

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



Petr Hora

Metodologické aspekty používání zemních pastí  
pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých

Diplomová práce  
v oboru  
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. & Mgr. Ivan H. Tuf, Ph.D.

Olomouc 2010



## Abstrakt

### Hora, P.: Metodologické aspekty používání zemních pastí pro studium epigeonu na příkladu střevlíkovitých.

Lov epigeických živočichů pomocí zemních pastí je nejběžnější a nejpoužívanější metoda výzkumu těchto živočichů. Zvláště při výzkumu na chráněných lokalitách nebo chráněných druhů si ale musíme položit následující otázky. Působí pasti negativně na početnost společenstev střevlíkovitých? Můžeme populace některých druhů pastmi decimovat? Kolik pastí na lokalitu umístit, abychom zjistili druhové spektrum střevlíků na lokalitě?

Výzkumy probíhaly na lokalitě v CHKO Litovelské Pomoraví, v tvrdém lužním lese, kde byl studován vliv víceleté expozice pastí na střevlíkovité. V roce 2007 byla umístěna na lokalitě linie 6 pastí. V roce 2008 byla přidána v blízkosti původní linie linie druhá, také s 6 pastmi, s označením 2008N. Porovnávaly se tedy úlovky z linií 2007 a 2008 (shodná linie pastí) a úlovky z linie 2008N. Rozdíly v úlovku 2007 a 2008N byly ovlivněny převážně klimatem a pozicí linie, rozdíly mezi 2007 a 2008 byly ovlivněny délkou expozice a klimatem a rozdíly mezi 2008 a 2008N byly ovlivněny délkou expozice a pozicí linie.

Druhá část studie byla prováděna na 6 lokalitách v CHKO Bílé Karpaty v letech 2008 a 2009, kde cílem práce bylo stanovit optimální počet zemních pastí pro poznání druhového složení společenstva střevlíkovitých. Na lokalitách bylo umístěno 13 až 23 pastí.

Statistické vyhodnocení pomocí jednocestné ANOVY a Tukey-Kremerova testu ukázalo potenciální vylovení u střevlíkovitých brouků. Signifikantně se po roce chytání zdají být decimovány populace větších druhů střevlíků, konkrétně *Carabus scheidleri* a *Abax parallelepipedus*, který je v druhém roce nahrazen druhem *Abax parallelus*.

Jako optimální počet zemních pastí pro poznání druhového spektra střevlíkovitých na lokalitě se jeví počet 10 – 12 pastí. Již 5–7 pastí zachytí všechny dominantní druhy a více než 75 % všech ulovených druhů střevlíků. Větší počet pastí není pro poznání druhového spektra příliš efektivní.

**Klíčová slova:** *Carabidae*, vylovení, víceletá expozice, ovlivnění populací, digging-in efekt, počet pastí

## Abstract

### **Hora, P.: Some methodological aspects of pitfall trapping of epigeic arthropods, carabid beetles as a model.**

Usage of pitfall traps is the most often method for catching and then studying the epigeic arthropods. Especially when we are studying protected animal species or our localities are protected we have to ask following questions. Do the traps have negative effect on carabides abundance? Is there a chance of some population decimation when using pitfall traps? How many traps do we need to place onto the locality to find out the species composition of carabides there?

The studies took place in PLA Litovelske Pomoravi in hard floodplain forest where the multi-annual effect of traps on carabides was studied. A line composed of 6 traps was placed on the locality in 2007. Second line marked 2008N, also with 6 traps, was added near the first line in 2008. Catches from lines 2007 and 2008 (same trap line) and 2008N were compared. Differences in captures between 2007 and 2008N were affected mainly by climate and line position. Differences between 2008 and 2008N were affected by line position and exposition length.

The second part of the study was done on 6 localities in PLA Bile Karpaty in years 2008 and 2009 and the aim of the work was to state the optimal number of pitfall traps for carabides species composition recognition. There were from 13 up to 23 traps. Statistical evaluation based on one-way ANOVA and Tukey-Kramer test showed potential over-trapping of carabides beetles. After a year of catching some bigger carabides species populations, concretely *Carabus scheidleri* and *Abax parallelepipedus*, were significantly decimated. *Abax parallelepipedus* was replaced by *Abax parallelus* in the second year.

Ten to twelve traps seems to be the optimal amount of pitfall traps that should be placed onto the locality. Five to seven traps are already enough to catch all the dominant species and also more than 75 % of all caught carabides species. Higher amount of traps is effective no more for species composition recognition.

**Key words:** *Carabidae*, over-trapping, multi-annual exposition, population affection, digging-in effect, number of traps

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením RNDr. & Mgr. Ivana H. Tufa, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 26. dubna 2010

.....  
podpis

## Obsah

Seznam tabulek .....	vii
Seznam obrázků .....	viii
Poděkování.....	x
Úvod.....	1
Zemní pasti.....	1
Faktory ovlivňující úlovek v zemních pastech.....	1
Materiál a metodika.....	8
Charakteristiky lokalit.....	8
Metodika odběru vzorků .....	15
Výsledky .....	18
Vliv zemních pastí na abundanci střevlíkovitých .....	18
Počet zemních pastí.....	21
Podobnost jednotlivých pastí na lokalitách.....	28
Diskuze.....	33
Vliv zemních pastí na abundanci střevlíkovitých .....	34
Počet zemních pastí.....	37
Podobnost jednotlivých pastí na lokalitách.....	39
Závěr .....	42
Literatura .....	44
Přílohy .....	47

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Klimatické údaje za roky 2007 a 2008 .....	8
Tabulka 2: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů střevlíků chycených do sledovaných řad.....	18
Tabulka 3: Celkové počty druhů na jednotlivých lokalitách v Bílých Karpatech. ....	22

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Lužní les v CHKO Litovelské Pomoraví .....	9
Obrázek 2: Hrozenkovský lom .....	10
Obrázek 3: PR Hutě .....	11
Obrázek 4: PR Ve Vlčí .....	12
Obrázek 5: PP Pod Hřibovňou .....	13
Obrázek 6: PR Pod Žítkovským vrchem .....	14
Obrázek 7: Skaličí .....	14
Obrázek 8: Schéma modifikované zemní pasti.....	15
Obrázek 9: Modifikovaná zemní past s plechovou zábranou a pletivem.....	16
Obrázek 10: Zemní past krytá kamenem. ....	16
Obrázek 11: Srovnání průměrného počtu jedinců z pastí bez a s digging-in efektem ...	19
Obrázek 12: Sezónní aktivita vybraných druhů stěvlíků na jednotlivých liniích.....	20
Obrázek 13: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Hutě. ....	23
Obrázek 14: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality Hrozenkovský lom.....	23
Obrázek 15: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Ve Vlčí.....	24
Obrázek 16: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Pod Žítkovským vrchem.....	24
Obrázek 17: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality Skaličí. ....	25
Obrázek 18: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PP Pod Hřibovňou. ....	26
Obrázek 19: Křivka roustoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí na lokalitě PP Pod Hřibovňou z linie s 13ti pastmi. ....	26
Obrázek 20: Křivka roustoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí na lokalitě PP Pod Hřibovňou z linie s 10ti pastmi. ....	27
Obrázek 21: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality Hrozenkovský lom.....	28
Obrázek 22: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Hutě.....	29
Obrázek 23: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Ve Vlčí.....	30



Obrázek 24: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Pod Žítkovským vrchem. .....	31
Obrázek 25: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality Skaličí. ....	31
Obrázek 26: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PP Pod Hřibovňou. ....	32

## **Poděkování**

Děkuji za pomoc, podporu, trpělivost a skvělý přístup vedoucímu práce dr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. Mgr. Vítu Slezákovi a Markovi Sovišovi děkuji za pomoc s vybíráním pastí, tříděním materiálu a další činností v terénu. Za odbornou pomoc s determinací děkuji Mgr. Pepovi Kašákovi z Katedry zoologie a antropologie PřF UP Olomouc. Za velkou podporu během studia chci poděkovat svým rodičům. Za mnoho nezapomenutelných chvil během studia děkuji všem svým spolužákům a přátelům.

# Úvod

## Zemní pasti

Zemní pasti jsou nejpoužívanější metodou pro studium epigeonu. Již v 20. letech minulého století je začali ke svým studiím používat Barber a Hertz. Z jejich studií pochází i název tzv. „Barber trap“ – jde o v dřívější době standardizovanou zemní past o průměru 5,6 cm a hloubce maximálně 12 cm. Zemní pasti jsou určitě pro studium epigeonu velkým přínosem. Oproti individuálnímu sběru je jejich používání mnohem méně časově náročné, zachytávají velké množství živočichů, dochází k ulovení i malých druhů, které nemusíme při individuálním lovu zachytit. Ale i přes nesporná pozitiva zemních pastí je velmi důležité si uvědomit, že jejich efektivita i druhové složení úlovku je ovlivněno velkým množstvím faktorů.

Úlovek je ovlivněn konstrukcí a typem pasti, vnějšími klimatickými a geomorfologickými podmínkami, ale hlavně i vlastními živočichy.

## Faktory ovlivňující úlovek v zemních pastech

V roce 1979 publikoval Joachim Adis práci, ve které shrnuje 18 faktorů, které ovlivňují složení úlovku v pastech a které je důležité brát v úvahu již při navrhování zamýšleného pokusu a potom i při interpretaci výsledků. Faktory by se daly rozdělit do tří skupin. První skupina faktorů se týká pouze vlastní zemní pasti. Jde o její konstrukci, umístění, náplň a další aspekty. Druhou skupinu tvoří vnější faktory prostředí, například klima, korunový zápoj, vlhkostní poměry atd. Poslední skupina faktorů zahrnuje populační charakteristiky jednotlivých druhů epigeonu či taxocenóz, jejich pohyb, trapabilitu, schopnost úniku z pastí a další vlastnosti živočichů, které bohužel nelze předem ovlivnit.

Studiu těchto faktorů již bylo věnováno mnoho prací, ale jen málo z nich studovalo a porovnávalo více faktorů současně. Podrobně byl zkoumán vliv fixační tekutiny na úlovek (Blahoušek 1997, Pekár 2002, Koivula a kol. 2003). Vlivem mikroklimatu a okolní vegetace v polích se zabýval např. Honěk (1988, 1997) na více skupinách epigeických živočichů. Mnoho studií se věnuje samotné konstrukci pastí, jejich velikosti, materiálu a přídavných zařízení (Lemieux a Lindgren 1999, Hansen a New 2005, Work a kol. 2002). Již méně prací se zabývá samotnými vlastnostmi živočichů, jako je jejich pohyb, který lze studovat pomocí radiotelemetrie (Riecken a

Raths 1996) nebo například vůbec vlastní vliv lovu do pastí a z toho vyplývající ovlivnění populační hustoty a druhového složení (Niemelä a kol. 1986, Novák 1964, Digweed a kol. 1995).

### **Vlastnosti a konstrukce zemní pasti**

Hlavní a nejdůležitějším faktorem z této skupiny je průměr pasti. Zpočátku se používaly pasti dle Barbera o průměru 5,6 cm, ale v pozdějších studiích se autoři přiklánějí spíše k větším průměrům pastí. Work a kol. (2002) porovnávali pasti o průměrech 4,5–20 cm. Jako nejvýhodnější uvádí pasti o průměru okolo 10 cm. Malé pasti po standardizaci na plochu pasti sice zachytávají nejvíce živočichů, ale větší druhy z nich snáze prchají a i vzácné druhy jsou zachyceny převážně ve větších pastech. Příliš velké pasti zase zachytávají častěji malé savce, obojživelníky a plazy. A tak průměr okolo 10 cm se jeví nevhodnějším pro studie epigeonu. Na některé druhy, jako jsou pavouci a solifugy může velká past působit jako odstrašující, živočich ji zaregistruje a nemusí být vůbec zachycen (Adis 1979).

Luff (1975) provedl souborné laboratorní porovnání materiálů, ze kterých může být past vyrobena. Pasti ze skla zabraňovaly veškerým pokusům o únik ulovených živočichů. Z plastového kelímku uteklo asi 4 % a z plechových kelímků uprchlo přibližně 10 % ulovených zvířat. Také potvrzuje negativní vliv koroze na plechových pastech a s ní související rostoucí procenta úteků.

Stříškami nad pastmi, které slouží k zamezení znečištění pastí listím, vyplavení deštěm, případně zničení zvěří se zabývalo také mnoho autorů. Work a kol. (2002) porovnávali stříšky o plochách 64 až 225 cm<sup>2</sup>. Nenašel ale žádný signifikantní rozdíl v úlovcích a ploše stříšek. Nebyl prokázán ani rozdíl v použitém materiálu a nebo průhlednosti stříšek (Absolon 1994, Phillips a Cobb 2005). Pouze Spence a Niemelä (1994) prokázali v souvislosti se stříškami signifikantní výsledek a to, že pasti bez stříšky ulovily vždy více jedinců. Lemieux a Lindgren (1999) porovnávali úlovky a data získaná z normálních otevřených pastí s pastmi, které byly zakopány kousek nad úroveň zemského povrchu. Tyto pasti měly horní hrdlo zadělané a živočichové byli zachytáváni dírami, které byly z boku pastí. Podle jeho statistického testování byl pouze pro dva druhy střevlíků signifikantní rozdíl mezi typem pasti a jinak většinou byly celkové úlovky z rozdílně konstrukčně řešených pastí stejné. Tento modifikovaný typ pastí se zdá být tedy výhodnější pouze pro zamezení zachytávání menších obratlovců, i když i tomuto problému se dá zamezit např. použitím pletiva (Hora 2008).

Zemní past plníme konzervační tekutinou z důvodu usmrcení živočichů a zabránění jejich rozkladu. Pro lepší zachycení a zabránění úniku se případně přikapává do tekutiny detergent pro snížení povrchového napětí. Mezi nejčastěji používanými fixačními tekutinami, jako jsou roztoky formaldehydu a ethylenglykol, nebyly nalezeny žádné velké rozdíly v úlovcích (Blahoušek 1997, Koivula a kol. 2003). Pekár (2002) testoval ovlivnění úlovku koncentrací formaldehydu v konzervační tekutině a pro brouky byl tento vztah v pozitivní korelaci. Formaldehyd působil jako atraktant na střevlíkovité brouky, ale až ve vyšších koncentracích. Ve své práci neurčoval pohlaví ulovených střevlíků, ale jiné studie uvádějí působení jako atraktant pro samice (Gerlach a kol. 2009). Jako méně úspěšné tekutiny uvádějí Koivula a kol. (2003) nemrznoucí kapalinu (hlavní složka je ethylenglykol) a solný roztok. Pro porovnání zkusil pasti plnit i parafinem, ale pouze 6 % ze všech ulovených živočichů bylo v těchto pastech a to nám potvrzuje, že epigeon na tuto silně aromatickou látku reaguje velmi negativně. Na druhou stranu Gerlach a kol. (2009) testovali laboratorně rozdíly v úlovcích epigeonu s různými fixačními látkami a nezjistil žádný rozdíl mezi formaldehydem, vodou, ethylenglykolem a směsí octa, lihu a vody. Pouze zjistil, že tato směs působí jako repelent na stonožky a mnohonožky.

Použitím bariér a systémů více pastí se zabývali Hansen a New (2005). V porovnání pastí s a bez bariéry je jasně vyšší úlovek v pastech s instalovanou bariérou. Odpovídá i na otázku ohledně délky naváděcí bariéry. Porovnával bariéry 30, 60 a 120 cm široké a jako optimální řešení se jeví bariéra o délce 60 cm. Delší bariéra zachytává jen o trochu více jedinců, ale pro poznání druhového složení, ale i z důvodu ekonomických a manipulačních již není tak výhodná. Dále ve své práci porovnávají Hansen a New systémy 5 pastí s a nebo bez bariér. Systém s bariérami zachytával více jedinců i druhů, ale bez signifikantního rozdílu. Celkově Hansen a New na závěr shrnují, že bariéry zvyšují počet ulovených jedinců 3–8,7krát a počet druhů zvyšují 1,3–2,1krát.

Vzdáleností jednotlivých pastí od sebe se zabývali např. Ward a kol. (2001). Uvádí, že pasti vzdálené od sebe 5–10 metrů zachytily více živočichů, než pasti, které byly od sebe jeden metr. Tento výsledek i logicky vysvětluje, že v husté síti pastí s malou vzdáleností zachytávají okrajové pasti více živočichů, kteří migrují z okolí. Tento fakt je dán i vyšší schopností mobility u střevlíků.

## Vnější faktory ovlivňující zemní pasti

Asi nejdůležitějšími faktory z této skupiny jsou ovlivnění úlovku klimatickými podmínkami a vegetací. Na vegetaci je přímo závislý výskyt některých druhů, které jsou s rostlinami spojené přímo vývojem nebo způsobem života (Hůrka 1996). Honěk (1988) ve své práci, kde studoval úlovky brouků a pavouků na polích uvádí, že i s rostoucí hustotou rostlin na lokalitě roste počet úlovků v pastech. Celkově nejvíce úlovků zaznamenal na místech, kde se často a výrazně měnila hustota rostlin a prostředí bylo velmi heterogenní jako např. okraj pole. Se zvýšením pokryvnosti bylinného a keřového patra se mikroklimatické podmínky stávají příznivější také pro širší druhové spektrum střevlíků a i pro jejich vajíčka a vývoj larev (Thiele 1977). Tato skutečnost určitě blíže souvisí s pohybem živočichů po lokalitě. Z radiotelemetrických pokusů (Riecken a Raths 1996) s použitím druhu *Carabus coriaceus* vyplývá, že na otevřených prostranstvích má tento druh přímý směr pohybu k nejbližším stinným místům a tím pádem je jeho šance na zachycení menší a naopak ve vegetačním stínu se pohybuje neuspořádaně. Druhy luk, polí a dalších otevřených prostranství jsou i celkově obtížněji ulovitelné, protože mnoho těchto živočichů je makropterních, tedy jsou schopné letu. Velkou roli hraje i heterogenita prostředí. Různé drobné úkryty a změny tvaru reliéfu mohou zvyšovat výskyt epigeických živočichů (Adis 1979). Greenslade (1964) testoval a porovnával úlovky z pastí na trávnicích, kdy porovnával pasti s normálním okolím a pasti, okolo kterých byla v průměru 60 cm odstraněna tráva. Tyto pasti s upraveným okolím ulovily více střevlíků, ale tento fakt dle mého názoru spíše souvisí s digging- in efektem (Digweed a kol. 1995).

