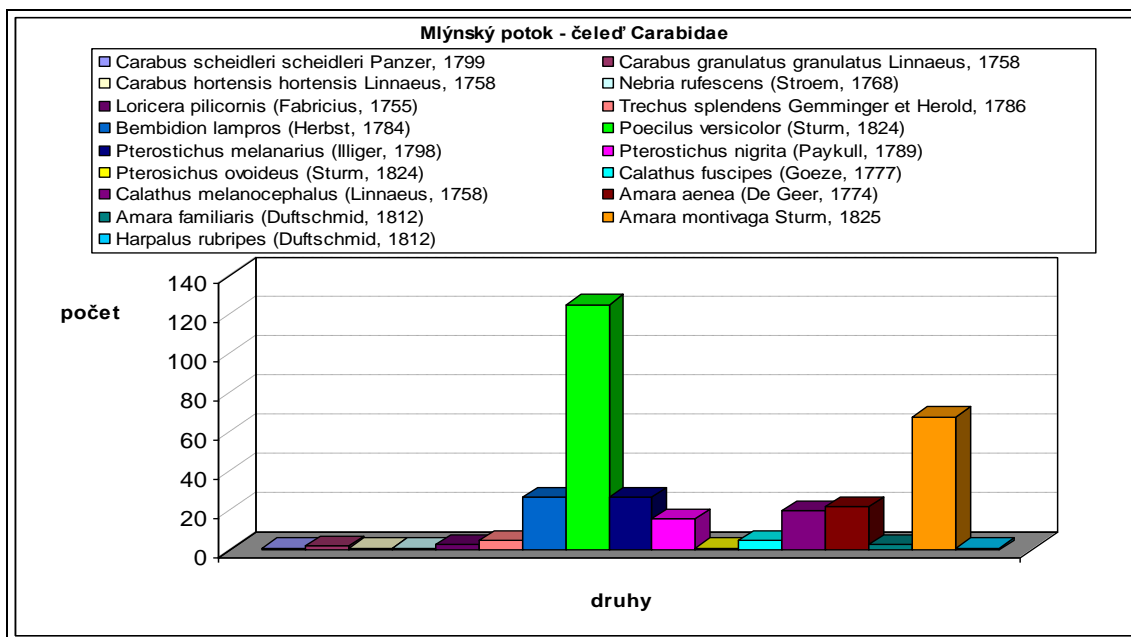
Obr. 16.- Přehled zjištěných druhů v čeledích (povodí Mlýnského potoka)



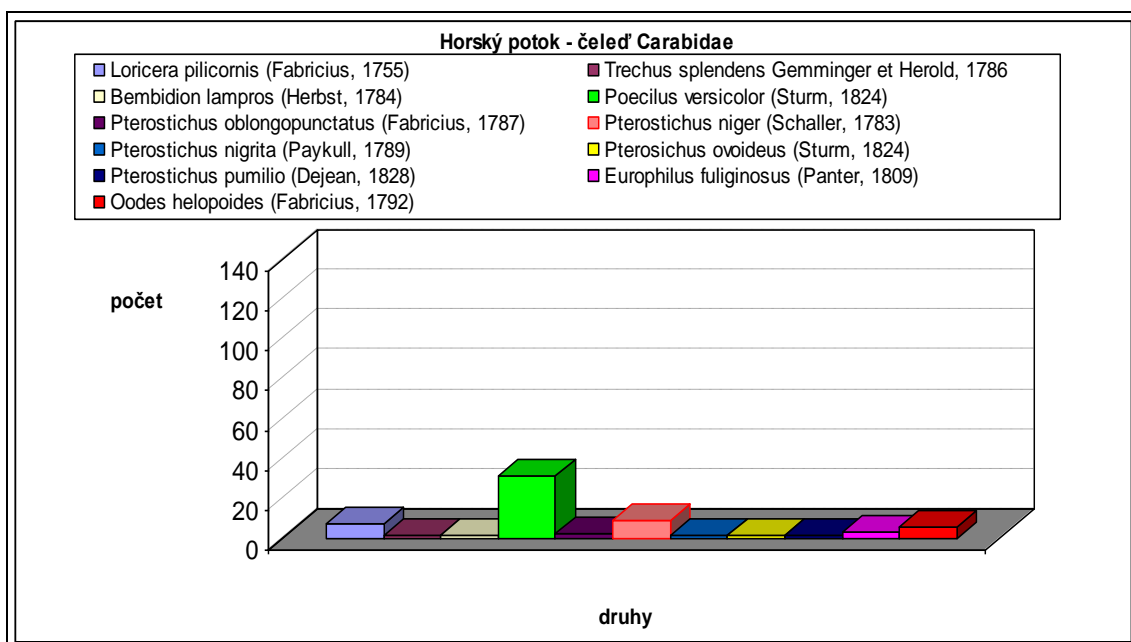
Obr. 17. - Přehled zjištěných druhů v čeledích (nivě Horského potoka)

Z obrázků 16. a 17. je zřetelně vidět, že na obou modelových územích byla zjištěna dominance čeledi Carabidae. Pro porovnání, který druh z čeledi Carabidae se v každé lokalitě vyskytoval v nejhojnějším počtu byly vytvořeny grafy (obr. 18. a 19.). Obrázek 18. ukazuje, že v povodí Mlýnského potoka dominoval druh *Poecilus*

*versicolor* a *Amara montivaga*. V nivě Horského potoka (obr. 19.) shodně dominoval druh *Poecilus versicolor* a druh *Pterostichus niger*. Tyto dominantní druhy jsou stručně popsány v kapitole 5.2.5. V povodí Mlýnského potoka byl zjištěn v ploše M2 *Carabus scheidleri* (1ks), který je zařazen do chráněných druhů ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb. Podle příslušného stupně ohrožení se řadí do skupiny ohrožených druhů. *Carabus scheidleri* není uveden v červeném seznamu ohrožených druhů ČR. Jeho stručná charakteristika je popsána v kapitole 5.2.5.



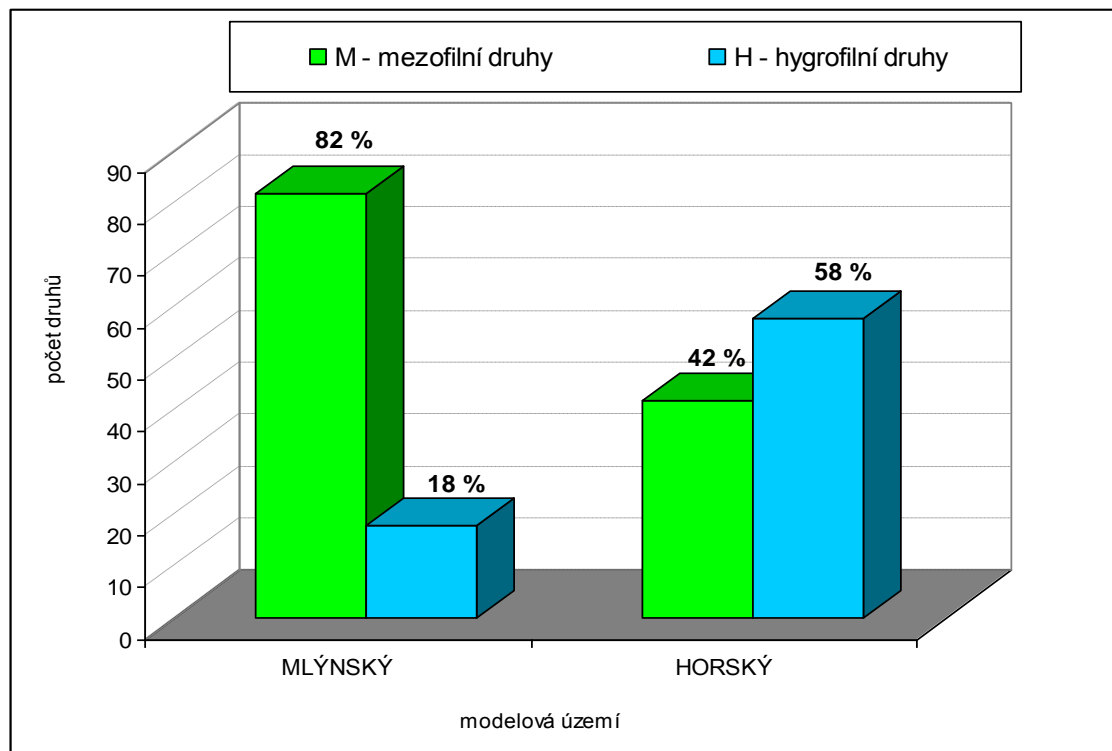
Obr. 18. – Přehled zjištěných druhů čeledi Carabidae na povodí Mlýnského potoka.



Obr. 19. - Přehled zjištěných druhů čeledi Carabidae v nivě Horského potoka.

## 5.2.2. Ekologické nároky – mikroklima

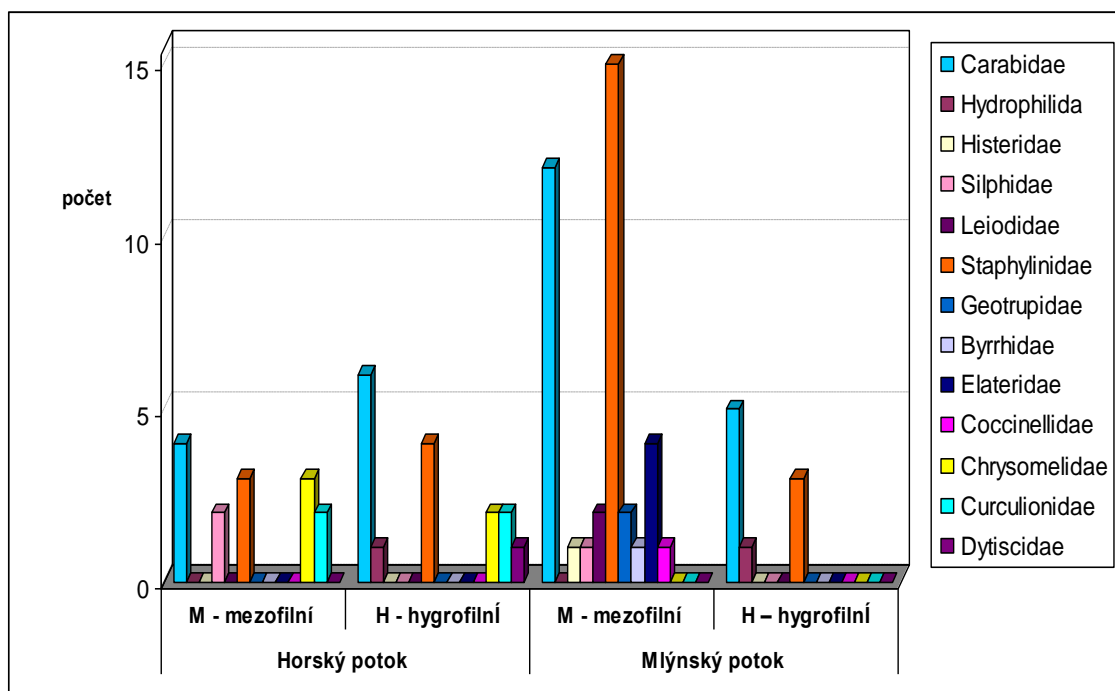
Obrázek 20. vyjadřuje zastoupení (%) hygrofilních a mezofilních druhů na obou lokalitách, kdy na Mlýnském povodí zřetelně dominují druhy mezofilní (82%). V nivě Horského potoka převládají druhy hygrofilní (58%).



Obr. 20. - Zastoupení (%) hygrofilních a mezofilních druhů na povodí Mlýnského a Horského potoka.

Obrázek 21. vykazuje nejvyšší zastoupení mezofilních druhů z povodí Mlýnského potoka dosahují čeledi Carabidae, Staphylinidae, Elateridae a hygrofilní druhy dominují v čeledi Carabidae a Staphylinidae. V nivě Horského potoka jsou nejvíce zastoupeny hygrofilní druhy čeledi Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, Curculionidae a mezofilní druhy čeledi Carabidae, Chrysomelidae, Staphylinidae.

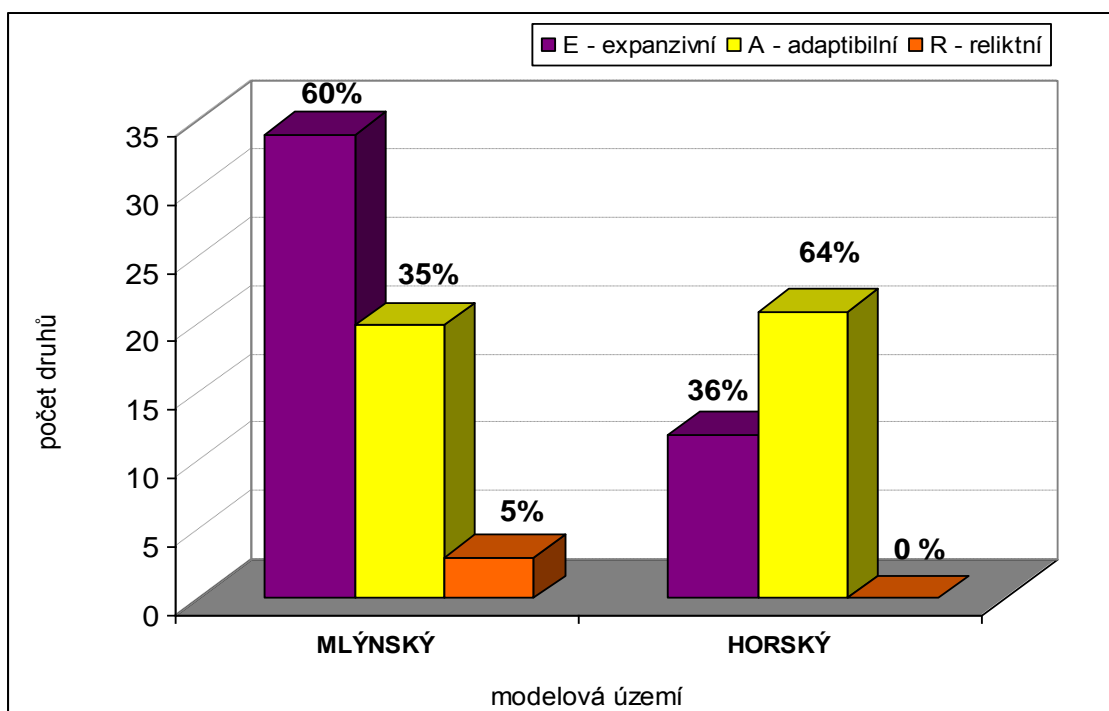




Obr. 21. – Vzájemné porovnání zjištěných čeledí na obou povodích Mlýnského i Horského potoka v závislosti na mikroklima.

