

**Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze**

**Katedra zoologie**

**VLIV UMĚLÝCH ZDROJŮ VÁPNIKU NA SLOŽENÍ  
MĚKKÝŠÍCH SPOLEČENSTEV**

**Influence of artificial lime stores to composition of molluscan communities  
(bakalářská práce)**

**Veronika Sonnková  
Školitel: RNDr. Lucie Juříčková PhD.**

**Praha, srpen 2006**

**Poděkování:**

Za odborné vedení práce bych ráda poděkovala RNDr. Lucii Juříčkové PhD., za cenné rady, připomínky a pomoc při zpracovávání RNDr. Tomáši Kučerovi PhD, Mgr. Jaroslavu Č. Hlaváčovi PhD., RNDr. Michalu Horsákovi, Mgr. Zuzaně Münzberové PhD., Aleně Míkovcové a RNDr. Janu Rohovcovi PhD.

## Obsah:

1. Abstrakt.....	2
2. Úvod.....	3
2.1. Cíl práce.....	3
2.2. Hlavní hypotézy.....	3
2.3. Další otázky a aspekty spojené se sledovanou problematikou.....	3
3. Současný stav znalostí.....	4
3.1. Význam vápníku pro měkkýše.....	4
3.2. Vliv proměnných prostředí na malakocenózy.....	4
3.3. Význam hradů jako zdrojů vápníku pro měkkýše.....	7
3.4. Změny malakocenóz na gradientu bazicity.....	10
4. Charakteristika studované lokality.....	10
4.1. Charakteristika lokality a podnebí.....	10
4.2. Malakofauna lokality.....	11
5. Metodika.....	12
5.1. Popis transektu.....	12
5.2. Hrabankový vzorek.....	14
5.3. Laboratorní analýzy.....	14
5.4. Statistické vyhodnocení.....	15
5.4.1. Zpracování dat v programu Canoco 4.5.....	16
6. Výsledky.....	17
6.1. Výsledky malakozoologického rozboru.....	17
6.2. Výsledky statistického rozboru.....	21
7. Diskuze.....	26
7.1. Hlavní hypotézy.....	27
7.2. Další otázky a aspekty související s tématem.....	29
8. Závěr.....	31
8.1. Plány do budoucna.....	31
9. Literatura.....	32
10. Přílohy.....	35

## **1. Abstrakt:**

Různé druhy měkkýšů mají odlišné požadavky na jednotlivé environmentální proměnné. Obecně se uvádí, že limitujícím faktorem je zdroj vápníku. V rámci této studie jsme se na lokalitě s umělým zdrojem vápníku v NPR Prácheň snažili zjistit, které faktory jsou pro takovýto typ stanoviště nejdůležitější. Zaměřili jsem se především na různé zdroje vápníku a pokusili se prokázat, že dostupné množství tohoto prvku vysvětluje největší podíl variability malakocenóz a že jeho množství ubývá se vzrůstající vzdáleností od zříceniny Prácheň. Tuto hypotézu jsme prokazovali pomocí odběru vzorků na transektu vedeném po předpokládaném gradientu dostupného vápníku. Dále jsme různé zdroje vápníku posuzovali z hlediska toho, jak velký vliv na vysvětlovanou variabilitu mají. Jednotlivé vzorky byly zpracovány standardní metodikou a dále laboratorními analýzami. Takto vzniklá data byla hodnocena ve statistických programech NCSS a Canoco. Analýzami bylo prokázáno, že dostupný vápník je faktorem vysvětlujícím nejvyšší podíl variability a to především v eutrofní části transektu, po vyznění gradientu se společenstva stala méně variabilní a byla složena z jiných druhů. Také jsme prokázali, že není vhodné používat pouze metodu měření hodnot pH k zjišťování předpokládaného množství vápníku.

## **2. Úvod:**

Jednotlivé druhy měkkýšů mají rozdílné požadavky na biotické a abiotické složky prostředí v němž se vyskytují. Tyto rozdílné nároky mohou vytvářet předpoklad pro vznik společenstev s podobnými požadavky a také pro vznik gradientu druhového složení daných společenstev a množství jedinců jednotlivých druhů. Druhy odpovídají na vliv nejrůznějších faktorů, které tak mohou vytvářet množství gradientů podél nichž se společenstva mění. Tato společenstva mohou velmi detailně odrážet biotické i abiotické parametry stanoviště (např. Ložek 1981) a to zejména díky úzké vazbě měkkýšů na jejich stanoviště a malé mobilitě. Ve své práci se zabývám gradientem vytvořeným na nevápencovém podkladu, do něhož se vápník dostává z umělého zdroje, jakéhosi ostrovu v krajině, který vytváří gradient množství vápníku obsaženého v půdě.

### **2.1. Cíl práce:**

Hlavním cílem této práce bylo zjistit, které environmentální faktory nejvíce ovlivňují kontinuální proměnu společenstva měkkýšů v měřítku metrů na umělém gradientu bazicity. Jednalo se o stanovení hodnot vybraných biotických a abiotických proměnných prostředí na gradientu bazicity mezi vápencovým hradem jako zdrojem vápníku z malty a okolím nevápencového geologického podkladu. Cílem bylo zhodnotit význam těchto proměnných na variabilitu v druhových datech malakocenóz a prokázat, jaký vliv má na tato data vápník z různých zdrojů (Ca obsažený ve vegetaci, Ca v listové opadance, výměnný Ca – tedy vápník, který mohou organismy z prostředí nejsnáze získat a využít pro fyziologické procesy, Ca v substrátu).

### **2.2. Hlavní hypotézy:**

1. V oligotrofní krajině existují drobné přirozené a umělé zdroje vápníku, jehož dostupné množství je hlavním faktorem, který vysvětluje nejvyšší podíl variability v druhových datech měkkýších společenstev.

Tyto zdroje vápníku vytvářejí v krajině ostrovy se zvýšenou druhovou diverzitou.

2. Do okolního oligotrofního prostředí více pronikají juvenilní jedinci než dospělci.

### **2.3. Další otázky a aspekty spojené se sledovanou problematikou:**

1. Existuje statisticky významný rozdíl v podílu vysvětlené variability měkkýších společenstev vysvětlitelný pomocí vápníku měřeného v podkladu a v listovém opadu?

2. Existuje signifikantní korelace mezi obsahem vápníku a pH?

3. Stanovení valence vybraných druhů vůči sledovaným faktorům.

### **3. Současný stav znalostí:**

#### **3.1. Význam vápníku pro měkkýše:**

Vápník je pro měkkýše jedním z limitujících faktorů (např. Waldén 1981) a to zejména proto, že je využíván pro stavbu ulit. Bylo prokázáno, že vápník má také pozitivní vliv na reprodukci, respektive, že nedostatek vápníku způsobuje omezení reprodukce (Wäreborn 1979). Měkkýši vápník získávají buď přímo z geologického podkladu nebo nepřímo z potravy, přesněji řečeno z listového opadu rostlin, které obsahují vápník v citrátové formě (lípy, jasan, javory, jilmy) (Wäreborn 1970). Rozdíly v druhovém složení vegetace a tedy i opadu mohou do značné míry vysvětlovat variabilitu měkkýších společenstev na odlišných stanovištích (Bishop 1977).

Vliv vápníku na měkkýše byl v minulosti zkoumán především ve větších měřítcích jako vliv geologického podkladu chudého či bohatého na vápník (Kerney 1976, Kerney & Cameron 1979, Cameron 2002), mnoho studií se zabývalo i vlivem klimatu – bylo potvrzeno, že společenstva se mění také jako odpověď na změny klimatu, a to i regionální (Cameron 1973, Cameron & Palles-Clark 1971, Bishop 1977).

#### **3.2. Vliv proměnných prostředí na malakocenózy:**

V menších měřítcích jednotlivých stanovišť byly zkoumány především oligotrofnější lesní stanoviště se snahou nalézt faktory prostředí, které nejvíce ovlivňují složení malakocenóz. Výsledky těchto studií jsou však velmi často značně protichůdné – tak například Bishop (1977) neprokázal ve své studii v jihozápadním Irsku jakoukoli korelaci mezi distribucí měkkýšů a pH, stejný výsledek přinesly i jeho studie v italské části Alp (Bishop 1980). Naproti tomu v jiné studii vedené v centrální části Španělska byly za hlavní faktory ovlivňující složení malakocenózy určeny pH a struktura půdy (Outerio et al. 1993). I v dalších studiích bylo pH půdy označeno za rozhodující faktor pro diverzitu a distribuci měkkýšů (Waldén 1981, Bishop 1976). Getz & Uetz (1994) zjistili, že hlavní charakteristiky prostředí ovlivňující měkkýší společenstva v Great Smoky Mountains jsou vlhkost půdy, diverzita stromového patra a na to navazující diverzita listového opadu, naproti tomu Locasciulli & Boag (1987) neprokázali závislost abundance měkkýšů na přítomné vegetaci. Nekola & Smith (1999) jako jediný statisticky průkazný faktor uvádějí pH půdy, ostatní zkoumané proměnné (obsah Ca, Mg, N, P, K, teplota půdy, diverzita a abundance vegetace) nemají na společenstva vliv. Tito autoři však pracovali na transektu na vápencovém podkladu, který tudíž nevytvářel gradient.

Za nejdůležitější faktory ovlivňující daná společenstva můžeme podle Labaune & Magnin (2001) považovat tyto :

- **klima** - respektive teplota, množství srážek a vlhkost
- **půda** - především pH, obsah vápníku a textura
- **vegetace** – struktura a kompozice.

Martin & Sommer (2004) jako hlavní faktory ovlivňující malakocenózy v lesních oligotrofních stanovištích označili:

- **disturbanci**
- **vlhkost půdy**
- **pH půdy**
- **složení vegetace.**

Avšak zároveň poukazují na fakt, že existuje-li souvislost mezi složením vegetace a měkkýších společenstev, zdá se, že může být vysvětlena nepřímým vlivem, zprostředkovaným přes vlastnosti opadu, které jsou dány nejen samotnou vegetací, ale také chemizmem půdy (Martin & Sommer 2004). Autoři také prokázali, že na extrémně suchých stanovištích nevykazuje množství druhů i jedinců závislost na pH (ačkoli na vlhkých místech tuto korelaci prokázali) a že jednotlivé druhy reagují na změny hodnot pH různě.

Samotný vliv opadu na lesní ekosystémy jako celky byl také do značné míry zkoumán. Opad hraje velmi důležitou roli ve fungování lesního ekosystému jako součást cyklu živin. Navíc vytváří ochrannou vrstvu půdy, čímž reguluje a stabilizuje mikroklimatické podmínky (Sayer 2004) a může tak značně ovlivňovat vznik či spíše udržování habitatů pro nejrůznější organismy, měkkýše nevyjímaje. Vliv opadu byl zkoumán především manipulačními studiemi, tedy srovnáváním stanovišť ponechaných přirozeným podmínkám a stanovišť na nichž byl opad odstraňován. Jak jsem již zmínila výše, opad může hrát velmi důležitou roli ve formování a udržování měkkýších společenstev a to především na územích, kde vegetace obsahující vápník v citrátové podobě je jediným zdrojem tohoto prvku pro přítomnou malakofaunu. Složení a struktura opadu, která vychází právě z druhového složení flóry, může do značné míry vysvětlit variabilitu malakocenóz (Bishop 1977, Getz & Uetz 1994). Hodnoty pH a obsah vápníku v opadu či půdě byly určeny jako hlavní faktory ovlivňující bohatost malakofauny a i početnost jedinců (Valovirta 1968, Wärebom 1969, Waldén 1981, Nekola & Smith 1999).

Faktory jako kompetice či historie území bývají do studií zařazovány málokdy, ačkoli i ony mohou malakocenózu značně ovlivňovat. Disturbanci (např. kosení, destrukce flóry,

odstraňování opadu) jako faktoru umožňujícímu vysvětlit variabilitu v druhové bohatosti přikládá velkou roli také Cameron (1973).

Jak již bylo uvedeno, Martin & Sommer prokázali, že různé měkkýši reagují na změny pH různě. Horsák (2005) ve své studii na prameništích slatiništích rozlišuje 5 typů tzv. kalcikolního-kalcifugního chování (viz obr. 1), které lze aplikovat i na chování plžů jiných stanovišť:

1. typicky kalcifugní plži (např. *Radix peregra*, *Pisidium caseratum*)
2. druhy s optimem posunutým na kyselější slatiniště/stanoviště  
(*Carychium tridentatum*, *Euconulus fulvus*, *Perpolita hammonis*)
3. druhy s optimem na středně vápnitých lokalitách, s širokou valencí, nezasahující do extrémních slatinišť/stanovišť (*Punctum pygmaeum*, *Vertigo geyeri*, *Cochlicopa lubrica*)
4. druhy s optimem posunutým na minerálně bohatší slatiniště/stanoviště, nevyskytují se ale na extrémně bohatých slatiništích/stanovištích (*Vertigo angustior*, *V.pygmaea*, *V.antivertigo*, *Monachoides incarnatus*)
5. typicky kalcikolní druhy (*Pupilla alpicola*, *Oxyloma elegans*, *Vallonia pulchella*)

Na extrémně vápnitých stanovištích už počet druhů/jedinců se zvyšující se koncentrací  $\text{Ca}^{2+}$  nestoupá lineárně, tam kde je vápníku nadbytek se limitními faktory stávají jiné proměnné, např. historie a zachovalost lokality či negativní vliv  $\text{Fe}^{2+}$ .

Jaké vlivy působí na složení měkkýších společenstev a do jaké míry se uplatňují je tedy velmi složité předpokládat. Dá se říci, že v každém areálu se v různé míře uplatňují různé faktory a na dvou různých stanovištích, na první pohled možná i podobných, se může jeden faktor jednou jevit jako limitní a podruhé jako téměř nepodstatný.