Vliv teploty a srážek hraje velmi důležitou roli již pro rozmnožování a vývoj dalších generací brouků (Hůrka 1996). Honěk (1997) uvádí, že aktivita střevlíků roste přibližně o 6,3 % se zvýšením teploty o 1 °C oproti průměrným teplotám. Zásadní vliv spolu s teplotou má ale i vlhkost a srážky. V průběhu sezóny se tedy výskyt střevlíků na lokalitě mění, protože vždy vyhledávají optimální podmínky a ty nejsou po celou sezónu na jednom místě shodné. Při teplotách okolo 16 °C střevlíkovití preferovali spíše otevřené plochy, ale s teplotami vyššími se již přesunovali do zastíněných míst. Ve své práci dále popisuje, že při stejných teplotách se uloví více střevlíků za vyšší vlhkosti. To je způsobeno i sníženou aktivitou střevlíků za sucha a jejich zahrabáváním se do hrabanky (Thiele 1977). Teplota ovlivňuje i rychlost pohybu střevlíků. Morrill a kol. (1990) pozorovali, jak rychlost pohybu závisí na teplotě. Při vysokých teplotách se

střevlíci pohybují rychleji, při nižších a v optimálních podmínkách je pohyb pomalejší. Z výsledků z jeho laboratorních pokusů vyplývá i to, že střevlíci pohybující se rychleji díky vyšším teplotám častěji padají do zemních pastí, protože při kontaktu s okrajem pasti nestíhají reagovat.

### **Interakce epigeonu se zemními pastmi (Reakce živočichů na zemní pasti)**

Celkově i z laického pohledu lze usoudit, že zemní pasti musí negativně ovlivňovat abundanci živočichů na lokalitě. Většinou se používají pasti se smrtícím agensem a tedy zvířata v pastech hynou. Novák (1964) prováděl výzkum na polích na Hané se zaměřením na hrobaříkovité brouky. Na společných stanovištích dvou druhů bývají početnější hrobaříci se zimujícími imagy. Uvádí, že při soustavném lovu do smrtících zemních pastí během více let dochází již v druhém roce k většímu výskytu druhů se zimujícími larvami oproti druhům se zimujícími imágami. To je způsobeno sníženou soutěží o potravu, kdy druh se zimujícími imágami je již zdecimován a nerozmnožuje se a naopak larvy druhého druhu nejsou chytány, vzhledem k jejich menší mobilitě oproti dospělcům a druhý rok tak zvyšují abundanci.

Možnostmi úniku ze zemních pastí se zabýval už Petruška (1968). Testoval velké množství čeledí z řádu Coleoptera. Používal ke svému pokusu skleněné padací pasti a uvádí přibližně 2 % úniků u všech ulovených střevlíkovitých brouků. To přibližně odpovídá i jiným studiím, kdy sklo zabraňovalo únikům většiny ulovených živočichů (Luff 1975). Tento autor také uvádí význam hloubky pasti, kdy z mělčí bezobratlí snáze unikají. Celkově možnost úniku ze zemních pastí ovlivňuje hlavně stavba zemní pasti, její materiál a průměr. Z pastí o malém průměru větší střevlíci unikají častěji (Work a kol. 2002).

Gerlach a kol. (2009) zkoumali interakce se zemními pastmi na střevlících, stonožkách a mnohonožkách. Z těchto skupin byli střevlíci nejčastěji zachytávanými zvířaty. Na rozdíl od mnohonožek a stonožek, které po kontaktu s okrajem pasti do ní hned nepadaly, ale postupně past zkoumaly a v mnoha případech ji obešly.

Zajímavá vlastnost, ovlivňující úlovek v pastech, je tzv. digging-in efekt (Digweed a kol. 1995). Tento jev způsobuje zvýšenou aktivitu epigeonu těsně po zakopání zemních pastí, kdy na epigeon působí pozitivně nově vzniklé disturbance v okolí pasti. Digweed a kol. (1995) ve své studii o digging-in efektu přidává do svého pokusu i teorii o vyčerpání populace. Používal k tomu tři skupiny pastí. Jedny, které

byly permanentně na jednom místě, druhou skupinu pastí posunoval o kousek vedle (tudíž zde působilo vyčerpání populace i vliv disturbance při opakovaném zakopávání) a třetí skupinou byly pasti, které byly přemísťovány na větší vzdálenost (zde byl pouze efekt disturbance). Nejméně úlovků zaznamenaly pasti permanentní, další dva druhy pastí nachytaly přibližně stejné počty jedinců a z toho vyplývá, že rozhodující je efekt disturbance, kde rozrušená země okolo pastí působí jako „atraktant“ pro zemní živočichy. Teorií o vyčerpání populace se zabýval i Niemelä a kol. (1986), kteří porovnávali úlovky ve dvou časových obdobích na třech místech, kde v prvním období umístil tři skupiny pastí po patnácti na každou lokalitu. V druhém období na každé lokalitě vždy v jedné skupině ponechal počet patnáct, v druhé přidal patnáct pastí, zvýšil tedy počet na 30 pastí a ve třetí skupině zvýšil na 45 pastí. Ve svých výsledcích zaznamenal zvýšení počtu úlovků přímo úměrný zvýšenému počtu pastí. Na lokalitách s nezměněným počtem pastí nedošlo k poklesu úlovků v druhém období a tím ukázal, že použitím pastí neovlivnil populaci stěvlíkovitých.

O výskytu druhu v pasti určitě rozhoduje i jeho vlastní aktivita a současně správná doba umístění zemních pastí (Niemelä a kol. 1990). Celková diverzita úlovků v pastech závisí na době expozice pastí. Ve vegetačním období pro orientační souhrn druhů na lokalitě stačí 20 a více dnů expozice pastí. Niemelä a kol. (1990) z výsledků ze dvou lokalit uvádějí, že stačilo 28 dní pro poznání 67 a 77 % druhů lokality zachycených jeho výzkumem.

S dobou umístění zemních pastí na lokalitě blízce souvisí i počet zemních pastí. Obrtel (1971) porovnával úlovky v 1–25 pastech. Počet druhů samozřejmě s rostoucím počtem pastí rostl, ale ne lineárně. Všech 14 dominantních druhů lokality bylo zastoupeno v jakýchkoliv pěti náhodně vybraných pastech a od přibližně 12 a více pastí nebyl vzrůst počtu druhů již velký. Uvádí, že pro poznání dominantních druhů postačuje 5–8 pastí na lokalitě a pro bližší druhové studie stačí používat okolo 12 pastí. Dále pak spíše záleží na konstrukci pastí a jejich vlastnostech pro zachytávání méně častých a vzácnějších druhů.

Je stále otázkou, jestli zemní pastí negativně ovlivňují populační hustoty, případně jak velké množství pastí by již populaci ovlivnilo, kolik pastí je třeba pro poznání druhového spektra živočichů studované lokality a mnoho dalších otázek.

V této práci chci shrnout faktory ovlivňující složení úlovků v zemních pastech. Dále bych chtěl najít odpovědi na otázky týkající se ovlivnění druhového složení



živočichů zemními pastmi při dlouhodobější expozici a zjistit, kolik pastí stačí pro prozkoumání druhového složení na určité lokalitě. Jako modelová skupina mi bude v této studii sloužit čeleď Carabidae – střeplíkovití brouci.

## Materiál a metodika

Odchyt epigeonu probíhal pomocí zemních pastí na lokalitě v CHKO Litovelské Pomoraví a na lokalitách v CHKO Bílé Karpaty. Získaný materiál byl z pastí pravidelně vybírán, následně tříděn do skupin a determinován. Získaná data byla statisticky testována.

## Charakteristiky lokalit

### CHKO Litovelské Pomoraví

Výzkum probíhal v letech 2007 a 2008 na východním okraji CHKO Litovelské Pomoraví, nedaleko obce Horka nad Moravou, v lužním lese v sousedství PP Daliboř na základě povolení Správy CHKO Litovelské Pomoraví na odchyt epigeických živočichů na výše zmíněné lokalitě ze dne 26. dubna 2007 vyřízeném Mgr. Dočkalem.

Přírodní památka Daliboř, u které probíhal výzkum, se nachází asi 7 km severovýchodně od Olomouce a 2,5 km od obce Horka nad Moravou (49°39' SŠ, 17°11'VD). Lokalita leží v teplé klimatické oblasti (tab. 1). Důvod vyhlášení PP Daliboř v roce 1992 je ochrana společenstva vlhkých, druhově pestrých luk s bohatou populací kosatce sibiřského (*Iris sibirica*) a violky slatinné (*Viola stagnina*). Nachází se zde nejbohatší a nejpočetnější populace kosatce sibiřského v CHKO Litovelské Pomoraví. Pedologicky se jedná o náplavové hlíny vytvořené na kvarterních štěrkopískových sedimentech řeky Moravy.

Tabulka 1: Klimatické údaje za roky 2007 a 2008 v porovnání s dlouhodobými normály (DN) z let 1961–1990 (meteorologická stanice Olomouc).

měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	rok
Průměrná teplota vzduchu (°C)													
rok 2007	3,5	3,4	6,2	11,6	16,1	19,7	20,5	20,4	12,9	8,5	2,7	0,1	10,5
rok 2008	1,7	3,1	4,4	9,9	15,3	19,6	20,2	19,3	14	9,8	6,4	2,2	10,5
DN	-2,4	-0,2	3,8	9,1	14,2	17,1	18,6	18	14,3	9,1	3,7	-0,4	8,7
Úhrn srážek (mm)													
rok 2007	29,1	28,4	36,7	2,6	69,2	48,2	45,6	56,5	68,1	39,9	31,3	19,6	475,2
rok 2008	25,9	11,1	38,5	44,2	59,9	47,8	75,7	86,1	30,2	16,2	22,9	26,3	484,8
DN	27,5	25,5	27,2	37,8	73,3	78,4	76,4	68,8	44,5	40	40,4	30,3	570

Lužní les (obr. 1), kde byly umístěny pasti, je typický les CHKO Litovelské Pomoraví, asociace *Quercus-Ulmetum* Isler 1926, který je 50 let starý s dominantním zastoupením dubu, topolu kanadského, lípy srdčité, javoru a jasanu ztepilého. Je to les lesního vegetačního stupně č. 1–dubový označení 1L2–lesní typ jilmový luh bršlicový (mapové podklady na [www.uhul.cz](http://www.uhul.cz)).

Získaný materiál ze zemních pastí z této lokality jsme využili pro testování vlivu zemních pastí na společenstva střevlíkovitých při víceleté expozici.



Obrázek 1: Lužní les v CHKO Litovelské Pomoraví (foto P. Hora).

## CHKO Bílé Karpaty

V letech 2008 a 2009 probíhal inventarizační průzkum na celkem šesti lokalitách v této oblasti. V roce 2008 byly pasti položeny na lokalitách Hrozenkovský lom, PR Hutě a PR Ve Vlčí. V následujícím roce probíhal průzkum pomocí zemních pastí na lokalitách PP Pod Hribovňou, PR Pod Žítkovským vrchem a Skaličí. Charakteristiky lokalit, které jsou MCHÚ, jsou použity z publikace AOPK ČR - Chráněná území ČR (Mackovčin a kol. 2002).

Vzhledem k většímu množství pastí a různorodosti jednotlivých lokalit jsme získaný materiál z Bílých Karpat využili pro statistické testování a zjištění optimálního počtu zemních pastí pro zjištění druhového složení společenstva na studovaném biotopu.

### Hrozenkovský lom

Lom Skalka neboli Hrozenkovský lom (obr. 2) je jediné místo v Bílých Karpatech, kde lze pozorovat typickou sloupcovitou odlučnost bazaltu. Tento lom se nachází v kopci jižně od obce Starý Hrozenkov. Do poloviny minulého století zde probíhala těžba kamene. Vyskytují se zde rostlinné druhy, které nejsou příliš typické pro Bílé Karpaty, rostliny vázané na čedičové podloží a mokřadní druhy, rostoucí na zaplavovaném dně lomu. Zoologický průzkum zatím nebyl proveden, ale je zde zaznamenán výskyt chráněných druhů obojživelníků.



Obrázek 2: Hrozenkovský lom (foto P. Hora).

### PR Hutě

Tuto přírodní rezervaci tvoří zachovalá mozaika luk, pastvin, lesíků a pramenišť s vysokou diverzitou teplomilných a podhorských rostlinných společenstev v oblasti Moravských Kopanic (obr. 3). Rezervace se rozkládá na severozápadních svazích Vlčího vrchu. Na svazích se rozlévají prameny do slatinných mokřadů a mokřadních luk. Druhovou pestrost ještě zvyšuje časté střídání kyselých míst s bazickými a náhlé změny reliéfu, které jsou způsobeny sesuvy. Pestrá mozaika je i výsledkem dřívějšího obhospodařování jednotlivých plošek různými vlastníky. Vyskytuje se zde mnoho vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Rostlinná společenstva jsou typickou ukázkou bělokarpatské flóry s výskytem několika vzácných druhů, např. orchidejí. Z entomologického hlediska je lokalita významná díky nejsevernějšímu výskytu perleťovce dvouřadého (*Brenthis hecate*) a vzácného sekáče *Zacheus crista*. Na mokřadní části lokality jsou zde vázáni obojživelníci a plazi.



Obrázek 3: PR Hutě (foto P. Hora).

### PR Ve Vlčí

Rezervace Ve Vlčí (obr. 4) je tvořena pastvinami s rozptýlenými lesíky v členitém terénu pramenné mísy na hlavním hřebetu Lopenické hornatiny, 0,8 km severovýchodně od kóty Kykula. Vegetace je zde většinou zastoupena rostlinnými společenstvy extenzivních pastvin a částečně menšími bukovými lesíky. Květnaté louky spolu s rozptýlenou zelení představují útočiště pro vzácné a ohrožené druhy bezobratlých. Zajímavý je výskyt významných druhů fytofágních brouků, byli zde nalezeni např. nosatci *Donus intermedius*, klikoroh *Hypera fornicata* a květopas *Tychius stephensi*. V lesících je v jarním aspektu nápadný motýl martináček bukový (*Aglia tau*).



Obrázek 4: PR Ve Vlčí (foto P. Hora).

### PP Pod Hribovňou

Přírodní památka Pod Hribovňou (obr. 5) je komplex přepásaných květnatých luk severní expozice poblíž kóty Hribovňa. Louky a pastviny jsou protkány menšími skupinami keřů a lesíky. Vyskytují se zde typičtí zástupci orchidejí Bílých Karpat a množství ostřic. Zoologický průzkum tohoto území doposud nebyl proveden. Z náhodných sběrů je pouze potvrzen výskyt vzácnějších mravenců a motýlů.



Obrázek 5: PP Pod Hřibovňou (foto převzato z <http://nature.hyperlink.cz>–Chráněná území Zlínského kraje).

### **PR Pod Žítkovským vrchem**

Tuto rezervaci (obr. 6) tvoří bývalé pastviny na severovýchodním svahu Žítkovský vrch. Jde o krajinářsky významný komplex luk a pastvin s rozptýlenou zelení, ve kterém se střídají sušší stanoviště, mokřady i stromová zeleň. Z botanického hlediska je zde zajímavý výskyt orchidejí, ale i rostlin vázaných na suchá, ale i mokřadní stanoviště. Entomologicky zajímavé druhy tvoří mnoho druhů motýlů a fytofágních brouků. V době kolektivizace došlo ke změně hospodaření na této lokalitě a k její degradaci.



Obrázek 6: PR Pod Žítkovským vrchem (foto převzato z <http://nature.hyperlink.cz>–Chráněná území Zlínského kraje).

### **Skaličů**

Lokalita Skaličů (obr. 7) se nachází na svazích Žítkovského vrchu. Jedná se o bukový les s četnými skalními výchozy a suťovými poli. Lokalita nemá žádný zvláštní stupeň ochrany, proto zde byl proveden inventarizační průzkum, jelikož lokalita je v jednání o navržení mezi MCHÚ.



Obrázek 7: Skaličů (foto M. Soviš).



## Metodika odběru vzorků

Ke studiu byla použita metoda formaldehydových zemních pastí. Pasti tvořily zavařovací sklenice Omnia (objem 0,7 l) do kterých byly vloženy plastové kelímky (kelímky na limonádu, objem 0,3 l). Kelímky byly do jedné třetiny naplněné 4% vodným roztokem formaldehydu (smrtící agens). Pasti byly zakopány do země a zarovnány s povrchem. Pasti v CHKO Litovelské Pomoraví byly modifikované (obr. 8, obr. 9). Každá past byla opatřena plechovou zábranou o rozměrech 15 × 75 cm, která sloužila pro zvýšení pravděpodobnosti odchytu epigeonu. Pro zamezení padání listů a větších živočichů (obojživelníci, drobní savci) bylo po domluvě se Správou CHKO Litovelské Pomoraví umístěno přes hrdlo sklenice pletivo (průměr ok 2,5 cm). Zemní pasti v Bílých Karpatech (obr. 10) byly tradičního charakteru a proti zabránění padání listů a vyplavení pastí byly překryty přírodninou - kámen, kůra. Letecké snímky s rozmístěním pastí na všech lokalitách jsou v příloze.



Obrázek 8: Schéma modifikované zemní pasti.



Obrázek 9: Modifikovaná zemní past s plechovou zábranou a pletivem (foto P. Hora).



Obrázek 10: Zemní past krytá kamenem (foto P. Hora).

Pasti v CHKO Litovelské Pomoraví byli v letech 2007 a 2008 instalovány vždy od začátku května do prosince a vybírány každých 14 dní. V roce 2007 byla instalována jedna linie 6 zemních pastí a v roce 2008 byla přidána linie druhá o stejném počtu pastí. Snažili jsme se, aby rozmístění druhé řady bylo co nejvíce podobné první řadě. Zachovali jsme tedy stejnou vzdálenost pastí od lesního okraje, podobné světelné podmínky pro každou past, vzdálenost od stromu, vlhkostní podmínky stanoviště, ale třeba i to, že pasti byly vybírány v obdobných termínech jako v předchozím roce. Účelem bylo vyloučit co nejvíce faktorů prostředí, které by mohly ovlivňovat velikost

úlovku (Slezák 2009). Linie pastí byly označeny 2007, 2008 a 2008N, kde 2008N je nová linie s jednoletou expozicí.

Pastí na lokalitách v Bílých Karpatech byly v letech 2008 a 2009 umístěny na lokalitách vždy od května do listopadu. Výběry probíhaly vzhledem ke vzdálenostem a časové náročnosti v měsíčních intervalech. V roce 2008 bylo shodně na všech třech studovaných lokalitách umístěno 13 pastí. V roce 2009 bylo vzhledem k velké odlišnosti lokalit a lokálním podmínkám umístěno na lokalitách různé množství pastí.

Materiál ze zemních pastí byl tříděn do skupin: Chilopoda, Diplopoda, Araneae, Isopoda, Opiliona a Carabidae. Materiál střevlíků byl determinován dle dostupných klíčů (Kult 1947, Hůrka 1992, Hůrka 1996). Materiál je uložen ve sbírkách Katedry ekologie a životního prostředí PřF UP Olomouc.