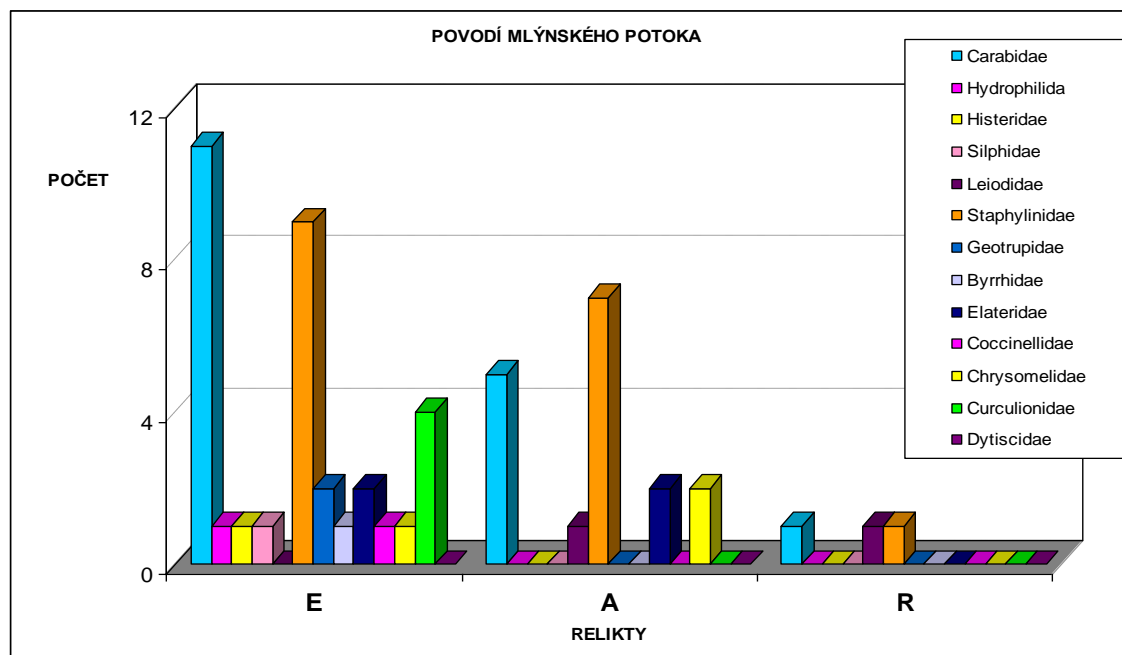
### 5.2.3. Ekologické nároky – reliktnost

Obrázek 22. vyjadřuje celkové zastoupení expanzivních (E), adaptabilních (A) a reliktních (R) druhů v obou lokalitách. V povodí Mlýnského potoka převládají druhy (E) expanzivní = 60%, adaptabilní (A) = 35% a druhy reliktní (R) = 5%. V nivě Horského potoka dominují druhy adaptabilní (A) = 64%. Druhy expanzivní se vyskytují z 36%, nebyl zde nalezen žádný druh reliktní (R).



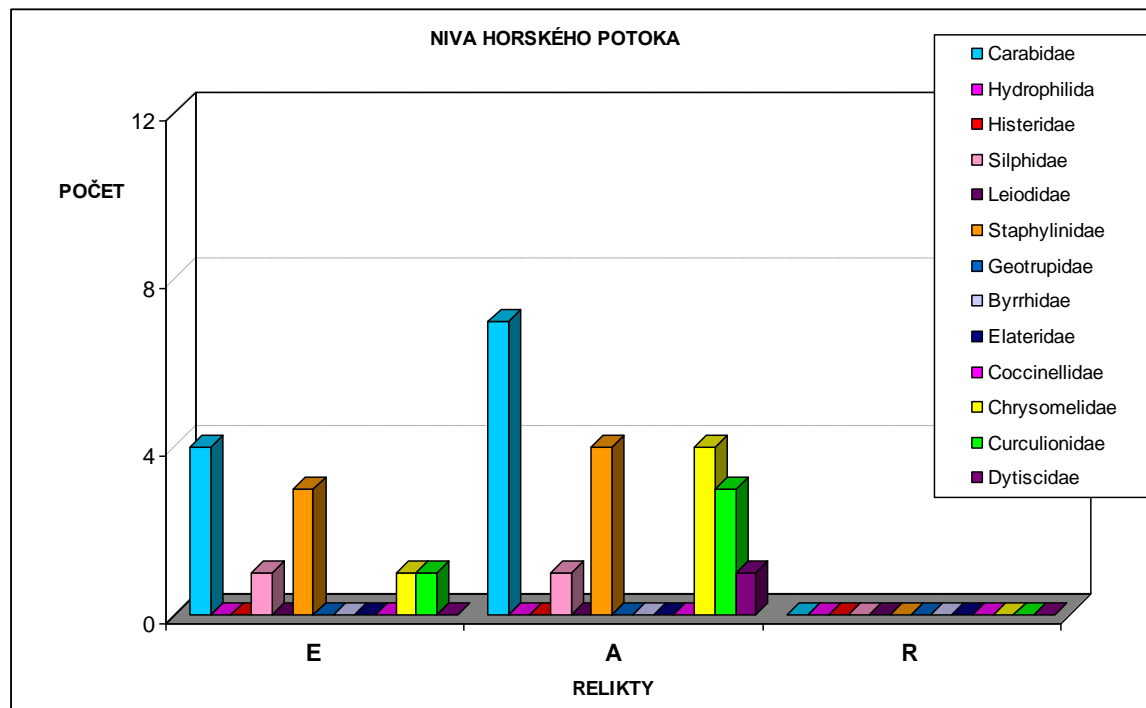
Obr. 22. – Zastoupení (%) expanzivních (E), adaptabilních (A) a reliktních (R) druhů v povodí Mlýnského a Horského potoka.

Z obrázku 23. je patrné, že největší zastoupení mají druhy expanzivní čeledi Carabidae, Staphylinidae, Curculionidae. Adaptabilní druhy dominují v čeledi Carabidae, Staphylinidae, Elateridae a Chrysomelidae. Reliktní druhy se vyskytují u čeledi Carabidae, Leiodidae a Staphylinidae.



Obr. 23. - Přehled zjištěných druhů v čeledích v povodí Mlýnského potoka v závislosti na reliktech. E – expanzivní druh, A – adaptabilní druh, R – reliktní druh.

Grafické vyjádření obrázku 24. znázorňuje, že převládá zastoupení adaptabilních druhů, a to u čeledi Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae. Expanzivní druhy dominují u čeledi Carabidae, Staphylinidae. Reliktní druhy se nevyskytují vůbec. Ve srovnání z grafem 10. je zastoupení E, A, R nižší.

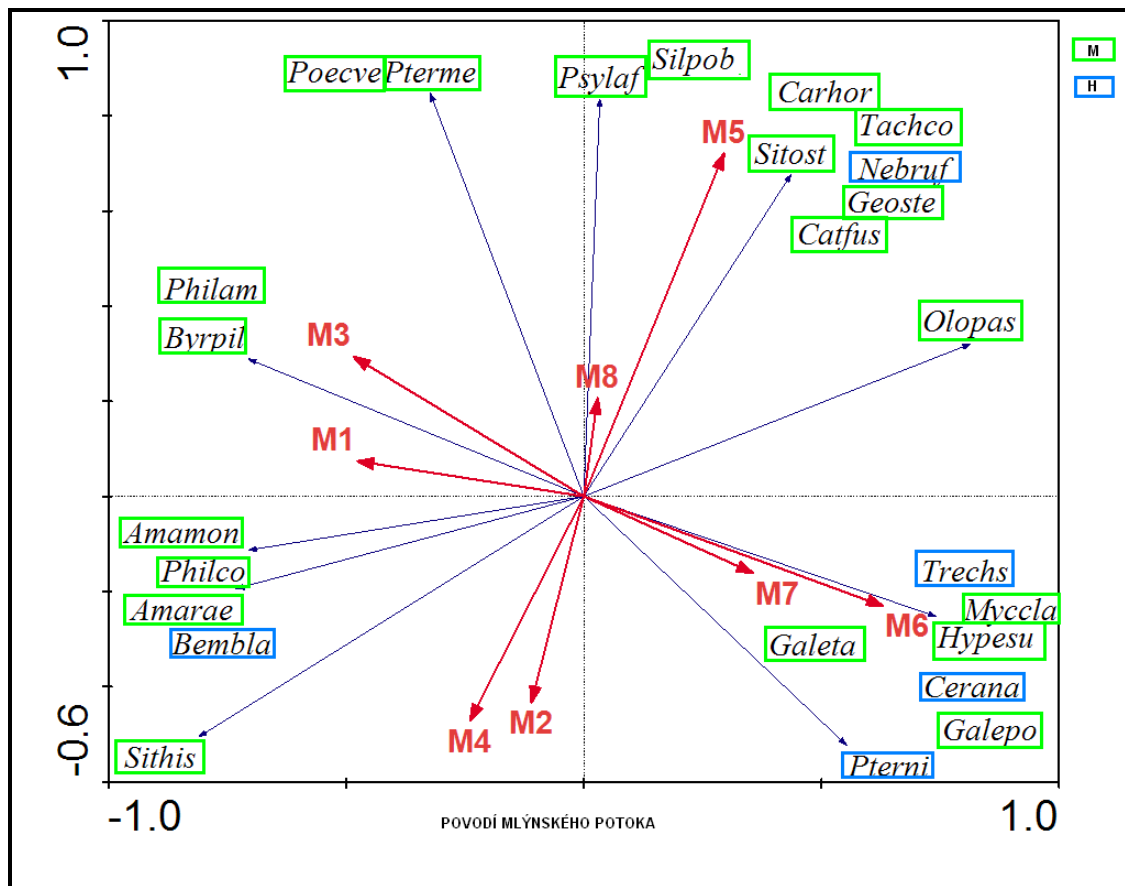


Obr. 24. - Přehled zjištěných druhů v čeledích v nivě Horského potoka v závislosti na reliktech. E – expanzivní druh, A – adaptabilní druh, R – reliktní druh.

#### 5.2.4. Statistické výsledky

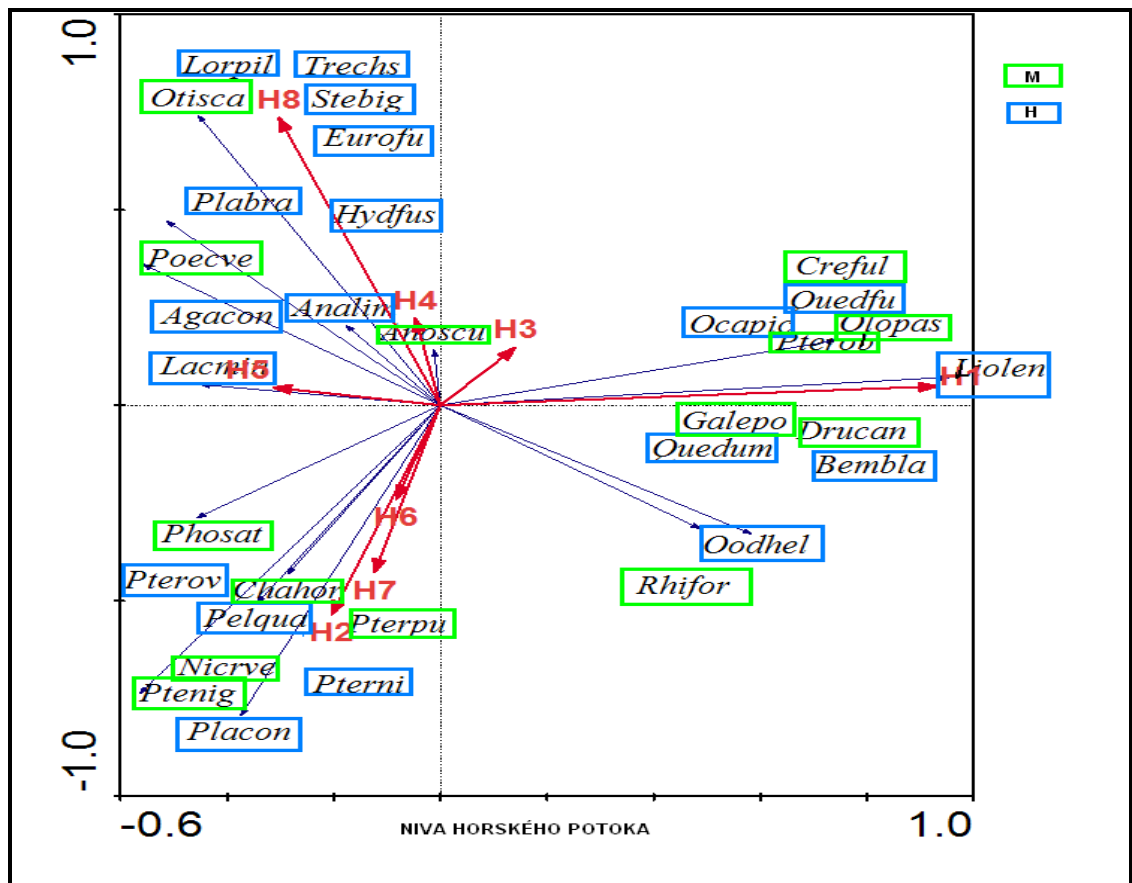
Ke zhodnocení obou lokalit Mlýnského i Horského potoka byla použita přímá RDA analýza. Zkratky druhů uvedené v následujících grafech jsou podrobně vysvětleny v předchozí kapitole 5.2.