### Obrázek 1: Jednotlivé křivky charakterizující kalcikolní – kalcifugní chování plžů

Vysvětlivky: každá křivka zobrazuje změnu početnosti plže příslušícího k danému typu kalcikolního – kalcifugního chování na gradientu bazicity

osa x zobrazuje konduktivitu - proměnnou vyjadřující minerální bohatost (bazicitu) vzorku

osa y zobrazuje množství jedinců druhu : graf a: *Pisidium caseratum*

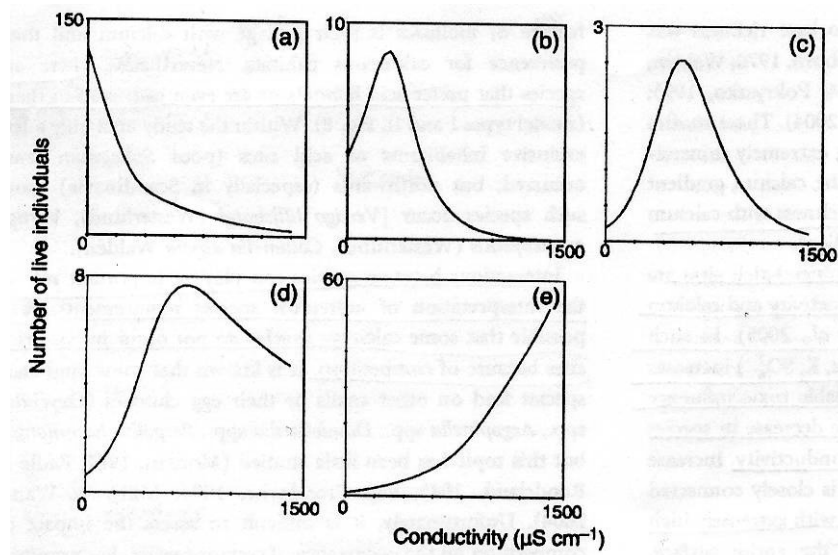
graf b: *Carychium tridentatum*

graf c: *Punctum pygmaeum*

graf d: *Vertigo angustior*

graf e: *Pupilla alpicola*

převzato podle Horskáka (2006)



### 3.3. Význam hradů jako zdrojů vápníku pro měkkýše:

Hradům jako specifickým habitatům byla také do dnešní doby věnována již značná pozornost. Specificita hradů či spíše hradních zřícenin vyplývá z obohacování okolní půdy o  $\text{CaCO}_3$  z rozpadajícího se zdiva. Na zříceninách také vzniká mnoho mikrostanovišť různé orientace ke světovým stranám (Ložek & Skalický 1983, Juříčková 2005, Juříčková & Kučera 2005).

Studie na hradech Polska vedl především S.W. Alexandrowicz. Ve studii z roku 1995 zkoumal malakofaunu 20 karpatských hradů, které rozdělil do dvou základních skupin – na hrady se společenstvy složenými především z lesních druhů (nebo alespoň druhů částečně stinných a uzavřených stanovišť) a hrady se společenstvy měkkýšů otevřených stanovišť. Obě

tato společenstva jsou doplněna hlavně druhy vlhkomilnými. Jako základní faktory ovlivňující druhovou diverzitu hradní malakofauny označil geobotanické podmínky a především vliv člověka. Na hradech, které byly zásahům lidí do značné míry vystaveny, neprobíhala sukcese nerušeně a tak zde byla nalezena chudší fauna. Jako pro diverzitu významný faktor uvádí také obohacení vápníkem z hradního zdiva.

Alexandrowicz také detailně studoval malakofaunu hradu Wawel (na vápencovém podloží) v Krakově (1988). Zde prováděl sběry na devíti odlišných stanovištích (rozdílná poloha, strmost svahů, zastínění atd.), téměř všechny byly však do značné míry velmi ovlivněné člověkem (pravidelné udržování sekáním, pěstování exotických rostlin, znečištění apod.). Rozlišil tři typy malakocenóz tohoto hradu (dané především přírodními ekologickými podmínkami a právě vlivem člověka):

- specializovaná chudá společenstva otevřených nezastíněných stanovišť (charakterizovaná druhy *Cepea nemoralis* a *Helicella obvia* )
- chudá společenstva generalistů na stanovištích obecně nepříznivých pro měkkýše obývaná druhy *Vallonia costata* a *Alinda biplicata*
- bohatá společenstva generalistů na zastíněných a vlhkých stanovištích, mnohdy v těsné blízkosti umělých zdrojů vápníku

Autor ve studii poukazuje na velmi nerovnoměrné rozložení druhů (z celkově zjištěných 21 druhů pouze 3 byly přítomny na všech stanovištích alespoň jedním exemplářem), které je dáno vznikem odlišných mikrostanovišť okolo hradu.

Hradem jako stanovištním gradientem se ve své studii zabývali pouze Rouse & Evans (1994). Cílem bylo rovněž nalézt spojitost mezi současnou hradní malakofaunou a malakofaunou fosilních společenstev. Následná interpretace je pak založena na indikátorových druzích. Autoři prokázali značnou variabilitu měkkýších společenstev (a to na transektu dlouhém pouze 120 m) na gradientu  $\text{Ca}^{2+}$  a pH, jako důležité faktory se ukázaly také sklon svahu a jeho orientace vůči světovým stranám, přičemž diverzifikovanější a početnější fauna se objevovala v areálech s vysokým obsahem  $\text{Ca}^{2+}$  a vysokou hodnotou pH na jižních svazích. Největší se ukázala být korelace s pH, korelace s diverzitou vegetace nebyla prokázána.

Dynamiku hradního společenstva shrnuje ve své práci Juříčková (2005): na počátku vzniku hradu stojí disturbance – vykácení lesa, vybudování hradních příkopů, upravení terénu a samotné postavení hradu. Poté následuje období, kdy je hrad obýván a využíváno je i jeho

okolí, které je velmi často udržováno bezlesé. Po opuštění hradu následuje fáze jeho chátrání, zprvu hrad zarůstá ruderalní vegetací, poté se uchycují křoviny, které ještě více napomáhají zvětrávání malty. Z hradu se stává zřícenina a ta se pomalu začleňuje do okolí. Juříčková (2005) také rozlišuje tzv. hradní druhy. První zmínka o nich se objevuje v díle Uličného (1892–95) a jsou charakterizovány jako druhy, které ve větší části svého areálu mají na hradech častější výskyt než na svých přirozených lokalitách, nebo se na hradech přemnožují (na rozdíl od přirozených lokalit). Za typické zástupce můžeme považovat následující druhy:

*Balea perversa* – u nás se vyskytuje souvisle na skalních stepích Pálavy, jinak ostrůvkovitě na nevápnitých drovinách a zejména na hradech

*Lacinaria plicata* – v Čechách se vyskytuje hojně pouze v podhůří Orlických hor, na hradech i mimo tento areál, má tendenci se zde přemnožovat

*Clausilia dubia* – v přírodě ji můžeme najít na středně vlhkých vápencových skalách, řídkěji na kmenech stromů, hojně na zdech zřícenin

*Alinda biplicata* – na hradech se přemnožuje, je to kvantitativně nejhojnější plž na hradních zříceninách

*Pupilla muscorum* – neobývá vůbec stanoviště přirozeného charakteru, nejdeme ji na otevřených stanovištích vytvořených člověkem, často na hradech

*Vallonia costata* a *V. pulchella*

*Helicigona lapicida*

Malakofauna hradů ČR je studována často velmi podrobně. Historické poznatky a údaje o výskytu měkkýšů na hradech shrnuje Juříčková (2005). Ložek & Skalický (1983) v podstatě jako první upozornili na význam hradních zřícenin jako refugií živé přírody, mezi významné práce patří také Flasarova monografie o měkkýších SZ Čech, v níž se zmiňuje o hradních zříceninách tohoto území (Flasar 1998). Podrobné analýzy hradů Kašperk a Pustý hrádek provedl Pflieger (1997), hradů Pajrek a Velhartice Hlaváč (1998) a hradů Rabí a Prácheň také Hlaváč (2001). Souborně se pak vlivy faktorů prostředí na variabilitu v druhových datech společenstev měkkýšů na 116 českých hradech zabývali Juříčková & Kučera (2005). V této studii autoři prokázali značný vliv geologického podkladu na složení malakocenóz, mezi důležité faktory byly zařazeny např. poloha hradů, jejich izolace a také doba po jakou byly hrady opuštěny a chátraly. Pro studii vlivu geologického podkladu autoři zvolili hrady postavené na 10 typech podloží – vápenec, vápenaté skály, čedič, krystalické skály, trachytové skály, břidlice, pískovec, křemenec, žula a kyselé krystalické horniny. Jako

podklad s největším vlivem na složení malakocenóz byl vyhodnocen vápenec, ten je měkkýši nejvíce preferován.

### **3.4. Změny malakocenóz na gradientu bazicity:**

V mé práci se zabývám umělým zdrojem vápníku na nevápencovém podkladu a to v rámci projektu Vliv přirozených a umělých zdrojů vápníku na složení měkkýších společenstev (číslo projektu: 197/2005/B-Bio/PrF). V rámci tohoto projektu byla vytipována 4 studijní stanoviště, jejichž porovnání by mělo poskytnout detailní informace o vlivu gradientů jednotlivých zkoumaných environmentálních proměnných, o vlivu geologického podloží, ale také o vlivu mikrostanovištních faktorů jako je například vegetace.

Prvním stanovištěm je pěnovecové prameniště v lese na silikátovém podkladu (Čertův Luh, CHKO Křivoklátsko), kde prosakují minerálně bohaté vody, které jsou zde přirozeným zdrojem vápníku. Druhou lokalitou je vyvýšený buližnickový skalní blok Výrovka (CHKO Křivoklátsko), kde je půda tvořena pouze z listového opadu a tak je zde předpoklad značného vlivu přítomné vegetace. Dalšími dvěma lokalitami jsou zříceniny hradů Prácheň (NPR Prácheň) a Blansek (CHKO Moravský kras), z nichž druhá jmenovaná se nachází na vápencovém podloží a tak by variabilita společenstev měla korelovat s jinými mikrostanovištními proměnnými než je úbytek množství vápníku. Lokalitu Čertův Luh zpracovala ve své diplomové práci Alena Míkovcová, lokalita Výrovka je také předmětem studia diplomové práce, zpracoval ji Daniel Sadák. Lokalitou Blansek se budu zabývat ve svém navazujícím magisterském studiu a srovnávat ji s lokalitou Prácheň, kterou zpracovávám v rámci práce bakalářské.

## **4.Charakteristika studované lokality:**

### **4.1. Charakteristika lokality a podnebí:**

Pro studii byla vybrána lokalita hradu na nevápencovém podkladu (na biotických pararulách bohatých křemenem, které jsou pro výskyt malakofauny nepříznivé) - zřícenina hradu Prácheň (49°18'59" 13°40'50"). Rozkládá se na stejnojmenném kopci (512 m.n.m.) nad údolím řeky Otavy, asi 1,5 km západně od Horažďovic (mapa viz příloha 1.). Tato zřícenina se nachází v národní přírodní rezervaci Prácheň vyhlášené roku 1953 (o celkové rozloze 27 ha). Původně byl hrad Prácheň slovanským hradištěm, od 11. století knížecím hradem. Ve 13. století byl opuštěn, ve 14. století je zaznamenán pokus o stavbu nového - tentokrát gotického - hradu, ale v 16. století hrad definitivně zanikl – od roku 1558 je uváděn jako opuštěný. Dnes jsou

dochovány pouze základy obvodových zdí, které obohacují okolní prostředí o vápník a to díky zvětrávání malty a tím uvolňování  $\text{CaCO}_3$ .

NPR Prácheň byla vyhlášena, aby chránila smíšený les (lípy, javor klen, borovice) s podrostem lilí a vstavačů. Prostor zříceniny je charakterizován zapojeným smíšeným lesem, v okolí zříceniny se prosazují javory, smrky a modříny.

Území, na němž se NPR Prácheň rozkládá, leží v mírně teplé klimatické oblasti MT 5 (Quitt, 1971), která je charakteristická normálním až krátkým a suchým až mírně suchým létem. Podzim i jaro jsou mírné, zima je normálně dlouhá, mírně chladná s normální až krátkou sněhovou pokrývkou. Pro bližší charakteristiku klimatické oblasti MT 5 viz tabulku 1 v kapitole Přílohy.

#### 4.2. Malakofauna lokality:

Malakofauna zříceniny Prácheň byla již v minulosti zkoumána. Studoval ji především Hlaváč (2001), který zde sbíral měkkýše opakovanými ručními sběry a také hrabankovými vzorky v letech 1997-1999. Ve své práci shrnuje i historii výzkumu této lokality, především pak zmiňuje údaje od Petrbocka (1938), který ale uvádí pouze 4 nalezené druhy (*Aegopinella nitens*, *Helicigona lapicida*, *Vitrina pellucida* a *Zonitoides nitidus*). Hlaváč na Prácheň prováděl sběry na čtyřech stanovištích – přímo na hradní zřícenině, v okolí zdejšího hřbitova, na prudkém severním svahu u zříceniny a v SV, V a JV části rezervace. Ve své práci uvádí výčet všech druhů, které zde našel, společně s jejich počty a ekologickými charakteristikami. Srovnání druhů zjištěných Hlaváčem a druhů zjištěných v této studii uvádím v tabulce 2.