Statistické vyhodnocení vlivu zemních pastí na střevlíkovité jsem provedl v programu NCSS 2007. Pro jednocestnou ANOVU jsem zvolil Tukey-Kramer test, který nejlépe vyhodnocuje u tohoto typu dat jejich rozdíly. Zároveň jsem doplnil výsledky t-testy ze stejného programu. Křivky závislosti počtu ulovených druhů na počtu zemních pastí jsem zhotovil v programu The R Project for Statistical Computing. Clusterové analýzy – dendrogramy jsem zhotovil v programu JMP za použití údajů o přítomnosti/nepřítomnosti druhu v pasti.

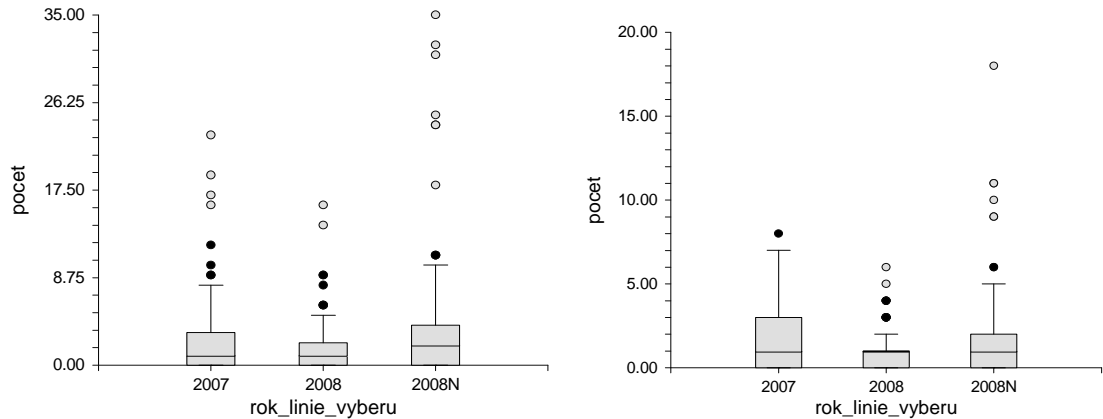
## Výsledky

### Vliv zemních pastí na abundanci střevlíkovitých

Celkem bylo za dva roky výzkumu vlivu pastí na epigeon při víceleté expozici uloveno 793 střevlíkovitých brouků náležících do 20 druhů (tab. 2). V roce 2007 bylo uloveno 254 střevlíků patřících do 17 druhů. V roce 2008 bylo uloveno ve stejné linii pastí už jen 165 střevlíků 13ti druhů. Na nové linii pastí (označena 2008N) nedaleko původní bylo uloveno 374 jedinců zastupujících také 13 druhů. Dvouvýběrový párový t-test ukazuje signifikantní rozdíly mezi 2007 a 2008 ( $t = 1.653459$ ;  $p = 0.035836$ ) a ukazuje velký statisticky signifikantní rozdíl mezi liniemi pastí z roku 2008, kde jedna linie byla na místě již druhý rok ( $t=1.653459$ ;  $p=0.00331$ ). Naproti tomu t-test ukazuje nevýznamnost rozdílu mezi pastmi 2007 a 2008N, kde úlovky mohly být ovlivněny pouze klimatem nebo pozicí linie, ale ne vlivem víceleté expozice. Jednocestná analýza variance porovnála všechny tři linie pastí a let najednou a pomocí Tukey-Kramerova testu byly zvýrazněny signifikantní odlišnosti (tab. 2). Pro zjištění digging-in efektu byly odstraněny vždy první dva výběry z linie, tzn. počítám s daty měsíc po zakopání.

Tabulka 2: Počty jedinců a statistické vyhodnocení různých druhů střevlíků chycených do sledovaných řad - celkové součty s digging-in efektem (DE) a součty bez DE. Statisticky vyhodnocovány byly pouze zvýrazněné druhy. Horní indexy u počtů jedinců naznačují signifikantní rozdíly mezi úlovky daného druhu z jednotlivých linií/let (rozdílné indexy znamenají signifikantní rozdíl dle Tukey-Kramer testu).

druh	rok / linie výběru			ANOVA		s DE			ANOVA s DE	
	2007	2008	2008N	F	P	2007	2008	2008N	F	P
<b><i>Abax parallelepipedus</i></b>	53 <sup>a</sup>	18 <sup>b</sup>	6 <sup>bc</sup>	11.81	0	46 <sup>a</sup>	14 <sup>b</sup>	5 <sup>bc</sup>	9.7	0
<b><i>Abax parallelus</i></b>	11 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	3.02	0.051	8 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	2.75	0.066
<i>Bembidion lampros</i>	1	0	0			1	0	0		
<b><i>Carabus coriaceus</i></b>	9 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>	1.33	0.266	9 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	1.55	0.215
<i>Carabus granulatus</i>	0	1	2			0	1	2		
<b><i>Carabus scheidleri</i></b>	6 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	1 <sup>ab</sup>	3.57	0.03	5 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>bc</sup>	3.69	0.026
<b><i>Carabus ullrichi</i></b>	55 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	8 <sup>b</sup>	4.17	0.016	0	0	0	x	x
<i>Carabus violaceus</i>	2	1	0			1	1	0		
<i>Cychrus caraboides</i>	1	0	2			0	0	1		
<i>Lebia chlorocephala</i>	2	0	0			2	0	0		
<i>Leistus ferrugineus</i>	1	0	0			1	0	0		
<i>Molops elatus</i>	0	0	1			0	0	1		
<i>Notiophilus palustris</i>	2	1	0			2	1	0		
<b><i>Platynus assimilis</i></b>	9 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	3.41	0.034	2 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	1.1	0.333
<i>Poecilus cupreus</i>	1	4	4			1	1	4		
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	3	2	1			2	1	1		
<b><i>Pterostichus melanarius</i></b>	29 <sup>a</sup>	22 <sup>ac</sup>	76 <sup>b</sup>	6.77	0.001	17 <sup>a</sup>	19 <sup>ac</sup>	64 <sup>b</sup>	6.6	0.002
<b><i>Pter. oblongopunctatus</i></b>	68 <sup>a</sup>	62 <sup>ac</sup>	219 <sup>b</sup>	7.03	0.001	24 <sup>a</sup>	18 <sup>ac</sup>	69 <sup>b</sup>	6.49	0.002
<i>Stomis pumicatus</i>	1	0	0			0	0	0		
<i>Synuchus vivalis</i>	0	1	0			0	1	0		
<b>CELKEM</b>	<b>254<sup>ab</sup></b>	<b>165<sup>b</sup></b>	<b>374<sup>a</sup></b>	<b>4.37</b>	<b>0.014</b>	<b>121<sup>ab</sup></b>	<b>81<sup>b</sup></b>	<b>174<sup>a</sup></b>	<b>4.94</b>	<b>0.008</b>

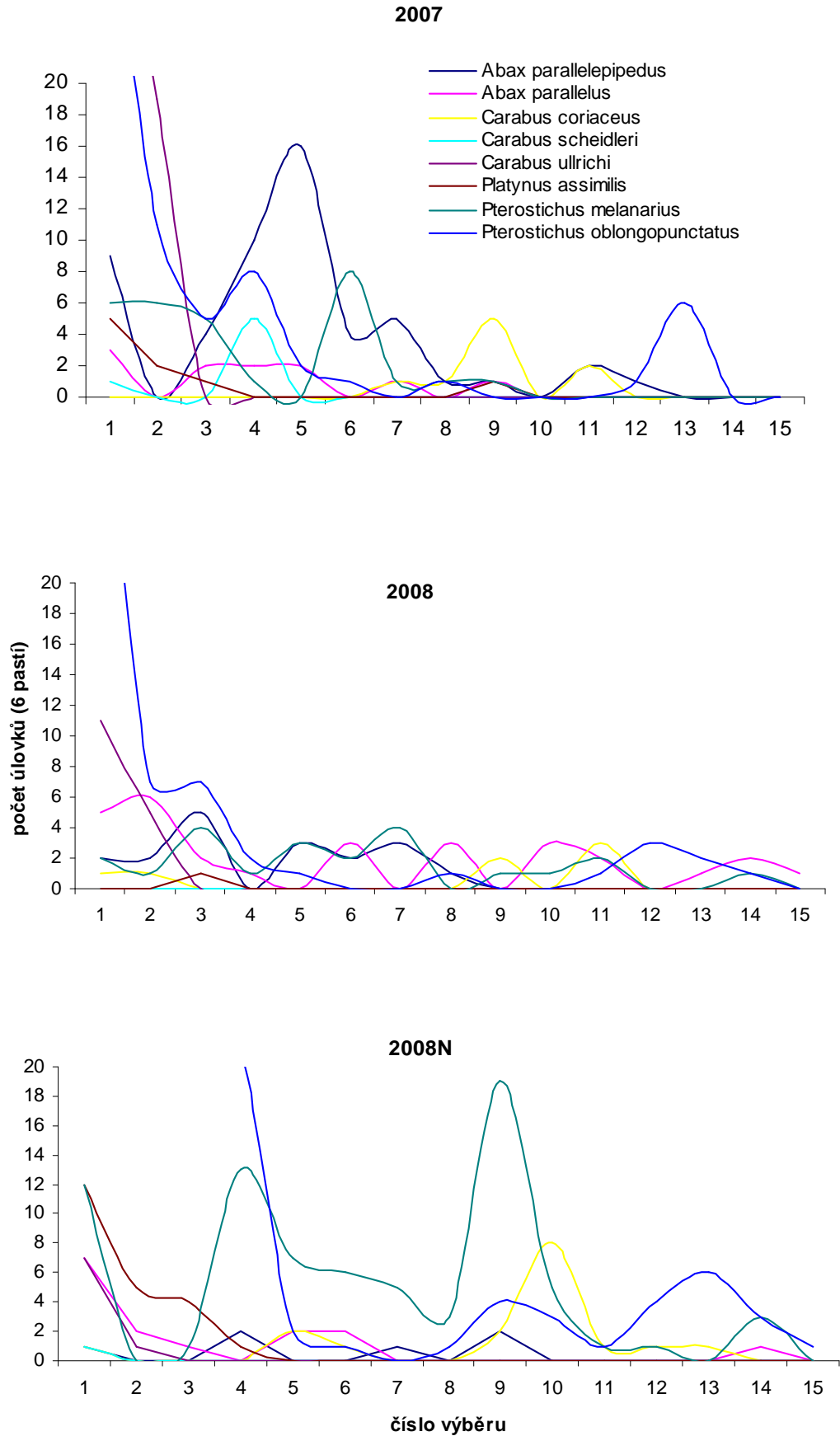


Obrázek 11: Srovnání průměrného počtu jedinců z pastí bez a s digging-in efektem (napravo). Tečky značí ulítlé hodnoty s „fence multiplier“: černé 1,5x a šedé 3x.

V obou případech (s i bez DE) jednocestná analýza variance a Tukey-Kramerův test ukázaly signifikantní rozdíl mezi liniemi pastí 2008 a 2008N (obr. 11). Digging-in efekt se výrazně překrývá se sezónní aktivitou střevlíků, kdy v jarních měsících probíhá rozmnožování a celkově je zvýšená mobilita brouků (obr. 12). Tuto skutečnost ukazuje nejlépe druh *Carabus ullrichi*, kde po odečtení digging-in efektu dochází k nulovým výsledkům ve všech liniích. Jarní aktivitu ukazují také druhy *Pterostichus oblongopunctatus* a *Platynus assimilis*, kde hlavně v linii 2008N, která nebyla ovlivněna vylovením v předešlém roce, dochází po odečtení DE k výraznému snížení počtu ulovených jedinců.

Signifikantní rozdíl mezi pastmi 2007 a 2008, tedy na stejné linii v průběhu dvou let, ukazují druhy *Abax parallelepipedus* a *Carabus scheidleri*. Tyto druhy jsou tedy nejvíce ovlivněné vlivem víceleté expozice pastí. *Abax parallelepipedus* ukazuje jako jediný druh signifikantní rozdíl v úlovku mezi všemi liniemi pokusu. V druhém roce byl druh *Abax parallelepipedus* vystřídán v početnosti druhem *Abax parallelus*, který ale ukazuje nulový vliv na vylovení stejně jako velký střevlík *Carabus coriaceus*.

Střevlíček *Platynus assimilis* má jako jediný signifikantní rozdíl mezi pastmi 2008 a 2008N, ale po odstranění DE ukazuje již žádný vliv vylovení na jeho početnost.



Obrázek 12: Sezónní aktivita vybraných druhů střevlíků na jednotlivých liniích.

## Počet zemních pastí

Pokusem o stanovení optimálního počtu zemních pastí pro poznání druhového složení loveného společenstva na biotopu jsem se zabýval na lokalitách v Bílých Karpatech v letech 2008 a 2009. V roce 2008 bylo uloveno na třech lokalitách 1649 střevlíků náležících k 28 druhům (tab. 3). Na každé lokalitě bylo 13 zemních pastí. V PR Hutě bylo uloveno celkem 708 střevlíků náležících k 23 druhům, v Hrozenkovském lomu bylo zachyceno 365 střevlíkovitých brouků z 22 druhů a na lokalitě PR Ve Vlčí bylo uloveno 576 střevlíků patřících do 22 druhů.

V roce 2009 probíhal odchyt střevlíkovitých na lokalitách PP Pod Hribovňou (23 pastí), PR Pod Žítkovským vrchem (13 pastí) a Skaličí (16 pastí). Celkem bylo uloveno 4494 střevlíků patřících do 29 druhů (tab. 3). Počty ulovených střevlíků přibližně odpovídají počtem pastí na jednotlivých lokalitách. Na lokalitě Skaličí bylo uloveno 1193 jedinců patřících k 19 druhům. V PR pod Žítkovským vrchem bylo v pastech 1349 střevlíků z 25 druhů a na lokalitě PP Pod Hribovňou bylo uloveno 1952 střevlíků zařazených do 25 druhů.

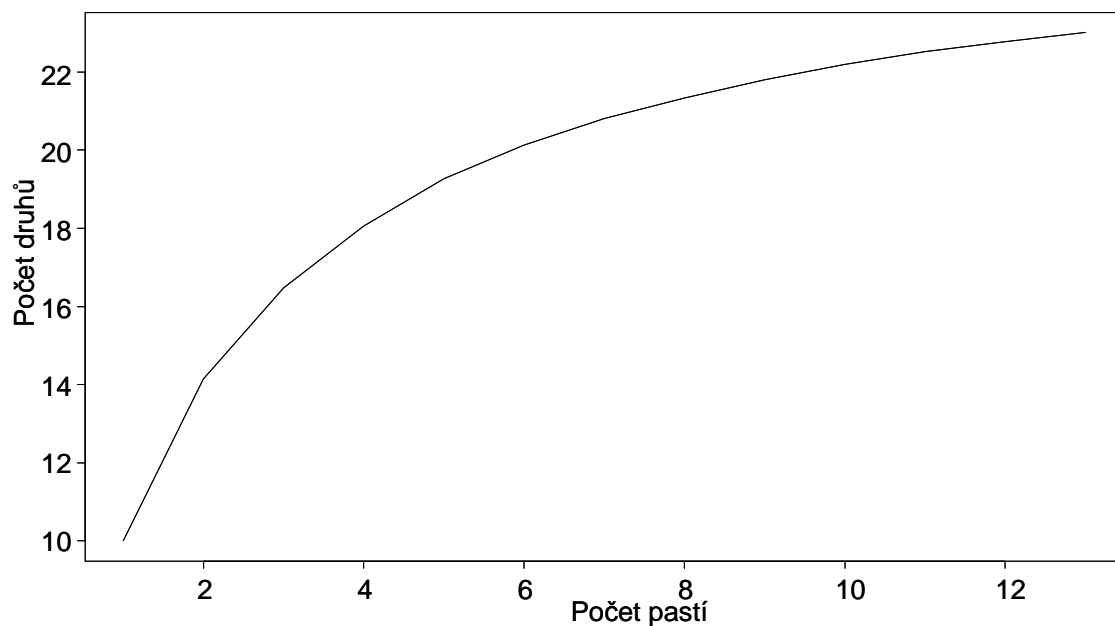
V porovnání průměrného počtu ulovených střevlíků na jednu past je značný rozdíl mezi lety 2008 a 2009. Nejmenší počet na jednu past je z lokality Hrozenkovský lom, kde jsou asi nejrůznější a nejnepříznivější podmínky. V roce 2009 byla většina pastí umístěna ve stinných, převážně lesních biotopech a to může znamenat celkově vyšší počty střevlíků na jednu past a nebo to způsobují populační cykly. Pro příklad jsem spočítal průměrný počet úlovku střevlíků v pastech 7–13 na lokalitě PP Pod Žítkovským vrchem, které se nacházely na pastvině. Průměrný počet střevlíků na jednu past činil 10,73 a toto číslo se již blíží průměrným úlovkům z roku 2008.

Tabulka 3: Celkové počty druhů na jednotlivých lokalitách v Bílých Karpatech.