Obrázek 25. znázorňuje statistické vyjádření zastoupení druhů vyskytujících se na každé ploše Mlýnského potoka (M1-M8). Druhy v zeleném rámečku značí druhy mezofilní, v modrém rámečku druhy hygofilní. Povodí Mlýnského potoka bylo zastoupeno hlavně druhy mezofilními. Druhy hygofilní se vyskytovaly v plochách M4 až M7 (plochy ležící u potoka a na svahu v blízkosti lesa). Plocha M8 byla trvale zdevastována sešlapem a trusem zvířat. Plochy M1 až M4 byly převážně kosené s občasnou pastvou. Plocha M5 byla zamokřena z důvodu nefunkčního drenážního systému. Plochy M6 a M7 se nachází poblíž lesa.



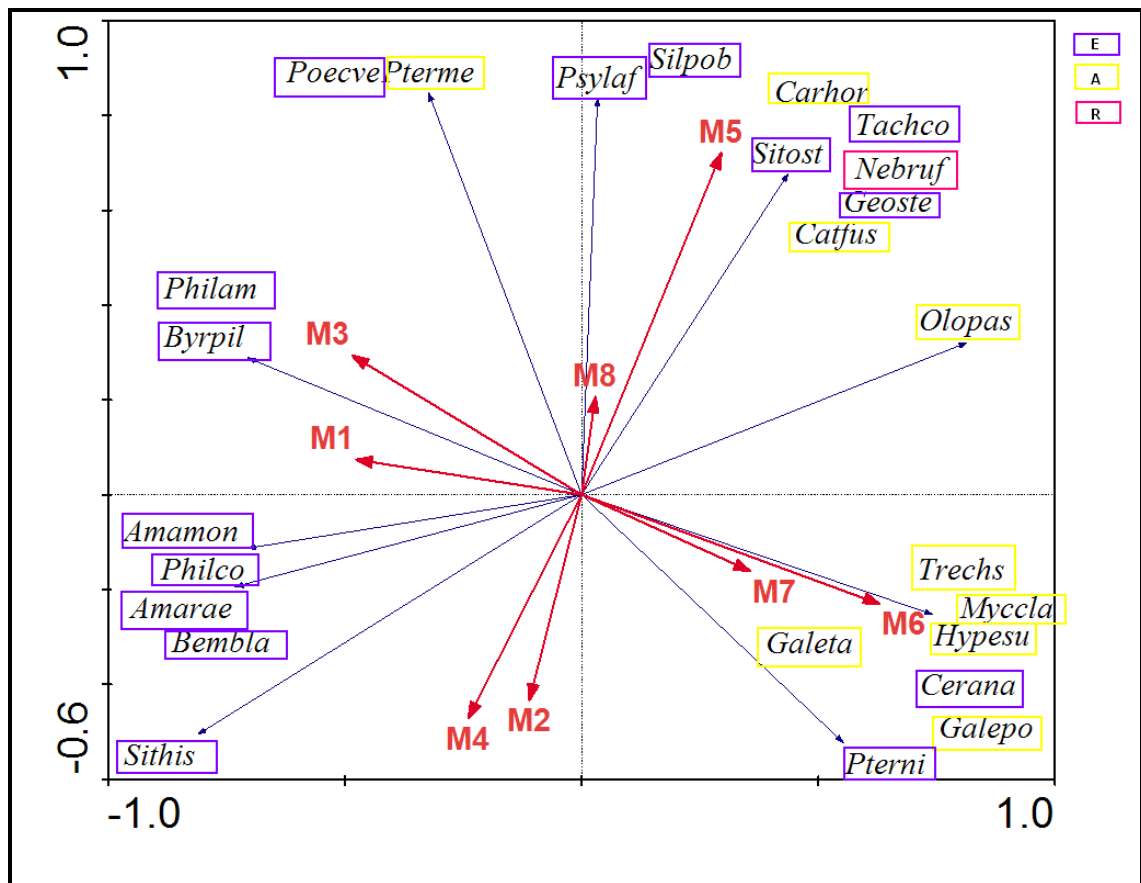
Obr. 25. – Statistické vyjádření (metoda RDA) zastoupení druhů a jejich ekologických nároků na mikroklima v jednotlivých plochách (M1 až M8) v povodí Mlýnského potoka (*Poecve* – *Poecilus versicolor*, *Pterme* – *Pterostichus melanarius*, *Philam* – *Philonthus laminatus*, *Byrpil* – *Byrrhus pilula*, *Amamon* – *Amara montivaga*, *Philco* – *Philonthus cognatus*, *Amarae* – *Amara aenea*, *Bembla* – *Bembidion lampros*, *Sithis* – *Sitona hispidulus*, *Pterni* – *Pterostichus nigrita*, *Galeta* – *Galeruca tanacetii*, *Galepo* – *Galeruca pomonae*, *Cerana* – *Cercyon analis*, *Hypesu* – *Hypera subspiciosa*, *Myccla* – *Mycetoporus clavicornis*, *Trechs* – *Trechus splendens*, *Olopas* – *Olophrum assimile*, *Catfus* – *Catops fuscus*, *Geoste* – *Geotrupes stercorarius*, *Nebruf* – *Nebria rufescens*, *Sitost* – *Sitona striatellus*, *Tachco* – *Tachinus corticinus*, *Carhor* – *Carabus hortensis*, *Silpob* – *Silpha obscura*, *Psylaf* – *Psylliodes affinis*).

Obrázek 26. znázorňuje výskyt mezofilních druhů (v zeleném rámečku) a hygrophilních druhů (v modrém rámečku) v nivě Horského potoka. Je patrné, že se zde vyskytovaly převážně hygrophilní druhy.



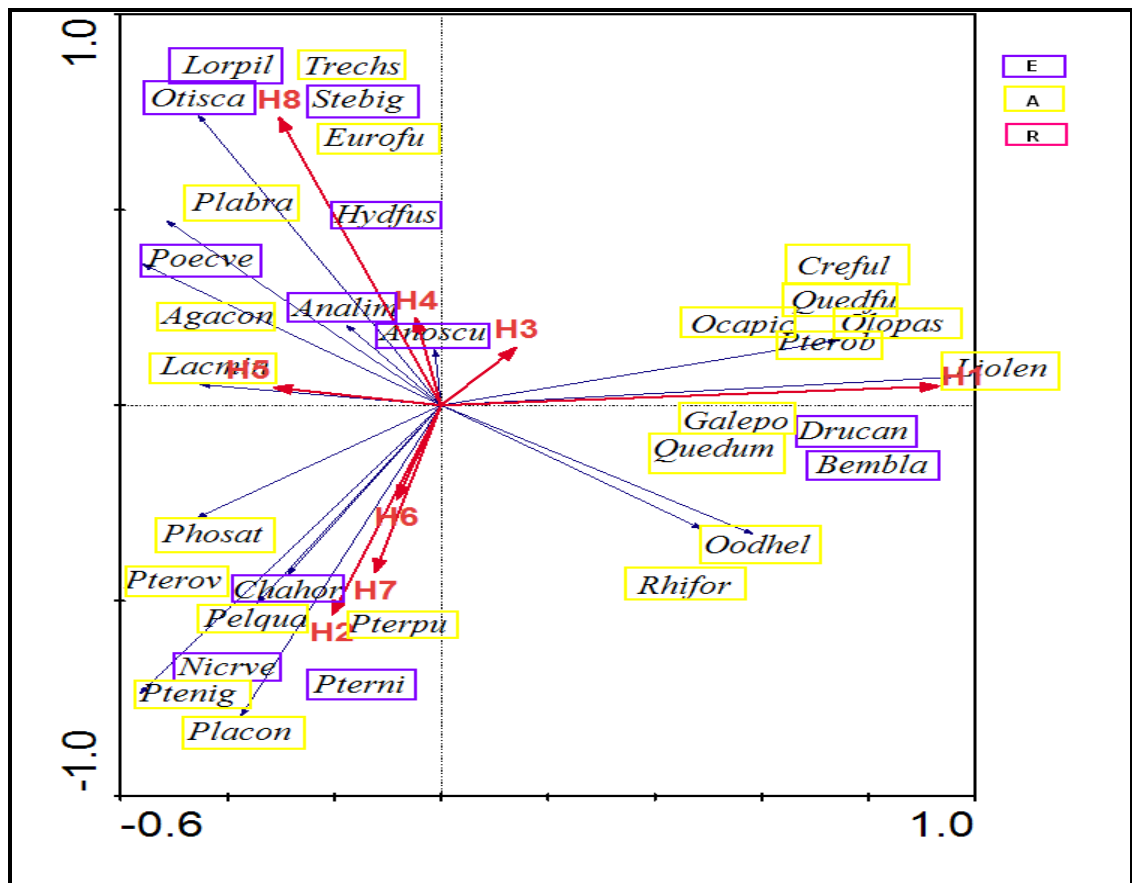
Obr. 26. – Statistické vyjádření (metoda RDA) zjištěných druhů a jejich ekologických nároků na mikroklíma v jednotlivých plochách nivy Horského potoka (*Lorpil* - *Loricera pilicornis*, *Otisca* - *Otiorhynchus scaber*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Trechs* - *Trechus splendens*, *Stebig* - *Stenus biguttatus*, *Eurofu* - *Europhilus fuliginosus*, *Hydfus* - *Hydrobius fuscipes*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Poecve* - *Poecilus versicolor*, *Agacon* - *Agabus congener*, *Analin* - *Anacaena limbata*, *Anoscu* - *Anotylus sculpturatus*, *Lacm* - *Laccobius minutus*, *Phosat* - *Phosphuga atrata*, *Pterov* - *Pterostichus ovoideus*, *Chahor* - *Chaetocnema hortensis*, *Pelqua* - *Pelenomus quadricorniger*, *Pterpu* - *Pterostichus pumilio*, *Nicrve* - *Nicrophorus vespilloides*, *Ptenig* - *Pterostichus niger*, *Pterni* - *Pterostichus nigrita*, *Placon* - *Plateumaris consimilis*, *Rhifor* - *Rhinomias forticornis*, *Oodhel* - *Oodes helopoides*, *Quedum* - *Quedius umbrinus*, *Galepo* - *Galeruca pomonae*, *Drucan* - *Drusilla canaliculata*, *Bembla* - *Bembidion lampros*, *Liolen* - *Liophloeus lentus*, *Pterob* - *Pterostichus oblongopunctatus*, *Ocapic* - *Ocalea picata*, *Olopas* - *Olophrum assimile*, *Ouedfu* - *Quedius fuliginosus*, *Creful* - *Crepidodera fulvicornis*).

Obrázek 27. představuje zastoupení druhu v povodí Mlýnského potoka podle reliktnosti. Fialový rámeček značí druhy expanzivní (E), žlutý druhy adaptabilní (A) a růžový druhy reliktní (R). Převládají zde druhy expanzivní (E). Plochy M1-M4 zastupují pouze druhy expanzivní (E) a plochy M5-M8 zastupují druhy jak expanzivní i adaptabilní. Plocha M8 byla trvale zdevastována.



Obr. 27. – Statistické vyjádření (metoda RDA) zastoupení zjištěných druhů a jejich reliktnosti v jednotlivých plochách (M1 až M8) v povodí Mlýnského potoka (*Poecve* – *Poecilus versicolor*, *Pterme* – *Pterostichus melanarius*, *Philam* – *Philonthus laminatus*, *Byrpil* – *Byrrhus pilula*, *Amamon* – *Amara montivaga*, *Philco* – *Philonthus cognatus*, *Amarae* – *Amara aenea*, *Bembla* – *Bembidion lampros*, *Sithis* – *Sitona hispidulus*, *Pterni* – *Pterostichus nigrita*, *Galeta* – *Galeruca tanacetii*, *Galepo* – *Galeruca pomonae*, *Cerana* – *Cercyon analis*, *Hypesu* – *Hypera subspiciosa*, *Myccla* – *Mycetoporus clavicornis*, *Trechs* – *Trechus splendens*, *Olopas* – *Olophrum assimile*, *Catfus* – *Catops fuscus*, *Geoste* – *Geotrupes stercorarius*, *Nebruf* – *Nebria rufescens*, *Sitost* – *Sitona striatellus*, *Tachco* – *Tachinus corticinus*, *Carhor* – *Carabus hortensis*, *Silpob* – *Silpha obscura*, *Psylaf* – *Psylliodes affinis*).

Obrázek 28. vyjadřuje zastoupení druhů v nivě Horského potoka podle jejich reliktnosti. Fialový rámeček značí druhy expanzivní (E), žlutý druhy adaptabilní (A) a růžový druhy reliktní (R). S převahou se tu vyskytují druhy adaptabilní (A). Druhy expanzivní jsou přítomné téměř v každé ploše H1-H8. Nebyla zaznamenána přítomnost žádného reliktního druhu.



Obr. 28. – Statistické vyjádření (metoda RDA) zastoupení zjištěných druhů a jejich reliktnosti v jednotlivých plochách (H1 až H8) povodí Horského potoka (*Lorpil* - *Loricera pilicornis*, *Otisca* - *Otiorhynchus scaber*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Trechs* - *Trechus splendens*, *Stebig* - *Stenus biguttatus*, *Eurofu* - *Europhilus fuliginosus*, *Hydfus* - *Hydrobius fuscipes*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Poecve* - *Poecilus versicolor*, *Agacon* - *Agabus congener*, *Analin* - *Anacaena limbata*, *Anoscu* - *Anotylus sculpturatus*, *Lacm* - *Laccobius minutus*, *Phosat* - *Phosphuga atrata*, *Pterov* - *Pterostichus ovoideus*, *Chahor* - *Chaetocnema hortensis*, *Pelqua* - *Pelenomus quadricorniger*, *Pterpu* - *Pterostichus pumilio*, *Nicrve* - *Nicrophorus vespilloides*, *Ptenig* - *Pterostichus niger*, *Pterni* - *Pterostichus nigrita*, *Placon* - *Plateumaris consimilis*, *Rhifor* - *Rhinomias forticornis*, *Oodhel* - *Oodes helopoides*, *Quedum* - *Quedius umbrinus*, *Galepo* - *Galeruca pomonae*, *Drucan* - *Drusilla canaliculata*, *Bembla* - *Bembidion lampros*, *Liolen* - *Liophloeus lentus*, *Pterob* - *Pterostichus oblongopunctatus*, *Ocapic* - *Ocalea picata*, *Olopas* - *Olophrum assimile*, *Ouedfu* - *Quedius fuliginosus*, *Creful* - *Crepidodera fulvicornis*).

