

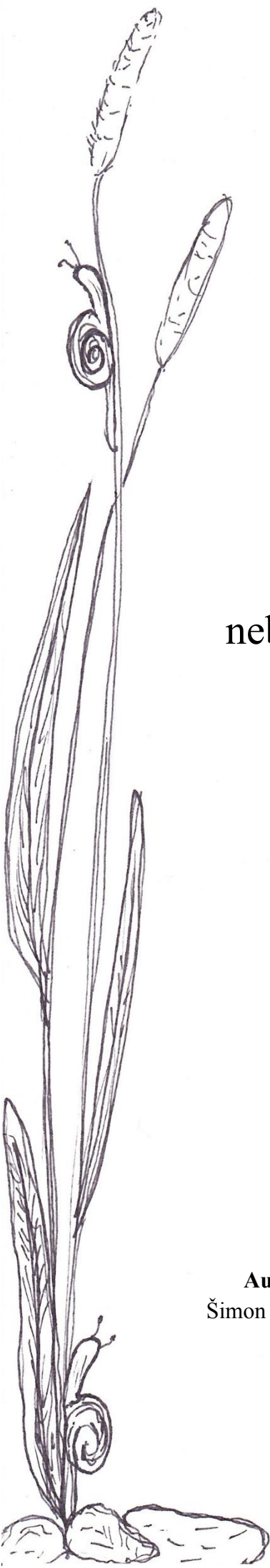
Gymnázium Přírodní škola o. p. s.

Bazické výchozy v okolí Ralska:
ornitodisperzní výsadky,
nebo refugia postglaciální malakofauny?

Autoři: Lukáš Nehasil, Miloš Halda, Jan Hegrlik, Barbora Kadlecová,
Šimon Kapic, Michaela Semotánová, Jasna a Johana Simonovy, Tereza Uličná

Vedoucí práce: Mgr. Ondřej Simon, Mgr. Anežka Koutníková

Konzultant: Mgr. Alena Peltánová



Poděkování

Naše vřelé díky patří těmto lidem, díky kterým mohla tato práce vůbec vzniknout. Jak po odborné stránce, tak po té praktické. Velmi děkujeme za zapůjčení přístrojů a prostor Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Velký dík patří rovněž Záchrané stanici pro živočichy Vlašim a jejím pracovníkům za umožnění provedení experimentů a velmi vstřícný přístup. Výzkum by taktéž nemohl vůbec proběhnout nebýt technického zabezpečení Gymnázia Přírodní škola, o. p. s., za nějž patří také velký dík. Děkujeme také skupině Krajina (Expedice Přírodní školy 2013) za poskytnuté materiály.

Jmenovitě bychom rádi poděkovali těmto lidem:

Mgr. Ondřeji Simonovi za odbornou konzultaci a významnou pomoc s celým výzkumem

Mgr. Anežce Koutníkové za odbornou konzultaci a podporu nejen v terénu

Bc. Michale Musilové za vstřícný přístup a pomoc

Mgr. Aleně Peltanové za odbornou konzultaci, poskytnutí odborných materiálů a za hodiny času, které nám a našim šnekům věnovala

RNDr. Lucii Juříčkové PhD. za konzultace, poskytnutí odborných materiálů a povzbuzení

Bc. Lucii Bohaté za pomoc a velmi milou spolupráci

doc. RNDr. Michalu Horsákovi Ph.D. za poskytnuté materiály

Bc. Veronice Szalontayové za poskytnuté materiály a informace

Mgr. Františku Tichému za všestrannou podporu a umožnění práce

Ing. arch. Tomáši Peltanovi za povzbuzení a technickou podporu

RNDr. Marku Maturovi PhD. za technickou podporu a informace o geologické struktuře a historii výchozů

Michalu Vovsovi za technickou podporu

Mgr. Barboře Maturové za technickou podporu

Mgr. Lindě Langerové za technickou podporu a jazykové konzultace

Abstrakt práce

Předmětem prezentované práce je výzkum možností šíření plžů v české krajině na větší vzdálenosti zaměřený na pasivní šíření prostřednictvím ptáků. Jako vhodné místo pro testování našich hypotéz jsme si vybrali plochu Ralské plošiny (bývalý vojenský prostor Ralsko a blízké okolí) tvořené především pískovcem pokrytým borovými lesy. Nedostatek živin způsobuje monotónní ráz území s velmi nízkou biodiverzitou, kde je přítomnost vápníku limitujícím faktorem výskytu schránkatých plžů. Výjimkou jsou však jednotlivé bazické vyvěřelinové výchozy, na kterých se nachází pralesovité listnaté lesy s poměrně bohatými společenstvy plžů. Tyto lokality jsou však izolované a vzhledem k velmi pomalému aktivnímu pohybu plžů je otázkou, jak jimi mohly být kolonizovány. Cílem naší práce bylo právě vysvětlení původu zkoumaných populací plžů.

Na začátku práce jsme si stanovili dvě hypotézy, které by mohly původ populací vysvětlovat. Jednotlivé populace mohou být buďto relikty původního plošného výskytu plžů, nebo výsledky vzdušného výsadku zprostředkovaného ptáky (pasivní disperze na povrchu těla či uvnitř trávicí soustavy). První fází projektu byla práce s literaturou a dvoutýdenní malakologický a ekologický průzkum oblasti. Druhou fází projektu byla realizace experimentů zaměřených na ověření možnosti pasivní disperze pěti vybraných druhů plžů zjištěných na zkoumaných lokalitách. Experimenty se věnovaly především možnostem průchodu plžů trávicí soustavou deseti druhů ptáků a jejich schopnosti udržet se při letu na noze ptáka.

Zkoumané populace plžů na pralesovitých fragmentech listnatého lesa bazických vrcholů se od sebe významně liší a z našich výsledků vyplývá, že jsou opravdu izolované. Experimentálně byla potvrzena možnost pasivní ekto- i endo- disperze plžů *Cochlodina laminata* a *Discus rotundatus* prostřednictvím ptáků.

Současné publikované poznatky o historii území nasvědčují tomu, že populace jsou spíše výsledkem vzdušného výsadku než reliktem původního plošného osídlení. Výsledky práce připravujeme k publikaci v odborném periodiku.

Obsah

1	Úvod	1
2	Rešerše	2
2.1	Plži (<i>Gastropoda</i>).....	2
2.2	Vývoj české krajiny v holocénu se zaměřením na metabolismus CaCO_3	3
2.2.1	Stručná charakteristika jednotlivých fází holocénu.....	4
3	Cíle	6
4	Hypotézy	7
5	Postup práce a metodiky	8
5.1	Postup práce	8
5.2	Metodika malakologického průzkumu	9
5.2.1	Plošný sběr	9
5.2.2	Výběr z hrabanky	10
5.3	Metodika experimentů I. (ověření možnosti endodisperze; Vlašim)	10
5.3.1	Zhodnocení metodiky experimentů I. (ověření možnosti endodisperze; Vlašim) 11	
5.4	Metodika experimentů II. (ověření možnosti ektodisperze; Středokluky).....	12
5.5	Metodika botanického průzkumu.....	12
5.6	Metodika ornitologického průzkumu	12
5.6.1	Zhodnocení metodiky ornitologického průzkumu	12
5.7	Metodika chemicko-fyzikálního měření půdního výluhu	13
5.8	Metodika průzkumu výskytu střevlíků živících se plži.....	13
5.9	Metodika zaznamenávání počasí.....	14
6	Výsledky.....	15
6.1	Celková charakteristika oblasti	15

6.2	Charakteristiky lokalit	16
6.2.1	Bažinná horka 1A.....	16
6.2.2	Smrčina u Horky 1B.....	17
6.2.3	Čertova stěna 2A	18
6.2.4	Velký Jelení vrch, bučina 3A	18
6.2.5	Velký Jelení vrch, jasenina 4A.....	18
6.2.6	Bor u Jeleních vrchů 3/4B	19
6.2.7	Malý Jelení vrch 5A	19
6.2.8	Malá Buková 6A	20
6.2.9	Velká Buková 7A	20
6.2.10	Bor u Bukových 6/7B.....	21
6.2.11	Sedlo mezi Bukovými 6/7 A/B	21
6.2.12	Bor u Kuřivod 8B.....	22
6.3	Výsledky.....	22
6.3.1	Výsledky chemicko-fyzikálního měření půdního výluhu	22
6.4	Výsledky experimentů.....	23
6.4.1	Endodisperse - Vlašim	23
7	Závěry.....	24
8	Literatura	25
9	Přílohy	29

ČLENOVÉ SKUPINY

Lukáš Nehasil (7. ročník) – kapitán skupiny, botanický průzkum (rostliny)

Jasna Simonová (7. ročník) – ornitologický průzkum (ptáci)

Barbora Kadlecová (2. ročník) – malakologický průzkum (měkkýši)

Miloš Halda (2. ročník) – ornitologický průzkum (ptáci)

Šimon Kapić (7. ročník) – malakologický průzkum (měkkýši), průzkum výskytu střevlíků živících se plži

Tereza Uličná (7. ročník) – měření chemicko-fyzikálních parametrů půdy

Johana Simonová (4. ročník) - měření chemicko-fyzikálních parametrů půdy, záznamy teploty a počasí

Jan Hegrlík (7. ročník) – botanický průzkum, fotodokumentace, mapové podklady

Michaela Semotánová (7. ročník) – malakologický průzkum, rešerše

1 Úvod

Nacházíme se v oblasti bývalého vojenského prostoru Ralsko. V kraji písčitého podloží, rozsáhlých lesů, borůvek a jiných brusnic, kráterů po sovětských vojácích a zaniklých vesnic; v kraji, kterému se přezdívá Česká tajga. Přece se však tu a tam nad korunami borovic tyčí kopce porostlé buky a dalšími náročnějšími stromy. Tyto kopce jsou vyslanci blízkého Českého Středohoří, ostrovy zásadité horniny vybublavší na povrch daleko od domovské pevniny. Právě ony kopce se staly předmětem našeho zájmu.

Proč? V průběhu výzkumů prováděných v minulém roce jsme zjistili, že na těchto kopcích, a pouze na nich, by se měly nacházet izolované populace drobných schránkatých plžů (pro zjednodušení je odteď budeme označovat termínem „šneci“). To nám nedalo spát: proč jsou zrovna tam? A hlavně, jak se tam dostali?!

Proč mají šneci v oblibě bazické výchozy, to je vcelku očividné, porovnáme-li ekotop takového kopce a okolní tajgy – suchá tajga s nízkým obsahem živin šnekům nevyhovuje, zato příjemně vlhké a vápníkem oplývající výchozy jsou šnečím rájem.