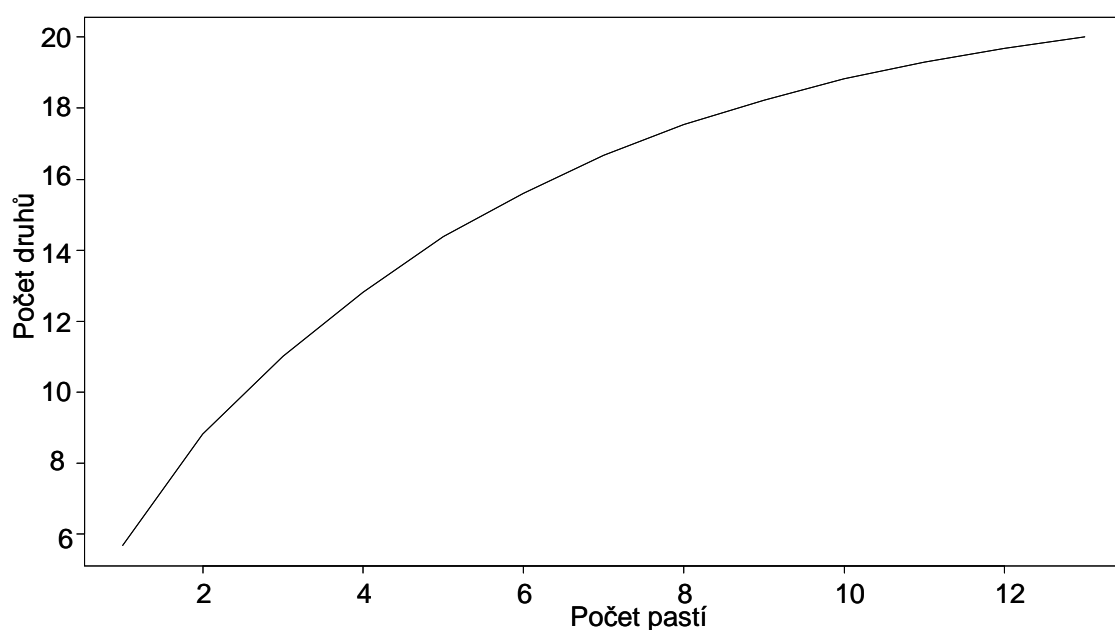
	PR Hutě	Hrozenkovský lom	PR Ve Vlčí	Skaličí	PR Pod Žitkovským vrchem	PP Pod Hřibovňou	CELKEM
<i>Abax ovalis</i>	0	0	0	22	56	18	<b>96</b>
<i>Abax parallelepipedus</i>	171	79	147	380	214	170	<b>1161</b>
<i>Abax parallelus</i>	112	28	110	67	189	152	<b>658</b>
<i>Abax schueppeli</i>	0	0	0	86	108	0	<b>194</b>
<i>Amara aenea</i>	14	1	10	0	1	8	<b>34</b>
<i>Bembidion deletum</i>	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
<i>Bradycellus harpalinus</i>	0	0	0	0	2	0	<b>2</b>
<i>Carabus convexus</i>	0	0	0	2	11	7	<b>20</b>
<i>Carabus inticatus</i>	0	3	0	0	0	0	<b>3</b>
<i>Carabus coriaceus</i>	6	42	3	1	14	23	<b>89</b>
<i>Carabus granulatus</i>	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
<i>Carabus hortensis</i>	27	4	10	15	1	132	<b>189</b>
<i>Carabus linnaei</i>	2	2	0	13	6	50	<b>73</b>
<i>Carabus nemoralis</i>	0	2	1	4	0	1	<b>8</b>
<i>Carabus scheidleri</i>	4	3	3	7	8	1	<b>26</b>
<i>Carabus ullrichi</i>	0	0	0	0	4	0	<b>4</b>
<i>Carabus violaceus</i>	63	81	40	152	99	96	<b>531</b>
<i>Cychrus attenuatus</i>	0	0	1	0	0	65	<b>66</b>
<i>Cychrus caraboides</i>	1	0	7	7	7	16	<b>38</b>
<i>Harpalus latus</i>	12	1	22	8	26	109	<b>178</b>
<i>Harpalus nitidulus</i>	1	0	1	0	0	0	<b>2</b>
<i>Leistus ferrugineus</i>	2	0	2	0	0	7	<b>11</b>
<i>Loricera pilicornis</i>	0	0	0	0	3	28	<b>31</b>
<i>Molops piceus</i>	33	39	39	71	31	35	<b>248</b>
<i>Nebria brevicollis</i>	9	4	0	0	0	0	<b>13</b>
<i>Platynus assimilis</i>	1	14	18	0	20	4	<b>57</b>
<i>Poecilus cupreus</i>	32	3	12	1	87	126	<b>261</b>
<i>Poecilus versicolor</i>	2	4	0	0	0	0	<b>6</b>
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	5	4	3	0	3	15	<b>30</b>
<i>Pterostichus anthracinus</i>	0	0	0	0	3	0	<b>3</b>
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	102	0	16	228	246	225	<b>817</b>
<i>Pterostichus melanarius</i>	51	10	87	29	161	447	<b>785</b>
<i>Pterostichus melas</i>	5	0	7	0	0	0	<b>12</b>
<i>Pterostichus niger</i>	42	21	28	94	29	94	<b>308</b>
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	11	17	9	6	20	122	<b>185</b>
<i>Pterostichus strenuus</i>	0	2	0	0	0	0	<b>2</b>
<b>CELKEM</b>	<b>708</b>	<b>365</b>	<b>576</b>	<b>1193</b>	<b>1349</b>	<b>1952</b>	<b>6143</b>
počet druhů na lokalitě	23	22	22	19	25	25	36
počet jedinců/1 past/1 výběr	9.08	4.68	7.38	12.43	17.29	14.18	



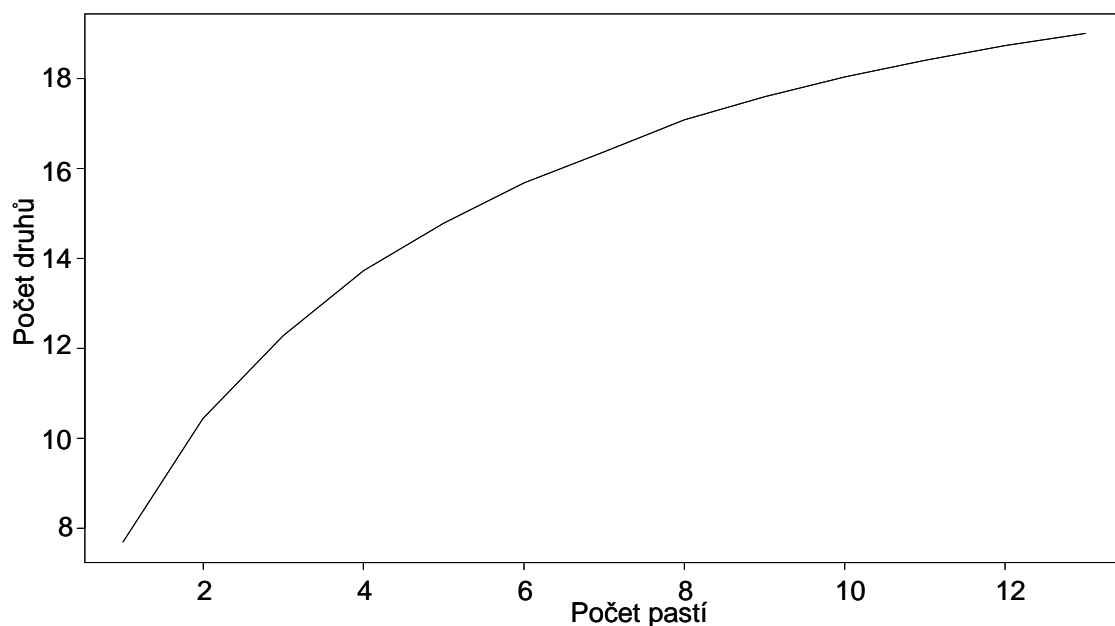
V roce 2008 bylo na všech třech lokalitách umístěno shodně 13 padacích zemních pastí. Křivky zobrazující rostoucí počet druhů s větším počtem zemních pastí mají podobný průběh a ukazují určitý trend ustálení se růstu počtu pastí přibližně od 10 a více pastí. Nejpřesněji tento fakt popisuje křivka z lokality PR Hutě (obr. 13), kde byly pasti rozmístěny v nejméně odlišných mikrostanovištích. Odlišnější křivku má Hrozenkovský lom (obr. 14), který je velmi členitý a pasti byly rozmístěné na mnoha odlišných mikrostanovištích s různými druhy střevlíků.



Obrázek 13: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Hutě.



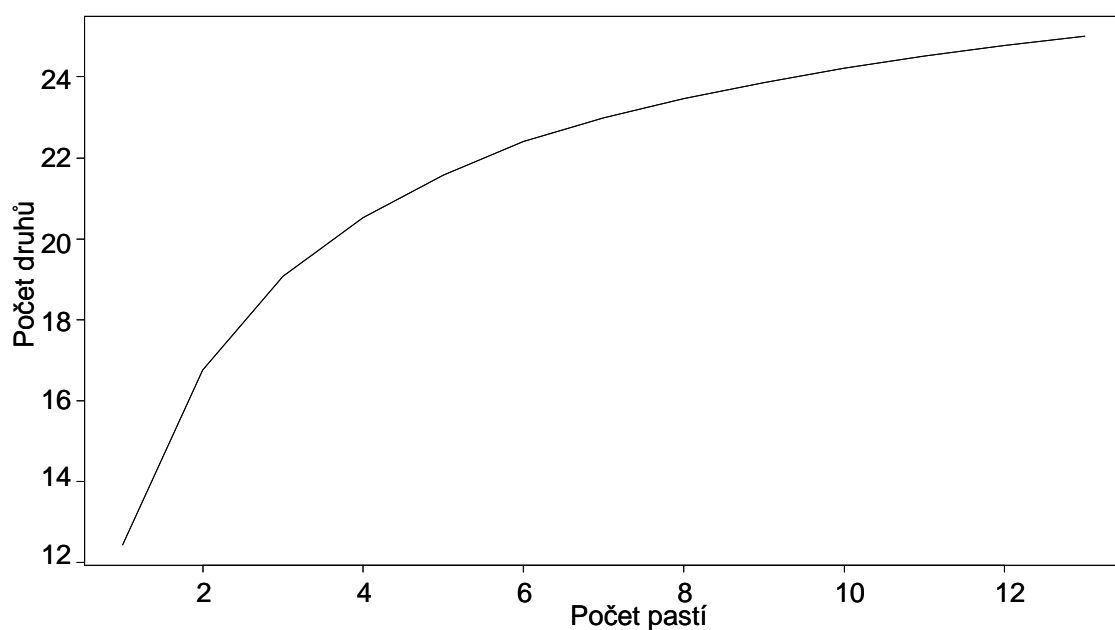
Obrázek 14: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality Hrozenkovský lom.



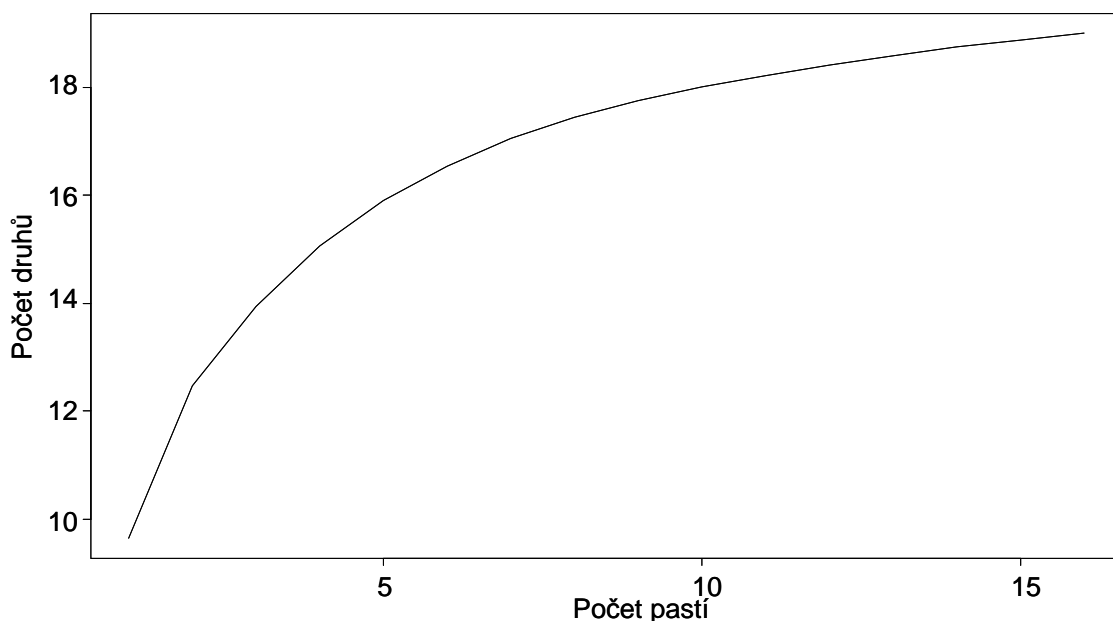
Obrázek 15: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Ve Vlčí.

Křivka růstu počtu druhů v závislosti na počtu zemních pastí lokality PR Ve Vlčí (obr. 15) ukazuje podobnou tendenci jako křivka z Hrozenkovského lomu. Na této lokalitě byly instalovány dvě linie pastí, proto nedochází k tak viditelnému ustálení vývoje vzhledem k rozdílům v liniích.

V roce 2009 byl rozmístěn na každé lokalitě různý počet zemních pastí. Na lokalitě PR Pod Žitkovským vrchem bylo umístěno 13 pastí ve dvou liniích. Stejně jako na lokalitách v roce 2008 křivka ukazuje podobný trend od 10 použitých pastí (obr. 16).



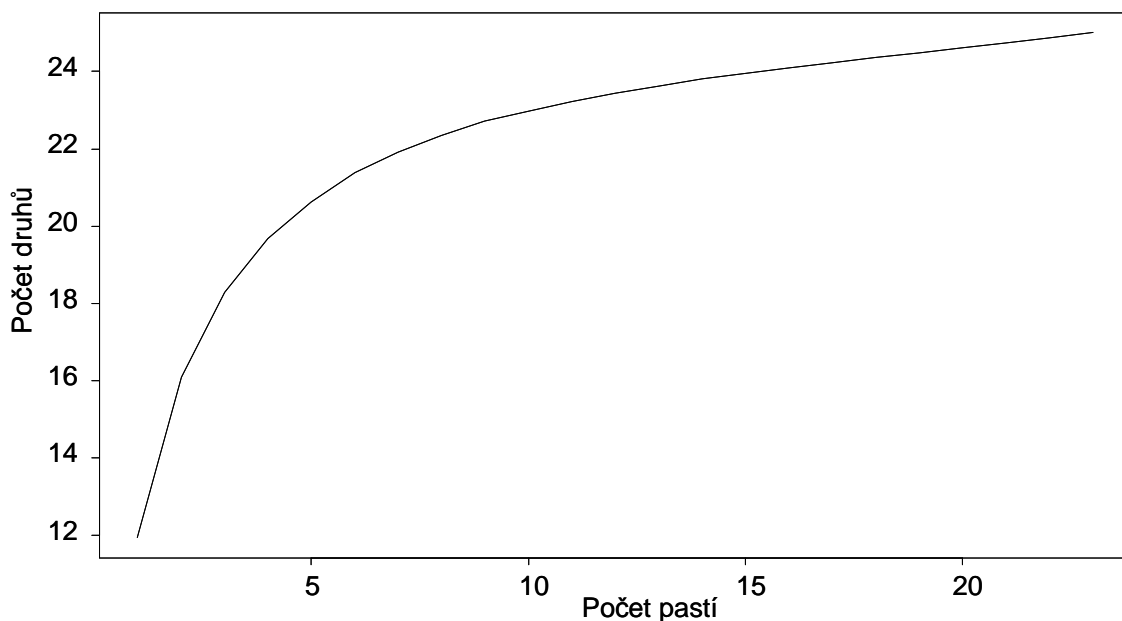
Obrázek 16: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PR Pod Žitkovským vrchem.



Obrázek 17: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality Skaličí.

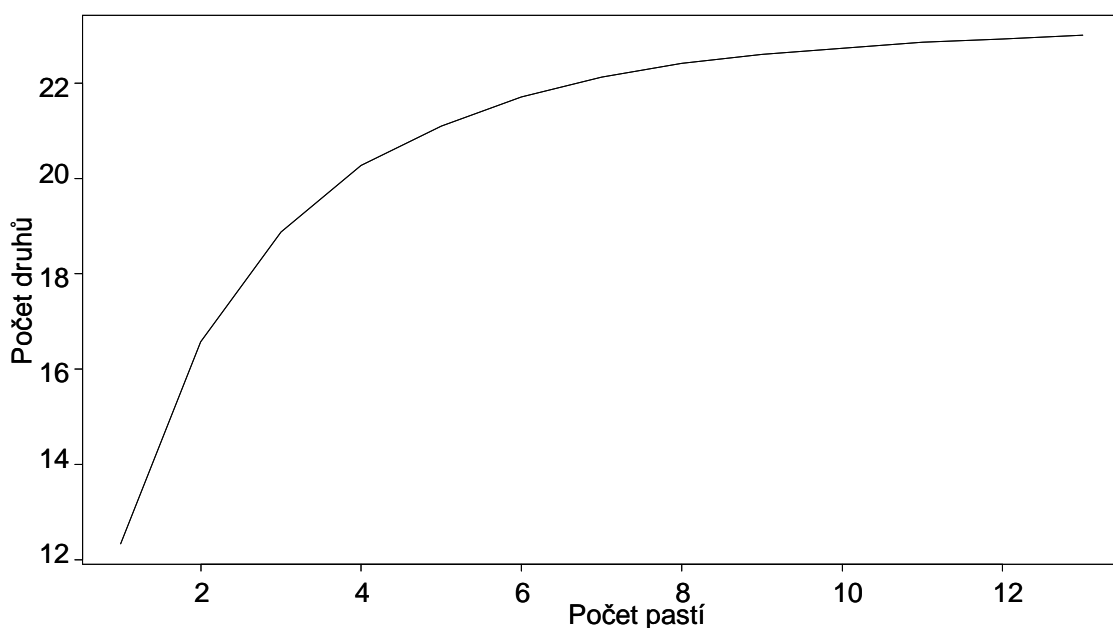
Na lokalitě Skaličí bylo umístěno 16 zemních pastí a křivka opět ukazuje podobnou tendenci jako na předchozí lokalitě, ale vzhledem k homogeničtějším prostředí zde bylo uloveno méně druhů (obr. 17). Je ale zřetelně vidět tendenci vývoje křivky a můžeme odvodit optimální počet pastí pro studium na této lokalitě. Všechny pasti na lokalitě byly umístěné v lesním biotopu a jen občasné změny v terénu, jako např. suťové pole, nezapříčinily větší druhové bohatství této lokality.

V PP Pod Hribovňou bylo umístěno 23 pastí ve dvou vzdálenějších liniích. Jedna linie s 13 pastmi přecházela z pastviny do lesa a druhá linie byla celá v lesním biotopu. Obrázek 18 ukazuje křivku ze všech pastí na této lokalitě a opět je podobný průběh jako na jiných lokalitách, kdy dochází k ustálení růstu počtu druhů. Při dostatečném počtu použitých zemních pastí lze již velmi dobře pozorovat, jak růst počtu dalších druhů střevlíků přestává a dochází jen k zachycování vzácných druhů nebo druhů, které se z různých důvodů v pastech vyskytují sporadicky.