**Tab. 2: Srovnání nalezených druhů z let 1997-99 a 2006**

Vysvětlivky: Ekologická charakteristika: A1 – zapojený les, A2 – převážně les, B – lesní a otevřená stanoviště, C1 – suchá indiferentní stanoviště, C2 – středně vlhká indiferentní stanoviště, C3 – vlhká stanoviště

Ekologická charakteristika	Seznam druhů	Hlaváč (1997-99)	Sonnková (2006)
A1	<i>Acanthinula aculeata</i>	+	+
	<i>Arion silvaticus</i>	+	-
	<i>Aegopinella pura</i>	+	+
	<i>Cochlodina laminata</i>	+	+
	<i>Isognomostoma isognomostomos</i>	-	+
	<i>Malacolimax tenellus</i>	+	-
	<i>Merdigera obscura</i>	+	+
	<i>Monachoides incarnatus</i>	+	+
	<i>Lehmannia marginata</i>	+	-
	<i>Platyla polita</i>	+	+
	<i>Sphyradium doliolum</i>	+	+
	<i>Vertigo pusilla</i>	+	+

Ekologická charakteristika	Seznam druhů	Hlaváč (1997-99)	Sonnková (2006)
A2	<i>Alinda biplicata</i>	+	+
	<i>Arianta arbustorum</i>	+	+
	<i>Arion subfuscus</i>	+	-
	<i>Cepaea hortensis</i>	+	+
	<i>Discus rotundatus</i>	+	+
	<i>Limax cinereoniger</i>	+	-
	<i>Aegopinella minor</i>	+	+
	<i>Helix pomatia</i>	+	+
B	<i>Truncatellina cylindrica</i>	+	+
	<i>Vallonia costata</i>	+	+
C1	<i>Cochlicopa lubricella</i>	+	-
C2	<i>Arion fasciatus</i>	+	-
	<i>Cochlicopa lubrica</i>	+	-
	<i>Euconulus fulvus</i>	+	-
	<i>Oxychillus cellarius</i>	+	+
	<i>Perpolita hammonis</i>	-	+
	<i>Punctum pygmaeum</i>	+	+
	<i>Trochulus hispidus</i>	+	-
	<i>Vitrina pellucida</i>	+	+
	<i>Helicigona lapicida</i>	+	+
C3	<i>Carychium tridentatum</i>	+	+
	<i>Columella edentula</i>	+	+

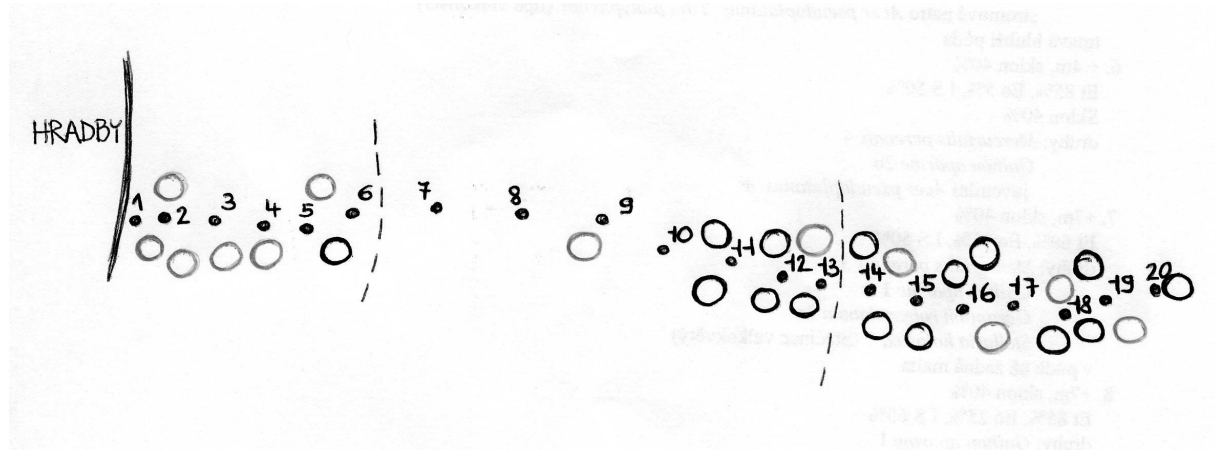
## 5. Metodika:

### 5.1. Popis transektu:

Na místě byl vytyčen vhodný transekt pro odběr celkem 20 vzorků (viz obr. 2). První vzorek byl odebrán 40cm od hradeb, další vzorky se odebíraly v různých rozestupech volených především podle vlastností terénu tak, aby postihly klesající vliv vápníku z malty. Zvolený transekt je charakterizovaný rozmanitou vegetací s převahou bažanky *Mercurialis perennis*, kakostu *Geranium robertianum* a svízelu *Galium aparine* v bylinném patře a převahou javorů v patře stromovém. Javory se nacházejí především v horní části transektu (do stanoviště 10), poté se na ose zvoleného transektu začínají prosazovat lípa, modřín, dub a smrk, v okolí se vyskytuje také mnoho jedinců bezu černého. Kompletní výčet druhů nacházejících se na jednotlivých stanovištích i s jejich pokryvnostmi a celkovými pokryvnostmi je uveden v kapitole Přílohy jako příloha 2.

## Obrázek 2: Transekt

Vysvětlivky: jednotlivé čtverce jsou očíslovány, zelené kruhy označují vzrostlé stromy obsahující vápník v citrátové formě, černé kruhy ostatní vzrostlé stromy v blízkosti čtverců, přerušovaná linie označuje začátek a konec valu pod zříceninou



Jednotlivé čtverce o standardní velikosti 25x25 cm byly vyfoceny, byla určena celková pokryvnost vegetace (dle stupnice pokryvnosti) a zároveň byla vegetace diagnostikována (fytoocenologický vzorek) RNDr. Tomášem Kučerou PhD. z Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR. Diagnostikováno bylo i stromové patro nad místem sběru.

Stupnice pokryvnosti vegetace:

1-3 malí jedinci <b>r</b>	15-25% <b>2b</b>
do 1% +	25-50% <b>3</b>
1-5% <b>1</b>	50-75% <b>4</b>
do 5% (velká početnost malých jedinců) <b>2m</b>	75-100% <b>5</b>
5-15% <b>2a</b>	

Na každém čtverci byly odebrány 4 dílčí vzorky:

1. vegetace na čtverci pro laboratorní analýzy (viz níže)
2. listový opad (opadanka) v bezprostředním okolí čtverce pro laboratorní analýzy (viz níže)
3. hrabankový vzorek – veškerý opad a svrchní vrstva půdy ve čtverci do hloubky 3 cm pro rozbor malakocenózy
4. vzorek půdy pro laboratorní analýzy (viz níže).

## 5.2. Hrabankový vzorek:

Každý hrabankový vzorek byl nejprve usušen, poté proset přes síto o velikosti ok 0,5 cm. Byly tak odděleny kameny, listí a větší ulity, které byly ručně vybrány a determinovány. Zbýlý substrát byl zpracován metodou proplavování založenou na faktu, že při proplavování anorganické těžší části padají ke dnu, zatímco organické složky, včetně ulit naplněných vzduchem, stoupají k hladině. Tato organická složka byla odebrána a znovu vysušena. Poté z této zbylé části vzorků byly ulity ručně vybrány, diagnostikovány a počítány. Přítomnost nahých plžů nebyla sledována kvůli nutnosti použití jiné metody sběru.

## 5.3. Laboratorní analýzy:

Tyto analýzy byly zajištěny Laboratoří environmentální geochemie GLÚ AVČR Praha.

- **Stanovení pH**

Hodnoty pH byly stanoveny z výluhu vzorku destilovanou vodou. 1g substrátu byl suspendován v 50 ml destilované vody a ponechán stát za laboratorní teploty za občasných protřepání po nejméně 1 h pro ustavení rovnováhy. Následně bylo měřeno pH pomocí skleněné elektrody (výrobek firmy WTW, kalibrace na firemní pufrů o pH=4.00 a pH=7.00).

- **Stanovení vápníku a hořčíku**

a) Obecná metodika stanovení Ca technikou ICP EOS

V kyselých vodných roztocích byl stanovován obsah vápníku technikou ICP EOS na přístroji Iris Intrepid DUO, výrobce Thermo Elemental corp. Měření bylo provedeno v radiálním uspořádání, které umožňuje měřit i koncentrované roztoky (řádově sta ppm Ca) bez nutnosti ředění. Ke stanovení byla použita čára vápníku o vlnové délce 315,8 nm. Přístroj byl kalibrován bezprostředně před měřením v rozsahu 0 – 500 ppm Ca, pět kalibračních bodů. Kalibrační vzorky byly připraveny ředěním std. roztoku 1000 ppm Ca, výrobce Analytika Praha.

b) Metodika stanovení Ca ve vzorcích

Celkový vápník v půdách byl stanoven tak, že navážka vzorku (1 g) byla rozložena v nadbytku zředěné kyseliny chlorovodíkové (kvality purissimum, Merck) a roztok byl doplněn na 50 ml destilovanou vodou. Vápník přítomný v roztoku byl stanoven pomocí ICP EOS,



podmínky stanovení viz obecná metodika. Obsah vápníku ve slepém vzorku byl 0,015 ppm, a byl proti obsahům vápníku v půdě zanedbán.

Výměnný vápník v půdě byl stanoven loužením 1M vodným roztokem octanu amonného: 77g octanu amonného bylo rozpuštěno v 1l destilované vody. 30ml tohoto roztoku se použilo k louhování 1g substrátu z každého vzorku. Louhování se u každého 1g vzorku provedlo 3krát za sebou (3x10ml octanu amonného), vzorky byly doplněny na 50 ml destilovanou vodou. Obsah vápníku v roztocích byl stanoven podle obecné metodiky technikou ICP EOS. Blank: obsah Ca v roztoku octanu amonného = 0,182 ppm.

Celkový obsah vápníku ve vegetaci a opadance byl stanoven po totálním rozkladu materiálu v koncentrované kyselině dusičné (p.a., Lachema). Navážka vzorku (0,5 g) byla převrstvena nadbytkem kyseliny, a za občasného míchání ponechána stát v digestoři za laboratorní teploty po cca 14 dní, dokud unikaly hnědé dýmy oxidů dusíku. Získaný žlutý roztok byl zředěn destilovanou vodou, přefiltrován a doplněn na 50 ml. Obsah vápníku v roztoku byl stanoven podle obecné metodiky ICP-EOS. Blank: obsah Ca činil 0,023 ppm, a byl zanedbán proti obsahům Ca ve vzorcích.

Výměnný vápník ve vzorcích vegetace a opadanky byl stanoven s použitím navážky 0,5 g vzorku podle metodiky uvedené pro určení výměnného vápníku v půdě.

#### c) Obecná metodika stanovení Mg v substrátu technikou ICP EOS

Kyselý vodný vzorek použitý pro stanovení Ca byly vhodné i pro současné stanovení obsahu Mg na stejném přístroji a za stejných podmínek. Měření bylo provedeno v radiálním uspořádání na čáře hořčíku o vlnové délce 285,0 nm. Přístroj byl kalibrován bezprostředně před měřením v rozsahu 0 – 50 ppm Mg, pět kalibračních bodů. Kalibrační vzorky byly připraveny ředěním std. roztoku 1000 ppm Mg, výrobce Analytika Praha.

#### 5.4. Statistické vyhodnocení:

Pro statistické analýzy jsem zanedbala druhy, které byly v transektu zastoupeny pouze jediným nebo dvěma jedinci. Tito jedinci byli z 62,5% při sběru již mrtví a tak není zcela jasné zda ve čtvercích, na nichž byli nalezeni skutečně žili nebo se tam dostali například splachem z jiného stanoviště.

Stanovené hodnoty proměnných prostředí byly logaritmovány  $Y = \log(n+1)$ , neboť neměly normální rozdělení. Základní popisné charakteristiky datového souboru a hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu ( $r$ ) byly vytvořeny pomocí programu NCSS a PASS ([www.ncss.com](http://www.ncss.com)). Data byla dále zpracována mnohorozměrnými analýzami, k nimž byl použit

program Canoco (The CANOCO 4.5 package, ter Braak & Šmilauer, 2002). Výstupy tohoto zpracování jsou uvedeny v kapitole Výsledky.

#### **5.4.1. Zpracování dat v programu Canoco 4.5:**

- Zpracování dat o složení a početnosti malakocenóz transektu

V každém čtverci transektu (vz1 – vz20) bylo sledováno druhové složení malakocenózy a počet schránek měkkýšů. Logaritmovaná data o početnosti jednotlivých druhů byla nejprve zpracována pomocí nepřímé analýzy DCA (unimodální detrendovaný model), s jejíž pomocí byla zjištěna délka gradientu na 1. ordinační ose. Výsledná hodnota byla nižší než 4 a pro další zpracování dat byl proto zvolen lineární model nepřímé analýzy PCA (Lepš & Šmilauer, 2000).

- Zpracování dat o složení a pokryvnosti vegetace

V každém čtverci transektu (vz1 – vz20) bylo sledováno druhové složení vegetace, pokryvnosti jednotlivých druhů a celková pokryvnost vegetace ve vzorku. Logaritmovaná data o dílčí pokryvnosti jednotlivých druhů byla nejprve zpracována pomocí nepřímé analýzy DCA (unimodální detrendovaný model), byla zjištěna délka gradientu na 1. ordinační ose. Výsledná hodnota byla menší než 4, proto byl pro další zpracování dat zvolen lineární model nepřímé analýzy PCA (Lepš & Šmilauer, 2000).

Skóry vegetace na prvních 4 kanonických osách byly logaritmovány a připojeny jako další hodnocené proměnné prostředí PCA veget1, PCA veget2, PCA veget3, PCA veget4.

- Přímá analýza PCA (lineární model) environmentálních a druhových dat

Pomocí této analýzy jsme nejprve zjistili, které proměnné jsou spolu korelovány a zároveň jak jsou korelovány s PCA osami druhových dat měkkýšů. Dalšími dílčími přímými analýzami jednotlivých proměnných bylo zjištěno, které měřené proměnné nejlépe vysvětlují variabilitu druhových dat měkkýšů a z nich byl vytvořen výstup v podobě PCA diagramu, který graficky znázorňuje vztahy mezi vzorky, environmentálními proměnnými a druhovými daty měkkýšů. Do PCA diagramu nebyly zahrnuty proměnné u nichž nebylo statisticky průkazné, zda vysvětlují variabilitu měkkýších dat, či pouze korelují s proměnnými, které ji prokazatelně vysvětlují.

- Nepřímá analýza PCA (lineární model) environmentálních a druhových dat

Do této analýzy byla zařazena výsledná data po zpracování dat o složení a početnosti malakocenóz a dat o složení a pokryvnosti vegetace a také data proměnných prostředí. Výstupem je ordinační diagram, zobrazující vztahy mezi druhovými daty měkkýšů a environmentálními proměnnými. Nepřímá analýza je schopna zahrnout celou variabilitu souboru dat bez ohledu na zvolené faktory.