Nicméně, otázkou zůstává, jak se šneci na tyto kopce dostali. Vzhledem ke své velikosti (v řádu milimetrů) a nepříznivým podmínkám tajgy nemohli překonat vzdálenost mezi kopci vlastními silami. Abychom se mohli pokusit tuto otázku zodpovědět, studovali jsme odbornou literaturu (velmi nás inspirovaly experimenty japonských vědců týkající se šíření šneků prostřednictvím ptáků – takzvaná ornitodisperse) a na základě diskuse v naší skupině jsme formulovali několik hypotéz, jež jsme se posléze pokoušeli ověřit či vyvrátit pomocí dat nasbíraných v terénu. Na vytipovaných lokalitách jsme zkoumali, nakolik je prostředí pro šneky vhodné, jaké (respektive zda) tam mají přenašeče, tj. ptáky, jestli tam žijí střevlíci, kteří jsou jejich přirozenými konzumenty etc. Samozřejmě jsme také zjišťovali kolik a jakých šneků na lokalitě žije. Také jsme provedli několik experimentů – zkoumali jsme, zda mohou šneci přežít průchod ptačím trávicím traktem. Dále jsme nechali šneky přichytit na usušené ptačí pařátky a prudkými pohyby jsme simulovali let.

Podrobný referát o průběhu a výsledcích našeho snažení naleznete na následujících stránkách.

2 Rešerše

2.1 Plži (*Gastropoda*)

Plži (*Gastropoda*) patří do kmenu měkkýšů. Jsou známi už z dob kambria, čímž se jejich vznik datuje zhruba do doby před 540 miliony let. Existuje více než 110 000 druhů plžů, z čehož je zhruba 35 000 druhů suchozemských. Jedná se o nejpočetnější a nejprizpůsobivější třídu měkkýšů. Kmen plžů je nejpočetněji zastoupen v moři (60%), dále pak na souši (30%), nejméně je plžů v limnickém prostředí (10%).

Plži jsou řazeni do dvou podtříd podle umístění dýchacích orgánů. Předožábří (*Prosobranchiata*) žijí, až na pár výjimek, ve vodním prostředí. Většina našich plžů náleží do podtřídy stopkookých (*Stylommatophora*), jejíž zástupci žijí výhradně na souši.

Tělo plžů je rozděleno do tří hlavních částí: Hlava, noha a útrobní vak (u většiny plžů schován ve vápenaté ulitě). Hlava s tykadly a očima je zpravidla velmi dobře oddělená. **Noha** je dobře vyvinutá a přizpůsobená k pohybu po pevném povrchu za pomoci vylučovaného slizu. Nejdelší nohu mají slimáci a plzáci, u nichž je ulita zcela redukována. **Ulita** je zpravidla pravotočivá (ve směru hodinových ručiček). Chrání všechny důležité tělní orgány. Nevzniká ovšem sama od sebe. Po narození je měkká a tvárná a až s postupným růstem se do ní ukládá vápník pozřený plžem. Ten je získáván z různých druhů hornin s vysokým obsahem vápníku. Pokud se plžovi v mládí nepodaří získat dost vápníku, ulita se deformuje a nedostatek může vést až ke smrti plže. Vápník potřebují i dospělí jedinci, aby ulita neztrácela svou tvrdost. Potravu zpracovávají plži pomocí raduly, která je umístěna v ústní dutině. Dýchají pomocí speciálních orgánů (*Ktenidii*), druhotně i dalšími typy žaber či prokrvenou vnitřní stěnou pláště. Mohou být gonochoristé či hermafroditi, záleží na druhu. Taktéž typ vývoje se odvíjí od druhu plže. Noví jedinci se líhnou z vajec.

Největší velikosti z našich plžů dosahuje hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*), ale vzhledem k tomu, že většina zástupců žije v listové hrabance, jsou čeští plži mnohem menší (někteří mají pouze několik milimetrů).

Plži provázejí lidstvo snad už od jeho samotného vzniku. Již v příbytcích předchůdců lidí lze nalézt drobné ulity a lastury, které sloužily nejspíše jako okrasa. Dva druhy, zavinutec penízkový (*Cypraea moneta*) a zavinutec kroužkovaný (*Cypraea annulus*), byly používány jako platidlo. Některé mořské ostranky (*Murex*) našly využití při výrobě purpurového barviva. Podle některých historiků měla ve středomoří Fénická říše takový úspěch právě kvůli purpuru (Pfleger 1981). Rovněž velké ulity a lastury byly používány jako hrnce, naběračky a jiné nádoby. Ulity měly ještě množství dalších využití, jak víme z archeologických nálezů.

2.2 Vývoj české krajiny v holocénu se zaměřením na metabolismus CaCO_3

Čtvrtohory, prozatím poslední, nejmladší a zároveň nejkratší fáze geologického vývoje na Zemi, se dělí na dvě části – pleistocén a holocén. Holocén, období zahrnující i současnost, je v porovnání s ostatními dějinnými úseky nekratší jednotkou. Přesto se jedná o jednotku velmi podstatnou. Během tohoto relativně krátkého období se totiž zformovala podoba přírody tak, jakou ji známe dnes, zároveň se jedná o jediný úsek vývoje Země, kdy se na vývoji podílí člověk, a to nezanedbatelnou měrou, dokonce takovou, že měla vliv i na podobu ekosystémů.

Ve čtvrtohorách došlo k vyvinutí přírody do takové podoby, v jaké ji známe dnes, zároveň se ustálilo geografické prostředí (rozsah moří a kontinentů, klima, reliéf krajiny). Kvartérní klima se vyznačovalo častými a mohutnými teplotními výkyvy klimatu cyklického rázu. V oblastech naší země se takové teplotní výkyvy pohybovaly v rozsahu minimálně desíti stupňů Celsia. Pro tyto výkyvy se používá termínů glaciály (studená období – doby ledové) a interglaciály (teplá mezidobí). Zatímco během dob ledových vznikaly mohutné ledovcové plochy, zasahující až do našich oblastí, interglaciály znamenaly jejich tání, což silně ovlivnilo reliéf krajiny a také hladinu světových moří. Když mluvíme o ledovcových plochách, máme skutečně v případě střední Evropy na mysli ledovcové plochy dvě. Kromě severského skandinávského ledovce se sem od jihu tlačil ještě ledovec alpský.

Z klimatického hlediska je holocén často považován za poslední interglaciálu. Existuje ale množství značných rozdílů mezi pleistocenními interglaciály a holocénem. Mezi ty nevýraznější patří vyhynutí velkých savců v průběhu pleistocénu a nástup člověka na jejich místo. Člověk začal výrazně zasahovat do struktury a podoby ekosystémů a vytvořil úplně nové prostředí.

Ostatně krajina jako taková procházela ještě před příchodem člověka výraznými změnami. Táním ledovcových ploch se měnil reliéf a utvářel dnešní tvar Země, druhové složení společenstev se měnilo s klimatickými změnami a teplotními výkyvy. Podoba krajiny na počátku holocénu tak velice závisela na tom, jak daleko od sebe byla jednotlivá refugia (útočiště) živočišných a rostlinných druhů, schovaných před zimou posledního glaciálu. Dále její vývoj velice ovlivnily výrazné klimatické změny a povaha a stav půd.

V období glaciálů byla střední Evropa prakticky bezlesá – ve výše položených oblastech se rozprostírala severská tundra, jejíž nejbližší příbuznou bychom mohli najít například na Sibiři, sušší oblasti byly pokryty subarktickou stepí a v místech s příznivými podmínkami vznikaly dokonce porosty zakrslé tajgy tvořené zejména břízami a borovicemi. Interglaciály poskytly možnost průniku listnatým stromům, které v oblasti střední Evropy vytvořily souvislý porost (duby, lípy, javory, buky, habry...).

Rozpouštění a opětovné srážení uhličitanu vápenatého CaCO_3 hraje klíčovou roli ve vývoji krajiny, a zároveň zaujímá význačné postavení mezi výzkumnými metodami používanými pro historický průzkum. Zejména důležitý byl tento princip při průzkumu terestricko-karbonátové facie (při něm jsou rozhodující druhy sedimentů a půd, zastoupena je tato facie zejména teplejšími suchými pahorkatinami, nížinami s vápnitými půdami či krasovými oblastmi). Ve

chvíli, kdy nejsou dostupné rostlinné fosílie (limnicko-organická facie), představuje terestricko-karbonátová facie nový přístup k popisování a poznávání poledové doby. Klasický průzkum je totiž postaven zejména na studiu pylových analýz a stavby ložisek rašelinných a limnických uloženin, zatímco terestricko-karbonátová facie funguje na principu odlišných fosilních dokladů, zejména na studiu druhů sedimentů a v nich žijících měkkýšů.

Hlavní sediment, se kterým se při průzkumu terestricko karbonátové facie pracuje, je pěnovec. Jedná se o totiž o hlavní produkt opětovného srážení rozpuštěného CaCO_3 , ve své podstatě o sladkovodní vápenec, často vysrážený v či pramenných tocích (někdy také v samotných pramenech).

Vrstvy pěnovce jsou známy svou bohatostí na měkkýše a místy i na doklady flóry. Vzhledem k rychlé srážlivosti horniny můžeme často v pěnovcových vrstvách narazit i na fosílie současných organismů. Pěnovcová souvrství pomáhají také při výzkumu sesuvů půd.

Existuje ještě však jedna forma vysráženého CaCO_3 – jedná se o pěnítec - sypký sintr. Tato forma vznikala například v jeskynních převisech či v zamokřených jeskynních vstupech. V suchých krajinách se jedná vlastně o jedinou výraznou podobu vysráženého CaCO_3 . Na povrchu odpovídá tato fáze fázi vzniku a rozmachu odvápněných půd a na nich rostoucích zapojených vlhkých lesů. S tím souvisel příchod nových druhů vlhkomilných plžů.

V době před největší migrací CaCO_3 , to znamená do příchodu klimatického optima, byla většina půd poměrně zavápněná, což znamenalo velkou diverzitu malakofauny. Do této doby vápnité půdy se v tuto chvíli změnily na známé odvápněné lesní půdy charakteristické pro mladší holocén i pro současnost.

2.2.1 Stručná charakteristika jednotlivých fází holocénu

Abychom získali lepší přehled o podobě krajiny v holocénu, podívejme se zblízka na jednotlivé jeho fáze.

Samotný holocén je rozdělen na tři menší podcelky – spodní, střední a svrchní (někdy také mladší) holocén. Tyto díly se dělí na množství kratších časových úseků.

Klima **preboreálu (cca 9500-8500 př.n.l.)** se ve střední Evropě vyznačovalo postupným zvyšováním teploty pozdního glaciálu, zároveň se také zvyšovala vzdušná vlhkost. Půdní vlhkost se také zvyšovala, zejména díky tání ledovcových ploch. Slabě vyvinuté vápnité půdy poskytovaly prostor k růstu borovicím, břízám a lískám. Tento porost byl zatím jen zárodkem později se rozšiřujících lesů, přestože díky nízké druhové diverzitě mluvíme o boro-březové či březo-borové tajze. Vegetace tohoto druhu je dodnes uchována v rašeliništích a mokřadech.