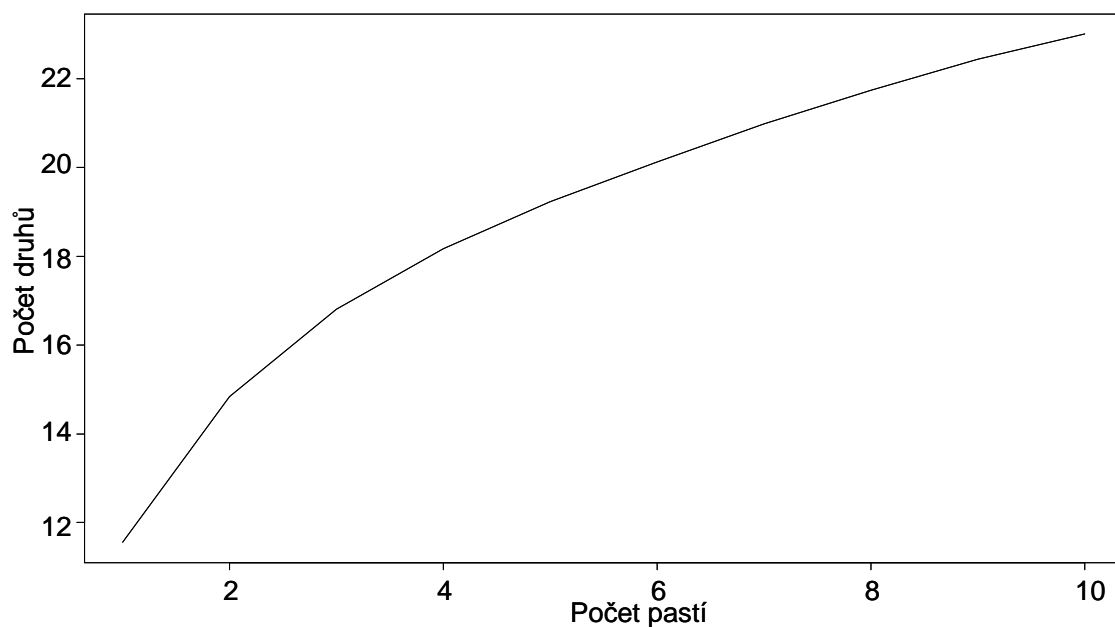
Obrázek 18: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí z lokality PP Pod Hřibovňou.

Křivka růstu počtu druhů z linie o 13 pastech ze stejné lokality (obr. 19) ukazuje, jak je počtem pastí ovlivněn počet druhů. Tato linie pastí byla položena z pastviny do lesa, tedy se pasti od sebe velmi lišily svými mikroklimatickými podmínkami. Tento fakt vysvětluje, proč se vývoj křivky růstu počtu druhů ustaluje již velmi brzy.



Obrázek 19: Křivka rostoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí na lokalitě PP Pod Hřibovňou z linie s 13ti pastmi.

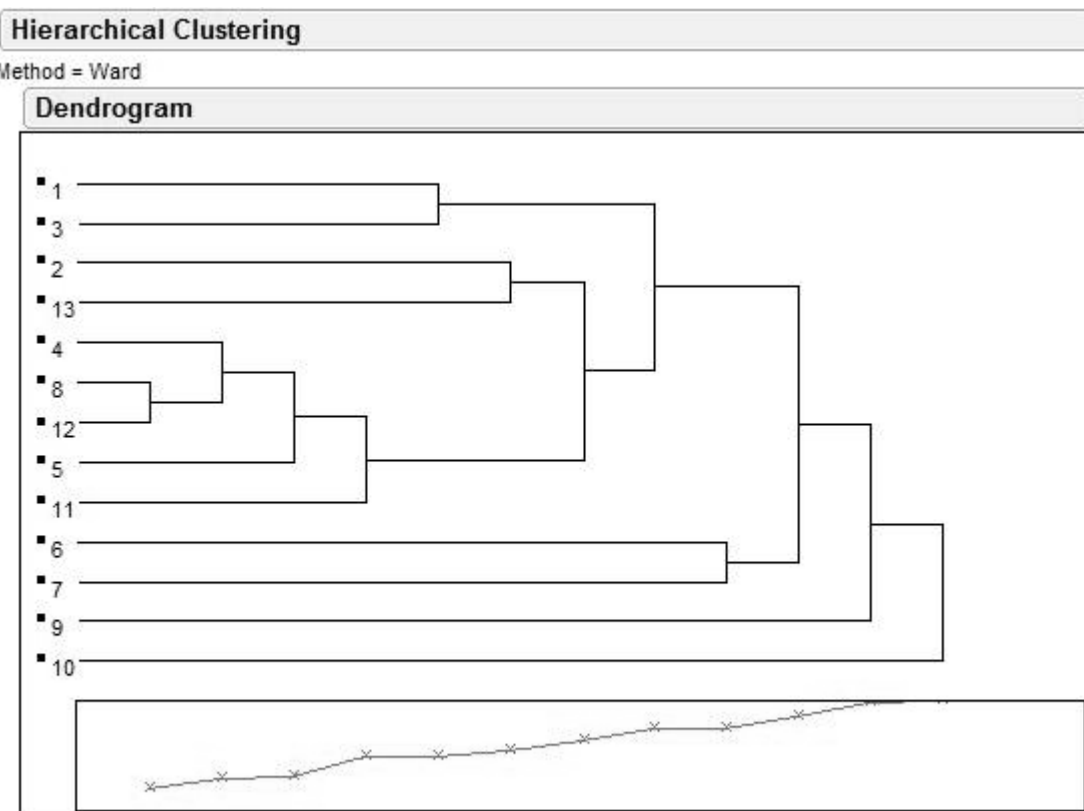
Linie s deseti pastmi má křivku naprosto odlišnou (obr. 20), než linie s pastmi 13ti, kde se již růst ustaluje. Celá linie se nacházela ve stejném lesním biotopu a je zde jasně vidět, že trend vývoje zakřivení křivky se ještě neustaluje a je třeba více zemních pastí.



Obrázek 20: Křivka roustoucího počtu ulovených druhů v závislosti na počtu zemních pastí na lokalitě PP Pod Hřibovňou z linie s 10ti pastmi.

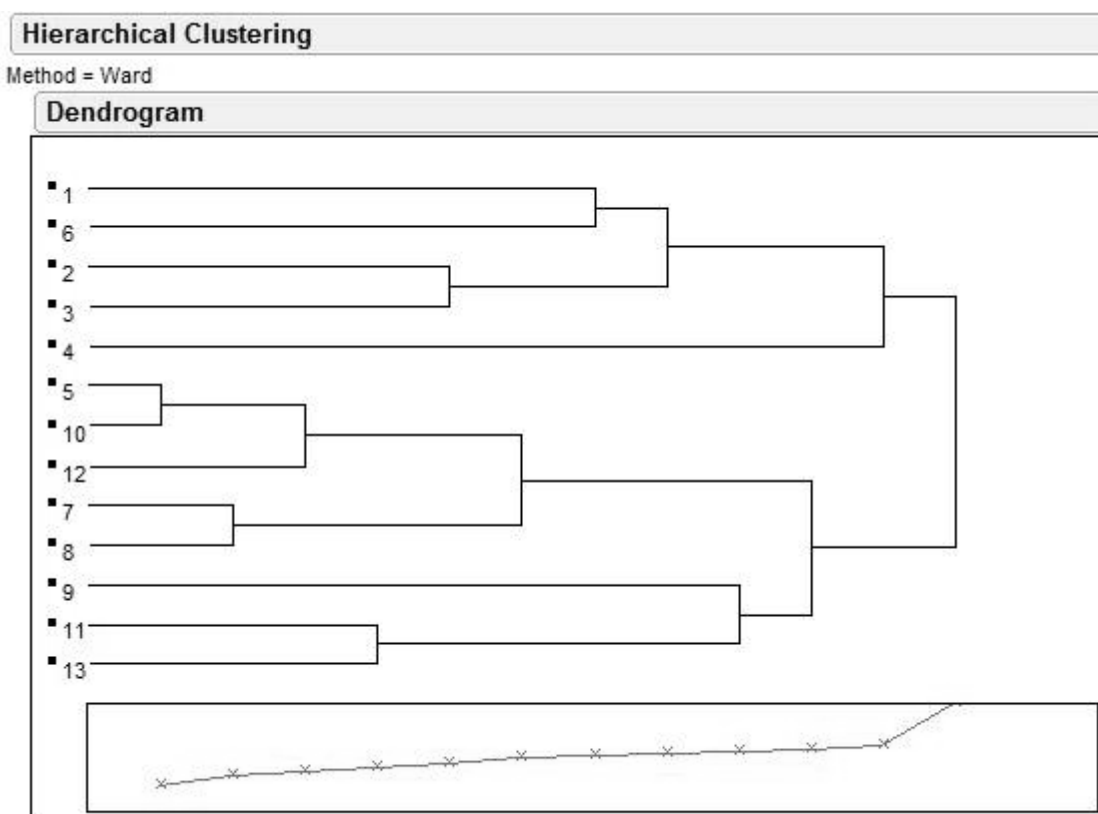
## Podobnost jednotlivých pastí na lokalitách

Shluková analýza slučuje nejpodobnější pasti, podle ulovených druhů zachycených v pastech. Míru podobnosti jednotlivých pastí naznačuje vzdálenost jejich spojnice na virtuální ose X. Čím je spojnice vybraných pastí více vlevo, tím jsou si společenstva/druhové diverzity těchto pastí podobnější. Shluková analýza dobře spojuje pasti se stejnými mikrostanovištními podmínkami a dokazuje nám, že i na jednom biotopu je množství ulovených druhů závislé na umístění jednotlivých pastí. Pro lepší porovnání a pochopení výsledků jsou v příloze uvedeny letecké snímky jednotlivých lokalit s vyznačenými a očíslovanými pastmi. Na lokalitě Hrozenkovský lom (obr. 21) shluky pastí přesně odpovídají jejich umístěním v terénu. Pastí č. 1, 2, 3 tvořící první shluk zasahovaly nad lom do lesa, pasti 4, 5, 8 a 12 tvořící druhý shluk představovaly pasti umístěné na osluněných hranách lomu a ještě se k nim přidává past č. 11. Pasti 6 a 7, tvořící odlišnější shluk než předešlé, byly umístěné na svazích lomu. Zajímavou a zcela odlišnou skupinu tvoří pasti č. 9 a 10., které byly na dně lomu s trvalým zamokřením.



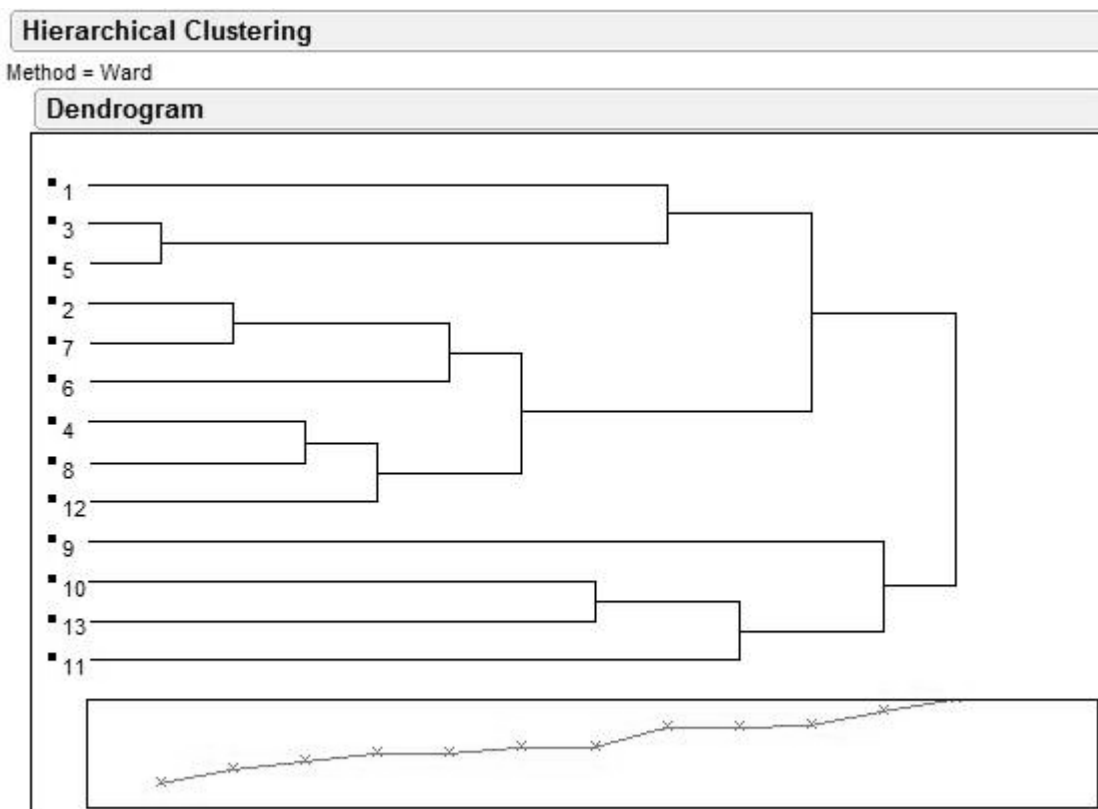
Obrázek 21: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality Hrozenkovský lom.

Lokality PR Ve Vlčí a PR Hutě již nebyly tak rozdílné v rozložení jednotlivých pastí. V PR Hutě (obr. 22) byla umístěna jedna linie všech 13 pastí. Pastí č. 1–6 byly umístěné na pastvině a jejich podobnost je vidět i z dendrogramu. Pouze past č. 5 je odlišná a tvoří shluk s pastí č. 10. Tyto dvě pasti byly poblíž prameniště, kterých je na této lokalitě mnoho, a byly zde loveny druhy, které jsou více vázané na vlhké prostředí. Zbylé pasti procházely lesíkem na lokalitě a vystupovaly opět na pastvinu. Rozdíly ve shlucích pastí s vyššími čísly jsou dány rozdílnými mikrostanovišti, přítomností vegetačního krytu atd.



Obrázek 22: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Hutě.

Pasti v PR Ve Vlčí byly umístěné ve dvou liniích (obr. 23). Horní linii tvořily pasti č. 1–5, které byly umístěné na sečené louce, zbylé pasti procházely neudržovanou pastvinou a lesíkem s potokem. Především vyšší čísla pastí, procházející lesíkem a potokem ukazují velmi odlišné shluky, které způsobuje množství terénních nerovností a různých mikrostanovištních podmínek podporujících výskyt různých druhů střevlíků.

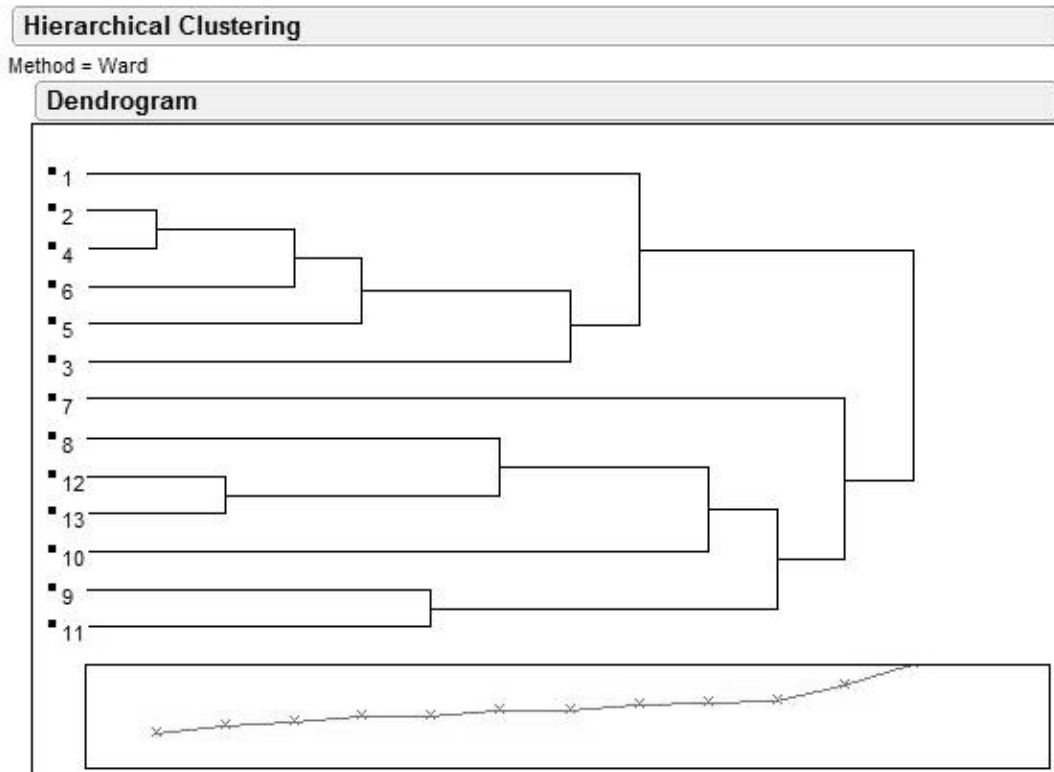


Obrázek 23: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Ve Vlčí.

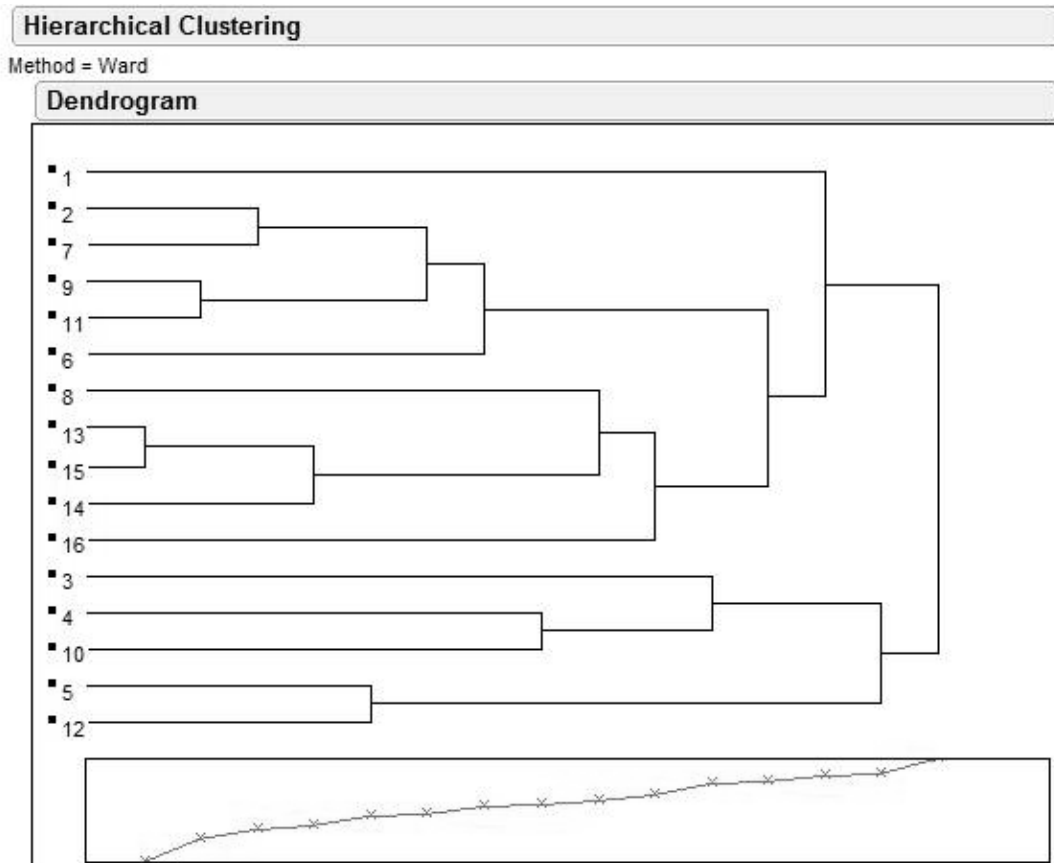
V roce 2009 byla nejrozmanitější lokalita PR Pod Žitkovským vrchem (obr. 24). Pasti č. 1–6 byly umístěné v lese a zbylé pasti procházely pastvinou vedle lesa. Shluková analýza ukázala dva velké shluky odpovídající umístění pastí v těchto dvou biotopech. Dobře popisuje i větší heterogenitu prostředí na pastvině, kde shluky mají delší spojnice na ose X. Tento fakt je dán větší variabilitou pastviny, výskytem stromů a keřů v okolí pastí a jistě i různorodějšími klimatickými podmínkami než v uzavřeném lesním biotopu.