#### 5.2.4.1. Index antropogenního ovlivnění

Podle vzorce  $I = 100 - (E + 0,5xA)$  byl spočítán index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických a hemiedafických brouků.

$$I (\text{Mlýnský}) = 100 - (60 + 0,5 \times 35) = 22,5$$

$$I (\text{Horský}) = 100 - (36 + 0,5 \times 64) = 32$$

Pro přehled byla vytvořena tabulka 9. znázorňující zastoupení druhů (%) podle reliktnosti. Hodnota indexu byla rozdílná, povodí Mlýnského potoka = 22,5 a niva

Horského potoka = 32. Hodnota indexu se pohybuje od 0 (ve společenstvu byly zjištěny pouze expanzivní druhy E a společenstvo je nejvíce člověkem ovlivněno) do 100 (ve společenstvu se vyskytují pouze druhy skupiny R a společenstvo není člověkem ovlivněno) (Boháč, 2003). Z toho je zřejmé, že Mlýnský potok je více ovlivněn managementem než Horský.

Tab. 9. – Zastoupení druhů (%) podle jejich ekologických nároků (reliktnost) v obou povodích Mlýnského a Horského potoka.

<b>LOKALITA</b>	<b>E - expanzivní</b>	<b>A - adaptabilní</b>	<b>R - reliktní</b>
<b>Mlýnský potok</b>	60%	35%	5%
<b>Horský potok</b>	36%	64%	0%

### 5.2.5. Charakteristika jednotlivých čeledí a dominantních druhů

V následujícím textu jsou stručně popsány jednotlivé zjištěné čeledi z povodí Mlýnského a Horského potoka. Pro přehled byla vytvořena tabulka 10., která znázorňuje dominantní čeledi a počet zjištěných druhů epigeických a hemiedafických brouků z obou modelových lokalit.

Tab. 10. - Přehled epigeických a hemiedafických brouků v zemních pastích povodí Mlýnského a Horského potoka za rok 2006.

<b>Povodí</b>	<b>Celk. počet ks</b>	<b>Dominantní čeleď</b>	<b>Aktivita - počet ex.(past)/počet druhů</b>
<b>Mlýnský potok</b>	516	Carabidae	318/17
		Staphylinidae	155/18
<b>Horský potok</b>	114	Carabidae	62/11
		Chrysomelidae	21/5

#### ***Carabidae* (Střevlíkovití)**

Na povodí Mlýnského potoka bylo zjištěno 17 druhů čeledi Carabidae (v počtu 318 ks), v nivě Horského potoka 11 druhů (v počtu 62 ks). Střevlíkovití obývají nejrozličnější stanoviště od mokřých, bažinatých nebo pobřežních až po suchá stepní a pouštní. Většina druhů žije na povrchu pod kameny nebo v hrabance. Žijí i na bylinách keřích i stromech některé i pod kůrou a v hničícím dřevě. Známé druhy vyžadující zastínění (lesní) ale i druhy heliofilní, pobíhající za dne a plného slunce na otevřených biotopech. Mikrokaverníkolní žijí v půdě, často pod hluboko zapadlými kameny,



známe i druhy jeskynní. Některé druhy žijí jen v nížině jen v alpínském pásmu hor. Většina střeoevropských druhů je však spíše vlhkomilných s noční aktivitou. Potravně jsou naši zástupci nespécializovaní masožravci lovící aktivně akorát kořist nebo vyhledávající uhynulé bezobratlé i obratlovce. Mnoho druhů je všežravých s převahou masožravosti nebo i býložravosti (*Amara*, *Harpalus*). Známe i vyslovené býložravce (*Zabrus*, *Ophonus*) (Hůrka, 1996). Následuje stručná charakteristika dominantních druhů z čeledi Carabidae.

#### ***Amara montivaga* (Sturm, 1825)**

Černě zbarvený, často s kovovým nádechem. Okraje štítů a krovek jsou modré, fialové nebo červenavé, spodní strana a přívěsky jsou černé. Druhy jihovýchodní Evropy, zasahující nominotypickým poddruhem. Výskyt ve světlých listnatých lesích (HŮRKA,1996). Tento druh byl zjištěn na plochách M1, M2 a M3 (Mlýnský potok), tyto plochy jsou převážně kosené (pastva občasná). V nivě to byly plochy a H5, H6 a H8 (Horský potok).

#### ***Poecilus versicolor* (Sturm, 1824)**

Černý, měděný, zelený, modrý nebo dvoubarevný. Palearktický druh na východ zasahující po Bajkal a Jakutsko. V ČR je hojně rozšířen na nezastíněných stanovištích, loukách, pastvinách, polích, na rostlinách prorůstající břehy vod, lesních pasekách, od nížin až po hory, nejčastěji v pahorkatinách (Hůrka,1996). Výskyt na plochách M1 až M6 (Mlýnský potok).

#### ***Pterostichus niger* (Schaller, 1783) (obr. 29.)**

Obecný druh lesních i otevřených biotopů. Hojný na vlhkých biotopech - louky, lesy, břehy s těžištěm výskytu v pahorkatinách (Hůrka, 1996). Spíše teplomilný, rozmnožuje se na podzim (Thiele, 1977 in Horák, 2008). Výskyt na plochách H2, H5 až H7 (Horský potok).



Obr. 29. - *Pterostichus niger* (Schiller, 1783) (Anonymus 1)

### **Význam Carabidae - střevlíkovití**

Význam střevlíkovitých v přirozených i umělých biocenózách je značný. Ve své valné většině jsou to predátoři ostatních bezobratlých, zejména členovců a měkkýšů, hrající především v antropocenózách, kde se procentuálně nejvíce uplatňují, roli významných entomofágů. Ale i v přirozených biocenózách se díky své diverzitě i abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy i koloběhu látek a energie. I z tohoto důvodu slouží již řadu let jako modelová skupina pro nejrůznější, především ekologické, studie. Střevlíkovití citlivě reagují na nejrůznější toxické látky vnášené do biocenóz v souvislosti s bojem se škodlivými organismy stejně jako na nadměrné používání minerálních hnojiv. Mnozí střevlíkovití jsou citliví i na změnu pH a především vlhkosti, takže mohou být využiti i jako bioindikátory těchto změn prostředí. Souhrnně je naše střevlíkovité označit za významnou skupinu živočichů, která ve vztahu k člověku a jeho činnosti hraje kladnou roli. Jsou tedy užiteční, a to nejen jako predátoři různých, lidské činnosti škodlivých bezobratlých, ale možností využití k bioindikačním účelům v zaznamenávání změn přírodního prostředí, a tím tedy i životního prostředí člověka (Hůrka, 1996).

### ***Dysticidae (Potápníkovití)*** (Obr. 30.)

Velikost dospělců kolísá od méně než 2 mm do téměř 50 mm larvy mohou být až 65 mm dlouhé. Žijí ve vodách nejrůznějšího typu, převážně stojatých a zarostlých rostlinami, vždy ale v příbřežní zóně. Dýchají kyslík ze zásoby pod krovkami, kterou obnovují vynořováním zadečku. Dobře plavou i létají. Periodické vysychání přežívají v půdě, nebo přelétají na jiné stanoviště. Vodní hladinu rozpoznají podle polarizace odraženého světla (Hůrka, 2005).



Obr. 30. - *Agabus congener* (Thunberg, 1794) (Anonymus 3)

### ***Hydrophylidae (Vodomilovití)*** (Obr. 31.)

Velikost brouků kolísá od 1 do 50 mm, larvy mohou dorůstat až 60 mm. Brouci jsou nejčastěji svrchu silně klenutí. Většinou létají, samice mají na konci zadečku vyvinutý snovací aparát a předou, často za použití rostlinného materiálu, mnohdy druhově specifické vaječné kokony. Pevně jsou predátory členovců a plžů a mají mimotělní trávení (Hůrka, 2005).



Obr. 31. - *Hydrobius fuscipes* (Linnaeus, 1758) (Anonymus 1)

### ***Silphidae* (Mrchožroutovítí) (Obr. 32.)**

Zahrnují v současném pojetí středně velké, oválné až mírně protažené a více méně zploštělé brouky, jejichž krovky často nekryjí 1-4 poslední zadečkové články. Jsou děleno do dvou podčeledí. Čeleď zahrnuje celosvětově jen 175 druhů (Hůrka, 2005).



Obr. 32 . - *Nicrophorus vespilloides* (Herbst, 1784) (Anonymus 2)

### ***Staphylinidae* (Drabčíkovití) (Obr. 33.)**

Velikost našich zástupců kolísá od 0,5 do 34 mm. Tělo je nejčastěji štíhlé, s více nebi méně zkrácenými krovkami, které nechávají nepokrytou větší část zadečku. Drabčíci jsou vesměs velmi pohybliví. Žijí často v půdě a v hrabance, málo druhů na květech, některé pod kůrou nebo v trouchnivém dřevě, jiné v plodnicích hub a v hnijících rostlinných zbytcích, menší část žije i v hlubších vrstvách půdy. Larvy i dospělci jsou většinou dravci, mnoho z nich je vázáno na tlející organické látky, v nichž pronásledují jiné členovce (Hůrka, 2005).



Obr. 33. - *Quedius fuliginosus* (Gravenhorst, 1802) (Anonymus 1)

### **Význam Staphylinidae - drabčíkovití**

Hospodářsky jsou málo významní. Protože převládá karnivorie, nenajdeme v této čeledi žádného skutečně významného hospodářského škůdce. Naopak dává předpoklady pro užitečnost, protože mohou být dravci škůdců. Velký význam mají druhy, které žijí pod kůrou jehličnatých stromů a živí se tam drobným hmyzem zvláště larvami kůrovců. Je zde tedy zřejmý význam pro lesní hospodářství. Celá řada drabčíků žije v půdě a tvoří důležitou složkou edafonu. Velké masožravé druhy z podčeledi Staphylinidae jsou velmi dravé a zničí tak velké množství larev hmyzu např. i larev much. Zástupci rodu *Staphylinus* L. a *Ocypus* Leach, jsou našimi největšími drabčíky, zničí velké množství

hmyzu a patří společně se střevlíky mezi nejužitečnější brouky (Smetana, 1958 in Krajňák, 2006).

### ***Chrysomelidae* (Mandelinkovití) (Obr. 34.)**

Čeleď je rozšířena celosvětově a zahrnuje více než 36 000 druhů. Tvar těla je proměnlivý, často více či méně oválný až protáhlý, silně klenutý až zploštělý, povrch zpravidla hladký, někdy přilehle nebo pýřitě odstálý, výjimečně trnitý. Imaga i larvy jsou býložravé. Mnoho druhů patří k vážným zemědělským škůdcům (Hůrka, 2005).



Obr. 34. - *Plateumaris braccata* (Scopoli, 1772) (Anonymus 1)

### **Význam Chrysomelidae – mandelinkovití**

Jde o jednu z největších čeledí, zahrnuje celkem 561 druhů rozdělených do 79 rodů. Patří sem menší až střední brouci většinou živě, často ostře kovově nebo pestře zbarvení (Pokorný, Paseka, 2002). Brouci i larvy žijí na různých rostlinách, většinou volně na listech, řidčeji larvy vrtají v částech rostlin. Některé druhy jsou vážnými škůdci. Některé druhy mandelinek jsou dosti bizarní, např. Štítonoši nebo podivná podčeleď *Hispinae*, jejíž zástupci vypadají jako miniaturní ježci (Pradáč a Hrbák, 1982).

### ***Geotrupidae (Chrobákovití)*** (Obr. 35.)

Tmavě, často kovově leskle zbarvení střední až velcí brouci. Někteří druhy jsou vyloženě noční. Většina z nich žije v trusu koní a skotu, na něm a pod ním. Dříve byli tito brouci řazeni do čeledi Scarabidae (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 35. - *Anoplotrupes stercorosus* (Hartman in L.G. Scriba, 1971) (Anonymus 1)

### ***Curculionidae (Nosatcovití)*** (Obr. 36.)

Druhově nejpočetnější čeleď brouků. Zahrnuje široce vejčité až protáhlé, mírně zploštělé až silně klenuté formy. Ve střední Evropě dosahují 1,5 až 21 mm, v tropech až 55 mm, průměrná velikost většiny druhů je okolo 5 mm. Nosatcovití jsou v larválním i imaginálním stadiu býložravci, vyvíjející se v živých nebo odmuřelých rostlinných tkáních, mnoho z nich v zemi (Hůrka, 2005).