- Faktory s nimiž jsem při statistických analýzách pracovala:

#### **Proměnné prostředí:**

Ca opad = obsah Ca v listové padance v mg/1g opadanky

Ca subs = obsah Ca v substrátu v mg/1 g substrátu

Ca veg = obsah Ca ve vegetaci v mg/1g vegetace

Ca vyluh = výměnný Ca v mg/1g substrátu

Mg = obsah Mg v substrátu v mg/1g substrátu

pokryv = pokryvnost mechového a bylinného patra v %

PCAspec1 – PCAspec4 = skóry druhových dat měkkýšů na 1. až 4. ordinační ose PCA

PCAvég1 – PCAvég4 = skóry druhových dat vegetace na 1. až 4. ordinační ose PCA

#### **Další hodnoty zahrnuté v analýze:**

metry = vzdálenost čtverce od počátku transektu v m

total = počet schránek nalezených v jednotlivých čtvercích transektu

## **6. Výsledky:**

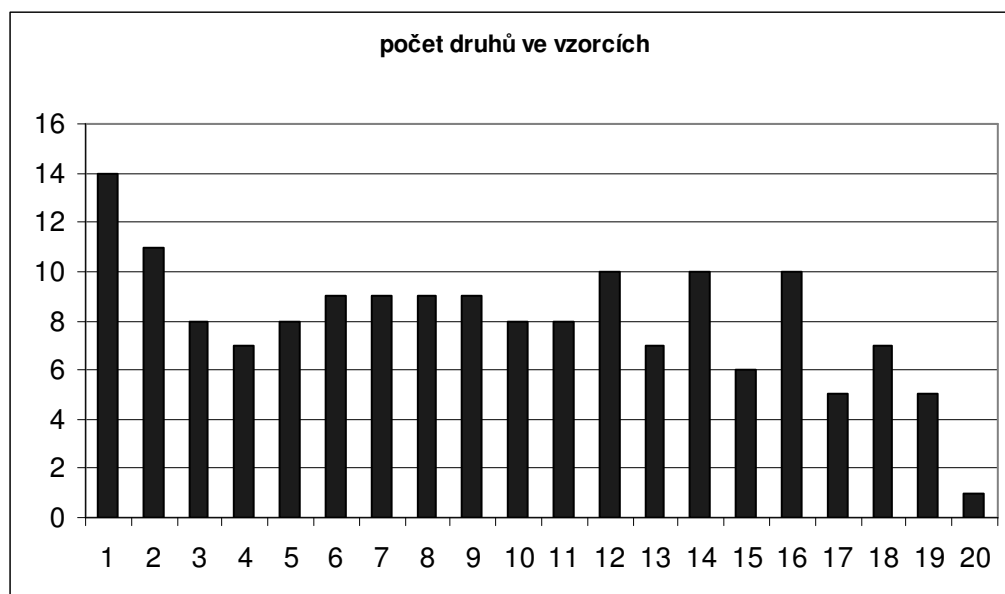
### **6.1. Výsledky malakozoologického rozboru:**

Celkově bylo na ve všech dvaceti čtvercích nalezeno 1731 ulit měkkýšů náležících k 24 druhům, což představuje 10% z celkového počtu druhů měkkýšů vyskytujících se v ČR. Jedna třetina nalezených druhů (celkem 8 druhů) patří k výhradně lesním druhům, dále jsou hojně (6 druhů) zastoupeny druhy převážně lesních spíše sušších až mezických stanovišť a druhy indiferentních mezických stanovišť (5 druhů). Druhy obývající vlhká spíše zastíněná stanoviště a obývající vlhká indiferentní stanoviště jsou zastoupeny shodně dvěma druhy. Podrobnější přehled je uveden v tabulce 2, počty jedinců jednotlivých druhů zjištěných v jednotlivých čtvercích je uveden v kapitole Přílohy v tabulce 14.

Dva z nalezených druhů jsou zařazeny na Červeném seznamu (Juříčková et al. 2001) – jeden v kategorii VU (vulnerable = zranitelný) a jeden v kategorii NT (near threatened = blízko ohrožení).

Na největším počtu stanovišť byl zasoupeny druhy *Punctum pygmaeum* a *Acanthinula aculeata* (19 stanovišť z 20). Největšími počty jedinců byly zastoupeny druhy *Punctum pygmaeum* a *Sphyradium doliolum* (viz tabulka 3). Největší počty druhu *P. pygmaeum* byly zjištěny na stanovištích 10 – 12, největší počet 104 jedinců na stanovišti 16 byl pravděpodobně způsoben odebráním snůšky tohoto druhu, ve vzorku bylo velké množství (65) juvenilních jedinců. Druhy *Vallonia costata* a *Helicigona lapicida* se do vzorků 1 a 2 dostaly opadem z hradních zdí. Také *Truncatellina cylindrica* se do odebrané hrabanky dostala z hradní zdi a jejího přímého okolí, kde se vyskytovala poměrně hojně. I velké druhy hlemýžďů – tedy *Helix pomatia* a *Cepaea hortensis* z podčeledi Helicinae - se vyskytovaly pouze ve vzorku odebraném u zříceniny. *Platyla polita* ve vzorku 2 a *Alinda biplicata* ve vzorku 1 jsou ojedinělými nálezy stejně jako *Vitrina pellucida* ve vzorcích 16 a 18, *Isognomostoma isognomostomos* ve vzorku 12, *Oxychillus celarius* ve vzorku 11 a *Perpolita hammonis* ve vzorku 16. Při porovnávání celkových počtů měkkýšů ve vzorku můžeme vidět velké snížení přítomných ulit od stanoviště 13, zanedbáme-li stanoviště 16, respektive uvědomíme-li si, že zde převažující počet nalezených ulit patří do již zmiňované snůšky druhu *Punctum pygmaeum*. Jako druhově nejbohatší se ukázaly vzorky 1 (zjištěno 14 druhů), 2 (11 druhů) a vzorky 12, 14 a 16 s 10 zjištěnými druhy. Nejméně bohaté bylo stanoviště 20 s jediným druhem a stanoviště 19 s 5 druhy. Po zanedbání druhů přítomných ve vzorcích jednotlivých čtverců pouze jedním exemplářem se jako druhově nejbohatší jeví stanoviště 1 a dále stanoviště 2, 5 a 6. Pro srovnání jednotlivých čtverců uvádím přehlednou tabulku a grafické znázornění:

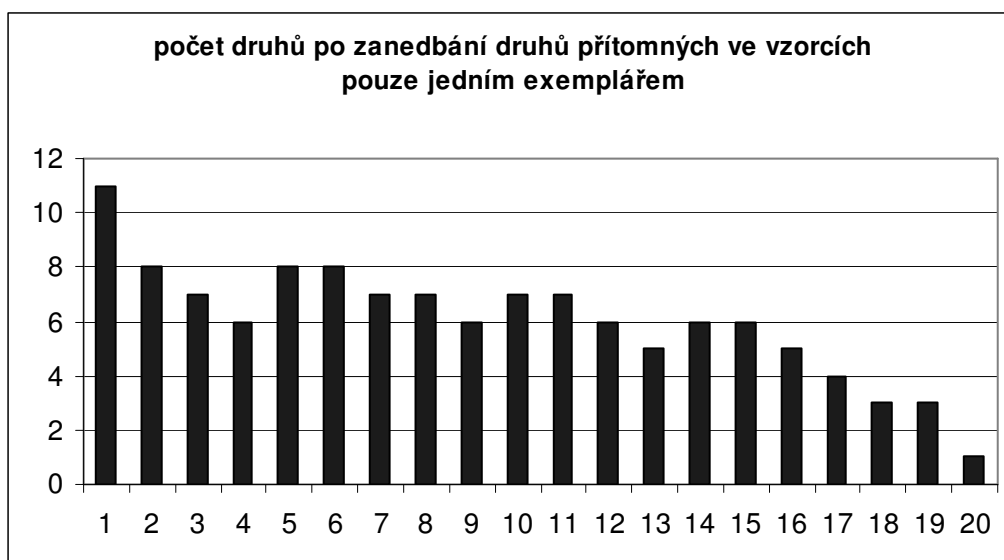
**Graf 1: Počet zjištěných druhů na jednotlivých čtvercích transektu:**



**Tab. 3: Počty druhů na jednotlivých stanovištích celkově a po zanedbání druhů zastoupených pouze jedním exemplářem:**

číslo vzorku	počet zjištěných druhů	počet druhů po zanedbání druhů s pouze jedním exemplářem ve vzorku
1	14	11
2	11	8
3	8	7
4	7	6
5	8	8
6	9	8
7	9	7
8	9	7
9	9	6
10	8	7
11	8	7
12	10	6
13	7	5
14	10	6
15	6	6
16	10	5
17	5	4
18	7	3
19	5	3
20	1	1

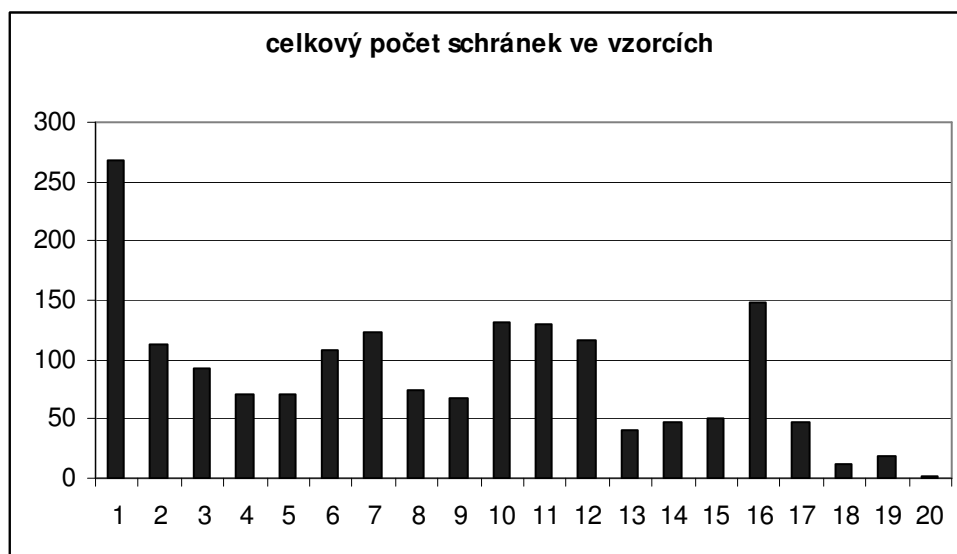
**Graf 2: Počet druhů v jednotlivých čtvercích transektu po zanedbání druhů přítomných pouze jedním exemplářem ve čtverci:**



**Tab. 4: počty zjištěných jedinců jednotlivých druhů:**

	počet zjištěných jedinců
<i>Acanthinula aculeata</i>	288
<i>Aegopinella minor</i>	64
<i>Aegopinella pura</i>	37
<i>Alinda biplicata</i>	1
<i>Arianta arbustorum</i>	97
<i>Carychium tridentatum</i>	75
<i>Cepaea hortensis</i>	2
<i>Cochlodina laminata</i>	52
<i>Columella edentula</i>	7
<i>Discus rotundatus</i>	46
<i>Helicigona lapicida</i>	1
<i>Helix pomatia</i>	5
<i>Isognomostoma isognomostomos</i>	1
<i>Merdigera obscura</i>	15
<i>Monachoides incarnatus</i>	43
<i>Oxychilus cellarius</i>	1
<i>Perpolita hammonis</i>	1
<i>Platyla polita</i>	1
<i>Punctum pygmaeum</i>	499
<i>Sphyradium doliolum</i>	420
<i>Truncatellina cylindrica</i>	33
<i>Vallonia costata</i>	1
<i>Vertigo pusilla</i>	39
<i>Vitrina pellucida</i>	2

**Graf 3: Celkový počet nalezených schránek v jednotlivých čtvercích transektu:**





**Tab. 10: Korelace ordinačních os PCAspec a proměnných prostředí:**

	metry	pH	Mg	Ca veg	Ca opad	Ca subs	Ca vyluh	pokryv
PCAspec1	0,837***	0,595*	0,822***	0,654**	0,458*	0,804***	0,910***	-0,062
PCAspec2	-0,442	-0,538*	-0,350	-0,541*	-0,678***	-0,232	-0,217	-0,534*
PCAspec3	-0,091	0,184	0,126	-0,080	0,002	-0,301	-0,058	-0,067
PCAspec4	0,143	0,117	0,101	0,229	0,199	0,184	0,178	0,291

**Tab. 11: Korelace ordinačních os PCAspec a ordinačních os PCAveg:**

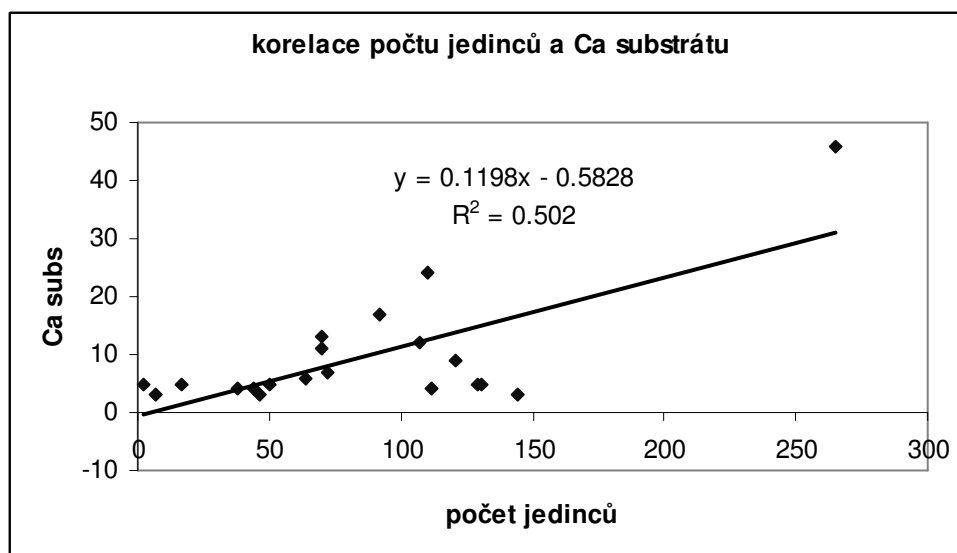
	PCAveg1	PCAveg2	PCAveg3	PCAveg4
PCAspec1	-0,710***	0,255	-0,027	0,219
PCAspec2	0,322	0,443	0,385	-0,034
PCAspec3	-0,371	0,133	-0,040	-0,247
PCAspec4	-0,139	-0,056	0,326	0,265

Z výše uvedené korelační analýzy vyplývá, že signifikantně jsou korelovány skóry druhových dat měkkýšů na 1. ordinační ose PCA a skóry druhových vegetačních dat na 1. ordinační ose PCA. Pro další statistické zpracování (mnohorozměrná analýza) byly proto zařezeny jen hodnoty skóru vegetačních dat na 1. ordinační ose (PCAveg1).