Období **boreálu (cca 8500-6500 př.n.l.)** čelilo dalšímu vzestupu teplot, což způsobilo, že průměrné teploty se pohybovaly na ještě vyšších hodnotách než ty dnešní. Dosavadní společenstva byla obohacena novými druhy, zejména duby, lípami, jilmami a javory. V údolích řek už vznikaly základy lužních lesů.

Z hlediska vývoje lidské kultury odpovídá období boreálu střední době kamenné – mezolitu. V tomto přechodném období docházelo například k ochočení prvních zvířat (pes), lidé dokázali lovit malá zvířata a ryby, zemědělství ale dosud nefungovalo. Člověk této doby byl ale již schopný tvorby jednoduchých nástrojů. Krajinu okolo sebe zatím ještě výrazně neovlivňoval.

Rostoucí teplota a vlhkost vyvrcholily obdobím tzv. klimatického optima. Klimatické optimum přetrvávalo po dobu dvou jiných zoolitostratigrafických jednotek, a to atlantiku a epiatlantiku.

Velmi vysoká vlhkost a teplota vedly k mohutnému rozvoji smíšených listnatých lesů během **atlantiku (cca 6500-4800 př.n.l.)**. Klima atlantiku se vyznačovalo stabilitou. Typickým ekosystémem se staly smíšené doubravy.

Paralelním obdobím ve vývoji lidské kultury je potom mladší doba kamenná – neolit.

V kontrastu ke stabilitě atlantiku stojí výrazné teplotní a hlavně vlhkostní výkyvy **epiatlantiku (cca 4800-1400 př.n.l.)**. V tuto dobu už byly lesy plošně rozšířeny. Mezi typické obyvatele lesa epiatlantiku patřili zubr, jelen, pratur, kuna a další typicky lesní zvířata.

Součástí svrchního holocénu jsou tři kratší období, tím prvním z nich byl **subboreál (cca 1400-700 př.n.l.)**. Toto období se vyznačovalo výrazně sušším klimatem, se kterým souvisela rozsáhlá eroze půd a tvorba hrubých sutí. V této době byla také ukončena tvorba pěnovců, a to zejména v chladnějších oblastech. V důsledku eroze došlo k rozsáhlým splachům půd, díky čemuž vypadala krajina jako na začátku holocénu.

V období boreálu dochází k silné expanzi jedle, tento druh proniká do této doby listnatých lesů. Listnaté stromy byly v poměrném útlumu, což bylo způsobeno zejména ochlazením klimatu, ale i velkou konkurencí jehličnatých stromů. Rozmach jehličnanů ale nebyl natolik rozsáhlý, vzhledem k tomu, že eneolitický člověk (doba bronzová) už poměrně výrazně zasahoval do rázu krajiny.

V období **subatlantiku (cca 700 př.n.l. – 700 n.l.)** došlo k definitivnímu zformování podoby lesů, z části již ovlivněných lidskou činností (v místech osídlení). Starší subatlantikum je charakteristické ohromným rozmachem výskytu buků, smrků a nově se objevujících habrů, zatímco mladší, s rostoucím množstvím zásahů člověka do přírody a s tím související degradací a devastací, je typický množstvím borovic, bříz či osik.

Poslední fáze, **subrecent (700 n.l. – současnost)**, je velice ovlivněna lidskou činností. Středověká kolonizace a další zásahy do krajiny, zejména odlesňování, mají za následek splach ornice a degradaci půd a vznik současné kulturní krajiny.

3 Cíle

Hlavním cílem naší práce bylo přiblížit se odpovědi na otázku původu izolovaných populací schránkatých plžů na bazických výchozech v prostoru plošiny Ralské plošiny.

Prvním dílčím cílem (I.) bylo proto ověřit, zda jsou tyto populace opravdu izolované. Při hledání odpovědi na tuto otázku jsme vycházeli ze dvou základních hypotéz. Podle první jsou současné izolované populace pozůstatkem původního plošného rozšíření, podle druhé jsou výsledkem dálkové pasivní disperze zprostředkované ptáky. Argumenty pro jednotlivé hypotézy jsme hledali pomocí dalších dílčích cílů.

II. Z literatury zjistit, zda ve zkoumaném území byly někdy podmínky umožňující existenci plošného rozšíření schránkatých plžů.

III. Z literatury zjistit, zda jsou ve zkoumané oblasti známy paleomalakologické nálezy ukazující na historické podmínky výrazně odlišné od současného stavu.

IV. Popsat prostředí, ve kterém se izolovaná společenstva nacházejí z hlediska botaniky a chemicko-fyzikálních parametrů půdy.

V. Popsat druhové složení těchto izolovaných společenstev, provést základní kvantitativní průzkum.

VI. Zjistit, zda se tyto druhy mohou dostávat do styku s ptáky, kteří by mohli působit jako vektory pasivní disperze.

VII. Experimentálně ověřit, zda jsou zkoumané druhy plžů schopny přežít průchod trávicím traktem ptáků vyskytujících se přirozeně v našich zeměpisných šířkách či se udržet na jejich těle.

4 Hypotézy

Základním východiskem naší práce byl předpoklad, že v oblasti Ralské plošiny se nacházejí izolované populace některých druhů schránkatých plžů, které jsou vázané na jednotlivé bazické výchozy. Vycházeli jsme hlavně ze základního malakologického průzkumu některých lokalit oblasti provedeného v loňském roce (Vnouček a kol. 2012).

Na těchto bazických výchozech (původních přívodních sopouších ojediněle pronikajících pískovcovou plošinou) se díky úživnému prostředí mohla vyvinout společenstva listnatých (především bukových) lesů, která jsou pro mnoho druhů schránkatých plžů vhodným prostředím.

Pokud jsou však tato společenstva vzájemně oddělena chudými převážně borovými lesy, které jsou pro schránkaté plže nevhodné až neobyvatelné, nabízí se otázka, jak zde tato společenstva mohla vzniknout. Vzhledem k velmi pomalému pohybu plžů není možné, aby se přes stovky až tisíce metrů širokou plochu nevhodného biotopu vlastním pohybem dostali. Pracovali jsme se dvěma základními hypotézami.

Přestože je nyní na většině okolního území pro výskyt schránkatých plžů nevhodné, nemuselo tomu tak být dříve. Nálezy bohatých paleomalakofaun (až 30 druhů na lokalitě) z oblasti blízkých Polomených hor ukazují, že v době bronzové před vymytím vápnitých složek pískovců zde musely být listnaté živinami bohaté lesy (Ložek 2007). Přestože oblast Polomených hor leží nedaleko některých námi zkoumaných lokalit, je geomorfologicky velice rozdílná a je otázkou, zda je možné informace o její minulosti vztáhnout i na prostor Ralské plošiny.

Pokud ale holocenní prostředí Ralské plošiny pro schránkaté plže nikdy vhodné nebylo, je možné, že dnešní populace vznikly dálkovými výsadky. Plži mohou být přenášení přisedlí na povrchu těla ptáků, ale mohou také přežít průchod jejich trávicím traktem a tak být přeneseni i na velké vzdálenosti. Možnost pasivní disperze plžů prostřednictvím ptáků byla ověřena například studií Wada, Kawakasaki, Chiba 2012.

5 Postup práce a metodiky

5.1 Postup práce

1. Literární rešerše a upřesnění formulací hypotéz (Praha)
2. Příprava a zkoušení metod práce v terénu, rozdělení do skupin (Praha)
3. podkladové geologické a ortofoto mapy, starší údaje o výskytu plžů v regionu (Praha)
4. plánování experimentů (Ralsko)
3. terénní práce – sběr dat o plžích, ptácích a charakteru ekosystému (Ralsko)
4. sběr materiálu na experimenty (Ralsko, Středokluky)
5. experimenty (Vlašim, Středokluky)
6. vyhodnocení výsledků terénní práce a experimentů (Praha)
7. tvorba prezentace pro veřejnost a závěrečné zprávy (Praha)
9. tvorba popularizačního článku do školního „Expedičního časopisu“ (Praha)
8. příprava vědecké publikace na konferenci Zoologické dny 2014, příprava odborného vědeckého článku (plánováno)

Výzkum měl tři fáze. První fáze probíhala v Praze, kde byly formulovány tři hypotézy, které nejdříve potvrzují a poté zdůvodňují výskyt šneků na bazických výchozech v Ralsku¹. První hypotéza říká, že se v Ralsku nacházejí izolované populace plžů. Na tuto hypotézu navazují dvě další hypotézy, které se snaží přijít na to, jak se do Ralska plži dostali. Na základě těchto hypotéz jsme vytvořili různé podskupiny. Podskupiny se zabývaly jednotlivými obory a prováděly v terénu průzkumy týkající se těchto oborů.

- a) chemie, která se zabývala fyzikálně-chemickými parametry půdy
- b) ornitologie, která se zabývala průzkumem avifauny a následnými experimenty endodisperse a ektodisperse
- c) entomologie, která se zabývala odchytom střevlíků žijících se plži
- d) malakologie, která se zabývala mapováním malakofauny
- e) botanika, která se zabývala popisem biotopů a podrobným průzkumem bylinného, keřového a stromového patra

¹ Pojmem „Ralsko“ je v práci míněna oblast bývalého vojenského prostoru Ralsko, případně jeho okolí, nikoliv vrch Ralsko.

V první fázi probíhala také příprava na terénní část práce (tedy na druhou fázi), zahrnující přípravu materiálů, studium odborné literatury týkající se plžů (způsobu života, migrace, výskytu a jejich ekologických nároků), charakteru Ralska a jeho historického a geologického vývoje.

Také byly vytipovány lokality, na kterých měl průzkum probíhat. Poloha těchto lokalit byla vybírána podle určitých kritérií:

- a) bylo zapotřebí, aby se lokalita nacházela na „izolovaném ostrovu“, to znamená, že musela být na bazickém výchozu obklopeném takovým ekosystémem, který zamezoval aktivní imigraci plžů na lokalitu, v okolí Ralska například kyselými pískovci
- b) lokalita musela být co nejméně narušena lidskou činností nebo bylo lidské působení skončeno před co nejdélší dobou

Další fází naší práce byl samotný průzkum bazických výchozů v okolí Ralsku. Všechny průzkumy probíhaly ve vytyčených čtvercích o hraně zhruba sto metrů nacházejících se na vybrané lokalitě. Čtverce byly vytyčeny tak, aby co nejlépe vystihovaly porost a charakter lokality.

Vytyčení čtverců proběhlo pomocí GPS² a rohy čtverců byly označeny viditelnou značkou. Jednotlivým čtvercům byl přiřazen specifický kód skládající se z písmena a číslice. Písmeno (A, B) udávalo, jestli je čtverec hlavní, nebo kontrolní, a číslice udávala pořadí čtverce. Příklad: A2 = hlavní čtverec druhý v pořadí. Souřadnice rohů čtverců byly uloženy v GPS a později zaneseny do mapy.