Obr. 36.– *Rhinomias forticornis* (Boheman, 1843) (Anonymus 1)

### ***Histeridae* (Mršníkovi) (Obr. 37.)**

Čeleď zahrnuje 108 druhů rozdělených do 34 rodů. Patří sem brouci drobní až střední velikosti, většinou krátce ovální, skoro černí a lesklí. Stejně jako jejich larvy pronásledují drobný hmyz na mršinách, výkalech apod. Některé druhy žijí pod kůrou stromů (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 37.- *Hister unicolor* (Erichson, 1758) (Anonymus 1)



***Leiodidae*** (Obr. 38.)

Malí střední brouci žijících na podzemních částech hub, na mycelijích a plísních pod kůrou stromů. K večeru halvně za teplého jemného deště, vylézají na stébla trav na lesních loučkách, kde je možné je sesmýkat. Některé druhy jsou velmi vzácné. U nás žije asi 152 druhů rozdělených do 27 rodů (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 38.- *Catops fuscus* (Panzer,1794) ( anonymus 4)

***Byrrhidae*** (Obr. 39.)

Čeleď zahrnuje 28 druhů rozdělených do 11 rodů. Malí až střední brouci jsou nápadní oválným až kulovitým, vysoce klenutým tělem a schopností zatáhnout při vyrušení nohy těsně pod sebe do rýh na stehnech a holeních a upadnout do strnulosti (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 39.- *Byrrhus pillula* (Linnaeus, 1758) (Anonymus 1)

***Elateridae* (Kovaříkovití) (Obr. 40.)**

Velká čeleď zahrnující 160 druhů rozdělených do 55 rodů. Brouci jsou nenápadní, tvar těla mají oválně protáhlý, barvy nenápadné. Mají schopnost se vymrštit z polohy na zádech do vzduchu a dopadnout na nohy. Proto se jim dříve říkalo pružníci. Žijí na travinách, nalezneme je na keřích, květech, často i na dřevě a pod kůrou. Jejich larvy se podle tvaru těla nazývají drátovci avětšinou škodí v zemědělství i lesnictví. Některé druhy jsou však masožravé (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 40.- *Agriotes obscurus* (Linnaeus, 1758) (Anonymus 1)

***Coccinellidae* (Slunéčkovití)** (Obr. 41.)

Poměrně velká čeleď zahrnující 86 druhů rozdělených do 35 rodů. Patří sem malí až střední brouci široce oválného, silně klenutého těla, svrchu jsou obvykle pestře zbarveni a zdobeni okrouhlými skvrnami na žlutém, červeném nebo černém podkladu. Dospělci i larvy pronásledují mšice a červce, proto jsou velmi užiteční (Pokorný, Paseka, 2002).



Obr. 41.- *Propylea quatordecimpunctata* (Linnaeus, 1758) (Anonymus 1)

#### 5.2.5.1. Reliktní druhy

##### *Nebria rufescens* (Carabidae)

Krovky černé, červenohnědé. Vyskytuje se mimo břehy vod, jen v alpské zóně Krkonoš a Vysokých Tater, v lesním pásmu, cirkumboreální, arктоalpínský, hojně v sudetských a Karpatských pohořích. V alpském pásmu a na vlhkých šterkových kamenitých i balvanitých březích vod; hory až podhůří (Hůrka, 1996). Výskyt na ploše M5 (Mlýnský potok). Tato plocha je částečně zamokřena (porušený drenážní systém).

##### *Hydnobius multistriatus* (Leiodidae)

Mycetofilní druh (lanýže), vyskytuje se v lesích i nelesních cestách, na pasekách a okrajích lesů, v údolí řek a dokonce i na okrajích polí (Koch, 1989). Výskyt na ploše M2 (Mlýnský potok). Tato plocha je převážně kosena (pastva občasná).

##### *Rugilus mixtus* (Staphylinidae)

Středoevropský druh rozšířený po celém území ČR. Upřednostňuje podhorské smíšené nebo bukové lesy. Byl zjištěn na Šumavě na okrajích smrkových monokultur rozvolněných sjezdovkou u Lipna, kde se vyskytovaly semenáčky buků (Boháč a kol.,

2006). Zařazen do červeného seznamu ohrožených druhů ČR, ale není uveden ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb. Výskyt na ploše M3 (Mlýnský potok). Plocha je převážně kosena (pastva občasná).

## 6. DISKUSE

Cílem této práce bylo zjistit vliv různého managementu na mikroklima a biodiverzitu epigeických a hemiedafických brouků v modelových územích na Šumavě. Pro tento účel jsem navázala na svoji bakalářskou práci, v níž jsem porovnávala rozdíly energetické bilance a mikroklimatu těchto lokalit. Území nejsou díky své poloze pod vlivem změn v aktuální hospodářské činnosti. Najít takovou situaci v kulturní krajině je velmi obtížné. Z hlediska ekologického výzkumu se proto zde nabízí ke studiu řada unikátních situací, které v kulturní krajině vnitrozemí většinou chybí. Za tímto účelem byly vybrány v této oblasti dvě povodí Mlýnského a Horského potoka (Procházka a kol., 2006).

Celkem bylo v zemních pastích zachyceno 630 ks epigeických a hemiedafických brouků (90 druhů). Na povodí Mlýnského potoka, kde bylo zachyceno 516 ks brouků (57 druhů), dominovala skupina čeledi Carabidae (318 ks) a čeleď Staphylinidae (155 ks, obr. 16. a obr. 15). V nivě Horského potoka kde bylo zachyceno 114 ks (33 druhů), dominovala skupina čeledi Carabidae s počtem 62 ks a čeleď Chrysomelidae s 21 ks (obr. 17. a obr. 15.). Boháč (1999) vysvětluje, že vysoký počet druhů střevlíků (Carabidae) a drabčků (Staphylinidae) zjištěný na studovaném biotopu nemusí indikovat vždy jeho zachovalost a nenarušenost. Často je v agrocenozách (povodí Mlýnského potoka) počet zjištěných druhů vyšší než v biotopech polopřirozených (niva Horského potoka). Rozhodující jsou totiž ekologické nároky druhů. V agrocenozách většinou zcela převažují ubikvistní druhy, zatímco v nenarušených biotopech druhy se zvýšenými ekologickými nároky a druhy stenotopní. Ubikvistní druhy jsou generalisté schopni žít na všech biotopech, včetně ruderalů, agrocenóz a intravilánu obcí. Stenotopní druhy se vyskytují jen v určitých většinou velmi podobných biotopech (Krajňák, 2006).

Je třeba brát v úvahu, že na plochách Horského potoka došlo v důsledku zaplavení i k vyplavení několika zemních pastí, proto nemusely být zachyceny všechny druhy vyskytující se v tomto modelovém území. Jak už bylo uvedeno, v lokalitě Horského potoka dominovala čeleď Carabidae. Jak uvádí Boháč (2003) jsou mokřadní druhy střevlíků přizpůsobeni k pravidelným záplavám svými vývojovými cykly a způsobem přezimování. Mnoho druhů přežívá záplavy v chodbách nebo prostorách v půdě, kde zůstávají vzduchové bubliny. Tyto druhy mohou přežívat při záplavách i několik dnů pod vodou.

Podle Boháče (2003b), který studoval vliv mikroklimatu na biodiverzitu bezobratlých v oblasti Třeboňska, mikroklimatické podmínky některých lokalit na Třeboňsku ovlivňují biodiverzitu rostlin a bezobratlých živočichů. Diversita se projevuje především v zastoupení společenstev bezobratlých živočichů, kteří jsou v daleko větší míře vázáni na určité mikroklima, vegetační a půdní podmínky než obratlovci.

Z výsledků ekologických nároků na mikroklima vyplývá (obr. 20. a 21.), že na povodí Mlýnského potoka se vyskytovalo více mezofilních druhů (47 druhů = 82%) než hygrofilních (10 druhů = 18%). Podle očekávání bylo v nivě Horského potoka zastoupeno naopak více hygrofilních druhů (19 druhů = 58%) než mezofilních (14 druhů = 42%). To dokazuje Boháč (2003c), že hygrofilní druhy jsou vázané na mokřadní biotopy. Odvodněná pastvina dává přednost mezofilním druhům, které preferují střední vlhkost. S tímto se dají porovnat hodnoty uvedené v tabulce 2. a 3., kdy na povodí Mlýnského potoka (tabulka 3.) byla průměrná relativní vlhkost nižší (78%) a vyšší v nivě Horského potoka 82% (tabulka 2.). Kvůli lokálním srážkám vyskytujících se zejména na povodí Mlýnského potoka, byly hodnoty relativní vlhkosti vyšší, než by byly při nedeštivém počasí.

Jak se předpokládalo, na pastvině Mlýnského potoka (obr. 22.) se vyskytovalo nejvíce expanzivních druhů (E = 60%), zatímco v mokřadech Horského potoka nejvíce adaptabilních druhů (A = 64%). Podle Hůrky, Veselého, Farkače (1996) druhy (E) nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí. Zajímavostí je, že na pastvině (Mlýnský potok) se vyskytovaly 3 druhy reliktní (R = 5%), kdežto v mokřadu Horského potoka se nevyskytoval žádný reliktní druh (R = 0%). Podle Hůrky, Veselého, Farkače (1996) se vesměs jedná o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů. Lze předpokládat, že tento rozdíl ve výskytu reliktních druhů v obou lokalitách je způsoben častým zaplavením území Horského potoka, kde podmínky pro jejich výskyt nebyly příliš příznivé. To potvrzuje Krajňák (2006) který uvádí, že se jedná o druhy s nejužší ekologickou valencí a jsou tedy specializovány na poměrně úzce vymezené ekologické podmínky. Podle Boháče (2003c) změna vodního režimu v mokřadech silně ovlivňuje strukturu společenstev epigeických brouků (počet specializovaných hygrofilních druhů klesá, zvyšuje se počet eurytopních druhů (E), počet životních forem klesá. To potvrzuje grafické vyjádření (obr. 23.) kde je zřejmý výskyt expanzivních druhů.

Reliktní druhy zjištěné na povodí Mlýnského potoka zahrnují celkem 3 druhy - *Nebria rufescens* (čeleď Carabidae) *Hydnobius multistriatus* (čeleď Leiodidae) a *Rugilus mixtus* (čeleď Staphylinidae). Například *Nebria rufescens* zaznamenaný na ploše M5, preferuje šterkovité pobřeží. Horský potok byl příliš zamokřený a zarostlý vegetací, aby mu umožnil podmínky pro jeho výskyt. Také zde došlo k vyplavení pastí, proto nemusel být druh zaznamenán. Plocha M5, mírně zamokřená (nefunkční drenážní systém) s nedopasky mu zřejmě poskytla vhodné mikrostanoviště. V povodí Mlýnského potoka byl zjištěn druh *Carabus scheidleri* (1ks), který je zařazen do chráněných druhů ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb. Podle příslušného stupně ohrožení se řadí do skupiny ohrožených druhů. Podle Boháče, Matějčka (2003) je ohrožený druh specifikován jako taxon čelící velmi vysokému nebezpečí vyhynutí či vyhubení ve volné přírodě.

Pro statistické vyjádření zastoupení zjištěných druhů a jejich ekologických nároků na mikroklima a reliktnost v jednotlivých plochách v povodí Mlýnského a Horského potoka byla použita přímá RDA analýza (obr. 25. až 28.). Plocha M8 byla trvale zdevastována pasoucím se stádem dobytka, proto zde nebyl zachyceny žádné druhy brouků (tabulka 8., obr. 25.) Největší počet odchycených brouků v povodí Mlýnského potoka byl zaznamenan v plochách M1, M2 a M3. Tyto plochy byly převážně kosené s občasnou pastvou. Jak se předpokládalo, na povodí Mlýnského potoka (odvodněná pastvina, kosené louky) s nižší relativní vlhkostí se s viditelnou převahou vyskytovaly druhy mezofilní. Odvodňování mělo za následek vymizení hygrofilních druhů (Boháč, a kol. 2006), což z uvedených výsledků potvrdit jen částečně, protože byl zde zaznamenan výskyt několika hygrofilních druhů. Podle Boháče, Frouze, Syrovátky (2005) mohou některé hygrofilní druhy s dobrou migrační schopností náhodně proniknout do obhospodařovaných zamokřených ploch (pastviny, kosené louky) z polopřirozených lokalit (mokřady). V nivě Horského potoka se převážně vyskytovaly hygrofilní druhy, což odpovídá podmínkám mokřadnímu biotopu. Nejvíce druhů bylo zaznamenáno na plochách H1, H6 a H8. Pomocí indexu antropogenního ovlivnění (I) společenstev brouků bylo zjištěno, že povodí Mlýnského potoka ( $I = 22,5$ ) poukazuje na managementem více ovlivněné území. Niva Horského potoka ( $I = 32$ ) ukazuje na zachovalejší území mokřadního biotopu, i když celkový rozdíl obou indexu není příliš velký. Domnívám se, že povodí Mlýnského potoka z části poskytuje vlastnosti svého původního biotopu (mokřad). Je to pravděpodobně



způsobeno porušeným drenážním systémem, který není schopen udržet území zcela odvodněné. To potvrzuje i zjištěná vyšší biodiverzita v povodí Mlýnského potoka.

V povodí Mlýnského potoka je ovlivněno managementem (odvodněná pastvina), proto se zde převážně vyskytují druhy expanzivní (E), které jsou nenáročné na prostředí. Pasoucí se dobytek sám o sobě vytváří v porostech prostředí pro výskyt některých skupin bezobratlých, které se na sečených či jinak obhospodařovaných plochách nevyskytují. Pastva za přiměřeně nízkých stavů dobytka má schopnost postupně vytvořit mozaiku silně a slabě spasených plošek s různou výškou porostu. Mozaikovitost porostu je důležitá pro řadu druhů bezobratlých (Mládek a kol., 2006). Na lokalitě Horského potoka nebyl zaznamenán výskyt žádného reliktního druhu. Předpokládá se, že to bylo způsobeno hustým porostem vegetace a častým zaplavením některých ploch, čímž nebyly vytvořeny vhodné podmínky pro výskyt těchto druhů.

## 7. ZÁVĚR

Za rok 2006, od června do října, bylo na odvodněném povodí Mlýnského a mokřadní nivě Horského potoka v oblasti lipenského pravobřežní na Šumavě zachyceno v zemních pastích 630 ks epigeických a hemiedafických brouků. Celkem bylo determinováno 90 druhů brouků. Na povodí Mlýnského potoka bylo zjištěno 516 ks brouků (57 druhů), v nivě Horského potoka 114 ks brouků (33 druhů). V obou povodích dominovala čeleď Carabidae, Staphylinidae a Chrysomelidae v nivě Horského potoka. Na obou modelových území bylo sledováno zastoupení druhů s různou citlivostí k managementu a mikroklimatu (zastínění).