**Tab. 12: Korelace abundance malakocenóz transektu a faktorů prostředí:**

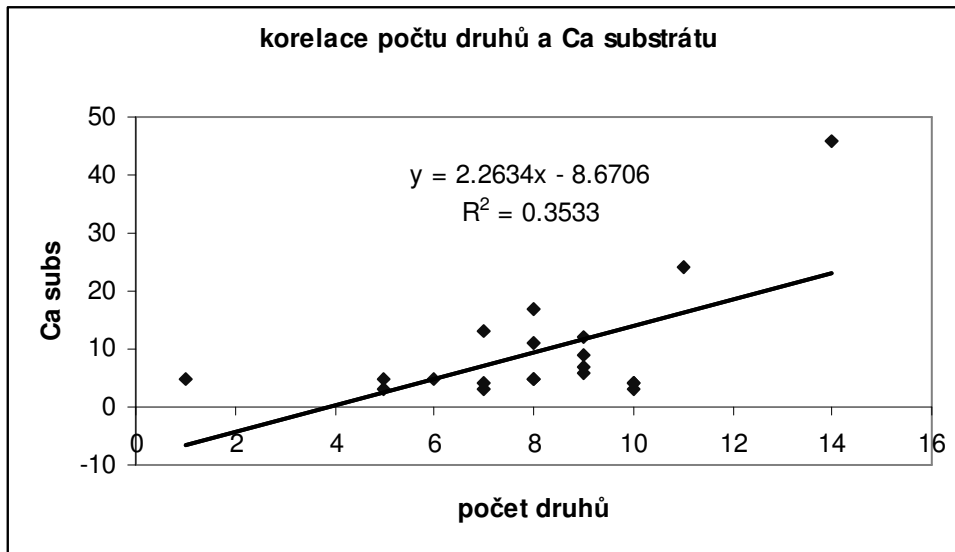
	metry	pH	Mg	Ca veg	Ca opad	Ca subs	Ca vyluh	pokryv
Total	-0,595**	0,562**	0,568**	0,611**	0,704***	0,715***	0,610*	0,325

**Graf 4: Korelace obsahu Ca v substrátu (Ca subs) abundance malakocenóz transektu:**

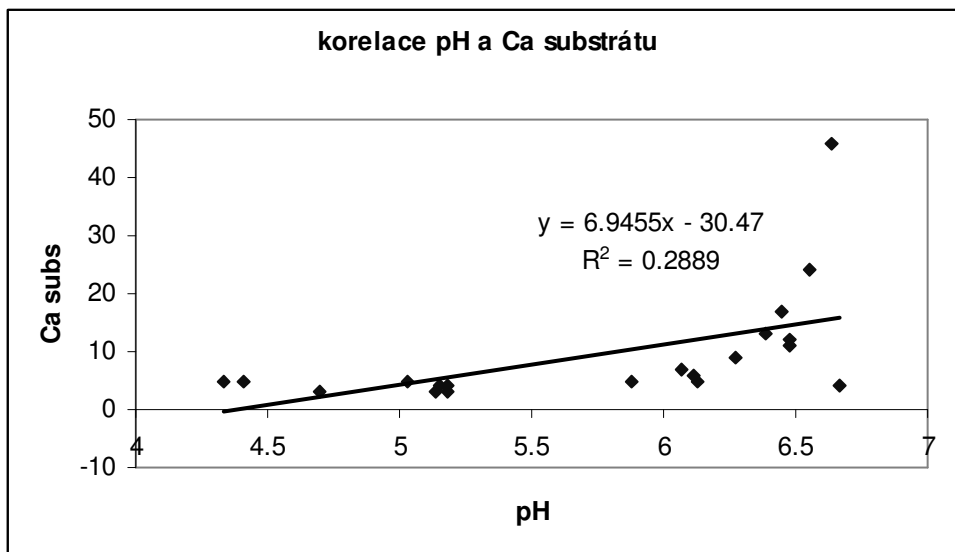




**Graf 5: Korelace obsahu Ca v substrátu (Ca subs) a počtu druhů v jednotlivých vzorcích: transektu:**



**Graf 6: Korelace obsahu Ca v substrátu (Ca subs) a pH:**



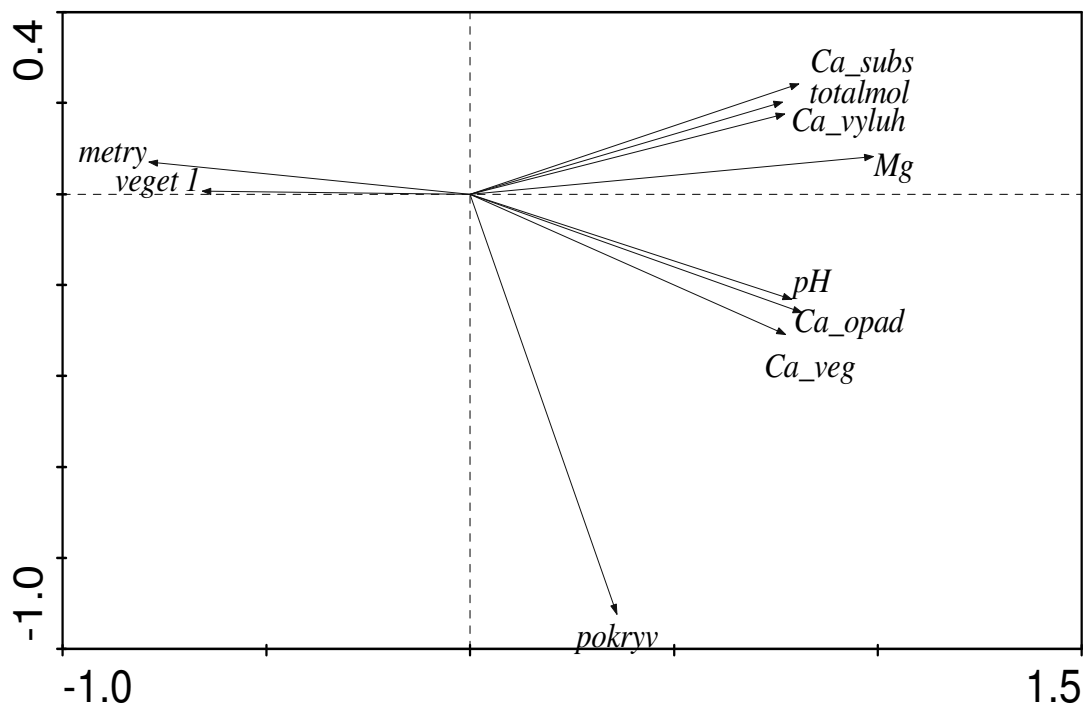
- **Přímá analýza PCA (lineární model) environmentálních a druhových dat**

**Tab. 13: Shrnutí výsledků nepřímě analýzy PCA environmentálních (proměnné prostředí, další hodnoty zahrnuté v analýze) a druhových dat (data o abundanci malakocenóz transektu):**

Axes	1	2	3	4	Total variance
Eigenvalues	0,334	0,109	0,073	0,137	1,000
Species-environmental correlations	0,926	0,788	0,820	0,000	
Cumulative percentage variance of species data	33,4	44,3	51,6	69,3	
Of species-environment relation	64,7	85,9	100,0	0,0	
Sum of all unconstrained eigenvalues					1,000
Sum of all canonical eigenvalues					0,516

Přímá analýza druhových dat měkkýšů vysvětlila celkem 69,3% variabilitu v datech. Ordinační diagramy přímé analýzy PCA (lineární model) zobrazují 1. a 2. ordinační osu, které vysvětlují 44,3% variability v druhových datech malakocenóz transektu. Graf 7 zobrazuje jak jednotlivé proměnné korelují spolu a jak je podle nich rozložen gradient dtuhových dat měkkýšů.

**Graf 7: Ordinační diagram PCA pro proměnné prostředí a další zahrnuté ukazatele, zobrazeny jsou 1. a 2. ordinační osa:**



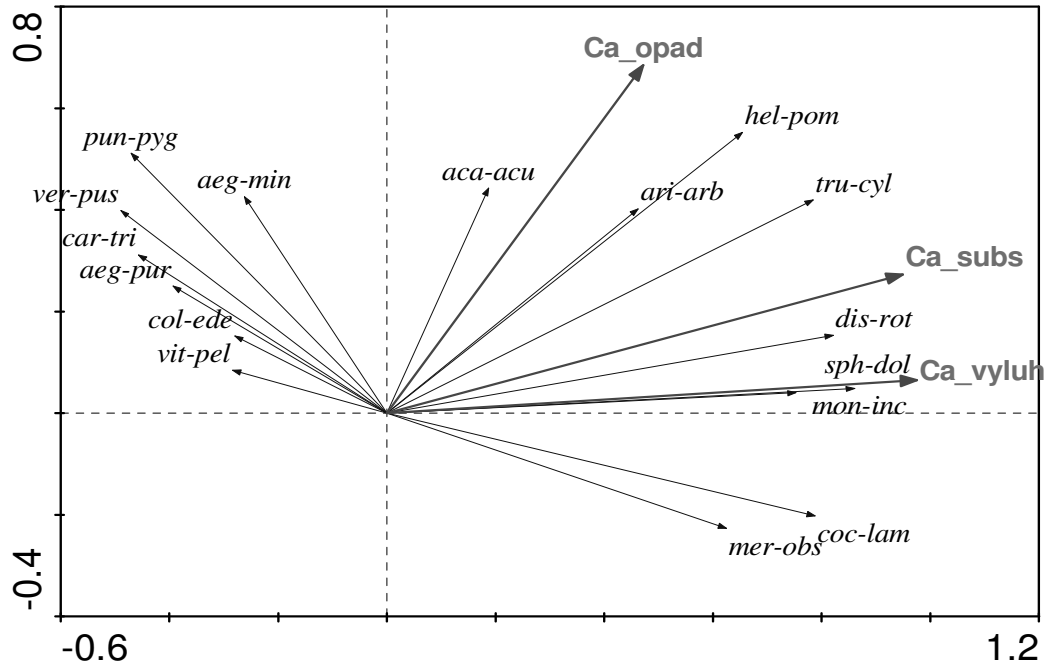
Dílčími přímými analýzami byly jako proměnné, které vysvětlují nejvyšší podíl variability, zjištěny následující (uvedeny jsou kumulativní četnosti vysvětlené variability):

Ca vyluh: 32,1 % variability (p hodnota = 0,022)

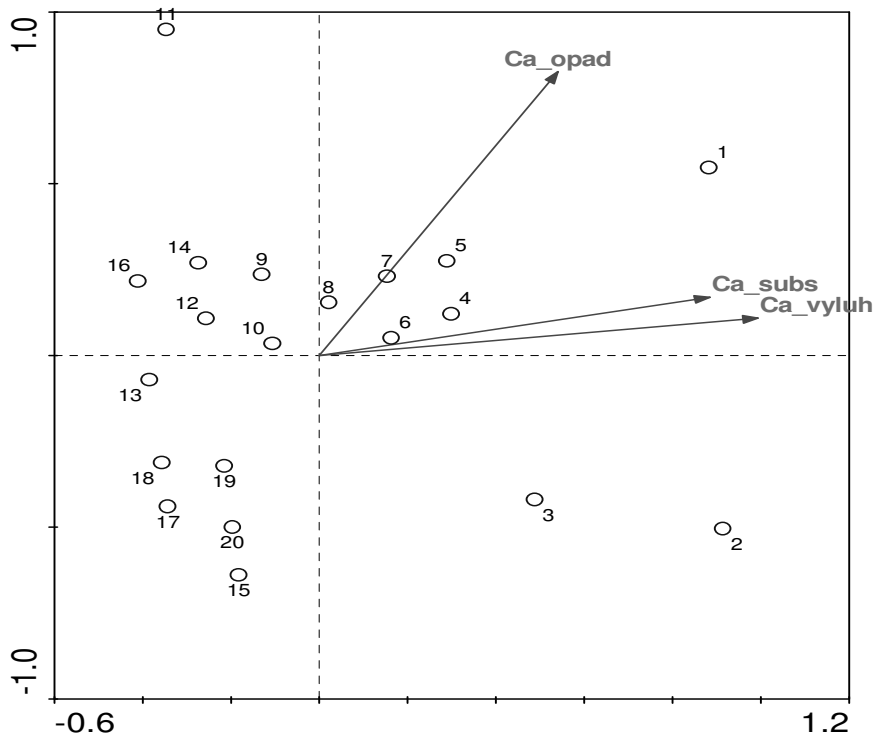
Ca opad: 42,6 % variability (p hodnota = 0,048)

Ca subs: 51,6 % variability (p hodnota = 0,032) z celkových 69,3 % vysvětlené variability – zbylou četnost vysvětlují ostatní proměnné, jejich p hodnoty už jsou vyšší než 0,05 a není tedy zřejmé, zda skutečně vysvětlují variabilitu druhových dat měkkýšů nebo jen korelují s proměnnými, které ji prokazatelně vysvětlují.