Poslední fáze práce probíhala opět v Praze. Byly zde prováděny experimenty zabývající se možnou endodispersí a ektodispersí. Pokračovala práce s literaturou a elektronické zpracování výsledků. Na základě zjištěných údajů byly vyvozeny závěry.

5.2 Metodika malakologického průzkumu

Při malakologickém průzkumu bylo používáno několik metod (Horáčková, Juříčková 2013). Na každé lokalitě nejprve probíhal plošný sběr, kterému se věnovalo vždy 8 lidí po dobu 20 minut. Dále byl odebírán 10 l vzorek hrabanky, z něž se 5 l ručně přebíralo a z dalších 5 l se dělal mokřý výplach. Vzorky byly uchovávány v igelitových sáčkách.

5.2.1 Plošný sběr

Při ručním sběru byli plži sbíráni do misek či do kelímku, průzkum vybraného území byl zaměřen na schránkaté i nahé plže na mrtvém dřevě, na kůře stromů i pod ní či přímo na vegetaci. Přímou na místě byly sečteny počty slimáků, zápornatek na pokusy (tedy adultů

²GlobalPositionSystem, Garmin Montana 600

vřetenovek hladkých (*Cochlodina laminata*)), juvenilních závornatek a ostatních schránkatých plžů. Součet probíhal nejprve u každého účastníka sběru zvlášť. Cílem bylo zjistit, nakolik se mění počet všech nasbíraných plžů u jednotlivých lidí v závislosti na přibývajících zkušenostech s hledáním.

Juvenilní závornatky byly vypuštěny zpět do přírody, adultní vřetenovky hladké (*Cochlodina laminata*) a vrásenky okrouhlé (*Discus rotundatus*) byly uchovávány pro pokusy s ekto a endodispersí. Ostatní schránkatí plži byli konzervováni lihem pro pozdější určení v Praze. Pokud bylo jedinců některých druhů větší množství, konzervováno bylo jen několik reprezentativních jedinců a ostatní byli vypuštěni. Většina schránkatých plžů byla určována až v Praze s použitím binokulární lupy. Využívali jsme také konzultace s Mgr. Alenou Peltanovou.

Slimáci byli určováni přímo na místě podle barevných tabulí (Richling 2007). Po určení se menší slimáci vypustili a větší slimáci byli použiti jako návnada do pastí na střevlíky.

5.2.2 Výběr z hrabanky

5.2.2.1 Ruční výběr

Hrabanka byla přebírána po menších množstvích ve velkých plastových miskách. Velmi drobní plži byli vybíráni pomocí entomologické pinzety a uchovávání v plastových mikrozkušavkách Eppendorf, aby se mezi většími plži nepoškodili. Vybraní plži byli konzervováni lihem a uchováni k pozdějšímu určení.

5.2.2.2 Mokrý výplach (Horsák 2003)

Mokrý výplach byl prováděn pokud možno v blízkém okolí zkoumané lokality. Hrabanka byla ze sáčku vysypána do kbelíku a zalita vodou až po okraj. Hrubší rostlinný materiál plavající na povrchu byl omyt a odstraněn. Zbytek vzorku, zbavený už většiny rostlinného materiálu, byl vyklopen do síta, drobnější rostlinné zbytky byly odplaveny flotací opakovaným nořením cedníku pod vodní hladinu. Promytý vzorek byl sušen v látkovém pytlíku vystaveném větru a slunci. Po vysušení byl probrán pod binokulární lupou, nalezení plži byli konzervováni lihem a určení.

5.3 Metodika experimentů I. (ověření možnosti endodisperze; Vlašim)

Cílem tohoto experimentu bylo zjistit, jestli jsou někteří plži schopni přežít průchod trávicí soustavou vybraných druhů ptáků. To by také mohlo vysvětlit, proč se některé druhy vyskytují pouze na prostorově omezeném prostředí.

Experiment probíhal v záchranné stanici Para ZOO Vlašim a ve vesnici Středokluky.

Prvním krokem bylo připravit krmné dávky. Pro snadnější vyhodnocování bylo vybráno deset kusů od každého z následujících druhů: vřetenatka hladká (*Cochlodina laminata*), vrásenka okrouhlá (*Discus rotundatus*), vrkoč (*Vertigo sp.*) nebo síměnka (*Carychium minimum*) – u

těchto dvou nejmenších druhů byl podáván „mix“ v podobě 10 živých jedinců a 10 mrtvých na jednoho ptáka. V případě více jedinců v jedné voliére byla krmná dávka zvyšována podle počtu. Stále bylo nutné zachovávat poměr 10 kusů od každého druhu (tj. 40 kusů šneků) na jednoho ptáka. Pro snazší pozření byli šneci zamícháváni do potravy. V případě krkavcovitých do mletého masa, u pěvců do směsi zrnin a vařeného vejce.

Byl také vytvořen kontrolní vzorek, do kterého byl přidán teploměr pro možnost vyhodnocení získaných dat. Tento vzorek byl umístěn mimo ptačí ubikace, ale do stejného prostředí jako misky s krmnými dávkami.

Krmné dávky byly připraveny v zázemí Para zoo, mimo ptačí klece. Dalším krokem bylo dát celou dávku krmení, i se šnecy, do krmné nádoby.

Každé dvě hodiny byla prováděna kontrola krmné dávky. Bylo kontrolováno, jestli je už něco sežráno, jestli ji ptáci nevyházeli nebo s ní něco není v pořádku.

Po vyloučení ptáků je nutné posbírat jejich trus; sběr trusu byl prováděn v gumových rukavicích a za pomoci různých špachtlí a lopatek. Pro experiment je potřeba posbírat ho co nejvíce, pokud možno všechno. Také bylo potřeba zaznamenat stav krmné dávky. V případě, že nebyla celá sežrána, zaznamenat, jaké druhy plžů a kolik jich zbylo v krmné dávce. Trus byl podle druhů rozdělen do krabiček.

Trus ptáků byl za pomoci sítok promyt tak, aby v sítku zbyly jen větší částice trusu a hrubý substrát (písek ze dna voliér). Získaný materiál byl detailně přebrán.

Nalezení šneci byli dáni na 48 hodin na vlhký filtrační papír a zakroužkováni, aby se mohlo později zjistit, zda se pohnuli, a tedy, zda jsou živí. Šneci se kontrolovali po čtyřech hodinách, zda se pohnuli. A pokud ano, tak se na místě, kde se nacházeli, zakroužkovali znovu jinou barvou.

Zbytky trusů se daly také na vlhký filtrační papír a po 12 hodinách byly taktéž zkontrolovány a znovu prohledány, zda se v nich nenajdou další šneci.

5.3.1 Zhodnocení metodiky experimentů I. (ověření možnosti endodisperze; Vlašim)

Je nutné pamatovat na to, že jsou to živočichové a v různých podmínkách se chovají různě. Například pokud je hrozné vedro, tak budou ptáci žrát brzo ráno a pozdě večer. To znamená, že trus je možné sbírat až další den. S tím je potřeba počítat při koncepci pokusu.

Pro zjednodušení hledání nového trusu je dobré ještě před celým pokusem ubikaci uklidit od trusu starého a pak teprve pokus začít.

Při sběru trusu u větších ptáků, zvláště krkavcovitých, je potřeba dávat stále pozor na obyvatele ubikace, který nemusí být spokojen s návštěvou a může se chovat agresivně k narušiteli.

Při rozdělování trusu je velmi důležité krabičky správně popsat, aby nedošlo k jejich záměně.

5.4 Metodika experimentů II. (ověření možnosti ektodisperze; Středokluky)

Cílem tohoto pokusu bylo zjistit, zda se šneci (závornatky) dokáží pohybovat pasivně na nohou ptáků. Vzali se 4 spojené nožky kurů a 20 šneků (závornatek). Šneci se nandali na nohy (na každou pět). Poté se nožkami hýbalo pomalu s výkyvy 10 cm 10 krát, spočítali se šneci, kteří spadli, spadlí šneci se nenandávali. Podruhé se hýbalo 25 cm a potřetí 50 cm. Po čtvrté 10 cm středně rychle, po páté 25 cm, po šesté 50 cm. Po sedmé 10 deset cm velmi rychle, po osmé 25 cm a po deváté 50 cm. Poté se šneci nandali a zkoušely se dálkové lety, tzn. to samé, jen se s nožkami hýbalo 100krát.

5.5 Metodika botanického průzkumu

Při botanickém průzkumu bylo zkoumáno složení různých biotopů na určených lokalitách. V každém biotopu bylo prozkoumáno složení bylinného, keřového a stromového patra a zjištěná data byla zapsána do předem vytvořených botanických tabulek. Do tabulek byla zapisována odhadovaná procentuální pokryvnost jednotlivých druhů a jejich agregace³ (R – rovnoměrně, O – ostrůvky a N – náhodně). Při sběru dat se také detailně popisoval charakter biotopu (sklon svahu, množství mrtvého dřeva na lokalitě, vlhkost půdy a zajímavosti ohledně výskytu určitých druhů rostlin). Botanický průzkum byl důležitý i proto, že mohl zaznamenat výskyt druhů stromů jejichž opad je, díky vápníku vázanému citrátovou vazbou, snadným zdrojem vápníku pro schránkaté plže (Wärebörn 1969).

5.6 Metodika ornitologického průzkumu

U každé lokality byly zaznamenávány druhy ptáků, jejichž výskyt jsme zjistili díky hlasovým projevům či pozorování. Zjišťovali jsme, kolik jedinců daného druhu se na lokalitě vyskytuje. Používali jsme přitom dalekohled 10x25 a reproduktor s mp3 přehrávačem, který byl používán k hlasovým provokacím ptáků. Zjištěné údaje jsme zapisovali do terénního zápisníku a poté přepisovali do předem připravených tabulek. Dále jsme hledali pobytové stopy ptáků – skořápky vajíček, hnízdní dutiny, hnízda. Také jsme sbírali trus, který jsme lihem konzervovali a později promyli v sítku, zběžně prohledali, abychom našli případné ulity plžů či jejich pozůstatky (Wada 2012). Promytý trus s nalezenými ulitami i zbytky nestrávené kořisti byl konzervován pro pozdější podrobné prohledání pod binokulární lupou. Druhy ptáků jsme určovali podle Svensson 2012, použité nahrávky byly získány z webových stránek projektu Českého rozhlasu „Hlas pro tento den“.

5.6.1 Zhodnocení metodiky ornitologického průzkumu

Pokud zhodnotíme závislost počtu druhů ptáků na čase stráveném na lokalitě zjistíme, že čím více času bylo stráveno na lokalitě, tím více druhů ptáků bylo zaznamenáno. Je to tím, že

³ Rozložení jedinců populace

jsme si bohužel nestanovili přesný čas kontroly. Tím pádem to vypadá, že kdybychom tam byli déle, zaznamenali bychom více druhů, jenže když se tato závislost otočí (závislost času na počtu druhů) zjistíme, že to závisí také. Tím zjistíme, že u chudších oblastí jsme strávili méně času, což je způsobené naším odhadem. Když jsme byli na lokalitě pět minut a zaznamenali jsme čtyři druhy a poté dalších dvacet minut a další jsme nezaznamenali, skončili jsme, protože je málo pravděpodobné, abychom našli nějaký jiný druh.