Všechny pasti na lokalitě Skaličích byly umístěné v lese a podobnostní shluky nevykazují žádný výraznější trend (obr. 25). Jednotlivé shluky mohou být tvořeny pouze mikrostanovištními podmínkami jako je blízký výskyt stromu, keře nebo kamenů v okolí pastí.



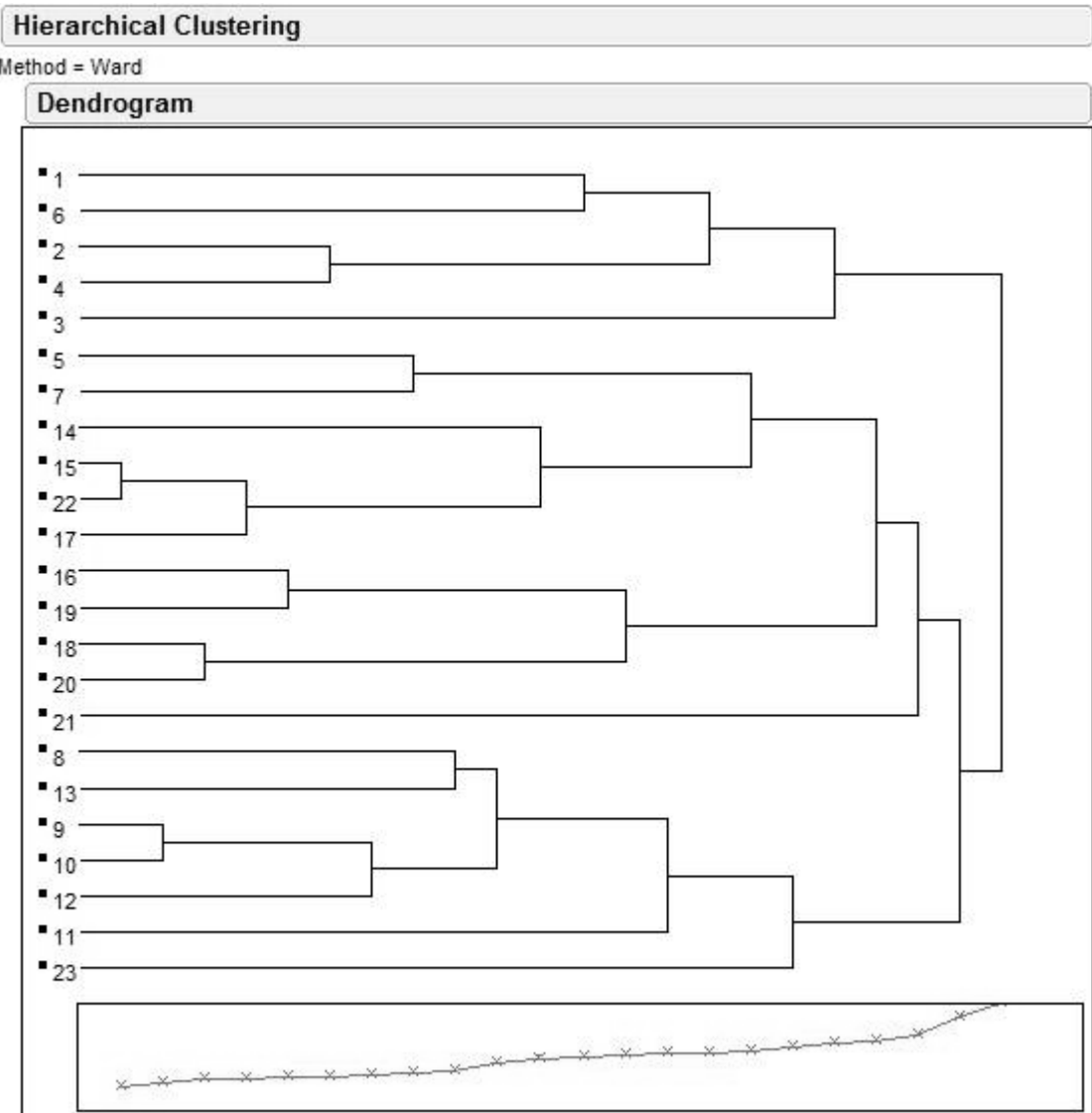


Obrázek 24: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PR Pod Žitkovským vrchem.



Obrázek 25: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality Skaličí.

Na lokalitě PP Pod Hřibovňou bylo umístěno celkem 23 pastí (obr. 26). První linie tvořená 13 pastmi byla položena z pastviny do lesa, kde pasti 1–6 byly umístěny na pastvině a další pokračovaly v linii do lesa. Tomuto umístění na biotopu odpovídá i vytvořený shluk s čísly těchto pastí. Past č. 7 se nacházela na okraji lesa a její podobnost s pastí č. 5 může být dána tím, že 5. past se nacházela poblíž stromů. Ostatní shluky jsou vytvořeny již pouze díky malým rozdílům v okolí pastí, které se nacházely v lese.



Obrázek 26: Shluková analýza podobnosti pastí z lokality PP Pod Hřibovňou.

## Diskuze

Základním faktorem, který ovlivňuje složení úlovku v zemních pastech i jeho množství, je celkový design pasti. V našem pokusu jsme používali zemní pasti tvořené sklenicí a vloženým plastovým kelímkem. Z dřívějších studií (Luff 1975) vyplývá, že nejlepších výsledků je dosaženo při použití sklenic bez kelímků, neboť z plastu unikají 4 % zachycených jedinců. Vzhledem k omezení disturbance okolí pasti při výběrech jsme nicméně zvolili pasti s plastovým kelímkem, protože tato modifikace snižuje tzv. digging-in efekt neboli atraktivitu čerstvě zakopaných pastí (Digweed a kol. 1995).

S možností úniku z pastí blízce souvisí i šířka pasti. Work a kol. (2002) porovnávali pasti o průměrech 4,5–20 cm a jako neoptimálnější uvádí průměr 10 cm. Z menších pastí druhy unikaly častěji a pasti o velkém průměru mohou působit již negativně na chování živočichů. Naproti tomu Adis (1979) uvádí jako optimální průměr 5,6 cm, ale myslím si, že on vycházel ve své literární rešerši hlavně ze staré Barberovy metodiky. Námi zvolený průměr pasti 7 cm se mi zdá jako rozumné řešení mezi všemi testovanými průměry a menší velikost pasti nevyvolává pozornost pro „nenechavé“ kolemjdoucí.

Třetím nejdůležitějším faktorem ovlivňující úlovek v pasti je konzervační tekutina a zároveň smrtící agens v pasti. V pokusu byl používán 4% vodný roztok formaldehydu. Studie se v názorech na vliv jednotlivých konzervačních tekutin na velikost a strukturu úlovku docela liší. Např. nejčastěji používaný ethylenglykol nebo roztok formaldehydu se podle mnohých vůbec neliší (Blahoušek 1997, Koivula a kol. 2003). Pekár (2002) uvádí, že formaldehyd působí na střevlíky jako atraktant a Gerlach a kol. (2009) poukazují pouze na jeho pozitivní působení na samice.

Na lokalitě v CHKO Litovelské Pomoraví byly pasti opatřené plechovou naváděcí zábranou. Plech byl nezbytným důsledkem designu předchozí studie (Hora 2008). V našem pokusu měla bariéra délku 75 cm. Hansen a New (2005) uvádějí optimální délku 60 cm, kde delší bariéra už nezachycuje adekvátně vyšší počet ulovených jedinců.

Samozřejmě jsme pasti zarovnávali s úrovní okolního prostředí a snažili se nenarušit okolní prostředí např. odstraněním vegetace, což by vedlo k ovlivnění úlovku. Pasti s odstraněnou okolní vegetací zachytávají více střevlíkovitých i z důvodu, že okolní vegetace neprochází sezónním vývojem (Greenslade 1964). Pro instalaci pastí jsme používali kruhový vrták, abychom omezili narušení okolí a snížili tak tzv. digging-

in efekt. Místa narušená během instalace zemních pastí působí na střevlíkovité jako atraktant. (Digweed a kol. 1995).

Adis (1979) uvádí, že širšího druhového spektra úlovku lze docílit rozmístěním pastí do co nejvíce heterogenních míst na studované lokalitě. V CHKO Litovelské Pomoraví jsme se ale naopak snažili, aby si jednotlivé linie byly co nejpodobnější, aby si pasti obou linií odpovídaly umístěním ve vegetačním krytu a aby linie stejně probíhaly přes terénní deprese (tzv. smohy). Pasti druhé linie tedy byly instalované do co nejpodobnějších mikrostanovišť, aby „zrcadlily“ linii instalovanou v předchozím roce. Naopak na lokalitách v Bílých Karpatech, kde výzkum byl součástí inventarizačního průzkumu, byly pasti rozmístěny po nejruznějších mikrostanovištích, aby lovené druhové spektrum bylo co nejširší.

V průběhu sezóny je množství ulovených střevlíků v pastech různé, souvisí s rozmnožovacími cykly střevlíků (Thiele 1977), ale i s klimatickými poměry na lokalitě. V suchém období se druhy vázané na vlhkost zahrabávají do hrabanky a jejich aktivita velmi klesá (Thiele 1977). Druhy mohou taky po lokalitě migrovat a obsazovat stanoviště s lepšími vlhkostními poměry (Honěk 1997). Morril a kol. (1990) pozorovali vliv teploty na pohyb střevlíků, v optimálních podmínkách se druhy pohybovaly pomaleji narozdíl od teplých a sušších míst, kde střevlíci běhají rychleji.

S pohybem druhů blízkce souvisí i jejich reakce na přítomnost pasti. Celkově jsou z epigeických živočichů střevlíci nejčastěji a nejlépe lovitelná skupina ve většině biotopů. Do pastí ve většině případů padají „bez rozmyšlení“ (Gerlach a kol. 2009). Podle chování střevlíků v blízkosti pastí lze druhy rozdělit do dvou skupin. Druhy z první skupiny, většinou menších rozměrů, se do pastí naklání, visí za zadní nohy a někdy se ještě otáčejí a do pasti nepadnou. Druhou, početnější skupinu, tvoří druhy, které po kontaktu s okrajem zemní pasti do ní rovnou padají. To je většina větších druhů střevlíkovitých (Halsall a Wratten 1988).

## **Vliv zemních pastí na abundanci střevlíkovitých**

Data z CHKO Litovelské Pomoraví nám vykazují rozdíly v počtu ulovených střevlíkovitých v jednotlivých liniích. Především je důležité si uvědomit, jak jsou jednotlivé linie pastí ovlivněny a čím se od sebe liší. Linie 2007 a 2008 jsou pasti na stejném místě, takže jejich rozdíly v úlovcích jsou dány hlavně vlivem expozice pastí a rozdílným klimatem v letech 2007 a 2008. Linie 2007 a 2008N jsou ovlivněné klimatickými faktory, které se v jednotlivých letech různily, a také pozicemi těchto linií. Rozdíl úlovku v liniích 2008 a 2008N je dán vlivem různé pozice pastí a vlivem víceleté

expozice. Pro nás nejdůležitější faktor je tedy vliv expozice pastí, který vyjadřuje ovlivnění společenstva střevlíkovitých v druhém roce používání zemních pastí.

Rozdíl v pozici linií dle mého názoru nehraje příliš velkou roli. Jednotlivé linie pastí byly od sebe vzdálené 30 metrů. V lesních biotopech jsou loveny především větší druhy střevlíků, které jsou schopny překonávat velké vzdálenosti, jako např. *Carabus coriaceus*, který v telemetrické studii urazil za 12 hodin až 50 metrů (Riecken a Raths 1996). Jednotlivé pasti v liniích byly od sebe vzdáleny přibližně 10 metrů a toto rozmezí se zdá optimální, aby si jednotlivé pasti nekonkurovaly v úlovcích (Ward a kol. 2001).

Klimatické faktory ovlivňují celkovou aktivitu střevlíků. Teploty a srážky v jednotlivých letech byly velmi podobné. Může se zdát, že rostoucí teplota na konci jara působí negativně na početnost úlovků, ale to je spíše dáno koncem zvýšené aktivity během rozmnožování (Thiele 1977). Jarní aktivita střevlíkovitých je na úlovcích znatelně vidět, kdy při prvních dvou výběrech bylo zachyceno největší množství živočichů. Tento fakt může být ale způsoben i digging-in efektem. Proto jsem ve statistickém vyhodnocení pracoval i s daty, u kterých jsem s prvními dvěma odběry nepočítal, a tím jsem zamezil ovlivnění výsledků právě tímto efektem. Doba jednoho měsíce se mi zdá pro odstranění digging-in efektu dostatečná a okolí pastí se již jeví neovlivněné instalací, zvláště v jarních měsících, kdy vývoj vegetace v lužním lese je velmi rychlý.

Vliv vylovení přímo na stejných pastech, tedy rozdíly na liniích 2007 a 2008 ukazují druhy *Abax parallelepipedus* a *Carabus scheidleri*. *Carabus scheidleri* je ale spíše luční druh (Hůrka 1996) a do lesa se dostává spíše zaběhnutím. Na této lokalitě se vyskytuje ve větších počtech na ekotonu a na louce (Hora 2008). *Abax parallelepipedus* byl v druhém roce velmi málo chytán i na linii 2008N. Tento fakt může souviset se sezónní dynamikou populace druhu a nebo opravdu jde o negativní odpověď v početnosti působením zemních pastí. Tento druh byl ve všech liniích v druhém roce nahrazen druhem *Abax parallelus*, který má totožné biotopové nároky. Druhy se liší dobou rozmnožování: *Abax parallelepipedus* je druh s podzimním rozmnožováním, tudíž přezimuje v larválním stádiu, zatímco *Abax parallelus* se rozmnožuje na jaře a přezimují dospělá imága. V roce 2007 tedy mohlo dojít k oslabení populace druhu *Abax parallelepipedus* odlovením dospělců, kteří se pak v malém počtu na podzim rozmnožovali. Na rozdíl od druhu *Abax parallelus*, který většinu lovné doby v roce 2007 strávil v larválním stádiu, která se do pastí skoro neloví, a v roce 2008 obsadil stanoviště druhu *Abax parallelepipedus*. Podobnou směnu druhů pozoroval Novák

(1964) u příbuzných druhů hrobaříků s různým typem rozmnožování při pokusech na polích na Hané.

Střevlík *Carabus coriaceus* jako jediný neprokazuje žádný signifikantní rozdíl v úlovcích v jednotlivých liniích. Tento druh tedy není ovlivněn víceletou expozicí pastí a ani pozice linie nehraje žádný význam. *Carabus coriaceus* je největší český střevlík a má z bezkřídlých druhů i největší rozptylové schopnosti (Riecken a Rath 1996). Vzhledem k velkému akčnímu rádiu jedinců tohoto druhu nebyl zachycován do pastí ve větších počtech, ale jeho výskyt je potvrzen i na blízké louce a ekotonu mezi touto loukou a lesem, kde byly umístěné pasti (Hora 2008).

Nízký počet ulovených jedinců druhu *Carabus granulatus*, který je jinak velmi hojný, je pozoruhodný. Obývá takřka všechna stanoviště, není biotopově náročný a je řazen mezi eurytopní druhy (Hůrka a kol. 1996). Tento druh asi citlivě vnímá zemní pasti a nepadá do nich tak často jako jiní velcí střevlíci.

Velmi zajímavý výsledek ukazují úlovky druhu *Carabus ullrichi*, který je v pastech zastoupen pouze při prvních dvou odběrech. Není možné odlišit, zda tento fakt souvisí spíše s jarní aktivitou toho velkého střevlíka a nebo s digging-in efektem. Jeho výskyt v časném jaru může souviset s diapauzou za nepříznivých podmínek (Spence a Niemelä 1994). *Carabus ullrichi* je druh spíše lučních, polních, křovinatých a hájových stanovišť a tak i jeho výskyt na jaře v lese může spíše souviset s opouštěním zimoviště z trsů lesních trav a migrací na jeho preferované biotopy. Tento druh je na této lokalitě dominantní na ekotonu lesa a vlhké louky (Hora 2008).

Signifikantní rozdíl v početnostech na liniích 2008 a 2008N vykazuje druh *Platynus assimilis*, ale pouze se započtením digging-in efektu. U tohoto druhu se dle mého názoru potvrzuje vliv digging-in efektu. Tento malý létavý střevlík vyhledává stinná a vlhká stanoviště a vyskytuje se často na stinných březích řek (Hůrka 1996). Byl početnější v pastech 2008N, které jsou blíž k řece Moravě. Celkově tento makropterní střevlík pozitivně reagoval svým výskytem na disturbance vzniklé zakopáváním pastí, protože v linii 2008, která byla na lokalitě již druhým rokem, se vyskytoval pouze jeden jedinec.

Jedince druhů *Poecilus cupreus* a *Pseudoophonus rufipes* považují v úlovcích za náhodně zaběhnuvší do lesa, protože toto jsou druhy čistě luční (Thiele 1977) a jejich výskyt je prokázán na sousední louce PP Dalibor (Hora 2008).

Druhy *Pterostichus melanarius* a *Pterostichus oblongopunctatus* ukazují signifikantní rozdíly mezi liniemi 2008 a 2008N, lišící se pozicí a délkou expozice pastí. Tento signifikantní rozdíl je stejný i po odečtení digging-in efektu. Oba druhy

jsou v úlovcích z linie 2008N absolutně početně nejdominantnější. Tento fakt může být způsoben příhodnými lokálními podmínkami, kde byla linie umístěna. Tyto druhy ale bezpochyby velmi ochotně padají do zemních pastí (Morill a kol. 1990, Gerlach a kol. 2009).