**Graf 8: Ordinační diagram PCA pro signifikantní proměnné prostředí přímé analýzy a druhy měkkýšů (zkratky názvů druhů jsou odvozeny ze začátečních písmen rodového a druhového jména druhu), zobrazeny jsou 1. a 2. ordinační osa:**

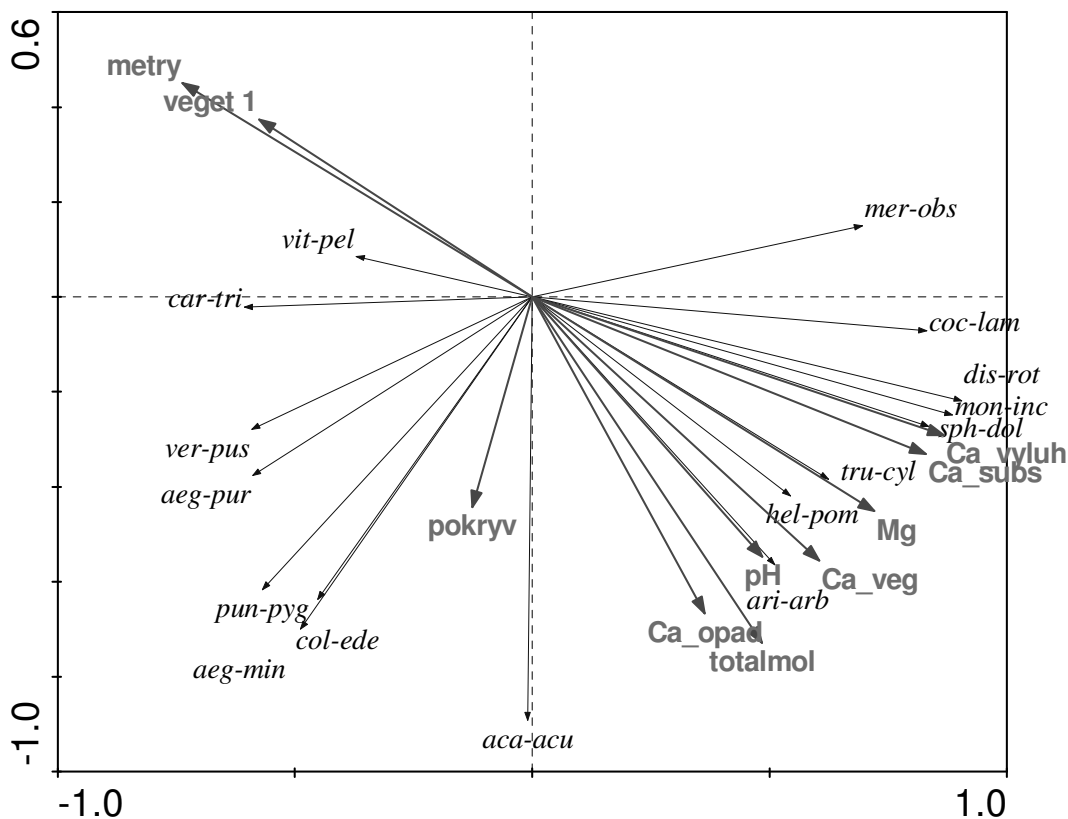


**Graf 9: Ordinační diagram PCA pro signifikantní proměnné prostředí a jednotlivé odebírané vzorky, zobrazeny jsou 1. a 2. ordinační osa:**



Vzorky 1 – 8 vykazují velkou variabilitu, především mezi vzorky 1,2 a 3 a ostatními jsou viditelné značné rozdíly v druhovém složení, vzorky 9 – 20 už se nacházejí na oligotrofní části transektu, kde není přímo patrný gradient vápníku, toho je zde už obecně málo. Mezi těmito vzorky je také menší variabilita.

**Graf 10: Ordinační diagram PCA zahrnující všechny měřené proměnné a druhy měkkýšů, zobrazeny jsou 1. a 2. ordinační osa:**



## 7. Diskuze:

Poslední výzkum malakofauny Práchně publikoval Hlaváč (2001), ten našel na lokalitě 32 druhů měkkýšů, v mé studii bylo zjištěno 24 druhů (srovnání viz tabulka 1). Tento odlišný počet je způsoben především tím, že do mé studie nebyli zahrnuti nazí plži (6 Hlaváčem zjištěných druhů). Další rozdíly jsou způsobeny především místy odběru vzorků - druhy, které se nenachází v mých vzorcích byly Hlaváčem zjištěny buď přímo na hradní zřícenině nebo v okolí hřbitova, kde vzorky pro tuto studii odebírány nebyly. Dva druhy zjištěné navíc mnou, tedy *Isognomostoma isognomostomos* a *Perpolita hammonis*, byly v mých vzorcích přítomny pouze jedním exemplářem, jejich výskyt pravděpodobně není na lokalitě zříceniny příliš hojný.

Důvodem snížení abundance druhů od čtverce 13 se jeví být zhoršení poměrů na stanovištích, které je dobře patrné již při porovnání vegetace. Můžeme říci, že indikací zhoršení minerálně-trofických vlastností půdy je výskyt černého bezu a jehličnanů, které se vyskytují již na stanovišti 13 a od stanoviště 14 je jejich výskyt trvalý (viz příloha 1).

### **7.1. Hlavní hypotézy:**

**1. V oligotrofní krajině existují drobné přirozené a umělé zdroje vápníku, jehož dostupné množství je hlavním faktorem, který vysvětluje nejvyšší podíl variability v druhových datech měkkých společenstev.**

**Tyto zdroje vápníku vytvářejí v krajině ostrovy se zvýšenou druhovou diverzitou.**

Z výsledků laboratorních analýz jasně vyplývá, že hradní zřícenina skutečně funguje jako jakýsi ostrov v krajině, který do svého oligotrofního okolí uvolňuje vápník. Vyšší koncentrace vápníku v okolí zříceniny pak zapřičiňuje vznik společenstev s větším počtem druhů měkkých (viz graf 1 a 2). V rámci celého transektu také dochází k celkovému snižování počtu nalezených ulit (viz graf 3). Negativní korelace mezi vzdáleností od hradu a počtem nalezených ulit je průkazná ( $r = -0,595$ ,  $p$  hodnota  $< 0,01$ ) a je způsobena tím, že eutrofní část gradientu je pro většinu měkkých příznivější. V potaz ovšem musíme vzít i empirickou zkušenost mnohých malakozoologů – v substrátu bohatším na vápník se schránky plžů zachovávají lépe a delší dobu. Negativní korelace mezi vzdáleností od zříceniny a obsahem vápníku v substrátu je taktéž průkazná (viz tabulku 9).

Z hodnot, které byly měřeny na vedeném transektu se jako proměnná vysvětlující největší podíl variability malakocenóz ukázal být tzv. výměnný vápník (viz graf 9), tedy vápník, který mohou měkkýši nejlépe získat ze svého okolí a využít jej ve svých fyziologických procesech. Tento zdroj je pravděpodobně nejdůležitější právě proto, že se jedná o území s umělým zdrojem tohoto prvku a veškerý volně dostupný vápník je okamžitě zpracováván přítomnými organismy. Nejsnáze dostupný vápník tedy podmiňuje diverzitu a abundanci malakocenóz.

Dalším důležitým faktorem je vápník obsažený v půdě. Tato proměnná velmi silně koreluje s vápníkem výměnným ( $r = 0,911$ ,  $p$  hodnota  $< 0,001$ ), většina výměnného vápníku pravděpodobně pochází z tohoto zdroje, který má svůj původ právě v obohacování maltou z rozpadajícího se zdiva. A v neposlední řadě se na diverzitě společenstev podílí vápník obsažený v opadance, který je důležitější dokonce než vápník obsažený ve vegetaci, ačkoli tyto hodnoty spolu opět značně korelují ( $r = 0,700$ ,  $p$  hodnota  $< 0,001$ ).

Z grafu 7 vyplývá, že celkový počet nalezených ulit (totalmol) je nejlépe korelován s Ca obsaženým v substrátu a Ca výměnným, podobné výsledky přinesla i korelační analýza v NCSS programu. Z grafů 8 a 9 můžeme odvodit, že i druhové složení malakocenóz se značně mění s gradientem vápníku. Můžeme zde vidět rozdělení nalezených měkkýšů na druhy s optimem ve vápnitějším prostředí (např. *Sphyradium doliolum*) a druhy tolerující prostředí oligotrofní (např. *Punctum pygmaeum*). Tato analýza odpovídá i tabulce rozložení jednotlivých nalezených druhů (viz Tab. 14 v kapitole Přílohy). Dalo by se tedy předpokládat, že druhy nacházející se v oligotrofní části transektu jsou méně náročné na množství přítomného vápníku, důležitou roli zde však hrají i jiné faktory (viz graf číslo 10) – může to být pokryvnost a složení vegetace (např. *Columella edentula* se často vyskytuje na spodní straně listů bažanky). Tento graf je výstupem nepřímé analýzy, která lépe zachycuje veškerou variabilitu, můžeme z něj zjistit valenci jednotlivých zobrazených druhů vůči proměnným prostředí. Bohužel je možné, že zvolená metoda nepřímé analýzy nebyla ideální pro typ vstupních dat, v rámci diplomové práce bych se proto ráda pokusila zabývat se i jinými metodami zpracování těchto dat.

Graf 9 zobrazuje variabilitu mezi jednotlivými čtverci na transektu. Mezi prvními osmi čtverci je variabilita značně větší než mezi ostatními, tyto čtverce se zároveň nacházejí na nejstrmějším gradientu vápníku. Velkou odlišnost vzorku 1 si vysvětlují přítomností druhů, které spadly z hradní zdi a ve vzorku 2 ani ostatních už se proto nevyskytovaly. Ovšem v oligotrofní části transektu je variabilita mezi jednotlivými čtverci také patrná a zde už nám dostupný vápník jako její vysvětlení nestačí. Musíme počítat právě s faktory jako je např. pokryvnost či složení vegetace (na rozdíl např. od autorů Locasciulli & Boag (1987) či Nekola & Smith (1999) kteří, neprokázali závislost abundance a složení malakocenóz na přítomné vegetaci) ale pravděpodobně i takovými faktory, které nebyly do studie zahrnuty (kompetice, vlhkost půdy atd.). Například vzorky 7 – 13 byly odebírány v jakémsi valu pod hradem, kde se pravděpodobně může držet větší množství vody po srážkách.

Obecně se z grafů 8 a 9 dá předpokládat, že transekt byl tvořen dvěma typy společenstev reprezentovaných odlišnými druhy, respektive že dochází k postupné výměně druhů, takže se jich většina nevyskytuje v celém transektu. Druhová diverzita je sice o něco vyšší na vápnitější části transektu, ale tato část je osídlena obecně spíše druhy odlišnými od druhů oligotrofního prostředí. Po vyznění gradientu vápníku, tedy zhruba od stanoviště 9, se skladba malakocenóz změnila, začínají se prosazovat druhy nepříliš náročné na množství dostupného vápníku, některé z nich (*Punctum pygmaeum*, *Vertigo pusilla* či *Carychium tridentatum*) dosahují největší početnosti na čtvercích s nízkým obsahem dostupného vápníku.

## **2. Do okolního oligotrofního prostředí více pronikají juvenilní jedinci než dospělci.**

Jednou z formulovaných hypotéz projektu je empirická skutečnost, že na stanovišti, kde část je bohatá vápníkem a část je vápníkem chudší, se juvenilní jedinci mnohem hojněji vyskytují právě v prostředí chudším.

V celém sledovaném transektu byla nalezena pouze jedna snůška druhu *Punctum pygmaeum* na stanovišti číslo 16, tedy v oligotrofní části transektu. Tuto nově vylíhnutou snůšku jsem identifikovala díky vysokému počtu nalezených embryonálních ulit (65 kusů) patřících k tomuto druhu. Více juvenilních jedinců bylo nalezeno také na čtvercích 15 (4 ks juvenilních jedinců druhu *Arianta arbustorum* a 3 ks juvenilních jedinců druhu *Cochlodina laminata*), 13 (5 ks juvenilních jedinců druhu *Arianta arbustorum*) a také na čtverci 12 byly nalezeny 4 juvenilní jedinci druhu *A. arbustorum*. Dále na čtvercích 11 a 8 bylo nalezeno více juvenilních jedinců taktéž druhu *A. arbustorum*.

Tato data napovídají, že na vzdálenějších čtvercích se vyskytovalo více juvenilů, není ale zcela jasné, zda se tam dostali sami nebo se tam již vylíhli – tuto druhou variantu podporuje snůška nalezená na stanovišti 16. Není ovšem zřejmé, zda snůšku nakladl jedinec žijící v tomto oligotrofním prostředí, nebo zda se sem tento dospělec pouze přemístil za účelem naklazení snůšky. Z výsledků diplomových prací zpracovávaných na lokalitách Čertův luh a Výrovka vyplývá, že z eutrofního do oligotrofního prostředí nemigrují samotní juvenilové, ale skutečně dospělci za účelem naklazení snůšky. Důvodem tohoto chování se zdá být snížení kompetice, ke kterému dochází na místech s nižší abundancí měkkýšů. Dalším důležitým faktorem mohou být vlastnosti substrátu – na transektu vedeném na Práchni bylo v půdě možno nalézt větší kusy malty až do stanoviště 5, menší kusy malty pak ještě na stanovišti 7. Tyto kusy mohou být značně ostré a mohly by mechanicky poškodit nakladenou snůšku, pokud by se s ní dostaly do kontaktu. Také množství listového opadu může být důležité – opadanka udržuje vlhkost a vytváří stabilní prostředí pro snůšku.

### **7.2. Další otázky a aspekty spojené se sledovanou problematikou:**

#### **1. Existuje statisticky významný rozdíl v podílu vysvětlené variability měkkýších společenstev vysvětlitelný pomocí vápníku měřeného v podkladu a v listovém opadu?**

Analýzami bylo prokázáno, že největší podíl variability vysvětluje vápník v podkladu, respektive výměnný vápník tvořený především vápníkem ze substrátu. Vápník obsažený v listovém opadu ovšem také signifikantně vysvětluje část variability dat. Z tabulky č. 10 vyplývá, že variabilitu více vysvětluje vápník obsažený v substrátu ( $r = 0,804$ ,  $p$  hodnota  $< 0,001$ ) než vápník v opadu ( $r = 0,485$ ,  $p$  hodnota  $< 0,5$ ). PCA analýzou byl ale vápník

v opadu vyhodnocen jak druhý nejdůležitější faktor, to souhlasí i se zjištěními Bishopa (1977) či autorů Getz & Uetz (1994). Juříčková & Kučera (2005) zjistili, že na hradech ovlivňují variabilitu v druhových datech měkkýšů jiné faktory (především velikost a rozpad zříceniny) než je přítomnost ušlechtilých listnáčů, poskytujících Ca v opadu. Zdá se, že v případě Práchně se toto zjištění potvrzuje.

Lokalita s umělým zdrojem vápníku pravděpodobně není vhodným místem k prokazování rozdílu mezi těmito dvěma zdroji vápníku. Jak již bylo zmíněno výše, měkkýši žijící na takovéto lokalitě využívají jakýkoli dostupný vápník a tak se preference určitého typu zdroje tohoto prvku či určitý statisticky významný rozdíl nemusí projevit.