5.7 Metodika chemicko-fyzikálního měření půdního výluhu⁴

Na každé lokalitě byl odebrán směsný vzorek půdy (Dykyjová,-Sajfertová 1989), složený z deseti odběrů. Místa odběrů byla vybírána náhodně po celé ploše vytyčeného čtverce. Odebíráno bylo ze svrchní vrstvy půdy, tedy pod spodní vrstvou hrabanky. Celý vzorek byl důkladně promíchán ve větší plastové nádobě, následoval odběr 40 g směsi půdy. Tento podvzorek byl v plastové lahvičce smíchán s 80 ml destilované vody.

Výluh se nechal přes noc odstát, aby těžší částice sedimentovaly, načež byla část bez sedimentů přefiltrována pomocí jemného sítko do malé lahvičky. Tento supernatant⁵ byl měřen. K měření pH byl použit přístroj Greisinger GMH3530 s pH elektrodou Greisinger GE105, měření konduktivity bylo prováděno přístrojem Greisinger 3410 s vestavěnou elektrodou. Proběhlo troje měření konduktivity a dvě měření pH, naměřené hodnoty byly zprůměrovány (s vyloučením extrémních hodnot, které mohly být způsobeny chybným měřením jak ze strany přístroje, tak ze strany lidského faktoru).

5.8 Metodika průzkumu výskytu střevlíků živících se plži

Jako další doplňující výzkum byl zvolen transektový odchyt střevlíků do padacích pastí. Snahou bylo zjistit početnost a zastoupení druhů, které se živí převážně plži.

Odchyt byl prováděn pomocí zakopaných padacích pastí umístěných napříč lokalitou. Pasti bylo nutné zakopat tak, aby okraj pasti byl cca 1 cm pod úroveň terénu, a bylo je třeba překrýt kusem kůry nebo dřevem, aby v případě deště nedošlo k naplnění vodou a utopení chycených brouků. Také bylo nutné vybrat místa s malou svažitostí. Po zakopání byla přidána návnada. Jako návnada byli používáni slimáci, nejčastěji druhy slimák popelavý (*Limax cinereoniger*), slimák tygrovaný (*Limax maximus*) a *Arion fuscus*. Slimáky, kteří sloužili jako návnada, bylo potřeba důkladně rozmačkat a potom vždy kousek odebrat do připravené pasti. Pro odchyt byly používány umělohmotné kelímky o obsahu 0,5 a 0,3 l. Na každou lokalitu bylo položeno deset pastí. Pro lepší přehlednost pastí k nim byly zapíchnuty cca 50 cm dlouhé klacíky s mašlí na konci. To také výrazně napomáhá při následném hledání pastí. Pasti byly na lokalitě ponechány přes noc a vybírány byly brzy ráno.

⁴ S využitím výukových materiálů občanského sdružení TEREZA

⁵ tekutina nad sedimentem, v tomto případě část přefiltrovaného výluhu

Po vybrání všech nachytaných exemplářů a zapsání do tabulky byl od každého druhu ponechán jeden jedinec na přesné určení. Tento určovací vzorek byl zakonzervován lihem.

Bylo velmi důležité všechny pasti na lokalitách znovu nalézt a odnést, jinak v nich všichni případní další chycení živočichové bezdůvodně zahynou.

5.9 Metodika zaznamenávání počasí

POČASÍ	KÓD
Slunečno, teplo	S1
Slunečno, mírně	S2
Zataženo, teplo	Z1
Zataženo, zima	Z2
Déšť	D
Po dešti	P
Mrholení	M
Větrno	V

Počasí bylo zaznamenáváno po celou dobu sběru dat. Z každého dne je vytvořený krátký text popisující počasí a jeho změny. Typy počasí také byly pomocí kódů přiřazeny k jednotlivým lokalitám. Po celou dobu výzkumu v terénu každých 30 minut zaznamenával údaj o teplotě a světlu meteorologický teploměr (HOBO Pendant Temperature/ Light Data Logger).

6 Výsledky

6.1 Celková charakteristika oblasti

Převzato a upraveno podle Kadlčík et al. 2013.

Oblast vojenského výcvikového prostoru Ralsko se rozkládá na 250 km² v severních Čechách, kousek pod Libercem. Je to poměrně zvlněná krajina, kde se tyčí vrchy Bezděz (603 m n. m.), Dub (458 m n. m.), Bělá (309 m n. m.) a další. Také tu protéká několik vodních toků, největším z nich je Ploučnice, dále Mohelka, Zábrdka nebo Hradčanský potok s mnoha rybníky.

Geologické podloží na území Ralska je víceméně homogenní a kyselé, tvořené pískovcem. Pro život tedy poměrně nepřívětivé. Písčité půdy propouštějí minerály a jiné živiny hlouběji, kde vytváří tzv. ortštejny. Kyselá voda (okyselená například rozkládajícím se jehličnatým opadem) protékající skrz svrchní písčitou vrstvu splavuje humus z povrchu. Písek se tak slepí hydroxidy železa, hliníku a humusem. Vzniká tak ortštejn 20 - 30 cm pod povrchem, těžká a pevná složka, která je nepropustná jak pro vodu, tak i pro kořenové systémy rostlin, a ochuzuje porost (dnes lesníci půdu orají, aby narušili vrstvu ortštejnu a umožnili tak stromům vytvořit kořenový systém). Půda je tedy chudá na živiny i na vodu.

Poměrně chudý porost obohacují bazaltové žíly, které vznikaly podél četných zlomů na téměř každém vrchu Ralska. Spolu s sebou přinesly i železo, které vykryštovalo na okrajích žil a bylo těženo horníky. Bazalt, jakožto zásaditá hornina, je znatelně úrodnější a výrazně tak zvyšuje druhovou diverzitu ralských lesů. Bazaltové výchozy pokrývají zejména buky lesní a další listnaté stromy, jinak vzácné v okolních borových lesích.

Tato oblast je jedna z mála v Česku, kde je dodnes zachovaný původní porost. Jelikož na písčitém podloží skoro nic jiného neroste a území nebylo v centru lidské činnosti v oblasti Českolipska, bory pokrývají úbočí ralských vrchů již od poslední doby ledové. Mimo písčité podloží rostou také původní doubravy a bučiny, které jsou dnes začleněny do četných chráněných území.

První lidé začali osidlovat tyto v porovnání s okolím nehostinné kraje ve středověku. První písemná zmínka o vesnici Kuřívody, která se nachází v bývalém výcvikovém vojenském prostoru Ralsko, pochází z roku 1264. Oblast osidlovali především odolnější němečtí obyvatelé (před první světovou válkou činila německá populace v oblasti 97%). V důsledku neúrodné půdy místní lidé spíše chovali zvěř (hlavně koně) a věnovali se dřevohospodářství. Pro vojenské účely začal být prostor využíván již za Josefa II. díky poloze v pohraničí a nízké hustotě zalidnění, a také se tu odehrála jedna ze šarvátek předcházející bitvě u Hradce Králové.

Jako součást tzv. Sudet bylo území předáno po Mnichovské dohodě v roce 1938 Třetí Říši, která zde pokračovala ve výcviku vlastních jednotek Afrikakorps. Po válce a vysídlení německého obyvatelstva byla oblast zčásti dosídlena Čechy z vnitrozemí. O dva roky později

se československá armáda rozhodla vojenský prostor obnovit. Po roce 1968 jej jako okupovaný stát předala sovětské armádě, ta jej rozšířila, zmodernizovala a roku 1991 opustila. Zanechala po sobě opuštěné vojenské objekty, zbytný materiál a municí silně zamořené území. Po dlouhé, náročné a stále nedokončené asanaci bylo území zpřístupněno veřejnosti a dosídleno.

6.2 Charakteristiky lokalit

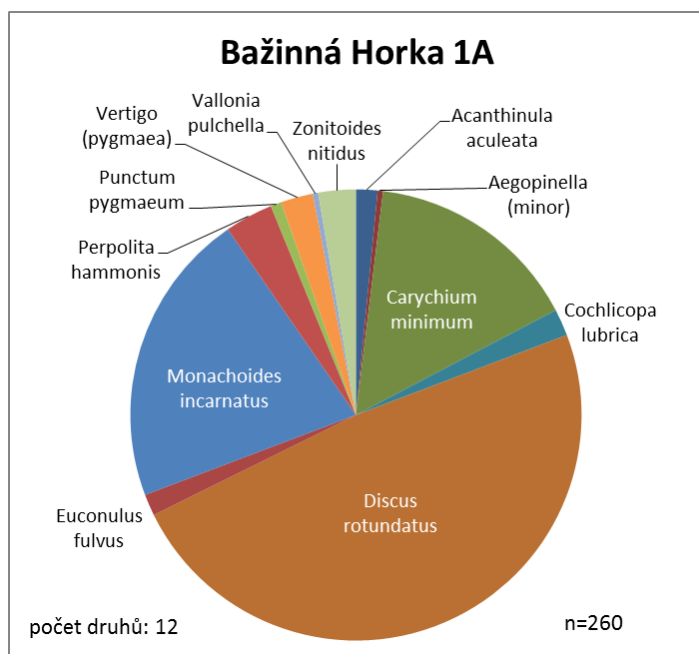
6.2.1 Bažinná horka 1A

Při výzkumu bylo mírně deštivo a chladno, ideální počasí pro šneky, až na ten chlad.

Podmáčená lokalita pod vrcholem kopce ve velmi mírném svahu, nachází se zde soustava stálých i nestálých jezírek. Kolem vrcholu se rozprostírá habrová bučina bez keřového patra, u jezírek rostou olše různých věkových kategorií a vlhkomilné druhy bylin, například máta

bahenní a další. Na jezírkách se vyskytuje okřehek. Okolí jezírek je bohatší na živin a vyjímá se i vysokou pokryvností a velkým množstvím biomasy bylinného patra. Leží zde padlé kmeny v různé fázi tlení. Pravděpodobné jsou pokusy o těžbu v dřívějších dobách.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 21 rostlinných druhů. Ve stromovém patře byl dominantní buk lesní (*Fagus silvatica*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) spolu s habrem obecným (*Carpinus betulus*). V bylinném patře dominovala netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), která pokrývala téměř polovinu lokality.