Celkové rozdíly v úlovcích se signifikantně liší před i po odstranění digging-in efektu. Vliv víceleté expozice ukazují rozdíly v liniích 2007 a 2008 a v řadách 2008 a 2008N. V druhém případě je rozdíl signifikantní. Na linii 2008N bylo uloveno více než dvojnásobné množství střevlíků než na linii 2008. Pokud zanedbáme rozdíl v pozici linií jedná se právě o rozdíl vlivem víceleté expozice. Společenstvo okolo pastí 2008 je tedy v druhém roce početně oslabené.

Na liniích 2007 a 2008N můžeme pozorovat již mnohokrát zmiňovaný digging-in efekt, tedy zvýšenou aktivitu střevlíkovitých po zakopání pastí. U druhu *Carabus ullrichi* bych se spíše přikláněl k jeho sezónní aktivitě, ale druhy menší a létavé, jako *Platynus assimilis*, *Pterostichus melanarius* a *Pterostichus oblongopunctatus* tento jev dobře ukazují. Střevlíček *Pterostichus oblongopunctatus* v roce 2008 na všech liniích výrazně dominoval. Mohly se vyskytovat určité, pro tento druh optimální podmínky, které způsobily masový výskyt tohoto druhu v lesním biotopu a nebo jde o určitý populační cyklus tohoto střevlíčka (Phillips a Cobb 2005). Celkově se digging-in efekt překrývá s jarní aktivitou. V časných měsících jsou lužní lesy více prosvětlené, zem se rychleji ohřívá a na přímých slunečních paprscích se i střevlíci rychleji pohybují a zároveň snáze padají do pastí (Morill 1990). Pro dobré odlišení digging-in efektu a jarní aktivity střevlíkovitých by bylo proto vhodné instalovat pastí v zimě nebo již na podzim.

Zvýšení množství zemních pastí na lokalitě v témže roce společenstvo neovlivňuje a počet úlovků stoupá s počtem zemních pastí (Niemelä a kol. 1986). Rozdíly ale můžeme pozorovat při víceleté expozici pastí na lokalitě. Citlivější na víceletou expozici pastí se zdají být větší druhy. Velcí střevlíci po kontaktu s okrajem pasti do ní padají častěji a mají menší úspěšnost úniku z pasti (Halsall a Wratten 1988). Společenstvo menších střevlíků není postiženo zemními pastmi tolik, jako společenstvo střevlíků větších, převážně rodu *Carabus*. I přes větší migrační schopnosti větší druhy střevlíkovitých osidlují nové lokality později než druhy malé (Lübke-Al Hussein 2004).

## Počet zemních pastí

Poznání druhového spektra epigeonu na lokalitě pomocí zemních pastí je jedna z nejčastějších metod studia (Luff 1975). Pro inventarizační průzkumy není důležité

množství ulovených střevlíkovitých, ale především druhové složení společenstva (Obrtel 1971). Obrtel se však dostává ve svých výsledcích do rozporu s předešлыми pracemi od Steina a Bombosche, kteří uvádějí jako optimální počet zemních pastí 60 až 70 na lokalitě. Jejich výzkumy byly ale zaměřeny na celý řád Coleoptera. Pro střevlíkovité, kteří se do pastí zachytávají velmi snadno (Morill 1990), je tedy vhodné najít optimální počet pastí na lokalitě pro co nepřesnější poznání druhového spektra. Pro potřeby inventarizačního průzkumu je velmi důležité umístit pasti v co nejrozmanitějších místech studované lokality (Adis 1979).

Celkově diverzita střevlíkovitých roste s různorodostí prostředí. Na ploškovitém území se vyskytuje více druhů než v monokulturním lese (Halme a Niemelä a kol. 1993). Na námi studovaných lokalitách jsme se vždy linii pastí snažili umístit tak, aby procházela rozdílnými mikrostanovišti na lokalitě a nebo jsme jednotlivé pasti umísťovali individuálně jako v Hrozenkovském lomu. V čistě lesním stejnorodém ekosystému je méně druhů a druhy jsou průměrně větší než druhy otevřených stanovišť. Menší druhy jsou většinou makropterní a jsou více zastoupené v lesních fragmentech a na otevřených stanovištích (Halme a Niemelä 1993).

Počty druhů na všech studovaných lokalitách si jsou podobné, nejméně druhů bylo uloveno na lokalitě Skaličí. I když zde bylo umístěno 16 zemních pastí, bylo uloveno pouze 19 druhů. Pasti na této lokalitě se nacházely všechny v lese. Tři nejčastější druhy na lokalitě Skaličí (*Abax parallelepipedus*, *Carabus violaceus* a *Pterostichus burmeisteri*) tvořily 64 % z celkového množství úlovku na této lokalitě. Vyšší počet pastí loví převážně kvantitu dominantních druhů s malým počtem nových druhů (Hansen a New 2005). Velmi zajímavý výsledek ukazuje lokalita Hrozenkovský lom. Zde bylo uloveno pouze 365 střevlíků, ale náležících do 22 druhů. Tento výsledek potvrzuje, jak je důležité umístit pasti na nejrozmanitější místa na lokalitě (Adis 1979).

Celkově vyšší počty jedinců na jednu past v roce 2009 mohou být způsobeny populačními cykly střevlíkovitých nebo umístěním pastí většinou v lesních biotopech. Pro příklad průměrný počet střevlíků na jednu past z lučních pastí na lokalitě PR Pod Žítkovským vrchem je 10,85. Průměr ze všech pastí na této lokalitě je přitom 17,29 jedince na jednu past. V lesích se lovily většinou druhy větší, jen výjimečně letuschopné, které se do pastí zachytávají lépe než menší luční druhy (Halme a Niemelä 1993). Druhy otevřených stanovišť jsou většinou makropterní a jsou aktivní během dne. Střevlíci s denní aktivitou jsou do pastí zachycováni méně (Desender a Maelfait 1986). Lesy Bílých Karpat jsou velmi různorodé a poskytují mnoho mikrostanovišť pro široké



spektrum druhů. Mají vysokou rostlinnou diverzitu a bohaté bylinné patro a to způsobuje vyšší abundanci střevlíkovitých (Honěk 1988).

Křivky růstu počtu druhů v závislosti na počtu pastí ukazují na všech lokalitách podobnou tendenci. Obrtel (1971) uvádí, že na poznání dominantních druhů lokality stačí 5–7 zemních pastí na lokalitu. Tento počet na našich lokalitách lovil vždy průměrně více než 75 % všech druhů studované lokality. I na nejrozmanitější lokalitě, jakou je Hrozenkovský lom, ulovilo 7 pastí 77 % ze všech druhů ulovených na této lokalitě. Od počtu 10 a více pastí se již křivka růstu ustaluje a jsou zachycovány pouze vzácné druhy. Niemelä a kol. (1986) používali 15 zemních pastí na podobných lokalitách, jejichž počet poté zvýšil na 30 na jedné a na 45 na lokalitě druhé. Počet ulovených druhů na jednotlivých lokalitách se po zvýšení počtu pastí zvýšil pouze o jeden vzácný druh. Celkově se ale zvýšil počet ulovených střevlíků na jednu past.

Moje výsledky ukazují, že 10–15 zemních pastí na lokalitě je dostačující počet na ulovení a popsání druhového společenství střevlíkovitých brouků, kteří jsou do zemních pastí zachycováni. Podobný počet pastí (10–12) uvádí i Obrtel (1971). Pro zachycení i vzácných druhů lokality je lepší místo zvýšení počtu pastí raději používat pasti modifikované, např. se zábranami, naváděcími lištami či lovit na světlo nebo individuálním sběrem (Lemiux 1999, Hansen a New 2005). Vzácné druhy mohou do lokality i migrovat a jejich výskyt na studované lokalitě může být také významný. Proto je vhodné i některé pasti umisťovat na okraje studované lokality nebo na místa, kudy může probíhat migrace střevlíků (Desender a Maelfait 1986).

## **Podobnost jednotlivých pastí na lokalitách**

Pomocí shlukové analýzy v programu JMP jsem zobrazil podobnost jednotlivých pastí na lokalitách v Bílých Karpatech podle přítomnosti jednotlivých druhů. Pasti byly tedy rozdělené do shluků, které odpovídaly biotopovým preferencím druhů, které byly do pastí zachyceny.

Nejlépe byly rozděleny do shluků pasti z lokality Hrozenkovský lom, který měl umístěné pasti na nejvíce rozmanitých stanovištích. Skupina pastí 1, 2, 3 a 13 se nacházela nejbližše lesa a také se v ní vyskytovaly v největším počtu lesní druhy rodu *Carabus*, jako např. *Carabus coriaceus*, *Carabus violaceus*, *Carabus scheidleri* a *Carabus nemoralis*. Tyto druhy preferují spíše lesní a zastíněné biotopy (Thiele 1977) a proto se na území lomu nacházely v těchto pastích při okraji lesa. Pasti umístěné ve svazích lomu zachytávaly především druhy luční, malé létavé střevlíky, kteří preferují osluněné a sušší biotopy (Hůrka 1996). Tyto druhy lze zařadit do skupiny

adaptabilnějších až eurytopních střevlíků (Hůrka a kol. 1996). Zajímavý shluk tvoří pasti 9 a 10. Tyto pasti byly na dně lomu v trvale podmáčeném území. Tyto pasti zachytávaly především druhy vlhkomilné s preferencí zastínění, ale byl zde zaznamenán i větší počet velkých střevlíků (*Carabus coriaceus* a *Carabus violaceus*), kteří mají velké migrační schopnosti a můžou na toto mikrostanoviště putovat za potravou (Riecken a Raths 1996).

Na lokalitě PR Hutě byly pasti dle shlukové analýzy rozděleny do dvou skupin. První větší shluk tvořily pasti, které se nacházely na otevřené pastvině s minimem stromů. Zde byly dominantní luční druhy jako *Poecilus cupreus*, *Amara aenea* a *Pseudoophonus rufipes*. Druhá skupina pastí se nacházela v lesíku na této lokalitě a zde byl již výskyt druhů preferujících stinné lokality jako zástupci rodů *Abax*, *Pterostichus* a *Carabus* (Thiele 1977). V těchto zastíněnějších pastech se začal ve velkém počtu vyskytovat i druh *Pterostichus burmeisteri*, který preferuje lesní biotopy (Hůrka 1996).

Na lokalitě PR Ve Vlčí můžeme opět rozlišit dva velké shluky pastí. První tvoří pasti umístěné na pastvině s výskytem převážně lučních druhů jako na předešlé lokalitě. Druhá skupina pastí se nacházela v lesíku poblíž potoka. Zde se vyskytovaly vlhkomilné druhy preferující zastínění. Za zmínku stojí výskyt druhu *Cychrus attenuatus*, který se vyskytuje v původních horských lesích a je popisován jako druh reliktní (Hůrka a kol. 1996).

Na lokalitě PR Pod Žitkovským vrchem byly pasti opět umístěné ve dvou liniích na louce a v lese. První shluk tvořený 6 pastmi se nacházel na louce. Zde se vyskytovaly tradiční podhorské luční druhy jako na jiných lokalitách, ale byl zde zaznamenán masivní výskyt druhu *Abax schueppeli*, který je nalézán spíše v listnatých a smíšených podhorských lesích a je řazen mezi druhy reliktní (Hůrka a kol. 1996). Les v této rezervaci byl bohatý na mnoho druhů střevlíkovitých, především rod *Carabus*, jako např. *Carabus scheidleri*, *violaceus*, *ullrichi*, *convexus*, *linnei* a *coriaceus*. Vyskytovali se zde oba dva čeští zástupci rodu *Cychrus*.

Na lokalitě Skaličí byly všechny pasti umístěné v lese a podobnost pastí byla dána pouze malými odlišnostmi. Byl zde i uloven nejmenší počet druhů střevlíků. Prvních 7 pastí na lokalitě PP Pod Hribovňou se nacházelo na pastvině. Zde byl početný výskyt lučních druhů *Poecilus cupreus* a *Amara aenea* (Hůrka a kol. 1996). Ve velkém počtu se zde vyskytoval i eurytopní střevlíček *Pterostichus melanarius*. Les je velmi bohatý na velké druhy střevlíků, především *Carabus linnei* a *Carabus hortensis*. Opět se zde vyskytují oba druhy rodu *Cychrus*.

Shlukové analýzy rozdělily jednotlivé pasti dle ulovených druhů a shluky si odpovídají podle biotopů, kde se pasti vyskytovaly. Jednotlivé druhy fungují jako bioindikátory stanovišť (Hůrka a kol. 1996, Rainio a Niemelä 2003). Tento výsledek názorně ukazuje, jak je důležité při designování studie a instalování zemních pastí obsáhnout co možná nejrozmanitější stanoviště studované lokality.

## Závěr

Cílem této práce bylo posoudit některé vlastnosti zemních pastí a doporučit metodické postupy pro práci s nimi. Zajímalo mě, jak zemní pasti ovlivňují populace střevlíkovitých brouků a zda dochází k jejich vylovení. V druhé části práce jsem se věnoval stanovení optimálního počtu zemních pastí pro poznání druhového spektra na dané lokalitě a k této kapitole jsem připojil podobnostní porovnání jednotlivých pastí dle zachycených druhů. Na tyto otázky si dle mého musí každý odpovědět před započítáním studia střevlíkovitých, příp. epigeonu, pomocí zemních pastí. Zvláště důležité je znát odpovědi na tyto otázky při interpretaci dat a nebo při povolování výzkumu v zvláště chráněných územích.

Výzkum vlivu víceleté expozice probíhal v CHKO Litovelské Pomoraví nedaleko obce Horka nad Moravou. V roce 2007 bylo instalováno 6 padacích zemních pastí, v roce 2008 lov do této linie pastí pokračoval a byla ještě přidána linie 2008N. Srovnávali jsme tedy úlovky z třech linií, které se lišily pozicí, klimatem, ale hlavně linie 2007 a 2008 a také 2008 a 2008N se lišily délkou expozice pastí.

Za dva roky bylo uloveno 793 střevlíkovitých náležících do 20 druhů. Pro odfiltrování digging-in efektu ze souboru dat nebylo počítáno s prvními dvěma odběry. Statistické vyhodnocení jsem provedl pomocí jednocestné ANOVY a Tukey-Kramerova testu, který odlišil signifikantní rozdíly mezi jednotlivými liniemi. Vliv víceleté expozice byl celkově pro střevlíky potvrzen, z jednotlivých druhů se signifikantně lišily úlovky vlivem víceleté expozice u druhů *Abax parallelepipedus* a *Carabus scheidleri*. Podobný výsledek na liniích 2008 a 2008N ukazují druhy *Pterostichus melanarius* a *Pterostichus oblongopunctatus*. K zajímavé meziroční záměně výskytu došlo u druhů *Abax parallelepipedus* a *Abax parallelus*. U některých druhů, jako např. *Carabus ullrichi*, se překrývala jarní aktivita s digging-in efektem natolik, že po odstranění tohoto efektu nebyl již v pastech žádný jedinec tohoto druhu. Jako jediný bez žádného ovlivnění expozicí pastí nebo pozicí linie pastí zůstal velký střevlík *Carabus coriaceus*.

V roce 2008 a 2009 probíhaly na lokalitách v CHKO Bílé Karpaty inventarizační průzkumy epigeonu. Zde jsem za použití zemních pastí pracoval na zjištění optimálního počtu pastí na poznání druhového spektra lokality. Výzkum probíhal na lokalitách PR Hutě, PR Ve Vlčí a Hrozenkovský lom v roce 2008 a v roce 2009 byly pasti instalovány v PP Pod Hribovňou, PR Pod Žítkovským vrchem a Skaličí.

Z těchto dat získaných z lokalit v CHKO Bílé Karpaty jsem zjistil optimální počet zemních pastí na jednu lokalitu a již 5–7 pastí zachytí průměrně přes 75 % druhového spektra lokality a jsou v nich vždy zastoupeny dominantní druhy lokality. Jako optimální počet mi vychází 10–12 pastí na lokalitu pro zachycení i vzácnějších druhů. Větší počet pastí zachytává stále stejné druhy, jen ve větší kvantitě a k ulovení nového druhu dochází již jen zřídka. Velmi důležité je umístit pasti na lokalitě na co nejrozmanitější mikrostanoviště, aby byla zvýšena pravděpodobnost zachycení všech přítomných habitatových specialistů. Tento fakt popisují i obrázky ze shlukových analýz ze všech studovaných lokalit.

Moje výsledky ukazují, jak zemní pasti společenstva střevlíkovitých ovlivňují. Je tedy vždy důležité si při designování pokusu promyslet, k čemu plánovanou studii potřebujeme a pokus si upravit dle potřeb. Tyto výsledky mohou sloužit jako metodické doporučení a podklady pro studium střevlíků pomocí zemních pastí. Především v chráněných územích je dobré si uvědomit vliv pastí na společenstva střevlíkovitých.

## Literatura

- Absolon, K. (1994): Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. Český ústav ochrany přírody. Praha: 70 pp.
- Adis, J. (1979): Problems of Interpreting Arthropod Sampling with Pitfall Traps. Zool. Anz., Jena 202: 177–184.
- Blahoušek, O. (1997): Příspěvek k poznání ekologie střevlíkovitých lužního lesa CHKO Litovelské Pomoraví pomocí metody ethylenglykolových a formalínových pastí (Col. Carabidae). Diplomová práce. Katedra zoologie a antropologie. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 97 pp.
- Desender, K. a Maelfait, J. P. (1986): Pitfall trapping within enclosures: a method for estimating the relationship between the abundances of coexisting carabid species (Coleoptera: Carabidae). Holarctic Ecology 9: 245–250.
- Digweed, S. C., Currie, C. R., Cárcamo H. A., Spence J. R. (1995): Digging out the „digging-in effect“ of pitfall traps: Influences of depletion and disturbance on catches of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). Pedobiologia 39: 561–576.
- Greenslade, P. J. M. (1964): Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). Journal of Animal Ecology 33: 301–310.
- Gerlach, A., Voigtländer, K. a Heidger, C. M. (2009): Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping. Soil Organisms 81: 773–790.
- Halme, E. a Niemelä, J. (1993): Carabid beetles in fragments of coniferous forest. Ann. Zool. Fennici 30: 17–30.
- Halsall, N. B. a Wratten, S. D. (1988): The efficiency of pitfall trapping for polyphagous predatory Carabidae. Ecological Entomology 13: 293–299.
- Hansen, J. E. a New, T. R. (2005): Use of barrier pitfall traps to enhance inventory surveys of epigeic Coleoptera. Journal of Insect Conservation 9: 131–136.
- Honěk, A. (1988): The effect crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Aranea) in cereal fields. Pedobiologia 32: 233–242.
- Honěk, A. (1997): The effect of temperature on the activity of Carabidae (Coleoptera) in a fallow field. Eur. J. Entomol. 94: 97–104.
- Hora, P. (2008): Distribuce střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) na lesním ekotonu. Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 46 pp.