## **2. Existuje signifikantní korelace mezi obsahem vápníku a pH?**

Ze statistických analýz vyplývá, že environmentální proměnná pH je velmi dobře korelována s obsahem výměnného vápníku ( $r = 0,702$ ,  $p$  hodnota  $< 0,001$ ) a také s obsahem vápníku v substrátu ( $r = 0,537$ ,  $p$  hodnota  $< 0,05$ ). Zajímavé však je, že hodnoty pH daleko lépe korelují s obsahem vápníku v opadu ( $r = 0,756$ ,  $p < 0,001$ ) a ve vegetaci ( $r = 0,779$ ,  $p$  hodnota  $< 0,001$ ), což může být dáno momentálním stupněm rozkladu vegetace. Přes tyto zjevné korelace má ovšem pH na složení malakocenóz i jejich abundanci mnohem menší vliv než výše jmenované proměnné. Z tohoto důvodu není vhodné používat měření pH jako zástupnou metodu k analýzám obsahu Ca (jako např. ve studiích následujících autorů: Cameron 1973, Outerio 1993, Martin & Sommer 2004 či Rouse & Evans 1994) a to i přesto, že měření pH je snadněji dostupné a levnější.

Tato zjištění o menší významnosti pH jako faktoru ovlivňujícím diverzitu a abundanci měkkýšů je v rozporu i se studii Waldéna (1981), Bishopa (1976) či Nekoly & Smithse (1999), kteří pH označili za faktor rozhodující.

## **3. Stanovení valence vybraných druhů vůči sledovaným faktorům.**

Jak již bylo uvedeno výše, na transektu můžeme nalézt dva typy společenstev složených převážně z různých druhů měkkýšů, které se ovšem vzájemně částečně překrývají. Společenstvo prvních 8 čtverců se nachází v eutrofní části transektu, tato část transektu je dle grafů 8 a 10 charakterizována druhy: *Merdigera obscura*, *Discus rotundatus*, *Monachoides incarnatus*, *Sphyradium doliolum*, *Truncatellina cylindrica*, *Helix pomatia*, *Arianta arbustorum* a *Cochlodina laminata*. Tyto druhy se nachází buď pouze v těchto čtvercích nebo zde mají častější výskyt, dá se proto předpokládat že jejich optimum je posunuto směrem k bazičtějším stanovištím.

Naopak v oligotrofní části transektu se vyskytují především druhy *Vertigo pusilla*, *Punctum pygmaeum*, *Carychium tridentatum*, *Columella edentula* či *Aegopinella minor* a



*A. pura*. Tyto druhy mají optimum posunuto směrem k méně bazickým stanovištím (opět se na takovýchto čtvercích vyskytují výhradně či častěji než v eutrofní části areálu), je také pravděpodobné, že jsou více vázány na složení vegetace a její pokrývnost. Další možností je snaha vyhnout se kompetici, která v oligotrofní části transektu bude pravděpodobně nižší. Horský (2005) uvádí, že je pravděpodobné, že některé kalcifugní druhy se na stanovištích bohatších na vápník nevyskytují právě kvůli kompetici, neboť tato místa favorizují silnější kompetitory. Zároveň ale Horský dodává, že kompetice mezi měkkýši je málo prozkoumána a je možné, že hraje minimální roli. Také Barker (2003) uvádí, že kompetice se u měkkýšů většinou nepředpokládá.

## **8. Závěr:**

Na sledovaném mikrostanovišti umělého gradientu bazicity bylo hodnoceno několik biotických a abiotických proměnných prostředí. Soustředili jsme se především na různé zdroje vápníku, které mohou měkkýši využít a dále na vlastnosti prostředí dané vegetací, které mohou mít vliv na variabilitu v druhových datech měkkýšů.

Díky malému měřítku zvoleného transektu a také klimatickým poměrům lokality, která se navíc nachází v NPR jsme mohli předpokládat, že faktory jako změna vlhkosti, nadmořské výšky či disturbance nemají na variabilitu druhových dat měkkýšů vliv.

Pomocí přímé analýzy PCA (lineární model) byly jako proměnné prostředí s největším vlivem na variabilitu druhových dat malakocenóz transektu stanoveny obsah výměnného vápníku, obsah vápníku v substrátu a obsah vápníku v opadu. V oligotrofní části transektu je pak variabilita společenstev vysvětlena spíše proměnnými prostředí souvisejícími s vegetací.

Bylo prokázáno, že není vhodné používat měření hodnot pH jako levnější a snadněji dostupnou metodu namísto laboratorních měření obsahu Ca.

Nepodařilo se nám bohužel postihnout detailněji změnu druhové skladby na gradientu vápníku, pravděpodobně to bylo dáno příliš velkými vzdálenostmi mezi jednotlivými čtverci.

### **8.1. Plány do budoucna:**

V rámci diplomové práce bych ráda lokalitu Prácheň srovnala s ostatními lokalitami zpracovávanými v projektu Vliv přirozených a umělých zdrojů vápníku na složení měkkýších společenstev a na transekt od dalšího hradu – Blanseku, který se nachází na vápencovém podloží, takže gradient vápnatosti zde nepředpokládáme. Také bych se chtěla zaměřit na zvolené statistické metody a pokusit se najít takové, které by byly pro daná data vhodnější.

## 9. Literatura:

- Alexandrowicz S.W. 1995: Ruins of Carpathian castles as refuges of land snails. *Ochrona Przyrody*, 52:3-18
- Alexandrowicz S.W. 1988: Malacofauna of the Wawel Hill in Cracow. *Folia Malacologica*, 2: 29-51
- Barker G.M. (ed.) 2003: The Biology of Terrestrial Molluscs. CABI Publishing, Wallingford, 558 pp
- Bishop M.J. 1980: The Mollusca of acid woodland in the Italian province of Novara. *Journal of Conchology*, 30: 181-188
- Bishop M.J. 1977: The Mollusca of acid woodland in West Cork and Kerry. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 77B: 227-244
- Bishop M.J. 1976: Woodland Mollusca around Nettlecombe, Somerset. *Field Studies*, 4: 457-464
- Cameron R.A.D. et al. 2003 Land snail diversity in a square kilometre of Cretan maquis: modest species richness, high density and local homogeneity. *Journal of Molluscan Studies*, 69: 93-99
- Cameron R.A.D. 2002: Some species/area relationships in the British land mollusc fauna and their implications. *Journal of Conchology*, 37(4): 337-348
- Cameron R.A.D. & Morgan-Huws D.I. 1975: Snail faunas in the early stages of chalk grassland succession. *Biological Journal of The Linnean Society*, 7: 215-229
- Cameron R.D.A. 1973 Some woodland mollusc faunas from southern England. *Malacologia*, 14: 355-370
- Cameron R.A.D. & Palles-Clark M.A. 1971: *Arianta arbustorum* (L.) on chalk downs in Southern England. *Proc. malacol. Soc. Lond.* 39: 311-318
- Flasar I. 1998: Die Gastropoden Nordwestböhmens und ihre Verbreitung. *Heldia, Münchner Malakologische Mitteilungen*, 3,4: 210 pp.
- Getz L.L. & Uetz G.W. 1994: Species diversity of terrestrial snails in the southern Appalachian mountains, U.S.A. *Malacological Review*, 27: 61-74
- Hlaváč J. 2001: Rabí a Prácheň – významné měkkýšové lokality ve středním Pootaví (Západní Čechy, okr. Klatovy). *Erica*, 9: 99-109
- Hlaváč J. 1998: Měkkýši (Mollusca) hradní zříceniny Pajrek u Nýrska a jeho okolí. *Silva Gabreta*, 2: 221-331
- Hlaváč J. 1998: Měkkýši (Mollusca) hradní zříceniny Velhartice u Sušice. *Erica*, 7: 53-60

- Horsák M. 2006: Mollusc community patterns and species response curves along a mineral richness gradient: a case study in fens. *Journal of Biogeography*, 33: 98-107
- Horsák M. 2005: Fenomén prameništích slatinišť a malakologické konsekvence. *Malacologica Bohemoslovaca*, 3: 89-99
- Juříčková L. & Kučera T. 2005: Ruins of medieval castles as refuges for endangered species of molluscs. *Journal of Molluscan Studies*, 71: 233 - 246
- Juříčková L. 2005: Měkkýši (Mollusca) hradů jako ekologického fenoménu (Česká republika). *Malacologica Bohemoslovaca*, 3: 100-148
- Juříčková L. 2002: Měkkýši hradů Šumavy a Pošumaví: modelový příklad hradní malakofauny v oreofytiku. *Silva Gabreta*, 8: 181-190
- Juříčková L., Horsák M. & Beran L. 2001: Check-list of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic. *Acta Soc. Zool. Bohem.*, 65: 25-40
- Kerney M.P. & Cameron R.A.D. 1979: A field guide to the land snails of Britain and Europe. Collins, London.
- Kerney M.P. 1976: Atlas of the non-marine Mollusca of the British Isles. Institute of Terrestrial Ecology and Conchological Society of Great Britain and Ireland, Cambridge.
- Labaune C. & Magnin F. 2001: Land snail communities in Mediterranean upland grassland: the relative importance of four sets of environmental and spatial variables. *Journal of Mollusc Studies*, 67: 463-474
- Lepš J. & Šmilauer P. 2000: Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 102 pp.
- Lisický M.J. 1991: Mollusca Slovenska. Bratislava: VEDA Vydavateľstvo SAV, 341 pp
- Locasciulli O. & Boag D.A. 1987: Microdistribution of terrestrial snails (Stylommatophora) in forest litter. *Canadian Field Naturalist*, 101: 76-81
- Ložek V. & Skalický V. 1983: Hrady očima přírodovědce. *Památky a příroda*, 8: 361-369
- Ložek V. 1981: Měkkýši jako modelová skupina v ochránářském výzkumu. *Památky a příroda*, (6)3: 171-178
- Ložek V. 1956: Klíč k určování československých měkkýšů [Key of Czechoslovak Mollusc]. Bratislava: Vydavateľstvo SAV, 437 pp.
- Martin K. & Sommer M. 2004: Relationships between land snail assemblage patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *Journal of Biogeography*, 31: 531-545

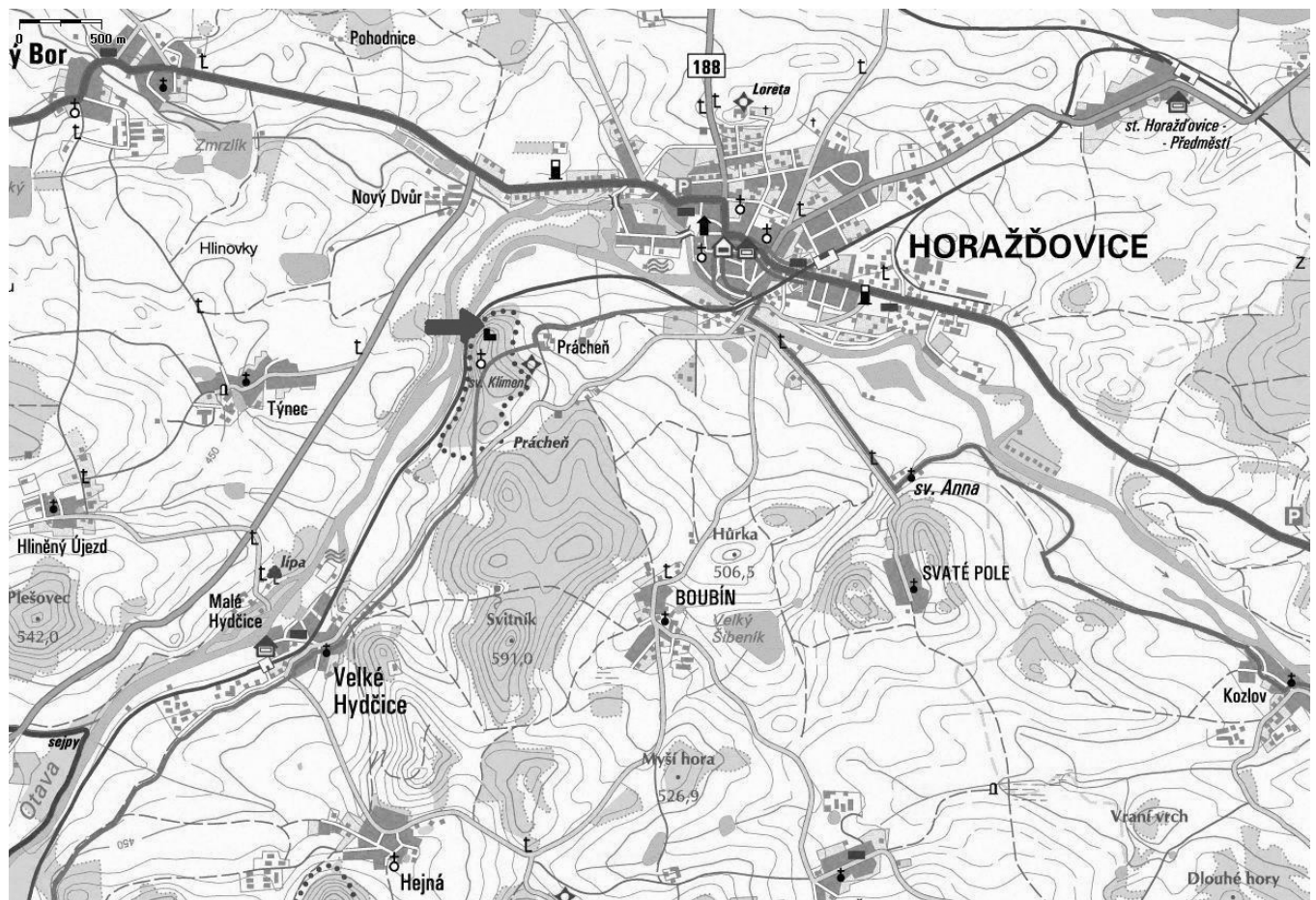
- Nekola J.C. & Smith T.M. 1999: Terrestrial gastropod richness patterns in Wisconsin carbonate cliff communities. *Malacologia*, 41(1): 253-269
- Outerio A., Agüera D. & Parejo C. 1993: Use of ecological profiles and canonical correspondence analysis in a study of the relationship of terrestrial gastropods and environmental factors. *Journal of Conchology*, 28: 301-327
- Pfleger V. 1997: Die Weichtiere (Mollusca) in der Umgebung von Kašperské hory (Berreichenstein) (Böhmenwald). *Čas. Nár. muzea, řada přír.*, 166 (1-4): 79-98
- Quitt E. 1971: Klimatické oblasti Československa. Academia: Studia Geographica 16, GÚ ČSAV v Brně
- Rouse A.J. & Evans J.G. 1994: Modern land mollusca from Maizen kastle, Dorset, and their relevance to the interpretation of subfossil archeological assemblages. *Journal of Molluscan studies*, 60: 315-329
- Sayer E.J. 2006: Using experimental manipulation to assess the role of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Review*, 81: 1-31
- Uličný J. 1892 – 95: Měkkýši čeští. Klub přírodovědecký, Praha, 208 pp.
- Valovirta I. 1968: Land molluscs in relation to acidity on yperite hilus in Central Finland. *Ann Zool. Fenn.*, 5: 245-253
- Waldén H.W. 1981: Communities and diversity of land molluscs in Scandinavian woodlands. I. High diversity communities in taluses and boulder slope in SW Sweden. *Journal of Conchology*, 30: 351-372
- Wäreborn I. 1979: Reproduction of two species of land snails in relation to calcium salts in the foerna layer. *Malacologia*, 18: 177-180
- Wäreborn I. 1970: Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*, 21: 285-291
- Wäreborn I. 1969: Land molluscs and their environments in an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*, 20: 461-479