Ekologické nároky brouků na mikroklima ukazují, že v povodí Mlýnského potoka (odvodněná pastvina, kosené louky) s nižší relativní vlhkostí se s viditelnou převahou vyskytovaly druhy mezofilní, které preferují právě nižší vlhkost. V povodí Mlýnského potoka byl zjištěn druh *Carabus scheidleri* (1ks), který je zařazen do chráněných druhů ve vyhlášce Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb., kde se podle příslušného stupně ohrožení se řadí do skupiny ohrožených druhů. V nivě Horského potoka se převážně vyskytovaly hygrofilní druhy, což odpovídá podmínkám mokřadnímu biotopu. Podle ekologických nároků na reliktnost bylo zjištěno, že v povodí Mlýnského potoka, které je ovlivněno managementem, mají největší zastoupení druhy expanzivní (E) čeledi Carabidae, Staphylinidae, Curculionidae. V mokřadu Horského potoka dominují druhy adaptabilní (A) čeledi Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, v menším množství druhy expanzivní. Reliktní druhy se nevyskytují vůbec. V povodí Mlýnského potoka byly zjištěny reliktní druhy u čeledi Carabidae (*Nebria rufescens*), a Staphylinidae (*Rugilus mixtus*) a Leiodidae (*Hydnobius multistriatus*).

Pro zjištění ekologických nároků na mikroklima a reliktnost brouků nalezených v jednotlivých plochách obou lokalit byla použita statistická metoda přímá RDA analýza. Největší počet odchycených brouků v povodí Mlýnského potoka byl zaznamenán v plochách M1, M2 a M3. Tyto plochy byly převážně kosené s občasou pastvou. V nivě Horského potoka v plochách H1, H6 a H8. Některé plochy byly zaplaveny, proto nebylo možné odebrat zemní pasti. Index antropogenního ovlivnění (I) společenstev brouků, potvrdil, že povodí Mlýnského potoka je území více narušené lidskou činností (managementem). Niva Horského potoka poukazuje o něco lepší zachovalost mokřadního biotopu.

Závěrem lze konstatovat, že management, který je odlišný na obou sledovaných povodích, ovlivňuje mikroklima a tím i společenstva epigeických a hemiedafických brouků.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Anonymus 2009: Gallery [online] <<http://www.koleopterologie.de/gallery>>
2. Anonymus 2009: *Nicrophorus vespilloides* [online] <<http://i.pbase.com/v3/01/12401/2/44857177.Nicrophorusvespilloides.jpg>>
3. Anonymus 2009: *Agabus congener* [online] <<http://www.fugleognatur.dk/artintro.asp?ID=6926>>
4. Anonymus 2009: *Catops fuscus* [online] <[www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/catops.htm](http://www.colpolon.biol.uni.wroc.pl/catops.htm)>
5. Anonymus 2009: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO [online] <<http://botany.upol.cz/prezentace/mladek/VaV04.pdf>>
6. Absolón, K. 1993: Metodika biomonitoringu ve státní ochraně přírody. - Český ústav ochrany přírody, Praha, 45 pp.
7. Benick, G. 1974: Staphylinidae II (Hypocyphinae und Aleocharinae), pp. 5 - 304. In: Freude H., Harde K. & Lohse G. A. (eds.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 5. Goecke & Evers, Krefeld, 381 pp.
8. Boháč, J. 1985: Review of subfamily Paederinae (Coleoptera, Staphylinidae) of Czechoslovakia. Part II. Acta ent. bohemoslov. 82, p. 431- 467.
9. Boháč, J. 1999a: Staphylinid beetles as bioindicators. Agriculture Ecosystems & Environment, vol. 74, p. 357-372.
10. Boháč, J. 1999a in Boháč, J., Matějčík, J., Rous, R. 2003: Kučera Tomáš (ed): Červená kniha biotopů, online at: <http://www.uek.cas.cz/cervenakniha>
11. Boháč, J. 1999b: Organismy jako bioindikátory měnícího se prostředí. Životné prostredie, roč. 33, č. 33, p. 126-129.
12. Boháč, J. 2003: Vliv environmentálních faktorů na společenstva střevlíků a drabčků (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae). In Ed by Frouz, J., Šourková, J., Frouzová, M., 2003a: Fyzikální vlastnosti půdy a jejich interakce s půdními organismy a kořeny rostlin. - Ústav půdní biologie AV ČR, České Budějovice, p. 113-118. ISBN 80-86525-02-3.
13. Boháč, J. 2003a: Biodiverzita a udržitelný stav Šumavy, online at: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/sumava/biodiverzita-Sumava.pdf>
14. Boháč, J. 2003b: Biodiversita a udržitelný rozvoj Třeboňska, online at: <http://www.infodatasys.cz/vav2003/trebonsko/biodiversita-Trebonsko.pdf>

15. Boháč, J. 2003c: Střevlíkovití a drabčíkovití (Coleoptera, Staphylinidae) brouci NPR Brouskův mlýn a jejich využití pro biomonitorování stavu biotopů. - Ústav ekologie krajiny AV ČR, online at:  
[http://calla.ecn.cz/data/o\\_prirody/sbornik\\_brouskac/bohac.rtf](http://calla.ecn.cz/data/o_prirody/sbornik_brouskac/bohac.rtf)
16. Boháč, J. 2003d: Využití epigeických bezobratlých pro sledování změn ekosystémů a krajiny v chráněných oblastech (ed.): Participativní management chráněných území k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiverzity a socioekonomickým rozvojem místních komunit: Hlavní řešitel Ústav ekologie krajiny AV ČR, spoluřešitel Matějka, K. 2003: online at:  
[http://www.infodatasys.cz/vav2003/docs8641/zprava\\_03.pdf](http://www.infodatasys.cz/vav2003/docs8641/zprava_03.pdf).
17. Boháč, J. 2005: IPAM Toolbox. Vědecké základy pro implementaci integrovaného managementu na území Šumavy a Novohradských hor 37 p. – Ústav systémové biologie a ekologie AV ČR, České Budějovice, Czech Republic.
18. Boháč, J. & Matějček, J. 2003b: Katalog drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) Prahy. - Clarion production, Praha.
19. Boháč, J., Matějček, J. & Rous, R. 2004: Check-list drabčíkovitých (Coleoptera: Staphylinidae) ČR s rozdělením do ekologických skupin podle citlivosti k antropogenním vlivům a do kategorií podle ohrožení IUCN.
20. Boháč, J., Matějček, J., Rous, R., 2005: Staphylinidae (drabčíkovití), pp. 435-449. In: Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. - Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, pp 760.
21. Boháč, J., Frouz, J., Syrovátka, O. 2005: Communities of carabids and staphilinids in seminatural and drained peat meadows in southern Bohemia. – *Ekológia*. Bratislava, p. 292-304.
22. Boháč, J., Šrubař, V., Matějka, K., Šťastný, J. 2006: The effect of tourism and management of landscape in Šumava National Park and Landscape Protected Area on communities of epigeic beetles. – *Ekológia*, Bratislava, vol. 30.
23. Boháč, J., Matějček, J., Rous, R. 2007: 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: p. 227-276.

24. Brom, J. 2003: Autoekologie polykormů v nivě pramenné oblasti Horského potoka Rukopis diplomové práce. - Deponováno na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity, České Budějovice, p. 55.
25. Eiseltová, M. 1996: Obnova jezerních ekosystémů. - Wetlands international publ. č.32, Oxford, p. 190.
26. Forman, R. T. T., Goudron, M. 1993: Krajinná ekologie. - Academia, Praha, p. 584.
27. Farkač, J., Král, D. a Škorpík, M. (eds.) (2005): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 pp, p 406 a 435.
28. Havlíček, V. a kolektiv 1986: Agrometeorologie. - Státní zemědělské nakladatelství, Praha, p. 260.
29. Hopkins, A., Gustafsson, T., Bertilsson, J., Dalin, G., Nilsson-Linde, N., Spörndly, E. 2008: Biodiversity and Animal Feed, Future Challenges for Grassland Production. - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
30. Horák, P. 2008: Epigeičtí střevlíkovití (Coleoptera: Carabidae) vybraných stanovišť v horní části údolí Rakovce. Rukopis diplomová práce. Deponováno na Přírodovědecké fakultě v Ústavu botaniky a zoologie Masarykovy univerzity, 96 s.
31. Horváthová, V., Ekrt, L., Skolek, M. 2007: Bezlesí Národního parku Šumava Ochrana bezlesí a jeho management. Projekt VaV-SM/2/23/04 "Návrh managementu druhotného bezlesí na území Národního parku Šumava a hodnocení vlivu vybraných způsobů hospodaření". - Správa NP a CHKO Šumava za finanční podpory Ministerstva životního prostředí v rámci Resortního programu výzkumu a vývoje, Černá v Pošumaví.
32. Hůrka, K. 2005: Brouci České a Slovenské republiky. - nakl. Kabourek, Zlín.
33. Hůrka, K. 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republic. – nakl. Kabourek, Zlín.
34. Hůrka, K., Veselý, P., Farkač, J. 1996: Využití střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) k indikaci kvality prostředí. - Klapalekiana, 32: p.15-26.
35. Chábera, S. 1978: Přehled geologické stavby a nerostného bohatství jižních Čech.- Jihočeské nakladatelství, České Budějovice.
36. Chytil, J., Hakrová, P., Hudec, K., Husák, Š., Jandová, J., Pellantová, J. 1999: Mokřady České republiky. - Český ramsarský výbor, Mikulov, p. 327.
37. Jelínek, J., Zicháček, V. 1999: Biologie pro gymnázia. - nakl. Olomouc, Olomouc, p. 551.

38. Klouda, P. 2002: Fyzikální chemie. - Pavel Klouda, Ostrava, p. 140.
39. Koch, K. 1989: Die Käfer Mitteleuropas. - Ökologie. Bd. 1. Goecke & Evers, Krefeld, 439 pp.
40. Kolmanová, A., Rektoris, L., Pribáň, K. 1999: Retention ability of bog pine peat bog ecosystem and its response to downpour precipitation. - Academy of Science of the Czech Republic, Třeboň, p. 177-182.
41. Krajňák, J. 2006: Vliv chřadnutí horského smrkového lesa na společenstva epigeických brouků Šumavy. Rukopis diplomové práce. Deponováno na Zemědělské fakultě Jihočeské univerzity, České Budějovice. 120 s.
42. Krásenský, P. 2004: III – V. Metody sběru brouků jako podklad pro inventarizaci bezobratlých, online at:  
[http://www.nature.cz/publik\\_syst/files12/III\\_05\\_Brouci.doc](http://www.nature.cz/publik_syst/files12/III_05_Brouci.doc).
43. Krejča, J. 1997: Velká kniha rostlin, hornin, minerálů a zkamenělin. - PRÍRODA a.s., Bratislava, p. 386.
44. Krolikowska, J., Pribáň, K., Šmíd, P. 1998: Micro-climatic conditions and water economy of wetlands vegetation. - Cambridge University Press, Cambridge, p. 367-405.
45. Larcher, W. 1988: Fyziologická ekologie rostlin. - Academia, Praha, p. 361.
46. Lohse, G. A. 1964: Staphylinidae I (Micropeplinae bis Tachyporinae). In: Freude H., Harde, K. W., Lohse G.A. (eds.): Die Käfer Mitteleuropas, Band 4. Goecke & Evers, Krefeld, 264 pp.
47. Martiš, M., Šolc, J. 1977: Země krajina člověk. - Horizont, Praha, p. 215.
48. Matejka, F., Huzulák, J. 1987: Analýza mikroklimy porastu. - VEDA, Bratislava, p. 230.
49. Mládek, J., Pavlů, V., Hejtman, M., & Gaisler, J. 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 104 pp.
50. Penka, M. 1985: Transpirace a spotřeba vody rostlinami. - Academia, Praha, p. 250.
51. Pokorný, V., Horáček. L. 2002: Atlas brouků. - Ladislav Horáček – Paseka, Praha a Litomyšl.
52. Pokorný, J., Květ, J. 2001: Úloha mokřadů v koloběhu energie, vody, živin, uhlíku a těžkých kovů v krajině. In: Hák, T., Rynda, I. (eds.): Lidé a ekosystémy. Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze a Společnost pro trvale udržitelný život s podporou MŽP, Praha, p. 67-90.

53. Pradáč, J., Hrabák, R. 1982: Brouci a motýli ve fotografii. - Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
54. Procházka, J., Brom, J. 2006: Energetická a chemická účinnost krajiny – metodický nástroj pro hodnocení krajinných funkcí. - Závěrečná zpráva INTERNÍHO GRANTU č. projektu IG 08/06, Zemědělská fakulta JU v Českých Budějovicích, České Budějovice, p. 22.
55. Procházka, J., Hakrová, P., Pokorný, J., Pecharová, E., Hezina, T., Šíma, M., Pechar, L. 2001: Effect of different management practices on vegetation development, losses of soluble matter and solar energy dissipation in three small sub-mountain catchments. In: Vymazal, J. (ed.): Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands, 143-175. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
56. Procházka, J., Hakrová, P., Procházková, D., Pecharová, E., Pokorný, J. 1999: Hodnocení revitalizace Mlýnského potoka I. Úvodní studie. - Silva Gabreta, 3: p. 73-88.
57. Purchart, L., Kula, E. a Matoušek, D. 2006: Dopady vápnění na faunu střevlíkovitých v porostech břízy v Krušných horách. Sborník abstraktu z konference 9. -10. února 2006. - Ústav ekologie lesa, MZLU a Ústav ochrany lesa a myslivosti, MZLU, Brno, p. 113.
58. Resl, K. 2003: Vliv hospodářských zásahů na změnu biologické diverzity ve zvláště chráněných územích. - název dílčí studie: Vliv pastvy na biodiverzitu lučních porostů MZCHÚ v CHKO Bílé Karpaty. Zpráva dílčího úkolu VaV610/10/00 za roky 2000-2003, Veselí nad Moravou.
59. Šraitová, D., Horváthová, V. 2004-2006: Návrh managementu druhotného bezlesí na území Národního parku Šumava a hodnocení vlivu vybraných způsobů hospodaření. - Projekt: VaV-SM2/23/04, MZP, Praha.
60. ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. 1998: CANOCO Release 4. Reference manual and user`s guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, NY.
61. Thiele, H.U. 1977: Carabid beetles in their environments. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 369 pp.
62. Tlapák, V., Šálek, J., Legát, V. 1992: Voda v zemědělské krajině. - zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha, p. 319.