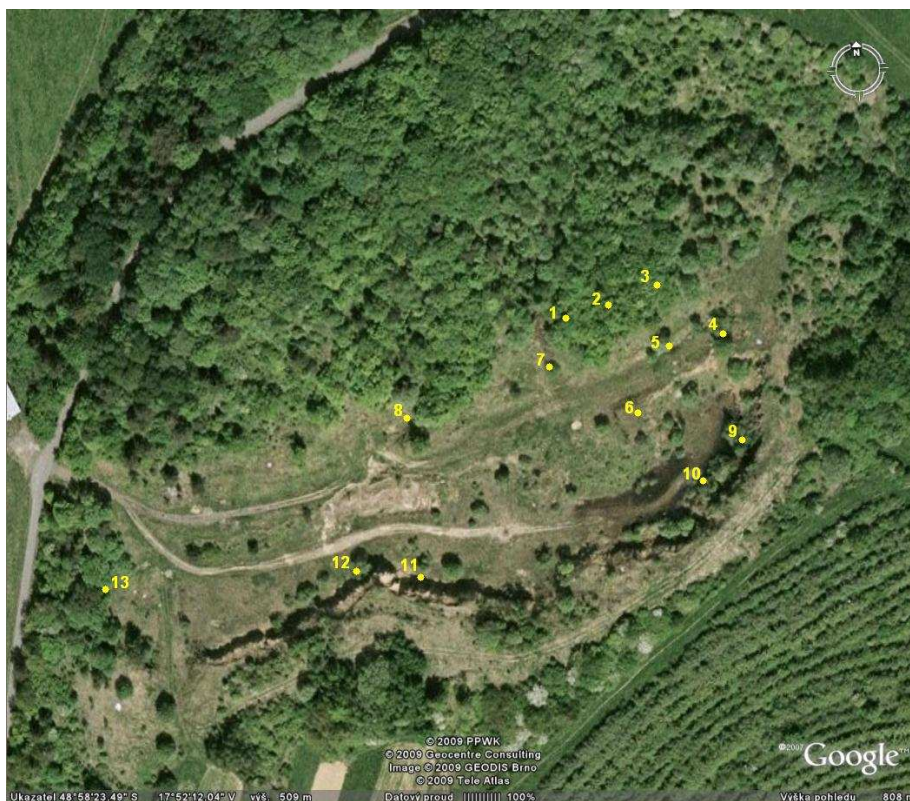
- Hůrka, K. (1992): Střevlíkovití (Carabidae) 1. Praha: Academia. 192 pp.
- Hůrka, K. (1996): Carabidae of the Czech and Slovak Republic. Zlín: Kabourek. 565 pp.
- Hůrka, K., Veselý, P. a Farkač, J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. *Klepalekiana* 32: 15–26.
- Hůrka, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Zlín: Kabourek. 390 pp.
- Koivula, M., Kotze, J. D., Hiisivuori, L., Rita, H. (2003): Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? *Entomologica Fennica* 14: 1–14.
- Kult, K. (1947): Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky. Praha: Československá entomologická společnost. 198 pp.
- Lemieux, J. P. a Lindgren B. S. (1999): A pitfall trap for large-scale trapping of Carabidae: Comparison against conventional design, using two different preservatives. *Pedobiologia* 43: 245–253.
- Luff, M. L. (1975): Some Features Influencing the Efficiency of Pitfall Traps. *Oecologia* 19: 345–357.
- Lübke-Al Hussein, M. (2004): Mehrjährige Vergleichende Untersuchungen zu Laufkäfergemeinschaften (Coleoptera: Carabidae) eines Grossflächigen Feldes und eines Feldrains. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 37: 41–57
- Mackovčín P., Jatiová M. a kol. (2002): Zlínsko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek II. AOPK ČR a EkoCentrum Brno.
- Morril, W. L., Lester, D. G. a Wrona, A. E. (1990): Factors affecting efficacy of pitfall traps for beetles (Coleoptera: Carabidae and Tenebrionidae). *Journal of Entomological Sciences* 25: 284–293.
- Niemelä, J., Halme, E., Pajunen, T., Haila, Y. (1986): Sampling spiders and carabid beetles with pitfall traps: the effect of increased sampling effort. *Ann. Entomol. Fennici* 52: 109–111.
- Niemelä, J., Halme, E., Haila, Y. (1990): Balancing sampling effort in pitfall trapping of carabid beetles. *Entomol. Fennica* 1: 233–238.
- Novák, B. (1965): Změny hustoty našich polních hrobaříků jako následek decimace zemními pastmi (Col. Silphidae). *Acta Universitatis Palackianae Olomouensis Facultas Rerum Naturalium* 19: 99–119.
- Obrtel, R. (1971): Number of pitfall traps in relation to the structure of the catch of soil surface Coleoptera. *Acta ent. bohemoslov.* 68: 300–3009.

- Pekár, S. (2002): Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. *Pedobiologia* 46: 539–547.
- Phillips, I. D. a Cobb, T. P. (2005): Effect of Habitat Structure and Lid Transparency on Pitfall Catches. *Environmental Entomology* 34: 875–882.
- Rainio, J. a Niemelä, J. (2003): Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12: 487–506.
- Riecken, U. a Raths, U. (1996): Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L. *Ann. Zool. Fennici* 33: 109–116.
- Slezák, V. (2009): Vliv zemních pastí na abundance epigeonu. Diplomová práce. Katedra ekologie a životního prostředí. PřF, Univerzita Palackého v Olomouci. Ms. 54 pp.
- Spence, J. R. a Niemelä, J. K. (1994): Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist* 126: 881–894.
- Thiele, H. U. (1977): Carabid beetles in their environments. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 369 pp.
- Ward, D. F., New, T. R. a Yen, A. L. (2001): Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches. *Journal of Insect Conservation* 5: 47–53.
- Work, T. T., Buddle, Ch. M., Korinus, L. M., Spence, J. R. (2002): Pitfall Trap Size and Capture of Three Taxa of Litter-Dwelling Arthropods: Implications for Biodiversity Studies. *Environ. Entomol.* 31: 438–448.

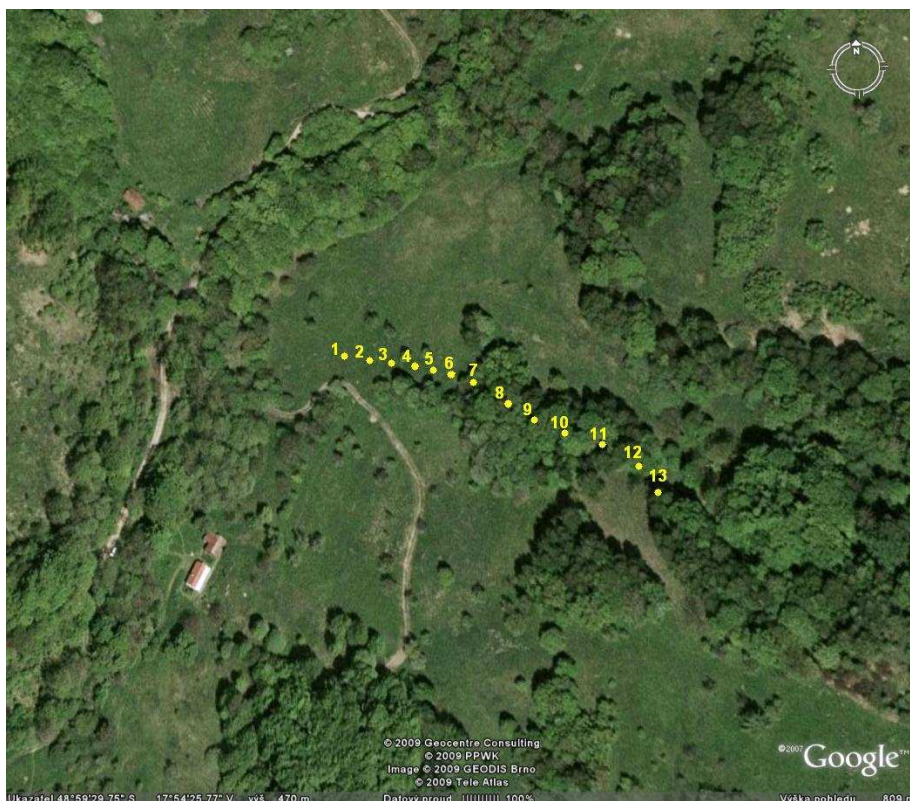


## Přílohy

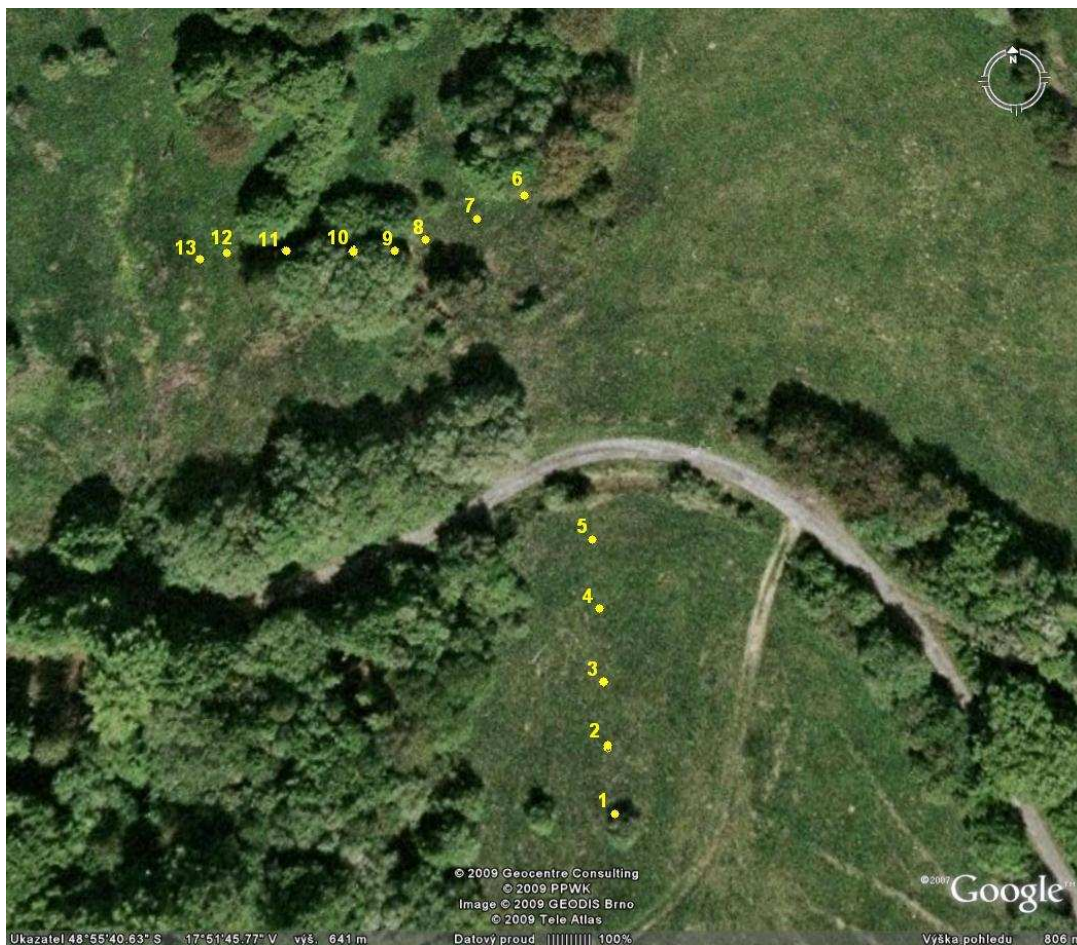
### Letecké snímky lokalit s umístěním jednotlivých pastí



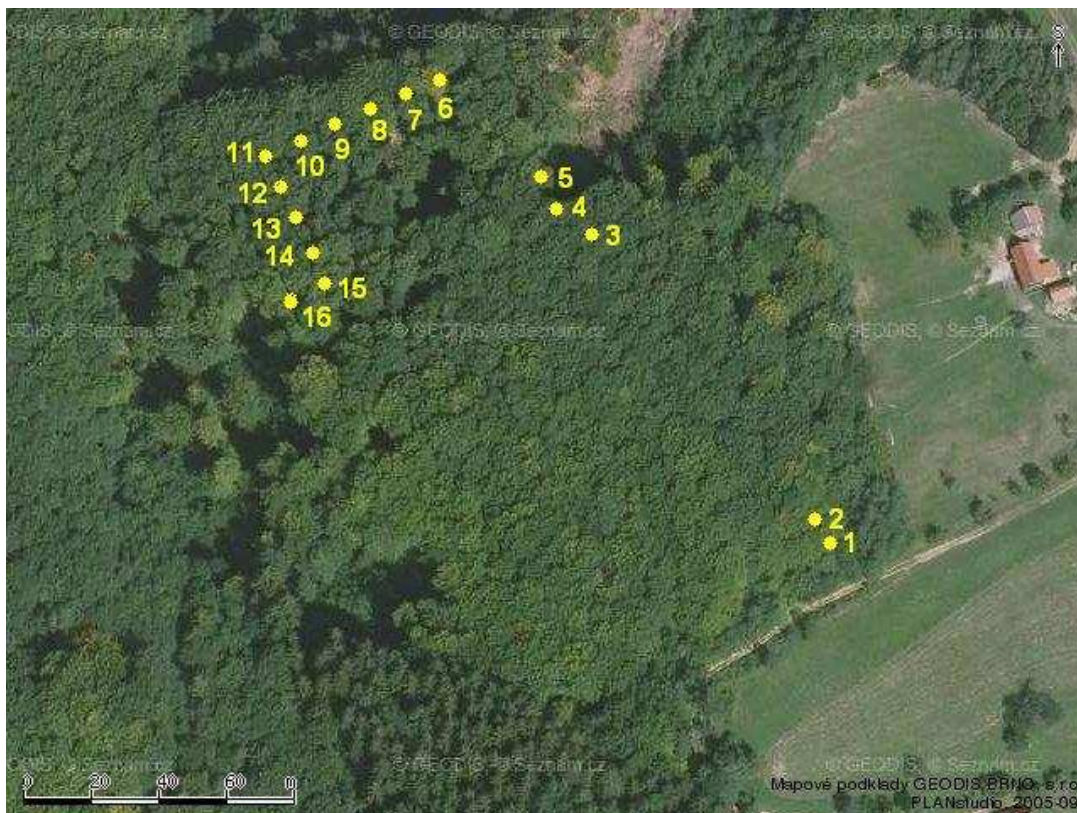
Letecký snímek 1: Hrozenkovský lom.



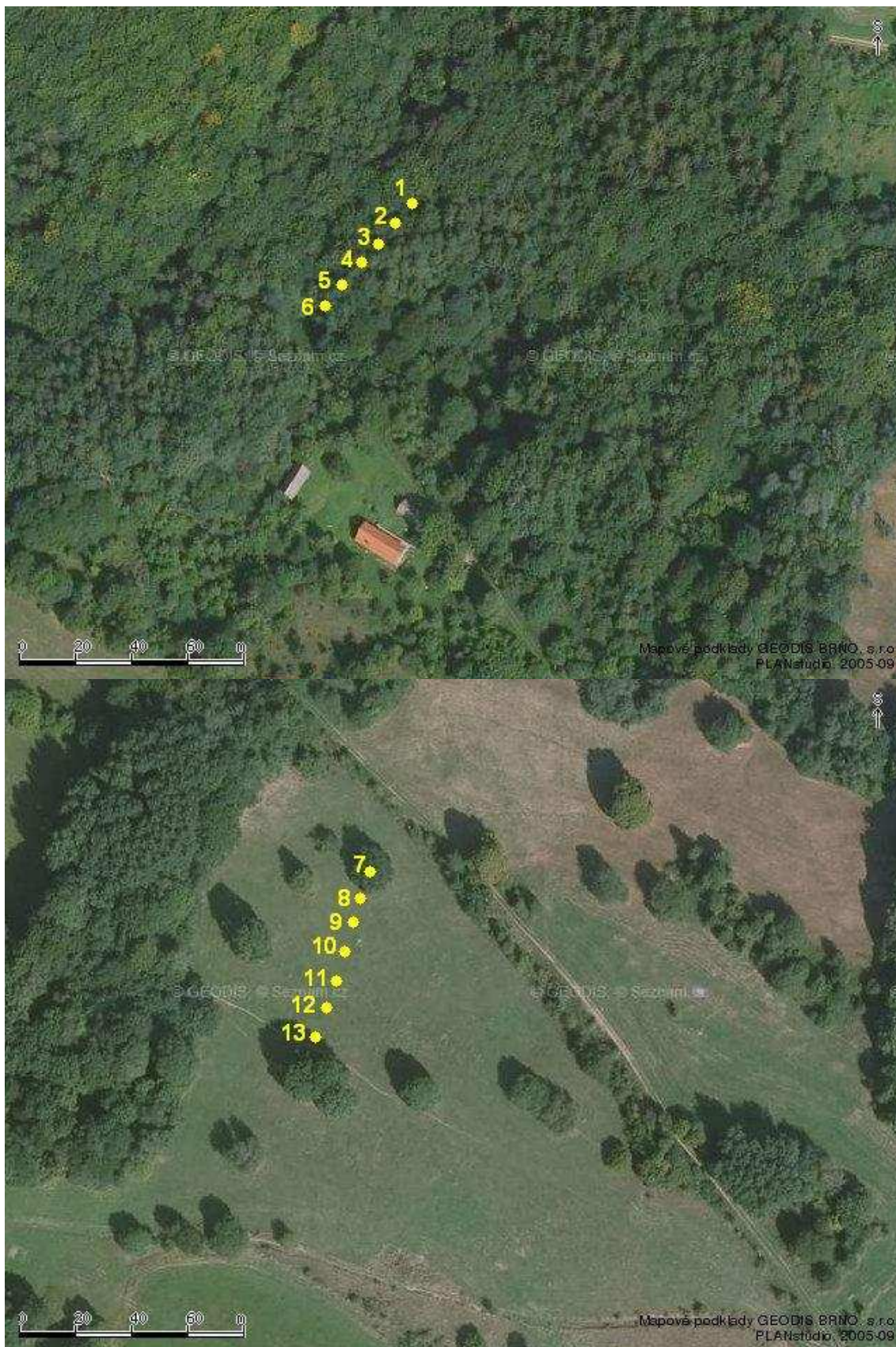
Letecký snímek 2: PR Hutě.



Letecký snímek 3: PR Ve Vlčí.



Letecký snímek 4: Skaličů.



Letecký snímek 5: PR Pod Žítkovským vrchem (vzdálenost linií od sebe je přibližně 250 m).



Letecký snímek 6: PP Pod Hřibovňou (pasti 1–10 ve spodní části obrázku jsou v textu jako pasti 14–23, vzdálenost linií od sebe je přibližně 250 m).