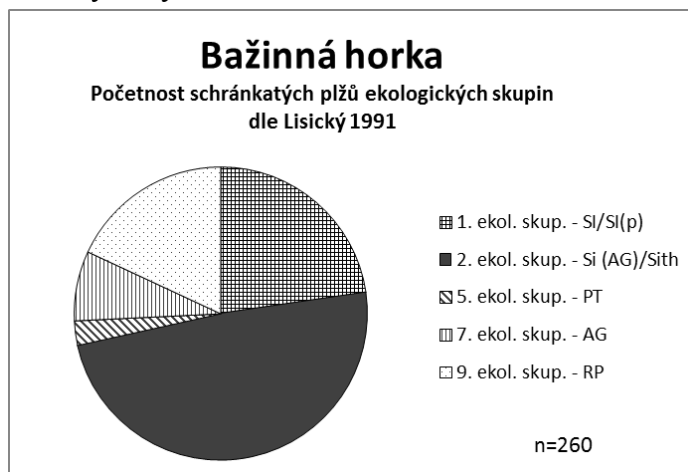
Graf 1 Druhové složení populace schránkatých plžů na lokalitě Bažinná horka.

Půda, z které se na tomto místě čerpají živiny je kyselejší, průměrná hodnota pH je 5,23 (naměřené hodnoty se pohybují mezi 4,1 a 5,4). Průměrná konduktivita tu je 94,6 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 66 $\mu\text{S/cm}$, max.: 101 $\mu\text{S/cm}$).

Z ornitologického hlediska byla Bažinná horka velmi bohatou lokalitou, zaznamenali jsme zde 15 druhů ptáků. Kromě jiných zde byl kos černý (*Turdus merula*) žeroucí šneky a strakapoud který s ním, u kterého se nám nepovedlo určit druh. Z dalších zajímavých ptáků jsme zde spatřili například krkavece velkého (*Corvus corax*). Dále se nám povedlo nalézt ptačí trus, ve kterém byla později nalezena celá schránka šneka a téměř neporušená schránka mnohonožky.

Bažinná Horka patřila z malakologického hlediska mezi druhově nejbohatší lokality. Ze schránkatých plžů byly nejpočetněji zastoupeny vrásenka okrouhlá (*Discus rotundatus*; 126 ex.), vlahovka narudlá (*Monachoides incarnatus*; 55 ex.) a síměnka nejmenší (*Carychium minimum*; 40 ex.), viz **Graf 1**. Vlhčí prostředí charakteristické pro lokalitu se odráží i v početném zastoupení druhů vázaných na vlhčí prostředí (9. ekologická skupina dle Lisického 1991), které tvoří 19% celkové populace (viz **Graf 2**).

Druhové složení lokality je v zásadě typické pro vlhčí lokality ze zkoumané skupiny bazických výchozů



Graf 2 Zastoupení jednotlivých ekologických skupin dle Lisický 1991 na lokalitě Bažinná horka.

6.2.2 Smrčina u Horky 1B

Při výzkumu nejdříve poprchávalo a později bylo už jen pod mrakem.

Vzrostlá smrková monokultura s malou příměsí borovice, břízy a modřínu, poměrně suchá, leží na rovině. Množství mrtvého dřeva je minimální, na zemi leží pouze několik bříz a jíva, patrně ponechaných po kácení. Je zde bohaté mechové patro s ostrůvky borůvky.

Na této lokalitě bylo nalezeno 8 rostlinných druhů. Stromovému patru dominoval smrk ztepilý (*Picea abies*) s pokryvností 40% a bylinnému patru dominovala brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), která pokrývala 30% území.

Půda je zde kyselá, proto tu roste hodně smrků, kterým toto podloží nevadí. Naměřili jsme tu nejmenší hodnotu 3,9 pH, průměrná hodnota je 4,0 (min.: 3,9, max.: 4,0). Průměrná konduktivita je zde 73,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (min.: 58,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, max.: 73,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Smrčina u Horky byla poměrně chudá. Bylo zde pouze 5 druhů ptáků a to kos černý (*Turdus merula*), sýkora uhelníček (*Parus ater*), králíček obecný (*Regulus regulus*) a pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*).

Plži se koncentrovali téměř výhradně na jedinou padlou jívu.

6.2.3 Čertova stěna 2A

Počasí během výzkumu bylo slunečné, ke konci začínalo poprchávat.

Suchá vzrostlá bučina s asi sto let starým porostem se rozprostírá na příkrém svahu. Přechází v mladou smrkovou monokulturu, směrem k vrcholu však druhová diverzita roste a v podrostu přibývají k maliníkům a ostružiníkům též luční druhy. Leží zde několik padlých kmenů, stejně tak lze nalézt trouchnivějící pařezy. Na vrcholu jsou výrazné stopy po důlní činnosti.

Na této lokalitě bylo celkem nalezeno 20 rostlinných druhů. Z nichž byl v biotopu s kódem „Bu“ nejdominantnější buk lesní (*Fagus silvatica*) s téměř stoprocentní pokryvností a v biotopu s kódem „Sm“ smrk ztepilý (*Picea abies*) s absolutní pokryvností. V bylinném patře dominovaly lipnicovité (*Poaceae*) s deseti pokryvnostními procenty.

Průměrné pH zde bylo naměřeno 4,9 (min.: 4,8, max.: 5,0), proto je půda na této lokalitě kyselejší. Průměrná konduktivita zde byla 45,0 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 30,5 $\mu\text{S/cm}$, max.: 60,0 $\mu\text{S/cm}$).

Na rozdíl od Smrčiny u Horky se ptáci na Čertově stěně vyskytovali velmi hojně. Bylo zde 13 druhů ptáků. Z těch zajímavějších zde byl kos černý (*Turdus merula*), mlynařík dlouhoocasý (*Aegithalos caudatus*), či šoupálek dlouhoprstý (*Certhia familiaris*).

6.2.4 Velký Jelení vrch, bučina 3A

Počasí během průzkumu bylo jasné a slunečné.

Vzrostlou bučinu tvoří velmi staré buky, leží na strmém západním svahu. Lokalita je prosvětlená, v horní části převládají kopřivy, kapradí a lipnicovité rostliny. Nachází se tu mnoho mrtvého dřeva i větší velikosti.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno deset rostlinných druhů. Ve stromovém patře jako jediný převládal buk lesní (*Fagus silvatica*) s pokryvností 95% a v bylinném patře dominovala bika hajní (*Luzula nemorosa*) s pokryvností 90% a mařinka vonná (*Asperula odorata*) s pokryvností 20%

Z chemického hlediska je půda relativně kyselá, průměrné pH 5,0 (min.: 5,0, max.: 5,1). Průměrná konduktivita 56,0 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 42 $\mu\text{S/cm}$, max.: 70 $\mu\text{S/cm}$).

Zaznamenali jsme zde 9 druhů ptáků. Pro náš výzkum nebyli moc užiteční.

6.2.5 Velký Jelení vrch, jasenina 4A

Počasí během průzkumu bylo jasné a slunečné.

Lokalita se nachází na příkrém srázu na východní straně kopce. Roste zde vzrostlá jasenina s velmi starými jasaný, zastoupeny jsou však všechny věkové kategorie stromů. Ne zcela souvislý podrost tvoří kapradí, kopřivy, bažanka či kakost, výjimkou jsou ostrůvky pokryté pouze spadáním listů. Nachází se zde hodně mrtvého dřeva. Biotop je podobný suťovému lesu.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno sedm rostlinných druhů. Dominantním druhem ve stromovém patře byl jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a v bylinném patře dominovala bažanka vytrvalá (*Mercurialis perennis*) s pokryvností 40% a mléčka sp. (*Mycelis sp.*) s pokryvností 20%.

Průměrné pH je zde na rozdíl od bučiny z druhé strany kopce o něco zásaditější 5,3 (min.: 5,3 max.: 5,4). Průměrná konduktivita je 45,0 µS/cm (min.: 26,4 µS/cm, max.: 65,0 µS/cm).

Zde to bylo z hlediska ptáků daleko slibnější. Zaznamenali jsme zde sice jen 6 druhů ptáků, avšak daleko důležitějších druhů. Mezi nimi byli druhy jako například kos černý (*Turdus merula*), dva jedinci nyní už vzácnějšího datla černého (*Dryocopus martius*).

6.2.6 Bor u Jeleních vrchů 3/4B

Během průzkumu bylo zataženo a relativně teplo.

Lokalita leží na rovině. Vlhká louka se spíše stinným charakterem přechází v suchý borovicový les. Na louce převládají spíše luční typy rostlin (například rozrazil či bika),-. Podrost lesa tvoří převážně brusnice borůvka a brusnice brusinka.

Na této lokalitě bylo nalezeno celkem 23 rostlinných druhů. Nejdominantnější dřevina ve stromovém patře byla borovice lesní (*Pinus silvestris*) s 20% pokryvností. A v bylinném patře to byla srha říznačka (*Dactylis glomeratus*) s pokryvností 40% a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) s pokryvností 65%. Biotop L7.3 (subkontinentální borová doubrava)

Je zajímavé, že na rozdíl od obou vrchů je zde průměrné pH 4,6 kyselější (min.: 4,6, max.: 4,7). Průměrná konduktivita byla 46,0 (min.: 41,0 µS/cm, max.: 51,0 µS/cm).

Tato lokalita byla poměrně nezajímavá. Byly zde pouze 4 druhy ptáků.

6.2.7 Malý Jelení vrch 5A

Během průzkumu bylo pod mrakem a příjemná teplota.

Bučina rozprostírající se na příkrém svahu leží na jižní straně. Staré zdravé buky stíní porost s velkou diverzitou. Nachází se zde mnoho mrtvého dřeva, převážně padlé buky a jilmy, a místy suť. Chybí keřové patro.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 27 rostlinných druhů. Ve stromovém patře byl dominantní buk lesní (*Fagus sylvatica*) s 90% pokryvností. V bylinném patře dominovaly tyto druhy: bažanka vytrvalá (*Mercurialis perennis*) s pokryvností 40%, mařinka vonná (*Asperula odorata*) s pokryvností 20%. Zajímavým druhem na této lokalitě byla kyčelnice cibulkonosná (*Dentaria bulbifera*) tato rostlina je ukazatelem kvalitní a kypré půdy.

Na tomto místě je průměrné pH 4,9 (min.: 4,9, max.: 4,9) půda je tedy kyselější. Konduktivita je zde průměrně 64,0 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 60,5 $\mu\text{S/cm}$, max.: 68,0 $\mu\text{S/cm}$).

Zde bylo více než 7 druhů ptáků. Mezi nimi například datel černý (*Dryocopus martius*), kos černý (*Turdus merula*), či strakapoud sp.

6.2.8 Malá Buková 6A

Počasí během průzkumu bylo mírně deštivé.