63. Ward, A. D. 1995: Environmental ecology, Evapotranspiration chapter 4,- Akademie věd České republiky, Třeboň, p. 90-133.
64. Kolektiv, 2003: Participativní management chráněných území klíč k minimalizaci konfliktů mezi ochranou biodiverzity a socioekonomickým rozvojem místních komunit. Hlavní řešitel Ústav ekologie krajiny AV ČR, spoluřešitel Matějka, K. – MŽP ČR, České Budějovice, p. 7 - 8, projekt VaV/610/03/03, online at: <http://www.infodatasys.cz>.

## 9. PŘÍLOHY

Příloha 1. – Odběr biomasy v povodí Mlýnského potoka.



Příloha 2. - Obecná charakteristika Mlýnského a Horského povodí.

Plocha	Zástupci hlavních zastoupených rostlin			
<b>M1-M4</b>	Smetánka lékařská ( <i>Taraxacum officinale</i> )	Jetel luční ( <i>Trifolium pratense</i> )	Psárka luční ( <i>Alopecurus pratensis</i> )	Jetel plazivý ( <i>Trifolium repens</i> )
<b>M5-M8</b>	Bršlice kozí noha ( <i>Aegopodium podagraria</i> )	Třezalka tečkovaná ( <i>Hypericum perforatum</i> )	Smetánka lékařská ( <i>Taraxacum officinale</i> )	Srha říznačka ( <i>Dactylis glomerata</i> )
<b>H1-H4</b>	Violka bahenní ( <i>Viola palustris</i> )	Mochna nátržník ( <i>Potentilla erecta</i> )	Pcháč bahenní ( <i>Cirsium palustre</i> )	Tužebník jilmový ( <i>Filipendula ulmaria</i> )
<b>H5-H8</b>	Ostřice černá ( <i>Carex Nigra</i> )	Skřípina lesní ( <i>Scirpus silvaticus</i> )	Blatouch bahenní ( <i>Caltha palustris</i> )	Sasanka hajní ( <i>Anemone nemorosa</i> )

Latinské názvy podle (Krejča, 1997)

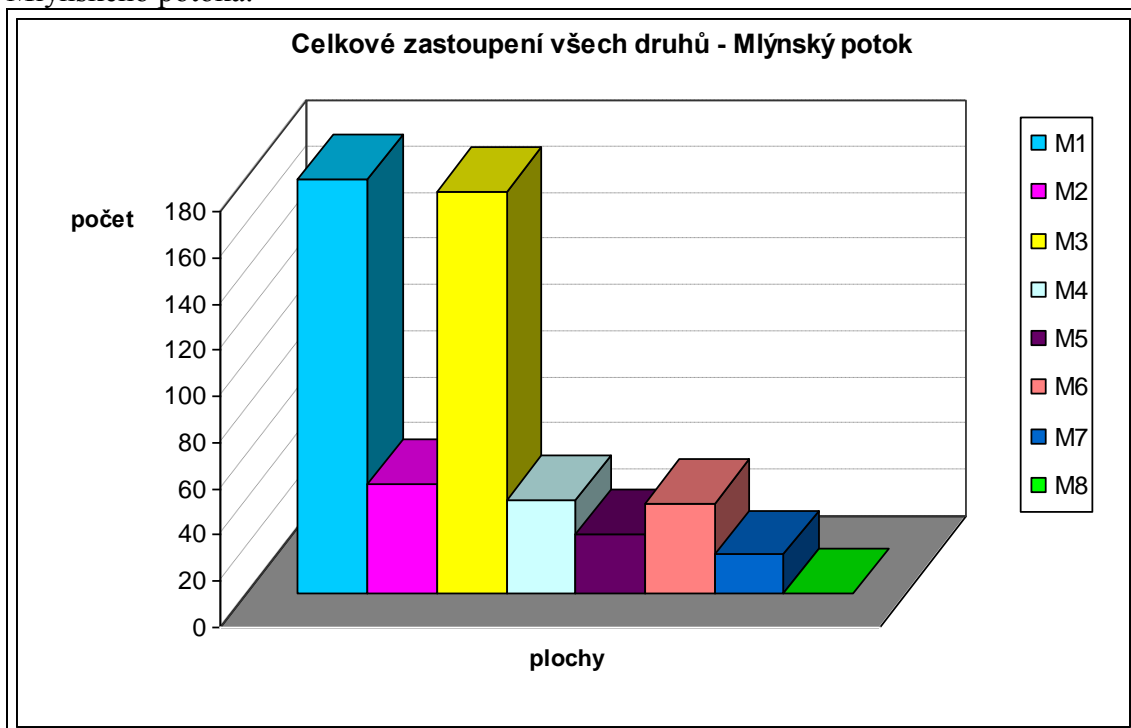
Příloha 3. - Umístění zemních pastí (Mlýnský potok).



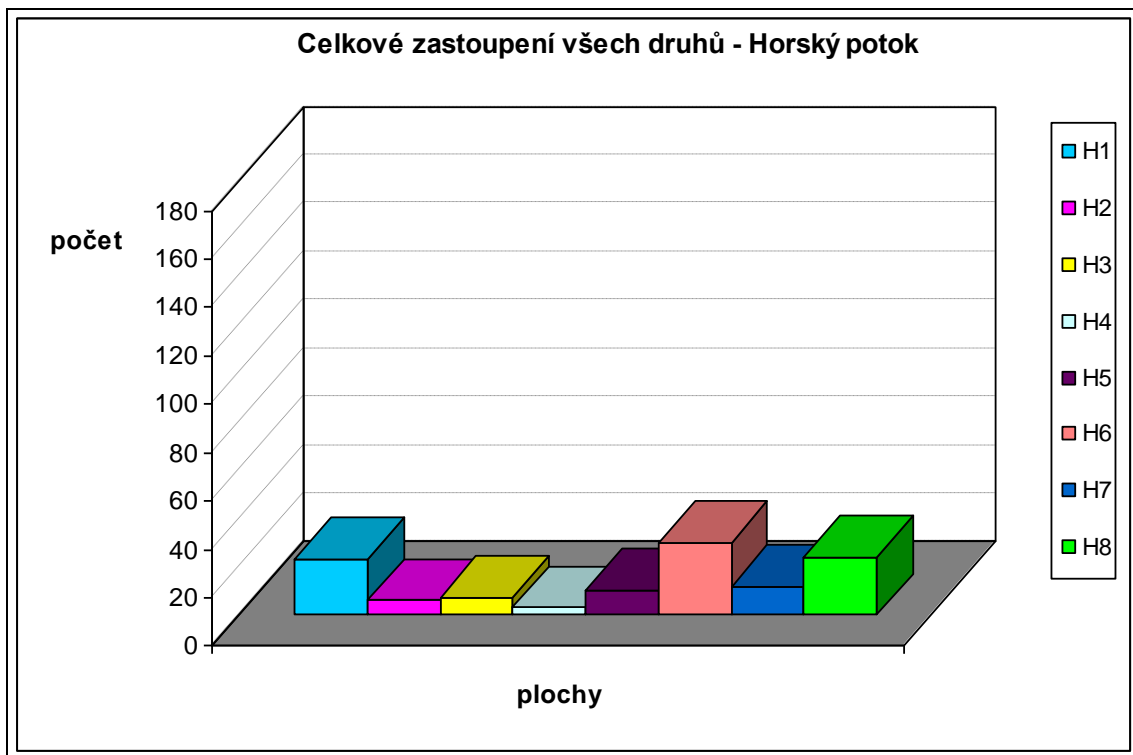
Příloha 4. - Povodí Mlýnského potoka - zemní past sešlapaná pasoucím se stádem dobytka.



Příloha 5. – Zastoupení všech zjištěných druhů podle jednotlivých ploch povodí Mlýnského potoka.



Příloha 6. – Zastoupení všech zjištěných druhů podle jednotlivých ploch v nivě Horského potoka.



# Communities of epigeic beetles (Coleoptera) on two water catchment with the different management in the submontane area (Bohemian Forest, Czechia): the effect of microclimate

Hana Chocová, Jan Procházka, Jaroslav Boháč

Faculty of Agriculture, University of South Bohemia, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Czech Republic, [jardaboh@seznam.cz](mailto:jardaboh@seznam.cz), Tel.: + 420 387 772 738, Fax: + 420 385 312 648

## Abstract

Communities of epigeic beetles were studied on two water catchments with the different management in the submontaneous area of Bohemian Forest (South Bohemia, Czechia). The Mlýnský stream catchment was characteristic by high representation of unforested habitats (pastures and mowed meadows), Horský stream by higher proportion of forested habitats and non equal management (plots without management, mowed meadows). The microclimatic characteristics (average temperature, average humidity, average wind speed, average radiation) were measured. The method of pitfall trapping was used for beetle sampling. Beetles species were divided into two groups after its preferences to humidity: hygrophilous species and mesophilous species. The degree of human impact was studied by finding of frequency of species of different ecological groups. 57 species was found in the Mlýnský stream and 33 in the Horský stream. The activity of beetles was about five times higher in Mlýnský stream (511 individuals captured) than in the Horský stream (114 individuals found). Ubiquitous species prevail in Mlýnský stream and adaptive species in the Horský stream. Stenotopic species were found in the Mlýnský stream only. These results indicate less human impact in Horský stream than in the Mlýnský stream. Frequency of beetle species with the different requirement on the humidity in communities on studied plots indicates the dominance of mesophilous species in Mlýnský stream in comparison with Horský stream. Frequency of hygrophilous species was about three times higher in Horský stream than in Mlýnský stream. The intensity of management affected the beetle structure mainly on the less forested plot of Mlýnský stream. The structure of communities on plots with more intensive management differs from communities on plots with low management. Hygrophilous species prevail on plots with low management of the Mlýnský stream. The effect of management intensity is not documented in Horský stream with the greater proportion of trees

**Key words:** epigeic beetles (*Coleoptera*); water catchment, microclimate, management, human impact, communities, species diversity

## Introduction

Epigeic beetles, especially carabids and staphylinids, are extremely diverse and worldwide distributed in all types of terrestrial ecosystems (Bohac, 1999, Holland, 2002). They have an important role in the cultural landscape as predators and destructors. More recently, they are used as bioindicators in response to chemical pollutants (e.g. pesticides and heavy metals) or management regimes (e.g. crop, moorland and grassland management). There are some data about the effect of microclimatic characteristics on the communities of carabids and staphylinids indicating that the soil moisture and shady have some effect on the structure of beetle communities (Koch, 1989, Hůrka, 2005, Boháč et al., 2005). These facts are still inadequate due the fact that they are measured for some habitats and nature conditions only. Communities

of epigeic beetles (especially carabids and staphylinids) were studied during the project about the effect of different management and microclimatic conditions on biodiversity of epigeic beetles in model areas of two water catchments with different management in submontaneous area of the central Europe (Bohemian Forest, Czechia). The aim of this paper was to find out how are the different management practices and microclimatic conditions connected with it and whether it has essential influence on beetle communities.

### Material and methods

The effect of the microclimate and the different management on the beetle communities was studied using pitfall trapping in the model water catchments in the Bohemian Forest Mts. (Southern Bohemia, central Europe). Detailed information on the pastures is given in Table 1. A row of 5 pitfall traps (diameter 7 cm) was exposed in each plot. Pitfall traps were filled with a mixture of ethylenglykol. The material from the traps was collected every month from Juni to October 2006.

Beetle species were divided into two groups after its preferences to humidity: hygrophilous species occurring in wet habitats mainly and mesophilous species tolerant to relatively dry biotopes (Koch, 1989, Hůrka, 2005, Boháč et al., 2005). The degree of human impact was studied by finding of frequency of species of different ecological groups (Bohac, 1999). The program CANOCO version 4.51 for comparison used for the statistical evaluation of the material; graphical out puts were elaborated by the CANODRAW and CANOPOST programs (ter Braak & Šmilauer 1998). We used DCA analysis for comparison of sites and direct RCA analysis for evaluation of species and management and microclima effects on beetle species.

Table 1. The characteristics of studied model areas.

Model area	Size (ha)	M a.s. level	Unforested size %	Management of unforested size
Mlýnský	214,1	784-884	90	pastures, mowed meadows
Horský	201,7	826-1026	45	plots without management, mowed meadows

### Results and discussion

The microclimatic characteristics, especially average temperature, average humidity and average radiation, measured 2 m above the soil surface were very similar on studied plots (Table 2). The average wind speed was about 3 time higher in Mlýnský stream than in the Horský stream due the greater area of unforested territory (Table 1).

Table 2. The microclimatic characteristics of studied model areas during Juni-August 2006.

Model area (catchment)/measured microclimatic parameter	Horský stream	Mlýnský stream
Average temperature in 2 m (°C)	14	15
Average humidity in 2 m (%)	82	78
Average wind speed (m.s <sup>-1</sup> )	0.3	1
Average radiation (W.m <sup>-2</sup> )	181	182

There were great difference in the temperature on the soil surface and 0.15 m under soil surface measured in model areas (Fig. 1). The both temperatures were above twice higher in Mlýnský stream than in Horský stream. It is probably affected by the greater

area of unforested territory in Mlýnský stream. The vegetation catch the solar radiation considerably after our view.