## 10. Přílohy:

Tab. č. 1 :Bližší charakteristika klimatické oblasti MT 5:

Počet letních dnů	30 – 40
Počet dnů s průměrnou teplotou nad 10°C	140 – 160
Počet mrazových dnů	130 – 140
Počet ledových dnů	40 – 50
Průměrná teplota v lednu	-4 - -5
Průměrná teplota v červenci	16 – 17
Průměrná teplota v dubnu	6-7
Průměrná teplota v říjnu	6-7
Průměrný počet dnů v roce se srážkami 1 mm a více	100 – 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 – 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 – 100
Počet dnů zamračených	120 – 150
Počet dnů jasných	50 - 60

Příloha č. 1: mapa Prácheň



**Tab. č. 14: počty jedinců na jednotlivých stanovištích**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Acanthinula aculeata</i>	23	17	3	6	7	34	36	22	20	37	8	23	7	18	2	15	5	2	3	-
<i>Aegopinella minor</i>	2	-	-	-	-	3	8	6	13	12	4	6	3	-	-	4	-	1	-	2
<i>Aegopinella pura</i>	-	-	-	-	-	1	8	2	6	7	5	-	-	1	-	1	3	1	2	-
<i>Alinda biplicata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arianta arbustorum</i>	16	5	5	7	6	8	1	14	5	2	8	4	6	3	6	1	-	-	-	-
<i>Carychium tridentatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	36	-	1	1	-	5	19	2	-	-
<i>Cepaea hortensis</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cochlodina laminata</i>	8	9	11	2	2	5	5	-	1	-	-	2	-	1	3	-	1	1	1	-
<i>Columella edentula</i>	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Discus rotundatus</i>	25	3	5	1	3	2	-	1	-	-	-	1	-	2	3	-	-	-	-	-
<i>Helicigona lapicida</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helix pomatia</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isognomostoma isognomostomos</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merdigera obsura</i>	1	2	9	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monachoides incarnatus</i>	9	3	7	3	6	2	3	2	1	-	-	1	-	3	3	-	-	-	-	-
<i>Oxychilus cellarius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Perpolita hammonis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Platyla polita</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Punctum pygmaeum</i>	12	1	1	4	8	7	36	19	15	59	63	67	20	16	33	104	19	3	12	-
<i>Sphyradium doliolum</i>	132	69	52	48	35	46	25	7	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Truncatellina cylindrica</i>	31	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vallonia costata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vertigo pusilla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	10	2	2	-	16	-	-	1	-
<i>Vitrina pellucida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
<b>Total</b>	268	113	93	71	70	108	123	74	67	132	130	116	40	48	50	149	47	11	19	2

## Příloha č 2: Charakteristika transektu

Et = celková pokryvnost

Eo = pokryvnost mechů

LS = pokryvnost listového opadu

### 1. 40cm od hradeb, sklon 10%

Et 80%, Eo 0, LS 100%

druhy: *Mercurialis perennis* 4 (bažanka vytrvalá)

*Geranium robertianum* 2a (kakost smrdutý)

*Galium aparine* 1 (svízel přítula)

*Lamium maculatum* 1 (hluchavka skvrnitá)

stromové patro *Acer platanoides* (javor mléč)

### 2. + 2,5m , sklon 10%

Et 75%, Eo 0, LS 90%

druhy: *Mercurialis perennis* 3

*Lamium maculatum* +

*Geranium robertsianum* 2b

*Chaerophyllum temulum* 1 (krabilice mámivá)

*Galium aparine* 1

stromové patro *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus* (javor klen)

v půdě ještě bylo lze nalézt kusy malty

### 3. + 4,5m , sklon 40%

Et 70%, Eo 5%, LS 90%

druhy: *Mercurialis perennis* 3

*Galium aparine* 2b

stromové patro *Acer pseudoplatanus*

kusy malty v půdě

### 4. + 4m, sklon 40%

Et 85%, Eo 0, LS 90%

druhy: *Mercurialis perennis* 3

*Geranium robertsianum* 2b

*Galium aparine* 2a

*Galeobdolon luteum* 1 (pitulník žlutý)

stromové patro *Acer pseudoplatanus*

půda dost sypká, velmi malé kusy malty

5. + 4m, sklon 40%

Et 75%, Eo 5%, LS 75%

druhy: *Mercurialis perennis* 4

*Galium aparine* 2a

stromové patro *Acer pseudoplatanus*, *Tilia platyphyllos* (lípa velkolistá)

tmavá hlubší půda

6. + 4m, sklon 40%

Et 85%, Eo 5%, LS 50%

Sklon 40%

druhy: *Mercurialis perennis* 4

*Galium aparine* 2b

juvenilní *Acer pseudoplatanus* +

7. +7m, sklon 40%

Et 60%, Eo 15%, LS 50%

druhy: *Mercurialis perennis* 3

*Galium aparine* 1

*Geranium robertianum* 2a

*Stellaria holostea* + (ptačinec velkokvětý)

v půdě už žádná malta

8. +7m, sklon 40%

Et 85%, Eo 25%, LS 65%

druhy: *Galium aparine* 1

*Mercurialis perennis* 4

*Lamium maculatum* 2a

juvenilní *Acer platanoides* +

9. +7m, Sklon 20%

Et 75%, Eo 25%, LS 60%

druhy: *Stellaria holostea* 1

*Lamium maculatum* 2a

*Mercurialis perennis* 4

*Galium aparine* 1

*Asarum europaeum* + (kopytník evropský)

*Acer platanoides*, juvenil r



stromové patro *Acer pseudoplatanus*

málo sypká mělká lesní hnědozem

10. +6m, Sklon 20%

Et 85%, Eo 30%, LS 60%

druhy: *Mercurialis perennis* 4

*Impatiens noli-tangere* 2a (netýkavka nedůtklivá)

*Lamium album* +

semenáček *Tilia* r

*Pulmonaria officinalis* + (plicník lékařský)

*Lamium maculatum* +

stromové patro *Acer pseudoplatanus*

11. + 6m, sklon 40%

Et 95%, Eo 20%, LS 50%

už začínají stanoviště s předpokladem menšího obsahu Ca – oligotrofnější – to se dá poznat i dle vegetace

druhy: *Mercurialis perennis* 4

*Lamium maculatum* 2a

*Parviflora impatiens* 2a

*Galium aparine* 1

*Chaerophyllum temulum* 1

v podrostu *Stachys sylvatica* (tvoří nižší bylinné patro) 2a (čistec lesní)

stromové patro *Quercus* (dub) a *Tilia*

9, 10 a 11 už jsou stanoviště s nedokonalou humifikací, pomalejším rozkladem – v padance se už objevují plísňe, je zde velmi slabá, hustě prokořeněná a poplísňená vrstva půdy.

12. +4m, sklon 60%

Et 95%, Eo 20%, LS 50%

druhy: *Mercurialis perennis* 5

*Chaetophyllum temulum* 1

*Lamium maculatum* 1

*Impatiens parviflora* 1

*Pulmonaria officinalis* v podrostu r

stromové patro *Quercus* a *Tilia*

půda už hodně proplesnivělá

13. +4m, sklon 60%

Et 85%, Eo 30%, LS 45%

druhy: *Lamium maculatum* 2b

*Mercurialis perennis* 4

*Impatiens parviflora* 1

mechy 3

stromové patro *Quercus*, *Larix decidua* (modřín), *Ulmus glabra* (jilm)

půda charakterizovaná modřínovými větvičkami, malým množstvím listů v opadu, dost jehličí

14. +4m, sklon 35%

Et 95%, Eo 5%, LS 70%

druhy: *Impatiens parviflora* 4

*Mercurialis perennis* 3

*Lamium maculatum* 1

mechy 1

stromové patro *Ulmus* a *Larix*

15. +4m, Sklon 10%

Et 8%, Eo 0, LS 5%

druhy: *Impatiens parviflora* 2ks 2a

stromové patro *Larix* a *Sambucus nigra* (černý bez)

16. +4m,sklon 20%

Et 85%, Eo 0, LS 10%

druhy: *Impatiens parviflora* 2b

*Lamium maculatum* 3

*Galeobdolon luteum* 1

juvenilní *Acer pseudoplatanus* 1

*Lamium album* 1

stromové patro *Larix* a *Picea abies* (smrk ztepilý)

v opadu už pouze jehličí a nerozložené větvičky, houby, v podstatě žádná pořádná půda.

17. +4m, sklon 30%

Et 90%, Eo 5%, LS 5%

druhy: *Impatiens parviflora* 4

*Mercurialis perennis* 2b

stromové patro *Acer pseudoplatanus*

nenalezen v podstatě žádný opad, vše už rozloženo, hned hlína

18. +4m, sklon 30%

Et 85%, Eo 5%, LS 5%

druhy: *Mercurialis perennis* 3

*Impatiens parviflora* 3

stromové patro *Larix* a *Acer pseudoplatanus*

19. +4m, sklon 25%

Et 60%, Eo 5%, LS 5%

druhy: *Parviflora impatiens* 3

*Lamium maculatum* 2a

juvenilní *Sambucus nigra* 1

semenáček *Acer pseudoplatanus* +

stromové patro *Acer pseudoplatanus*, *Picea* a *Larix*

20.+4m, sklon 20%

Et 0%, Eo 0%, LS 0%

druhy: pouze stromové patro - *Picea*

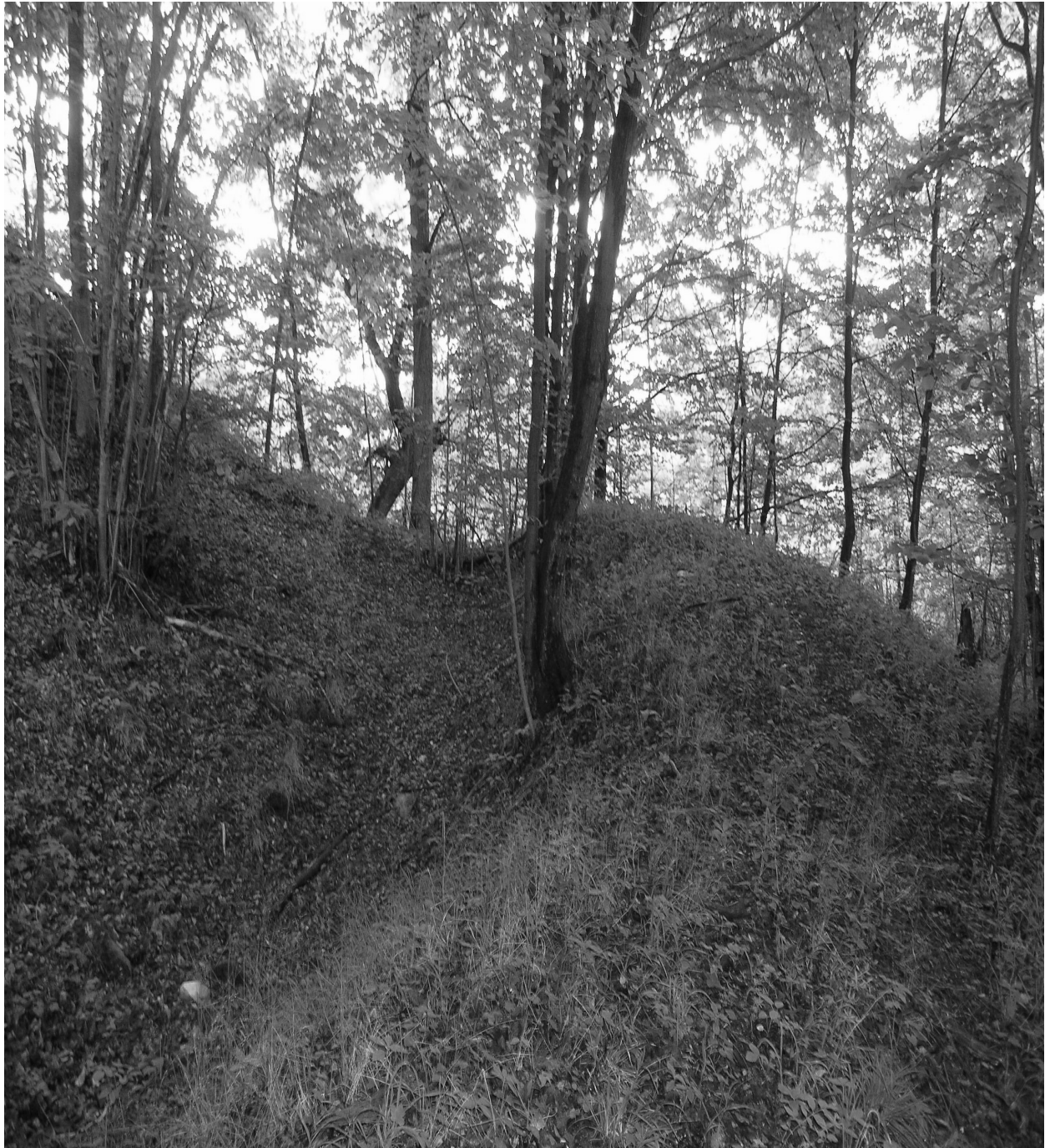
Indikace zhoršení poměrů – bezy a jehličnany – to od 13, od 14 bezy souvisle

Vzorek 1-6 – pod hradem, do vzorku 13 ještě na valu pod hradem, pod vzorkem 13 už špatné poměry

**Příloha č. 3: Foto Prácheň – celkový pohled**



**Příloha č. 4: Foto Prácheň – val pod hradem**



**Příloha č. 5: Foto Prácheň – odběr vzorků stanoviště 3 a 15**