Lokalita se nachází částečně na vrcholu, částečně pod vrcholem kopce na svahu se sklonem asi 30°. Je zde přítomno několik biotopů: skalní biotop, vzrostlá bučina a vrchol. Pískovcová skalní stěna je téměř kolmá a není zastíněna stromy. Bukový les je velmi vzrostlý, s malou druhovou diverzitou (rostou tu především kopřivy), a nachází se v něm mnoho spadlých stromů a vývrátů. Má téměř pralesní charakter. Vrchol je poměrně suchý a rovný, rostou zde luční a stepní typy rostlin.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 31 rostlinných druhů. Ve stromovém patře dominoval buk lesní (*Fagus sylvatica*) s pokryvností 50% a dub letní (*Quercus robur*). V bylinném patře dominovaly tyto druhy: kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) s pokryvností 50%, vrbka úzkolistá (*Chamaenerium angustifolium*) s 10% pokryvností. V keřovém patře dominoval bez hroznatý (*Sambucus racemosa*) s 10% pokryvností.

Je zde kyselější půda, průměrné pH je 4,9 (min.: 4,9, max.: 5,0). Průměrná konduktivita 58,0 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 52,1 $\mu\text{S/cm}$, max.: 65,0 $\mu\text{S/cm}$).

Na této lokalitě bylo spatřeno či slyšeno 9 druhů ptáků. Ovšem byli to druhy pro nás z hlediska vazby na šneky nezajímavé.

6.2.9 Velká Buková 7A

Počasí během průzkumu bylo jasné, místy zataženo.

Na lokalitě se nachází louka a bukový les. Leží na svahu, částečně mírném, částečně strmějším. Louka má spíše skalně-stepní charakter a není příliš zastíněná. Má však bohaté mechové patro, ostrůvkovitě rozmístěné, a menší množství mrtvého dřeva. Stinný les je

tvořen vzrostlými buky, oproti louce mu chybí mechové patro. Nachází se zde mnoho tlejících kmenů.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 13 rostlinných druhů. Stromové patro bylo tvořeno výhradně bukem lesním (*Fagus silvatica*). Bylinné patro bylo převážně tvořeno kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*), která byla na 20% lokality. Zajímavou rostlinou na této lokalitě byl pablen kraňský (*Scopolia carniolica*).

Půda je relativně kyselá, průměrná hodnota pH je 4,9 (min.: 4,9, max.: 4,9). Průměrná konduktivita 47,5 $\mu\text{S/cm}$ (min.: 44,0 $\mu\text{S/cm}$, max.: 51,0 $\mu\text{S/cm}$).

Velká Buková je z ornitologického hlediska daleko zajímavější než Malá Buková. Zaznamenali jsme sice jen 7 druhů ptáků, ale jsou zde druhy jako datel černý (*Dryocopus martius*), či zvonek zelený ().

6.2.10 Bor u Bukových 6/7B

Během průzkumu bylo slunečno, místy zataženo.

Na rovné lokalitě roste velmi suchý prosvětlený bor s menšími smrky (dosahují asi pět metrů pod úroveň borovic). Keřové patro téměř chybí, vyjma drobných ostrůvků. Mechové patro je naopak velmi bohaté, v bylinném patru jsou pouze místy lipnicovité. Mrtvého dřeva je zde velmi málo.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 7 rostlinných druhů. Ve stromovém patře dominovala borovice lesní (*Pinus silvestris*) s pokryvností 40%. v bylinném patře to byla brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) s pokryvností 75% a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) s pokryvností 10%. Biotop L7.3 (subkontinentální borová doubrava)

Půda je tu více zásaditá, než na předchozích lokalitách, průměrné pH 5,6 (min.: 5,6, max.: 5,7). Průměrná konduktivita $\mu\text{S/cm}$ 26,0 (min.: 22,4 $\mu\text{S/cm}$, max.: 30,0 $\mu\text{S/cm}$).

V této kontrolní lokalitě je 6 druhů ptáků. Ovšem nebyli pro nás důležití.

6.2.11 Sedlo mezi Bukovými 6/7 A/B

Počasí během průzkumu bylo slunečné, místy zamračeno.

Prosvětlená lokalita leží na svahu, roste zde smrková monokultura. Na protějším svahu se však nachází smíšený listnatý les, proto se zde nachází i semenáčky javoru či buku. Keřové patro nicméně chybí, zem je zadušená jehličím. V lese se pravděpodobně hospodaří, jsou zde pařezy, padlého dřeva je však minimum.

Na této lokalitě bylo celkově nalezeno 8 rostlinných druhů. Ve stromovém patře převládal smrk ztepilý (*Picea abies*) s pokryvností 60%. V bylinném patře převládala brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) s pokryvností 10%.

V sedle je průměrné pH 4,4 (min.: 4,4, max.: 4,4) nižší než v boru. Průměrná konduktivita 41,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (min.: 39,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, max.: 40,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Zde bylo zaznamenáno 7 druhů ptáků. Byl zde například kos černý (*Turdus merula*), či datel černý ().

6.2.12 Bor u Kuřivod 8B

Počasí během výzkumu bylo velice slunečné a teplé.

Podrost rovné suché smrkové monokultury je tvořen ostrůvky hasivky orličí, keřovým patrem smrků a hojnými mechy, občas se vyskytne i šťavel kyselý. Mrtvého dřeva je zde velmi málo.

Na tomto stanovišti bylo celkově nalezeno 7 rostlinných druhů. Ve stromovém patře dominovala borovice lesní (*Pinus silvestris*) s pokryvností 20% a Smrk ztepilý (*Picea abies*) s pokryvností 15%. v bylinném patře převládala hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*) s 50% pokryvnosti a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) s pokryvností 20%. Biotop L8.1 (Boreokontinentální bor)

Průměrné pH tu je 4,1 (min.: 4,1, max.: 4,1). Průměrná konduktivita (min.: 46,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, max.: 57,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Zde byly čtyři druhy ptáků. Například drozd zpěvný ().

6.3 Výsledky

6.3.1 Výsledky chemicko-fyzikálního měření půdního výluhu

Bylo provedeno měření pH a konduktivity na dvanácti lokalitách, z toho pět lokalit bylo kontrolních. Na základních lokalitách se hodnota pH pohybovala od 4,9 do 5,4 a konduktivita mezi 44 a 87 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. U kontrolních lokalit nabývalo pH hodnot 4 až 5,7 a konduktivita 23 až 73 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Průměrná hodnota pH na základních lokalitách je 5,1, na kontrolních lokalitách je o něco nižší – 4,6. Také průměrná konduktivita na základních lokalitách (59 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) je vyšší než na kontrolních lokalitách (46 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$).

6.4 Výsledky experimentů

6.4.1 Endodisperse - Vlašim

Naše endodisperzní pokusy se podařilo provést s celkem 10 druhy ptáků. Konkrétně se jednalo o tyto druhy: krkavec velký (*Corvus corax*), havran polní (*Corvus frugileus*), vrána šedá (*Corvus cornix*), kavka obecná (*Corvus monedula*), straka obecná (*Pica pica*), sojka obecná (*Garrulus glandarius*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), kos černý (*Turdus merula*), holub hřivnáč (*Columba palumbus*), holub domácí (*Columba livia cf. Domestica*).

7 Závěry

I. Z našich výsledků vyplývá, že zkoumané populace schránkatých plžů jsou opravdu izolované a lokality na bazických výchozech se od svého okolí výrazně liší.

II. Z literatury (Ložek 2007) jsme zjistili, že v Polomených horách nacházejících se nedaleko zkoumaného území, byla ještě v době bronzové bohatá společenstva schránkatých plžů ukazujících na přítomnost listnatých vápníkem bohatých lesů. Přímo ke zkoumané oblasti se vztahuje studie Nováka et. al. 2012, která tvrdí, že pro oblast Ralské plošiny je charakteristická vegetace tvořená převážně chudými bory, která se nikdy výrazně nezměnila.

Lze tedy říci, že podle současných nám dostupných poznatků v oblasti podmínky vhodné pro plošný výskyt schránkatých plžů spíše nikdy nebyly.

III. Podařilo se nalézt informace o paleomalakologických nálezech z blízkého Bezdězu a z Ploučnice (Svoboda et al. 2003). Tyto lokality nepatří přímo do zkoumané oblasti, Bezděz je však bazickým výchozem ležícím jen trochu jižněji než námi zkoumané lokality a byly zde už z období mezolitu nalezeny některé z druhů vyskytujících se na námi zkoumaných lokalitách (včetně *Monachoides incarnatus*; *Cochlodina laminata* a dalších zástupců čeledi *Clausiliidae*). Nicméně nám tyto informace nic neříkají o minulosti zbytku Ralské plošiny.

IV. Na všech lokalitách byl proveden botanický průzkum, bylo změřeno pH a konduktivita vodního výluhu půdy. Na základě zjištěných dat lze odlišit lokality na bazických výchozech od kontrolních lokalit v okolí.

V. Na všech lokalitách byl pomocí plošného sběru, výběru z hrabanky a mokrého výplachu z hrabanky proveden kvantitativní i kvalitativní malakologický průzkum. Celkem byl zjištěn výskyt 23 druhů schránkatých plžů. Celkové počty jedinců nalezených použitými metodami na jedné lokalitě byly velmi rozdílné (0 -827 ks). Populace jednotlivých lokalit se lišily i z hlediska druhového složení.

VI. Na lokalitách se vyskytují některé druhy ptáků, kteří se živí zkoumanými druhy plžů (Barker 2004). Některé druhy ptáků byly pozorovány při pohybu přímo na místech, kde se vyskytují i ve větším množství schránkatí plži (spodní části kmenů, ležící kmeny, povrch země).

VII. Pro druhy *Cochlodina laminata*, *Alinda biplicata* a *Discus rotundatus* byla ověřena možnost úspěšného průchodu trávicím traktem, což nasvědčuje možnosti endodisperze. Jedinci druhu *Cochlodina laminata* byli schopni udržet se poměrně dlouho na ptačích nohách během simulace letu, což nasvědčuje možnosti ektodisperze.