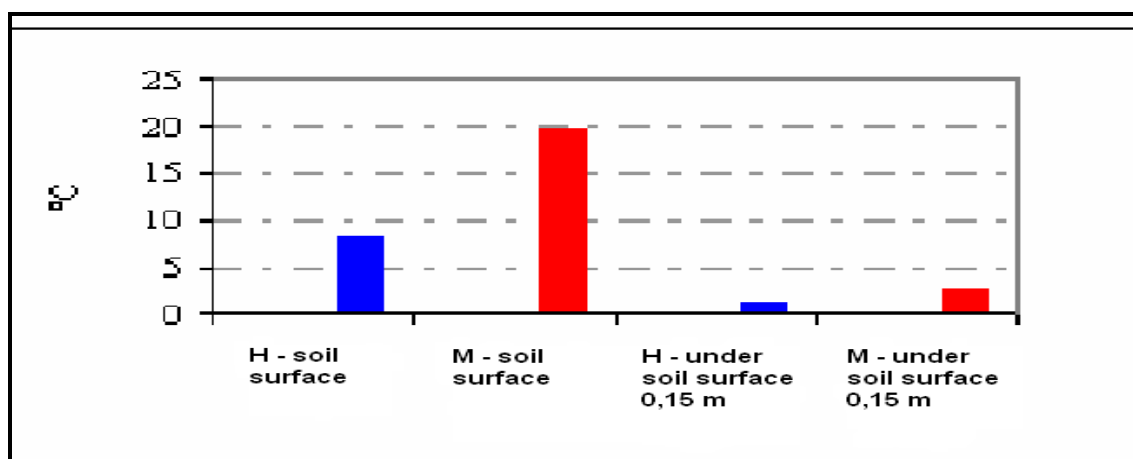


Fig. 1. Temperature characteristics on the soil surface and in 0.15 m under soil surface (11.-12. 7. 2006 from 9:30 – 18:00 up to 4:00- 7:00 ).

57 species was found in the Mlýnský stream and 33 in the Horský stream. The activity of beetles was about five times higher in Mlýnský stream (511 individuals captured) than in the Horský stream (114 individuals found). Comparison of the frequency of the different ecological groups in communities of studied streams is presented on the Fig. 2. Ubiquitous species prevail in Mlýnský stream and adaptive species in the Horský stream. Stenotopic species were found in the Mlýnský stream only. These results indicate less human impact in Horský stream than in the Mlýnský stream and they are in correspondence with results of other authors (e.g. Boháč, 1999).

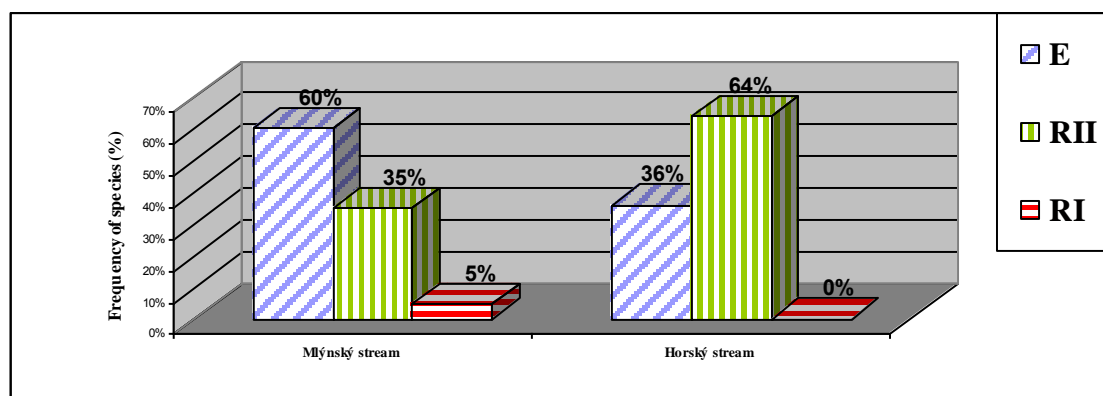


Fig. 2. Frequency of beetle species with the different ecological character in communities on studied plots (E – ubiquitous species, RII – adaptive species, RI – stenotopic species).

Frequency of beetle species with the different requirement on the humidity in communities on studied plots indicates the dominance of mesophilous species in Mlýnský stream (82 %) in comparison with Horský stream (42 %)(Fig. 3). Frequency of hygrophilous species was about three times higher in Horský stream than in Mlýnský stream.



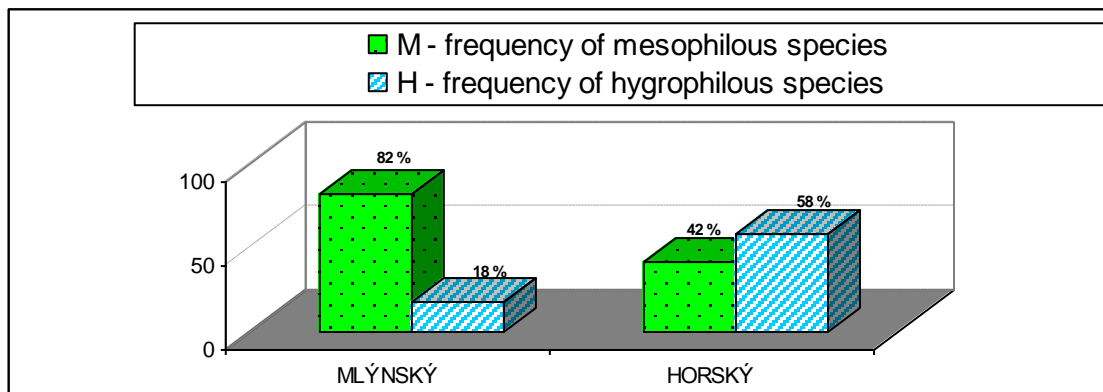


Fig. 3. Frequency of beetle species with the different requirement on the humidity in communities on studied plots (M – mesophilous species, H – hygrophilous species).

The intensity of management affected the beetle structure mainly on the less forested plot of Mlýnský stream (Figs 4). The structure of communities on plots with more intensive management differs from communities on plots with low management. Hygrophilous species prevail on plots with low management of the Mlýnský stream (Fig. 4). The effect of management intensity is not documented in Horský stream with the greater proportion of trees (Fig. 5). The distribution of hygrophilous species was equal on studied plots. These results approve the importance of microclimate for the community structure of epigeic beetles and the role of management intensity, which were cited by previous authors based mainly on field observations (e.g. Koch, 1989, Hůrka, 1996, Boháč et al., 2005).

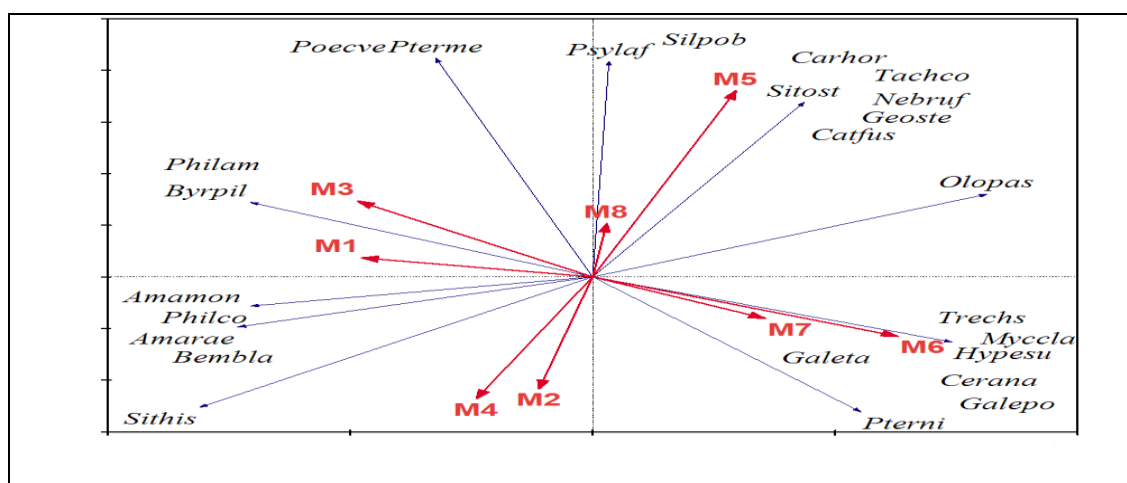


Fig.4. Ordination of beetle communities on studied plots of Mlýnský potok in relationship to their ecological requirements and demands to microclimate (hygrophilous and mesophilous species (M1-M4 – plots with more intensive management, M5-M8 plots with less intensive management, *Carhor* - *Carabus hortensis hortensis*, *Silpob* - *Silpha obscura obscura*, *Psylaf* - *Psylliodes* (*Poecve* – *Poecilus versicolor*, *Pterme* - *Pterostichus melanarius*, *Philam* - *Philonthus laminatus*, *Byrpil* - *Byrrhus pilula*, *Amamon* – *Amara montivaga*, *Philco* – *Philonthus cognatus*, *Amarae* – *Amara aenea*, *Bembla* – *Bembidion lampros*, *Sithis* – *Sitona hispidulus*, *Pterni* – *Pterostichus nigrita*, *Galeta* – *Galeruca tanacetii*, *Galepo* – *Galeruca pomonae*, *Cerana* – *Cercyon analis*, *Hypesu* - *Hypera subspiciosa*, *Myccla* - *Mycetoporus clavicornis*, *Trechs* - *Trechus splendens*, *Olopas* - *Olophrum assimile*, *Catfus* - *Catops fuscus*, *Geoste* - *Geotrupes stercorarius*, *Nebruf* – *Nebria rufescens*, *Sitost* – *Sitona striatellus*, *Tachco* - *Tachinus corticinus*, *Carhor* - *Carabus hortensis*, *Silpob* - *Silpha obscura*, *Psylaf* - *Psylliodes affinis*).

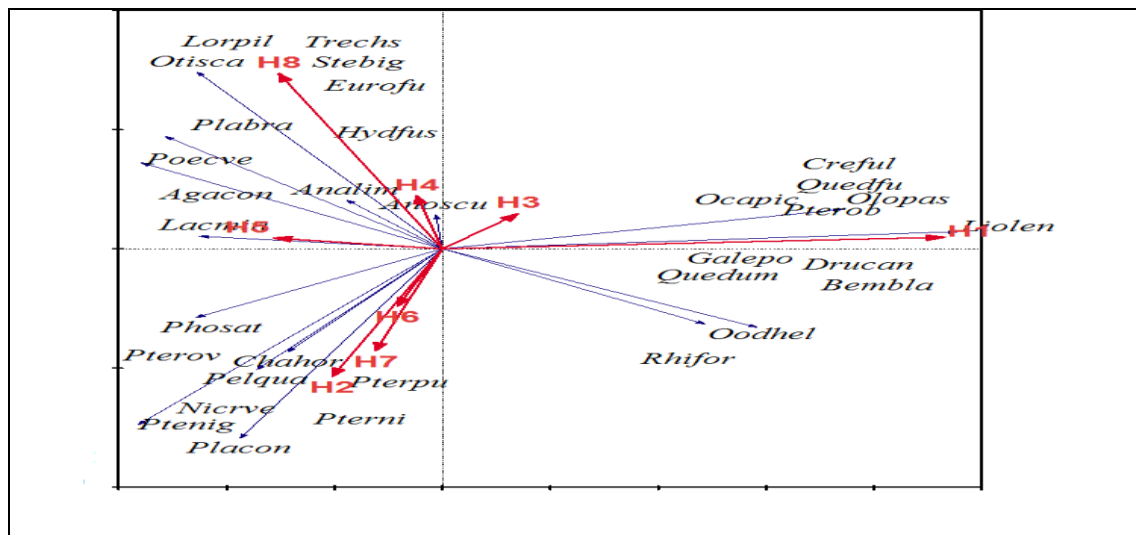


Fig.5. Ordination of beetle communities on studied plots of Mlýnský potok in relationship to their ecological requirements and demands to microclimate (hygrophilous and mesophilous species (M1-M4 – plots with more intensive management, M5-M8 plots with less intensive management, *Lorpil* - *Loricera pilicornis*, *Otisca* - *Otiorhynchus scaber*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Trechs* - *Trechus splendens*, *Stebig* - *Stenus biguttatus*, *Eurofu* - *Europhilus fuliginosus*, *Hydfus* - *Hydrobius fuscipes*, *Plabra* - *Plateumaris braccata*, *Poecve* - *Poecilus versicolor*, *Agaçon* - *Agabus congener*, *Analin* - *Anacaena limbata*, *Anoscu* - *Anotylus sculpturatus*, *Lacmin* - *Laccobius minutus*, *Phosat* - *Phosphuga atrata*, *Pterov* - *Pterosichus ovoideus*, *Chahor* - *Chaetocnema hortensis*, *Pelquid* - *Pelenomus quadricorniger*, *Pterpu* - *Pterostichus pumilio*, *Nicrve* - *Nicrophorus vespilloides*, *Ptenig* - *Pterostichus niger*, *Pterni* - *Pterostichus nigrita*, *Plaçon* - *Plateumaris consimilis*, *Rhifor* - *Rhinomias forticornis*, *Oodhel* - *Oodes helopoides*, *Quedum* - *Quedius umbrinus*, *Galepo* - *Galeruca pomonae*, *Drucan* - *Drusilla canaliculata*, *Bembla* - *Bembidion lampros*, *Liolen* - *Liophloeus lentus*, *Pterob* - *Pterostichus oblongopunctatus*, *Ocapic* - *Ocalea picata*, *Olopas* - *Olophrum assimile*, *Quedfu* - *Quedius fuliginosus*, *Creful* - *Crepidodera fulvicornis*).

## References

- Bohac, J. (1999) Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture, Ecology and Environment*, 74, p. 357-372.
- Boháč J., Frouz J., Syrovátka O. (2005): Carabids and staphylinids in seminatural and drained peat meadows. *Ekológia (Bratislava)*, 24: 292-303.
- Holland J. M. (ed.) (2002) *The agroecology of carabid beetles*. Intercept Ltd., Andover, 356 pp.
- Hůrka K. (1996): *Carabidae of the Czech and Slovak Republics*. Carabidae České a Slovenské republiky. 565 pp., Kabourek, Zlín.
- Koch K. (1989): *Die Käfer Mitteleuropas, Ökologie* Bd. 1. 439 pp., Goecke & Evers, Krefeld.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (1998) *CANOCO Release 4. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Microcomputer Power, Ithaca, NY. 1998.