8 Literatura

- Barker, Gary M., eds. 2004. *Natural Enemies Of Terrestrial Molluscs*. Wallingford, Oxfordshire, UK : CABI Pub.
- Brůna, Josef, Pavlína Hrdličková, Luboš Borůvka, Monika Bradová, Jana Albrechtová, Drahomíra Bartáková, Dagmar Malá et al. 2010. *Pedologie*. Praha: Sdružení TEREZA. [metodické materiály].
- Buchar, Jan. 1992. *Stručný přehled zoologie bezobratlých*. Praha: Katedra zoologie přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.
- Buchar Jan, Ducháč Václav, Hůrka Karel, Lellák Jan. 1995. *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia s.r.o.
- Bud'ová, Jana. 2011. *Možnosti šíření sladkovodních plžů [Dispersal of freshwater gastropods]*. Bachelor's thesis, Univerzita Karlova v Praze.
- Čejka, Tomáš. 2008: Měkkýše na cestách. *Malacological bulletin*. 14 July 2008. Available from: <http://malbull.blogspot.com/2008/07/cardium-attached-at-foot-of-sterna-sp.html>
- Dörge, Nicola, Christian Walther, Burkhard Beinlich and Harald Plachter. 1999. The significance of passive transport for dispersal in terrestrial snails (Gastropoda, Pulmonata). *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*. 8: 1-10.
- Dundee, S. Dee, Paul H. Phillips and John D. Newsom. 1967. Snails on migratory birds. *Nautilus*. 80(3): 89-91.
- Dykyjová-Sajfertová, Dagmar. 1989. *Metody studia ekosystémů*. 1st ed. Praha: Academia. 206-207.
- Faustus, Luděk and František Polívka. 1975. *Botanický klíč*. 20th ed. Praha: SPN.
- Figuerola, Jordi and Andy J. Green. 2002. Dispersal of aquatic organisms by waterbirds: a review of past research and priorities for future studies. *Freshwater Biology*. 47: 483-494.
- Gittenberger, Edmund, Dick S. J. Groenenber, Bas Kokshoorn and Richard C. Preece. 2006. Molecular trails from hitch-hiking snails. *Nature*. 439(7075): 409.
- Goodacre, SL. 2006. Marathon mollusc migrations. *Heredity*. 97(1): 1.
- Horáčková, Jitka and Lucie Juříčková. 2013. Nivní malakofauna Ploučnice (Severní Čechy) [The floodplain mollusc fauna of the Ploučnice River (North Bohemia)]. *Malacologica Bohemoslovaca*. 12: 40-47. Available from: <http://mollusca.sav.sk/pdf/12/12.Horackova2.pdf>
- Horsák, Michal. 2003. Jak jednodušeji vzorkovat prameništří malakocenózy [How to sample mollusc communities in mires easily]. *Malacologica Bohemoslovaca*. 2: 11-14.

Horsák, Michal. 2012. Pomalí nebo rychlí? Šíření suchozemských plžů [powerpointová prezentace]. Zoologické dny 2012 Brno.

Horsák, Michal, Lucie Juříčková, Luboš Beran, Tomáš Čejka and Libor Dvořák. 2010. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky [Annotated list of mollusc species recorded outdoors in the Czech and Slovak Republics]. *Malacologica Bohemoslovaca*. 1: 1-37.

Charalambidou, Iris and Louis Santamaría. 2002. Waterbirds as endozoochorous dispersers of aquatic organisms: a review of experimental evidence. *Acta Oecologica*. 23: 165-176.

Chlupáč, Ivo, Rostislav Brzobohatý, Jiří Kovanda and Zdeněk Stráník. 2002. *Geologická minulost České republiky*. 1st ed. Praha: Academia.

Jelínek, Jan and Vladimír Zicháček. 2011. *Biologie pro gymnázia*. 9th ed. Olomouc: Olomouc.

Kadlčík, Matyáš, Tomáš Kekrt, Filip Mašek, Jakub Jindra, Jan Pokorný, Martin Liška, Ondřej Roch et al. 2013. Charakteristika zkoumané oblasti. In: *Vliv bývalého vojenského prostoru na krajinu okolo Ralska*. Students research, Gymnázium Přírodní škola.

Kappes, Heike, Werner Topp, Peter Zach and Jan Kulfan. 2006. Coarse woody debris, soil properties and snails in European primeval forests of different enviromental conditions. *European Journal of Soil Biology*. 42: 139-146.

Kirchner, Ch., R. Krätzner and F. W. Welter-Schultes. 1997. Flying snails – how far can *Truncatellina* (Pulmonata: Vertiginidae) be blown over the sea?. *Journal of Molluscan Studies*. 63: 479-487.

Konrad, Martin and Michael Sommer. 2004. Relationships between land snail assemblages patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *Journal of Biogeography*. 31: 531-545.

Krejča, Jindřich, Ladislav Šomšák, Radmila Bělohávková, Martin Červenka, Viera Feráková, Milan Háber, Jaroslav Kresánek, Libuše Paclová and Vojtech Peciar. 2007. *Velká kniha rostlin, minerálů a zkamenělin*. Bratislava: Příroda.

Lacina, Adam and Michal Horsák. 2012. Včelínka ozdobná – další z úspěšných výsadků alpského původu – z červené knihy našich měkkýšů. *Živa*. 2012(6): 289-290.

Lisický, M. J. 1991. *Mollusca Slovenska*. Bratislava: Veda.

Literák, Ivan. 2012. S ptáky se mohou stěhovat i plži – pěníce hnědokřídlá a skleněnka průsvitná. *Živa*. 2012(5): 245-246.

Losos, Bohumil, Ján Gulička, Jan Lellák and Jaroslav Pelikán. 1984. *Ekologie živočichů*. 1st ed. Praha: SPN.

- Ložek, Vojen. 1956. *Klíč československých měkkýšů*. Bratislava: SAV.
- Ložek, Vojen. 1973. Relikty a výsadky. *Živa*. 1973(5): 180-184.
- Ložek, Vojen. 2007. *Zrcadlo minulosti: Česká a slovenská krajina v kvartéru*. 1st ed. Praha: Dokořán.
- Ložek, Vojen. 2009. Refugia, migrace a brány II. Ve světle dnešních poznatků. *Živa*. 2009(5): 194-198.
- Ložek, Vojen. 2012. Kolísání a změny naší měkkýší fauny během kultivace střední Evropy 2. Skrytí imigranti a pohled do hlubší minulosti. *Živa*. 2012(1): 5-7.
- Malone, R. Charles. 1965. Dispersal of aquatic gastropods via the intestinal tract of water birds. *Nautilus*. 78(4): 135-139.
- Matis, Dušan, Mirko Bohuš, Ľubomír Brtek, Tomáš Čejka, Ján Gulička, Karol Hensel, Matej Kiefer, et al. 2009. *Velká kniha živočichů*. 4th rev. ed. Bratislava: Příroda.
- Peltánová, Alena, Libor Dvořák and Lucie Juříčková. 2012. The spread of non-native *Cepaea nemoralis* and *Monacha cartusiana* (Gastropoda: Pulmonata) in the Czech Republic with comments on other land snail immigrants. *Biologia*. 67(2): 384-389.
- Pfleger, Václav, Pradáč, Jiří. 1981. *Krásá lastur*. Praha: Academia
- Svensson, Lars. 2012. *Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého Východu*. 2nd ed. Praha: Ševčík.
- Szalontayová, Veronika. 2010. *Disperse, molekulární fylogenetika a fylogeografie suchozemských plžů se zaměřením na čeleď Clausiliidae [Dispersal, Molecular Phylogeny and Phylogeography of Land Snails with Focus on the Family Clausiliidae]*. Final thesis, Univerzita Karlova v Praze.
- Szalontayová, V., P. Tlachač, A. Petrušek and L. Juříčková. 2013. Genetická diverzita evropského rodu suchozemských plžů *Cochlodina* (Gastropoda: Clausiliidae) se zaměřením na *C. laminata* [poster]. In: Zoologické dny Brno 2013. Bryja J., Z. Řehák and J. Zukal (eds), *Sborník abstraktů z konference 7.-8. února 2013*: 223–224.
- Vnouček, Jonatán, Jasna Simonová, Kryštof Bouřil, Barbora Kadlecová, Miloš Halda, Adam Bartůšek, Ondřej Halama et al. 2012. *Vojáci a sedláci: vliv činnosti člověka na přírodu Ralska*. Students research, Gymnázium Přírodní škola.
- Wada Shinichiro, Kazuto Kawakami and Satoshi Chiba. 2012. Snails can survive passage through a bird's digestive system. *Journal of Biogeography*. 39: 69-73.
- Wäreborn, Invar. 1969. Land molluscs and their environments in an oligotrophic area in Southern Sweden. *OIKOS*. 20: 461-479.

Martin, Sommer: Relationships between land snail assemblages patterns and soil properties in temperate-humid forest ecosystems. *Journal of Biogeography* 31, 531-545

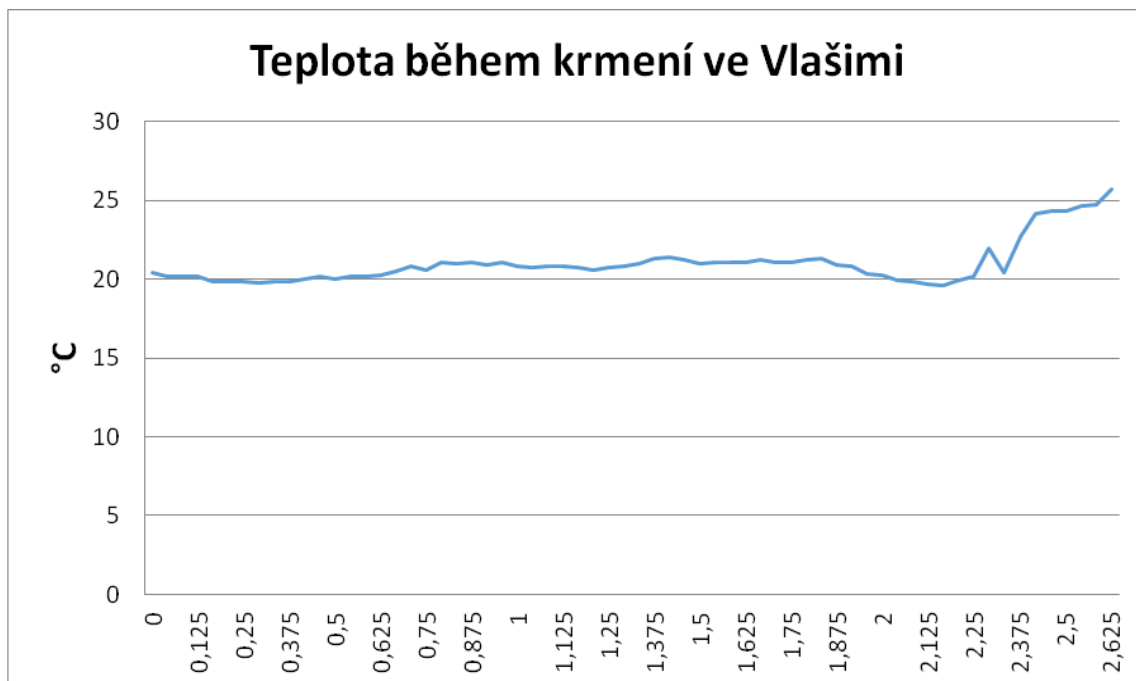
Kappes, Topp, Zach, Kulfan: Coarse woody debris, soil properties and snails in European primeval forests of different enviromental conditions. *European Journal of Soil Biology*, 42: 139-146

9 Přílohy

Teplota během výzkumu v terénu, teploměr v kritce zamezujíc přímému osvitu byl umístěn na batohu



Teplota během krmení ptáků ve Vlašimi



Teplota měřená v nádobě, kde byli přechováváni šneci před pokusy. V prvních několika dnech byly měněny složené filtrační papíry za suché, aby došlo k vysušení prostředí a šneci přešli do hybernace. Posléze byli již hibernující šneci přechováváni bez výměny složených papírů v těsnících plastových krabicích s otevřeným větrací ventilem.

